ACTES

XIIe RENCONTRES SCIENTIFIQUES

ARDIST
ASSOCIATION POUR LA RECHERCHE EN DIDACTIQUE DES SCIENCES ET DES TECHNOLOGIES

15-18 novembre 2022, Toulouse

Université Toulouse Jean-Jaurès

Patrice Venturini et Lionel Pélissier

Avertissement

Ces Actes rassemblent principalement les textes des communications présentées durant les 12e Rencontres scientifiques de l'ARDIST tenues à Toulouse du 15 au 18 novembre 2022.

Les premières pages de ce document quant à elles, sont dédiées aux résumés des conférences et tables rondes qui se sont déroulées durant ces Rencontres, chacun d'entre eux étant associé à un lien permettant de télécharger les vidéos correspondantes.

Les Actes sont structurés selon les thématiques retenues pour constituer les différentes sessions de ces Rencontres, au-delà du rappel de la composition des comités scientifique et d'organisation, et des résumés des conférences et tables rondes.

Lorsque les Actes sont consultés sur ordinateur, la table des matières permet par un « Clic » d'accéder directement à chacune des thématiques et/ou communications et/ou conférences et tables rondes. Ces éléments sont aussi accessibles par un « Clic » à partir de l'index des auteurs situé en fin de ce document.

La mise en page est conçue pour une impression « recto – verso » dans laquelle les intitulés des différentes sections et le début de chaque communication /conférence et table ronde apparaissent sur des pages de numéro impair. Certaines des pages de numéro pair sont donc vierges.

Bonne lecture ! Bon visionnement !

Patrice Venturini et Lionel Pélissier

Décembre 2022.

Table des matières

Avertissement ***3***
Table des matières ***7***
Comités ***11***

Comité Scientifique 13
Comité d'organisation 15

Conférences et Tables rondes ***17***

Regenerating disciplinary content knowledge to equip the young for the 21st Century challenges 19
La connaissance épistémique et son rôle dans l'éducation scientifique aujourd'hui 21
Travail d'un problème lié à la réalité et modélisation : analyse d'un cas à l'aide de deux cadres théoriques 23
Pratiques d'enseignement en sciences au travers d'une revue de littérature 25
Eco-anxiété : enjeux éducatifs et scientifique et perspectives didactiques 27
Quelles conséquences de la pandémie pour la recherche et la formation en didactique des sciences et de la technologie ? 29

Symposium : Education au Développement Durable et Changement climatique ***31***

L'éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique 33
Les projets de sciences participatives à destination des élèves 37
Vigie-Nature École : un outil au service d'une éducation à l'environnement et au développement durable ? 45
Comprendre l'origine du réchauffement climatique 53
Le design fiction pour éduquer au changement climatique 65
Éduquer aux incertitudes climatiques 71
La pédagogie par la nature (PPN) 77

Symposium : Analyse de pratiques langagières en didactique des SVT ***83***

Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT 85
Apport des analyses langagières au cadre de l'apprentissage par problématisation 88
La sélection naturelle racontée : étude de cas chez des lycéens 97

Développement professionnel et Communauté Discursive de Pratiques Professionnelles en sciences 103
Comment favoriser un ancrage dans le monde scientifique chez des élèves impliqués dans une démarche d'investigation ? 113
Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres de l'apprentissage par problématisation et de l'action conjointe en didactique. 119
Processus de sémiose dans un débat scientifique sur le concept d'articulation 127

***Langages* 137**

Découvrir le vivant animal à l'école maternelle : le dessin pour développer l'observation et la réflexion des élèves 139
Interactions langagières dans les classes de sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue. Revue systématique de littérature 145
Comptes rendus d'expérience en BD 153
Des cartes conceptuelles et heuristiques pour expliciter les concepts et les raisonnements scientifiques 163
Prise en compte d'un obstacle didactique en formation initiale d'enseignants de SVT 173
Coopération et autorégulation dans les échanges entre étudiants d'un groupe performant au cours d'une résolution de problème en épistémologie des sciences 179
Les gestes langagiers didactiques en didactique des SVT 187

***Analyses de pratiques* 195**

Étude de pratiques d'enseignants-chercheurs de chimie en L1 : le cas du modèle de Lewis 197
Littératie scientifique et sciences citoyennes : Étude de cas d'un projet pédagogique mobilisant le dispositif « Vigie-Nature École » 205
Analyse de l'action didactique conjointe lors de l'enseignement et l'étude de la grandeur concentration massique en 1e Année du secondaire tunisien 211
Approcher l'activité enseignante via un groupe de travail : cas de l'appropriation de concepts chimiques 219
Enseignement du concept « force » en classe de 4ème : analyse de séances d'enseignement ordinaire 227
Enseignement de l'intensité du courant au collège en Centrafrique 235

***Démarches* 241**

Construction de savoirs conceptuels en sciences 243
Défis Scientifiques 92 249
Les séquences d'investigation en sciences : un obstacle pédagogique 255
Questionner l'impact de certains aspects de la démarche d'investigation 263

***Problématisation* 269**

La construction du concept de métamorphisme des zones de subduction en Terminale S 271

Analyse de la pratique d'une enseignante favorisant la problématisation des élèves sur la circulation sanguine 281
Comment aider l'apprenant à problématiser ? 289
Un espace de contraintes et nécessités pour la chimie 297

Ressources et savoirs spécifiques 305

Enseigner et apprendre la transformation chimique au collège via le cycle du carbone : penser un objet-relais pour introduire l'anthropocène en classe de chimie 307
Enseigner la pression grâce aux correspondances historiques 317
Modélisation des transformations chimiques : analyse de textes institutionnels 323
Proposition didactique pour la construction du concept physique de volume en cycle 3 331

Ressources dans l'enseignement supérieur 341

Une stratégie didactique pour donner aux étudiants des connaissances socio-politico-scientifiques sur le vaccin covid-19 343
La réalité virtuelle comme moyen de sensibilisation aux impacts environnementaux dans le supérieur ? 349
Les concepts de la métrologie dans l'enseignement supérieur en biologie 357

Ressources extérieures à l'école 363

Enjeux des perceptions de la forêt par des élèves de cycle 3 pour développer des connaissances et une relation à la nature 365
École du dehors et apprentissages … en Sciences 371
Une combinaison spatiale pour questionner le monde du vivant, des objets et de la matière au cycle 2 381

Ressources et développement professionnel 387

De la recherche à la conception de situations d'enseignement 389
Développement professionnel d'une enseignante dans le cadre d'un dispositif collaboratif 395
Utilité perçue et usages envisagés par les étudiants d'outils didactiques utilisés en formation des professeurs des écoles en sciences. 401
Médiation pour l'enseignement scientifique 407

Questions socialement vives 413

Teacher stances during socioscientific issue discussion: a critical interpretative synthesis 415
Les enjeux mobilisés par des étudiants sur la question du choix énergétique 421
Environmental awareness and controversy mapping on excessive meat production and consumption 427
Les normes épistémiques de l'argumentation sur des questions socioscientifiques : vers une approche didactique 433

Questions socialement vives et/ou représentations professionnelles 439

« Transgresser » la question du genre et de la sexualité dans un enseignement de biologie à l'université au Brésil : La présence de professeurs LGBT+ 441
S'emparer d'une Question Socialement Vive au collège 447
Les enseignants de SVT face au devoir de neutralité lors de l'enseignement de la théorie de l'évolution 453

***Education à…* 459**

Expériences et éducation au développement durable 461
Enseignement scientifique et éducation à la citoyenneté 467
Contribution de scénarios pédagogiques sur des questions socialement vives agricoles à une éducation citoyenne critique pour la transition agroécologique 473

***Evaluation, autoévaluation, autonomie* 481**

Compréhension et résolution de tâches de sciences par les élèves de 15 ans en France : Analyse des verbalisations 483
Analyse d'une évaluation internationale 491
Validité didactique d'une grille d'autoévaluation sur la recevabilité des hypothèses en sciences à l'école primaire 501
Autonomie des élèves en physique au lycée 507

***Index des auteurs* 513**

Comités

Comité Scientifique

Présidents :

Lionel PELISSIER (Université de Toulouse, EFTS)
Patrice VENTURINI (Université de Toulouse, EFTS)

Membres :

Marco BAROCCA-PACCARD (Université de Québec en Ouatais, CREAS)
Manuel BÄCHTOLD (Université de Montpellier, LIRDEF)
Karine BECU-ROBINAULT (ENS Lyon, ICAR)
Pascale BRANDT-POMARES (Aix-Marseille Université, ADEF)
Frédéric CHARLES (CY Paris Université, LDAR)
David CROSS (Université de Montpellier, LIRDEF)
Nicolas DECAMP (Université de Paris, LDAR)
Alice DELSERIEYS (Aix-Marseille Université, ADEF)
Audrey GROLEAU (Université du Québec à Trois-Rivières, CREAS)
Nicolas HERVE (ENSFEA - Université de Toulouse, EFTS)
Isabelle KERMEN (Université de Bretagne occidentale, CREAD)
Florence LE HEBEL (ENS Lyon, ICAR)
Jean-Yves LENA (Université de Toulouse, GEODE)
Yann LHOSTE (Université de Bordeaux, Univ des Antilles, E3D)
Florence LIGOZAT (Université de Genève, FPSE)
Corinne MARLOT (HEP Vaud, UER MS)
Patricia MARZIN-JANVIER (Université de Bretagne occidentale, CREAD)
Elisabeth PLE (Université Reims Champagne Ardenne, CEREP)
Catherine SIMARD (Université du Québec à Rimouski, EDUCAR-CRIFPE)
Benoit URGELLI (Université de Lyon, ECP)
Abdelkarim ZAID (Université de Lille, CIREL)

Comité d'organisation

Présidents :

Christine DUCAMP (ENSFEA, EFTS)
Lionel PELISSIER (Université de Toulouse, INSPE, EFTS)

Membres :

Bernard CALMETTES (Université de Toulouse, EFTS)
David CROSS (Université de Montpellier, LIRDEF)
Sébastien FABRE (Université de Toulouse, INSPE, IRAP)
Sylvie FERNANDES (Responsable service recherche, ENSFEA)
Benjamin GERMANN (Université de Toulouse, INSPE, EFTS)
Nicolas HERVE (ENSFEA, EFTS)
Marie-Pierre JULIEN (Université de Toulouse, INSPE, GEODE)
Jean-Yves LENA (Université de Toulouse, INSPE, GEODE)
Valérie MUNIER (Université de Montpellier, LIRDEF)
Nelly NAVARRO (Université de Toulouse, INSPE)
Nathalie SOUBIROU (Université de Toulouse, INSPE)

Conférences et Tables rondes

Regenerating disciplinary content knowledge to equip the young for the 21st Century challenges

Conférence inaugurale

Levrini, Olivia
Université de Bologna

Résumé

The talk aims to stimulate the reflection on demanding but timely questions: Why is there a need for systemic change in education? What are the big trends shaping education of the future? What features should have the educational models of the future? What role will be played by the "traditional disciplines" in the educational systems of the future?

Stimuli for grappling with these questions will be provided from two European projects: FEDORA and IDENTITIES. The first project, FEDORA (www.fedora-project.eu), aims to regenerating the ecosystem of science learning by developing a future-oriented model to enable creative thinking, foresight and active hope as skills needed in formal and informal science education. The second project, IDENTITIES (www.identitiesproject.eu) has been designing novel teaching approaches on interdisciplinarity in science and mathematics to innovate pre-service teacher education for contemporary challenges.

Both the projects will provide examples and research results to argue why disciplinary learning could play a fundamental role in the education of the future, provided that it is re-vitalized by questioning it against themes like sustainability values, future literacy, embracing complexity, agency, imaginative and creative thinking.

Lien pour la vidéo

https://prismes.univ-toulouse.fr/player.php?code=7Tk4ic47&width=100%25&height=100%25

La connaissance épistémique et son rôle dans l'éducation scientifique aujourd'hui

Conférence plénière

Jiménez-Aleixandre, María Pilar
Université de Santiago de Compostela

Résumé

L'apprentissage épistémique fait partie intégrante de l'apprentissage des sciences. La connaissance épistémique est reconnue dans la recherche (Chinn et al., 2020 ; Osborne, 2014) et l'évaluation PISA (OECD, 2017) comme une des trois composantes de la connaissance scientifique, à côté des connaissances de contenu et des connaissances procédurales. Il semble aujourd'hui urgent de lui accorder une place centrale dans l'éducation scientifique et de soutenir son développement. Au cours de cette conférence, on centrera l'attention sur les processus épistémiques utilisés pour produire et évaluer les connaissances scientifiques au cours de la recherche, c'est à dire sur « *comment on sait ce qu'on sait* ». Les rapports complexes entre ces processus épistémiques – dont l'argumentation –, la pensée critique (Jiménez-Aleixandre et Puig, 2022) et les enjeux posés par « l'âge de la désinformation » (Hasni et Lebeaume, 2022 ; Osborne et al., 2022) seront analysés. Au cœur de ces analyses, la confiance envers les preuves – construites à partir des faits, des données – constitue le support épistémique des savoirs et croyances. Les conflits épistémiques sont illustrés à partir de la question des vaccins et de celle de l'évolution, et on montrera comment un contexte d'investigation à l'école est approprié pour favoriser le développement de la connaissance épistémique.

Lien pour la vidéo

https://prismes.univ-toulouse.fr/player.php?code=40t34F23&width=100%25&height=100%25

Travail d'un problème lié à la réalité et modélisation : analyse d'un cas à l'aide de deux cadres théoriques

Conférence plénière

Hankeln, Corinna, [1] Hersant, Magali [2]
[1] TU Dortmund et
[2] Nantes Université

Résumé

Le travail de problèmes liés à la réalité ou au monde réel renvoie à l'activité de modélisation et se situe, souvent, à l'intersection de plusieurs disciplines scientifiques. Dans l'enseignement scientifique actuel, il est mis en relation avec la démarche d'investigation et les démarches d'enquête. Dans l'enseignement des mathématiques en France, « modéliser » est une des compétences à faire acquérir aux élèves, mais l'activité de modélisation par sa nature même est source de nombreuses difficultés pour les élèves (Blum et Leiß, 2007). Et, en retour ces difficultés demandent une prise en charge par l'enseignant. Or les enseignants sont eux-mêmes souvent dépourvus pour aider les élèves sans donner la solution (Wozniak, 2012 ; Blum 2015).

Nous pensons que pour anticiper des aides à la résolution de problèmes de modélisation, il faut mieux connaître les difficultés des élèves (Kaiser, 2007) et les ressorts du processus de modélisation chez eux. C'est pourquoi nous nous intéressons à l'analyse fine de l'activité de modélisation des élèves. Dans notre intervention, nous présenterons l'analyse de ce processus de modélisation chez un élève de Tale en mobilisant deux cadres théoriques : la théorie de la modélisation, développée par les chercheurs allemands (voir Greefrath et Vorhölter, 2016) et le cadre de l'apprentissage par problématisation, conçu par des didacticiens français (Fabre, Orange, 1997 ; Doussot, Hersant, Orange Ravachol, Lhoste, à paraître). L'association des deux cadres théoriques nous permettra d'accéder à une compréhension multidimensionnelle des difficultés, blocages et obstacles que rencontre l'élève dans le processus de modélisation, ainsi qu'à sa dynamique d'avancée dans la résolution du problème (Hankeln, Hersant, 2020).

Lien pour la vidéo

https://prismes.univ-toulouse.fr/player.php?code=Z7C94N5y&width=100%25&height=100%25

Pratiques d'enseignement en sciences au travers d'une revue de littérature

Conférence de clôture

Tiberghien, Andrée [(1)], Venturini, Patrice [(2)]
[(1)] ENS Lyon
[(2)] Université de Toulouse

Résumé

Les pratiques d'enseignement des sciences n'ont pas fait l'objet d'une revue systématique dans la littérature de didactique des sciences et quand elles ont été documentées, c'était en relation avec des études spécifiques relatives par exemple à la mise en œuvre d'approches pédagogiques, la conception des séquences, les effets des plans de formation, etc. Nous adoptons dans cette conférence un autre regard en nous centrant sur les pratiques et leurs caractéristiques, quelles que soient les perspectives de recherche très différentes dont elles font l'objet. Les résultats que nous présentons et discutons, relatifs aux pratiques d'enseignement des sciences au primaire et au collège et de la physique au lycée, ont été publiés dans quatre revues majeures d'éducation scientifique entre 2015 et 2020. Ils sont organisés en différents thèmes. Au-delà des descriptions et caractérisations des pratiques en tant que telles, les autres thèmes concernent les relations que les pratiques entretiennent avec les caractéristiques des élèves et des enseignants, avec les structures sociales locales ou plus larges, avec la formation des enseignants, avec les ressources dont disposent les enseignants, ou avec des aspects particuliers des contenus enseignés. Les résultats montrent la grande complexité et la variété des pratiques d'enseignement des sciences, et permettent de comprendre la difficulté d'appréhender l'expertise et l'ingéniosité développées dans cette activité humaine.

Lien pour la vidéo

https://prismes.univ-toulouse.fr/player.php?code=25Lj176e&width=100%25&height=100%25

Eco-anxiété : enjeux éducatifs et scientifique et perspectives didactiques

Table ronde 1

Jean-Yves Lena
Université Toulouse Jean-Jaurés

Résumé

L'anxiété et la détresse liées à la crise écologique semblent être un phénomène en pleine expansion, notamment chez la jeunesse. Au cours de cette table ronde nous présenterons différentes recherches sur l'éco-anxiété des écologues et des gestionnaires de la nature et également des témoignages d'adaptations possibles de séquence de formation auprès de jeunes. Nous discuterons des enjeux éducatifs de la prise en compte de l'éco-anxiété et ouvrirons des perspectives didactiques.

Contributrices et contributeur :

- Francine Pellaud, Haute école pédagogique de Fribourg-Suisse.
- Lucas Brunet, Munich Center for Technology in Society, Technical University of Munich
- Luci Rhéo Rocques, Faculté d'éducation de l'université de Saint-Boniface, Winnipeg.

Lien pour la vidéo

https://prismes.univ-toulouse.fr/player.php?code=808t350T&width=100%25&height=100%25

Quelles conséquences de la pandémie pour la recherche et la formation en didactique des sciences et de la technologie ?

Table ronde 2

Hervé, Nicolas,
ENSFEA et Université Toulouse Jean-Jaurés.

Résumé

Quelles conséquences de la pandémie pour les activités de recherche en didactique des sciences et de la technologie ? Parmi, les questions abordées figureront par exemple

- Quelles conséquences au quotidien pour le chercheur ?
- Quelles conséquences pour la communauté des chercheurs en didactique ?
- Quelles conséquences sur les objets et terrains de recherche ?

Contributrices et contributeur :

- Audrey Groleau, CREAS, Université du Québec à Trois-Rivières
- Christine Ducamp, UMR EFTS, Université de Toulouse 2.
- Michèle Prieur, S2HEP, Université de Lyon 1.
- Corentin Poffé, DIDACTIfen, Université de Liège

Lien pour la vidéo

Aucun enregistrement de cette table ronde n'est disponible

Symposium : Education au Développement Durable et Changement climatique

L'éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique

Études en didactique des sciences et des technologies

Responsables

Marzin-Janvier, Patricia [1] Perron, Séverine [2]
[1] CREAD, Université de Bretagne Occidentale, INSPE de Bretagne.
[2] CREAD, Université de Genève, IUFE.

Communications

- Les projets de sciences participatives à destination des élèves : quelle(s) potentialité(s) pour une éducation à la durabilité
- « Vigie-Nature École » : un outil au service d'une éducation à l'environnement et au développement durable ?
- Comprendre l'origine du réchauffement climatique - Comment construire le lien entre concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère et température moyenne de la Terre
- Le Design-fiction pour éduquer au changement climatique : le traitement des déchets en école d'ingénieurs
- Éduquer aux incertitudes climatiques : quels repères didactiques à partir de l'étude des conceptions des élèves ?
- La pédagogie par la nature-Utilisation de la praxéologie pour identifier les savoirs en jeu

Discutantes

Orange Ravachol, Denise [1], Marchal-Gaillard, Valérie[2]

[1]CIREL, Université de Lille ; [2]CREAD, Université de Bretagne Occidentale

Résumé

Ce symposium vise à mettre en visibilité un champ de recherche en lien avec les questions d'éducation au changement climatique. Il vise à faire émerger les problématiques travaillées

et à envisager la place que pourrait prendre la didactique des sciences et des technologies dans ce contexte. En effet le changement climatique est un enjeu sociétal majeur, et l'éducation est considérée comme un levier important dans les politiques d'adaptation ou d'atténuation de ses conséquences. Nous proposons par exemple que questionner : la place des savoirs ; les apprentissages ; les pratiques enseignantes ; les enjeux sociétaux d'éducation et de formation ; les objets et les terrains travaillés ; les partenariats...

Mots-clés :

Education scientifique ; éducation au développement durable ; enjeux sociétaux.

Présentation du symposium

Ce symposium vise à mettre en visibilité les travaux en didactique des sciences portant sur des dispositifs d'éducation au développement durable dans un contexte d'urgence climatique. Il vise à faire émerger les problématiques travaillées et à envisager la place que pourrait prendre la didactique des sciences dans ce contexte évolutif. En effet le changement climatique est un enjeu sociétal majeur, et l'éducation est considérée comme un levier important dans les politiques d'adaptation ou d'atténuation de ses conséquences. La question de l'appropriation par les acteurs de l'éducation est au cœur des enjeux mais pour autant, l'éducation au changement climatique n'a pas de contenu stabilisé (Gibert, 2020 ; Orange et Orange Ravachol, 2017). En effet de nouveaux savoirs à enseigner sont intégrés au fur et à mesure du renouvellement des curricula, qui accordent une place plus importante qu'auparavant aux problématiques climatiques (Risi, Bosdeveix, & Rajchenbach, 2019). De nouveaux dispositifs émergent également, comme les sciences participatives éducatives, associant ses communautés scientifiques et éducatives, les écoles en dehors dont l'objectif est de créer du lien entre les citoyens (enfants et parents) et des espaces naturels, … Des travaux en didactique émergent, valident l'intérêt de ces dispositifs et en pointent également les limites (Bosdeveix, et al, 2018 ; Perron, Marzin-Janvier, Castagneyrol, 2021).
La place des savoirs semble donc à préciser. Qu'apprend-on dans ces nouveaux dispositifs ? Aident-ils les élèves à comprendre les causes et les conséquences du changement climatique ? Comment la recherche en didactique des sciences et des technologies s'emparent-elle de ces enjeux d'éducation et de formation ? Comment peuvent-elles contribuer à outiller les enseignants et les élèves pour comprendre les enjeux sociétaux et pour prendre part aux décisions ? Quels sont les objets et terrains travaillés ?

Bibliographie

Bosdeveix, R., Crépin-Obert, P., Fortin, C., Leininger-Frézal, C., Regad, L., & Turpin, S. (2018). Étude des pratiques enseignantes déclarées concernant le programme de sciences citoyennes Vigie-Nature École. Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies, 18, 79-102.

Gibert, A.-F. (2020). Eduquer à l'urgence climatique (Rapport No. 133). Lyon : ENS de Lyon.

Orange, C., & Orange Ravachol, D. (2017). Problématisations scientifiques fonctionnalistes et historiques en éducation relative à l'environnement et au développement durable : Le cas de l'évolution climatique. Formation et pratiques d'enseignement en questions, 22, 21-38.

Perron, S., Marzin-Janvier, P. & Castagneyrol, B. (2021). Les projets de sciences citoyennes à l'école : pour quelles visées éducatives ? L'exemple du projet « Les gardiens des chênes ». Revue Education relative à l'environnement. Regards. Recherches. Réflexions, 16(2). https://doi.org/10.4000/ere.7977

Risi, C., Bosdeveix, R., & Rajchenbach, M. (2019). Le climat dans les nouveaux programmes de lycée. La Météorologie, (106), 19-20.

Les projets de sciences participatives à destination des élèves

Quelle(s) potentialité(s) pour une éducation à la durabilité ?

Perron Séverine [(1)], Marzin-Janvier Patricia [(2)], Castagneyrol Bastien [(3)], Sawtschuk[(4)] Jérôme
[(1)]IUFE, CREAD, Université de Genève,
[(2)]Univ Brest, Univ Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France
[(3)]BIOGECO, INRAE, Université de Bordeaux,
[(4)]LABERS, Université de Bretagne Occidentale
Symposium de rattachement : L'éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique

Résumé

Dans le cadre d'un projet de recherche collaborative, *EDU OakBodyguards,* entre des écologues, des didacticiennes des sciences et des enseignantes de sciences de la vie et de la Terre du secondaire 1 (collège), nous étudions comment les enseignants se saisissent des projets sciences participatives pour le transposer en classe. Nous centrons notre communication sur l'analyse des contenus présents dans plusieurs canevas de séquence co-conçus avec les enseignants de collège en France. Nos premiers résultats montrent une variété de contenus : des savoirs conceptuels, des habiletés, des savoirs épistémologiques et des valeurs. Cet accès à une forme de complexité des contenus en sciences, nous laisse apercevoir les potentialités des projets de sciences participatives en termes d'éducation à la durabilité.

Mots-clés :

Éducation à la durabilité, sciences participatives, éducation scientifique, pratiques enseignantes.

Introduction

L'évolution de nos sociétés vers un modèle d'organisation plus équitable et ancrée dans les limites planétaires apparaît comme une nécessité pour répondre aux inégalités sociales grandissantes et aux défis écologiques (Steffen *et al*., 2015). Une métamorphose du système de représentation du monde qui domine les sociétés occidentales semble indispensable. Dans la perspective d'une transition écologique reposant sur des principes de durabilité forte, la mission générale de l'École serait de contribuer à un projet de « transformation » de société (Morin, 2014), impliquant un changement vers un nouveau paradigme adapté aux défis du XXIe siècle (Curnier, 2017).

Dans ce contexte, cette communication se propose, à partir des premiers résultats du projet de recherche *EDU OakBodyguards*, d'éclairer les potentialités des projets de sciences participatives à destination des élèves en termes d'éducation à la durabilité. Ce projet implique des enseignants, des scientifiques porteurs d'un projet de sciences participatives et des didacticiennes des sciences. Nous nous sommes particulièrement intéressés ici aux contenus présents dans des séquences d'enseignements basées sur les sciences participatives au cycle 3.

Les contenus en sciences

Une entrée par les contenus permet d'élargir notre analyse au-delà des savoirs conceptuels et des savoir-faire à des compétences, des valeurs, des pratiques, des « rapports à », des comportements ou des attitudes (Perron, 2018 ; Hasni et Bousadra, 2017 ; Pagoni, 2017) et nous proposons des contenus susceptibles d'être présents dans ces canevas construits par les enseignantes[1]. Nous nous intéressons aux savoirs conceptuels, aux savoir-faire, aux attitudes et aux démarches scientifiques (DS) en lien avec l'écologie (dimension disciplinaire). Les DS s'articulent avec les autres savoirs disciplinaires au sein d'un processus circulaire (Perron, 2018). Ces démarches reposent sur un problème construit par les élèves et qu'elles sont composées de différents éléments caractérisant les moments-clés : 1) formuler un problème scientifique ; 2) planifier et mettre en œuvre l'investigation scientifique (démarches expérimentales, d'observations, de modélisations, *etc.*) ; 3) formuler des énoncés scientifiques. Nous portons également notre attention sur des savoirs faisant référence aux « savoirs sur » les savoirs scientifiques en s'interrogeant sur la nature de ces savoirs, sur les processus de leur production, sur la relation entre ces savoirs et la réalité ainsi que sur l'évolution historique des savoirs et de la pensée scientifique (dimension épistémologique).

Enfin, nous sommes attentifs aux problématiques sociétales que pourraient développer les enseignants éventuellement en lien avec des comportements, des valeurs (Pagoni, 2017), des normes, des rapports à, *etc*. (dimension sociale).

[1] Nous précisons que nous avons parfaitement conscience de l'interrelation entre l'ensemble de ces contenus.

L'analyse des séquences d'enseignement basées sur un projet de sciences participatives

Trois séquences d'enseignement ont été construites par des enseignantes volontaires autour du projet de sciences participatives *Oak Bodyguards*[2] initié par des écologues de l'INRAE et qui cherche à déterminer comment le climat influence les dégâts causés par les insectes herbivores sur le chêne pédonculé *Quercus robur*. Pour cela, il est mis en place sur les végétaux des leurres en pâte à modeler imitant la forme et la taille de vraies chenilles (figure 1), dans le but de dénombrer les attaques de prédateurs qui laissent des traces de bec, de dents ou de mandibules. En s'appuyant sur cette méthode, les scientifiques de l'INRAE ont conçu et mis à la disposition des enseignants un protocole que les élèves doivent respecter scrupuleusement.

Figure 1 : les chenilles en pâte à modeler

Trois enseignantes volontaires et expérimentées ont participé à cette étude. Elles ont proposé trois séquences pour des élèves de collège (élèves âgés de 11 à 15 ans) : deux séquences pour des élèves de 6ème et une séquence pour des élèves Ulis[3] (enseignante C). Par ailleurs, pendant le processus de co-construction, elles ont bénéficié d'apports en didactique des sciences, en écologie à propos des interactions plantes-herbivores, et une cartographie par photo-interprétation de l'occupation du sol. La méthodologie employée pour ce projet s'inscrit dans le cadre de l'ingénierie didactique pour le développement et la formation (Perrin-Glorian, 2011) et des *Design Based Research* (Brown, 1992) (Figure 2).

[2] https://sites.google.com/view/oakbodyguards/home/fran%C3%A7ais?authuser=0

[3] Unités localisées d'inclusion scolaires : les ULIS sont des classes particulières dans des établissement scolaires ordinaires pour la scolarisation d'élèves en situation de handicap.

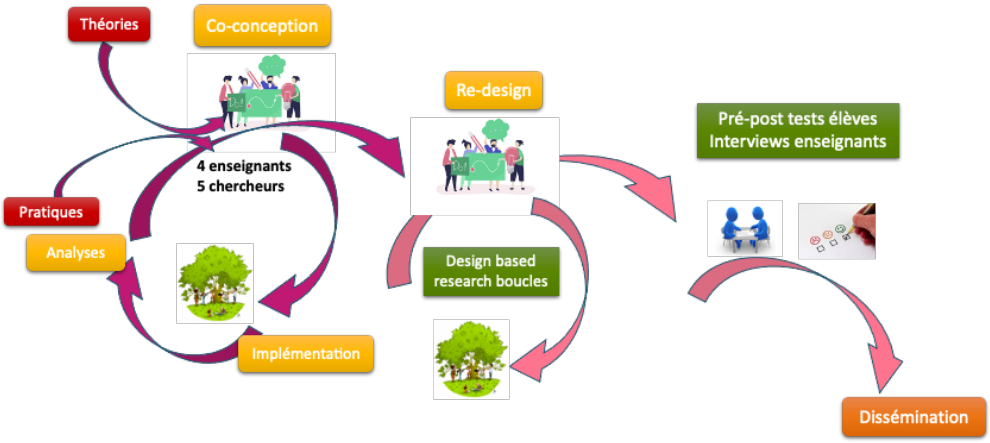


Figure 2 : processus itératif de co-conception des séquences d'enseignement

Les canevas détaillés des trois séquences ont été analysées à l'aide de la grille construite *a priori* à partir du cadre de référence.

Les premiers résultats : une variété de contenus présents dans les séquences

Les contenus de la dimension disciplinaire

Les contenus de la dimension disciplinaire en lien avec l'écologie sont variés et représentés dans chacune des trois séquences étudiées (voir figure 3). L'enseignante A évoque uniquement des savoirs en écologie (notion d'écosystème, réseaux trophiques, *etc.*). L'enseignante B note également des savoirs en géographie (modifications du paysage : zones agricoles devenues des zones urbaines). L'enseignante C centre les apprentissages des élèves sur des savoirs en mathématiques (reconnaître des situations réelles pouvant être modélisées par des relations géométriques). Pour les habiletés, les 3 enseignantes visent des apprentissages portant sur 1/utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production ; 2/utiliser les outils mathématiques adaptés ; 3/utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte). Les enseignantes B et C proposent des objectifs en lien avec le numérique (effectuer des recherches sur internet). Nous notons que l'enseignante C a inscrit des habiletés spécifiques (en lien avec le profil de ses élèves) dans son canevas de séquence (identifier, expliquer, choisir, comparer, relier, essayer, appliquer, s'engager). Concernant les attitudes, les trois enseignantes évoquent le travail collectif de leurs élèves ainsi que la rigueur nécessaire à la mise en œuvre d'une DS et tout particulièrement lors de l'utilisation du protocole et de l'analyse des résultats. Là encore, l'enseignante C cite d'autres attitudes telles que « oser entrer en communication ».

		Sequence A (6èmes)	Sequence B (6èmes)
La dimension disciplinaires	Savoirs conceptuels	Ecosystème, interaction des êtres vivants entre eux et avec leur environnement, conséquences d'une modification d'un facteur physique ou biologique sur l'écosystème, la biodiversité un réseau dynamique, tout être vivant produit sa matière à partir de celle qu'il prélève. Cascade trophique, réseau alimentaire autour du chêne pédonculé.	Ecosystème, interaction des êtres vivants entre eux et avec leur environnement, cascade trophique. Conséquences d'une modification d'un facteur physico-chimique d'un milieu. "*Un milieu de vie est caractérisé par sa température, son hygrométrie, son altitude, sa lumière, ... Un seul facteur peut modifier tout l'équilibre.*" Le paysage a été modifié : des zones agricoles sont devenues des zones urbaines.
	Habiletés	Utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience et une production. Utiliser les outils mathématiques adaptés : calcul de pourcentages Utiliser différents modes de représentation formalisés: schéma, tableau.	Utiliser le matériel adapté pour mener une observation, effectuer une mesure, réaliser une expérience ou une production. Utiliser les outils mathématiques adaptés. Utiliser différents modes de représentation formalisés (schéma, dessin, croquis, tableau, graphique, texte). Utiliser une clé de détermination Effectuer des recherches sur internet. Utilisation du site *remonter le temps.ign* Organiser seul ou **en groupe** un espace de réalisation expérimentale.
	Attitudes	Rigueur, travail collectif	Rigueur, travail collectif

Figure 3 : extrait de la grille d'analyse

Les différentes composantes des démarches scientifiques sont également présentées par les enseignantes (formuler une question, proposer/mettre en œuvre une investigation scientifique, analyser les résultats et formuler des énoncés), avec des différences significatives. La question posée par l'enseignante A et ses élèves est d'ordre social (« Comment peut-on étudier ce réseau alimentaire pour aider les écologues? »), celle émise par la classe de l'enseignante B est d'ordre scientifique (« Nous avons découvert la biodiversité du collège, la croissance des êtres vivants (EV), le devenir de la matière organique, quelles sont les autres interactions entre des EV ? ») et la question énoncée par l'enseignante C, est en lien avec une problématique de société (« Comment le réchauffement climatique peut-il modifier la croissance des chênes ? »). L'enseignante B propose un travail plus approfondi avec ses élèves sur le protocole expérimental. Ces derniers proposent et critiquent leur propre protocole avant de mettre en œuvre celui construit par les scientifiques. Cette analyse fait apparaître l'important travail de transposition effectué par les enseignantes pour adapter la séquence à leurs propres contextes.

Les contenus de la dimension épistémologique

Les contenus de la dimension épistémologique sont également variés et représentés dans chacun des trois canevas de séquence étudiés. Les trois enseignantes souhaitent que les élèves comprennent les activités réalisées par les écologues. Des savoirs sur la construction des savoirs scientifiques sont également présents dans les canevas de séquence. Nous pouvons, à titre d'exemples, citer l'importance de suivre rigoureusement le protocole construit par les scientifiques pour agréger les données ou encore le fait que les enseignantes ne connaissent pas les résultats de l'expérimentation.

Les contenus de la dimension sociale

Contrairement aux deux autres dimensions développées précédemment, la dimension sociale est uniquement prise en compte par l'enseignante A qui souhaite, qu'à travers cette séquence d'enseignement basée sur un projet de sciences participatives, les élèves mettent en œuvre une action responsable et citoyenne, individuellement et collectivement. Elle espère

également que ses élèves témoignent de leur action auprès de leur famille et qu'ils s'engagent individuellement dans de nouveaux projets de sciences participatives.

Vers une complexité de l'enseignement des sciences nécessaire à l'éducation à la durabilité

Lors de précédents travaux (Perron, Hasni et Boilevin, 2020), nous avons montré que l'articulation des savoirs en sciences n'allait pas de soi pour les enseignants. Les résultats, décrits dans la section ci-dessus, montrent que chaque enseignante a l'intention de faire acquérir à ses élèves des contenus variés et articulés, relevant des trois dimensions. Une démarche scientifique tient une place centrale, et semble s'appuyer sur des savoirs préalablement acquis par les élèves (chaînes alimentaires, identification des êtres vivants, *etc.*) et permettre la reconstruction de nouveaux savoirs. Des habiletés techniques (la fabrication des leurres) et langagières (la construction d'un tableau) ainsi que des attitudes (travailler de façon collective) sont également travaillées lors de la mise en œuvre de cette démarche scientifique. La dimension épistémologique est évoquée tout au long des démarches. Enfin, une enseignante travaille la dimension sociale. Ces canevas de séquence illustrent, selon nous, le fort potentiel des projets de sciences participatives tel que *OakBodyguards* pour donner un accès à la complexité aux élèves, notion nécessaire pour une éducation à la durabilité. Cependant, les possibilités offertes par ces séquences ne prédisent pas les apprentissages effectivement réalisés. Ces premiers résultats seront donc complétés par l'analyse de questionnaires pré et post tests proposés aux élèves. Enfin, nos résultats posent la question de la transposition didactique des contenus proposés par les scientifiques pour concevoir les séquences d'enseignement, dont certains sont insuffisamment maîtrisés par les enseignantes et/ou non présents dans les programmes scolaires. Ceci montre la nécessité d'un interconnaissance réciproque des acteurs impliqués pour construire des projets de sciences participatives.

Bibliographie

Barthes, A., Lange, J-M., & Tutiaux-Guillon, N. (2017). *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducation à »*. Paris : L'harmattan.

Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions. *Journal of the Learning Sciences*, *2*(2), 141-178

Curnier, D. (2017). Éducation et durabilité forte : considérations sur les fondements et les finalités de l'institution. *La Pensée écologique*, 1 https://doi.org/10.3917/lpe.001.0252

Hasni, A. & Bousadra, F. (2017). Les finalités éducatives pour les sciences : entre l'idéal des chercheurs et du curriculum et les défis de leur opérationnalisation dans les manuels et dans les pratiques d'enseignement. *Dans* Y. Lenoir, O. Adiguzel, A. Lenoir, J.C. Libaneo et F. Tupin (dir), *Les finalités éducatives scolaires. Une étude critique des approches théotiques, philosophiques et idéologiques*. Montréal : Groupédition Éditeurs.

Morin, E. (2014). *Enseigner à vivre. Manifeste pour changer l'éducation*. Arles : Actes Sud

Pagoni, M. (2017). Éducation aux valeurs. *Dans* Barthes, A., Lange, J-M., & Tutiaux-Guillon, N. (dir,), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducation à »*. Paris : L'harmattan., p. 257-265.

Perrin-Glorian M.J. (2011) L'ingénierie didactique à l'interface de la recherche avec l'enseignement. Développement de ressources et formation des enseignants. *In* C. Margolinas et al. (Eds.) *En amont et en aval des ingénieries didactiques* (pp. 57-78). Grenoble : La pensée sauvage.

Perron, S. (2018). *Étude de l'articulation des démarches d'investigation scientifique avec les autres savoirs composant la structure disciplinaire : cas d'enseignants de sciences de la vie et de la Terre exerçant en collège français*. Thèse de doctorat, Université de Bretagne occidentale-Brest, Université de Sherbrooke (Québec, Canada).

Perron, S., Abdelkrim, H. et Boilevin, J.–M. (2020). L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité ? *Recherches en Éducation.42*

Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. & Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review*, *2(*1), 81-98.

Vigie-Nature École : un outil au service d'une éducation à l'environnement et au développement durable ?

Turpin Sébastien[(1)], Fortin Corinne[(2)]
[(1)]Laboratoire, Centre d'Écologie et des Sciences de la Conservation, CESCO, UMR7204, MNHN, CNRS, SU. *Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)* – France
[(2)]Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR), Univ. de Rouen Normandie, Univ. de Lille, Univ. Paris-Est Créteil Val-de-Marne - Paris 12, Univ. Paris Cité, CY Cergy Paris Univ : EA_4434 – France

Symposium de rattachement : Éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique

Résumé

Notre contribution au symposium « Éducation au Développement durable dans le contexte du changement climatique » s'appuie sur le dispositif de sciences citoyennes « Vigie-Nature École » (VNE) porté par le Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN). Deux grands objectifs éducatifs peuvent guider la mise en œuvre de VNE : d'une part, faire participer les élèves à la récolte des données sur la biodiversité pour les transmettre au MNHN, d'autre part, prendre en compte ces données pour les intégrer dans des problématiques socio-scientifiques (pollution, urbanisation, changement climatique, etc.). Dans l'enseignement des SVT, le premier objectif est généralement privilégié. Nous discutons ici, à partir d'une étude en cours avec des classes de Seconde, de l'intérêt mais aussi des limites de l'apport du dispositif de VNE pour engager les élèves dans des raisonnements socio-scientifiques conduisant à des choix décisionnels de protection de la biodiversité face aux changements globaux.

Mots-clés :

Biodiversité ; Raisonnement socio-scientifique ; Éco-citoyenneté

Introduction

Les sciences citoyennes (SC) semblent offrir de nouvelles opportunités éducatives en favorisant une prise de conscience des effets des activités humaines sur la biodiversité. Dans le cadre de ce symposium, nous présenterons le dispositif de SC porté par le Muséum national d'Histoire naturelle : « Vigie-Nature » et sa déclinaison pour les scolaires « Vigie-Nature École »[4] en articulation avec une étude en cours. Celle-ci porte sur l'intégration de VNE comme un outil possible au service d'une éducation à l'environnement et au développement durable (EEDD) en vue de protéger la biodiversité à l'échelle locale.

Vigie-Nature École : une déclinaison de Vigie-Nature

Les SC impliquent, à des degrés divers, les citoyens dans des démarches scientifiques pour générer de nouvelles connaissances ou une meilleure compréhension des phénomènes étudiés (Bonney et al. 2009 ; Haklay 2013). Ainsi, VN permet à des amateurs de participer à une collecte de données, et à un réseau de suivi spatio-temporel des espèces communes. La mise en œuvre répétée des protocoles par de nombreux observateurs, dans le temps et l'espace, permet une exploitation statistique des données afin de mieux connaître et de mesurer les pressions qui s'exercent sur la biodiversité. Parmi les causes de déclin, on peut citer les changements climatiques mais aussi l'urbanisation, les pesticides, etc. L'analyse des données issues de protocoles de VN a ainsi montré que la biodiversité était déjà impactée par le réchauffement climatique. Un autre objectif de VN est de produire des indicateurs visant à éclairer la décision publique pour favoriser des politiques de préservation de la biodiversité menacée.

VN conçoit aussi des protocoles pour le public scolaire (Conversy, Dozières & Turpin, 2019) de la maternelle au lycée, avec le dispositif VNE. Celui-ci propose aux enseignants de réaliser, avec leurs élèves, des suivis de la biodiversité dite « ordinaire ». À ce jour, dix observatoires accompagnés de protocoles standardisés permettent d'étudier des groupes taxonomiques variés (insectes pollinisateurs, oiseaux, flore urbaine…). De par leur large répartition spatiale, ces espèces permettent davantage de détecter des effets proximaux (urbanisation et pollution) que des effets du changement climatique.

Vigie-Nature École : un outil pour engager un raisonnement socio-scientifique ?

Un des enjeux de l'enseignement scientifique, particulièrement en lien avec des changements globaux, est de contribuer à l'émergence d'une « intelligence » citoyenne capable de s'approprier les données scientifiques de façon critique. À ce titre, VNE peut contribuer à développer une expertise éco-citoyenne en s'appuyant sur les données collectées. Ainsi lors de la mise en œuvre des protocoles, les élèves réalisent des inventaires

[4] Dans cette proposition de communication, nous utiliserons les acronymes suivants : SC pour Sciences Citoyennes, ; MNHN pour Muséum national d'Histoire naturelle ; VN pour Vigie-Nature et VNE pour Vigie-Nature École ; RSS pour raisonnement socio-scientifique

ponctuels, quantifient l'état des populations animales et/ou végétales de leur environnement et comprennent que les données collectées peuvent être biaisées (petit échantillon, faible couverture temporelle ou spatiale dans l'échantillonnage…). VNE initie ainsi une approche scientifico-critique (Voisin & Lhoste, 2015) dans une visée à la fois émancipatrice et délibérative, en leur faisant découvrir qu'il n'existe pas toujours une réponse toute faite ni une réponse unique pour la protection de la biodiversité, mais une ou des réponses à construire ensemble en fonction des contraintes locales et des enjeux écologiques, économiques, et sociaux. La mobilisation d'un raisonnement socio-scientifique (RSS) (Sadler et al., 2007, Simonneaux & Simonneaux 2009) constitue alors un levier cognitif majeur pour identifier les risques, les incertitudes et opérer des choix d'aménagements raisonnés, dans l'établissement ou à proximité, censés favoriser la biodiversité.
Dans cette proposition de communication, nous interrogeons l'apport de VNE dans la construction d'un RSS mobilisant les observations réalisées par les élèves sur le terrain et leur mise en relation avec d'autres savoirs en vue d'une prise de décision raisonnée.

Méthodologie : recueil et analyse des données

Pour illustrer l'apport de VNE dans la construction d'un RSS, nous nous appuyons sur une étude en cours. Nous avons suivi deux classes de Seconde, d'un même enseignant, sur la thématique de la biodiversité. L'une a mis en œuvre, à deux reprises, le protocole « Oiseaux des jardins » de VNE ; l'autre pas.
« Oiseaux des jardins » vise à évaluer les différentes espèces (diversité) et le nombre d'oiseaux par espèce (abondance) fréquentant un espace bien délimité. À l'issue de ces observations, nous avons proposé aux deux classes, une même mise en situation reposant sur un dossier fictif où une mairie demandait aux membres du conseil municipal d'évaluer la pertinence de construire un nouveau cinéma et de choisir le lieu d'implantation parmi deux sites possibles ; une prairie ou une lisière de forêt. Cette mise en situation s'inscrivait dans une visée d'EEDD en lien avec les menaces qui pèsent sur la biodiversité. Le choix du cinéma était motivé par l'attractivité de ce loisir chez les adolescents, et le choix des deux sites par leur richesse écologique.
Pour aider les élèves à faire un choix, le dossier mis à leur disposition était structuré autour de trois composantes (annexe 1) : conséquences pour la population et pour l'environnement et intégration du bâtiment dans l'environnement. Pour chacune de ces composantes, des informations étaient disponibles (accessibilité via les transports, le coût d'achat du terrain, etc.) et susceptibles d'être retenues comme argument par les élèves. Ils pouvaient ainsi mobiliser les informations contenues dans le dossier, leurs savoirs mais également leurs valeurs afin d'argumenter leur choix. Les échanges entre élèves ont été enregistrés puis analysés. Une grille d'analyse des échanges (annexe 2[5]) a permis de catégoriser la nature

[5] Pour plus de lisibilité, la grille peut également être consultée à cette adresse : https://depot.vigienature-ecole.fr/didactique/Grille_analyse_RSS.pdf

des arguments échangés en fonction des préoccupations des élèves et du choix de la décision finale : construire en lisière de forêt, dans la prairie ou choisir une autre solution.
Ci-dessous un extrait des échanges entre élèves (à gauche) accompagné d'éléments de la grille d'analyse sur la nature des préoccupations des élèves (à droite) :

E1 : Dans une forêt c'est plus compliqué de construire un cinéma, tu sais pourquoi ? car ils vont **couper des arbres** E3 : Ils ne vont pas **couper tous les arbres** ! E1 : Si ! C'est écrit "ça nécessitera de couper des arbres" pas tout mais E3 : **une grosse partie** E1 : Oui voilà !	Arguments centrés sur des préoccupations liées à **l'environnement**
E3 : et puis **ça coûte cher, regarde 1 200 000 €** et pour la prairie ? E1 : Je vais écrire les impacts négatifs sur le brouillon E3 : Marque un côté positif et un côté négatif E3 : tiens regarde c'est la prairie E2 : **La prairie c'est 1,5 million €** E1 : c'est **le prix** de quoi ça ? E3 : pour construire le cinéma dans la prairie E1 : et dans la forêt ? E2: **1,2 millions d'euros**	Arguments centrés sur des préoccupations d'ordre **économique**
E1 : Vous avez trouvé les impacts sur la prairie ? E3 : Attends, dans la forêt, **il y a des étangs avec des animaux dedans, des carpes... Il y a aussi des sangliers, beaucoup d'animaux** E3 : Dans la prairie, Il y a une rivière... **Beaucoup d'animaux aussi... Des espèces aquatiques**	Nouveaux arguments centrés sur des préoccupations liées à **l'environnement**
E2 : **ce serait mieux de garder la forêt**, enfin je ne sais pas...	Emergence d'un **premier choix**

Ainsi l'extrait du débat précédent s'organise autour de quatre pôles :

Environnement	Construire dans la forêt nécessite de couper des arbres
Économique	Comparaison des prix des constructions
Environnement	Comparaison des espèces présentes
Choix	Préserver la forêt

Premiers résultats et conclusion provisoire

À ce stade de la recherche, nous pouvons retenir trois résultats.
Le premier montre que contrairement aux élèves qui n'ont pas participé au protocole VNE, la plupart de ceux qui y ont participé réinvestissent les connaissances acquises, en particulier, la nécessité de faire un inventaire pour évaluer la biodiversité locale avant de prendre une décision. Nous pouvons donc supposer qu'ils ont mieux cerné l'intérêt socio-scientifique de l'inventaire pour asseoir leur décision.
Le second, les élèves ayant participé au protocole VNE se questionnent davantage et adoptent une démarche d'enquête en intégrant la protection biodiversité à la responsabilité des acteurs. La majorité perçoit ainsi la complexité des choix qui s'offrent à eux. Ils ciblent mieux les informations qui les intéressent et prennent en compte des points de vue multiples pour étayer leur décision.
Le troisième résultat est assez surprenant : dans les deux classes, une majorité d'élèves a fait un choix alternatif : rénover l'ancien cinéma. L'argument qui semblait alors faire consensus était de ne toucher ni à la forêt ni à la prairie pour protéger la biodiversité. Le coût économique de la construction n'était pas jugé comme prioritaire. Ceci semble indiquer que les élèves des deux classes sont, *a priori*, sensibles aux enjeux environnementaux. Néanmoins, ce choix pourrait être le fruit d'un « effet-maître » (Bressoux, 2001) où les élèves tenteraient de produire des réponses correspondant aux attentes de l'enseignant.
Un échantillonnage plus important, nous permettrait d'évaluer plus finement l'impact de la participation à VNE sur le RSS des élèves. Enfin, pour cette première phase exploratoire de la recherche, notre dossier n'abordait que trois composantes qu'il conviendrait d'élargir, par exemple, en intégrant la relation des élèves à la nature (bien-être, esthétisme etc.).

En guise de conclusion (provisoire), il apparaît que le dispositif de SC « VNE » mérite de ne pas être limité à la collecte des données. Cependant, cette étape d'observation sur le terrain semble être formatrice pour engager les élèves à développer un RSS concernant la protection de la biodiversité dans le cadre d'une EEDD. Cette première approche du RSS en lien avec VNE confirme que les élèves peuvent appréhender la complexité d'une situation, avoir recours à des informations scientifiques complémentaires et confronter différents points de vue. Cependant, pour que les sciences participatives deviennent citoyennes à visée démocratique, le dispositif VNE ne doit pas être uniquement vertical (du laboratoire à l'école), mais également horizontal en s'appuyant sur davantage sur l'agentivité des élèves dans la prise de décision.

Bibliographie

Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science : A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, *59*(11), 977-984

Bressoux, P. (2001). Réflexions sur l'effet-maître et l'étude des pratiques enseignantes. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, *5*(1), 35-52.

Conversy, P., Dozières, A., & Turpin, S. (2019). Du naturaliste expert à l'élève : Enjeux de la diversification des objectifs d'un programme de sciences participatives en France. *Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions*, *15*(1).

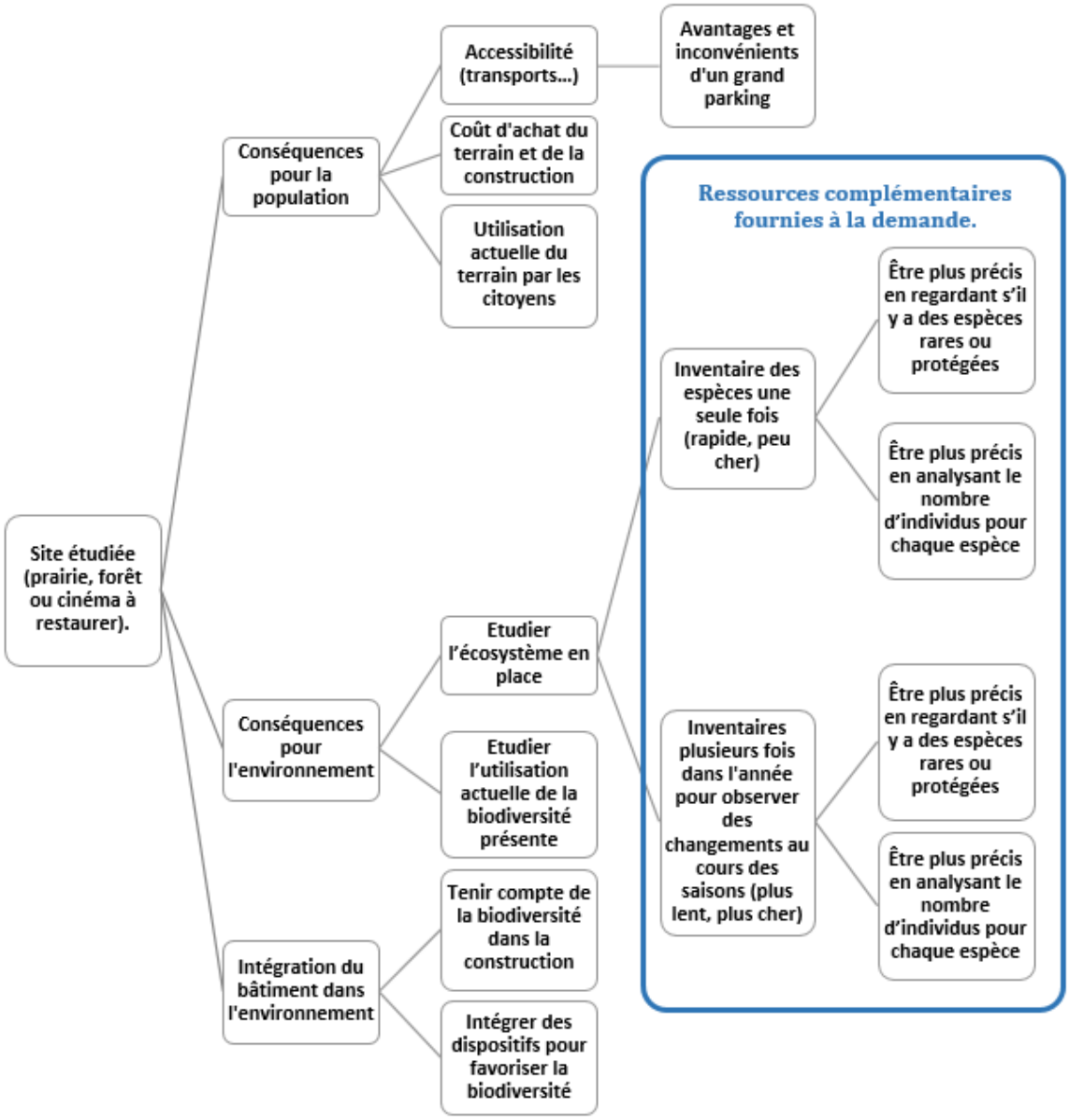
Haklay, M. (2013). Citizen science and volunteered geographic information : Overview and typology of participation. In *Crowdsourcing geographic knowledge* (p. 105-122). Springer.

Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2007). What Do Students Gain by Engaging in Socioscientific Inquiry? *Research in Science Education*, *37*(4), 371-391. https://doi.org/10.1007/s11165-006-9030-9

Simonneaux, L., & Simonneaux, J. (2009). Students' socio-scientific reasoning on controversies from the viewpoint of education for sustainable development. *Cultural Studies of Science Education*, *4*(3), 657-687.

Voisin, C., & Lhoste, Y. (2015). Légitimité des finalités éducatives poursuivies dans l'éducation à l'environnement et l'enseignement de la biodiversité à l'école : État des lieux et mise en question. Actes du colloque *Les « Éducations à » : Un (des) levier(s) de transformation du système éducatif ?* 2014, 454-469.

Annexe 1



Graphique représentant les thématiques abordées dans le dossier

Annexe 2 :

Complexité : difficultés de faire un choix entre prairie et forêt	**1**	Solutions très simplistes ou illogiques
	2	Avantages et inconvénients mais propose finalement un choix issu d'un raisonnement direct et causal
	3	Percevoir la complexité de la situation et proposer une solution sans avoir conscience de ses limites
	4	Percevoir la complexité de la situation et proposer une solution tout en ayant conscience de ses limites
Diverses perspectives : Prise en compte d'arguments économiques, pratiques pour la population et environnementaux **Les élèves …**	**1**	Survolent les arguments sans vraiment les exploiter
	2	Prennent en compte qu'un seul type d'arguments (économique, pratique ou environnemental)
	3	Prennent en compte 2 types d'arguments
	4	Prennent en compte 3 types d'arguments
Dimension d'enquête : Demander des infos supplémentaires sur les espèces présentes, les espèces protégées et/ou sur la rénovation **Les élèves ..**	**1**	N'ont pas besoin d'informations complémentaires
	2	Auraient aimé avoir des informations supplémentaires mais sans être capable de dire précisément lesquelles
	3	Ont demandé un type d'informations supplémentaires
	4	Ont demandé plusieurs types d'informations supplémentaires
Scepticisme **Les élèves …**	**1**	Acceptent les ressources fournies
	2	Questionnent la pertinence d'un élément dans les ressources (aspects économiques, liées aux inventaires biologiques…)
	3	Questionnent la pertinence de plusieurs éléments dans les ressources (aspects économiques, liées aux inventaires biologiques…)
	4	Remettent en question l'ensemble des ressources fournies

Grille d'analyse des différentes dimensions du RSS des élèves

Comprendre l'origine du réchauffement climatique

Comment construire le lien entre concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère et la température moyenne de la Terre ?

Maron, Valentin[(1)(2)], Dufresne, Jean-Louis[(3)], Pélissier, Lionel[(1)(2)], Rabier, Alain[(2)], Cochepin, Medhi[(2)]
[(1)]EFTS (Education, Formation, Travail, Savoirs), Université Toulouse Jean Jaurès – France
[(2)]INSPE Toulouse Occitanie-Pyrénées, Université Toulouse Jean Jaurès – France
[(3)]IPSL (Institut Pierre-Simon-Laplace), École normale supérieure - Paris, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Institut National des Sciences de l'Univers, Ecole Polytechnique, Centre National d'Études Spatiales, Sorbonne Université, Centre National de la Recherche Scientifique, Université Paris Cité – France

Symposium de rattachement : L'éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique. Études en didactique des sciences et des technologies.

Résumé

Cette communication rend compte d'un travail conception d'une approche d'enseignement du réchauffement climatique adaptée aux nouveaux programmes de lycée général et professionnel. L'objectif visé est la construction du lien entre concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère et la température moyenne de la Terre, en s'appuyant autant que possible sur des éléments empiriques explicites. Nous présentons dans un premier temps les approches d'enseignement existantes sur le sujet, qui sont ensuite mises en relation avec les idées et modes raisonnement connus des élèves, en particulier : la non évidence des interactions entre gaz et rayonnement pour les élèves, et la tendance au raisonnement séquentiel. Les choix didactiques structurant l'approche proposée sont alors exposés, ainsi que les prochaines étapes du travail.

Mots-clés :

changement climatique ; enseignement scientifique ; approche d'enseignement ; conceptions sur les gaz ; expériences avec le CO_2; ingénierie didactique

Contexte

La place de la physique du climat a été fortement renforcée dans les nouveaux programmes du secondaire, en particulier dans le cadre de "l'Enseignement Scientifique" des classes de Première et Terminale générale, ainsi que dans le programme de physique du lycée professionnel. Ces ajouts étant récents, les ressources éducatives spécifiques à ces programmes sont peu nombreuses.

Cette communication rend compte des premiers résultats d'un travail collaboratif entre chercheurs en didactique de la physique et physiciens du climat, dans le but de concevoir une approche d'enseignement du réchauffement climatique qui soit adaptée aux nouveaux programmes de lycée général et professionnel. Le public visé étant non spécialiste de physique, l'approche développée pourra également être utile pour la vulgarisation scientifique.

L'approche présentée ici vise en particulier à construire le lien entre la concentration en gaz à effet de serre (GES) et la température globale de la Terre. Ce point nous semble particulièrement crucial, dans la mesure où l'origine du réchauffement climatique ne fait toujours pas l'unanimité dans l'opinion publique, malgré le consensus scientifique sur la responsabilité intégrale des activités humaines. Selon une enquête de décembre 2020[6], en France, quasiment un tiers des répondants (32%) considèrent encore que "*les activités humaines ne sont pas les principales responsables du changement climatique*" (31% dans le monde, 50% aux Etats-Unis). La conviction partagée de l'origine humaine du réchauffement, par la large majorité de la population, nous semble un des leviers importants pour la généralisation et l'acceptation des initiatives visant son atténuation.

Face à cet enjeu, ce travail vise à construire une approche d'enseignement permettant de comprendre le lien physique entre GES et réchauffement, en s'appuyant sur des éléments empiriques explicites. Notre hypothèse est qu'une compréhension approfondie de ce lien peut servir de point d'appui à d'autres modalités de l'éducation au changement climatique.

Les approches d'enseignement existantes de l'effet de serre

L'interaction entre certains gaz de l'atmosphère et le rayonnement est un phénomène bien compris des spécialistes du domaine et intégré dans les modèles de climat. Certains de ces spécialistes ont participé à la vulgarisation de ce phénomène, via des ressources destinées aux enseignants, dont notamment les deux suivantes (Dufresne, 2020; Thollot & Dequincey, 2021), parmi les plus récentes et les plus développées.

Un point commun de ces deux ressources est le fait de montrer que l'absorption du rayonnement dépend de la nature du matériau, et du type de rayonnement (par exemple : le verre est transparent au rayonnement visible mais opaque à l'infrarouge, et l'inverse pour un sac poubelle noir). Suite à ces expérimentations impliquant des solides, est amenée l'idée que cela est également valable pour les gaz. La référence empirique utilisée est le spectre d'absorption de différents gaz.

[6] https://www.edf.fr/observatoire-international-climat-resultats?/fr/2020

Pour un public non spécialiste de physique, ayant une faible maîtrise (voir nulle) de la notion de longueur d'onde, ces faits expérimentaux s'avèrent difficiles (voir impossibles) à utiliser comme référence. Une piste parfois choisie (Besson et al., 2010) consiste à comparer l'élévation de température d'une enceinte fermée remplie de dioxyde de carbone et une autre remplie d'air, pareillement exposées. Cette expérience n'est cependant pas pertinente, comme cela est clairement montré par exemple dans (Dufresne, 2020; Thollot & Dequincey, 2021). Il ne reste alors comme argument que l'analogie avec les expériences sur le rayonnement infrarouge absorbé ou non par du verre ou du plastique. D'un point de vue didactique, l'utilisation de cette analogie pose la question des motifs de son acceptation par les élèves, et de leurs idées a priori sur les propriétés des gaz.

Les idées a priori en jeu

A propos de l'interaction entre gaz et rayonnement

Des recherches ont montré qu'au niveau de l'école primaire, l'idée que "l'air soit de la matière" n'est pas du tout une évidence pour les élèves. D'un point de vue physique, les gaz ne partagent pas toutes les propriétés des solides. Pourquoi partageraient t'ils leurs propriétés concernant les interactions avec le rayonnement ? Du point de vue des élèves, dans quelle mesure l'extrapolation des solides au gaz est-elle intuitive ? Une enquête a été conçue afin d'avoir des éléments de réponse sur ce point, menée par des étudiants de master MEEF. A la question « Pensez-vous que les gaz peuvent émettre un rayonnement ? », la proportion des élèves répondant que cela est possible pour tous les gaz est seulement de 8% au collège (N=208), 11% au lycée (N=280) et 19% en classe préparatoire (N=21).
Face à ce constat, la question se pose de la manière d'introduire ce phénomène sans le donner à admettre. A notre connaissance, aucun article de recherche en didactique de la physique, aucun manuel de Terminale Enseignement Scientifique, ni aucun site proposant des ressources pédagogiques ou de vulgarisation sur le climat (Office for Climate Education, EduClimat, Bonpote…) n'apporte d'élément empirique convaincant et accessible concernant les capacités d'émission et d'absorption du rayonnement par certains gaz.

A propos de l'effet de serre

De nombreuses difficultés relatives à la compréhension de l'effet de serre ont été synthétisées dans (Shepardson et al., 2012). Parmi celles-ci figure notamment l'idée que les gaz à effet de serre constituent une sorte de "couche" ou de "couvercle" dans l'atmosphère, formant ainsi une "barrière" contre laquelle la chaleur de la Terre "rebondit" pour revenir vers la Terre, ou bien "piègent" l'énergie du Soleil.

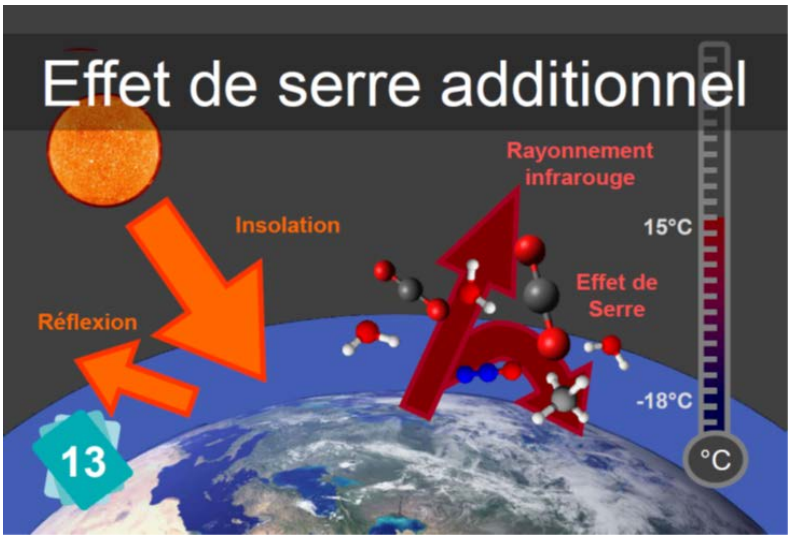


Figure a : schéma extrait de la Fresque du climat

Cette idée de "piégeage" est régulièrement présente dans les textes de vulgarisation et les manuels d'enseignement, et est renforcée par les schémas proposés (comme par exemple celui de figure a). Cette notion implique implicitement une idée de chronologie, avec rayonnement qui part du sol, puis qui est empêché de sortir par l'atmosphère et qui revient ensuite vers la surface de la Terre. Ce raisonnement de type séquentiel est incompatible avec les schémas associés la plupart du temps, représentant des bilans instantanés, c'est à dire où les valeurs des puissances de rayonnements sont considérées au même moment, et où la température est constante (Colin & Tran Tat, 2011). Un autre aspect problématique, relevé à la fois chez les élèves et dans les ressources de vulgarisation, est la non distinction entre les différents types de rayonnement (solaire, infrarouge terrestre, infrarouge atmosphérique). Cette confusion participe à rendre possible l'idée de "rebond" ou de "piégeage" du rayonnement venant du sol.

Problématique

Etant donné les différents problèmes d'enseignement et d'apprentissage présentés ci-dessous : comment construire le lien entre concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère et température moyenne de la Terre, pour un public non spécialiste de physique ? Plus précisément, comment établir cette relation à partir d'éléments empiriques explicites, tout en prenant en compte les idées a priori sur le sujet ?

Choix didactiques structurant la proposition :

Un premier résultat du collectif de recherche face à cette problématique a été le développement d'une proposition d'approche d'enseignement reposant sur 9 choix didactiques principaux, exposés synthétiquement ci-dessous.

1. Utilisation du concept de "puissance de rayonnement", avec comme référence empirique la luminosité d'une lampe (cf. figure 1).

Figure 1 : lampe halogène de puissance variable.

2. Construction de la notion de rayonnement infrarouge, en tant que rayonnement invisible émis *par exemple* par un métal à une certaine température. Mise en évidence expérimentale avec une caméra infrarouge (cf. figure 2).

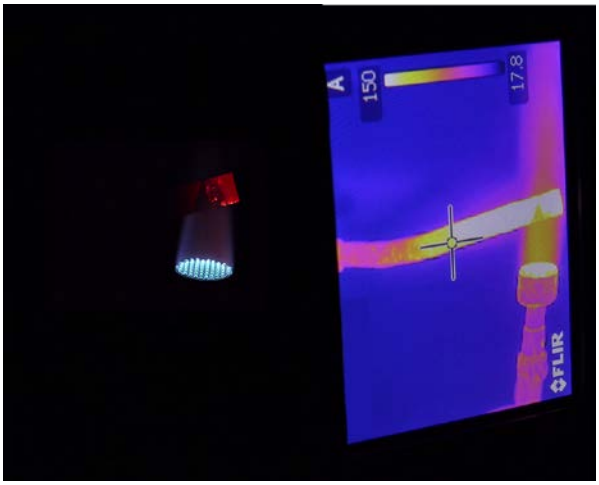


Figure 2 : morceau de cuivre chauffé par un réchaud à gaz (à gauche), observé avec une caméra infrarouge (écran à droite), attribuant une couleur (arbitraire) à une valeur de puissance de rayonnement infrarouge.

3. Mise en évidence expérimentale de l'émission de rayonnement infrarouge par le dioxyde de carbone (CO_2) (cf. figure 3).

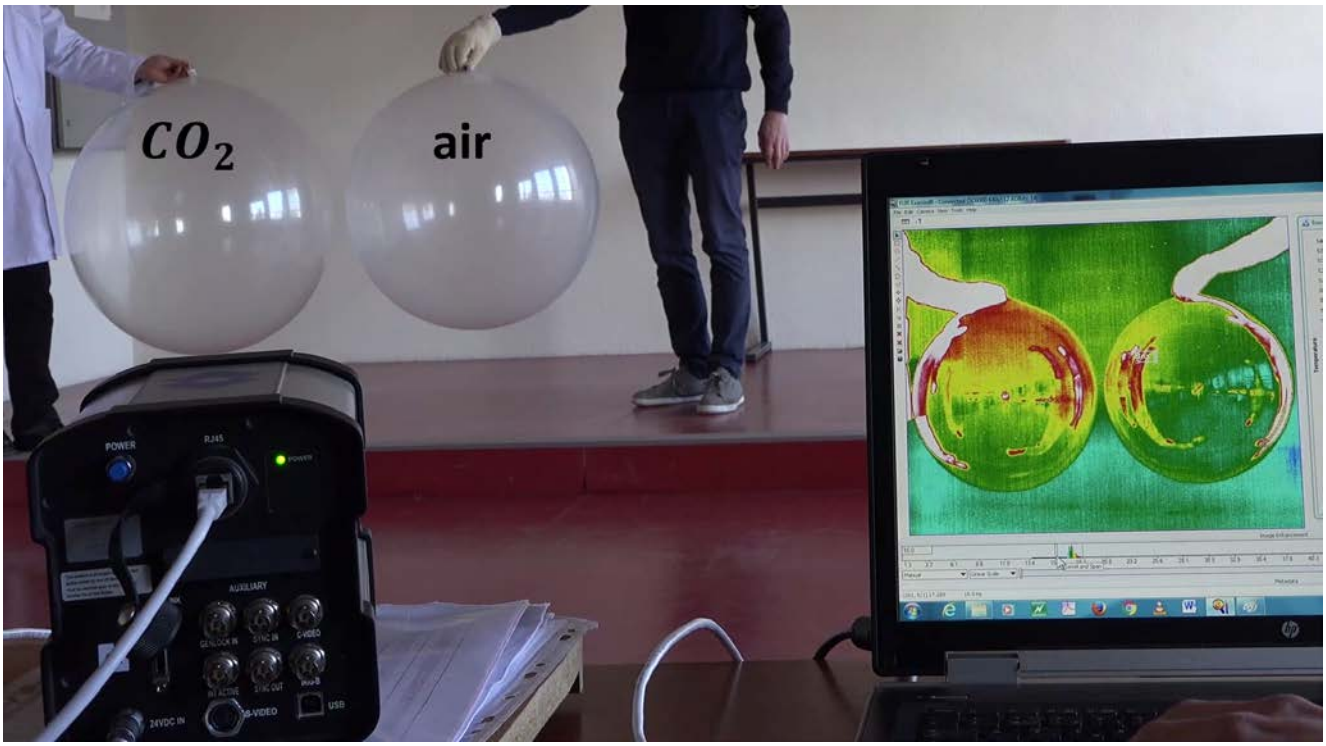


Figure 3 : ballons en latex préalablement placés dans une pièce chauffée à 25°C, avant d'être déplacés dans une pièce plus froide (10°C), et observés avec caméra infrarouge. A gauche : ballon rempli de CO_2 pur. A droite, ballon rempli d'air. On constate que pour une même température, le CO_2 émet davantage de rayonnement infrarouge.

4. Mise en évidence expérimentale de l'absorption de rayonnement infrarouge par le CO_2, et de sa non absorption du rayonnement visible (cf. figure 4).

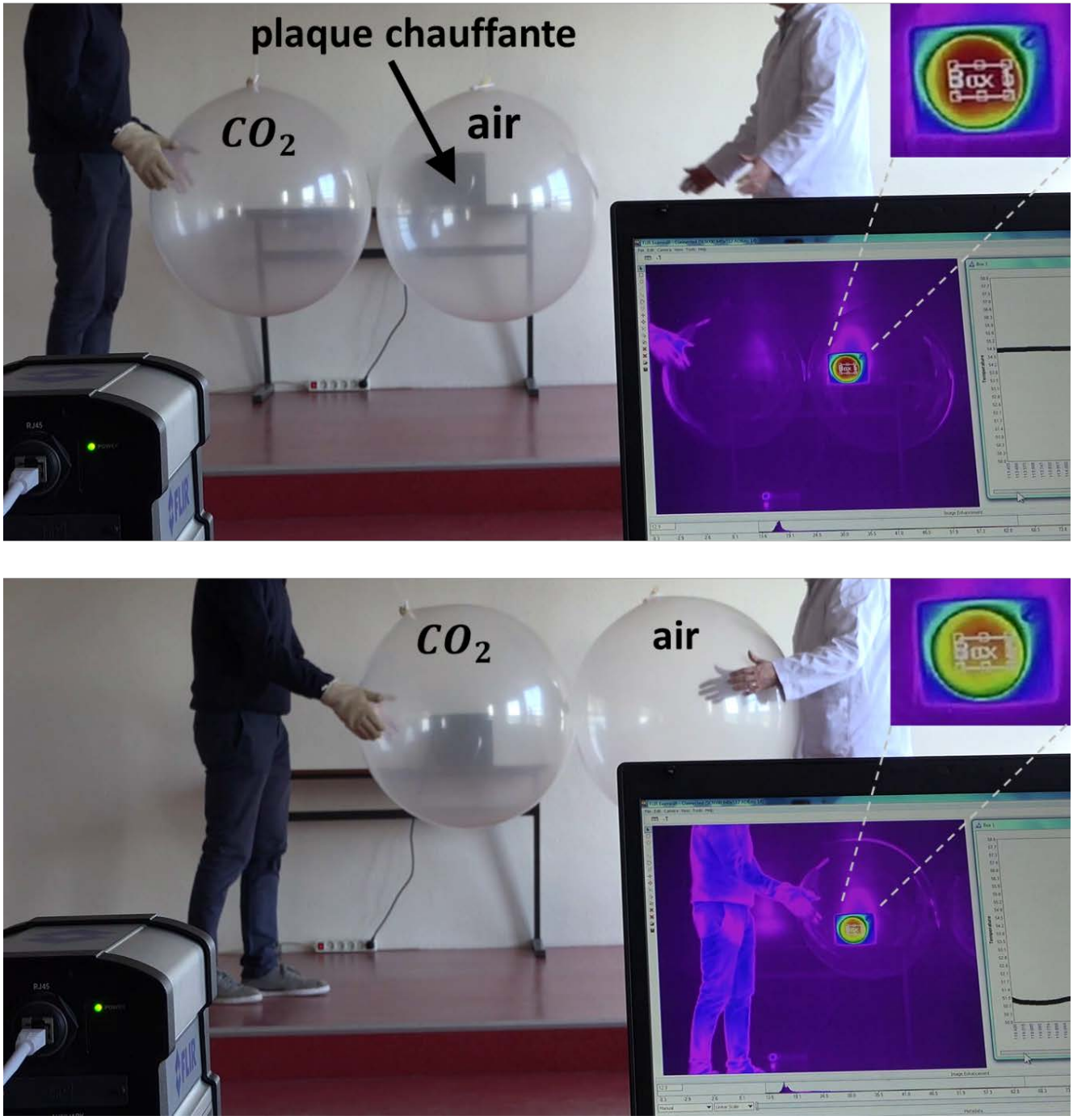


Figure 4 : ballons en latex, remplis de CO_2 pur et d'air, placés successivement devant une plaque chauffante et observés avec une caméra infrarouge. On constate que lorsque le ballon de CO_2 est devant la plaque, la puissance de rayonnement infrarouge mesurée par la caméra diminue. Le rayonnement visible traverse cependant de la même façon le ballon de CO_2et le ballon d'air.

5. Construction du formalisme des flèches pour symboliser la puissance de rayonnement émise par un système (cf. figure 5).

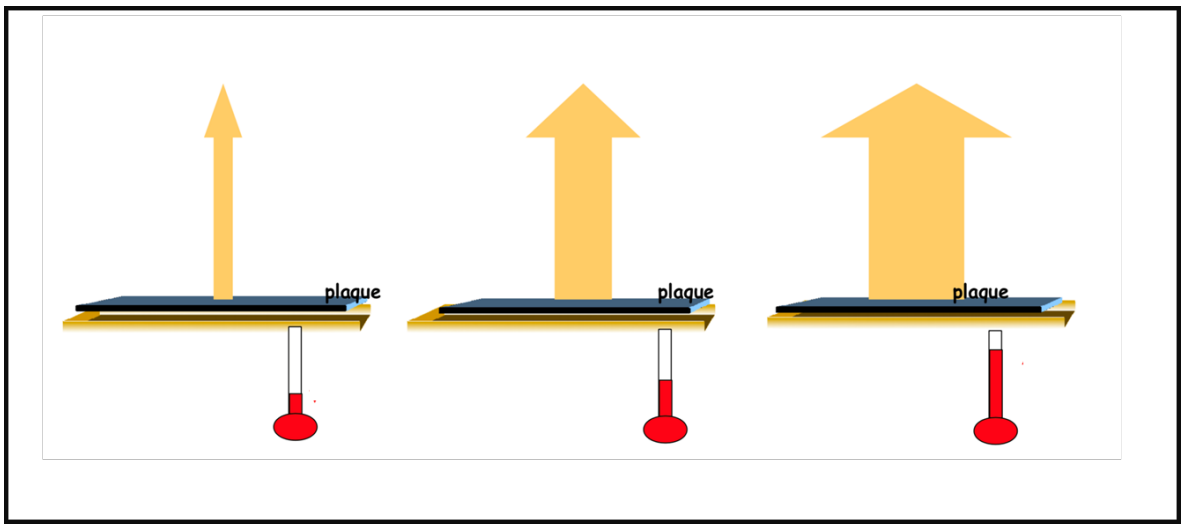
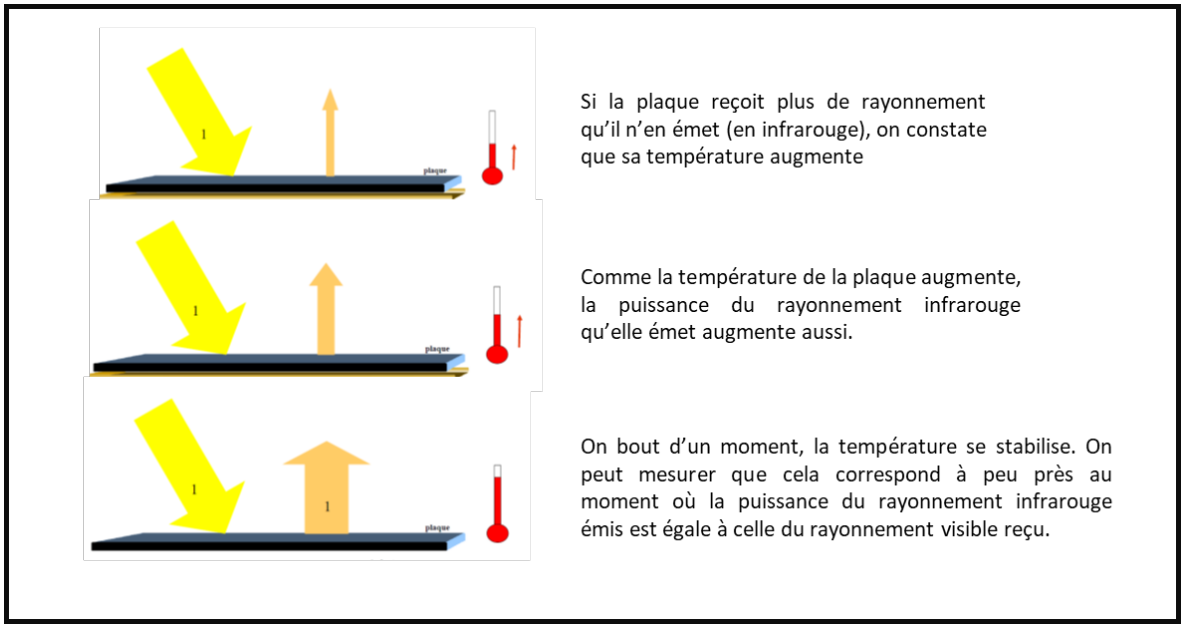


Figure 5 : plaques de métal à différentes températures. La flèche représentant le rayonnement infrarouge à un instant donné est d'autant plus large que la puissance de rayonnement est grande.

6. Construction du lien entre élévation / stabilisation de la température et les valeurs des puissances de rayonnement reçu et émis par un système (cf. figure 6).

Figure 6 : considération de la température d'une plaque de métal (face inférieure isolée) éclairée par une lampe, relativement aux valeurs des puissances des rayonnements reçu et émis.



7. Construction progressive du bilan des rayonnements émis et reçus par le système Terre-Atmosphère, en considérant individuellement les différents rayonnements avant de les réunir sur un seul schéma (cf. figure 7).

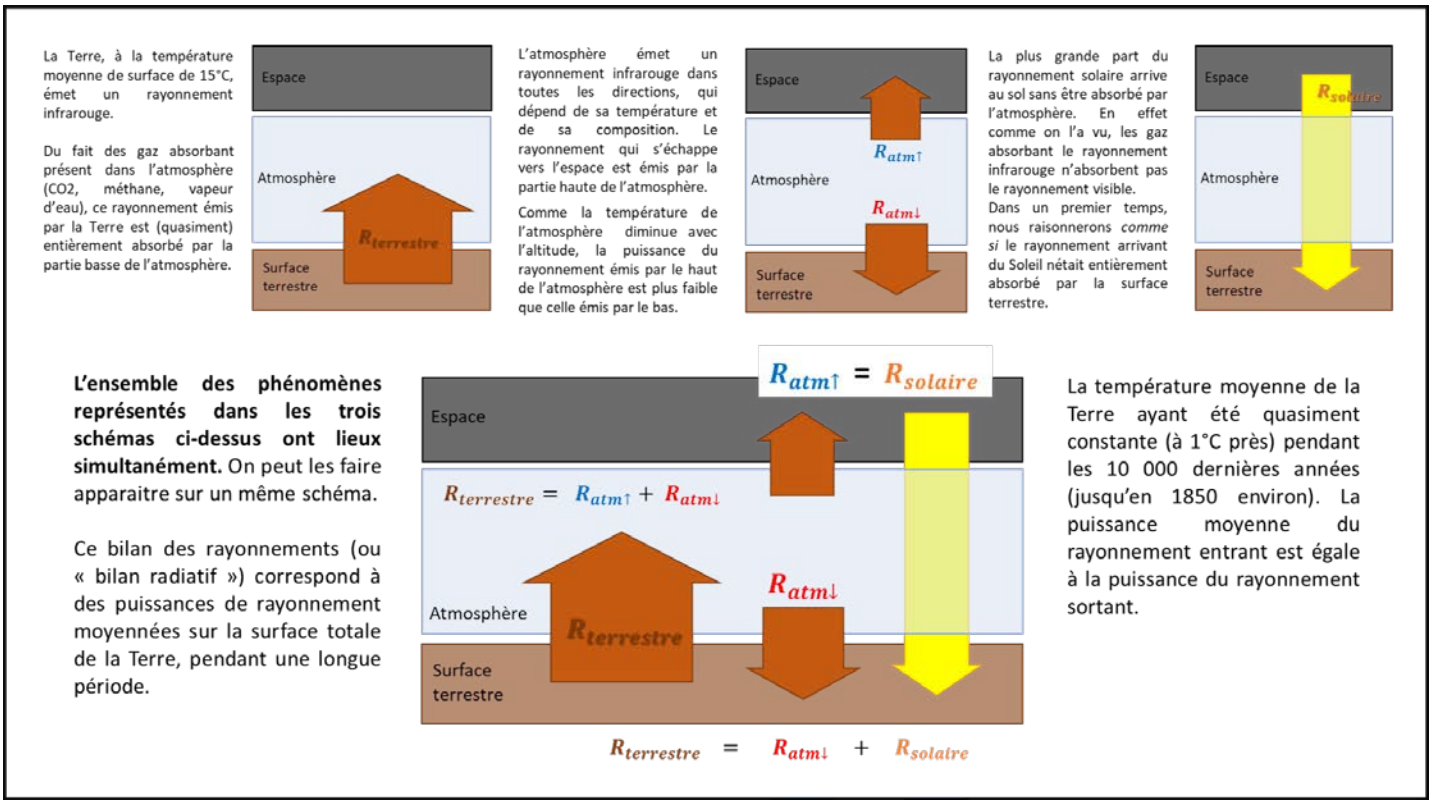


Figure 7 : construction du bilan des rayonnements émis et reçus par la Terre et l'atmosphère.

8. Mise en relation entre l'augmentation des gaz à effet de serre, la diminution du rayonnement émis par l'atmosphère vers l'espace, et l'élévation de la température du système Terre-Atmosphère (cf. figure 8), en s'appuyant sur le point 6 ci-dessus.

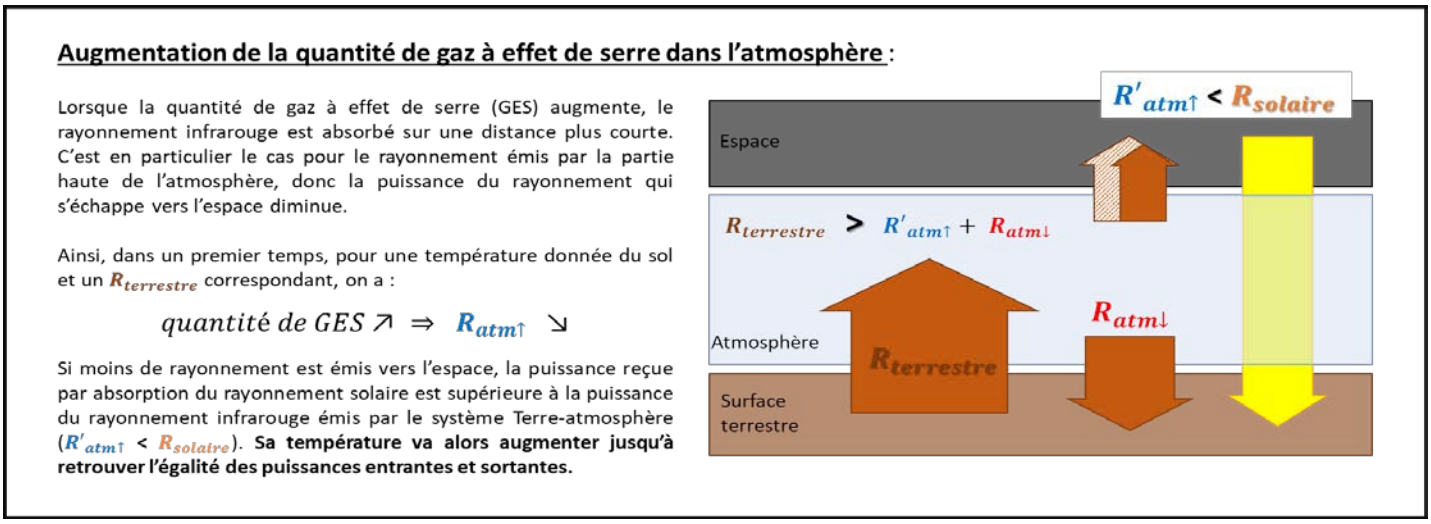


Figure 8 : bilan des rayonnements lorsqu'on augmente la quantité de gaz à effet de serre.

9. (Optionnel) Considération de ce qui se passe à l'intérieur du système Terre-Atmosphère : "la boucle de rétroaction" de l'augmentation de la température et la raison de sa stabilisation (cf. figure 9).

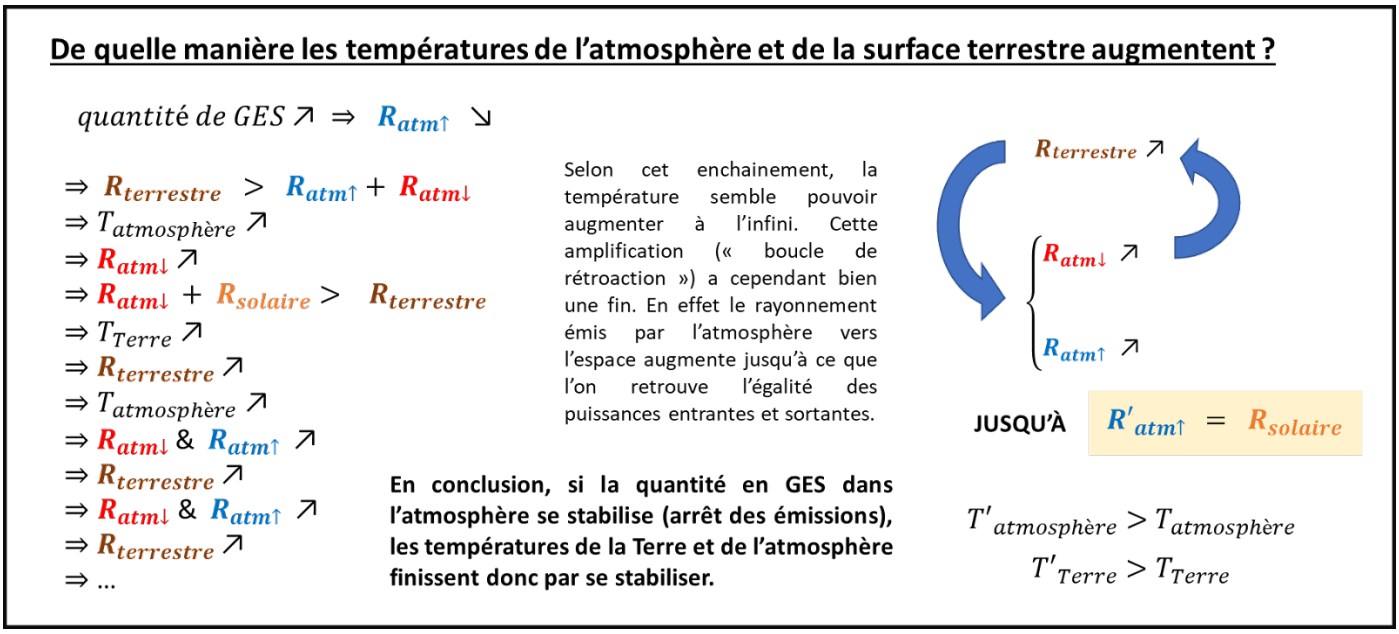


Figure 9 : la boucle de rétroaction suite à l'augmentation de la quantité de gaz à effet de serre.

Prochaines étapes

A partir des différents choix didactiques présentés précédemment, plusieurs séquences d'enseignement sont en cours de développement pour la classe de terminale, en lycée professionnel en général. De même que la conception, l'expérimentation de ces séquences d'enseignements s'inscrit dans les grandes lignes méthodologiques de l'ingénierie didactique (Artigue, 1988). L'ensemble des données recueillies permettra de retravailler à la fois les choix didactiques et les manières dont ils sont mis en œuvre dans les différentes séquences, dans une démarche itérative.

Bilbiographie

Artigue, M. (1988). Ingénierie didactique. In *Didactique des mathématiques* (p. 243). Delachaux & Niestle.

Besson, U., De Ambrosis, A., & Mascheretti, P. (2010). Studying the physical basis of global warming : Thermal effects of the interaction between radiation and matter and greenhouse effect. *European Journal of Physics*, *31*(2), 375.

Colin, P., & Tran Tat, N. (2011). Difficile compréhension de l'effet de serre : Comment concevoir un parcours d'enseignement-apprentissage au lycée ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *4*, 109-138.

Dufresne, J.-L. (2020). *Principes de base de l'effet de serre*. CultureSciences Physique. http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/Effet-serre-Dufresne.xml

Shepardson, D. P., Niyogi, D., Roychoudhury, A., & Hirsch, A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system : Implications for climate and environmental education. *Environmental Education Research*, *18*(3), 323-352.

Thollot, P., & Dequincey, O. (2021). *Rayonnement, opacité et effet de serre*. CultureSciences Physique. http://culturesciencesphysique.ens-lyon.fr/rayonnement-modele-effet-de-serre.xml

Le design fiction pour éduquer au changement climatique

La problématique de la valorisation des déchets en école d'ingénieur·e·s

Hervé, Nicolas[(1)], Huez, Julitte[(2)]
[(1)]UMR EFTS, Ecole Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole – France
[(2)]UMR EFTS, INP-ENSIACET – France

Symposium de rattachement : L'éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique. Études en didactique des sciences et des technologies.

Résumé

Intégrer l'éducation au changement climatique dans l'enseignement supérieur est une nécessité pour préparer les étudiant·e·s à un avenir incertain et inquiétant. Le secteur des déchets est un poste important de consommation de ressources naturelles et d'émission de gaz à effet de serre, c'est pourquoi il constitue une problématique centrale dans la formation des élèves-ingenieur·e·s. Notre communication porte sur l'expérimentation d'un module de formation fondé sur le design fiction. Il vise à problématiser la thématique des déchets en faisant raisonner des groupes d'élèves-ingénieur·e·s sur différents futurs climatiques et technologiques. L'analyse des productions écrites montre que le dispositif conduit à générer différents schémas techniques de valorisation des déchets qui sont conçus dans leur inscription sociale. Articuler les temporalités des processus technologiques et climatiques et appréhender le *low-tech* apparaissent comme deux enjeux de perfectionnement du dispositif.

Mots-clés :

Éducation au changement climatique ; enseignement supérieur ; design fiction ; valorisation des déchets ; pensée prospective.

La formation des ingénieur·e·s au changement climatique

Face aux conséquences du changement climatique, il est urgent d'agir pour construire un monde plus résilient et durable (GIEC, 2018). L'éducation au changement climatique (ECC) est considérée comme un moyen de développer des capacités d'action visant l'atténuation et l'adaptation à ce changement (Meira, 2019). Elle implique de préparer les élèves et étudiant·e·s à affronter un avenir en mutation rapide, incertain, et potentiellement risqué. Ainsi, l'ECC n'est pas seulement une éducation au fonctionnement du climat en tant que système complexe, elle est aussi une éducation au changement.

La transition écologique suppose de revoir les modèles de conception, de production, d'utilisation et de gestion de fin de vie des objets manufacturés, ainsi que les réseaux sociotechniques dans lesquels ils s'insèrent. C'est pourquoi l'ingénierie centrée sur une spécialisation technique évolue pour intégrer des considérations sociales, éthiques, environnementales, etc. (Kamp, 2016). Pour repenser la formation des ingénieur·e·s, des compétences essentielles en matière de durabilité sont alors mobilisées (UNESCO, 2018).

Nous nous intéressons dans cette étude, à l'une de ces compétences-clés, la pensée prospective, définie comme la capacité à analyser, construire et débattre d'images du futur (Hervé, 2022).

Le design fiction pour imaginer les déchets dans différents futurs climatiques et technologiques

Le secteur des déchets constitue sur l'ensemble des étapes du cycle de vie d'un procédé ou d'un produit, un poste important de consommation de ressources naturelles et d'émissions de gaz à effet de serre. La question de l'impact environnemental des déchets est reconnue comme centrale et une réponse consiste à intégrer les perspectives technologiques à des innovations sociales et territoriales (Durand, 2015). Ainsi, prévenir leur production en amont et mettre en place leur valorisation en aval sont considérés comme des leviers d'atténuation du changement climatique. Dans ce contexte, l'étude du secteur des déchets est un enjeu de formation important pour les élèves-ingénieur·e·s, car si les procédés de transformation de la matière produisent des déchets, ils peuvent également en faire une ressource. Il s'agit alors pour les élèves-ingénieur·e·s de pouvoir problématiser l'intégration de ces procédés dans des réseaux sociotechniques qui évoluent en fonction du changement climatique et des politiques d'adaptation et d'atténuation mises en place.

Afin de penser l'inscription sociale de la technologie dans un futur aussi bien problématique qu'incertain, nous nous sommes inspirés d'un courant des sciences de la conception, le design fiction. Minvielle et Wathelet (2020) le définissent comme « une approche spéculative du design qui vise à concevoir des mondes potentiels (…) afin de provoquer une réflexion avancée sur ses conséquences pour les choix contemporains » (p. 51). Le design fiction vise en particulier à interroger et discuter les pratiques de production, de consommation, de diffusion des objets techniques en imaginant des mondes dans lesquels ces pratiques sont insérées et normalisées. C'est pourquoi il nous semble pouvoir constituer une modalité pédagogique intéressante pour engager une démarche de problématisation des élèves-ingénieur·e·s à l'interface des futurs possibles des technologies et du climat.

C'est un dispositif de formation inspiré du design-fiction que nous présentons maintenant à propos de l'enseignement de la valorisation des déchets en école d'ingénieur·e·s.

Une expérimentation de design fiction en école d'ingénieur·e·s

Nous avons conçu un module de formation que nous avons expérimenté à l'École nationale supérieure des ingénieur·e·s en arts chimiques et technologiques de Toulouse. Le module est composé de quatre séances d'1h20. Dans la première séance, les élèves-ingénieur·e·s doivent construire en groupe l'image d'un monde futur (2050). Pour cela, nous avons mobilisé la technique de « la matrice 2x2 » qui consiste à croiser deux variables à fort impact et forte incertitude pour générer des scénarios du futur contrastés (Rhydderch 2017). Chaque groupe a en charge un futur caractérisé par le croisement de deux variables :
- l'intensité et l'efficacité des politiques d'adaptation et d'atténuation mises en place ;
- le type de régime sociotechnique (*low-tech vs high-tech*).
Les quatre cadrans de la matrice 2x2 permettent ainsi de produire quatre scénarios différents du futur à partir des mêmes variables (voir figure 1).

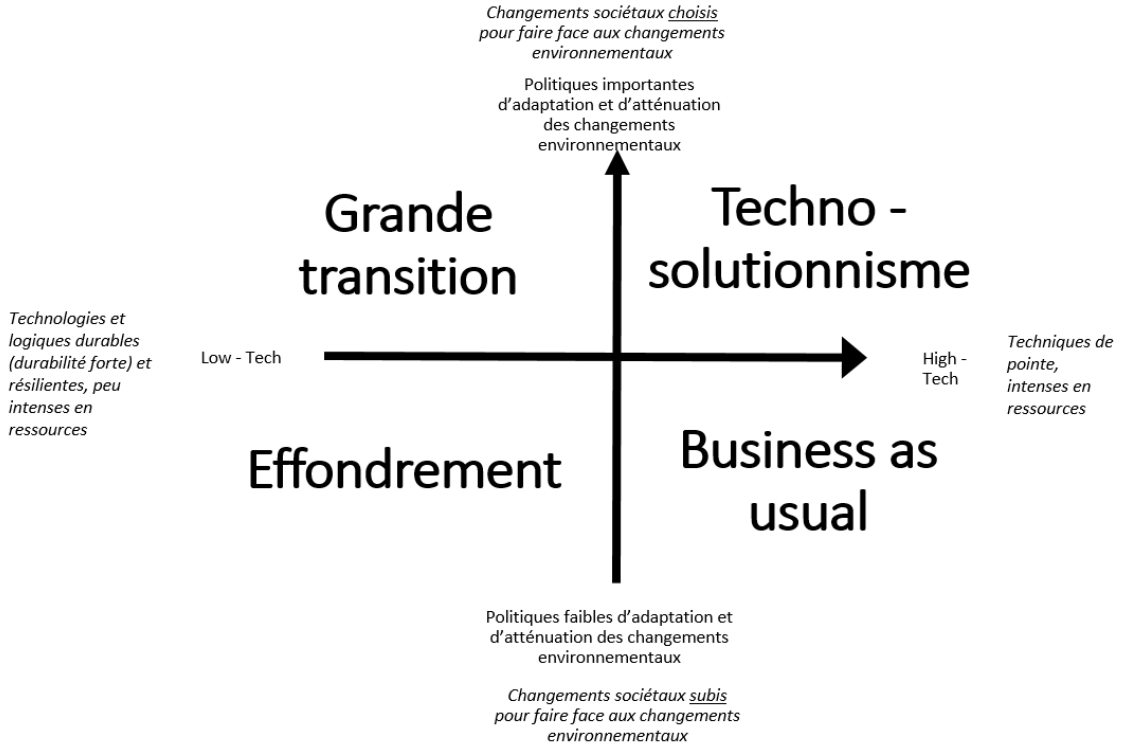


Figure n°1 : Matrice 2x2 permettant de distinguer quatre futurs possibles

Dans la séance 2, la thématique des déchets est imposée. Les élèves-ingénieur·e·s ont à imaginer dans leur monde futur une pratique sociale en lien avec les déchets, qu'ils doivent ensuite préciser en décrivant une situation de vie quotidienne (personnelle ou professionnelle). Le récit écrit de cette situation constitue la production de la séance 3. Dans la séance 4, ils conçoivent un objet représentatif de la situation décrite. Cette séance se conclut par une discussion sur les déchets et les futurs possibles.
Notre question de recherche porte sur la nature des images du futur que les élèves-ingénieur·e·s construisent, et sur la manière dont ils y problématisent les déchets.

Méthodologie

L'expérimentation a eu lieu avec 50 élèves-ingénieur·e·s de niveau L3, divisé·e·s en 9 groupes.
Nous analysons ici les neuf productions finales, qui sont constituées d'une description d'un futur situé dans la matrice 2x2, d'une présentation de la problématique des déchets dans ce futur, de la mise en récit d'une situation personnelle ou professionnelle vécue en lien avec les déchets, et de la conception d'un objet représentatif de cette situation.
Les neuf productions sont présentées dans le tableau n°1.

Numéro de la production	Type de futur	Situation	Objet
1	Business as usual	Disparition de la cuisine dans l'habitat sous l'effet de la robotisation	Publicité pour la reprise de l'électroménager avec l'achat d'un robot
2	Business as usual	Envoi des déchets ultimes sur la face cachée de la Lune	Interview du PDG de la société spatiale (Space Waste)
3	Effondrement	Organisation d'un supermarché en situation de pénurie et de rationnement	Affiche du magasin expliquant la procédure d'achats
4	Effondrement	Inauguration d'une centrale à gaz dans une communauté	Entretien radiophonique avec le responsable de la centrale
5	Technosolutionnisme	Distributeur automatique et collectif de plats cuisinés	Publicité présentant la machine (le Baker)
6	Technosolutionnisme	Traitement des déchets plastiques issus du passé	Offre d'emploi pour un ingénieur (société Rebuild)
7	Technosolutionnisme	Traitement des déchets issus de la production d'énergie pour en faire un parc de loisirs	Dépliant publicitaire présentant l'île symbiotique
8	Grande transition	Système de consignation de bouteilles en plastique	Affiche du magasin expliquant la procédure
9	Grande transition	Filière de recyclage et de reconditionnement des smartphones	Dépliant institutionnel expliquant l'organisation de la filière

Tableau n°1 : Caractéristiques des productions

Nous avons analysé le contenu des productions écrites, en identifiant et catégorisant les thèmes qui y sont développés : dimensions sociale, environnementale, économique, technologique, et politique des futurs décrits ; caractéristiques sociotechniques de la situation choisie en lien avec les déchets (réseau d'acteurs impliqués, place de l'ingénieur·e et/ou de l'usager·ère, nature des déchets et procédures de valorisation). Sur la base de cette analyse, nous avons comparé les productions entre elles pour comprendre la manière dont les élèves-ingénieur·e·s problématisent la production et la valorisation des déchets dans différents futurs climatiques et technologiques.

Résultats

Les types de déchets et les situations choisies par les élèves-ingénieur·e·s

Les élèves-ingénieur·e·s se sont majoritairement intéressé·e·s à des déchets en rapport avec l'alimentation, soit directement (sous la forme de déchets organiques comme dans les productions 4 et 5), soit indirectement (sous la forme de déchets liés à l'emballage des produits alimentaires dans les productions 3 et 8, ou liés aux équipements de cuisine dans la production 1). En ajoutant les déchets électroniques engendrés par l'utilisation de

smartphones, ce sont 6 productions sur les 9 qui sont liées à des pratiques de la vie courante, et dans lesquelles la figure de l'ingénieur·e intervient peu. Ainsi, les élèves-ingénieur·e·s mobilisent des connaissances sur la nature des déchets et sur les pratiques de leur gestion qui sont issues du contexte de leur vie quotidienne. La perception majoritaire des déchets fait intervenir en particulier l'éco-geste citoyen.
Le *low-tech* est difficile à se représenter pour les élèves-ingénieur·e·s. Finalement, seule une production (n°4) envisage une inscription technique résiliente et durable. Les autres sont fondées sur des éléments et des futurs *high-tech*, même dans le cas de futurs de type « grande transition ».

La relation entre le statut donné aux déchets et leur inscription dans un futur spécifique

Les productions donnent à voir une association forte entre les caractéristiques générales du futur (dans la matrice 2x2) et le statut donné au déchet.
Les déchets dans les futurs *Business as usual* se singularisent par l'organisation de leur exclusion du champ de la perception, ils constituent un problème exclusivement technique situé au bout d'une chaîne d'économie linéaire. Les productions des futurs techno-solutionnistes envisagent un futur « zéro déchet », dans lequel les objets manufacturés peuvent être renouvelés continuellement par des processus techniques de production sans perte, et qui permettent en outre d'envisager une réparation de la Terre. Les productions des futurs de la grande transition montrent un déchet qui est pris en charge par des éco-gestes, sans remise en question des modes de vie fondés sur la consommation et la circulation (ici des déchets et des personnes). Enfin, les productions des futurs effondrés envisagent une société de sobriété imposée, qui inscrit les déchets dans la mise en place d'un nouveau réseau sociotechnique.

Les temporalités des processus technologiques et climatiques

Les productions des élèves-ingénieur·e·s s'inscrivent dans des temporalités paradoxales. Les futurs qu'ils décrivent sont souvent très différents du présent, alors que les situations sont familières et que les solutions techniques qu'ils imaginent puisent dans un imaginaire présent ou déjà passé. Les productions montrent une difficulté à projeter les conséquences du changement climatique. Celui-ci est perçu avant tout comme un événement qui n'évolue plus en 2050. Certes le climat a plus ou moins changé, mais l'équilibre climatique est supposé atteint. Cela fait que les politiques d'adaptation et d'atténuation sont décrites comme figées et ayant déjà eu lieu, et non pas susceptibles d'évolution en fonction de l'intensité du changement climatique.

Conclusion

Cette étude montre qu'il est difficile pour les étudiant·e·s de se projeter dans le futur, en particulier d'articuler différentes temporalités (les contextes quotidiens / mondiaux ; le changement climatique comme processus évolutif). Elle pointe également qu'un rapport de

type *low-tech* à la technologie résiste à l'appréhension des élèves-ingénieur·e·s, qui conçoivent le progrès et la technologie du futur avant tout sous une forme *high-tech*.

Cette première exploitation des données montre que le dispositif de design fiction est intéressant car il permet de générer différents schémas techniques concernant la valorisation et le statut donné aux déchets, simultanément à une problématisation de leur inscription sociale dans un monde en changement. L'expérimentation a conduit à questionner la nature des choix technologiques comme des choix de société, ainsi que les effets du changement climatique. Les principales perspectives de cette recherche sont d'approfondir ces premiers résultats, en analysant les interactions dans les groupes durant les différentes séances. Les perspectives pédagogiques sont de combiner ce dispositif avec des démarches plus classiques dans la formation, comme par exemple l'analyse du cycle de vie, et d'intégrer un travail spécifique sur les temporalités.

Bibliographie

Durand, M. (2015). *Gestion des déchets : Innovations sociales et territoriales*. Presses universitaires de Rennes.

GIEC (2018). *Rapport Spécial : Réchauffement planétaire de 1,5 °C – Résumé à l'intention des décideurs*, disponible sur : www.ipcc.ch

Hervé, N. (2022). L'éducation au futur, une ressource pour penser l'Anthropocène. *Spirale*, 70.

Kamp, A. (2016). *Engineering education in the rapidly changing world: rethinking the vision for higher engineering education*. Delft University of Technology, Faculty of Aerospace Engineering.

Meira, P. Á. (2019). Climate Change and Education. Dans W. L. Filho et al. (dir.), *Climate Action* (p. 109-120). Springer.

Minvielle, N., et Wathelet, O. (2017). *Le "design fiction". Une méthode pour explorer les futurs et construire l'avenir ?* Futuribles, 421, 69-83.

Rhydderch, A. (2017). The 2x2 Matrix Technique, *Futuribles - Prospective and Strategic Foresight Toolbox.* Futuribles.

UNESCO (2017). *L'éducation en vue des objectifs de développement durable : Objectifs d'apprentissage*. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247507

Éduquer aux incertitudes climatiques

Quels repères didactiques à partir de l'étude des conceptions des élèves ?

Chalak, Hanaà[1], Delplancke, Malou[2]
[1]Centre de Recherche en Éducation de Nantes (CREN), Nantes Université – France
[2] Nantes Université, Institut National Supérieur du Professorat et de l'Éducation de Nantes – France

Symposium de rattachement : *L'éducation au développement durable dans le contexte du changement climatique.*

Résumé

L'urgence climatique pose la question du sens des actions éducatives à mener en milieu scolaire. Le changement climatique se pose comme un problème super-pernicieux (Fabre, 2021) dont les incertitudes sont liées à la prévisibilité du changement climatique et aux conséquences des actions entreprises pour le limiter. Ces incertitudes peuvent être appréhendées comme une opportunité plutôt positive pour les apprentissages (Nédelec et al., 2017). Notre travail propose de mettre en lumière les conceptions d'élèves de Terminale générale sur le changement climatique, à partir d'un questionnaire distribué à une centaine d'élèves. Nous interrogeons la place qu'ils laissent aux incertitudes et aux controverses, leurs représentations des actions à réaliser, ainsi que l'articulation entre leurs connaissances et les actions qu'ils proposent. En réponse aux scénarios catastrophistes et aux sentiments d'impuissance très prégnants dans ce recueil, il émerge l'importance d'une éducation qui redonne de la place aux incertitudes dans cet enseignement.

Mots-clés :

incertitudes ; changement climatique ; problème pernicieux ; questions socialement vives ; éducation au développement durable.

Problématique et cadrage théorique

La prise en compte des « éducations à » et des questions socialement vives introduit dans les curricula scolaires un nouveau type de problèmes « qui, de près ou de loin, relèvent de la décision éthique ou politique et qui restent très éloignés de l'image idéale, « cartésienne », du problème quant à leur construction et leur résolution » (Fabre, 2021, p. 90). En effet, les problèmes cartésiens se caractérisent par le fait d'être parfaitement déterminables, solubles, potentiellement réductibles à un algorithme et dont la solution peut s'évaluer selon des critères objectivables. Cependant, le problème du changement climatique, qui nous intéresse dans cette recherche, ne peut pas se limiter aux savoirs scientifiques en jeu, mais il implique des décisions éthiques et politiques, ce qui sur le plan épistémologique l'éloigne des problèmes de type cartésien. Il se pose plutôt comme un problème mal structuré, flou et même pernicieux, voire super-pernicieux (Fabre, 2021). Ses incertitudes sont liées à sa prévisibilité, aux conséquences des actions entreprises pour le limiter et elles peuvent être appréhendées comme une opportunité positive pour les apprentissages et non comme un effondrement (Nédelec et al., 2017). Des études ont déjà été réalisées pour étudier les conceptions concernant le changement climatique et les actions envisagées pour le réduire (Chartrand et al., 2003 ; Urgelli, 2009). Notre recherche propose de les actualiser et d'aborder la question du point de vue de la place accordée aux incertitudes par les élèves en lien avec ce problème dans l'objectif de dégager des repères pour la pratique enseignante.

Méthodologie de recueil des données

Notre recueil de données s'appuie sur un questionnaire[7] à destination de trois classes de Terminale (93 élèves) au début du thème d'enseignement scientifique « Science, climat et société » dans un lycée à Nantes. Le questionnaire initial comporte 12 questions ouvertes et fermées. Nous faisons le choix, dans cette étude, de nous intéresser à 8 questions qui permettent de répondre à nos questions de recherche. Il s'agit d'abord d'identifier leurs conceptions concernant le changement climatique, ses effets sur l'avenir de la planète (questions 1, 2 et 3) puis de voir comment ils envisagent les moyens qui permettent de réduire les effets de ce changement ainsi que leur efficacité (questions 10, 11 et 12). Deux questions (5 et 6) ont pour objectif de repérer leurs sentiments vis-à-vis de la problématique climatique.

[7] Le questionnaire a été réalisé dans le cadre d'un mémoire de master d'une enseignante stagiaire sous notre direction (Garnier, 2021).

Les résultats des recherches scientifiques mettent en garde depuis maintenant plusieurs années sur les effets du changement climatique (ou dérèglement climatique).

1- Pour vous, qu'est-ce que le changement climatique ?
2- Êtes-vous d'accord avec les mises en garde des scientifiques ? Pourquoi ?
3- Quels sont, selon vous, les effets du changement climatique sur l'avenir de la planète ?
5- Quels sentiments, la question du changement climatique et plus largement de la dégradation de l'environnement crée-t-elle chez vous ?
a- Anxiété b- Souffrance c-Impuissance d-Indifférence e- Urgence f- Injustice g- Autre :
6- Pourquoi ?
10- À votre avis, quels sont les moyens qui permettent de réduire les effets de ce changement climatique ? Quand quelle mesure sont-ils efficaces ?
11- Comment évaluez-vous le pouvoir des actions individuelles par rapport à l'état de la planète ? (Entre 0 : impuissance et 4 : impact réel d'action).
0 1 2 3 4
12- Comment évaluez-vous le pouvoir des actions collectives par rapport à l'état de la planète ? (Entre 0 : impuissance et 4 : impact réel d'action).
0 1 2 3 4

Figure 1 : Extrait des questions proposées aux élèves de Terminale générale.

Nous procédons à trois niveaux d'analyses : quantitatives, lexicométriques et qualitatives des réponses des élèves. D'abord, les analyses quantitatives nous permettent de repérer le pourcentage d'élèves correspondant aux catégories de réponses identifiées pour chacune des questions. Puis, les analyses lexicométriques, effectuées l'aide du logiciel libre « IRaMuTeQ », servent à avoir une vision d'ensemble des conceptions. L'objectif est aussi de déterminer la manière dont sont organisés les différents éléments qui composent le recueil. Enfin, des analyses qualitatives des productions des élèves sont menées à partir des éléments repérés à l'issue des deux étapes précédentes. Nous présentons les principaux résultats en convoquant ces différents niveaux d'analyse de manière non linéaire (les résultats des questions 1 et 2 seront présentés lors du colloque).

Principaux résultats

Les effets du changement climatique : anxiété et imaginaires catastrophistes à l'œuvre

L'analyse des réponses à la question 3 montre que les termes de « glace », « fonte », « océan », ainsi qu'« eau » et « monter » sont souvent reliés. Cette proximité suggère que les élèves associent le changement à la montée des eaux, ainsi qu'à la fonte des glaces. De même pour les termes de « catastrophe », « naturel », « inondation » et « pollution » qui sont souvent rattachés et qui suggèrent que les élèves associent le changement aux catastrophes naturelles. Enfin, la disparition des espèces animales fait partie des effets les plus couramment évoqués. Presque 40% des élèves disent ressentir de l'anxiété par rapport à la question du changement climatique (question 5). Au travers de la question 3, cette anxiété s'exprime de différentes façons. Certains soulignent le caractère irréversible des pertes (perte de la biodiversité, dégradation des habitats). L'anxiété est aussi liée à un sentiment de peur,

comme la peur de la mort qui peut s'exprimer directement « On risque de mourir [8]» ou indirectement « On a tous l'image des habitants portant des masques à gaz dans le futur, je ne peux pas m'empêcher de me demander si c'est vers ça qu'on court ». Pour certains, la catastrophe est déjà là « Je suis très anxieux pour l'avenir, j'ai l'impression qu'on est déjà tous morts ». Parallèlement, certaines réponses contiennent dans une même phrase le présent et le futur de l'indicatif de façon imbriquée : « la dénaturalisation de la terre entraîne et entraînera diverses conséquences désastreuses […] beaucoup d'êtres vivants dont humains mourront de canicule excessive ». Certains s'emparent de la question sur les effets du changement en ayant explicitement recours au registre de l'imaginaire « J'imagine qu'avec la fonte des glaces, les eaux vont monter et engloutiront des îles et des littoraux ». Nombreuses des réponses se présentent aussi sous la forme de récit, dans lesquels mémoire et imagination se mêlent, se nourrissent et s'entretiennent, comme le suggère Bruner (2010). Dans ces récits, les élèves se projettent dans l'avenir par un procédé de storytelling en articulant leurs récits entre imaginaires et données scientifiques décontextualisées (Orange Ravachol et Triquet, 2007).

Les écogestes pour réduire les effets du changement climatique

La majorité des réponses à la question 10 propose des gestes individuels : tri des déchets, faire attention à sa consommation d'eau et d'électricité, utilisation des transports en commun, etc. Certains bilans carbone, en apparence invisible, comme celui de la viande sont mentionnés, mais les moyens proposés se focalisent sur la réduction des consommations énergétiques à l'échelle individuelle, et ne remontent pas jusqu'à la question du changement des modes de production et de l'échelle collective. D'autres catégories de réponses apparaissent, mais elles sont moins représentées :

- 20% des élèves proposent des idées qui amènent à repenser notre société et modifier notre système de valeurs ; par exemple, repenser notre mode de consommation en se « reconcentrant sur ce qui est vraiment essentiel ».
- 17% des élèves évoquent l'engagement citoyen et la prise de décisions politiques fortes (manifestations, pétitions, mise en place de systèmes de taxation, législation). Une élève parle d'« une dictature verte qui serait plutôt efficace ».
- Quelques rares élèves (4%) évoquent le recours à des avancées scientifiques.

Lorsqu'on interroge ensuite les élèves sur l'efficacité des modes d'action individuels et collectifs (questions 10 et 11), beaucoup d'entre eux considèrent les actions individuelles comme non efficaces ou très peu. En moyenne, les élèves évaluent à 1,8 le pouvoir d'action individuelle sur l'état de la planète et à 3 le pouvoir des actions collectives sur l'état de la planète. Il y a donc une sorte de contradiction interne entre le fait d'invoquer en priorité comme moyen de lutte contre le changement climatique des gestes individuels et dans le même temps, considérer que leur efficacité est très limitée, comparée aux actions collectives.

[8] Nous présentons les écrits des élèves tels qu'ils ont été rédigés, sans correction orthographique.

Cependant, ce schéma explicatif mériterait d'être davantage creusé en poursuivant cette recherche par des entretiens individuels approfondis.

Une réduction de la complexité du problème avec peu de place laissée aux incertitudes

Certains élèves sont imprégnés par un catastrophisme ambiant très prégnant dans la société. De nombreuses formules renvoient à un scénario unique pour le futur et qui endosse la forme d'apocalypses caricaturales. Peu de place est laissée aux incertitudes. Si elles sont évoquées, cela renvoie le plus souvent à l'incertitude sur l'effet des actions « je sais pas vraiment si c'est efficace ». Et « ne pas savoir où l'on va, vers quels risques » est invoqué pour justifier le sentiment d'anxiété. En outre, les scénarios pour le futur sont évoqués le plus souvent de façon déterministe. La certitude du pire est beaucoup plus citée qu'une incertitude des possibles : on partage un destin commun qui est l'effondrement. « On va tous mourir », ou « La terre va je pense disparaître petit à petit en même temps que tous les êtres humains. ». Ces projections dans le futur sous la forme de scénarios essentialisés, naturalisés renvoient au catastrophisme de la collapsologie, qui défend la perspective d'un effondrement systémique des sociétés. Or selon Orange Ravachol (2005) ce catastrophisme est à distinguer du catastrophisme élaboré des scientifiques, par sa simplification de l'approche du fonctionnement du système Terre en minimisant l'importance des régulations et de la contingence.

Discussion

Nos analyses permettent de pointer la nécessité de redonner une place aux incertitudes de différentes natures dans les apprentissages en lien avec le changement climatique. Une éducation scientifique cherchant à développer une croyance dans le pouvoir de la science, et insistant peu sur le fait que les sciences ne produisent pas de certitudes peut s'avérer problématique. Lange (2011, p. 150) relève une situation paradoxale : « Pour l'éducation scientifique, il faut donc dans le même temps permettre la reconnaissance du caractère incertain des sciences en train de se faire, ancrer celles-ci dans la société en donnant toute la place qu'ils méritent aux débats relatifs aux questions socioscientifiques, et contribuer à réduire l'incertitude de l'évolution des sociétés contemporaines. ». Pour aider les élèves à saisir la complexité du problème du changement climatique, il est donc nécessaire de les emmener à le construire (Fabre 2014) et à explorer les différentes possibilités ce qui pourrait contribuer au développement de leur pensée critique. Éduquer aux incertitudes demande d'admettre la diversité des possibles et l'avancée de notre monde « non pas vers le plus probable, vers l'étalement de l'entropie, mais vers l'enlacement de l'incertitude et du complexe » (Pena-Vega, 2014, p. 5). Cela constitue un enjeu important d'éducation qui pourrait interroger les nouveaux dispositifs mis en œuvre dans le cadre de l'éducation au changement climatique.

Bibliographie

Bruner, J. S. (2010). *Pourquoi nous racontons-nous des histoires?* Retz.

Chartrand, C., Garneau, M., et Hudon, C. (2003). Intégration de l'étude des changements climatiques à l'enseignement au premier cycle du secondaire : L'exemple du Saint-Laurent. *VertigO, 4* (2).

Fabre, M. (2021). Problématologie des questions socialement vives. *RFP*, *210,* 89-99.

Garnier, C. (2021). *Aborder la question du changement climatique en lycée : Éco-anxiété et postures enseignantes* [Mémoire de Master]. Université de Nantes.

Lange, J.-M. (2011). Penser l'éducation scientifique en termes de contribution à l'éducation au développement durable. *Revue des Hautes écoles pédagogiques, 13,* 137-156.

Nédelec, L., Simonneaux, L., et Molinatti, G. (2017). Éduquer dans un monde incertain : quel cadre pour comprendre comment les enseignants appréhendent les incertitudes des questions socialement vives? *Sisyphus*, *5*(2), 10-24.

Orange Ravachol, D. (2005). Problématisation fonctionnaliste et problématisation historique en sciences de la Terre chez les chercheurs et chez les lycéens. *Aster*, *40*, 177-204.

Orange Ravachol, D., et Triquet, É. (2007). Sciences et récits, des rapports problématiques. *Aster*, *44*, 7-22.

Pena-Vega, A. (2014). À l'épreuve des incertitudes. *Communications*, *2*(95), 5-8.

Urgelli, B. (2009). *Les logiques d'engagement d'enseignants face à une question socioscientifique médiatisée : Le cas du réchauffement climatique* [thèse de doctorat]. ENS-LSH Lyon.

La pédagogie par la nature (PPN)

Utilisation de la praxéologie pour identifier les savoirs en jeu

Jacq, Marine, Marzin-Janvier, Patricia [(1)], Grenier, Damien [(2)]
[(1)] Univ Brest, Univ Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France [(2)] Univ. Rennes CREAD F-35000 Rennes

Symposium de rattachement : L'éducation au changement climatique

Résumé

Dans le contexte actuel de modification de l'environnement, l'éducation au changement climatique devient un levier afin de changer les attitudes et faire prendre conscience. La pédagogie par la nature, traduction du mouvement international *Forest School*, a l'objectif de reconnecter les enfants à la nature, par le biais d'une éducation non formelle en pleine nature. Elle promet le développement holistique de l'enfant. Notre cadre de référence est la théorie anthropologique du didactique et le modèle praxéologique. Nous cherchons à établir le modèle praxéologique institutionnel de la pédagogie par la nature afin de mettre en évidence les savoirs en jeu dans cette pédagogie. Nos résultats montrent alors que la présentation des savoirs est peu détaillée et peu structurée. Ceci étant, la praxéologie nous permet d'identifier des savoirs de nature scientifique à partir des activités qui sont cités dans les documents institutionnels. Nous prendrons plusieurs exemples d'activités.

Mots-clés :

Education non formelle ; modèle praxéologique ; pédagogie par la nature ; savoirs.

Contexte

Le changement climatique et l'éducation

Le sixième rapport du GIEC est sans ambiguïté sur la responsabilité de l'homme vis-à-vis du changement climatique (GIEC, 2022). Les conférences internationales de l'ONU ont depuis longtemps alerté sur la nécessité de transmettre aux jeunes une conscience écologique. Depuis la conférence de Stockholm (1972), on parle d'éducation (relative) à l'environnement (Sauvé, 1997). Depuis 2004, en France, l'éducation au développement durable a investi les programmes scolaires.

Toutes ces approches visent une éducation au choix, une formation à l'esprit critique et une entrée dans la pensée systémique (Orange & Orange-Ravachol, 2017). Nous entendons parler aujourd'hui d'éducation (relative) au changement climatique. Cette approche vise des compétences scientifiques, critiques, éthiques et politiques, et peut se mettre en œuvre en éducation formelle, non formelle ou informelle. Elle a l'objectif de donner aux futurs citoyens un « pouvoir-d'agir » face au changement climatique (Agundez-Rodriquez & Sauvé, 2022).

La pédagogie par la nature, proposée dans les forest schools, est une forme d'éducation non formelle, qui vise le développement holistique de la personne, tout en favorisant sa connexion avec la nature.

La pédagogie par la nature

Le travail présenté dans ce document fait suite à un travail déjà mené dans un mémoire de Master (Jacq, 2021). Il s'agissait alors de repérer les savoirs en jeu dans une situation de pédagogie par la nature. La pédagogie par la nature (PPN) est la traduction du mouvement international *Forest School*, qui remonte à des courants pédagogiques et écologiques des années 1800 (Cree & McCree, 2012), mais dont les premières structures d'éducation en plein air datent des années 1950 (Wauquiez, 2009). Les enfants sont régulièrement immergés dans un environnement naturel de qualité, la plupart du temps en forêt.

Pour notre mémoire, nous avons travaillé avec une *forest school* implantée en France. Nous souhaitons poursuivre notre investigation dans notre thèse en étendant notre travail à d'autres structures, en France et à l'étranger (Grande-Bretagne, Allemagne et Irlande).

La PPN permet des apprentissages très divers. Diverses sources parlent de « développement holistique » (FSA[9], IFSA[10], RPPN[11]), ce qui signifie qu'elle s'intéresse au développement intégral de la personne : dimensions émotionnelles, cognitives et corporelles

[9] https://forestschoolassociation.org/

[10] https://irishforestschoolassociation.ie/

[11] https://www.reseau-pedagogie-nature.org/

(Martel & Wagnon, 2022). Parmi les objectifs affichés et proclamés des intervenants dans ces structures, il est davantage question de développer des « compétences psychosociales » (Jacq, 2021) comme l'estime personnelle, la confiance en soi et l'indépendance (Maynard, 2007), ou le travail en groupe, les relations avec les autres, la gestion du risque et la connaissance de soi (Harris, 2017). Ceci étant, d'autres apprentissages se font et ne passent pas inaperçus. Des enfants participant régulièrement à des activités de PPN se posent des questions sur ce qu'ils voient et entendent, ce qui les mène à apprendre davantage à propos de la nature (Harris, 2017). Ils développent ainsi des connaissances particulières, comme le nom des végétaux et des animaux, les habitats (Maynard, 2007 ; Smith et al., 2018 ; Murphy, 2018 ; Harris, 2021). Leur fréquentation de l'environnement naturel les mène à mieux comprendre certains phénomènes comme la flottabilité de morceaux de bois ou de feuilles, le pourquoi des flaques d'eau, le suivi du taux de décomposition de différents matériaux ou encore les interactions entre les insectes et le sol (Maynard, 2007 ; Smith et al., 2018 ; Harris, 2017 ; Murphy, 2018).

Cadre théorique

Notre questionnement vise à comprendre les savoirs que les enfants peuvent acquérir au cours de sessions de pédagogie par la nature. Afin de modéliser ces savoirs, nous nous référons au cadre de la théorie anthropologique du didactique de Yves Chevallard (1999). Cette théorie cherche à décrire des situations d'apprentissage dans toute activité humaine.

> « Le postulat de base de la TAD fait violence à cette vision particulariste du monde social : on y admet en effet que *toute* activité humaine régulièrement accomplie peut être subsumée sous un modèle *unique*, que résume ici le mot *praxéologie* » (ibidem).

Dans le cadre de la praxéologie, le savoir est modélisé par la combinaison d'un savoir-faire, la praxis, et d'un savoir relatif au savoir-faire, le logos. Réaliser une analyse praxéologique revient à repérer les éléments de la praxis (tâches, types de tâches et techniques) et les éléments du logos (technologies et théories). Il s'agit alors d'articuler toujours les réalisations pratiques avec les constructions intellectuelles justifiant la praxis (Redondo, 2021). Le concept de praxéologie, s'il a été construit à la base pour la didactique des mathématiques (Chevallard, 1999) a aussi été utilisé dans d'autres champs de la didactique, et notamment celui de l'éducation au développement durable (Redondo, 2021).

Nous complétons notre analyse par un autre cadre qui nous permet de catégoriser les savoirs. Des chercheurs britanniques ont en effet réalisé une revue de littérature autour de l'*Outdoor Learning*, mettant en évidence quatre thèmes qui donnent à voir l'impact de cet apprentissage en plein air sur les enfants : impacts cognitifs, impacts affectifs, impacts comportementaux et physiques, impacts sociaux et interpersonnels (Rickinson et al., 2004).

Nous questionnons alors, dans cette communication, les savoirs tels qu'ils apparaissent dans les discours institutionnels, en établissant le modèle praxéologique institutionnel lié au mouvement *Forest School*.

Méthodologie

Le mouvement de pédagogie par la nature ou *Forest School* n'est pas basé sur un programme. Afin d'en établir le modèle praxéologique institutionnel, nous avons consulté un certain nombre de documents, de sources diverses, à savoir les sites Internet des réseaux nationaux (RPPN, FSA, IFSA, BVNW[12]), les sites Internet de structures de *forest school* (quatre françaises, deux allemandes et deux britanniques) et des ouvrages réalisés par des pédagogues par la nature (Wauquiez, 2009 ; Guy, 2022). Dans ces documents, nous avons sélectionné des activités réalisées ou proposées aux enfants. Dans une activité nous pouvons identifier un ou plusieurs types de tâches. Une fois celle-ci mise en évidence, nous nous demandons de quelle manière la tâche peut être résolue : on identifie ainsi une technique. La technique est ensuite justifiée par une ou plusieurs technologies, qui correspond à un discours sur la technique et qui est le savoir en jeu. La théorie vient justifier à son tour la technologie.

Premiers résultats

L'objectif de cette présentation n'est pas d'effectuer une comparaison avec les programmes scolaires, mais nous pouvons dans un premier temps remarquer que la présentation des objectifs d'apprentissage et des tâches réalisées par les enfants n'est pas structurée de la même manière que dans un programme. Alors que dans le programme de l'éducation nationale apparaissent clairement des objectifs d'apprentissage, ce n'est pas le cas de la PPN. Sur la forme, le contenu est publié de différentes manières : ce sont des listes d'activités simplement énoncées, des photographies d'enfants en activité ou des projets éducatifs rédigés. Sur le fond, nous identifions des activités, et non pas des objectifs d'apprentissage. A partir de ces activités repérées dans les documents, nous modélisons des types de tâches. L'activité telle qu'elle est décrite est déclinée en types de tâches, à l'aide d'un verbe à l'infinitif suggérant l'action de l'enfant. Pour chaque type de tâche, l'enfant utilise une technique, qui répond à la question : comment l'enfant résout-il cette tâche ? Enfin, la technologie répond à la question : pourquoi l'enfant utilise-t-il cette technique ?

Sarah Wauquiez par exemple, parle de « fabriquer de la nourriture pour les oiseaux et d'observer quels oiseaux viennent manger » (Wauquiez, 2009). Il s'agit d'une activité que nous détaillons en plusieurs types de tâches :

t1 : confectionner les boules de graisse.

t2 : mettre la nourriture à disposition des oiseaux.

t3 : observer les oiseaux.

t4 : identifier les oiseaux.

Si nous prenons pour exemple la première tâche « confectionner les boules de graisse », nous lui associons la technique suivante : « mélanger de la graisse (beurre, huile

[12] https://www.bvnw.de/

de coco…) et des graines ». Les savoirs (les technologies) associés à cette technique sont les suivants :

θ1 : La graisse est solide car la consistance doit être adaptée à l'objet.
θ2 : Le type de graisse choisi doit être adapté au régime alimentaire de l'oiseau.
θ3 : Le type de graine doit être adapté au régime alimentaire et à l'anatomie de l'oiseau.

Ces savoirs relèvent d'un impact cognitif (Rickinson et al., 2004) que la pédagogie peut avoir sur les enfants. Par l'intermédiaire de l'activité « fabriquer de la nourriture pour les oiseaux », nous voyons que des connaissances liées à l'état de la matière et au régime alimentaire des êtres vivants peuvent être travaillées.

Même si cela n'est pas l'enjeu de notre travail, des ponts avec ce qui est proposé dans les programmes de l'éducation nationale pourront être faits ultérieurement, de manière à proposer des pistes pour les enseignants souhaitant mettre en place cette pédagogie. Nous suggérons, à ce stade de nos recherches, que beaucoup de savoirs enseignés à l'école, en éducation formelle, peuvent être travaillés en pleine nature et que la PPN, en plus de dispenser ces savoirs permet d'enrichir l'apprentissage par l'immersion des enfants en pleine nature et les expériences sensorielles que cela génère.

Bibliographie

Agundez-Rodriguez, A. et Sauvé, L. (2022). L'éducation relative au changement climatique : une lecture à la lumière du Pacte de Glasgow. *Education relative à l'environnement*, 17(1), 1-10.

Chevallard, Y. (1999). L'analyse des pratiques enseignantes en théorie anthropologique du didactique. *Recherche en didactique des mathématiques*, 19 (2), p. 221-266.

Cree J. et McCree M. (2012). A Brief History of the Roots of Forest School in the UK. *Horizons*, 60, p. 32 – 34.

Guy, C. (2022). *L'école dans les bois. Une pédagogie pour les jeunes enfants.* Massot éditions.

Harris, F (2017). The nature of learning at forest school : practioners' perspectives, *Education 3-13*, 45(2), p. 272-291.

Harris, F. (2021). Developing a relationship with nature and place : the potential role of forest school. *Environmental Education Research*.

IPCC (2022). *Climate change 2022. Mitigation of climate change.* Contribution du groupe III au sixième rapport de l'IPCC.

Jacq, M. (2021). *Les apprentissages en jeu dans la pédagogie par la nature. Etude du cas de la forest school de Plonéis.* [mémoire de Master ; Université de Bretagne Occidentale]

Martel, C. et Wagnon, S. (2022). *L'école dans et avec la nature. La révolution pédagogique du XXIè siècle*. ESF Sciences humaines

Maynard, T. (2007). Forest Schools in Great Britain : an initial exploration. *Contemporary issues in early childhood*, 8 (4), p. 321-331.

Murphy, M.-C. (2018). Exploring the "Construction" strand in the Irish Primary School Visual Arts Curriculum through the Forest School approach. *Journal of adventure and outdoor learning*.

Orange, C., & Orange Ravachol, D. (2017). Problématisations scientifiques fonctionnalistes et historiques en éducation relative à l'environnement et au développement durable. *Formation et pratique d'enseignement en question*, 22, p. 21-38.

Redondo C. (2021). La notion de « praxéologie » pour soutenir l'articulation entre fondements épistémologiques et pratiques enseignantes dans le champ des pédagogies de l'éducation au développement durable. *Phronesis*, 10, p. 194-215.

Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Young Choi, M., Sanders, D. et Benefield, P. (2004). A Review of Research on Outdoor Learning. National Foundation for Educational Research and King's College London.

Sauvé, L. (1997). *Pour une éducation relative à l'environnement - Éléments de design pédagogique*. Montréal : Guérin éditeur

Smith, M. A., Dunhill A. et Scott G. W. (2018). Fostering children's relationship with nature : exploring the potential of Forest School. *Education 3-13*, 46(5), p. 525-534.

Wauquiez, S. (2009). *Les enfants des bois. Pourquoi et comment sortir en nature avec de jeunes enfants*. Books on demand.

Symposium : Analyse de pratiques langagières en didactique des SVT

Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT

Responsables

Marlot, Corinne [(1)] Lhoste Yann [(2)]

Haute école pédagogique Vaud (UER MS)
ULB, CRSE ; Université de Bordeaux, Laboratoire d'épistémologie et de didactiques des disciplines de Bordeaux, EA 744

Communications

- Apport des analyses langagières au cadre de l'apprentissage par problématisation.
  Le problème de la mise en texte
- La sélection racontée : une étude de cas chez des lycéens
- Développement professionnel et communauté discursive de pratiques professionnelles en sciences
- Comment favoriser un ancrage dans le monde scientifique chez des élèves impliqués dans une démarche d'investigation ?
  Le problème de la mise en texte
- Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres de l'apprentissage par problématisation et de l'action conjointe en didactique.
- Processus de sémiose dans un débat scientifique sur le concept d'articulation

Discutant

Morin Olivier
Laboratoire S2HEP- Université Claude Bernard 1

Résumé

Ce symposium entend faire dialoguer les points de vue théoriques et méthodologiques de différents courants en didactique des sciences pour lesquels les chercheurs[13] s'appuient

[13] [13] Masculin générique pour l'ensemble du document

sur des discours (entretiens, verbatim d'enregistrement vidéo ou audio) et des textes (traces de l'activité d'enseignement et d'apprentissage : supports de planification, programmation, traces des élèves, affichage etc.) et placent la focale sur l'analyse des pratiques langagières. Il s'agit alors de repérer les processus en jeu dans l'élaboration et l'appropriation du savoir par les élèves en SVT. En effet, en classe, le langage donne lieu à des pratiques diversifiées tant orales qu'écrites en lien avec des démarches et des finalités variées (pratiques d'observation, pratiques expérimentales, pratiques instrumentales, pratiques de débats argumentés, de controverses, pratiques de modélisation, d'évaluation, de structuration des connaissances) ; ce qui, fait du langage un objet pertinent pour la confrontation entre ces différents cadres.

Mots-clés :

didactique des sciences ; sciences du langage ; pratiques langagières ; argumentation ; enseignement-apprentissage

Présentation du symposium

En classe de SVT, le langage donne lieu à des pratiques diversifiées tant orales qu'écrites en lien avec des démarches et des finalités variées. Concernant l'analyse de ces pratiques langagières, de nombreuses recherches issues de cadres théoriques différents en didactique (Orange et Orange Ravachol,2007 ; Marlot, 2014) montrent que l'activité langagière des acteurs renseigne sur leur activité cognitive (Schneeberger et ali., 2021).

Nous souhaitons dans ce symposium mettre la focale sur le rôle des pratiques langagières dans l'activité argumentative et explicative en classe de sciences et en formation.

Le but de ce symposium est de mettre en dialogue différents cadres d'analyse qui ont en commun et à des degrés divers l'analyse des pratiques langagières et qui mobilisent de manière plus ou moins centrale le cadre de l'apprentissage par problématisation. Notre intention est de produire - par la confrontation - un enrichissement mutuel des modèles d'intelligibilité du travail du professeur et des élèves lors de l'activité argumentative en sciences et dans des degrés différents.

Les contributions qui constituent ce symposium interrogent d'une part, les références en sciences du langage qui sont mobilisées dans les différentes études. En effet, 4 des six études embarquent de manière plus ou moins explicite l'idée de l'institutionnalisation d'une communauté discursive disciplinaire scolaire (Jaubert, Rebière & Bernié, 2004 ; Jaubert & Rebière, 2005 ; 2012) comme levier d'acculturation scientifique grâce à la mise en œuvre de pratiques langagières spécifiques. Il s'agit de comprendre en quoi ces références sont dépendantes du cadre didactique retenu. Quelles questions ces choix et ces emprunts prennent-ils en charge ? Avec quelle pertinence ?

D'autre part, d'un point de vue méthodologique, la confrontation des méthodes d'analyse au regard des cadres théoriques didactiques mobilisés et des résultats/élucidations produits vise à questionner les limites des outils d'analyse du langage choisis : que ce soit pour élargir leur domaine de pertinence ou bien pour spécifier leur domaine de validité.

Enfin, concernant la formation des enseignant·es quelles pratiques langagières et quels types d'objet langagier sont susceptibles de favoriser la co-construction d'espaces interprétatifs partagés et à terme des formes de développement professionnel chez les enseignants de sciences ?

In fine, plus qu'une juxtaposition des contributions, c'est une mise en discours des résultats des analyses des pratiques langagières que nous visons. Notre intention est de renouveler le regard qui peut être porté sur des questions didactiques fondamentales telle que la régulation de l'activité argumentative de l'élève et l'aide à la secondarisation des genres de discours, la mise en place d'un contrat didactique qui vise des formes d'acculturation scientifique, ou encore la construction d'indicateurs valides capables de rendre compte des dénivellations langagières en tant que signes d'apprentissage de l'argumentation scientifique.

Bibliographie

Jaubert, M., Rebière, M. & Bernié, J.-P. (2004). Signification et développement : quelles « communautés ». In C.H. Moro & R. Rickenmann (Eds.), *Situation éducative et significations*, 85-104. De Boeck

Jaubert, M. & Rebière, M. (2005). Émergence d'un concept en didactique du français : la secondarisation. Colloque épistémologie des didactiques des disciplines, Bordeaux, mai 2005.

Jaubert, M. & Rebière, M., avec la collaboration de Bernié J.-P. (2012). Communautés discursives disciplinaires scolaires et constructions de savoirs : l'hypothèse énonciative. forumlecture.ch

Marlot, C. (2014). Le processus de double sémiotisation au cœur des stratégies didactiques du professeur. Une étude de cas en découverte du monde vivant au cycle 2. *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation*. 36 (2). 307-332.

Schneeberger P., Rebière M., Jaubert, M., Orange Ravachol D., Lhoste Y., & Badin, F. (2021, soumis). Écrire en sixième un texte explicatif en sciences. In M. Niwese, M. (dir.). *Compétences et difficultés des élèves à l'entrée au collège*. Résultats de la recherche ÉCRICOL. Peter Lang « Éditions scientifiques internationales ».

Orange, C. & Orange Ravachol, D. (2007). Problématisation et mise en texte des savoirs scolaires : le cas d'une séquence sur les mouvements corporels au cycle 3 de l'école élémentaire. *Actes des cinquièmes journées scientifiques de l'ARDIST*, La Grande Motte, octobre 2007.

Apport des analyses langagières au cadre de l'apprentissage par problématisation

Le problème de la mise en texte

Orange, Christian(1), Orange Ravachol Denise(2),
(1)CRSE, Université Libre de Bruxelles ; CREN, Nantes Université
(2)CIREL-Théodile, Université de Lille

Symposium de rattachement : Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT

Résumé

Les études sur l'apprentissage par problématisation en sciences articulent analyses épistémologiques et langagières. Elles s'intéressent aux débats scientifiques en classe mais aussi à la mise en texte des savoirs problématisés construits par la classe. C'est ce second point que nous voulons discuter ici à partir d'un cas de problématisation en biologie en fin d'école primaire ; le but est de questionner les conditions de possibilité d'une telle mise en texte à ce niveau scolaire. Une double nécessité apparaît : celle d'un étayage fort, par une succession de situations conduisant le travail d'abstraction de la classe à partir des productions antérieures, et celle d'une ouverture de chacune de ces situations qui permette aux élèves de s'impliquer et de prendre en charge les dénivellations épistémiques et langagières correspondantes.

Mots-clés :

Apprentissage par problématisation ; mise en texte des savoirs ; articulation du coude ; école élémentaire.

Le cadre de l'apprentissage par problématisation (Fabre & Orange, 1997 ; Orange, 2012) s'est construit selon un double point de vue, épistémologique et idéologique. Epistémologiquement, il s'agit de ne pas réduire les savoirs aux solutions de problèmes : c'est l'exploration et la délimitation des solutions possibles qui constituent le savoir et lui donnent sa dimension critique. Le point de vue idéologique pose que si un savoir mérite d'être enseigné à l'Ecole, c'est par son agressivité théorique, c'est-à-dire sa capacité critique vis à vis des solutions possibles des problèmes, et l'accès qu'il permet à de nouvelles formes de pensée (Astolfi, 2008).
Les travaux dans ce cadre ont alors deux grandes visées :

- L'étude des conditions de possibilité de l'accès des élèves à des savoirs problématisés ;
- La caractérisation des savoirs scolaires problématisés possibles.

Ils ne portent pas sur des situations ordinaires ni sur des « séquences modèles » : ils relèvent d'une didactique critique s'appuyant sur des études de cas de type « séquences forcées » (Orange, 2010).
Si les fondements de ce cadre ne font pas explicitement référence au langage, ils refusent la séparation entre savoirs et pratiques des savoirs : les savoirs sont des pratiques, effectives ou potentielles, y compris langagières. Par ailleurs les savoirs scientifiques scolaires possèdent une forme textuelle (Rey, 2002, 2005), sans s'y réduire.
Nous voulons ici discuter comment les analyses langagières aident à comprendre les conditions de possibilité d'accès des élèves à des savoirs problématisés. Elles peuvent porter sur les débats scientifiques en classe, ce qui a déjà donné lieu à plusieurs publications (voir Orange et al., 2008 ; Orange, 2015) se référant notamment aux travaux de Plantin (1996). Elles concernent également la mise en texte des savoirs problématisés ; c'est sur ce point, moins souvent discuté, que nous centrons cette communication, limitée, par nécessité, à une seule étude de cas.

Du cas étudié aux difficultés rencontrées dans la mise en texte de savoirs problématisés

Ce cas concerne l'étude de l'articulation du coude par une classe de CM1-CM2 en zone d'éducation prioritaire (Orange & Orange Ravachol, 2007). L'objectif de recherche est de discuter des conditions de possibilité de la production d'un texte de savoir problématisé. La séquence, construite en référence à des recherches antérieures, est adaptée de séance en séance par l'équipe collaborative[14], à partir de ce qu'a produit la classe et en mobilisant les expertises de l'enseignant et des chercheurs.
L'analyse *a priori* permet de définir la problématisation visée, par le travail de trois nécessités :

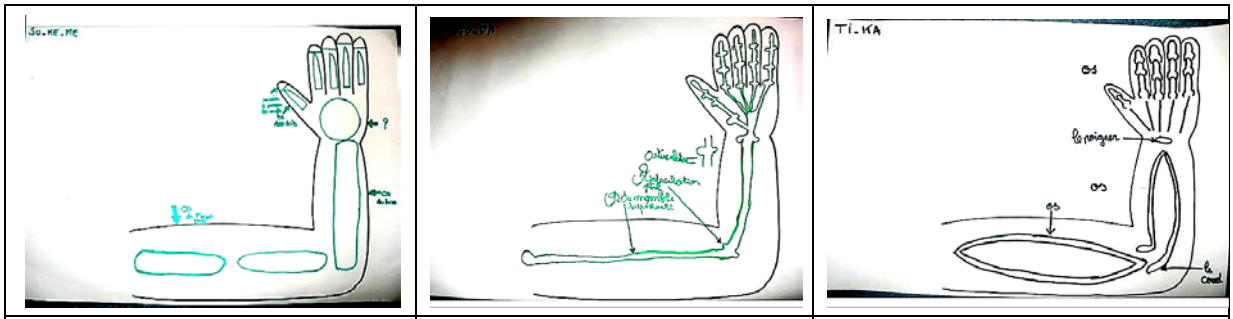
- Nécessité d'un mécanisme assurant la cohésion du membre.
- Nécessité d'un mécanisme lui permettant de se plier.

[14] Constituée de l'enseignant de la classe et deux chercheurs en didactique.

- Nécessité d'un mécanisme l'empêchant de plier dans tous les sens.

Productions initiales et premier débat (3 premières séances)

Individuellement puis en groupes les élèves répondent, sur des silhouettes d'un membre supérieur, à la consigne :
« Fais le schéma de ce qu'il y a dans le bras lorsqu'il est en position 1 et en position 2. »
Puis, à partir des productions des groupes (trois exemples en figure 1), un premier débat est réalisé. Des argumentations correspondant aux trois nécessités visées y sont produites, mais la classe n'en garde aucune trace écrite. C'est un constat général : dans les débats qui visent une problématisation de la classe, les enseignants experts renoncent à prendre des notes au tableau ; ils indiquent *a posteriori* comme raison la priorité donnée, dans l'action, à la dynamique du débat.



Groupe 1	Groupe 2	Groupe 6

Figure 1 : trois des affiches de groupes (séances 2 et 3) pour le membre plié

Le problème didactique de la mise en texte d'un savoir problématisé

Nous sommes devant le problème didactique suivant :

- Le débat permet d'engager la problématisation de la classe : les élèves y produisent des argumentations qui mettent au travail les nécessités visées.
- Il ne subsiste aucune trace collective de ce que produit le débat.
- Une telle trace est pourtant indispensable pour poursuivre le travail de la classe vers un texte de savoir prenant en compte les apports de ce débat.
- Le texte visé ne peut pas être un simple texte « propositionnel » (Delbos & Jorion, 1990) : il doit institutionnaliser le travail de problématisation et garder trace des argumentations.

Il faut alors penser la construction de ce texte comme partie essentielle du processus de problématisation de la classe.

Une tentative pour aller vers un texte de savoir problématisé

Il s'agit de mettre en place des dispositifs didactiques conduisant la classe à développer la problématisation entamée lors du débat et à construire un texte de savoir en gardant trace. Il n'est pas question de penser celui que nous allons présenter comme le seul possible ou le plus pertinent. Cependant, les choix faits de mise en cohérence des questions de recherche,

des potentialités de la classe et des expertises de l'enseignant et des chercheurs, doivent nous donner des informations sur les conditions d'une mise en texte de savoirs problématisés.

Ecrits individuels et débat sur des « caricatures » (séance 4)

Quatre caricatures, abstraites des productions des groupes (figure 1), sont proposées aux élèves (figure 2).

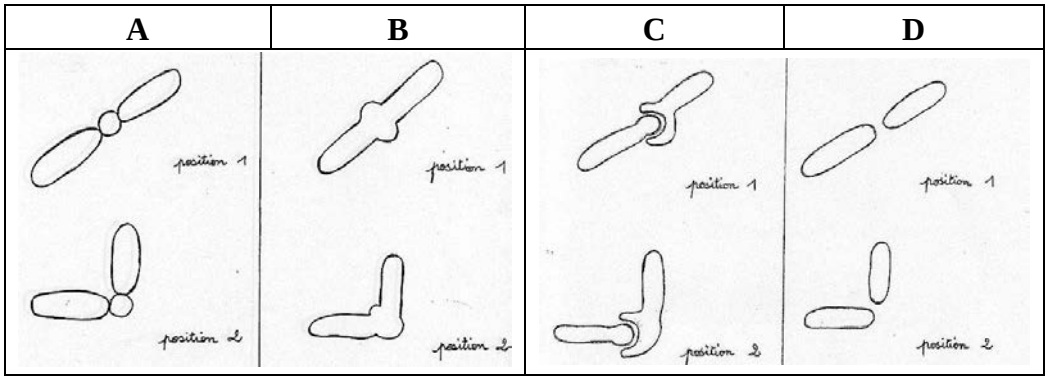


Figure 2 : les 4 « caricatures » soumises à la critique des élèves

Les élèves, individuellement par écrit puis collectivement (deuxième débat), expliquent lesquelles de ces représentations ne peuvent pas fonctionner et pourquoi. La séance se termine par un nouvel écrit individuel du même type que le premier.

Travail sur les argumentations produites (séance 5)

Neuf argumentations de non-fonctionnement (« raisons »), abstraites des productions individuelles de la séance précédente, sont proposées aux élèves (figure 3).

Ça ne fonctionne pas parce que ce serait bloqué.	Ça ne fonctionne pas parce qu'il n'y a rien entre les deux os et parce que le bras serait tout mou.	Ça ne fonctionne pas parce que les deux parties sont fusionnées par un gros truc qui les empêche de se plier.
Ça ne fonctionne pas parce que le bras peut bouger partout.	Ça ne fonctionne pas parce que les os sont séparés et que les os vont tomber.	Ça ne fonctionne pas parce que le bras peut plier dans tous les sens.
Ça ne fonctionne pas parce que les os ne sont pas reliés, ne sont pas attachés à quoi que ce soit.	Ça ne fonctionne pas parce que si la peau s'arrache, les os vont tomber.	Ça ne fonctionne pas parce qu'il n'y a pas de blocage.

Figure 3 : les 9 argumentations à classer

En groupes, les élèves doivent les classer en trois paquets. Les classements sont ensuite discutés collectivement, ce qui aboutit à un texte, sous forme de tableau, des types de raisons rendant impossible le fonctionnement (figure 4).

Ça ne fonctionne pas parce que		
Ça tombe	Ça bloque	Ça bouge dans tous les sens

Figure 4 : résultat collectif du classement des raisons

Vers un premier texte de savoir (séances 6 et 7)

Il s'agit maintenant, pour la classe, de comprendre comment est constitué le membre pour que « ça ne tombe pas », « ça ne bloque pas », « ça ne bouge pas dans tous les sens ».
Une recherche en groupes sur des documents non textuels (radios d'articulation, squelette du membre supérieur, schéma de l'articulation du coude), suivie d'une mise en commun et d'une écriture collective, produit un premier texte de savoir (figure 5).

Comment c'est dans le bras pour que		
Ça ne tombe pas	Ça ne bloque pas	Ça ne bouge pas dans tous les sens
Car les 3 os sont attachés grâce aux ligaments	Le cubitus aide à faire glisser l'humérus et le radius	L'humérus a un creux adapté à la pointe du cubitus L'humérus a un autre creux adapté à la pointe du radius

Figure 5 : un premier texte de savoir

Appui sur des textes « extérieurs » pour poursuivre la mise en texte (séances 8 et 9)

Ces textes, extraits de documentaires, sont choisis de façon à ne pas correspondre à une seule colonne du tableau-texte. Voici (figure 6) le texte final auquel aboutit la classe.

Comment c'est dans le bras		
… pour que ça tienne	… pour que ça ne bloque pas	… pour que ça ne bouge pas dans tous les sens
A l'endroit de l'articulation du coude, les têtes des 3 os, l'humérus, le cubitus et le radius, sont bien maintenues grâce aux ligaments.	Le cartilage et la synovie aident à faire glisser les 3 os. Les os se déplacent les uns par rapport aux autres : le cubitus et le radius glissent au niveau de la tête de l'humérus.	L'humérus a une tête adaptée aux deux extrémités du crochet du cubitus. Dès que le crochet du cubitus bute contre la tête de l'humérus, cela bloque le mouvement.

Figure 6 : le texte de savoir final

Du cas aux conditions de possibilité d'une mise en texte problématisante

Cette séquence ne doit pas être considérée comme la meilleure solution aux problèmes didactiques rencontrés, mais les choix qui y sont faits et les productions que réalisent les élèves ont un sens. C'est ce sens dont nous pouvons rendre compte selon trois points de vue.

Point de vue épistémique

Entre la séance 3 et la séance 7, le travail proposé aux élèves correspond à des abstractions successives :

- Passage d'un travail sur des productions explicatives à une étude de productions dépersonnalisées (caricatures ; figure 4).
- Passage de productions argumentatives sur les caricatures au classement de « raisons » abstraites de ces productions (séance 5).
- Passage du classement collectif des raisons à un texte-tableau listant ce qui rend le fonctionnement possible (séance 6 et 7).

Ce sont autant de dénivellations épistémiques proposées aux élèves par l'enseignant, à partir des productions de la classe et sur lesquelles ils doivent travailler.

Point de vue langagier

Sur la séquence, il s'agit d'un travail de secondarisation (Jaubert & Rebière, 2005) puisque l'on passe d'argumentations orales, compréhensibles seulement en contexte, à un écrit qui peut être compris hors du contexte et hors de la classe. Cependant ce passage d'un genre premier à un genre second (Bakhtine, 1984) ne se fait pas de façon uniforme : chaque dénivellation épistémique s'accompagne d'un retour au travail individuel ou en groupes donc d'échanges oraux, de genre premier, sur un écrit déjà en partie secondarisé ; ce qui conduit à une nouvelle étape de secondarisation donc de dénivellation discursive (Grize, 1997). C'est un jeu entre secondarisation et recours temporaire à un genre premier qui permet à la classe de prendre en charge les différentes dénivellations épistémiques proposées, et à l'enseignant et aux chercheurs d'évaluer cette prise en charge.

Point de vue didactique

C'est un étayage fort par une succession de situations qui séquentialise la problématisation. En même temps, les étapes proposées (dénivellations épistémiques et travail langagier), qui n'ont rien d'élémentaires pour cette classe de ZEP, laissent aux élèves, à chaque fois, un large espace de travail. Cela leur permet de s'y impliquer et à l'équipe collaborative de vérifier qu'ils s'y retrouvent. Il y en a plusieurs indices dans les productions individuelles ou les discussions collectives :

- Reconnaissance par les élèves des caricatures comme liées au travail engagé.
- Reconnaissance par les élèves des liens entre les raisons qu'on leur fait classer, et le travail en cours.
- Indentification dans des documents fournis d'informations permettant de répondre aux conditions de fonctionnement repérées.

Conclusion

Si le cadre de l'apprentissage par problématisation est centré sur des références épistémologiques et idéologiques, l'activité langagière des élèves y est fondamentale et son

étude permet d'éclairer les conditions pour qu'ils accèdent à un savoir problématisé et à sa mise en texte.
Le travail didactique s'inscrit ainsi dans une succession de situations qui articulent les productions demandées (dont certaines relèvent d'écrits : texte et/ou schémas) et l'activité des élèves (dont l'activité langagière) : figure 7.

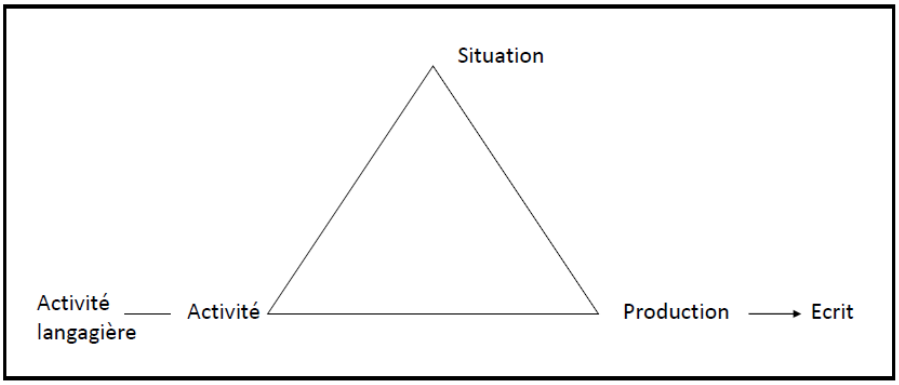


Figure 7 : le triptyque situation, production, activité (Cours master FFAST Orange 2011)

La séquence se pense alors comme une suite de situations reliées entre elles, une situation mobilisant des productions langagières de situations précédentes, choisies et éventuellement abstraites par l'enseignant (figure 8).

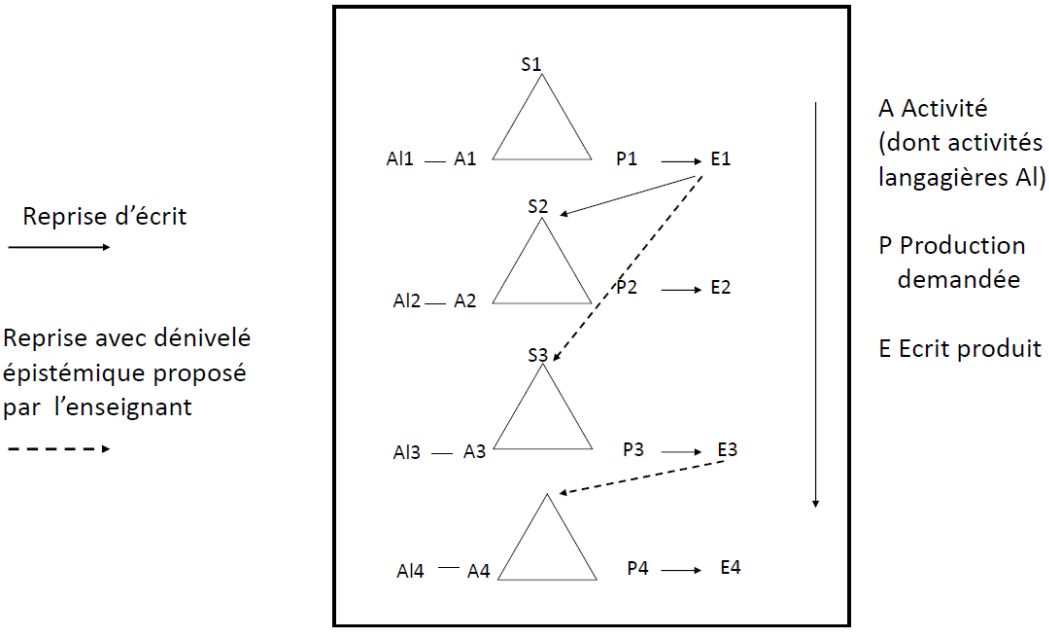


Figure 8 : les enchaînements didactiques entre productions et situation suivante (ibid.)

Cette schématisation peut valoir pour des séquences pensées en dehors d'un projet d'apprentissage par problématisation : c'est la nature épistémique et langagière des productions demandées aux élèves à chaque situation qui sous-tend ce projet ; on ne peut donc pas le détacher de ses références épistémologiques et idéologiques.

Bibliographie

Astolfi, J.-P. (2008). *La saveur des savoirs*. ESF.

Bakhtine, M. (1984) *Esthétique de la création verbale*. Gallimard.

Delbos G. et Jorion P. (1990). *La transmission des savoirs*. Maison des sciences de l'Homme

Fabre, M. et Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissement d'obstacles. *ASTER*, 24, 37-57

Grize, J.-B. (1997) *Logique et langage*. Ophrys

Jaubert, M. et Rebière, M. (2005, mai). Émergence d'un concept en didactique du français : la secondarisation [communication orale]. *Colloque épistémologie des didactiques des disciplines*, Bordeaux.

Orange, C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier enseignant. *Recherches en éducation*, hors-série 2, 73-85.

Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences : problèmes, débats et savoirs scientifiques en cla*sse. De Boeck

Orange, C. (2015). Pratiques d'argumentation et construction de savoirs en classe de sciences. Dans N. Muller Mirza & C. Buty (eds.), *L'argumentation dans les contextes de l'éducation* (p. 227-268). Peter Lang.

Orange, C. et Orange Ravachol, D. (2007, octobre). Problématisation et mise en texte des savoirs scolaires : le cas d'une séquence sur les mouvements corporels au cycle 3 [communication orale]. *Actes des cinquièmes journées scientifiques de l'ARDIST*, La Grande Motte.

Orange, C., Lhoste, Y. & Orange Ravachol, D. (2008). Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences. Dans C. Plantin & C. Buty (dir.). *Argumenter en classe de sciences* (p. 227-268). INRP.

Plantin, C. (1996). Le trilogue argumentatif. *Langue française*, 112, 9-30

Rey, B. (2002). Diffusion des savoirs et textualité. *Recherche et formation*, 40, 43-57

Rey, B. (2005). Peut-on enseigner la problématisation ? *Recherche et Formation*, 48, 91-105

La sélection naturelle racontée : étude de cas chez des lycéens

Paulin, Fabienne [(1)], Bruguière, Catherine [(2)], Zabel, Jörg [(3)]

[(1) (2)] Laboratoire S2HEP, Université Lyon1 – France
[(3)] Laboratoire de didactique de la biologie, Université de Leipzig – Allemagne

Symposium de rattachement : Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT (1)

Résumé

Cette étude rend compte de l'utilisation du récit dans l'enseignement de l'évolution dans une classe de première (option scientifique). Les élèves (n= 24, âgés de 15 à 17 ans) devaient écrire un texte expliquant un processus de sélection naturelle et pouvaient choisir de le faire sous la forme d'un texte scientifique argumentatif ou d'un texte narratif. Notre question de recherche est de savoir dans quelle mesure le cadre narratif permet de moduler une explication scientifique en fonction de trois paramètres : la temporalité, l'intentionnalité et la créativité. Nous avons examiné les textes narratifs (n=12) des élèves en croisant une approche micro et macro-textuelle (Jacobi, 1999) avec des critères épistémologiques de concepts de l'évolution. Les résultats montrent que le mode narratif et le mode scientifique se sont influencés de manière intéressante mais différente selon les paramètres visés par l'étude.

Mots-clés :

Récit, épistémologie, sélection naturelle, créativité, temporalité

Introduction

L'étude exploratoire présentée rend compte de la mobilisation d'une tâche narrative dans le cadre d'un exercice sur la sélection naturelle donné à des élèves d'un lycée français, âgés de 15 à 17 ans (n = 24). Les études existantes dans l'enseignement des sciences suggèrent que le mode narratif peut engager les apprenants dans un travail de problématisation scientifique (Lhoste et al, 2012 ; Bruguière et al, 2014 ; Orange Ravachol, 2017), mais aussi donner aux concepts scientifiques un sens personnel (Zabel & Gropengießer, 2015). Dans cette étude, nous nous demandons dans quelle mesure la pensée narrative peut être impliquée dans l'élaboration d'explications scientifiques d'un processus de sélection naturelle par des lycéens. Notre approche est fondée sur trois potentialités différentes de la narration dans l'enseignement de l'évolution : (1) la narration autorise une pensée intentionnelle (voire anthropomorphique) au niveau des individus et des protagonistes ; (2) la temporalité de la narration interfère avec le processus biologique (notamment le temps générationnel) ; et (3) le mode narratif autorise une créativité pouvant stimuler la recherche d'une explication scientifique.

Cadres théoriques, références et question de recherche

Dans une perspective socio-constructiviste, les histoires ne sont pas qu'une méthode d'enseignement de contenus scientifiques, mais un mode de pensée structurant des connaissances. Si le mode de pensée narratif (Bruner, 1996) est généralement considéré en opposition au mode scientifique, il peut permettre aux apprenants de s'engager dans un travail de problématisation scientifique (Lhoste et al, 2012 ; Bruguière et al, 2014 ; Orange Ravachol, 2017). Divers auteurs (par exemple, Lhoste et al., 2012) ont révélé la tendance des apprenants à expliquer les phénomènes scientifiques au moyen de " mises en situation historiques " basées sur un raisonnement linéaire-causal. L'une des hypothèses avancées est que la mise en récit peut aider à interpréter les phénomènes scientifiques dans une sphère temporelle et causale plus complexe, car elle permet de dépasser l'histoire séquentielle (Lhoste et al, 2012 ; Auteurs, 2014). Notre question de recherche s'intéresse à trois aspects du récit qui présentent, selon nous, une potentialité didactique pour l'enseignement scientifique : dans quelle mesure le cadre narratif permet-il de moduler la temporalité, l'intentionnalité et la créativité d'une explication scientifique ?

Méthodologie

Corpus

Les données ont été recueillies une classe d'un lycée français lyonnais en septembre 2020 (n= 24, âgés de 15 à 17 ans, 14 f./10 m.) par le biais d'un exercice sur la sélection naturelle. Il s'agit d'expliquer le changement de fréquence, en quelques mois, de la fréquence des couleurs de pelage dans une population de souris jaunes et brunes vivant dans un grenier sombre. Les élèves sont informés du nombre total de souris jaunes et brunes avant et 6 mois après qu'un scientifique n'introduise des chats dans le grenier. Les élèves peuvent répondre soit sous la forme d'un texte scientifique factuel, soit sous la forme d'une histoire dans

laquelle ils ont la possibilité de prendre le point de vue d'un scientifique, d'une souris (brune ou jaune), d'un chat ou d'un autre personnage de leur choix. Les textes ont été produits en travail personnel sans contrainte de temps. 12 récits /24 productions ont été recueillis et sont analysés dans notre étude.

Traitement des données

Pour l'analyse de ces 12 récits, nous avons construit une grille qui combine des critères macro et micro-structurels (fig. 1) des éléments du texte narratif (Jacobi, 1999) et des critères épistémologiques de l'explication darwinienne (tab. 1) concernant la sélection naturelle (Huneman, 2011) dans le cadre actualisé de la théorie de l'évolution (Barberousse, 2011 ; Gayon, 2009 ; De Ricqlès & Padian, 2009 ; Gould, 2006). Notre analyse des données s'est concentrée sur les phénomènes et les catégories de temporalité, d'intentionnalité et de créativité dans les textes en utilisant notamment l'analyse qualitative du contenu (Kuckartz 2016) avec un système de catégories inductif.

Macro structurels					Micro structurels					
État initial	Compli-cation	Dévelop-pement	Réso-lution	État final	Expression d'un savoir, d'une pensée ou d'un sentiment	Expression basée sur une expérience personnelle	Eléments anthropo-morphiques	Trait littéraire (comparaison, métaphore, hyperbole.)	Organisation d'un canevas temporel (pluralités de valeurs du présent, emploi du passé simple)	Chrono-logique des embrayeurs temporels articulés à des connecteurs logiques

Figure 1: critères macro et micro structurels de l'analyse

Critères épistémologiques	Marqueurs d'analyse
Variation initiale	Variation initiale présentée comme préexistante
Pression de sélection	Vision facilitée des souris jaunes dans le grenier sombre par le chat
Reproduction différentielle	Transmission privilégiée des allèles déterminant un pelage brun.
Temps générationnel	Nécessité d'une succession de générations pour changer la fréquence des allèles
Intentionnalité	Pas de mutation intentionnelle responsable d'un changement de couleurs.

Tableau n°1 : critères épistémologiques et marqueurs d'analyse

Résultats

Concernant l'aspect (1) intentionnel du processus de sélection naturelle, aucune des histoires ne propose d'explication finaliste avec une mutation *ad hoc* qui change la couleur des souris. Dans 11 textes/12, l'existence de souris jaunes et brunes préexiste à l'arrivée des chats et cet

élément est présent dans "l'état initial" de l'histoire. Le mécanisme de reproduction différentielle est présent et intégré dans la partie " résolution " de l'histoire. L'explication darwinienne donnée est pertinente par rapport aux attentes scientifiques et épistémologiques pour 11 récits sur 12. En revanche, le temps générationnel n'est pris en compte que dans 4 textes /12 dans (et uniquement pour des narrateurs scientifiques).
Considérant (2) la temporalité du récit, nous avons identifié deux phénomènes.

- Une relation entre l'organisation temporelle des récits et le point de vue adopté est repérable : lorsque les textes narratifs sont écrits du point de vue d'un scientifique (7/12), une première partie relate les différents épisodes de l'expérience du scientifique, précisés par des marqueurs temporels repérés (dates, durée des événements), tandis qu'une seconde partie fournit une explication scientifique. Pour les textes écrits du point de vue d'un animal (chat, souris jaune ou brune), ils prennent la forme de récits articulés autour d'une intrigue dont la complication (l'arrivée du chat) sert d'axe temporel pour situer trois périodes - avant, pendant, après -. Dans ce cas, les récits se concentrent sur l'impact immédiat de la prédation et non sur le processus de sélection.
- Le deuxième phénomène est l'utilisation du temps conditionnel qui ouvre le cadre explicatif. Comme pour les récits, les temps verbaux sont ceux du passé (imparfait, passé composé, passé simple) mais aussi du conditionnel. Par exemple, dans le texte d'Anna, le chat interprète sa difficulté à attraper les souris et pense en termes de visibilité : "A partir de là, je suis revenu tous les jours en mangeant une nouvelle souris à chaque fois. Malheureusement, elles ne sont plus aussi faciles à attraper qu'au début, mon cerveau de chat a du mal à comprendre pourquoi, mais si je devais me risquer à un diagnostic, je dirais qu'elles sont moins... visibles qu'avant".

Concernant (3) l'effet de la narration sur la créativité, deux phénomènes sont identifiables :

- 'Enrichissement scientifique : l'élève auteur intègre dans son histoire des connaissances biologiques supplémentaires qui ne sont ni demandées ni directement nécessaires à la résolution de la tâche.
- Création de sens supplémentaire : Emilia, choisissant le point de vue d'une souris jaune, écrit : "En effet, des souris mutantes au pelage jaune pâle, semblables à ma mère et à moi, se sont mélangées à la population de souris brunes dites "pures"." L'adjectif "pur" ajoute une dimension supplémentaire à la répartition de la couleur du pelage dans la population et suggère la pureté des souris brunes et le caractère hybride du phénotype clair du narrateur. Cette ouverture signale le voisinage toujours étroit de la biologie avec les questions sociétales du racisme et de l'eugénisme.

Discussion/conclusion

Le croisement de critères épistémologiques liés à la théorie de l'évolution avec des critères macro et micro textuels nous semblent pertinents pour réfléchir à une diversification des modes d'accès aux explications scientifiques par les élèves.

Du point de vue de l'apprentissage du concept de sélection naturelle, la narration fait ressortir deux tendances concernant le finalisme (absent dans 10 textes /12) et la temporalité de ce processus. L'absence de finalisme peut être mise en relation avec le fait que l'élève, adoptant le point de vue d'un des personnages, est au plus près de l'action avec un statut de spectateur ou d'observateur et peu de possibilités d'agir. Cependant, cette même posture semble placer l'élève dans une échelle de temps humaine qui expliquerait que le temps de renouvellement des générations de souris (1 toutes les 3 semaines) ne soit pas une information qui a été mobilisée dans les récits étudiés. La question de la durée des événements reste donc un angle mort, les récits restants centrés sur l'impact de la prédation et non sur le processus évolutif à moyen terme. Par ailleurs l'inscription temporelle des textes est renforcée dans les récits mais l'organisation des données empiriques de l'expérience et leur articulation causale dépendent du point de vue qu'adoptent les élèves. L'analyse suggère également que les tâches narratives stimulent potentiellement la créativité des apprenants, et que cette créativité n'est pas en principe préjudiciable au processus d'apprentissage scientifique parce qu'elle mélangerait de manière inadmissible faits et fiction. Nous avons plutôt l'impression que le mode narratif et le mode scientifique se sont influencés dans ces textes d'élèves (Egan, 1987), et que c'est précisément cette interaction qui peut potentiellement contribuer au processus de "fabrication de sens" personnel.

Au-delà de ces premiers résultats, nécessitant des études supplémentaires, nous visons à questionner le récit comme prédisposition langagière et mode d'organisation d'objets de discours en sciences. Il s'agit dès lors de mettre au jour les articulations possibles entre mode de pensée narratif et mode de pensée scientifique notamment dans le travail de secondarisation.

Bibliographie

Barberousse, A. (2011). Pourquoi et comment formaliser la théorie de l'évolution ? In T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre & M. Silberstein, les mondes darwiniens – l'évolution de l'évolution. 417-439. Paris : Editions Matériologiques, www.materiologiques.com.

Bruguière, C., Aldon, G., & Paulin, F. (2014). Mises en récit et formes de raisonnement en classe de mathématiques et de biologie. Colloque Narrative Matters Narrative Knowing/récit et savoir, Université Paris Diderot, 23-27 juin 2014. Paris, France.

Bruner, J. (1996). The Culture of Education. 2. Ed., Cambridge, MA: Harvard University Press.

De Ricqlès A. & Padian, K. (2009). Quelques apports à la théorie de l'Évolution, de la « Synthèse orthodoxe » à la « Super synthèse évo-dévo » 1970–2009 : un point de vue. In Comptes Rendus Palevol, 8, 2-3, 341-364 Paris : Académie des sciences/Issy-les-Moulineaux : Elsevier-Masson.

Drieschner, E. (2006). Theoriekonzepte und didaktische Konzeptualisierungen des Verstehens im modernen Konstruktivismus. In: Gaus, D. & Uhle, H. (eds.): Wie verstehen Pädagogen? Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.

Egan, K. (1987). Literacy and the oral foundations of education. *Harvard Educational Review*, 57, 445–471.

Gayon, J. (2009). Mort ou persistance du darwinisme ? regard d'un épistémologue. In Comptes Rendus Palevol, 8, 2-3, 321-340. Paris : Académie des sciences/Issy-Les-Moulinaux : Elsevier-Masson.

Gould, S.J., (2006 [2002]). La structure de la théorie de l'évolution. (M. Blanc, Trad). Paris : Gallimard.

Huneman, P. (2011). Sélection. In T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre & M. Silberstein (dir.), Les mondes darwiniens - L'évolution de l'évolution. 71-88. Paris : Editions matériologiques. www.materiologiques.com

Jacobi D. (1999). La communication scientifique : discours, figures, modèles. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.

Kuckartz, U. (2016). Qualitative Inhaltsanalyse. Weinheim und Basel: Beltz Juventa.

Zabel, J. & Gropengießer, H. (2015). What can Narrative contribute to Students' Understanding of Scientific Concepts, e.g. Evolution Theory ? Journal of the European Teacher Education Network, 10, 136-146.

Développement professionnel et Communauté Discursive de Pratiques Professionnelles en sciences

Roy, Patrick(1), Marlot, Corinne(2)

(1)Unité de recherche Enseignement et Apprentissage des Disciplines Scientifiques (UR EADS), Haute école pédagogique Fribourg, Suisse

(2)Unité d'enseignement et de recherche Mathématiques et Sciences (UR MS), Haute école pédagogique du canton de Vaud, , Suisse

Symposium de rattachement : Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT

Résumé

Une Communauté Discursive de Pratiques Professionnelles en sciences a été mise en place afin d'engager un collectif de chercheur·e·s didacticien·ne·s et d'enseignant·e·s dans le traitement de problèmes d'enseignement-apprentissage sur la caractérisation du vivant au cycle 1 du primaire et d'acculturer de jeunes élèves au monde scientifique. La dimension discursive de cette communauté permet la construction de points de vue partagés et argumentés (processus de sémiose) entre les acteur·rice·s au moyen d'objets bifaces qui agissent comme outils langagiers de pilotage. Les analyses des pratiques langagières issues des débats expert·e·s conduits sous le format d'entretien d'autoconfrontation croisée mettent en exergue que les descriptions/interprétations des situations de classe sur le vivant prennent souvent appui sur un réseau cohésif de concepts didactiques, ce qui laisse présager un développement des schèmes des enseignant·e·s dans ce domaine de connaissance.

Mots-clés :

Communauté discursive de pratiques professionnelles, enseignement du vivant, démarche d'investigation, pratiques langagières, développement professionnel

Contexte de l'étude

Dans le cadre d'un projet de recherche en Suisse romande, une Communauté Discursive de Pratiques Professionnelles (CDPP) (Marlot & Roy, 2020) en sciences de la nature a été mise en place afin d'engager un collectif d'acteur·rice·s (chercheur·e·s didacticien·ne·s et enseignant·e·s) dans le traitement de problèmes d'enseignement-apprentissage sur la caractérisation du vivant au cycle 1 du primaire, et ce, en afin d'acculturer de jeunes élèves du primaire au monde scientifique. Cette contribution s'intéresse plus précisément au rôle des pratiques langagières pour la construction d'un arrière-plan partagé sur l'enseignement du vivant entre différent·e·s acteur·rice·s d'une CDPP et pour la production de ressources didactiques visant à faire construire des « savoirs raisonnés » (Orange, 2005) chez les élèves. Notre ancrage dans le cadre de l'apprentissage par problématisation, nous amène à définir, avec les enseignant·e·s, les problèmes épistémiques que de jeunes élèves sont en mesure de construire au regard du concept de vivant. La CDPP est un dispositif de recherche collaborative dont les assises conceptuelles sont articulées autour de quatre construits mis en relation (Marlot & Roy, 2020) : (1) la communauté de pratiques (Wenger, 1998), (2) l'ingénierie didactique coopérative (Morales et al., 2017), (3) la communauté discursive disciplinaire scolaire (Bernié, 2002; Jaubert et al., 2004) et (4) l'objet biface (Marlot et al., 2017). L'objet biface est un objet langagier, discursif, hybride et symbolique qui comporte une face faisant écho à un concept didactique et une autre face faisant écho à une situation de classe qui à terme peut faire office d'exemple emblématique (Morales et al., ibid). Le fonctionnement de la CDPP répond à certains principes :

- Impliquer les acteur·rice·s dans un contexte social signifiant où il a un problème à résoudre (Jaubert & Rebière, 2011) ;
- Mettre en œuvre des modalités d'interaction permettant aux acteur·rice·s d'endosser toutes les positions d'énonciateur·rice en jeu dans la communauté, celle des enseignant·e·s et celle des chercheur·e·s didacticien·ne·s (Jaubert et al., 2004) ;
- Débattre sur une variété de situations de classe (et en de multiples occasions) en référence aux concepts didactiques introduits afin d'élargir la classe de situations se référant aux schèmes des enseignant·e·s (Pastré et al., 2006) ;
- Convier les enseignant·e·s à produire des interprétations cohérentes d'une situation en s'appuyant sur un système d'objets bifaces. Le but est de s'essayer à d'autres perspectives et moyens de réalisation de leurs actions (Brière & Simonet, 2021).

La figure n°1 illustre la modélisation du fonctionnement itératif en 5 phases de la CDPP en sciences de la nature avec le système cohésif d'objets bifaces. Ce dispositif intègre le processus dynamique des 3-CO (COsituation, Coopération et COproduction) de la recherche collaborative (Morrissette, 2013) et vise à rapprocher les pratiques et les langages des acteur·rice·s sur les objets d'étude retenus par le collectif.

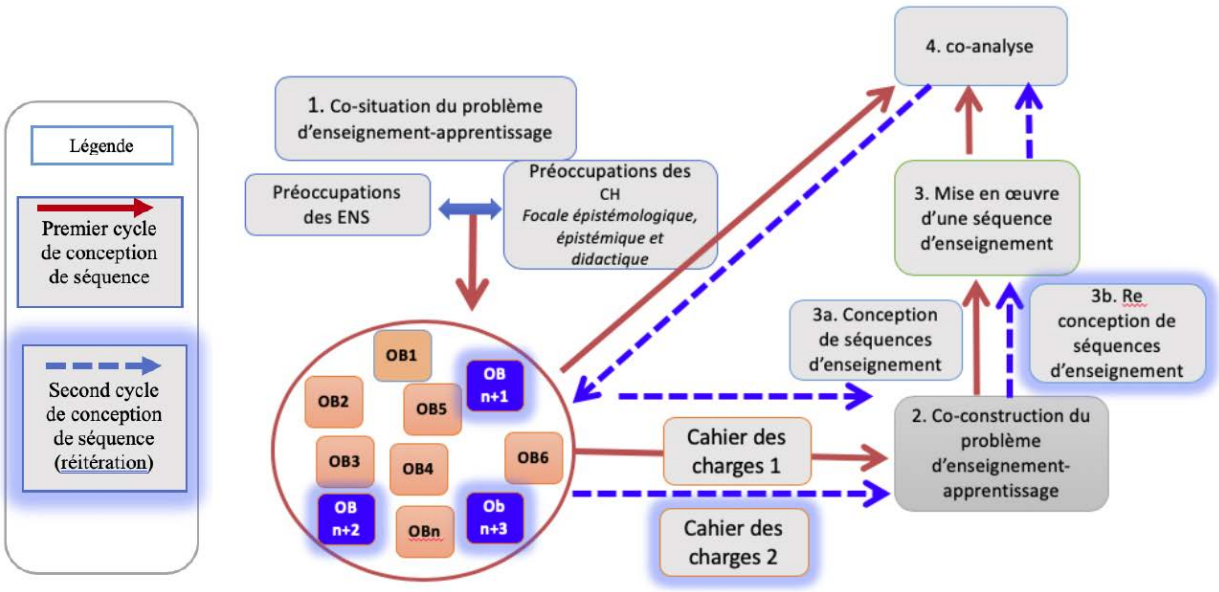


Figure n°1 : Modélisation du fonctionnement itératif de la communauté discursive de pratiques professionnelles (Marlot & Roy, 2020, p. 173)

Tout le travail de construction d'un « espace interprétatif partagé de significations » (Ligozat & Marlot, 2016) sur les objets d'étude entre les acteur·rice·s repose sur une stratégie de pilotage qui consiste à introduire, puis mobiliser un système d'objets bifaces en constante évolution. La CDPP peut être appréhendée comme un système métadidactique de formation où des « savoirs de métier » (Brière & Simonet, 2021) sont progressivement coélaborés par les acteur·rice·s lors de l'« investigation conjointe » (Desgagné & Bednarz, 2005). Ces savoirs peuvent aider les enseignant·e·s à concevoir, analyser et conduire des situations de classe sous le format d'une investigation scientifique. Notre problématique se propose d'articuler 2 questions :

- Quel rôle les pratiques langagières jouent-elles dans la construction d'un arrière-plan partagé sur l'enseignement du vivant entre différent·e·s acteur·rice·s d'une CDPP ?
- Comment se construisent les points de vue partagés et argumentés (processus de sémiose) par la recherche et selon quel partage des responsabilités entre les différents acteur·rice·s ?

Problématique et cadrage théorico-méthodologique

Le développement professionnel des enseignant·e·s en sciences à travers l'émergence de pratiques langagières en appui sur certains objets de discours est l'objet principal de cette contribution. Notre cadre théorique articule ainsi : (1) une conception du développement professionnel par la problématisation de l'activité au regard de questions de métier (Prével, 2018) tout en mobilisant le concept de « schème » (Pastré et al., 2006) avec (2) une approche énonciative et interactionniste du langage selon une conception historico-culturelle de la transmission (Jaubert et al., 2004; Jaubert & Rebière, 2021). Dans ce contexte, des pratiques

langagières spécifiques vont émerger au cours des débats d'expert·e·s menés dans la phase 5 de co-analyse du dispositif. Leur caractérisation a pour objectif de rendre compte du développement professionnel des enseignant·e·s.

Le tableau n°1 (annexe 1) présente le synopsis en 2 phases de la méthode de collecte et d'analyse des données. Les données collectées au moyen d'enregistrements audios et vidéos sont issues de deux débats d'expert·e·s sous le format d'entretiens d'autoconfrontation croisée (Clot et al., 2000) conduits par les deux chercheur·e·s didacticien·ne·s auprès des enseignant·e·s après trois années de fonctionnement de la CDPP. Dans cette présentation, nous nous focalisons sur l'analyse des interactions langagières selon deux niveaux de description. Le premier niveau de description correspond selon Sensevy (2007) à une sémantique naturelle de l'action. Il permet de sélectionner les concepts mobilisés par les acteur·rice·s pour interpréter les situations de classe qu'ils·elles observent dans la vidéo (montage de films pour le débat d'expert·e·s) et d'identifier l'ensemble des objets de discours qui s'échangent dans la communauté. Le second niveau de description mobilise le langage des théories et des modèles afin de caractériser les pratiques langagières des acteur·rice·s au regard de la construction des objets de discours portant sur les conditions de la mise en place de rituels de classe dans l'enseignement-apprentissage scientifique. Ces pratiques sont caractérisées selon un ensemble d'indicateurs issus du cadre de l'approche énonciative et interactionniste en sciences du langage : (1) la schématisation (élaboration et tissage) des objets de discours, (2) les indices de secondarisation du discours, (3) l'orchestration de l'hétéroglossie chez les acteur·rice·s et (4) le rôle des objets bifaces dans l'élaboration conjointe des savoirs de métier.

Résultats et discussion

Un épisode remarquable tiré des débats d'expert·e·s - au regard de la préoccupation commune se référant aux rituels de classe caractéristiques de l'activité scientifique - a été retenu pour rendre compte des résultats (annexe 2). Pour l'heure, nous avons produit le premier niveau de description de l'analyse des interactions langagières. La description de niveau 2 est encore en cours, mais nous pouvons déjà avancer certaines hypothèses. Nous assistons à des tentatives d'interprétation de situations de classe de la part des enseignant·e·s au moyen de certains concepts didactiques portés par les objets bifaces. Si ces interprétations se caractérisent par des interactions langagières relevant d'un langage hybride dont les significations sont à mi-chemin entre des concepts quotidiens et des concepts scientifiques, elles mobilisent plusieurs concepts didactiques partagés par la communauté, lesquels sont connectés les uns aux autres au sein de ce qui pourrait s'apparenter à un réseau conceptuel. En particulier, l'apparition d'un langage hybride à travers des reformulations successives et des déplacements énonciatifs pourrait porter les traces d'une secondarisation du discours chez deux enseignant·e·s : FLO et MEL. Si l'on s'intéresse au rôle des objets bifaces en tant qu'outil de pilotage des interactions pour les 2 chercheur·e·s lors du débat d'expert·e·s, cet outil pourrait contribuer à une forme d'aide à l'orchestration de l'hétéroglossie ; par exemple ici l'épisode où les acteur·rice·s s'accordent sur des significations relatives à un concept à visée interprétative (la topogénèse). Enfin, la mise en système de différents objets bifaces favoriserait la problématisation de la pratique (Prével, 2018) lors des débats d'expert·e·s et

permettrait d'assurer le développement professionnel des enseignant·e·s et des chercheur·e·s didacticien·ne·s. Ces premiers résultats laissent présager un développement des schèmes des enseignant·e·s qui renouvelle possiblement leur pratique concernant l'entrée dans la culture scientifique de jeunes élèves. L'institution d'une CDPP en sciences de la nature favoriserait la mise en place en classe d'une communauté discursive disciplinaire scientifique scolaire, où les pratiques langagières se déployant au sein de la classe jouent un rôle central pour l'acquisition, la formalisation et le partage du savoir sur le vivant.

Bibliographie

Bernié, J.-P. (2002). L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de «communauté discursive» : Un apport à la didactique comparée? *Revue française de pédagogie, 141*, 77-88.

Brière, F., & Simonet, P. (2021). Développement professionnel et co-construction de savoirs de métier d'étudiants stagiaires dans l'activité conjointe avec le formateur-chercheur : Analyses didactique et clinique de l'activité d'auto-confrontation croisée. *Éducation et didactique, 15-1*, 49-76.

Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée : Une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé, 2-1*.

Desgagné, S., & Bednarz, N. (2005). Médiation entre recherche et pratique en éducation : Faire de la recherche «avec» plutôt que «sur» les praticiens. *Revue des sciences de l'éducation, 31*(2), 245-258.

Jaubert, M., & Rebière, M. (2011). Positions énonciatives pour apprendre dans les différentes disciplines scolaires : Une question pour la didactique du français ?. *Pratiques. Linguistique, littérature, didactique, 149-150*, 112-128.

Jaubert, M., & Rebière, M. (2021). Un modèle pour interpréter le travail du langage au sein des « communautés discursives disciplinaires scolaires ». *Pratiques [En ligne], 189-190*, 1-18.

Jaubert, M., Rebière, M., & Bernié, J.-P. (2004). Significations et développement : Quelles «communautés». In C. H. Moro & R. Rickenmann (Éds.), *Situation éducative et significations* (p. 85-104). De Boeck Université.

Ligozat, F., & Marlot, C. (2016). Un espace interprétatif partagé entre l'enseignant et le didacticien est-il possible ? Développement de séquences d'enseignement scientifique à Genève et en France. In F. Ligozat, M. Charmillot, & A. Muller (Éds.), *Le partage des savoirs dans les processus de recherche en éducation* (p. 143-164). De Boeck Supérieur.

Marlot, C., & Roy, P. (2020). La Communauté Discursive de Pratiques : Un dispositif de conception coopérative de ressources didactiques orienté par la recherche. *Formation et pratiques d'enseignement en questions, 26*, 163-183.

Marlot, C., Toullec-Théry, M., & Daguzon, M. (2017). Processus de co-construction et rôle de l'objet biface en recherche collaborative. *Phronesis, 6*(1), 21-34.

Morales, G., Sensevy, G., & Forest, D. (2017). About cooperative engineering: Theory and emblematic examples. *Educational Action Research, 25*(1), 128-139.

Morrissette, J. (2013). Recherche-action et recherche collaborative : Quel rapport aux savoirs et à la production de savoirs? *Nouvelles pratiques sociales, 25*(2), 35-49.

Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les sciences de l'éducation-pour l'ère nouvelle*, *38*(3), 69-94.

Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. (2006). La didactique professionnelle. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, *154*, 145-198.

Prével, S. (2018). Problématiser la pratique enseignante pour mieux la comprendre : Études de cas en sports collectifs à l'école maternelle. *Les Sciences de l'education-Pour l'Ere nouvelle*, *51*(3), 101-123.

Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy & A. Mercier (Éds.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (p. 13-49). Presses universitaires de Rennes.

Star, S. L. (1989). The structure of ill-structured solutions: Boundary objects and heterogeneous distributed problem solving. In L. Gasser & M. Huhns (Éds.), *Distributed artificial intelligence* (p. 37-54). Morgan Kaufmann.

Wenger, E. (1998). *Communities of practice: Learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

Annexe 1

Tableau n°1 : Aperçu de la méthode de collecte et d'analyse des données

Phases	Processus d'analyse
-1- Réalisation de montages de films de classe pour mettre en œuvre un débat d'expert·e·s	• Identification de préoccupations communes chercheur·e·s-enseignant·e·s à partir du cahier des charges 2, celui élaboré pour la coconstruction de la séquence 2 (réitération) • Analyse didactique à gros grains menée indépendamment par les chercheur·e·s pour repérer l'expression de préoccupations communes récurrentes dans les enregistrements vidéos des pratiques de classe des 3 enseignant·e·s filmés à l'année 2 (environ 15 séances pour 3 enseignant·e·s) • Réalisation, par les chercheur·e·s, de deux montages de films de classe (pour deux équipes d'enseignant·e·s) d'environ 20 minutes, chacun à partir d'épisodes vidéos significatifs se référant à des « évènements remarquables » de séquences d'enseignement enregistrées à l'année 2 en vue de conduire un entretien d'autoconfrontation croisée post séquence 2 (débat d'expert·es)
-2- Mise en œuvre du débat d'expert·e·s, recueil et analyse de données	• Mise en œuvre du débat d'expert·e·s permettant de faire émerger des interprétations de moments d'enseignement portant sur les deux préoccupations communes retenues par le collectif, avec en appui des traces de l'activité • Réalisation de transcriptions intégrales des enregistrements audios et vidéos du débat d'expert·es post séquence 2 • Analyse de contenu sur une échelle microdidactique, avec une focale mise sur des « évènements remarquables », et ce, au moyen d'une grille d'analyse à 4 dimensions (préoccupations communes, thèmes développés, concepts didactiques mobilisés et exemple d'une situation de classe associée) ➔ repérage des objets bifaces (concepts mobilisés/construits-situations de classe) • Analyse des interactions langagières selon 2 niveaux de description

Annexe 2

Les étiquettes de couleur correspondent au système de codage qui permet de repérer le mode de pilotage par les objets bifaces

OBJET BIFACE	Face A Situation de classe	Évocation d'une situation de classe	
	Face B Concept mobilisé	Topogenèse	
		Démarche scientifique à l'école	
		Milieu didactique	

FLO, MAR et MEL sont les 3 enseignants impliqués dans cet échange ; CH1 et CH2 sont les 2 chercheurs.

Prémisses du concept de topogénèse	1-FLO	En regardant J'ai l'impression que c'est plus des éléments que les élèves disent / qui sont repris par moi et puis /réorientés ou retravaillés pour pouvoir être réutilisés.
	2-CH1	OK.
	3-FLO	Et puis que finalement ma progression elle est très sinueuse parce que ben t'entends on a tel élément qui est lancé / qui est intéressant donc on va dans ce sens. Et puis on voit qu'on peut aussi faire différemment. / Et puis dans mes séances par exemple j'ai / il y a certains points qui sont arrivés vers la fin seulement. / Mais qui ont été / amenés par le reste. Et puis ça s'est fait tout seul.
	4-MAR	Mais tu vois c'est ça qui est hyper intéressant dans cette démarche. C'est qu'on a beau, et ça j'ai déjà dit à Patrick, on peut planifier tout ce qu'on veut, ça ne marchera pas. On doit / et ça nous donne un boulot de fou parce que chaque fois on doit réajuster, réadapter en fonction de ce qu'on va recevoir et puis c'est typiquement ce que tu dis. Toi t'es parti comme ça parce que c'est ce que les élèves t'ont donné aussi.
	5-11	(.....)
	12-CH1	Et puis vraiment c'est cette idée qu'on est là / on produit / on va produire des scénarios différents. Nous on y tiens vraiment qu'il n'y a pas une et une seule manière d'enseigner la (...) du vivant selon la démarche scientifique. Et ça va dépendre du degré d'autonomie aussi des élèves, de la ce qu'on appelle le partage des responsabilités qui prend en charge quoi à quel moment le prof les élèves. Ça a un nom. Ça s'appelle la topogénèse. Ça s'appelle comme ça. Qui prend en charge quoi Et je trouve que ça / ça définit les types de séquence. Et c'est ni mieux ni moins bien. / Je veux dire de laisser plus ou moins d'autonomie. Ça dépend des choix.
	13-FLO	Donc la topogénèse c'est de savoir est-ce que c'est les élèves qui amènent quelque chose et l'enseignant qui s'adapte ou l'enseignant qui amène quelque chose et les élèves qui s'adaptent ?
	14-CH2	Oui. Et dans ton cas la topogénèse c'est plus les élèves qui vont proposer. Mais on verra à ce moment-là. Je ne veux pas interpréter à ta place. / Je me retiens. C'est pas mon rôle. On va regarder le moment de classe pour te faire parler à la classe.

1 :47 :22	15-MEL	Moi j'avais l'impression par rapport à ce rituel / par rapport à qu'on a fait au tout début que ça permet de / quand on a toujours ce problème de quand l'enseignant doit plus guider ou moins et tout ça Et puis j'ai l'impression qu'en leur demandant vraiment de prouver / de chercher ouais de nous démontrer ça nous en lève ce poids de / Parce qu'on peut les accompagner sur le chemin de comment prouver mais c'est moins l'enseignant qui doit j'ai l'impression ramer sur sa barque. J'ai l'impression que c'est un peu plus facile
	16-CH1	Oui ils sont associés.
	17-MEL	Et puis c'est le rituel qui permet justement de toujours / ouais remettre par là les chercheurs de prouver de chercher ensemble et / c'est plus facile (…) que quand on mettait des choses en tas *Rires* Un peu farfelu
	18-19	(…)
	20-CH2	T'avais plus l'impression que c'était à toi d'amener les éléments pourconstruire la preuve et pour tisser le fil rouge. C'est ça ? Mais effectivement parce que ce que vous faites quand vous rentrez dans le milieu didactique en fait / la valise ou
		les différents rituels ça permet de construire un certain fil rouge pour mener l'investigation et pour autant garder votre rôle de médiateur au niveau du savoir. Mais ça permet de changer justement les postures par rapport aux savoirs. Les tâches. Qui prend en charge sa / ça provoque des changements
	21-CH 1	Ouais mais c'est intéressant que les rituels ça produit en fait un partage des responsabilités

Épisode remarquable - Débat d'expert 1 : mise en jeu du concept de topogénèse

Comment favoriser un ancrage dans le monde scientifique chez des élèves impliqués dans une démarche d'investigation ?

Un exemple en classe de 1ère S en immunologie

Marzin-Janvier[1] Patricia, Schneeberger[2] Patricia & Seixas Mello[3] Paula
1Univ Brest, Univ Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France
2Université de Bordeaux, Laboratoire E3D
3Universidade Federal do ABC, Centro de Ciências Naturais e Humanas. Brasil.

Symposium de rattachement : Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT

Résumé

Différentes recherches consacrées au sens donné par les élèves aux activités expérimentales (Marzin-Janvier, 2015) ont montré l'importance de les faire travailler sur la conception d'un protocole expérimental et sa formalisation, dans un contexte de démarche d'investigation. Ces travaux se sont appuyés sur l'étude des productions langagières des élèves (à l'oral et à l'écrit) à la fois pour identifier les raisonnements qu'ils mettent en œuvre et pour suivre la construction progressive de significations partagées. Nous proposons de reprendre ces analyses selon des points de vue empruntés aux sciences du langage en mobilisant les concepts de positionnement énonciatif (Jaubert, Rebière et Bernié, 2012) et de communauté discursive disciplinaire scolaire (Bernié, 2002).
Nous prendrons pour exemple une situation dans laquelle les élèves doivent justifier leurs hypothèses (formulées en réponse à un problème scientifique) et nous analyserons leurs pratiques langagières.

Mots-clés :

Argumentation, pratiques langagières, didactique de la biologie, immunologie.

Introduction

Différentes recherches consacrées au sens donné par les élèves aux activités expérimentales (Marzin-Janvier, 2015) ont montré l'importance de les faire travailler sur la conception d'un protocole expérimental et sa formalisation, dans un contexte de démarche d'investigation. Ces travaux se sont appuyés sur l'étude des productions langagières des élèves (à l'oral et à l'écrit) à la fois pour identifier les raisonnements qu'ils mettent en œuvre et pour suivre la construction progressive de significations partagées. Les chercheurs ont analysé les écrits produits par plusieurs groupes d'élèves en se référant au modèle de Toulmin (2003) et pour montrer comment cette situation est également l'occasion pour les élèves de s'approprier les manières d'agir-parler-penser spécifiques à la communauté discursive des scientifiques. Dans cette contribution, nous examinerons des réponses d'élèves de lycée, en croisant les deux types d'analyse pour déboucher sur des propositions quant à la signification de l'acculturation scientifique.

Cadre théorique et méthodologique

Quand ils produisent des arguments, les scientifiques explorent plus que leurs capacités rhétoriques, ils utilisent des données empiriques pour appuyer la validité de leurs résultats et hypothèses, qui sont connectées aux théories ; ils produisent des arguments pour la valider des résultats au sein de la communauté scientifique et de la société (Jiménez-Aleixandre & Erduran, 2007). Plusieurs études, reposant sur l'élaboration de situations didactiques impliquant la production de textes argumentatifs, montrent que cette stratégie d'enseignement favorise l'acquisition de connaissances chez les élèves (Schneeberger & Vérin, 2009). De plus, elles décrivent une amélioration des capacités d'observation, de problématisation, de communication, d'évaluation et de proposition de solutions aux problèmes socio-scientifiques en lien avec la vie quotidienne des individus (Orange, Lhoste et Orange-Ravachol, 2008).
Deux points de vue possibles pour analyser les productions des élèves :

Approche logique avec le modèle de Toulmin.

Toulmin (2003) met en parallèle la logique de l'argumentation avec la pratique discursive dans le domaine du droit. Ainsi, Toulmin propose une structure d'un argument écrit ou parlé qui doit contenir les éléments structurants suivants : le passage entre les données (D) constituées des faits mobilisés et la conclusion (C) est autorisée par des garanties (G), appuyées sur un fondement (F), qui peuvent être qualifiées (Q) ou réfutées (R).

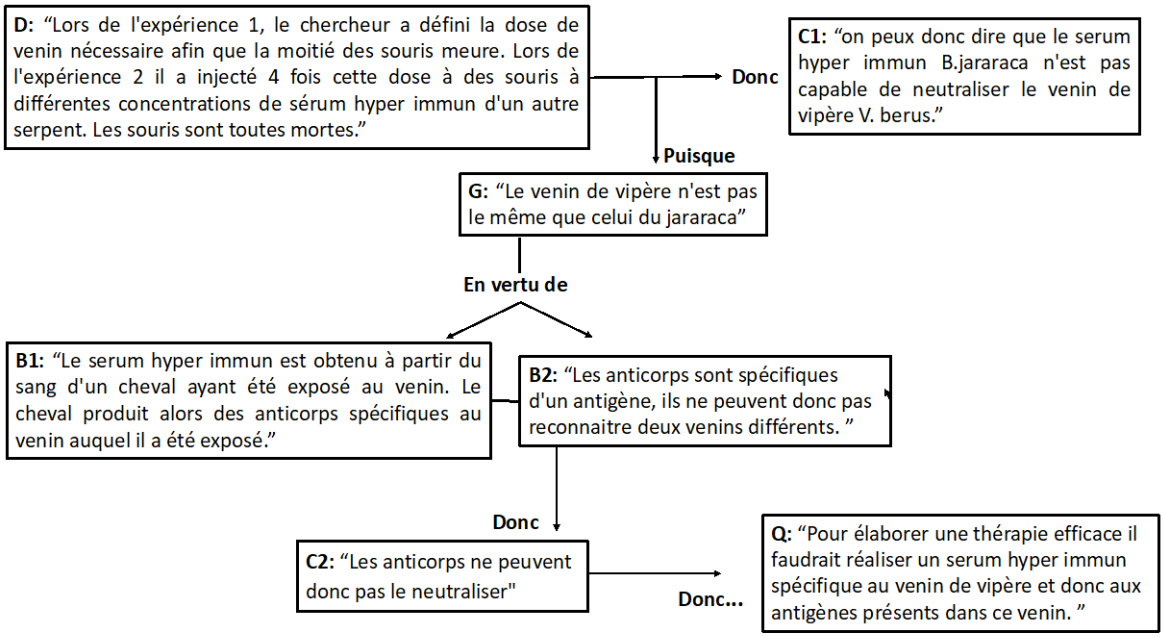


Figure 1 : Un exemple de schéma argumentatif produit par un groupe d'élèves

Approche langagière reposant sur des outils développés dans le cadre du laboratoire Lab-E3D de Bordeaux.

Dans des travaux récents consacrés à l'écriture de textes explicatifs en sciences au collège (Schneeberger et al., 2022), les chercheurs se sont intéressés aux indices langagiers qui permettent d'évaluer l'inscription de ces textes produits par les élèves dans un espace discursif scientifique, ainsi que la pertinence de leur position énonciative au regard des savoirs et des pratiques de savoirs (Jaubert, Rebière & Bernié, 2012). Ils ont pu ainsi repéré un ensemble de compétences rédactionnelles mises œuvre dans l'écriture de ces textes : savoir identifier le paradoxe que pointe la situation proposée et formuler le problème mis à l'étude ; savoir sélectionner des éléments du registre empirique et les désigner dans des termes relevant du champ scientifique ; savoir formuler des propositions qui puissent être soumises à des investigations scientifiques ; savoir produire des énoncés de savoirs qui mettent en lien les raisons produites et différents aspects du problème (contraintes, nécessités) etc.

En outre l'élève doit être capable :

- de construire des énoncés qui rendent compte de la pertinence (ou non) des propositions au regard des pratiques de légitimation des savoirs en cours dans la classe,
- de hiérarchiser les propositions par rapport à la représentation qu'il se fait du savoir et des énoncés attendus.

Nous proposons de croiser ces deux approches pour rendre compte des difficultés rencontrées par les élèves face à la nécessaire articulation des pratiques expérimentales et des pratiques langagières spécifiques aux sciences.

Problématique

L'ancrage dans le monde scientifique exige un travail cognitif et langagier dont rendent compte les textes produits par les élèves, qui peuvent être appréhendés comme « la trace de la réorganisation des rapports entre pensée et langage chez l'apprenant » (Bota, 2018, p.42). Nous avons cherché à déterminer des critères pour évaluer le positionnement énonciatif des élèves. Comment caractériser les positionnements énonciatifs des élèves ? Dans quelles mesures les positionnements énonciatifs des élèves peuvent être considérés comme pertinents (ou pas) ? Quels outils pour identifier la pertinence du positionnement énonciatif dans les productions écrites argumentatives d'élèves ? En somme, nous cherchons à identifier les indicateurs qui permettront de rendre compte d'une acculturation scientifique.

Hypothèse principale :

Dans le cas étudié (caractériser la spécificité antigène anticorps), nous faisons l'hypothèse que l'acquisition d'une position énonciative pertinente constitue un levier pour s'engager dans une activité expérimentale qui soit favorable à l'acquisition d'une authentique culture scientifique.

La notion de position énonciative repose sur l'idée :

qu' « un discours est toujours produit dans un champ de l'activité humaine, lequel a un effet sur l'énonciation elle-même . En effet, l'énonciateur met en œuvre les modes de parler qu'il pense être efficaces pour élaborer les contenus nécessaires à la réussite de l'activité. Ce faisant, il se projette dans une communauté discursive dont les formes d'interaction langagière sont spécifiques, de sorte qu'il construit, au fil de l'énonciation une position que l'on appelle une position énonciative ». (Jaubert, 2007, p. 295).

Une étude de cas concernant une situation problème en immunologie, dont l'objectif est d'élaborer une thérapie efficace contre une morsure de serpent.

Les élèves sont en terminale S dans deux lycées français et ont reçu le même type d'enseignement auparavant. Le corpus est constitué de textes rédigés par les élèves lors des différentes étapes de résolution du problème.

Savoirs et compétences mises en jeu : reconnaissance antigène-anticorps et neutralisation ; spécificité Ag-Ac ; production de sérum hyper immun ; test ELISA ; représentation, sélection et interprétation des données.

Résultats

Des analyses conduites sur 10 groupes (Mello, Marzin-Janvier, de Almeida, 2018) ont permis d'identifier des arguments en utilisant le schéma argumentatif de Toulmin et d'analyser leur structure. Les conclusions des travaux de Mello et al. pointent des difficultés pour l'utilisation des données expérimentales dans les écrits des élèves, qui convergent avec des travaux antérieurs (Jiménez-Aleixandre, 2014). Les auteurs font l'hypothèse que « l'analyse de données expérimentales exige un plus haut degré d'abstraction que la compréhension de modèles théoriques surtout quand les élèves n'ont pas effectué eux-mêmes les expériences. » Les analyses langagières des textes produits par ces mêmes élèves ont pour ambition de mettre en relief la capacité des élèves à s'ancrer dans un monde scientifique

pour résoudre un problème. Les travaux conduits dans le cadre du laboratoire Lab-E3D tendent à monter que pour s'initier aux pratiques scientifiques il est indispensable d'acquérir les pratiques langagières attachées au discours scientifique. Donc, si l'utilisation des ressources et l'analyse des données permettent aux étudiants de s'initier aux pratiques expérimentales, il paraît important que ces activités leur permettent aussi de s'exercer à des pratiques discursives apparentées avec celles des scientifiques. L'analyse du texte produit par un groupe d'élèves (Figure 1) met en évidence certaines caractéristiques d'un positionnement énonciatif pertinent en sciences : ancrage dans un monde scientifique (référence à des éléments du registre empirique, mise en réseau avec des connaissances théoriques, construction d'une explication argumentée, …), désignation d'un faisceau d'éléments constitutifs de l'objet de savoir en jeu (spécificité des AC dans la reconnaissance des AG), déplacement du point de vue (dénivellation scientifique). Il en est de même pour les textes de quelques autres groupes. Cependant, aucune des explications n'exploite les informations apportées sur la structure moléculaire des anticorps (test Elisa) indispensables pour expliquer la reconnaissance des AG et donc la spécificité des AC. Par ailleurs, on constate l'existence de traces de conceptions naïves, repérables à travers le lexique utilisé : par exemple, « neutraliser le venin » (conception guerrière) avec des tentatives de mise en cohérence («même en ayant une très grande quantité de sérum hyper immun dans leur corps ») entre deux conceptions (quotidien, scientifique).
Pour analyser l'ensemble des textes, nous avons établi une liste d'indicateurs de changement de position énonciative, signalant un ancrage dans le monde scientifique :

- mise à distance des conceptions du quotidien (avec un lexique plus adapté)
- identification du projet scientifique et du problème scientifique en jeu
- élaboration d'hypothèses (modalisation du doute)
- prise en charge des résultats expérimentaux (construction de la preuve)
- référence à des éléments empiriques pertinents
- mise en réseau avec des connaissances théoriques
- construction d'une explication (mise en cohérence)

Les textes dont nous disposons montre que 6 des groupes analysés n'ont pas véritablement réussi à construire une position énonciative pertinente, bien qu'ils aient proposé au moins un argument de base (de type DGC). Au vu des réponses de ces élèves (qui font peu référence aux résultats expérimentaux, nous pouvons avancer plusieurs raisons, en particulier la difficulté que représente la compréhension du test Elisa et de son rôle dans le protocole expérimental (construction de preuves).

Conclusions

Du point de vue de la formation des enseignants, il paraît nécessaire d'interroger les pratiques expérimentales conduites en classe (Schneeberger, Orange, Orange Ravachol & Lhoste, 2022) tout en pointant les conditions à remplir pour que les dispositifs d'apprentissage proposés aux élèves leur donnent les moyens de comprendre le

fonctionnement de la communauté scientifique et donc les relations entre monde social et monde scientifique.

Bibliographie

Bernié, J.P. (2002). L'approche des pratiques langagières scolaires à travers la notion de «communauté discursive » : Un apport à la didactique comparée ? *Revue Française de Pédagogie, (141)*, 77-88.

Bota, C. (2018). *Pensée verbale et raisonnement. Les fondements langagiers des configurations épistémiques*. Berne : Peter Lang.

Jaubert, M. & Rebière, M., avec la collaboration de Bernié J.-P. (2012). *Communauté discursives disciplinaires scolaires et constructions de savoirs : l'hypothèse énonciative*. https://www.leseforum.ch/myUploadData/files/2012_3_Jaubert_Rebiere_Bernier.pdf

Jiménez-Aleixandre, M. P., & Erduran, S. (2007). Argumentation in Science Education: An Overview. In S. Erduran & M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in Science Education: Perspectives from Classroom-Based Research* (pp. 3-27). Dordrecht: Springer Netherlands. DOI: 10.1007/978-1-4020-6670-2_1

Jiménez-Aleixandre, M. P. (2014). Determinism and Underdetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in *Argumentation and Epistemic Practices. Science & Education*, 23(2), 465-484. doi: 10.1007/s11191-012-9561-6

Marzin-Janvier, P. (2015). Etayer la conception expérimentale par des environnements informatiques : études en génétique. *Recherches en didactique des sciences et des technologies, 12,* 87-112. https://doi-org.scd-proxy.univ-brest.fr/10.4000/rdst.1135

Mello, P., Marzin-Janvier, P., Manzoni de Almeida, D. (2018). Comment des élèves de lycée argumentent avec la plateforme LabBook dans une situation de résolution de problème en immunologie.*10 èmes rencontres scientifiques de l'ARDIST*, Saint-Malo, France.

Orange, C., Lhoste, Y., & Orange-Ravachol, D. (2008). Argumentation, problématisation et construction de concepts en classe de sciences. In C. Buty & C. Plantin (Eds.), *Argumenter en classe de sciences. Du débat à l'apprentissage.* (pp. 75-116). Lyon : INRP.

Schneeberger, P., Orange, C., Orange Ravachol, D. & Lhoste, Y. (2022). *Précis de didactique des SVT pour enseigner au collège et au lycée*. Pessac : Presses universitaires de Bordeaux.

Schneeberger, P., & Vérin, A. (2009). *Développer des pratiques d'oral et d'écrit en sciences. Quels enjeux pour les apprentissages à l'école* ? Lyon : INRP.

Toulmin, S. E. (2003). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press.

Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres de l'apprentissage par problématisation et de l'action conjointe en didactique.

Santini Jérôme[1], Chalak, Hanaà[2]
[1]LINE, Université Côte d'Azur – France
[2]CREN, Nantes Université – France

Symposium de rattachement : Analyse des pratiques langagières. Comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT (2).

Résumé

Le Cadre de l'Apprentissage par Problématisation (CAP) et la Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (TACD) partagent tous deux un positionnement théorique où les pratiques langagières jouent un rôle fondamental. Au sein du CAP, les pratiques langagières sont étudiées dans la construction par les élèves des problèmes explicatifs, c'est-à-dire de problèmes mettant en jeu les raisons et les nécessités qui structurent les savoirs scientifiques. En TACD, les pratiques langagières sont étudiées dans une double dialectique entre ce qui est déjà connu (le contrat didactique) et à connaître (le milieu didactique) et entre ce qui est dit/montré du savoir (l'expression didactique) et ce qui en est tu/caché (la réticence didactique). À partir d'une étude de cas en géologie, nous comparons CAP et TACD dans leur analyse des pratiques langagières pour conclure sur leur possible apport réciproque dans l'étude des situations didactiques.

Mots-clés :

action conjointe ; comparatisme ; géologie ; pratiques langagières ; problématisation.

Cadre général de la recherche

Le Cadre de l'Apprentissage par Problématisation (CAP ; Orange, 2012) s'intéresse aux pratiques langagières dans la construction de problèmes explicatifs par les élèves, c'est-à-dire à des problèmes travaillant les raisons et les nécessités qui sous-tendent les savoirs scientifiques. À partir de l'analyse des échanges langagiers, la problématisation est modélisée sous la forme d'un espace de contraintes qui permet de caractériser et décrire ses produits en situant les explications des élèves sur les pôles empiriques et des modèles. Les tensions entre ces pôles se font dans le cadre du registre explicatif et amènent à mettre en évidence les nécessités construites en classe.

La Théorie de l'Action Conjointe en Didactique (TACD ; Sensevy, 2011) conçoit les pratiques langagières dans une perspective actionnelle. Dans le champ didactique, les pratiques langagières se comprennent dans des transactions entre élèves et professeurs à propos des savoirs en jeu. Ces transactions didactiques se déploient dans une double dialectique : une dialectique entre ce qui est déjà connu (le contrat didactique) et ce qui est à connaître (le milieu didactique) et une dialectique entre ce qui est dit/montré du savoir (l'expression didactique) et ce qui en est tu/caché (la réticence didactique). Dans le champ scientifique, les pratiques langagières permettent de « parler » les sciences et leurs pratiques avec les savoirs. La TACD va alors s'intéresser aux ruptures et aux continuités entre ces deux champs dans une dialectique entre jeux d'apprentissage de la relation didactique et jeux épistémiques des connaisseurs (Santini, 2021).

Notre communication vise à questionner plus avant une possible articulation entre CAP et TACD, dans une approche comparatiste, et à discuter leurs possibles apports réciproques dans l'étude des situations didactiques, à la suite de premiers travaux qui ont pu en montrer l'intérêt (Santini et Crépin-Obert, 2015 ; Santini et Chalak, 2021).

Analyses croisées CAP/TACD

Le corpus étudié est une reprise de nos données de thèse (Chalak, 2012 ; Santini, 2009). Ce nouveau corpus rassemble les séquences d'enseignement portant sur un même enjeu de savoir, le magmatisme, et conçues dans une coopération chercheur-professeur (séquences forcées en CAP et ingénierie didactique coopérative en TACD). Ces séquences recouvrent l'ensemble du curriculum pour le magmatisme de l'enseignement primaire et secondaire en France (CM1/CM2, Quatrième et Terminale). Dans ce texte, nous faisons le choix de présenter une partie de l'analyse croisée CAP/TACD de la séquence de Terminale. Nous commençons par présenter brièvement l'analyse déjà réalisée en CAP, puis l'analyse nouvellement réalisée en TACD. Ceci est rendu possible par une méthodologie partagée d'utilisation de films de classe, et de leurs retranscriptions, comme données essentielles pour documenter, et analyser, le fonctionnement des systèmes didactiques.

Une analyse en CAP et sa reprise en TACD : le magmatisme en Terminale

La classe de Terminale de notre étude de cas étudie le volcanisme des zones de subduction, c'est-à-dire dans des régions où une plaque tectonique passe sous une autre. En zone de

subduction, la simple augmentation de température ne permet plus d'expliquer la fusion des roches du manteau. Elle s'explique par un abaissement du point de fusion dû à la présence d'eau.

La première séance de classe commence par un travail individuel qui a pour consigne : « Représenter sous la forme d'un schéma accompagné d'un texte le fonctionnement d'une zone de subduction, permettant d'expliquer la répartition des foyers des séismes et des volcans ». Cette consigne est ensuite travaillée en groupes et débouche sur la production d'affiches grand format (cf. fig. 1).

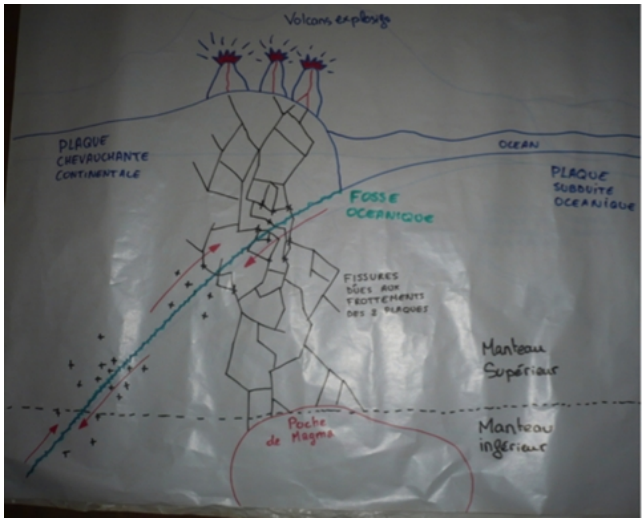


Figure 1 : affiche d'un groupe d'élèves (Chalak, 2016, annexe 1 en ligne)

La deuxième séance consiste en un débat à partir des affiches produites lors de la première séance. L'analyse didactique de ce débat est modélisée en CAP dans un espace de contraintes (cf. fig. 2).

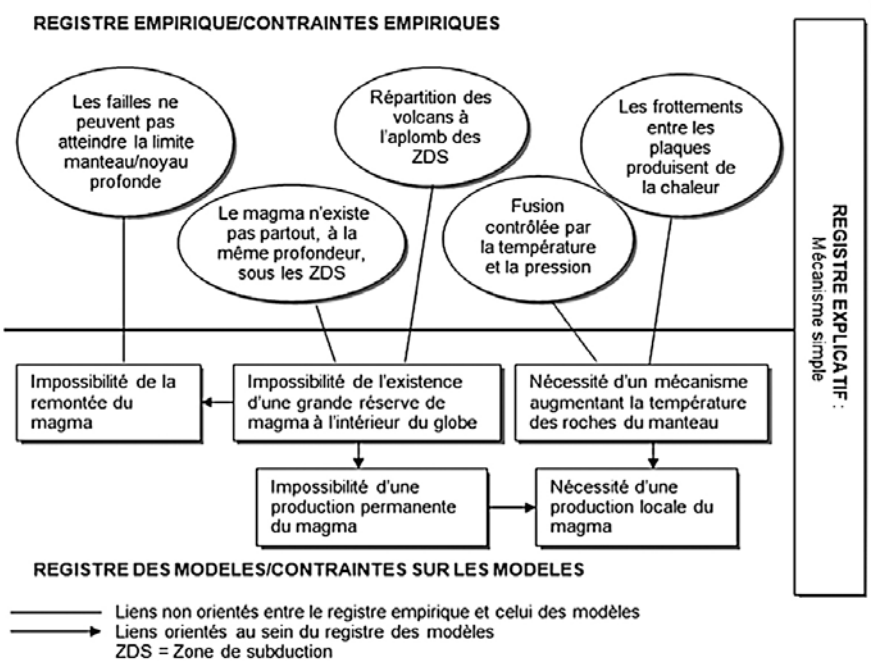


Figure 2 : espace de contraintes en jeu lors du débat (Chalak, 2016, p. 87)

La construction de cet espace de contraintes se réalise à partir d'une retranscription de la séance de débat filmée. Par exemple, avec l'extrait 1 ci-dessous, le déroulement du débat rend impossible l'explication représentée avec la figure 1.

Extrait 1 : l'impossibilité de la remontée du magma

> 69. Professeur. Alors s'il y en a, si on raisonne euh selon votre schéma, du magma remonterait aussi par ces fissures qui seraient à gauche ?
> 70. Antoine. Oui mais là euh...
> 71. Professeur. Donc on aura des volcans, plus à gauche sur la plaque chevauchante.
> 72. Antoine. Mais là on imagine aussi que, que là, enfin il y a une très importante profondeur à gauche, puisque on voit bien qu'on a des épicentres, c'est beaucoup plus profond, donc euh ça va peut être trop loin, la croûte euh ça va peut être trop loin pour que le magma puisse remonter jusqu'ici. Puisqu'on imagine que sans la poche de magma en fait, il y aurait eu une fissure euh comme ça et que le magma euh puisse les agrandir jusqu'à, jusqu'à la croûte.
> 73. Paul. Oui mais si on part de votre raisonnement, les séismes qui sont les plus profonds, enfin ils sont quand même à une profondeur qui est, enfin proportionnellement ils sont très très bas et comment est-ce que les séismes de profondeur moyenne ils arriveraient à créer des failles euh jusqu'au manteau inférieur ? Enfin si les autres, les séismes profonds, ils ne peuvent pas remonter à la surface, enfin les failles ne peuvent pas remonter à la surface.
> 74. Antoine. Bonne question. On n'avait pas pensé à ça...

Cette impossibilité de la remontée du magma participe du registre des modèles de l'espace de contraintes en CAP en lien avec un registre empirique bien identifié (cf. fig. 2).

En TACD, l'analyse de l'action conjointe élève-professeur va permettre de déterminer comment est construite cette impossibilité et quelle est la part de chacun. Au début de l'extrait, le professeur fait fonctionner l'explication représentée par l'affiche : les croix de gauche sont des foyers de séismes et devraient également produire une remontée de magma avec des volcans en surface, mais ce n'est pas ce qui est représenté (TDP 69-71). Antoine répond que cette remontée existe mais n'atteigne pas la surface (TDP 72). Paul reprend cet argument et le prolonge pour avancer que les fractures représentées ne pourraient pas non plus atteindre le manteau inférieur (TDP 73). Antoine semble convaincu (TDP 74). Dans cet extrait, l'affiche est un objet central du milieu didactique pour le débat, et c'est un contrat didactique de modélisation à partir d'éléments géologiques déjà connus (failles, volcans explosifs, plaques tectoniques, etc.) qui permet d'étudier ce milieu. En particulier, cette étude va permettre des inférences à partir de ce qui est représenté sur l'affiche pour rendre impossible l'explication qui y est proposée (TDP 69, 71 et 73).

L'analyse en TACD va également rendre sensible la manière dont ce professeur met en œuvre la dialectique réticence-expression dans sa pratique langagière. Ainsi, il exprime des inférences à partir des éléments de l'affiche tout en faisant preuve de réticence sur ce qu'il sait de leur véracité (TDP 69 et 71). Cet équilibre permet les interventions d'Antoine et de Paul quant à la possibilité de volcans à l'arrière de l'arc de subduction. Cet équilibre réticence-expression était déjà présent dans les tours de parole précédant l'extrait 1 :

Extrait 2 : un équilibre réticence-expression déjà présent avant l'extrait 1

> 52. Victor. C'est-à-dire que c'est la pression qui fait que le magma remonte.
> 53. Antoine. Voilà ! On pense que la pression du magma qui s'infiltre dans les failles euh les agrandit.
> 54. Lise. Comment il se forme le magma ?
> 55. Antoine. Comment il se forme le magma ! On a vu ça en cours de Première.
> 56. Lise. Comment il arrive à cet endroit là ? xxx à côté.
> 57. Antoine. Ben justement, parce que là en fait j'ai dit, là c'était schématique mais on peut imaginer qu'elle est beaucoup plus grande la poche et euh, vas-y Lahcen.
> 58. Lahcen. Mais si la poche était beaucoup plus grande il n'y aurait pas qu'une seule ligne de volcan, il y en aurait surtout d'autres
> 59. Antoine. Il y en aurait surtout d'autres, ben euh
> 60. Lahcen. Comme on avait dit que c'était parallèle à la limite des plaques.
> 61. Antoine. Oui mais les séismes euh il y en a surtout ici.
> 62. Lahcen. Non mais faut arrêter xxx
> 63. Pierre. Ça c'est schématique, voilà c'est euh...
> 64 Professeur. Pour aller dans le même sens, toutes les petites croix c'est les foyers des séismes ?
> 65. Antoine. Oui.

66. Professeur. D'accord. Pourquoi est-ce que vous n'avez des fissures que là où vous les avez représentées, pourquoi on n'en a pas à gauche par exemple ? y en a aussi ou pas ?
67. Pierre. Oui y en a
68. Antoine. Y en a parce que euh

L'analyse de la dialectique réticence-expression du professeur montre comment l'extrait 2 prépare l'extrait 1. Cela commence par des élèves qui présentent leur affiche sans intervention du professeur (TDP 52-63). Dans cette présentation, la question de la formation du magma en zone de subduction est identique à celle en zone de dorsale océanique apprise l'année précédente (TDP 55). Ceci n'est pas remis en question et le débat ne porte plus sur la formation du magma (TDP 56-60). Le professeur intervient alors pour faire confirmer que toutes les croix le long de la plaque plongeante sont bien des séismes (TDP 64). Il demande alors si les séismes en aval de la plaque plongeante devraient être représentés avec des « fissures » comme le sont les séismes en amont (TDP 66). Antoine et Pierre répondent que ce devrait être le cas (TDP 67 et 68).

Une reprise de l'analyse des deux extraits dans leur chronologie fait alors apparaître une forte expression didactique du professeur concernant les séismes le long de la plaque plongeante accompagnée d'une forte réticence didactique sur l'origine du magma. Cette dialectique réticence-expression se double d'une dialectique contrat-milieu dans laquelle une rétroaction du milieu va fournir une raison – la profondeur moyenne des séismes ne permet pas une fracturation jusqu'au manteau – qui va rendre caduc un contrat didactique de volcanisme de dorsale (le magma se forme dans le manteau et remonte par un réseau de fractures).

Conclusion

L'analyse des pratiques langagières en CAP a pour résultat une modélisation de la problématisation du débat sous la forme d'un espace de contraintes. L'analyse des pratiques langagières en TACD a pour résultat une description de l'action conjointe élève-professeur à l'œuvre dans cette problématisation dans une double dialectique contrat-milieu/réticence-expression. La comparaison des analyses CAP/TACD nous conduit à proposer que les résultats produits, espace de contraintes et double dialectique contrat-milieu/réticence-expression, puissent participer ensemble d'un même système de descriptions des pratiques langagières, permettant ainsi de mieux comprendre l'action didactique, mais également de la transformer. Parmi d'autres configurations, il nous apparaît possible que cela puisse permettre de comparer des débats mettant en jeu des problématisations similaires, notamment dans des cycles itératifs de mise en œuvre de séances produites avec des professeurs. Il s'agirait alors de mieux comprendre ce qui se joue dans ces débats pour les améliorer et permettre à d'autres professeurs de se les approprier.

Bibliographie

Chalak, H. (2012). *Conditions didactiques et difficultés de construction de savoirs*

problématisés en sciences de la Terre. [Thèse de Doctorat en Sciences de l'Éducation]. Université de Nantes - Université Saint-Joseph de Beyrouth.

Chalak, H. (2016). Outils d'aide à la problématisation. *RDST*, *14*, 63-94. https://doi.org/10.4000/rdst.1423

Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences*. De Boeck.

Santini, J. (2009). *Caractérisation de l'élaboration conjointe de la compréhension conceptuelle et des performances associées.* [Thèse de Doctorat en Sciences de l'éducation]. Université de Rennes 2.

Santini, J., et Crépin-Obert, P. (2015). Analyse comparée de séances de géologie à l'école primaire. *RDST*, *11*, 25-52. https://doi.org/10.4000/rdst.991

Santini, J. (2021). *Comprendre des concepts.* Presses Universitaires de Rennes.

Santini, J., & Chalak, H. (2021). Problématisation et Théorie de l'action conjointe en didactique. In M.J. Gremmo (Éd.), *Pour une reconstruction de la forme scolaire* (Vol. 1, p. 167-188). LISEC.

Sensevy, G. (2011). *Le Sens du Savoir.* De Boeck.

Processus de sémiose dans un débat scientifique sur le concept d'articulation

Analyse croisée du point de vue de deux cadres didactiques : l'insécabilité des modes d'agir-parler-penser ?

Lhoste, Yann[(1)], Marlot, Corinne[(2)]
[(1)]U. des Antilles ; CRSE, ULB – Belgique ; Lab-E3D, U ; Bordeaux - France
[(2)]UER MS, HEP Vaud – Suisse ; Acté, U. de Clermont Auvergne – France ; CREAD, U. de Bretagne Occidentale - France

Symposium de rattachement : Analyse des pratiques langagières : comparaison des cadres théoriques et méthodologiques en didactique des SVT (2)

Résumé

Nous nous intéressons à la façon dont les élèves construisent des significations partagées et plus particulièrement aux processus de sémiose en jeu dans les apprentissages scientifiques. Nous comparons comment nous pouvons les comprendre à partir de deux cadres théoriques et méthodologiques différents (celui de la théorie de l'action conjointe en didactique et celui de la modélisation de la structuration des contextes). Cela nous permet de mettre en discussion les deux cadres convoqués dans une perspective de didactique comparée et dans leurs apports respectifs et complémentaires à la compréhension de phénomènes didactiques en biologie.

Mots-clés :

Sémioses, TACD, contexte

Contexte

Cette contribution représente un pas de plus par rapport à une communication faite lors des dernières rencontres scientifiques à l'ARDiST en 2021. Dans cette contribution, nous avions fait état de notre cadrage théorique et méthodologique que nous ne reprendrons pas en détail ici faute de place. Nous y ferons juste une rapide illusion dans la présentation du cadre théorique et nous irons rapidement au problème que nous souhaitons travailler dans cette communication.

Cadre théorique

Pour dire les choses de manière synthétique, l'analyse des situations d'enseignement et d'apprentissage en termes de structuration des contextes (MSC) et la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD) constituent deux modélisations des savoirs différentes mais suffisamment proches pour engager une mise en dialogue. En effet, l'objet de nos analyses est bien le système didactique dans son ensemble en prise avec son contexte d'existence.
Dans les 2 cas nous travaillons à partir d'étude de cas et la focale des analyses didactiques concerne l'action didactique effective.
La TACD (Sensevy, 2011), appréhende la production des discours du professeur et des élèves comme la manifestation de *transactions didactiques* dont le savoir est l'objet transactionnel. Le préfixe *trans* engage donc le chercheur didacticien à explorer (dans le langage) ce qui est « transmis », en termes d'objets de savoir, tout autant que ce qui est « transformé », en termes d'objets du milieu de l'étude et selon quelles règles (Marlot, 2014).
MSC (Lhoste, 2017) articule principalement deux niveaux du contexte : le contexte problématique analysé avec les outils du cadre théorique de l'apprentissage par problématisation et le contexte intersubjectif qui vise à décrire/comprendre comment la classe sous la conduite du professeur et la médiation des savoirs construit progressivement un cadre commun d'activité qui peut devenir pertinent au regard des savoirs en jeu.
Nous partageons également l'idée d'une insécabilité entre les savoirs et les pratiques de savoirs, dont l'équipe bordelaise a construit le syntagme d'agir-parler-penser qui pose l'insécabilité des contenus et des démarches, agir-parler-penser qui embarque les savoirs autant que les pratiques/usages de savoir en tant que savoirs culturels disciplinaires.
Analyser les interactions didactiques du point de vue langagier nous permet de saisir la façon dont les élèves construisent des significations partagées qui portent à la fois sur les objets de savoir et les pratiques de ces savoirs.
C'est à partir de ces éléments que nous posons la question suivante : « En quoi la mise en dialogue de nos 2 cadres du point de vue de l'analyse des interactions langagières contribue-t-elle à augmenter l'intelligibilité de certains phénomènes d'enseignement et d'apprentissage, notamment la construction de significations partagées qui portent à la fois sur les objets de savoir et les pratiques de ces savoirs ».

Méthodologie

Nous nous focalisons sur l'analyse d'un moment de débat en classe de CM1-CM2, portant sur le concept d'articulation. La séquence observée (annexe 1) a été co-construite par des enseignants et des chercheurs sur le mode d'une séquence forcée (Orange, 2010) dans le but de faire construire aux élèves le problème de l'articulation qui relève d'un paradoxe. En effet pour que le membre supérieur puisse plier et déplier au niveau du coude tout en étant d'un seul tenant, il y nécessité d'un dispositif anatomique qui permet, à la fois, d'assurer : 1/ la possibilité de plier au niveau du coude et, simultanément, 2/ la continuité des segments osseux qui forment l'armature du bras et de l'avant-bras.

Dans cette communication, nous ne considérerons que la présentation du groupe 1 dont le schéma est présenté en annexe 2.

Notre matériau d'analyse est constitué des productions langagières écrites et orales des élèves et de l'enseignant lors de la phase 3 de la séquence. La méthode d'analyse se décline en 3 moments :

M1 : Construction du synopsis des séances 3 et 4 (phase 3 du débat). La dimension multiscalaire de l'analyse doit rester présente afin de ne pas perdre de vue le contexte propre à la situation de débat étudiée.

M2.1 : Analyse des interactions langagières (TACD).

Cette analyse nécessite des allers-retours entre le grain mésoscopique (celui des jeux d'apprentissage) et le grain microscopique (épisodes significatifs). La catégorie de description retenue est celle du triplet des genèses, qui sera affinée par la notion de dialectique contrat/milieu et celle de configuration topogénétique (Marlot, 2014). Nous tentons de caractériser les objets du milieu dans lesquels sont cristallisés les savoirs en jeu, du point de vue de leur appartenance à des mondes différents (Tiberghien & Vince, 2005).

M2.2. : Analyse des interactions langagières (MSC)

Les interactions sont analysées au niveau microscopique avec différents outils : les traces de problématisations (Orange, 2012), les processus de construction des objets de discours, les processus de secondarisation des discours et les mécanismes de déplacements des positionnements énonciatifs (Fillon et al., 2004).

M3 : Analyse croisée selon les 2 cadres : les implications didactiques et épistémologiques de la construction de significations partagées dans le cadre d'un débat scientifique. Les analyses du moment 2 (M2) sont mises en dialogue afin de raffiner encore les compréhensions construites afin de produire une sorte de connaissance approchée du phénomène de sémiose.

Résultats : l'analyse du débat

Pour les besoins de cette présentation, nous nous focalisons sur les résultats de l'analyse croisée selon les 2 cadres (M3).

Analyse en termes d'insécabilité des savoirs et des pratiques de savoir : les moments de conjonction

Le pilotage par la focalisation de l'attention des élèves sur le repérage de traits pertinents, d'identification de contraintes et la construction de nécessités (idées explicatives), nous autorise à produire certaines conjectures.

La mise en regard de nos 2 analyses, nous amène à produire les mêmes conclusions concernant d'une part l'émergence de l'agir-parler-penser en tant que pratiques culturelles du savoir scientifique et d'autre part l'articulation de cet agir-parler-penser avec la co-construction des premières connaissances.

On notera, dans ce premier moment de débat, un développement plus important des connaissances relatives aux pratiques de savoir que des connaissances liées au contenu en jeu.

Le tableau en annexe 3 donne à voir comment chacun des 2 cadres identifie cette émergence des pratiques de savoir (PPA) dans le débat dans le cas où on peut observer une conjonction entre pratique de savoirs et savoirs.

La lecture de ce tableau montre une convergence des analyses dans leur capacité respective à saisir ces éléments relatifs à la pratique de savoirs scientifiques, tout autant qu'à saisir les éléments de savoir en cours de construction.

Au-delà d'une convergence, on peut observer une complémentarité qui produit effectivement une intelligibilité plus grande de ces processus de sémiose, dès lors qu'il s'agit de considérer l'apprentissage de pratiques de savoir, caractéristiques de la culture scientifique.

Un moment de disjonction

Comme nous l'avons mis en évidence, les objets de discours des élèves ne sont pas toujours pertinents par rapport à l'objet de savoir visé par le professeur dans cette séance. Les élèves évoquent d'autres objets (le sang, le dioxygène, le dioxyde de carbone, les muscles). Il est intéressant de noter que l'enseignant ne traite pas de la même manière ces autres objets de discours. Pour ce qui relève des problèmes relatifs à la nutrition, rapidement l'enseignante ferme les développements de la discussion dans cette direction, par une position topogénétique de type AN/RD-/3 (annexe 4)

Ce processus de fermeture d'un problème, non pertinent au regard de l'objet d'étude aura lieu à chaque fois de la même manière à plusieurs moments du débat.

Pour ce qui relève de l'objet de discours muscle, son traitement par le professeur n'est pas le même et nous y voyons un moment de disjonction : disjonction entre l'objet de savoir principal en jeu dans ce débat (le concept d'articulation) et ce qui est discuté par les élèves du groupe 1 (le rôle des muscles), qui est un autre problème en réponse au problème « qu'est-ce qui fait bouger », là où celui de l'articulation serait formulé en ces termes : « comment faire tenir le bras tout en lui permettant de plier au niveau du coude ».

Si nous acceptons l'idée de disjonction, il est intéressant de pointer que les interventions de l'enseignant restent cohérentes avec les enjeux de l'agir-parler-penser scientifique. Le professeur réoriente l'activité des élèves sur des problèmes explicatifs (quel est le rôle des

muscles, comment ça fonctionne) et il tente d'amener les élèves à conquérir un raisonnement interobjectal nécessaire pour comprendre l'articulation (annexe 5).
En 72 et 74, les deux interventions de l'enseignant : « qu'est-ce que vous en pensez, est-ce que cela fonctionne ou pas » vise à disciplinariser les manières d'agir-parler-penser des élèves. Agir-parler-penser en science c'est s'inscrire dans le champ de la controverse scientifique en ne se contentant pas du « elle n'arrive pas trop à expliquer » de Ma en 73, mais en expliquant précisément ce qui résiste à l'explication « les muscles ne servent à rien » de Fla en 75.
Ainsi, les moments de disjonction peuvent être caractérisés comme suit : le professeur transmet aux élèves les modes d'agir-parler-penser de la discipline scientifique mais sur un objet de discours qui n'est pas nécessairement l'objet de savoir visé par l'étude.

Discussion et ouverture

Au terme de cette première analyse, nous faisons l'hypothèse, concernant les stratégies enseignantes de 3 types de modalités de conjonction / disjonction entre les savoirs et les pratiques de savoir :

- Conjonction : l'enseignante donne à voir conjointement les objets de discours et les manières d'agir-parler-penser pertinents au regard des objets de savoir visés par l'enseignement ;
- Disjonction quand l'enseignante travaille avec les élèves autour des modes d'agir-parler-penser spécifiques de l'activité scientifique mais sur des objets de discours qui s'éloignent de l'objet de savoir visé ;
- Nous imaginons même qu'il puisse y avoir des moments de disjonctions entre le savoir transmis et les pratiques de savoir données à voir aux élèves par l'enseignant.

Il sera intéressant d'étudier la dimension heuristique de ces propositions et ce qu'elles produisent en termes d'acculturation scientifique. Il s'agira également de resituer ces considérations dans l'ordinaire de la classe en tant que stratégies de l'enseignant (plus ou moins assumée) et qui peut donner lieu à des effets de contrat (Topaze/ Jourdain). Dans cette direction, la notion d'équilibration didactique Contrat/milieu et de structuration des contextes peut contribuer à comprendre et expliquer l'émergence de ces différentes modalités et de leurs liens avec les processus de sémiose.

Bibliographie

Fillon, P., Orange, C., Peterfalvi, B., Rebière, M. & Schneeberger, P. (2004). Argumentation et construction de connaissances en sciences. In J. Douaire (éd.). Argumentations et disciplines scolaires. Lyon : INPR (pp. 203-247).

Lhoste, Y. (2017). *Épistémologie et didactique des SVT*. Bordeaux : Presses universitaires de Bordeaux.

Marlot, C. (2014). Le processus de double sémiotisation au cœur des stratégies didactiques du professeur. Une étude de cas en découverte du monde vivant au cycle 2. *Revue Suisse des Sciences de l'Éducation*. 36 (2), 307-332.

Orange, C. (2010). Études de situations « forcées ». Quelles méthodes pour les recherches didactiques s'appuyant fortement sur les productions des élèves et de la classe ? In *Actes de l'AREF 2010*, Genève.

Orange, C. (2012). Enseigner les sciences. Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe. Bruxelles : De Boeck.

Sensevy, G. (2011). Le sens du savoir. Éléments pour une théorie de l'action conjointe en didactique. Bruxelles : De Boeck.

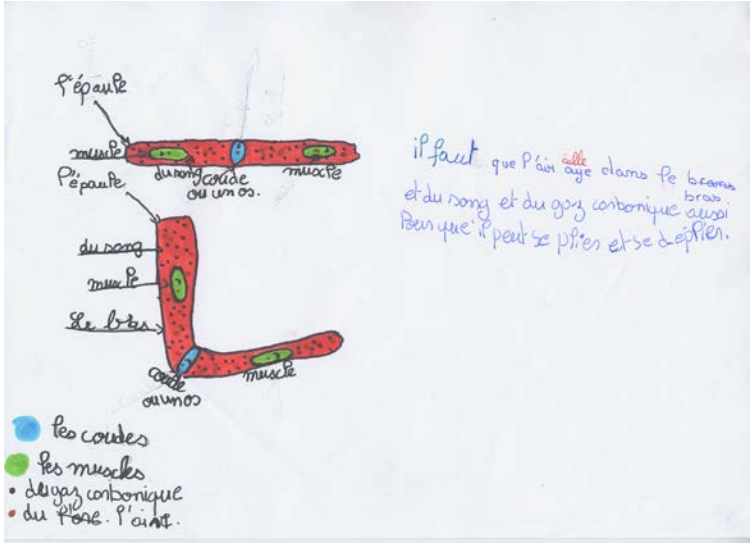
Tiberghien, A., & Vince, J. (2005). Étude de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique. Cahiers du français contemporain, Lyon : INRP.

Annexes

ANNEXE 1. La séquence dont est extraite le débat qui donne lieu à l'analyse comparative (focus sur la phase 3)

Phases du projet	Productions obtenues
Phase 1 : Prise d'explication individuelle portant sur une question de fonctionnement.	Production individuelle et écrite d'un schéma annoté, à partir de la question de fonctionnement suivante : ***Comment le bras peut-il se plier et se déplier au niveau du coude ?***
Phase 2 : Prise d'explication par groupes homogènes du point de vue conceptuel.	Production par chaque groupe, d'un nouveau schéma (même question que lors de la phase 1).
Phase 3 : Débat visant la position du problème par l'explicitation et l'analyse, par le groupe-classe, des différents modèles produits Séances 3 et 4	Production orale : enregistrement des propos tenus au cours du débat. Production écrite sur affiche d'un récapitulatif de ce que pense le groupe et des critiques émises par le groupe-classe.
Phase 4 : Débat visant la construction du problème par l'émergence des contraintes et nécessités significatives pour la classe, et leur mise en relation.	Production orale : enregistrement des propos tenus au cours du débat. Production écrite sur affiche présentant les contraintes et les nécessités en jeu dans la classe, et leur mise en relation.
Phase 5 : Résolution du problème par : - recherche d'informations dans des documents experts ; - mise en relation de ces informations avec l'espace de contraintes ; - reconstruction d'un nouveau modèle.	Production orale : enregistrement des propos tenus au cours du débat visant la mise en relation des informations fournies par les documents experts, avec l'espace de contraintes. Production écrite sur affiche présentant les informations significatives retenues. Nouvelle production individuelle et écrite d'un schéma annoté.

ANNEXE 2. Production de groupe 1 discutée dans l'épisode analysé



Annexe 3. Double analyse d'un moment de conjonction

Construire un fait scientifique (épisode 1.1.1)	L'étude de la dialectique contrat-milieu et de la mésogénèse montre que l'attention des élèves est focalisée sur certains objets du milieu-schéma qui cristallisent un enjeu central du savoir – l'articulation coude-os et qui représentent un fait scientifique en tant que trait pertinent.	Focus sur l'objet de discours « coude » en lien avec un autre objet du discours « os »
Notion de modèle et limites de la représentation (épisode 1.2.1)	La mésogénèse montre que Le milieu initial (le schéma du groupe 1) s'est enrichi d'un nouvel objet (le bras de l'élève Sam). La mise en relation des 2 objets schéma-bras (par l'élève) fait émerger implicitement la notion de modèle et les limites de la représentation	Construction du modèle sur la contrainte empirique (l'os est dur)
Un schéma est recevable s'il est le support d'une explication valide (démonstration et non intuition) épisode 2.1.1	la dialectique contrat-milieu permet de faire émerger la question de la recevabilité du schéma. Cette question, si elle participe indirectement de la production des connaissances sur le mouvement du bras, produit une forme d'acculturation à la pensée scientifique, propre à l'apprentissage par problématisation	L'enseignant réoriente l'attention des élèves sur des mise en relation interobjectales (muscle et bras), ce qui engage une réflexion critique sur la possibilité du modèle du groupe .

La nécessité de s'appuyer sur des faits pertinents et partageables sans équivoque par tous (épisode 2.1.1)	la topogénèse montre qu'une règle se construit dans les interactions : la validation (ou l'invalidation) des modèles explicatifs doit s'appuyer sur des faits pertinents et partageables sans équivoque par tous	Raisonnement sur les possibles au regard des objets de discours sélectionnés.
En sciences, on s'intéresse aux faits qu'on peut objectiver (on s'intéresse à ce qui apparaît) épisode 2.2.1	La topogénèse donne à voir un principe énoncé par l'enseignant (qui abandonne l'hypothèse du rôle de l'oxygène dans la flexion du bras) E-124 : « On va peut-être laisser de côté l'oxygène et le gaz carbonique pour s'intéresser à ce qui apparaît dans le bras. Ici on a des muscles et on a ce qu'elles appellent un os au niveau du coude »	Réorientation de l'activité des élèves sur les objets de discours os/coude Fermeture du problème de nutrition et focalisation sur le schéma. Émergence d'une communauté discursive scientifique scolaire.
L'argumentation sur les possibles (épisode 2.3.1)	La mésogénèse montre que Le milieu initial (schéma du groupe 1) est réinterrogé en faisant entrer des éléments précédemment construits : contraintes et contradiction. Cet enrichissement du milieu autorise une analyse critique en termes de possible/impossible. La topogénèse montre comment le raisonnement des élèves se met en place au travers des interactions pilotées par l'enseignant (s'il n'y a pas… donc …. Or…)	Mise en tension entre le registre empirique et le registre des modèles par une critique du schéma. Geste de l'enseignant de partage du problème pour amener les élèves vers une reformulation des contraintes. Il aide à l'explicitation du raisonnement implicite d el'élève en jouant sur une forme de raisonnement par l'impossible au niveau du référent empirique. Ainsi se fait la mise en relation des 2 registres.

Annexe 4. Analyse d'un moment de disjonction

124.	E : On va peut-être laisser de côté l'oxygène et le gaz carbonique pour s'intéresser à ce qui apparaît dans le bras. Ici on a des muscles et on a ce qu'elles appellent un os au niveau du coude. Elles ont fait des muscles et un os au niveau du coude. Il n'y a rien qui interpelle par rapport à ça ?	Fermeture problème nutrition Focalisation sur le schéma -> « ce qui apparait dans le bras » -> réorientation de l'activité des élèves OD – muscles / os / coude CDSS	AN/RD-/3

Annexe 5. Analyse d'un autre moment de disjonction

59	E : Vous auriez voulu en faire d'autres ?/ A quoi servent les muscles sur votre schéma ?	Réorientation sur la fonction	AC/RD+-/2 AN/RD+-/3
60	Morgane : A se plier et se déplier (plie et déplie so n bras).	Revient à la question de départ – OD bras – raisonnement intra objectal	
61	Samira : Pour que le gaz carbonique soit distribué.	Diversion de la question de la nutrition	
62	Mariem : Il est fabriqué, pas distribué.		
63	E : Alors quel est le rôle des muscles sur votre schéma ?	Réorientation sur la fonctionà	AN/RD+-/3
64	Morgane : C'est grâce aux muscles que le bras, il se plie.	OD bras – raisonnement intra objecta l	
65	E : Pouvez-vous expliquer comment les muscles font pour que le bras se plie ?		AN/RD+-/3

66	Samira : Ils se gonflent.	Raisonnement intra-objectal déplacé sur le muscle	
67	Morgane : ben parce qu'il faut de l'air Dans les muscles, il y a de l'air et du gaz carbonique. C'est grâce à l'air.	OD air/gaz carbonique (« diversion nut) – raisonnement intraobjectal	
68	E : Et alors comment ça fonctionne ? /Tu as dit « ils se gonflent »./ Alors comment ça peut faire plier le bras ?	Réorientation -> vers des mises en relation (muscle -> bras) / intente interobjectal	AN/RD+/3 AC/RD+/1 AN/RD+/3
69	……		
70	E : concrètement Imaginons que ça, ça gonfle (montre un muscle sur le schéma)/. Comment ça peut faire pour que mon bras plie ?	Réorientation -> vers des mises en relation (muscle -> bras) / intente interobjectal	AA/RD+/2 AN/RD+-/3
71	……Morgane fait non de la tête.		
72	E : Alors les autres qu'est-ce que vous en pensez ? Est-ce que ça fonctionne ou pas ?	CDSS : dim critique	AN/RD+-/3
73	Marina : Non. Elles arrivent pas trop à expliquer.	Explication - global	
74	E : Qu'est-ce qui vous fait dire que ça ne fonctionne pas ?	CDSS : dim critique	AN/RD+/3
75	Flavien : Les muscles, ils servent à rien.	OD muscles -> raisonnement intraobjectal	

Langages

Découvrir le vivant animal à l'école maternelle : le dessin pour développer l'observation et la réflexion des élèves

Chalmeau, Raphaël[(1)], Lafitole, Monique[(2,3)], Mourgues, Sophie[(2,3)], Ramos Beato Maéva[(2)], Bergamaschi, Gabrielle[(2)] & Mortelecque, Lucile[(2)]
[(1)] INSPE Toulouse Occitanie Pyrénées, Structure Fédérative de Recherche - Apprentissage, Education Formation (SFR-AEF) & Laboratoire Geode - UMR 5602, Université Toulouse Jean Jaurès, Toulouse - France
[(2)] Ecole Maternelle d'application Maurice Bécanne, 31300 Toulouse – France
[(3)] INSPE Toulouse Occitanie Pyrénées, Maîtresses formatrices Master MEEF premier degré, Toulouse - France

Résumé

Les élevages constituent un dispositif pédagogique particulièrement approprié à la construction d'une démarche d'observation dès l'école maternelle. Dans ce contexte, ils permettent de travailler des notions biologiques ainsi qu'une première responsabilisation à l'égard du vivant animal. Si les relations entre langage et sciences ont nourri les recherches dès l'émergence de la didactique des sciences, le questionnement autour des écrits scientifiques en maternelle, tel que le dessin d'observation, reste encore relativement rare. Nous proposons, à partir d'une étude réalisée dans quatre classes de maternelle engagées dans une démarche d'investigation sur la vie de différents animaux, d'explorer dans quelles mesures les élèves caractérisent le dessin d'observation et le distinguent du dessin de représentation.

Mots-clés :

Dessin de représentation ; Dessin d'observation ; École maternelle ; Élevage ; Animal.

Cadre théorique

Les relations entre langage et sciences pour construire un raisonnement scientifique

La didactique des sciences, dès son origine, s'est intéressée aux relations entre langage et sciences (Bisault, 2005 ; Fillon & Vérin, 2001). En effet, Host (1980, p. 12) indiquait que les « activités de communication et de symbolisation, matérialisées par des productions orales, écrites et graphiques » articulées aux activités scientifiques permettent « la progression de la pensée scientifique des élèves ». Les productions graphiques des élèves de maternelle sous forme de dessin sont des écrits qui nourrissent la démarche d'investigation (Charles, 2021 ; Delserieys & Kampeza, 2020).

La confrontation orale des conceptions initiales ou des représentations des élèves, considérées comme le système explicatif auquel ont recours les élèves pour décrire un « objet » ou phénomène scientifique, est une étape importante de la démarche d'investigation en favorisant le questionnement et la problématisation (Astolfi, 1984 ; Giordan & De Vecchi, 1987 ; Orange & Orange Ravachol, 2013). A l'école maternelle, les dessins de représentation sont souvent utilisés pour matérialiser ces représentations et permettre aux élèves de se poser des questions afin d'entrer dans une démarche réflexive.

L'élevage en classe : un support pour développer les compétences d'observation

Les élevages constituent un dispositif recommandé dans les programmes de l'école pour travailler sur les caractéristiques du vivant animal. Cette pratique n'est pas nouvelle et trouve sa place dans le curriculum dès l'école maternelle[15] (Charles, 2015, 2020 ; Dell' Angelo-Sauvage et al., 2014). Il s'agit alors de construire des apprentissages scientifiques (caractéristiques biologiques des animaux), méthodologiques (dessin d'observation, démarche expérimentale) et éthiques (responsabilisation à l'égard du vivant et de l'environnement).

La démarche d'observation est une compétence à développer dès la maternelle, il est indiqué dans les programmes que « l'enseignant propose des activités qui amènent les enfants à observer, formuler des interrogations plus rationnelles, construire des relations entre les phénomènes observés, (…) » (MEN, 2021). Comme le précise Calmettes (2000, p. 221), « on n'observe pas n'importe quoi, n'importe comment, avec une tête "vide" de toute connaissance antérieure ». Cette démarche d'observation implique réflexion et questionnement et dépend « des représentations qu'il a de sa tâche et du récepteur de sa production, de ses interrogations (…) ». De plus, les élèves doivent apprendre à respecter le vivant. Pour Coquidé (2015), le développement d'une posture « objective » de l'observateur n'est pas suffisant pour pouvoir appréhender toutes les caractéristiques du vivant. Elle plaide pour une approche phénoménologique intégrant une dimension d'expérience. La rencontre

[15] MEN (2021). *Programmes d'enseignement de l'école maternelle*. Bulletin officiel n°25 du 24 juin 2021.
MEN (2015). *Ressources maternelle - Explorer le monde du vivant, des objets et de la matière. Les élevages*. Eduscol. https://cache.media.eduscol.education.fr/file/Explorer/45/7/Ress_c1_Explorer_elevages_456457.pdf

directe avec d'autres êtres vivants, notamment au travers d'élevages, rend possible cette approche car l'élève en tant que « sujet est aussi touché par son rapport affectif et émotionnel au vivant » (Coquidé, 2015, p. 9).

Le dessin d'observation, un écrit scientifique au service de la démarche scientifique

Ainsworth, Prain & Tytler (2011, p. 1096) considèrent que « le dessin des élèves devrait être explicitement reconnu comme un élément clé de l'enseignement des sciences ». Trois fonctions majeures du dessin en sciences peuvent être identifiées (Delserieys, Fragkiadaki & Kampeza, 2021, p. 99) : (i) une fonction cognitive (support au développement d'une pensée abstraite), (ii) une fonction épistémologique (appropriation de normes scientifiques ; i.e. dessin d'observation), et enfin (iii) une fonction didactique (supports à la confrontation d'idées ; i.e. confrontation de dessins de représentations).
Dans le domaine de la didactique des sciences du vivant, le dessin d'observation constitue à la fois le support et le résultat d'une démarche d'observation (Dempsey & Betz, 2001 ; Fox & Lee, 2013 ; Guichard, 1998). Pour une tâche scolaire de réalisation d'un dessin d'observation, le critère de réussite principal est la ressemblance entre le dessin et ce qu'il représente, donc un certain degré d'iconicité avec des caractéristiques du réel (Baldy, 2005 ; Chalmeau & Verdugo De la Fuente, 2021 ; Chalmeau & Chalmeau, sous presse).

Nos questions de recherche s'intéressent aux fonctions épistémologiques et didactiques des dessins, intégrés dans une démarche d'investigation sur les animaux :
- dans quelle mesure les élèves de maternelle identifient et caractérisent le dessin de représentation et le dessin d'observation ?
- dans quelle mesure ces écrits participent à la démarche d'observation et à la réflexion des élèves ?

Méthodologie

Contexte de la recherche

Cette étude s'inscrit à la suite d'une recherche exploratoire déjà menée sur un petit nombre d'élèves de MS et de GS (4 et 5 élèves respectivement) dans une classe rurale multi-âges autour de l'observation et du dessin d'un poisson rouge (article sous presse à RDST). Elle visera à confirmer et à compléter les premiers résultats obtenus, dans une dimension quantitative puisse que l'étude présentée concerne 40 MS et 72 GS et elle s'étendra aussi aux élèves de PS (36 PS). De plus, elle permettra de documenter plus largement ce que les élèves construisent comme compétence d'observation, selon l'âge, selon l'animal étudié (cf. ci-après), et selon les pratiques pédagogiques des enseignantes (discussions par âge ou discussion par groupes hétérogènes sur les caractéristiques d'un dessin de représentation et d'un dessin d'observation). Nous analyserons également l'influence éventuelle de ces variables sur la production du dessin d'observation.

Elèves participants

Quatre classes de maternelle de l'école d'application Maurice Bécanne (Toulouse) participent à cette recherche collaborative[16]. Les classes sont toutes multi-âges (PS-MS-GS) et les élevages prévus concernent des escargots, des coccinelles, des canetons et enfin des vers à soie. L'unité d'apprentissage autour des élevages a été co-construite entre les enseignantes et l'enseignant-chercheur, afin de préciser les contenus en garantissant les enjeux en terme de savoirs scientifiques visés (développement animal et besoins des animaux), de démarche d'investigation (démarche d'observation et démarche expérimentale notamment) et de responsabilisation à l'égard des animaux.

Déroulement du projet

La séquence se décline dans chaque classe avec un déroulement identique lors des périodes 4 et 5 de l'année 2022. Les données sont recueillies en début de séquence (dessin de représentation), en milieu de séquence (dessins d'observation) et en fin de séquence (discussions autour des différences et points communs entre les deux types de dessins).

Données recueillies et analysées

Trois corpus complémentaires sont recueillis puis analysés. Il s'agit (1) des dessins de représentation des animaux impliqués dans l'élevage, (2) des dessins d'observation, et (3) des enregistrements des échanges à l'oral pour caractériser et différencier chaque dessin. Des critères d'analyses classiques des éléments dessinés par rapport au réel seront utilisés : présence, position relative et forme des parties du corps de l'animal. Par ailleurs, les échanges entre élèves, lorsqu'ils sont confrontés à leur dessin de représentation et à leur dessin d'observation, seront analysés afin d'établir ce que les élèves perçoivent des caractéristiques et des fonctions de ces deux écrits figuratifs. Pour cela, nous relèverons les justifications des élèves quant aux ressemblances ou différences identifiées entre dessin de représentation et d'observation d'une part, et entre dessin d'observation et animal réel d'autre part.

Résultats attendus

Les élèves devraient relever que les dessins d'observations sont moins différents entre eux que ne le sont les dessins de représentation.
Les compétences d'observation seront développées par le travail de réalisation du dessin d'observation, et seront le support d'un questionnement au service des apprentissages scientifiques. Celles-ci devraient conduire à la réalisation d'un dessin d'observation présentant davantage d'éléments ressemblants au réel par rapport au dessin de représentation.

---

[16] Cette recherche s'inscrit dans les recherches collaboratives financées par la structure fédérative de recherche - apprentissage, éducation et formation (SFR-AEF) de l'INSPE Toulouse Occitanie Pyrénées.

Eléments de discussion

Les résultats permettront de discuter de la contribution des différentes fonctions des dessins en sciences du vivant (fonctions cognitive, épistémologique et didactique ; cf. Delserieys, Fragkiadaki & Kampeza, 2021) et de leur contribution à la construction d'un raisonnement scientifique.

Les enjeux de la production et de l'utilisation de ces écrits par les élèves seront débattus au regard de leur contribution à la réflexion et au questionnement des élèves dans une démarche d'observation (Fox & Lee, 2013 ; Johnston, 2009) et plus largement dans une première éducation scientifique à l'école maternelle (Ledrapier, 2010).

Bibliographie

Ainsworth, S., Prain, V., & Tyler, R. (2011). Drawing to Learn in Science. *Science*, 333(6046), 1096-1097.

Astolfi, J.-P. (1984). L'analyse des représentations des élèves en sciences expérimentales : voie d'une différenciation de la pédagogie. *Revue française de pédagogie*, 68, 15-25.

Baldy, R. (2005). Dessin et développement cognitif. *Enfance*, 57(1), 34-44.

Bisault, J. (2005). Langage, action et apprentissage en sciences à l'école maternelle. *Spirale*, 36, 123-138.

Calmettes, B. (2000). Les dessins d'observation dans les premières phases d'étude d'objets et de phénomènes. *Aster*, 31, 217-243.

Chalmeau, R., & Verdugo De la Fuente, L. (2021). Apprendre à schématiser une expérience à l'école maternelle. *Grand N*, 107, 79-105.

Chalmeau, R., & Chalmeau, S. (Sous presse). Du dessin de representation au dessin d'observation pour découvrir le vivant à l'école maternelle. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies.*

Charles, F. (2015). Les rencontres des enfants avec le vivant à l'école maternelle. *SHS Web of Conferences*, 21, p. 03003. EDP Sciences.

Charles, F. (2020). Pratiques enseignantes en éducation scientifique et technologique à l'école maternelle: Perspectives curriculaires. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 21, 21-44.

Coquidé, M. (2015). « Se sentir vivant » : quels enjeux d'éducation biologique ? *SHS Web of Conferences*, 21, p. 03001. EDP Sciences.

Dell'Angelo-Sauvage, M., Simard, C., Coquidé, M., & de Montgolfier, S. (2014). Enseignements relatifs aux vivants : quelles valeurs, quelles missions et quels moyens des enseignants ? In Bernard, M.-C., Savard, A., & Beaucher, C. (dir.). *Le rapport aux savoirs : une clé pour analyser les épistémologies enseignantes et les pratiques de classe*, pp. 135-153. Québec : CRIRES.

Delserieys, A., & Kampeza, M. (2020). Le dessin comme outil d'enseignement-apprentissage en sciences à l'école maternelle. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 22, 93-122.

Delserieys, A., Fragkiadaki, G., & Kampeza, M. (2021). Dessiner et faire comprendre la formation des ombres. In F. Charles (Ed.), *Graines de scientifiques en maternelle : Explorer le monde du vivant, des objets et la matière*, pp. 97-118. EDP Sciences.

Dempsey, B. C., & Betz, B. J. (2001). Biological Drawing: A Scientific Tool for Learning. *The American Biology Teacher*, 63(4), 271-279.

Fillon, P., & Vérin, A. (2001). Ecrire pour comprendre les sciences. *Aster*, 33, 3-16.

Fox, J. E. & Lee, J. (2013). When children draw vs when children don't: Exploring the effects of observational drawing in science. *Creative Education*, 4(7), 11-14.

Giordan, A., & De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*. Neuchâtel-Paris : Delachaux et Nestlé.

Guichard, J. (1998). *Observer pour comprendre les sciences de la vie et de la Terre*. Paris : Hachette.

Host, V. (1980). Les opérations intellectuelles en activités d'éveil scientifique. *Repères. Recherches en didactique du français langue maternelle*, 58(1), 6-12.

Johnston, J. S. (2009). What Does the Skill of Observation Look Like in Young Children? *International Journal of Science Education*, 31(18), 2511-2525.

Ledrapier, C. (2010). Découvrir le monde des sciences à l'école maternelle : quels rapports avec les sciences ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 2, 79-102.

Orange, C., & Orange Ravachol, D. (2013). Le concept de représentation en didactique des sciences : sa nécessaire composante épistémologique et ses conséquences. *Recherches en éducation*, 17, 46-61.

Interactions langagières dans les classes de sciences au cycle primaire dans un contexte bilingue. Revue systématique de littérature

Fatme, Mehdi, Abdelkarim Zaid, Boyer, Catherine
Laboratoire CIREL, Université de Lille- France

Résumé

Cette intervention rapporte une partie de notre thèse. C'est une revue de littérature qui explore les tendances de recherche sur la relation entre les interactions langagières et l'enseignement des sciences au cycle primaire (élèves de 6 à 12 ans). Elle vise à mettre en évidence la manière dont la question du bilinguisme est prise en compte et traitée dans ces recherches. Cette étude concerne les articles publiés entre janvier 2010 et décembre 2021. L'analyse révèle que diverses perspectives conceptuelles ont été adoptées pour aborder une variété de questions de recherche qui peuvent être regroupées en quatre catégories : 1) les caractéristiques et les modèles de discours, 2) la multimodalité, 3) le « translanguaging » et 4) la relation entre langage quotidien et langage scientifique. Elle montre également que le sujet du bilinguisme en sciences figure dans 39% des articles analysés. Des propositions pour des recherches futures sont également présentées.

Mots-clés

Didactique des sciences ; interactions langagières ; bilingue ; enseignement primaire ; revue de littérature

Enquêter sur les recherches sur les interactions langagières en classe de sciences

Les interactions en classe et leur rôle dans l'acquisition des savoirs scientifiques ont été au cœur de plusieurs recherches antérieures sur l'enseignement et l'apprentissage des sciences. Cette revue de littérature s'inscrit dans le début de notre travail de thèse qui présente une « contribution à l'étude didactique de l'enseignement et l'apprentissage des sciences dans les classes du cycle primaire dans un contexte bilingue au Liban »[17]. Il s'agit ici de rendre compte des recherches antérieures en se centrant sur le traitement des statuts, rôles et effets des interactions langagières, discursives et gestuelles, verbales et non verbales, entre les intervenants en classe de sciences à l'école primaire et également en contexte bilingue. Quatre questions structurent cette revue de littérature en vue de repérer si des tendances significatives émergent, en termes d'objets de recherche et de cadrages conceptuels et méthodologiques, dans les articles publiés dans des revues à comité de lecture dans la période située entre janvier 2010 et décembre 2021 : 1) quelles questions ou objectifs de recherche ont été analysés dans les articles identifiés ? 2) Quels cadres conceptuels ont été mobilisés pour répondre à ces questions de recherche ? 3) Quelles méthodes de recherche ont été adoptées pour investiguer les interactions langagières en sciences ? 4) Comment la construction du contenu scientifique en contexte bilingue est prise en compte et traitée dans les recherches retenues ?

Interroger l'apprentissage des sciences en contexte bilingue

Plusieurs travaux en didactique des sciences établissent le fait que la pensée scientifique s'édifie par des échanges lors des situations intermédiaires d'apprentissage (Orange, 2007). Ces travaux soulignent le rôle décisif des interactions langagières écrites et orales dans l'élaboration conceptuelle scientifique, son progrès et sa stabilisation. Selon cette perspective, apprendre sciences n'est plus limité au fait de changer de représentation ou de développer un nouveau problème, c'est aussi apprendre à parler science et à utiliser un langage conceptuel spécifique pour lire et écrire, raisonner et résoudre des problèmes, structurer et orienter une action. L'engagement des élèves dans l'apprentissage consiste à reconstituer le contenu scientifique visé à travers le langage, c'est-à-dire à travers les interactions faites de grammaire, de figures de discours, et de types d'organisation de l'activité (interaction, monologue, répétition, analogie, métaphore etc.) mais également de références culturelles auxquelles renvoie le langage (Bisault, 2008 ; Jaubert et Rebière, 2000 ; Lhoste, 2017 ; Zaid et al., 2012). Ces travaux contribuent à comprendre comment les interactions langagières entre l'enseignant et les élèves d'une part, et entre les élèves d'autre part, contribuent à la construction des concepts scientifiques, et constituent des moyens et des jalons du processus d'élaboration cognitive, en permettant le passage du savoir quotidien en langue quotidienne non scientifique, à un savoir scientifique en langue scientifique.

[17] Thèse dirigée par Abdelkarim Zaid et Catherine Boyer, laboratoire CIREL.

Constitution du corpus de revues et d'articles analysés

Dans le prolongement des travaux mentionnés précédemment, cette revue de littérature vise à situer notre travail de recherche, des points de vue conceptuel et méthodologique, et à comprendre les interactions langagières en contexte bilingue. Un corpus de 69 articles empiriques est constitué après avoir sélectionné 16 revues focalisées sur les questions d'enseignement et apprentissage des sciences et indexées dans SCOPUS[18] et sur la liste HCERES.

#	**Revue (SCOPUS ou HCERES)**	Nombre des articles validés
1	Journal of research in science teaching	9
2	Science Education	7
3	International Journal of Bilingual Education and Bilingualism	2
4	International Journal of Science and Mathematics Education	6
5	Instructional Science	1
6	Research in Science Education	9
7	International Journal of Science Education	20
8	Science & Education	1
9	Journal of Baltic Science Education	3
10	Cultural Studies of Science Education	5
11	Education et Didactique	0
12	Recherches en didactique des sciences et des technologies (RDST)	2
13	Carrefours de l'éducation	0
14	Revue Suisse des Sciences de l'éducation	2
15	Journal of applied linguistics and language research	1
16	Contextes et didactiques	1

Tableau 1 : nombre d'articles dans les revues

La figure 1 résume la procédure de la sélection des articles[19].

[18] Base de données des publications scientifiques lancée par Elsevier en 2004.

[19] Les mots clés utilisés renvoient au thème central de la thèse inscrite dans le domaine de la didactique des sciences (science education), et qui concerne le rôle des interactions langagières (language) dans les classes du cycle primaire (primary class). Ces mots clés avec leurs dérivés offrent un intervalle large reflété dans le grand nombre des articles collectés en première étape.

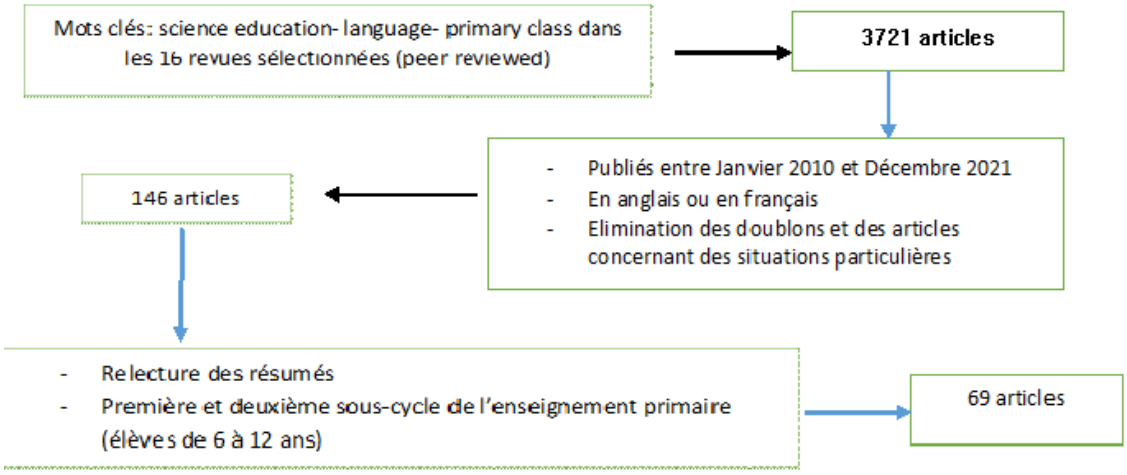


Figure 1 : procédure de recherche

Une grille de lecture est utilisée pour l'analyse approfondie des articles. Les informations de la grille sont regroupées dans un tableau pour dégager des catégories thématiques et répondre aux questions qui orientent cet article.

Esquisse de quelques tendances

Objets et questions de recherche

Le tableau (2) résume les 4 catégories de questions de recherche identifiées.

Catégorie	Pourcentage
caractéristiques et modèles de discours	26%
multimodalité	43%
translanguaging	18%
language quotidien et language scientifique	13%

Tableau 2 : catégories des questions de recherche

Caractéristiques et modèles de discours : la première tendance est constituée de recherches qui caractérisent les pratiques des enseignants et expliquent les traits distinctifs et les normes du langage scientifique pour diffuser des informations et construire des compréhensions en sciences (Seah et Yore, 2017). Ces recherches portent aussi sur les interactions entre élèves et avec leurs enseignants en produisant des discours spécifiques à des micro-communautés de pratique scientifique. Les chercheurs visent à montrer que le discours en classe joue un rôle primordial dans la construction du contenu scientifique et interprètent comment l'appropriation et le redéploiement des discours contribuent au processus d'enseignement/apprentissage en sciences.

Multimodalité : la deuxième tendance est dominante. Elle émerge après l'année 2015 et regroupe des recherches sur différents modes de discours scientifique : oral comme le dialogue, la lecture à voix haute, l'argumentation dialogique ; écrit comme les comptes

rendus sur les cahiers de sciences ; ou gestuel. Ces modes sont étudiés en tant que supports pour l'enseignement ou comme moyens d'évaluation de l'acquisition des contenus. Ils sont aussi étudiés en ce qu'ils visent à établir des formes d'équité (notamment langagière) en classe et à respecter les différences individuelles (Unsal et al., 2018).

Translanguaging : la troisième tendance concerne les recherches étudiant les conditions pour susciter et soutenir la « translangue[20] » et la manière dont les élèves bilingues mobilisent leurs ressources linguistiques comme moyen de participer à l'apprentissage (Stevenson, 2013). La «translangue» constitue une lentille pour comprendre comment les élèves bilingues tirent parti de leur répertoire sémiotique pour un engagement disciplinaire productif (Suarez, 2020).

Language quotidien et language scientifique : la dernière tendance regroupe des articles interrogeant le lien entre les activités scolaires en sciences et les expériences de la vie quotidienne et comment les élèves s'engagent dans des discussions socio-scientifiques en partant de leurs expériences quotidiennes arrivant à acquérir une culture scientifique (Na et Song, 2014). Les recherches de ces tendances recouvrent aussi l'étude des pratiques des enseignants pour mobiliser les fonds de connaissances des élèves (Irish et Kang, 2018).

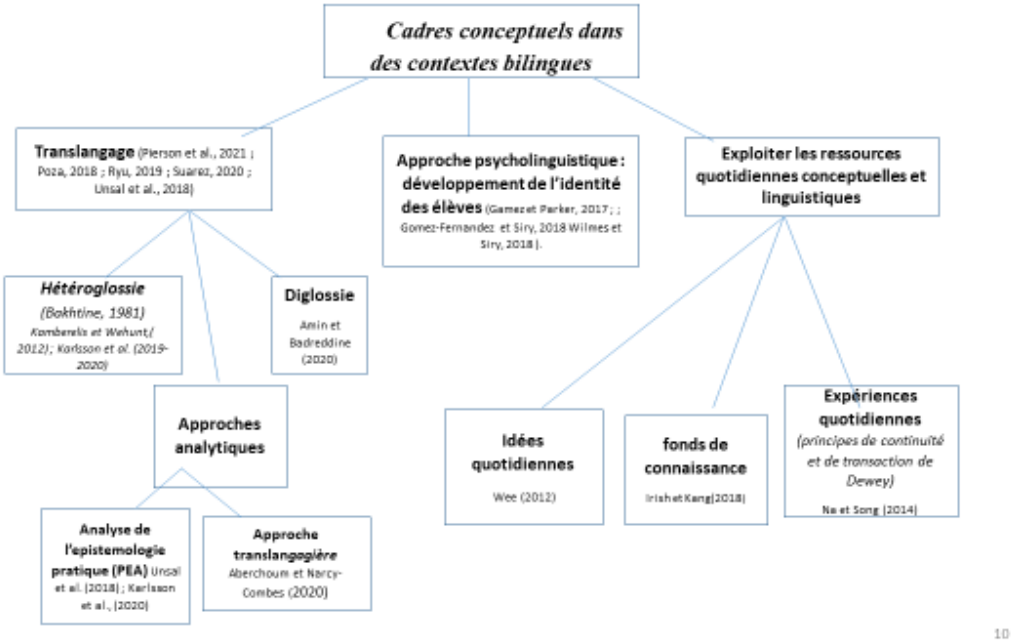
Questions de recherche dans un contexte bilingue

En considérant comme critère la présence du mot « bilingue », ou son équivalent, dans le titre, le résumé ou au moins une des questions de recherche, 27 articles parmi les 69 collectés et analysés concernent le bilinguisme. Effectuées dans des pays différents, ces études examinent la relation entre la langue et la construction de contenus en sciences. Elles discutent la manière dont les élèves bilingues mobilisent leurs ressources linguistiques pour s'engager en sciences et en analysent les effets sur la pratique des enseignants.

Cadres conceptuels adoptés

Dans le corpus analysé (N=69), plusieurs recherches (N=32) se déclarent se situer dans un **cadre socioconstructiviste** où l'enseignement et l'apprentissage des sciences sont conçus comme processus de construction basés sur les interactions, les échanges et les discussions (Vygotsky,1978). Selon cette **perspective,** l'apprentissage et le développement sont déterminés par des facteurs sociaux, culturels et linguistiques, liés aux idées quotidiennes des élèves, à leurs compétences linguistiques et au contexte d'apprentissage. Tout en se situant dans cette même perspective, d'autres études mettent en avant la **perspective sociosémiotique en vue d'analyser** des interactions multimodales selon des approches qui discutent l'échafaudage cognitif. Une deuxième tendance adopte une **approche évaluative** et s'intéresse aux résultats et aux performances des élèves plutôt qu'aux processus et stratégies adoptés pour la construction des contenus scientifiques. En contexte bilingue, les interactions langagières sont traitées dans le corpus analysé à travers un prisme théorique

[20] Permettre à l'élève bilingue d'utiliser toutes les ressources linguistiques disponibles pour s'exprimer.



socioculturel considérant l'enseignement et l'apprentissage des sciences comme contextualisés, co-construits et émergents par l'interaction (Wilmes et Siry, 2020).

Figure 2 : cadres conceptuels dans des contextes bilingues.

Dispositifs méthodologiques mobilisés

Diverses méthodologies sont adoptées dans les 69 articles. Il semble que la nature du sujet des interactions langagières favorise l'adoption d'une méthodologie qualitative (N=52), par rapport à une méthodologie mixte (N=16), ou quantitative (N=1). La méthode de collecte des données prédominante est l'enregistrement vidéo (68% des études), suivie de l'enregistrement audio (41%), puis l'entrevue (35%). Toutefois, la plupart des études combinent plusieurs méthodes de collecte des données pour la « triangulation » des résultats.

Conclusion

Notre objectif était de faire le point sur les recherches concernant les interactions langagières en sciences au cycle primaire en prenant en compte le bilinguisme. Les résultats montrent que le bilinguisme figure dans 39% des articles analysés. Il est plutôt traité dans le cas des élèves souvent nouveaux arrivants, immigrants ou issus de minorités et où l'enseignement des sciences est dispensé en langue officielle du pays qui diffère de leur langue maternelle. Ces constats plaident pour des recherches futures qui étudient la conceptualisation en sciences dans un contexte bilingue, et comment les élèves construisent le contenu scientifique dans l'interaction langagière en classe surtout lorsque les acteurs partagent la même langue maternelle qui diffère de la langue d'enseignement, tel que le cas du Liban.

Bibliographie

Bisault, J. (2008). Interactions verbales, investigation expérimentale et conceptualisation en sciences à l'école primaire. *Carrefours de l'éducation*, 25(1),17–31.

Irish, T.&Kang, NH. (2018). Connecting Classroom Science with Everyday Life: Teachers' Attempts and Students' Insights. *Int J of Sci and Math Educ*, 16,1227–1245.

Jaubert, M.&Rebière. M. (2000). Observer l'activité langagière des élèves en sciences. *Aster* 31(1),173–95.

Lhoste, Y. (2017). Épistémologie et didactique des SVT. Langage, apprentissage, enseignement des sciences de la vie et de la Terre. *Presses universitaires de Bordeaux*.

Na, J.&J. Song. (2014). Why Everyday Experience? Interpreting Primary Students' Science Discourse from the Perspective of John Dewey. *Science & Education*, 23(5),1031–49.

Orange, C. (2007). Apprentissages scientifiques : ce qui se construit et ce qui se transmet. *Recherches en education*.

Seah, L.H.&L.D. Yore. (2017). The Roles of Teachers' Science Talk in Revealing Language Demands within Diverse Elementary School Classrooms. *International Journal of Science Education*, 39(2),135–57.

Stevenson, A.R. (2013). How fifth grade Latino/a bilingual students use their linguistic resources in the classroom and laboratory during science instruction. *Cult Stud of Sci Educ* 8,973–989.

Suarez, E. (2020). Estoy Explorando Science: Emergent Bilingual Students Problematizing Electrical Phenomena through Translanguaging. *Science Education*, 104(5),791–826.

Unsal, Z., B. Jakobson, B.O. Molander,&P.O. Wickman. (2018). Language Use in a Multilingual Class: A Study of the Relation Between Bilingual Students' Languages and Their Meaning-Making in Science. *Research in Science Education*, 48(5),1027–48.

Wilmes, S.&C. Siry. (2020). Science Notebooks as Interactional Spaces in a Multilingual Classroom: Not Just Ideas on Paper. *JRST*, 57(7),999–1027.

Zaid, A., C. Boyer, C. Cohen-Azria,&J.G. Egginger.(2012). "Analyse de l'action d'enseignement du point de vue des performances didactiques des élèves. Faire écrire en « Découverte du monde » à l'école primaire." *Recherches en didactiques*, 13(1),85–105

Comptes rendus d'expérience en BD

Mise en œuvre et impact : le projet COMPTREBANDES

de Hosson, Cécile (1), Bordenave, Laurence (2), Canac, Sophie (1), Crépin-Obert, Patricia (1), Décamp, Nicolas (1), Fortin, Corinne (1), Javoy, Sandra(1), Kummer-Hannoun, Pascale(3), Roux, Camille(1)
(1)LDAR, Université de Paris Cité, Univ. Paris Est Créteil, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN - France
(2)Association STIMULI - France
(3)Laboratoire EDA, Université Paris Cité – France

Résumé

Le dispositif conçu est destiné à faire produire des bandes dessinées par des élèves en classe de sciences lors de la restitution d'une séance de travaux pratiques sur le métabolisme de cellules hétérotrophes en biologie. Cette recherche, impliquant des auteur.e.s de BD, des chercheur.e.s en didactique des sciences et des enseignantes de lycée (SVT et SPC), vise à définir les possibles et les contraintes d'apprentissage liés au dispositif. Nous cherchons à identifier les éléments de savoirs sélectionnés et les schèmes mobilisés par les élèves dans leurs comptes rendus d'activité expérimentale, classique (CRE) et sous forme de bande dessinée (CRE-BD). L'analyse montre que dans les planches les schémas du matériel utilisé et les graphiques sont fréquents, un schème de type lien causal et des éléments de fictions peuvent être présents. Dans les CRE ces éléments sont peu fréquents ou absents.

Mots-clés :

Bande dessinée, compte rendu de TP, dispositif, recherche collaborative

Remerciements : Nous remercions les enseignantes Anne Le Mézo-Boulais et Ikrame Bachir et les dessinateur.trice.s Guillaume Boutanox et Céline Penot pour leur participation.
COMPTREBANDES est un projet de recherche financé par le programme IDEX Emergences Recherche ANR-18-IDEX-0001.

Contexte, positionnement et objectifs de la recherche

Ces dernières années, on assiste à une montée en charge des initiatives associant enseignement des sciences et bande dessinée. En particulier, plusieurs recherches se sont d'ores et déjà faites témoin d'expériences d'élaboration, par des élèves, de BD au sein même de la classe (Albrecht & Voelzke, 2012 ; Lo Iacono & de Paula, 2011 ; de Hosson et al. 2019). Dans la lignée de ces travaux, le projet de recherche COMPTREBANDES[21] vise l'étude de l'impact du passage par la BD sur l'appropriation des enjeux liés à l'activité expérimentale, en particulier sur l'élaboration du compte rendu d'expérience, écrit usuel en classe de sciences. Ce dispositif engage un partenariat tripartite entre des auteur.e.s de BD, des chercheur.e.s en didactique des sciences et des enseignantes de lycée, l'une en sciences de la vie et de la Terre, l'autre en physique-chimie. Son but est de faire produire, à des élèves de seconde, des comptes rendus d'expérience en BD (CRE-BD) sur le temps scolaire ; la recherche, quant à elle, vise l'analyse des contraintes et des possibles du dispositif, et l'exploration de l'activité des élèves en son sein. COMPTREBANDES repose sur une mise en œuvre itérative du dispositif. Ce parti pris permet de tirer profit des résultats de la mise en œuvre initiale afin d'en dégager d'une part les écueils, les forces et les faiblesses et d'autre part, des éléments d'amélioration. Dans cette proposition nous examinons la mise en œuvre initiale réalisée en novembre 2021 en SVT avec une classe de 30 élèves de seconde d'un lycée francilien (93).

Cadre théorique et questions de recherche

D'un point de vue théorique, nous choisissons d'examiner le processus de création d'un CRE-BD par des élèves en empruntant certains fondements de l'approche instrumentale telle que définie par Rabardel (1995), en particulier, la distinction artefact/instrument et le concept de genèse instrumentale. Ce dernier repose sur la mise en œuvre de deux processus cognitifs : un processus d'appropriation des propriétés de l'artefact (instrumentalisation) et un processus d'activation et/ou de construction de schèmes au cours de la transformation de l'artefact en instrument. Rapportée au contexte de notre projet, la genèse instrumentale à l'étude est celle qui va conduire à la création, par des élèves de lycée, d'un instrument particulier : le CRE-BD à partir d'un artefact, la BD. Ainsi considéré, le CRE-BD inclut des éléments de la grammaire de la BD sélectionnés par les élèves (processus d'instrumentalisation) et l'on se demandera dans quelle mesure l'ergonomie des CRE-BD et leur structure narrative respectent ces éléments de grammaire (QR1).

Le processus d'activation et/ou de construction de schèmes pendant l'élaboration du CRE-BD (processus d'instrumentation) peut être vu comme une réponse aux contraintes liées d'une part aux codes et règles de la BD que l'élève doit identifier, comprendre et gérer, et d'autre part aux fonctions que l'élève souhaite faire remplir à sa BD (informer, expliquer, faire rire, etc.). Il s'agit alors d'identifier la nature de ces schèmes. Relèvent-ils de la description, de l'explication ou de relations causales ?

[21] Acronyme de "compte-rendu d'expérience en bande dessinée".

Méthodes de recueil et d'analyse des données

Organisation expérimentale et mise en activité des élèves

L'organisation expérimentale s'apparente à un plan d'étude croisé (Crossover Study Design - Jones & Kenward, 2014) au cours duquel les élèves, organisés en binôme, rédigent deux restitutions : l'une sous la forme d'un compte rendu d'expérience "classique" (CRE), l'autre sous la forme d'un CRE-BD mais selon deux ordres chronologiques différents (voir figure 1, annexes). Pour les CRE-BD, un format d'une planche A3 en neuf cases est imposé. Pour la rédaction de leur CRE ou de leur CRE-BD, la consigne donnée aux élèves est identique : "raconter ce que vous avez fait et ce que vous avez observé pendant le TP sur les levures". Les CRE sont rédigés à la maison tandis que les CRE-BD sont élaborés en classe avec l'accompagnement d'un.e auteur.trice de BD et en présence de l'enseignante et de deux chercheur.e.s, pour un total de 15 CRE et de 15 CRE-BD.

Analyse a priori du contenu scientifique en jeu dans le dispositif

L'activité expérimentale "Étude d'une réaction du métabolisme de cellules hétérotrophes" choisie par l'enseignante a pour objectif de "montrer que ces cellules respirent à condition de pouvoir exploiter du glucose" (sic). Il s'agit d'une activité de type EXAO[22] et les élèves doivent comparer les taux de CO_2 et O_2 présents dans une enceinte contenant des levures, avant et après injection de glucose dans l'enceinte.
L'analyse *a priori* montre que pour pouvoir conclure que la consommation du glucose permet la respiration de cellules hétérotrophes (levures), les élèves doivent mobiliser les schèmes explicatifs suivants : la respiration cellulaire se manifeste par la consommation de O_2 et le rejet de CO_2 ; les courbes obtenues *via* des sondes plongées dans une enceinte contenant levures et glucose représentent la variation du taux de chacun des gaz ; la consommation de glucose entraîne l'émission de CO_2 et la consommation d'O_2 .

Analyse des données

L'instrument CRE-BD constitue le point d'entrée de nos analyses. Nous y recherchons *via* l'utilisation d'une grille critériée (voir tableau 1 en annexe) les éléments de la grammaire de la BD ainsi que les éléments scientifiques sélectionnés par les élèves (processus d'instrumentalisation) pour remonter aux schèmes activés pendant l'activité (processus d'instrumentation). Les critères retenus sont, pour une part, inspirés de ceux conçus à l'occasion d'une précédente recherche (de Hosson et al., 2019) et pour une autre part, identifiés de manière empirique au fil de l'analyse des planches réalisée conjointement par trois des chercheurs de l'équipe.
Mais l'examen des seuls CRE-BD ne suffit pas à reconstruire les schèmes sous-jacents à l'activité des élèves. Aussi nous remontons le fil de l'histoire de la création des CRE-BD *via*

[22] Expérience assistée par ordinateur réalisée avec le logiciel PASCO Capstone.

les différentes captations audio et brouillons produits. Nous y cherchons les intentions des élèves et les choix effectués pour les mener à leur terme.

Résultats

Synthèse des caractéristiques des CRE-BD[23]

En réponse à QR1, il est possible d'affirmer que le processus d'instrumentalisation débouche sur des planches qui respectent toutes les éléments de la grammaire de la BD (personnages porteurs du récit, ellipses, changement de plans, onomatopées, etc.). Cela dit, les éléments fictionnels y sont rares (une explosion causée par une rotation trop rapide du barreau aimanté placé dans l'enceinte contenant les levures - voir figure 2 en annexe ; un vol à l'arraché du sac LV d'une élève sur le chemin du lycée). Le genre privilégié des CRE-BD est de nature autobiographique[24]. Le contexte est celui de la séance de TP ; les personnages sont les élèves eux-mêmes, parfois avec l'enseignante. Dans la plupart des planches, le matériel est présent (une planche joue sur la carte l'anthropomorphisation en faisant parler le matériel - voir figure 3 en annexe). 8 planches (sur 13) donnent à voir les courbes d'évolution des taux des gaz.

En réponse à QR2 et au regard du processus d'instrumentation, les schèmes cognitifs perceptibles dans les planches (quand ils ne sont pas absents) relèvent de deux types :

- Type 1 (9 planches) : le CRE-BD relève du registre descriptif : description des observations / description des opérations de manipulation.
- Type 2 (4 planches) : le CRE-BD explicite un lien causal (entre respiration et consommation du glucose, ou entre consommation du glucose et variation des concentrations en O_2 et CO_2, ou entre respiration et variation des concentrations en O_2 et CO_2).

À noter, aucune planche n'explicite un lien causal entre respiration, consommation du glucose et variation des concentrations en O_2 et CO_2.

[23] 13 CRE-BD sont exploitables parmi les 15 produits.

[24] La plupart des narrations (9 sur 13) relatent un vécu des TP sur un mode passif ou déceptif : des élèves qui s'endorment, trouvent le TP trop difficile, d'avoir des ordinateurs en panne, d'autres qui obéissent à des ordres vides de contenu scientifique ("allez aux ordis", "partez"). Le sens du TP se perd derrière ces caractéristiques narratives.

Mise en perspective des CRE-BD avec les CRE

Les CRE (de quelques lignes) relèvent souvent du registre descriptif et ne mobilisent que le langage verbal (à deux exceptions près). Les élèves y détaillent le matériel utilisé et quelques gestes techniques. L'évolution de l'allure des courbes est parfois mentionnée avec des traductions scientifiques de degrés divers.

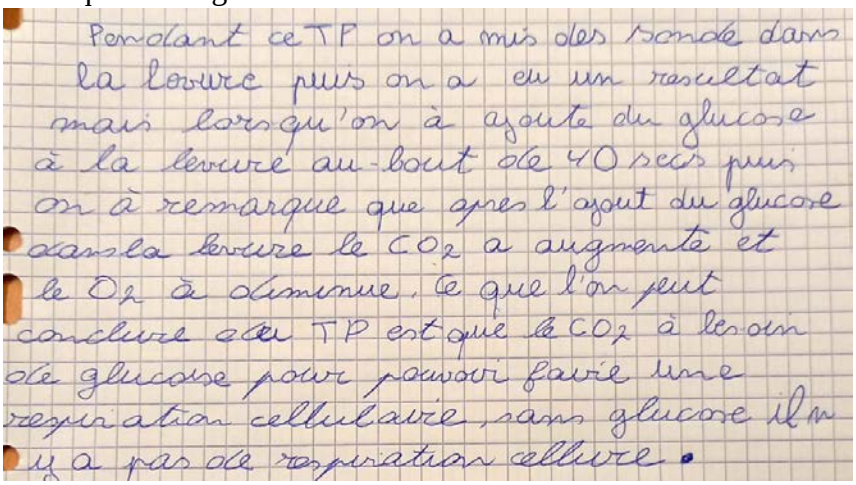

Pendant ce TP on a mis des sonde dans la levure puis on a eu un resultat mais lorsqu'on à ajoute du glucose à la levure au bout de 40 secs puis on à remarque que apres l'ajout du glucose dans la levure le CO_2 a augmenté et le O_2 à diminue. Ce que l'on peut conclure de TP est que le CO_2 à besoin de glucose pour pouvoir faire une respiration cellulaire, sans glucose il n y a pas de respiration cellulaire.

Figure 5 : CRE groupe 2

On trouve des phrases du type "Sur le graphique nous avons vu que la courbe augmente" (groupe 4) sans relation avec le savoir en jeu ; des phrases explicitant le lien entre les courbes et les grandeurs mesurées "On a constaté que le taux de CO2 augmente vers le haut et celui du O2 baissait vers le bas" (groupe 10), et des phrases associant l'évolution de l'allure des courbes et sa signification (voir figure 5). Si l'objectif du TP est souvent présent, il est, en revanche, peu fait état des liens de causalité entre les différentes observations / manipulations. Le constat est globalement identique, que les CRE aient été réalisés avant ou après les CRE-BD même si le CRE élaboré *ante* semble avoir joué un rôle de support de remémoration. Finalement, les potentialités de la BD (visuelles et narratives) sont mises à profit par les élèves pour donner à voir des éléments du TP (courbes, organisation du matériel) qui ne sont pas représentés graphiquement dans les CRE.

Discussion et perspective

L'analyse du dispositif mis œuvre dans son format initial révèle un certain nombre d'écueils qui sont autant d'éléments à prendre en compte pour l'itération prévue en mars 2022. Le premier concerne la consigne donnée aux élèves qui a certainement joué en faveur de l'élaboration de CRE-BD (et de CRE) s'apparentant à des "chroniques" (Lhoste et al., 2011) et relevant du registre descriptif. Pour favoriser l'expression de schèmes causaux, la consigne se voit modifiée en ces termes : "Raconter ce que vous avez fait, notamment les objectifs du TP, les étapes du protocole expérimental, les résultats obtenus et leur analyse". Au moment de l'élaboration du CRE-BD, beaucoup d'élèves ne se souvenaient plus du TP. Afin de pallier ce deuxième écueil, une séance d'écriture d'un CRE en classe, à partir d'une prise de notes effectuée par les élèves pendant la séance de TP, est ajoutée en amont de la séance de création du CRE-BD. Enfin, dans les CRE-BD on note 1/ une monopolisation du

contexte de la classe dans le récit dont le porteur est l'élève ou le binôme, parfois en interaction avec l'enseignante, 2/ l'absence de mise en scène où les porteurs du récit seraient les "objets du savoir" à savoir les "objets du TP". Ce troisième écueil invite à supposer qu'un soutien plus directif des dessinateur.trice.s dans le choix des porteurs du récit (élèves, enseignante, éléments matériels du TP, savoirs en jeu), et dans les choix de narration (autobiographie, fiction réaliste, voire fiction) permettra d'ouvrir la créativité des élèves vers d'autres possibles explicatifs et visuels. Les enseignantes, formées à l'exercice de la création d'un CRE-BD, pourront également prendre en charge ce travail d'accompagnement. La deuxième expérimentation est en cours d'étude.

Bibliographie

Albrecht, E., & Voelzke, M. R. (2012). Creating comics in physics lessons: an educational practice. *Journal of Science Education*, 2(13), 76-80

de Hosson, C., Bordenave, L., Daures, P. L., Decamp, N., Hache, C., Horoks, J., & Kermen, I. (2019). Quand l'élève devient auteur.e : analyse didactique d'ateliers BD-sciences. *Tréma*, 51, 114-140.

Jones, B., Kenward, MG. (2014). *Design and Analysis of Cross-Over Trials*, (Third ed.). London: Chapman and Hall.

Lhoste, Y., Boiron, V., Jaubert, M., Orange, C., & Rebière, M. (2011). Le récit : un outil pour prendre en compte le temps et l'espace et construire des savoirs en sciences ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (4), 57-82.

Lo Iacono, G., & de Paula, A. (2011). A pilot project to encourage scientific debate in schools. Comics written and peer-reviewed by young learners. *Journal of Science Communication*, 10(3).

Rabardel (1995). *Les hommes et les technologies; approche cognitive des instruments contemporains*, Paris: Armand Colin.

Annexes

Figure 1: Organisation chronologique d'une expérimentation pour une même classe

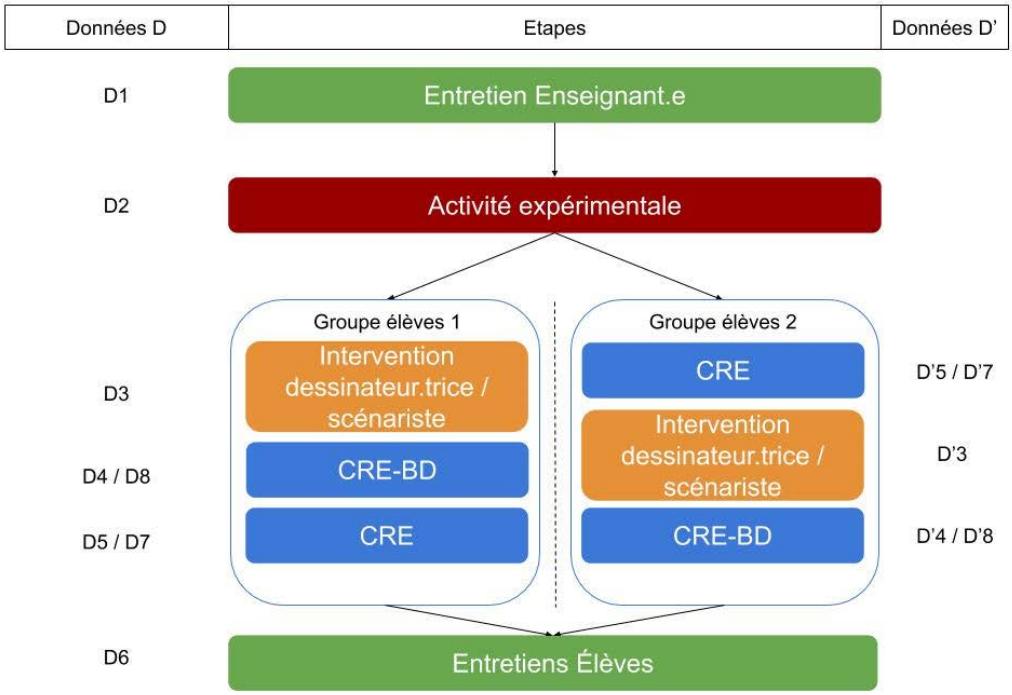
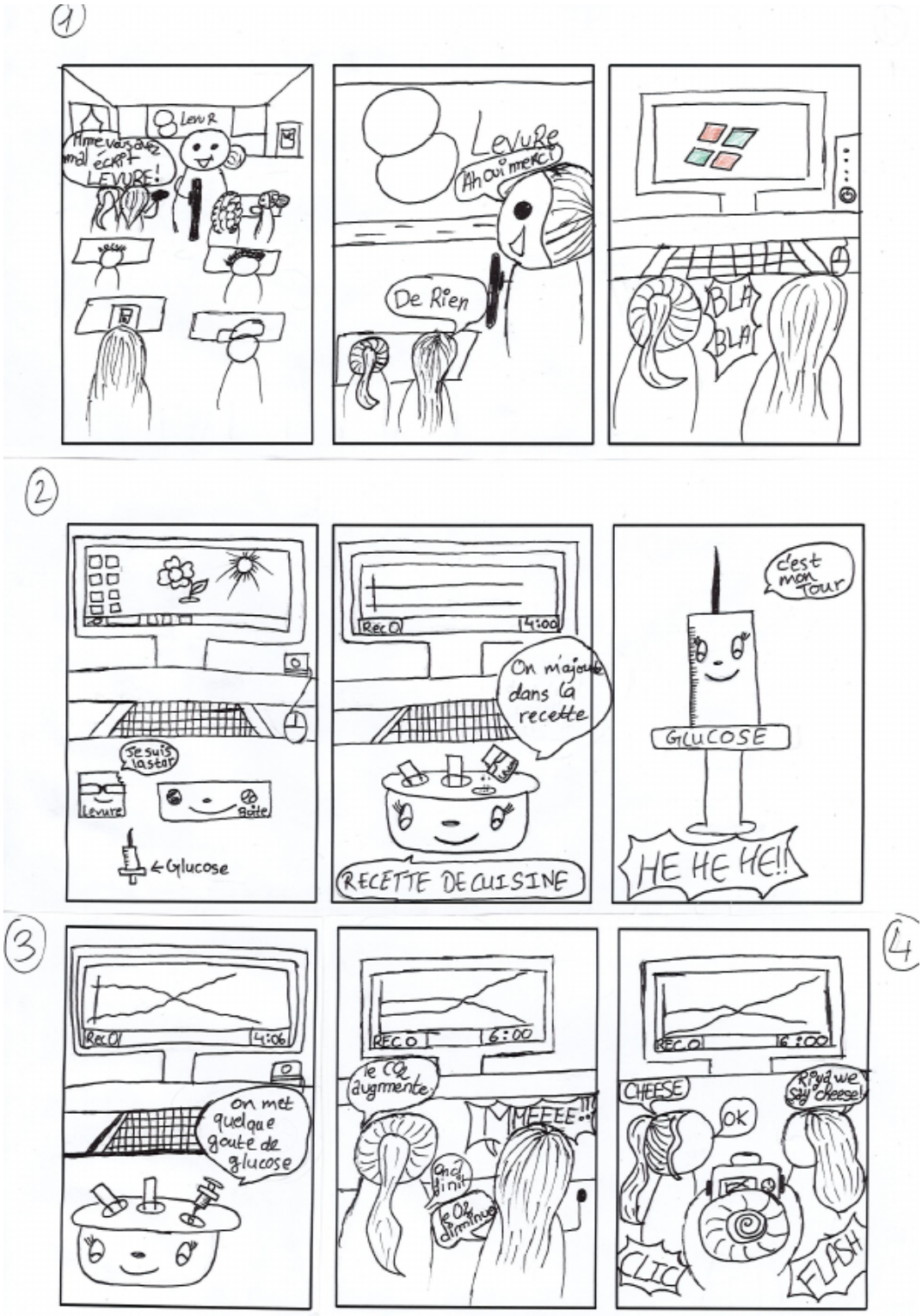


Tableau 1 : Grille support d'analyse

Caractéristique	Critères
Etat d'avancement de la planche	Achevée OUI / NON Nombre de cases
Contexte de la narration	Salle de classe Poste de TP Autre (domicile, rue)
Personnages mis en scène	L'ensemble des élèves de la classe Le binôme de TP L'enseignante Le matériel / les substances utilisées
Nature de la narration	Biographique Fiction réaliste Fiction
Fil conducteur de la narration	Les étapes du TP Autre
Savoirs présents	Objectifs du TP - mention explicite de l'objectif « étude de la respiration cellulaire » - lien respiration / consommation de glucose - lien respiration / évolution des taux de CO_2 et O_2 - lien respiration / consommation de glucose / évolution des taux de CO_2 et O_2 Consignes Courbes évolution O_2 / CO_2 Matériel
Inscription sémiotique du savoir dans la planche	Dessin de l'ensemble du matériel Dessin des courbes évolution CO_2 / O_2 Espaces textuels (bulles, récitatifs)
Exactitude des savoirs	Objectifs du TP (explicitation de liens de causalité) Organisation du matériel Allure des courbes (avant / après injection du glucose)
Comparaison avec le CRE	Similitudes / différences - présence ou non des objectifs du TP - exactitude des savoirs et des savoir-faire liés au TP - présence ou non de dessins / schémas / graphiques

Figure 2 : Planche du binôme 5 (CRE fait avant la séance CRE-BD)

Figure 3 : groupe filmé (CRE avant)



Des cartes conceptuelles et heuristiques pour expliciter les concepts et les raisonnements scientifiques

Un éclairage par les didactiques de la géographie et des SVT

Naudet, Cédric[1], Bosdeveix, Robin[2]
[1] Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR), Université de Paris, Univ Paris Est Créteil, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN, F-75013 Paris, France
[2] Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR), Univ Paris Est Créteil, Université de Paris, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN, F-94010 Créteil, France

Résumé

Les cartes conceptuelles permettent de modéliser les connaissances et un raisonnement scientifique. Elles se différencient des cartes heuristiques par l'explicitation de la relation entre deux éléments de discours de la carte. Cette communication met en dialogue deux didactiques (SVT et géographie) au champ épistémologique présentant des points communs mais également des différences : la première étant située dans un champ de raisonnement apodictique, la seconde dans un champ de raisonnement assertorique. L'hypothèse de cette communication consiste à interroger ces outils en ce qu'ils permettraient une double explicitation des concepts et des raisonnements scientifiques. Tout d'abord, les cartes, qu'elles soient conceptuelles ou heuristiques, permettent de clarifier le cadre épistémologique d'un concept pour les enseignants. Ensuite, leur utilisation par les apprenants (élèves ou étudiants) peut les amener à justifier les classements, les rapprochements ou les distinctions opérées, l'explicitation des concepts se faisant par les mises en liens et les distinctions entre les attributs du concept.

Mots-clés :

Carte conceptuelle ; carte heuristique ; concept ; explication ; raisonnement

Les cartes conceptuelles ont été mises en œuvre en didactique des sciences pour permettre d'organiser « des connaissances relatives à des concepts » (Tiberghien, 1994, p. 54), de modéliser des savoirs de référence, de présenter de façon synthétique le discours d'enseignants, ou encore d'étudier les conceptions des apprenants (Bosdeveix, 2017). Les cartes conceptuelles se distinguent des cartes heuristiques (ou cartes mentales) par l'explicitation de la relation entre deux « nœuds » de la carte, un nœud correspondant à un mot ou une expression et désignant un concept au sens plein du terme ou d'autres éléments de discours (e.g. élément empirique, loi, date, personnage).

Cette communication souhaite interroger l'usage de deux modes de représentation graphique de concepts en didactique, les cartes conceptuelles et les cartes heuristiques, en ce qu'ils permettraient une explicitation. La notion d'explicitation est utilisée au sens sociologique du terme, dans la lignée de travaux démontrant la prégnance des inégalités sociales face à l'école (Bourdieu & Passeron, 1964), notamment du fait des malentendus socio-cognitifs consécutifs à des situations didactiques implicites (Berstein, 1975).

Nous nous inscrivons dans une visée comparatiste entre didactique des sciences de la vie et de la Terre (SVT) et de la géographie. La comparaison nous semble féconde en raison des différences épistémologiques pour nos deux disciplines, l'une étant située dans un champ de raisonnement apodictique, les SVT (Fabre & Orange, 1997), l'autre dans un champ de raisonnement assertorique (Thémines, 2012), étant donné qu'en sciences humaines, les faits ne sont pas reproductibles "toute chose égale par ailleurs".

Nos usages respectifs des cartes conceptuelles et heuristiques nous permettent d'identifier deux axes d'explicitation : ces outils permettent une médiation pour l'explicitation d'un concept et ils permettent aux apprenants de s'expliciter à eux-mêmes un raisonnement.

Les cartes conceptuelles et heuristiques comme instrument de médiation pour l'explicitation d'un concept

Plusieurs recherches en didactique insistent sur l'utilité de ces outils pour aller au-delà de la singularité des objets étudiés et donner ainsi aux savoirs une dimension plus systémique permettant d'accéder à un certain niveau de compréhension du monde. Il s'agirait de l'un des outils métacognitifs les plus puissants (Mintzes et al., 1997), dans le sens d'une structuration conceptuelle favorisant le transfert des connaissances. En didactique de la géographie, Molines (1998) insiste sur le rôle du professeur qui doit « guider la pensée à travers le "fouillis des concepts et notions" » (Ibid., p. 380), afin de produire un raisonnement. Le concept organisant la pensée de l'élève, il se doit d'être explicite car « si la polysémie n'est pas réduite, la pensée ne construit pas la connaissance » (Ibid.).

Cette fonction d'explicitation du concept peut être illustrée dans le contexte de la géographie avec le concept de ressource. Il est incontournable pour certains niveaux, notamment en classe de 2nde et en classe de 5e. Le concept n'est aujourd'hui plus uniquement considéré du point de vue de la géographie physique mais il s'intègre dans des relations systémiques qui absorbent les critères économiques et sociaux, d'autant plus dans le contexte actuel d'affirmation d'une sensibilité environnementale et d'interrogations sur les formes de développement.

Cette polysémie et cette complexité du concept nécessite un éclaircissement pour l'enseignant. Or l'approche des programmes et des manuels ne permet pas de mettre en valeur ces spécificités. Dans ces conditions, l'usage d'une représentation graphique aide à la structuration et à la clarification des attributs du concept de ressource à enseigner (figure n° 1).

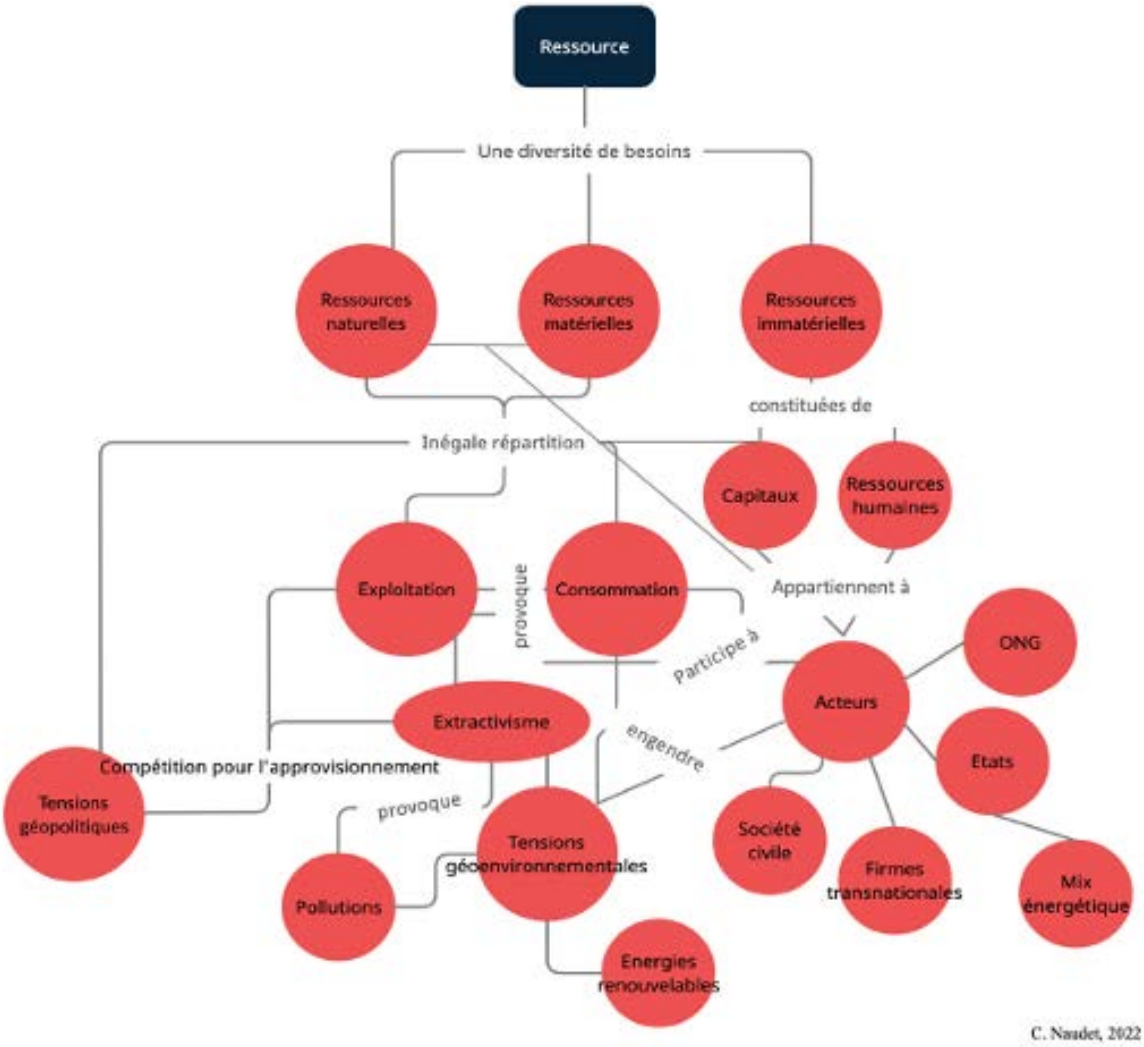


Figure n° 1 : carte conceptuelle explicitant le concept de "ressource" en géographie

Les cartes conceptuelles et heuristiques, des représentations graphiques pour que les apprenants s'explicitent à eux-mêmes un raisonnement

Faire expliciter dans le cadre d'un raisonnement assertorique en géographie

En tant que sciences sociales, la géographie énonce ses propositions sur le monde dans un espace assertorique (Passeron, 2006), c'est-à-dire que les jugements se basent sur une affirmation ou une négation considérée comme réelle mais dont l'existence n'est ni démontrée, ni nécessaire. Il s'agit pour les élèves « d'explorer les possibles d'une situation historique [ou géographique] et de produire des écrits qui construisent des raisons,

conditions d'accès à de véritables savoirs historiques [ou géographiques] » (Doussot, 2011, p. 68). Lorsqu'une mise en tension se fait jour, on peut alors observer la confrontation des différents points de vue des élèves sur le problème comme des « modèles explicatifs tirés de leur expérience sociale, de leurs données empiriques, mais aussi celles et ceux des documents, des manuels, des pairs et de l'enseignant » (Ibid., p. 72-73). La séance présentée s'inscrit dans une démarche de géographie expérientielle (Leininger-Frézal, 2019) afin de confronter des points de vue d'acteurs sur un problème spatial relatif au concept de ressource. Elle débute par la phase « d'immersion » énoncé ainsi : « un débat oppose plusieurs acteurs après l'attribution de la coupe du monde de football 2022 au Qatar. Ce pays organise-t-il la coupe du monde grâce à son gaz ? ». L'expérience spatiale est indirecte : des documents doivent permettre aux élèves de s'identifier à cinq acteurs aux points de vue divergents. L'objectif est que les élèves puissent saisir les pratiques, les représentations spatiales et la stratégie de ces acteurs. Les élèves doivent rechercher des arguments dans un corpus documentaire prenant en compte les dimensions économiques, sociales et environnementales de l'évènement.

L'interaction se déroule sous la forme d'un débat ouvert, qui n'orienterait pas les élèves vers une solution préétablie, travers qu'ont pu identifier Doussot & Grandjean (2014) pour les pratiques ordinaires de débat en classe. L'analyse de l'enregistrement, présentée dans le tableau n° 1, montre que les différents attributs du concept sont abordés par les élèves, sans pour autant qu'ils aient conscience qu'ils formalisent une ébauche de conceptualisation que l'on peut désigner comme une « proto-conceptualisation ». La quatrième colonne du tableau n° 1 croise chaque intervention des élèves avec les attributs présentés dans la figure n° 1.

Timing	Intervenant	Transcription	Attributs du concept qui apparaissent
0.20	Moussa1 (Qatar)	Alors on voudrait d'abord dire qu'il n'y a aucun risque à organiser la coupe au Qatar. La température au Qatar est élevée mais on a prévu de faire des changements pour que ça se passe bien. On va climatiser les stades	- Risques géo-environnementaux
00:44	Lila 1 (Greenpeace)	Vous parlez de la chaleur mais grâce à l'argent du gaz, le Qatar a dépensé 400 Millions par semaine pour ces stades. Je trouve ça inadmissible d'investir de telles sommes dans un stade à l'heure du changement climatique	- Inégale répartition de l'exploitation et de la consommation - Capitaux
01:50	Caroline1 (Anticor)	Nous avons des preuves que les stades climatisés sont construits par EDF et qu'il y a un système de corruption avec la France	- Inégale répartition de l'exploitation et de la consommation
03:33	Caroline2 (Anticor)	Alors nous avons des preuves de cette corruption. Il y a l'accord de collaboration militaire entre la France et le Qatar. EDF a gagné le marché juste après et donc, heu, voilà	- Risques géopolitiques - Capitaux
04:14	Gwendoline2 (Entrepreneur français)	Alors pour vous un investissement, c'est de la corruption ?	- Capitaux - Ressources immatérielles
04:30	Caroline3 (Anticor)	Non je vous parle de l'argent qui circule. Lorsque l'émir se fait construire une villa à Marne-la-coquette sans payer d'impôts. C'est ça que nous dénonçons. Et l'achat des votes pour organiser la coupe du monde, grâce au gaz	- Risques géopolitiques - Capitaux
05:26	Ylan1 (Arabie Saoudite)	Je veux revenir sur cette organisation de la coupe du monde. Il y a eu une corruption de Zidane et de Platini pour acheter cette coupe du monde, grâce à l'argent du gaz	- Risques géopolitiques - Capitaux
07:12	Moussa4 (Qatar)	Vous nous parlez de corruption de joueurs, d'entreprises mais il faut plus que cela pour organiser une coupe du monde. Franchement vous croyez que c'est juste en achetant Zidane qu'on organise une coupe du monde? On investit beaucoup d'argent dans les stades, les infrastructures. C'est pour ça qu'on a gagné le droit de l'organiser	- Ressources immatérielles

Tableau n° 1 : extraits de l'interaction au cours la séquence de géographie expérientielle « le Qatar organise-t-il la coupe du Monde de Football grâce à son gaz ? » avec une classe de 2nde - année 2018-2019.

A postériori, les élèves doivent remplir un tableau permettant de synthétiser les différents points de vue (organisation de l'évènement et ressources impactées). Il s'agit de la première étape de l'institutionnalisation du concept.

Pluralités des ressources	« L'afflux de touristes aidera le pays à se remodeler. Les champs de pétrole ne seront plus utilisables après 2023 et le tourisme semble être la seule solution valable pour développer le pays et faire face à Dubaï. Le Qatar a fait d'énormes investissements pour se préparer à la coupe du monde : 140 M pour la construction de routes, ponts, aéroports, métros, etc. Ainsi que 20 M pour des hôtels. Des investisseurs français ont déjà signé des contrats avec le Qatar et des concurrents étrangers sont en discussion pour signer des contrats » (Isabelle, « groupe Anticor ») « Pour le Qatar, le gaz est un très grand atout. En effet, c'est cette ressource qui lui permet d'être le 3e plus grand producteur du monde et donc de s'enrichir constamment. Cependant, il s'agit aussi d'un problème, le gaz n'étant pas une ressource permanente, il faut trouver des alternatives » (Mylène, « groupe Qatari)
Inégale répartition de l'exploitation et de la consommation	« Le Qatar est la troisième réserve mondiale de gaz, son économie se base essentiellement sur ça. En une vingtaine d'années, la production de gaz naturel du pays est passée d'environ 5 M de TEP à près de 135 M. Le Qatar travaille à réduire sa pollution en essayant de remplacer le pétrole par du gaz naturel » (Daniel, « groupe Anticor »)
Risques géopolitiques liés aux ressources	« Pour mon personnage, Salmane Al Saoud, le Qatar ne devrait pas organiser la coupe du monde en raison des suspicions de lien avec Al-Qaïda, le groupe islamique et les Frères musulmans, confrérie classée terroriste par certains pays. L'Arabie Saoudite ayant rompu les liens avec le Qatar, il est naturel qu'ils ne souhaitent pas que la Coupe du monde soit organisée chez eux » (Olivia, groupe « Arabie Saoudite ») « Pour mon personnage, Salmane Al Saoud, le Qatar ne doit pas organiser la coupe du monde. En Effet, l'Arabie Saoudite a rompu ses liens avec le Qatar pour des accusations de terrorisme (des suspicions de liens avec Al-Qaïda, le groupe État islamique et les frères musulmans. Pour certains chercheurs, c'est une justification floue qui cache d'autres motivations. Il y a aussi le fait que le Qatar soit en bons rapports avec l'Iran car ils exploitent tous les deux le North Dome, or, l'Amérique et l'Arabie Saoudite ont de très mauvais rapports avec l'Iran. » (Anaïs, groupe « Arabie Saoudite »)
Risques géoenvironnementaux liés à l'exploitation des ressources	« Pour mon personnage, le Qatar ne doit pas organiser la coupe du monde car il fait cela par intérêt, pour s'assurer un avenir dans le tourisme une fois que ses champs de pétrole seront dégarnis. De plus, le pays n'est pas adapté pour une compétition sportive, car, en été les températures vont de 40 à 50 degrés ce qui les pousse à climatiser les stades à ciel ouvert. Eux se vantent de pouvoir les refroidir en 30 minutes mais c'est une catastrophe écologique. En plus de cela, il y a de lourds soupçons de corruption de la Fifa » (Yvan, groupe Greenpeace) « Le gaz a été un atout car il a permis d'avoir le revenu par tête le plus élevé de la planète. Mais ce n'est pas une ressource durable et donc, d'ici 2023, ils seront dégarnis. C'est pour cela que les Qataris anticipent la fin des ressources et investissent dans de nouveaux secteurs économiques » (Gwendoline, « groupe entrepreneur ») « Le manque d'eau était un problème mais ne l'est désormais plus grâce aux stades climatisés qui refroidissent l'atmosphère. Cependant, si l'on regarde plus loin, il s'agit d'un problème au niveau écologique, les climatiseurs étant extrêmement polluants et demandant de l'eau que seules les usines de dessalement peuvent fournir ». (Marie, « groupe Greenpeace »)

Tableau n° 2 : classification d'argumentaires écrits d'élèves selon les attributs du concept auxquels ils se réfèrent

La deuxième étape est encadrée par le professeur et consiste, par les interactions avec le groupe classe, à élaborer le réseau conceptuel. Les arguments pouvant être rattachés à des attributs du concept sont identifiés dans les écrits et le professeur met en évidence ce lien dans un nouvel artéfact : une carte heuristique permettant de formaliser le concept (figure n° 2). L'outil utilisé est le logiciel libre WiseMapping, disponible dans l'espace numérique de travail utilisé par les élèves. Le choix de la carte heuristique a été réalisé pour catégoriser les principaux arguments en un temps contraint.

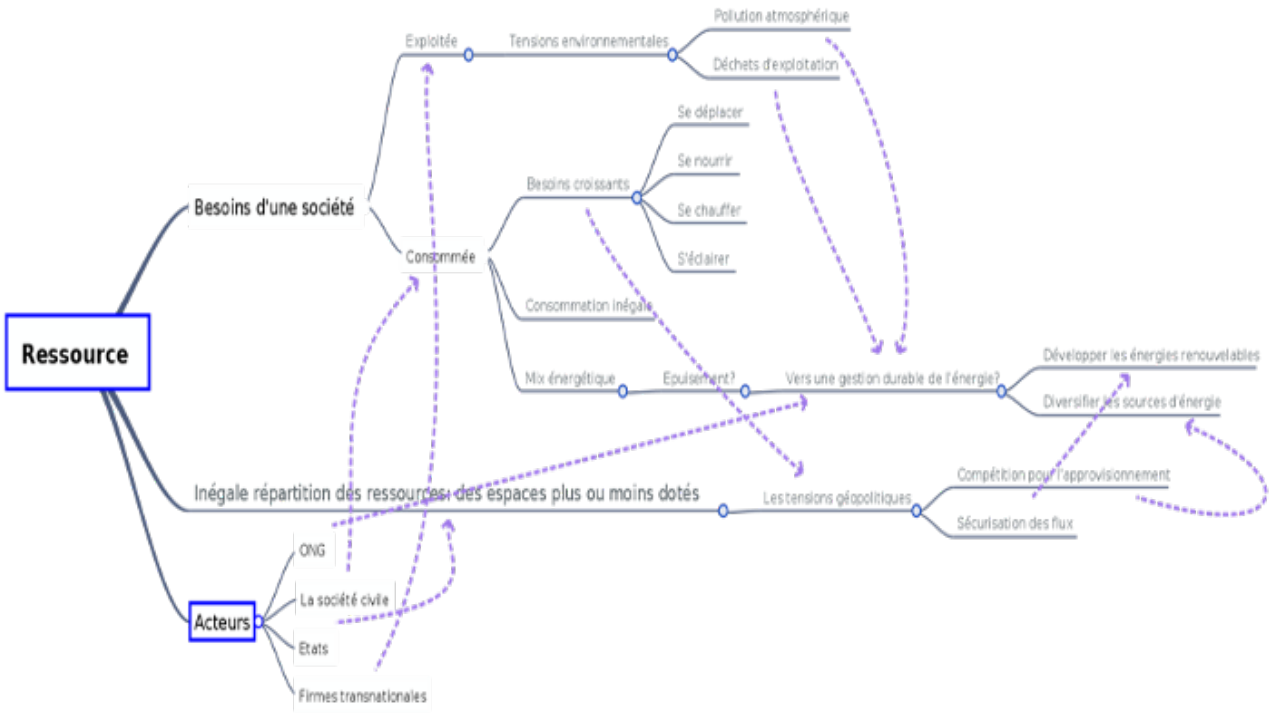


Figure n° 2 : la carte heuristique co-construite avec les élèves, projetée au tableau

Ainsi, l'usage de cet outil permet de formaliser des positionnements d'acteurs contradictoires sur un même problème géographique et constitue un support dans les interactions entre le professeur et le groupe classe visant à expliciter les concepts et les démarches en jeu dans le cadre du raisonnement géographique mobilisé.

Expliciter dans le cadre d'un raisonnement apodictique en SVT

La recherche porte sur le concept de végétal dans la formation des enseignants de SVT (Bosdeveix & Lhoste, 2020). Les étudiants de Master MEEF 1ère année réalisent en binôme une carte conceptuelle afin de dresser le bilan d'une formation basée sur l'histoire des sciences portant sur le groupe des végétaux dans les différentes classifications biologiques. Le problème étudié porte sur la caractérisation multiple d'un groupe biologique, les végétaux, dépendant étroitement du type de classification (fonctionnelle ou phylogénétique). Le travail en dyade nécessite une négociation entre les deux étudiants pour construire une seule carte. La recherche croise l'analyse de la carte conceptuelle réalisée et l'analyse de l'argumentation permettant ainsi d'étudier les choix réalisés par les étudiants et accéder au raisonnement scientifique mobilisé.

L'enjeu est d'analyser dans quelle mesure la carte conceptuelle est un instrument permettant aux étudiants de conduire un raisonnement scientifique et de construire un problème, ce qui implique deux dédoublements : entre faits et idées, d'une part, et entre contraintes et nécessités, d'autre part. L'extrait de la carte (figure n° 3) mobilise deux problèmes biologiques distincts : celui de la définition fonctionnelle des végétaux basée sur leur mode de nutrition et celui de l'origine évolutive des plastes.

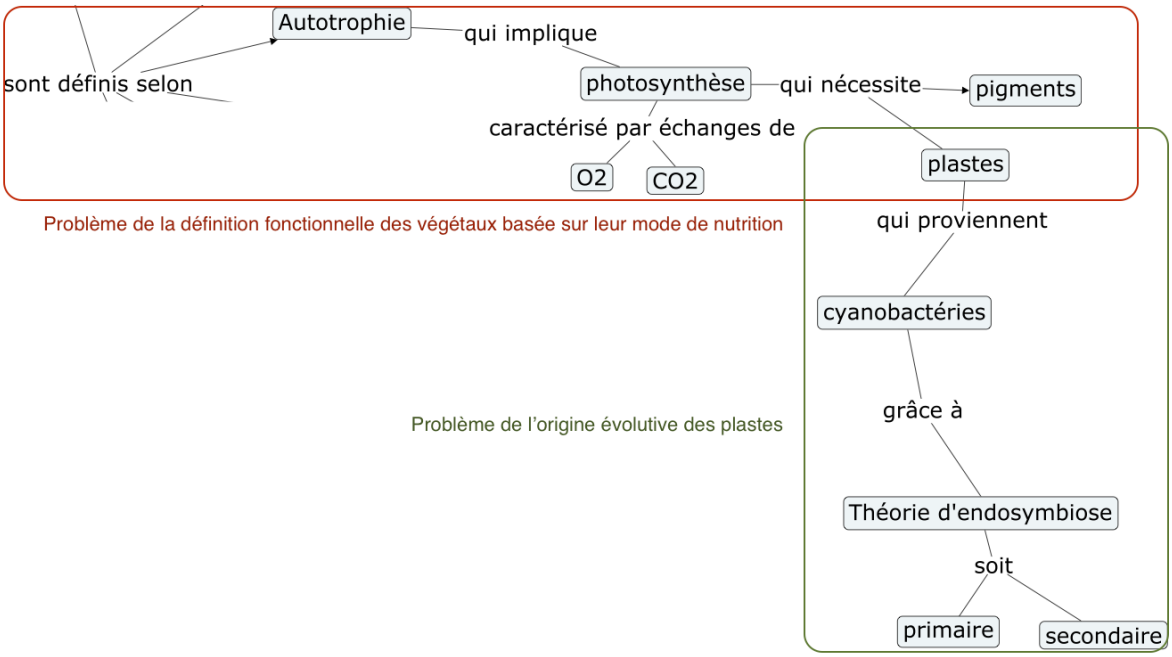


Figure n° 3 : branche de la carte conceptuelle faisant l'objet de la présente analyse

Concernant le problème de l'origine évolutive des plastes, le modèle explicatif de la théorie de l'endosymbiose est avancé mais sans mobiliser explicitement des données empiriques, comme par exemple la présence de membranes plastidiales multiples ou la présence de matériel génétique de type bactérien. Ainsi sans dédoublement entre faits et idées, il n'est pas possible d'affirmer que le problème de l'origine des plastes soit pleinement construit. Dans ce cas, nous ne pouvons pas dire avec certitude si le savoir mobilisé par les étudiants est de nature propositionnelle et assertorique ou bien problématisée et apodictique. Cela dépend de ce qui est encapsulé ou non dans ce qu'envisagent les étudiantes. Dans l'autre branche portant sur un problème fonctionnel basé sur le mode de nutrition photosynthétique, il y a mise en relation de concepts des deux registres empirique et théorique. Il reste à examiner s'il y a construction de nécessités. La présence de pigments et de plastes est qualifiée par les étudiantes de nécessaire pour assurer la photosynthèse : « photosynthèse / qui nécessite / pigments /plastes ». Cette mise en relation est-elle suffisante pour affirmer que le savoir représenté dans la carte est de nature apodictique ? Il est difficile de l'affirmer avec certitude car les raisons de la nécessité de pigments ne sont pas indiquées (nécessité de transformer l'énergie lumineuse en énergie chimique). Cette nécessité fonctionnelle est-elle construite par les étudiantes mais en restant implicite ? Nous pouvons supposer qu'il y a ébauche de construction d'une nécessité mais dont les tenants et aboutissants ne sont pas totalement explicités.

Conclusion

Les cartes conceptuelles et heuristiques sont des outils puissants d'explicitation. Elles permettent de travailler à une médiation au concept travaillé en explicitant ses

caractéristiques intrinsèques, notamment les attributs et leurs relations. En cela, elles représentent une ressource pour la formation des enseignants.

Par ailleurs, l'outil peut être utilisé dans une activité afin que les apprenants s'explicitent à eux-mêmes un raisonnement scientifique. Les cartes permettent une médiation réflexive. Leur usage par les apprenants les amène à clarifier les classements opérés, les rapprochements, les distinctions, les mises en rapport effectués. Ce faisant, l'explicitation des concepts s'opère par une réflexion sur ces mises en liens et ces distinctions des attributs. Cependant, les modalités de raisonnement divergeant épistémologiquement entre nos deux disciplines, les modalités de contrôle de la pensée disciplinaire présentent des dissemblances.

Bibliographie

Berstein, B. (1975). *Langage et classes sociales*. Paris : Éditions de Minuit.

Bosdeveix, R. (2017). Les cartes conceptuelles dans la recherche en didactique : Usages, élaboration et analyse grâce au logiciel CmapTools. *Recherches en didactiques*, 24(2), 81-103.

Bosdeveix, R., & Lhoste, Y. (2020). Utilisation des cartes conceptuelles pour étudier le raisonnement des apprenants et la construction de problèmes scientifiques. In *Diversité des approches en didactique des sciences et des technologies. Dir : I. Kermen* (p. 65-79). Artois Presses Université.

Bourdieu, P., & Passeron, J.-C. (1964). *Les Héritiers. Les étudiants et la culture*. Paris : Éditions de Minuit.

Doussot, S. (2011). *Didactique de l'histoire : Outils et pratiques de l'enquête historienne en classe*. PU Rennes.

Doussot, S., & Grandjean, J. (2014). Enseigner les sciences sociales pour éduquer le citoyen : Une étude de cas sur l'histoire, la géographie et l'EDD. *Éducation et socialisation*, 36. http://journals.openedition.org/edso/893.

Fabre, M., & Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, 24, 37-57.

Mintzes, J.J., Wandersee, J.H. and Novak, J.D. (1997) Meaningful learning in science: The human constructivist perspective. In *G.D. Phye (ed.) Handbook of Academic Learning* (Orlando: Academic Press), 405-447.

Leininger-Frézal, C. (2019). *Apprendre la géographie par l'expérience : La géographie expérientielle* [Habilitation à diriger des recherches]. Université de Caen.

Molines, G. (1998). *Concepts, notions et raisonnements dans la géographie enseignée* [Doctorat]. Université d'Avignon.

Passeron, J.-C. (2006). *Le raisonnement sociologique : Un espace non poppérien de l'argumentation*. Paris : Albin Michel.

Thémines, J.-F. (2012). Ressources de problématisation en géographie scolaire française. *Nouveaux Cahiers de la recherche en éducation*, 15(1), 5-19.

Tiberghien, A. (1994). Choix sous-jacents à la construction de représentations spatiales de concepts. *Didaskalia*, 5, 53-62.

Prise en compte d'un obstacle didactique en formation initiale d'enseignants de SVT

Vers une typologie du finalisme dans les écrits d'étudiants en master MEEF

Figon, Florent[1,2], Dessart, François[2,3]
[1]Laboratoire d'écologie alpine (LECA), UMR 5553, Univ. Grenoble-Alpes, Univ. Savoie Mont Blanc, CNRS – France
[2]Institut national supérieur du professorat et de l'éducation de Grenoble, Univ. Grenoble Alpes – France
[3]Sciences et Société ; Historicité, Éducation et Pratiques (S2HEP), UR 4148, Univ. Claude Bernard - Lyon I – France

Résumé

Nous envisageons une analyse des formes de finalisme utilisées par les futurs enseignants de SVT dans le cadre de leur formation initiale. Pour cela, à partir de repères théoriques en épistémologie de l'évolution et d'un recueil d'écrits d'étudiants en master MEEF, nous avons dressé et testé une typologie des formes de finalisme qu'ils utilisent. Une telle typologie suggère que toutes les formes de finalisme ne sont pas équivalentes et nous conduisent à penser le travail didactique à envisager. Si un travail est à mener sur les formulations langagières, ainsi que sur les fondamentaux épistémologiques, c'est principalement l'intentionnalité prêtée aux structures biologiques qui demande un traitement didactique particulier. Nous proposons la mise en place d'un travail par objectif-obstacle dans le but de prévenir l'installation d'un obstacle didactique finaliste dans les formations des futurs enseignants de SVT.

Mots-clés :

Évolution ; Finalisme ; Formation initiale en SVT ; Langage écrit ; Obstacle didactique.

Introduction

L'évolution dans l'enseignement en SVT n'est pas qu'une thématique parmi d'autres des programmes. Elle irrigue l'ensemble des concepts et démarches de la biologie. Ce statut particulier se retrouve dans la place qu'elle tient dans la recherche scientifique, illustrée par le titre du fameux essai « Rien en biologie n'a de sens, excepté à la lumière de l'évolution » (Dobzhansky, 1973).

La compréhension et la maîtrise de la théorie de l'évolution sont donc des compétences incontournables pour les candidats aux concours de l'enseignement des SVT, comme le soulignent les rapports de jury du Capes (Frugière, 2020). Ces rapports permettent d'avoir une vision d'ensemble des erreurs récurrentes des candidats ; ils mettent notamment en garde contre l'usage persistant de formulations considérées comme incompatibles avec la pensée évolutionniste, dont le finalisme (Frugière, 2020), c'est-à-dire la conception que les structures biologiques existent *a priori* pour répondre à un but (de Ricqlès & Gayon, 2011).

Le jury rappelle que la nécessité d'éviter le finalisme en biologie est du ressort de la formation en « souhait[ant] que les candidat.e.s, au cours de leur préparation au concours, cherchent à comprendre les quelques raisons épistémologiques sous-jacentes à cette exigence, plutôt que de la réduire trop souvent à une simple question de forme. » (Frugière, 2020, p. 33)

Comprendre en quoi le finalisme mobilisé par les étudiants est révélateur d'un usage langagier ou d'un mode de pensée est donc un enjeu fort des formations des professeurs de SVT. À partir d'une analyse didactique d'écrits d'étudiants, nous caractérisons différents types de finalisme. Notre objectif est de mettre en place une ingénierie didactique fondée sur cette typologie pour travailler le finalisme comme objectif-obstacle (Astolfi & Develay, 2002 ; Martinand, 1992).

Le finalisme : un obstacle didactique ?

Notion d'obstacle

Notre recherche se positionne dans le cadre épistémologique du problème défini par Bachelard (1960). Elle s'appuie sur la notion d'obstacle épistémologique au sens où la pensée commune fournit des explications semblant fonctionner dans le quotidien, mais ne répondant pas aux enjeux d'apprentissages de savoirs rationnels. Cette pensée commune, sous forme de représentations (Moscovici et al., 1962) sur le monde, fait obstacle aux apprentissages (Astolfi & Develay, 2002).

Mais un obstacle peut également naître de la formation ; il est alors un obstacle didactique (Brousseau, 2003) et se caractérise par le fait que le formateur, dans son objectif d'apprentissage, est à l'origine de sa mise en place via le concept enseigné.

Identifié par les didacticiens et épistémologues des sciences (Lhoste, 2017), le finalisme attire notre attention dans la mesure où il représente un obstacle didactique potentiel pour les étudiants qui se destinent au métier d'enseignant de SVT.

L'obstacle finaliste

Nous portons notre attention sur les dimensions que peut prendre le finalisme dans la formation des enseignants de SVT. Le concept de fonction, central en biologie, représente déjà, selon de Ricqlès & Gayon (2011), une forme de finalisme, mais qui résiderait bien plus dans les formulations que dans les pensées.

> Cet embarras perpétuel pour échapper au langage finaliste est pointé par le recours fréquent à des périphrases nombreuses et plus ou moins complexes (tel organe est là « pour... », « en vue de... » […]), ou par l'usage de termes à prendre dans un sens très métaphorique, comme celui de « stratégies adaptatives », toutes tentatives destinées à masquer, avec plus ou moins de bonheur, la téléologie du langage fonctionnel. (de Ricqlès & Gayon, 2011, p. 182)

À cette téléologie, soit la pensée que la fonction est un but *a priori*, s'oppose la téléonomie (Monod, 1970) qui propose de penser la fonction comme une finalité *a posteriori*, en tant qu'aboutissement d'événements contingents et de sélection, permettant l'usage de formulations en apparence finalistes (de Ricqlès & Gayon, 2011). Si les chercheurs en biologie maitrisent la téléonomie et savent interpréter d'un point de vue évolutif des formes langagières *a priori* finalistes (de Ricqlès & Gayon, 2011), il se pose la question d'utiliser de telles tournures avec des étudiants, et leur réutilisation avec des élèves, en situation d'apprentissage.

Le finalisme se nourrit aussi du raisonnement par analogie mobilisant des formes d'anthropocentrisme qui prêtent des intentions aux objets étudiés, poussant les étudiants à user de finalismes. La recherche de signification par les étudiants qui construisent des explications s'appuierait ainsi sur un fonctionnalisme dans lequel la fonction serait dirigée vers un effet. Celui-ci ne serait autre qu'une fin anticipée, envisagée *a priori* au travers d'une intention.

L'obstacle finaliste : un obstacle langagier ?

Les écrits des étudiants

Les rapports de jury illustrent le finalisme dans les copies d'étudiants à travers de nombreux exemples, allant de formulations exprimant le but comme « afin de » à l'utilisation de notions fixistes et essentialistes [ex. : « la survie des espèces » (Frugière, 2020, p. 33)]. Ils critiquent aussi l'utilisation d'anthropomorphismes laissant penser que « l'évolution […] s'orienter[ait] de son propre chef vers [une] finalité de progrès » (Frugière, 2020, p. 33).

Toutefois, ces formes de finalismes ne sont pas mises au même niveau dans les rapports du jury. Ainsi, s'ils invitent à se passer de certaines locutions conjonctives, ils alertent sur des formes inadmissibles de finalisme qui « révèle[raient] des conceptions caricaturales et erronées de l'évolution » (Frugière, 2020, p. 33). De plus, ces rapports rappellent que le finalisme n'est pas qu'une question de forme, il faut séparer les problèmes d'ordre purement langagier et d'ordre conceptuels. Cependant, l'utilisation de tournures finalistes n'est pas l'apanage d'étudiants en formation, les chercheurs mobilisent aussi des formes *a priori* finalistes, à l'origine de débats épistémologiques (de Ricqlès & Gayon, 2011).

Dans une situation d'apprentissage, nous pensons que l'usage d'un langage *a priori* finaliste (incluant la téléonomie) risque de participer à la construction de concepts finalistes erronés. Nous souhaitons alors trouver un moyen de différencier ce qui relève du langage et du sémantique de ce qui relève du conceptuel dans les tendances finalistes afin de travailler cet obstacle didactique.
Notre objectif est double : (1) faire prendre conscience aux étudiants des types de finalisme qu'ils mobilisent, pour (2) agir sur ces finalismes en fonction de leur nature.
Nous proposons alors une typologie des formes de finalisme dans les écrits des étudiants. À travers une démarche didactique basée sur l'épistémologie et l'histoire des sciences évolutives, nous suggérons enfin des pistes dans l'usage d'une transposition du langage évolutionniste pour éviter que ces formes de finalismes deviennent des obstacles didactiques.

Première typologie des finalismes dans les écrits

Afin de produire une première typologie des finalismes, nous sommes partis des rapports de jury ainsi que de l'éclairage qu'apportent les didacticiens et les épistémologues de l'évolution.
Une première forme de finalisme serait la mobilisation de concepts en contradiction claire avec l'évolution. Ces finalismes conceptuels mobilisent du fixisme ou des notions de dessein intelligent (Fortin et al., 2021).
Une deuxième forme de finalisme proviendrait de ce que nous considérons comme des facilités ou abus de langage. Ce finalisme langagier ou syntaxique se traduirait notamment par l'utilisation de locutions conjonctives exprimant le but mais pas forcément révélatrices d'une pensée finaliste (de Ricqlès & Gayon, 2011).
Enfin, le finalisme dit sémantique conduirait à attribuer des intentions aux structures biologiques à travers notamment une démarche anthropomorphique. Cette forme emprunte aux deux autres, mobilisant des difficultés langagière et conceptuelle.

Méthodologie

À travers le recueil d'un corpus de 12 dissertations d'étudiants en M2 MEEF SVT sur le thème « La vie fixée des plantes », nous avons testé notre typologie de départ en analysant l'ensemble des occurrences à caractère finaliste (Tableau 1).

Typologie de finalisme	Conceptuel	Langagier	Sémantique
Critères	Concept incompatible avec la théorie de l'évolution	Connecteurs logiques de but	Terme ou ensemble de termes porteurs d'un choix délibéré dans une situation Attente portée sur l'avenir
Indicateurs	Théories créationniste, essentialiste, fixiste, transformiste, progressiste	Pour, afin, dans le but, dans la perspective, en vue de	Anthropomorphisme Verbe qui caractérise une action issue d'une décision, d'une volonté, d'une intention

Tableau n°1 : Critères et indicateurs de classification des finalismes à l'écrit

Résultats et discussion

Les finalismes langagiers sont majoritaires (80,5 % des 185 occurrences). Dans l'exemple : « La plante étant fixée, elle ne peut pas se déplacer pour [= finalisme langagier] s'abriter d'une intempérie », la locution conjonctive « pour » dénote *a priori* du finalisme mais reste en accord avec une pensée téléonomique.

À l'inverse, la formulation « L'enjeu pour les plantes terrestres est donc de disséminer ces graines afin [= finalisme langagier] d'assurer la pérennité de leur espèce [= finalisme conceptuel] » fait apparaitre un fixisme de la notion d'espèce qui vont à l'encontre de la pensée évolutionniste. Ce finalisme conceptuel, le plus problématique épistémologiquement parlant, est cependant minoritaire (5,9 %)

Enfin, dans la formulation « [La plante] met donc en place différentes stratégies [= finalisme sémantique] », une intentionnalité est donnée à la plante à travers l'utilisation d'un terme en partie consacré par la communauté des chercheurs (i.e. « stratégie [adaptative] »). Il subsiste alors une ambiguïté qui ne permet pas de déterminer si le raisonnement est téléonomique ou téléologique.

Perspectives de travail didactique sur le finalisme

À partir de ces conclusions, nous envisageons un travail de type objectif-obstacle qui préviendrait l'installation d'un obstacle didactique finaliste.

Concernant le finalisme conceptuel, un travail plus profond sur l'épistémologie des étudiants semble essentiel, ce qui sortirait du cadre de notre travail d'ingénierie didactique. Un travail sur le finalisme purement langagier permettrait d'envisager des formulations alternatives afin de lever toute ambiguïté et éviter la construction d'une pensée finaliste par des élèves en situation d'apprentissage (Rector et al., 2013). Enfin, sur le finalisme sémantique, un travail sur l'intentionnalité sous-jacente au fonctionnalisme nous parait être la piste la plus efficiente. Nous envisageons un travail sur les nécessités logiques, et non pas les besoins, en appui sur le cadre didactique de la problématisation de Fabre & Orange (1997). Nous pourrions ainsi déconstruire cette dimension projective de l'intentionnalité liée à la fonction

et à la téléonomie. Elle est en effet au cœur des débats épistémologiques sur l'évolution et il nous semble donc intéressant de nourrir notre travail d'ingénierie didactique par une approche épistémologique et d'histoire des sciences. Nous pourrions dès lors travailler le problème de la complexité de l'œil, un exemple bien documenté en épistémologie (Fortin et al., 2021).

Bibliographie

Astolfi, J. P., & Develay, M. (2002). *La didactique des sciences* (6e éd.). Presses universitaires de France.

Bachelard, G. (1960). *La formation de l'esprit scientifique* (4e éd.). J.Vrin.

Brousseau, G. (2003). *Glossaire de quelques concepts de la théorie des situations didactiques en mathématiques*.

de Ricqlès, A., & Gayon, J. (2011). Fonction. In T. Heams, P. Huneman, G. Lecointre, & M. Silberstein (Éds.), *Les mondes darwiniens* (2e éd., Vol. 1, p. 177-201). Matériologiques.

Dobzhansky, T. (1973). Nothing in Biology Makes Sense Except in the Light of Evolution. *American Biology Teacher*, *35*(3), 125-129.

Fabre, M., & Orange, C. (1997). Construction de problèmes et franchissement d'obstacles. *ASTER*, *N°24*, pp 37-57.

Fortin, C., Guillot, G., Le Louarn Bonnet, M. L., & Lecointre, G. (2021). *Guide critique de l'évolution* (2e éd.). Belin Education.

Frugière, A. (2020). *Rapport du jury, Capes SVT externe, session 2020*. https://media.devenirenseignant.gouv.fr/file/externe/72/5/rj2020-capes-externe-sciences_de_la_vie_et_de_la_terre_1355725.pdf

Lhoste, Y. (2017). *Épistémologie et didactique des SVT*. Presses Universitaires de Bordeaux.

Martinand, J.-L. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. INRP.

Monod, J. (1970). *Le Hasard et la nécessité*. Seuil.

Moscovici, S., Ackermann, W., & Barbichon, G. (1962). *Diffusion des connaissances scientifiques et techniques* (CERP).

Rector, M. A., Nehm, R. H., & Pearl, D. (2013). Learning the Language of Evolution : Lexical Ambiguity and Word Meaning in Student Explanations. *Research in Science Education*, *43*(3), 1107-1133. https://doi.org/10.1007/s11165-012-9296-z

Coopération et autorégulation dans les échanges entre étudiants d'un groupe performant au cours d'une résolution de problème en épistémologie des sciences

Etude de cas en premier cycle universitaire

Roca, Pascale[1,2], Bächtold, Manuel[1,2]
[1]OTP, Université de Montpellier – France
[2]LIRDEF (UR UM208), Université de Montpellier & Université Paul-Valéry Montpellier 3 – France

Résumé

Cette étude vise à mieux comprendre le fonctionnement du travail coopératif de groupes d'étudiants à l'université au cours d'une résolution de problème en épistémologie des sciences. L'approche consiste à analyser la nature et la fréquence des autorégulations dans les échanges verbaux et leurs liens possibles avec les phases de discussion épistémologique. La grille d'analyse distingue trois types d'autorégulation (Anticipation, Performance et Réflexion) et trois types de méta-discours (Méta-soi, Méta-autrui et Méta-groupe). L'analyse porte sur les échanges verbaux d'un groupe performant lors d'une séance d'environ une heure. Elle révèle que les autorégulations ont été nombreuses, majoritairement du type Anticipation avec Méta-groupe, et que les phases de discussion des notions d'épistémologie ont été articulées aux autorégulations selon deux modalités, en amont ou pendant ces phases. De nouvelles analyses sont à réaliser pour affiner les premières conclusions.

Mots-clés :

Coopération ; Autorégulation ; Métacognition ; Epistémologie des sciences

Cadre théorique

Notre étude se situe en première année d'une licence de pré-professionnalisation au métier d'enseignant pendant une séance en épistémologie des sciences. Cette séance propose un travail en groupe dans l'optique de favoriser un apprentissage coopératif. Ce dernier peut être défini ainsi :

> « *Cooperative learning [is] defined as students working together in a group small enough that everyone can participate on a collective task that has been clearly assigned. Moreover, students are expected to carry out their task without direct and immediate supervision of the teacher.* » (Cohen, 1994, p. 5)

Il engendre de meilleures performances des apprentissages que les environnements basés sur le travail individuel (Johnson & Johnson, 2002). Il favorise le développement des relations sociales (Tolmie et coll., 2010) et des compétences cognitives de haut niveau, comme les compétences argumentatives et la pensée critique (Schwarz & Baker, 2017).

Selon Schwarz *et al.* (1991), l'apprentissage coopératif est riche sur le plan conceptuel lorsque les groupes se voient assigner des problèmes à résoudre, qui impliquent des négociations et la manipulation d'abstractions. Pour être efficaces, les groupes doivent gérer le processus de résolution de manière explicite, par exemple au niveau des objectifs, de la planification ou du choix des procédures (Chang & Wells, 1987). Les processus d'autorégulation au sein d'un groupe sont donc essentiels (Järvelä *et al.*, 2016). La nature et la fréquence des autorégulations peuvent expliquer les différences entre les groupes au niveau de leur fonctionnement et de leurs performances, notamment en sciences (Oliveira & Sadler, 2008).

L'apprentissage autorégulé peut être défini comme « *the degree to which students are metacognitively, motivationally, and behaviorally active participants in their own learning processes* » (Zimmerman, 2013). Trois phases d'autorégulation peuvent être distinguées: l'« *anticipation* » comprenant l'analyse de la tâche avant de l'exécuter, la « *performance* » avec le contrôle et l'ajustement de l'exécution de la tâche et la « *réflexion* » qui comprend l'évaluation de ce qui a été réalisé et comment cela l'a été (Zimmerman, 2013).

Kuhn *et al.* (2020) ont comparé la proportion d'interventions exprimant une autorégulation de nature métacognitive dans les échanges oraux de groupes en fonction de leur performance pour résoudre un problème. Ils ont fait la distinction entre trois types d'interventions : les interventions méta-discursives axées sur la personne (« *meta-self* ») ou sur le groupe (« *meta-group* ») et les interventions de nature argumentative portant sur le thème en jeu dans la tâche (« *topic-talk* »). Les résultats de l'étude montrent que les groupes plus performants se distinguent par une plus grande proportion d'interventions Méta-groupe. Ces résultats pointent l'importance des autorégulations sur le fonctionnement du groupe pour mieux coordonner les actions du groupe.

La séance étudiée porte sur le concept scientifique, représentation mentale de la pensée. Selon Barth (2013), un concept se forme par le choix de critères qui permettent de classer ensemble certaines choses, en identifiant des similarités. Un concept scientifique ne porte pas uniquement sur les objets au niveau empirique, il se trouve aussi en lien avec des lois et principes à un niveau théorique. Pour Hempel « les concepts de la science sont les nœuds

d'un réseau de relations mutuelles systématiques dont les lois et les principes théoriques forment les fils » (Hempel, 2012, p. 165). Au même titre que les lois et principes, un concept scientifique peut évoluer (Cassirer, 1977).

Questions de recherche

Cette étude propose d'explorer les phases d'autorégulation pour mieux comprendre le fonctionnement d'un groupe d'étudiants performants à l'université lors de la résolution d'un problème en épistémologie des sciences. Notre approche combine les cadres conceptuels de Zimmerman (2013) et Kuhn *et al.* (2020). L'objectif de l'étude est de tester le caractère opérationnel d'une telle approche à travers l'analyse fine du fonctionnement d'un groupe pour comprendre comment la manipulation des notions d'épistémologie s'articule avec les autorégulations du groupe.

Trois questions de recherche guident cette étude :

QR1 : Comment les notions d'épistémologie sont-elles manipulées au cours du travail de groupe ?

QR2 : Quelles sont la nature et la fréquence des autorégulations au sein du groupe ?

QR3 : Comment les phases de discussion des notions d'épistémologie et les autorégulations sont-elles articulées au cours des interventions des étudiants ?

Méthode

Participants

Les étudiants participant à cette recherche ont suivi des cursus différents au lycée. Ils construisent durant cette première année de licence les bases de leur culture scientifique commune. Ils fonctionnent en groupes identiques depuis plusieurs mois pour résoudre de manière coopérative des problèmes complexes. L'étude de cas présentée dans cet article concerne le fonctionnement d'un groupe de 7 étudiants amené à produire un document en lien avec une notion d'épistémologie, à savoir le concept scientifique, au cours d'une séance dans la seconde partie de l'année. Ce groupe est considéré comme performant de par la qualité de la production finale, qui témoigne de l'efficacité de son fonctionnement.

Méthode d'analyse

Une analyse thématique du contenu épistémologique des interventions a été réalisée en distinguant les phases de simple évocation et les phases de discussion des notions d'épistémologie. Les 3 catégories de Zimmerman (2013) ont été mobilisées pour décrire les phases d'autorégulation (Anticipation, Performance et Réflexion), en proposant une distinction entre une autorégulation portant sur une Micro-tâche (ex : lire le passage d'un texte) ou sur une Macro-tâche (ex : lire les ressources pour en extraire des informations utiles). Enfin, nous avons repris la distinction de Kuhn *et al.* (2020) entre deux types de méta-discours (Méta-soi et Méta-groupe) auxquels nous avons ajouté une catégorie supplémentaire (Méta-autrui).

Résultats

Durant la séance, 532 interventions ont été produites par les étudiants du groupe. Environ un tiers des interventions porte sur l'épistémologie (Tableau n°1). De multiples aspects de la notion de concept scientifique ont été abordés (ex : son caractère évolutif, sa fonction de raccourci symbolique ou sa fonction de lien entre les phénomènes). Dans leur majorité, ces

interventions sont regroupées chronologiquement sur certaines phases de la séance. L'analyse a permis d'identifier 258 autorégulations. La majorité de ces autorégulations portaient sur des Micro-tâches. 228 interventions comportent un méta-discours (Tableaux n°2 et n°3). Enfin, 36 interventions portaient sur une discussion relevant de l'épistémologie et en même temps comportaient une autorégulation. Cette association apparaît fortement dépendante de l'activité réalisée par les étudiants (Tableau n°4).

Nombre total d'interventions produites par les étudiants du groupe	Nombre total d'interventions portant sur l'épistémologie			Nombre total d'interventions sans rapport avec l'épistémologie
532	176			356
100 %	33 %			66 %
	Remobilisation de notions d'épistémologie	Simple évocation de la notion de concept scientifique	Réelle discussion épistémologique en lien avec la notion	
	17	61	115	
	3 %	11 %	22 %	

Tableau n°1 : Répartition des interventions produites par les étudiants du groupe

258 autorégulations (48 % des interventions)	72 % sur des Micro-tâches
	28 % sur des Macro-tâches
	60 % de type Anticipation
	32 % de type Performance
	8 % de type Réflexion

Tableau n°2 : Répartition des autorégulations au cours de la résolution du problème par le groupe

228 interventions avec méta-discours (43 % des interventions)	47% de type Méta-group	56 % des interventions de la phase d'Anticipation 23 % des interventions de la phase de Performance 29 % des interventions de la phase de Réflexion
	35 % de type Méta-soi	25 % des interventions de la phase d'Anticipation 41 % des interventions de la phase de Performance 52 % des interventions de la phase de Réflexion
	18 % de type Méta-autrui	9 % des interventions de la phase d'Anticipation 27 % des interventions de la phase de

	Performance 29 % des interventions de la phase de Réflexion

Tableau n°3 : Répartition des méta-discours

	Phases d'activité des étudiants	Types d'autorégulations présentes avant/pendant ces phases
36 interventions portant sur l'épistémologie avec des autorégulations	Lecture collective des ressources	Phase précédée de nombreuses autorégulations de type Anticipation
	Réalisation de l'affiche	Phase accompagnée de nombreuses autorégulations de type Anticipation et Performance

Tableau n°4 : Répartition des interventions relevant de l'épistémologie et comportant une autorégulation

Discussion

Les catégories retenues ont permis d'analyser de manière fine les interventions du groupe et d'apporter un éclairage sur le fonctionnement pouvant être qualifié d'efficace au regard de la production finale qui mettait en avant une bonne appropriation de la notion de concept scientifique. En réponse à QR1, il apparaît que si les interventions portant sur l'épistémologie ne représentent qu'un tiers de l'ensemble des interventions, elles ont néanmoins permis aux étudiants de discuter de façon riche un ensemble d'aspects de la notion de concept scientifique, mais également de remobiliser des connaissances antérieures.

Concernant QR2, l'analyse révèle que les autorégulations, nombreuses, concernent environ la moitié des interventions. Elles sont majoritairement du type Anticipation et sur des Micro-tâches. Les autorégulations du type Anticipation comportaient principalement des méta-discours du type Méta-groupe, ce qui fait écho aux résultats de Kuhn *et al.* (2020) qui associent ce type de méta-discours aux groupes plus performants. On peut penser que ces nombreuses autorégulations ont contribué au bon fonctionnement du groupe, mais que ce fonctionnement pourrait encore être optimisé par davantage d'autorégulations du type Réflexion avec Méta-groupe et sur les Macro-tâches. L'enseignant pourrait chercher à favoriser de telles autorégulations, en dégageant des temps dédiés et/ou par un étayage adapté.

Enfin, s'agissant de QR3, les phases de discussion des notions d'épistémologie et les autorégulations ont été articulées selon deux modalités : lors de la lecture collective de ressources, des autorégulations de type Anticipation avec Méta-groupe précédaient les discussions épistémologiques ; lors de la constitution de l'affiche, des autorégulations étaient concomitantes aux discussions épistémologiques. Au regard des bonnes performances du groupe, on peut supposer que ces autorégulations ont créé des conditions favorables aux discussions épistémologiques, soit pour leur mise en place, soit au cours de celles-ci. Là encore, l'enseignant pourrait favoriser ces autorégulations, par un étayage par exemple.

Afin de confirmer ou infirmer ces premières conclusions et de les affiner, de nouvelles analyses sont à mener avec un ensemble de groupes aux performances variables.

Bibliographie

Barth, B.-M. (2013) *L'apprentissage de l'abstraction.* Retz Chenelière éducation.

Cassirer, E. (1977). *Substance et fonction : éléments pour une théorie du concept (tr. fr.)*. Les Éditions de Minuit.

Chang, G., & Wells, G. (1987). *The literate potential of collaborative talk.* Article présenté au colloque International Oracy Convention, Norwich, Angleterre.

Cohen, E. G. (1994). Restructuring the Classroom: Conditions for Productive Small Groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35. https://doi.org/10.3102/00346543064001001

Hempel, C. (2012). *Éléments d'épistémologie* (pp. 151-174). Armand Colin.

Järvelä, S., Järvenoja, H., Malmberg, J., Isohätälä, J., & Sobocinski, M. (2016). How do types of interaction and phases of self-regulated learning set a stage for collaborative engagement? *Learning and Instruction*, 43, 39-51. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2015.10.006

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2002). Social interdependence theory and university instruction: Theory into practice. *Swiss Journal of Psychology*, 61, 119-129. https://doi.org/10.1024/1421-0185.61.3.119

Kuhn, D., Capon, N., & Lai, H. (2020). Talking about group (but not individual) process aids group performance. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 15, 179-192. https://doi-org.ezpum.scdi-montpellier.fr/10.1007/s11412-020-09321-7

Oliveira, A., & Sadler, T. (2008). Interactive patterns and conceptual convergence during student collaborations in science. *Journal of Research in Science Education*, 45(5), 634-658. https://doi.org/10.1002/tea.20211

Schwarz, N., Bless, H., Strack, F., Klumpp, G., Rittenauer-Schatka, H., & Simmons, A. (1991). Ease of retrieval as information: Another look at the availability heuristic. *Journal of Personality and Social Psychology, 61,* 195-202. https://doi.org/10.1037/0022-3514.61.2.195

Schwarz, B., & Baker, M. (2017). *Dialogue, argumentation and education: history, theory and practice*. Cambridge University Press.

Tolmie, A., Topping, K., Christie, D., Donaldson, C., Howe, C., Jessiman, E., & Thurston, A. (2010). Social effects of collaborative learning in primary schools. *Learning and Instruction*, 20, 177-191. https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.01.005

Zimmerman, B. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive career path. *Educational Psychologist*, 48(3), 135-147. https://doi.org/10.1080/00461520.2013.794676

Les gestes langagiers didactiques en didactique des SVT

Une catégorie pour analyser le travail professoral

Lhoste, Yann [(1)]
[(1)]U. des Antilles ; CRSE, ULB – Belgique ; Lab-E3D, U. Bordeaux - France

Résumé

Nous souhaitons faire un premier état des lieux d'un domaine de recherche qui s'intéresse aux pratiques enseignantes dans le cadre de moments de débat scientifique en classe de SVT. À partir d'un ensemble d'études de cas analysées en termes de gestes langagiers didactiques, nous présentons une première catégorisation de ces gestes langagiers didactiques et de leur signification. Cette catégorie nous semble intéressante pour comprendre comment l'enseignant.e de SVT est à même d'introduire les concepts scientifiques dans les situations formelles d'apprentissage.

Mots-clés :

pratiques enseignantes ; débat scientifique en classe ; gestes langagiers didactique

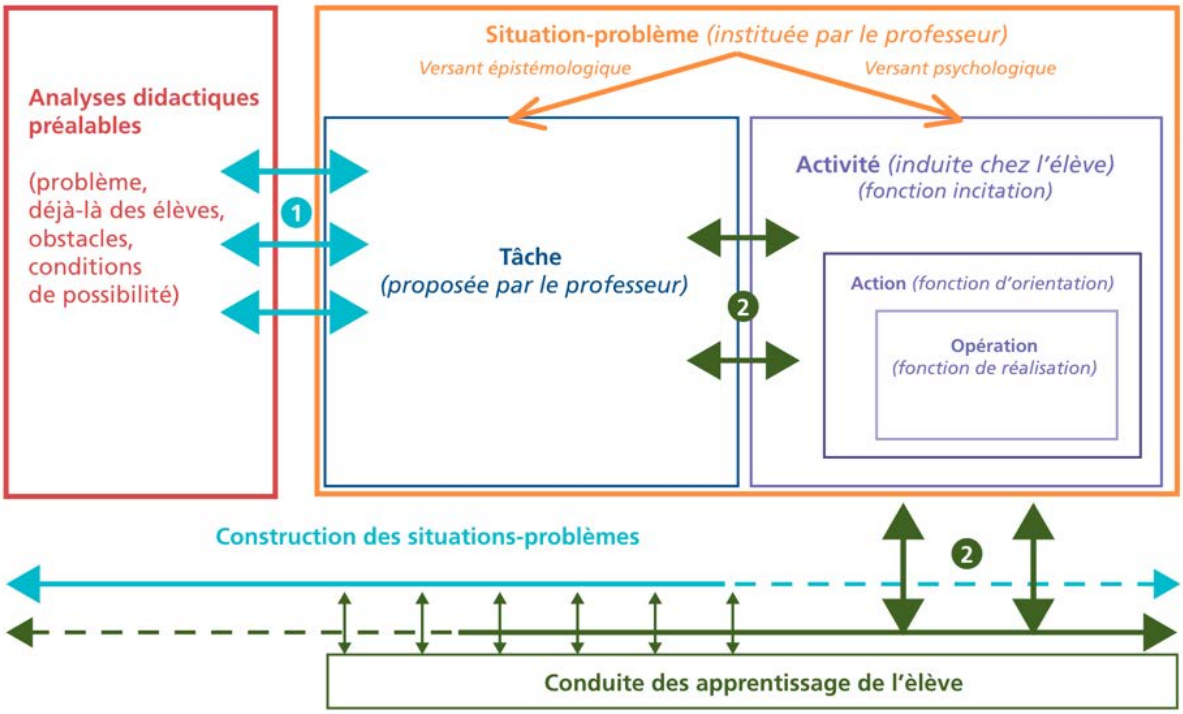
Introduction

Au sein du Lab-E3D (U. Bordeaux, EA 7441), nous travaillons depuis plusieurs années sur la question des relations entre langage et apprentissage dans les différentes disciplines scolaires et pour ce qui nous concerne entre langage et apprentissage en SVT. Nous avons également développé une réflexion relative aux pratiques enseignantes en lien avec la problématique des relations entre langage et apprentissage. Jaubert dans son habilitation à diriger des recherches en 2007 a proposé la catégorie de « geste langagier professionnel ». Nous avions repris cette catégorie en la développant dans le cadre de la didactique des SVT dans notre habilitation à diriger des recherches en proposant la notion de geste langagier didactique (Lhoste, 2017). Depuis cette proposition a été retravaillée au laboratoire essentiellement dans une perspective comparatiste (Lhoste & Champagne-Vergez, 2019; Coulange et al., 2018). Dans cette communication, nous proposons de faire un point d'avancement sur cette catégorie des gestes langagiers didactiques en didactique des SVT : à quel problème didactique cette notion est-elle une réponse ? où en sommes-nous du repérage de la diversité des gestes langagiers didactiques ? En quoi cette notion réinterroge à nouveau frais la formation des enseignants ?

Problématique didactique

Au sein du Lab-E3D, nous développons un cadre théorique inscrit dans le théorie historique, culturelle et sociale qui insiste sur l'importance des situations formelles d'apprentissage pour engager à la fois les processus de conceptualisation des élèves et leur développement. Vygotski (Vygotski, 1997) insiste bien sur l'idée que, dans ces situations formelles d'apprentissage qui n'ont rien à voir avec les situations de la vie quotidienne, il est de la responsabilité de l'enseignant d'introduire les concepts scientifiques en classe. Vygotski mène donc une critique nécessaire et radicale de la doxa socioconstructiviste et de ce que Bautier et Rochex (2004) appellent l'idéologie puéro-centrique. Mais, en tant que psychologue du développement, Vygotski ne dit rien de la manière d'introduire ces concepts scientifiques, question éminemment didactique. Au regard des travaux en didactique conduit depuis les années 1970, il semble évident qu'il ne s'agit pas d'introduire les concepts scientifiques sous une forme textuelle comme dans un enseignement magistral. Cela nous conduit à privilégier ce que Pastré appelle des dispositifs curriculaires à base de situations, en opposition aux dispositifs curriculaires à base de textes (Pastré 2010, p. 204-208 ; Pastré 2011, p. 286-298). Un des premiers moyens d'introduire les concepts scientifiques en classe relève donc de la construction des situations didactiques à partir d'une réflexion épistémologique et didactique préalable : quels sont les problèmes qui donnent sens aux concepts travaillés, quels sont les obstacles à la construction de ce concept, quelles sont les pratiques scientifiques dont les pratiques langagières scientifiques pertinentes par rapport à la construction de ce concept. Ce premier moyen correspond à la flèche 1 dans la figure 1.

Figure 1. La modélisation d'une situation-problème en lien avec l'objet « pratiques enseignantes ». Une dynamique de construction des situations-problème (1) et une dynamique de conduite des apprentissages des élèves (2) tressées



Les travaux sur les malentendus socio-scolaires montrent que mettre en présence les élèves de situations didactiques ne garantit en rien que les élèves interprètent ces situations avec le cadre instruit attendu à l'école, ni que les indices présents dans les situations fassent automatiquement sens pour les élèves (problème de la sémiotisation, Marlot, 2014). Il est donc de la responsabilité de l'enseignant (flèche 2 de la figure 1) d'assurer, par ses interventions de permettre aux élèves de construire à la fois les savoirs et les pratiques de savoir pertinentes par rapport aux savoirs et aux pratiques de savoirs en jeu dans ces situations de classe. La catégorie des gestes langagiers didactiques est donc une catégorie qui cherche à identifier et analyser ces interventions de l'enseignant qui cristallisent la substance même du savoir dans les interactions avec les élèves. Quels peuvent donc être les caractéristiques de ces gestes langagiers didactiques ? Peut-on en proposer une catégorisation ?

Méthodologie de la recherche

Nous nous appuyons sur l'analyse de différents débats scientifiques en classe conduits sur différents objets d'étude (mouvement du bras, nutrition, évolution) à différents moments de la scolarité (CM1-CM2, CM2, 3e). L'analyse de ces débats est conduite par l'identification des différents contextes (problématique, intersubjectif, intrasubjectif) et de leur mise en tension dans les débats, contextes à même de nous renseigner à la fois sur les savoirs et pratiques de savoirs en cours de construction dans ces moments de débat scientifique en classe. Les évolutions significatives dans les différents contextes sont repérées (à quel moment le contexte, cadre commun d'activité, devient pertinent par rapport aux savoirs et pratiques de savoir en jeu). Les interventions de l'enseignante qui ont permis/accompagné ces évolutions sont alors identifiées et caractérisées du point de vue de leur signification. Nous avons alors cherché à catégoriser différentes catégories de gestes langagiers

didactiques et c'est cette première catégorisation que nous présenterons dans cette communication en les exemplifiant à partir de notre large corpus.

Résultats

Des gestes langagiers didactiques en lien avec les problèmes scientifiques

Un premier ensemble de gestes langagiers didactiques que nous avons identifié sont en lien avec la construction des problèmes scientifiques en jeu dans les situations proposées par l'enseignant. Ces gestes langagiers peuvent avoir plusieurs fonctions :

- Des gestes langagiers didactique qui « ferment » les problèmes non pertinents

124.	E : On va peut-être laisser de côté l'oxygène et le gaz carbonique pour s'intéresser à ce qui apparaît dans le bras. Ici on a des muscles et on a ce qu'elles appellent un os au niveau du coude. Elles ont fait des muscles et un os au niveau du coude. Il n'y a rien qui interpelle par rapport à ça ?	Fermeture problème nutrition Focalisation sur le schéma -> « ce qui apparait dans le bras » -> réorientation de l'activité des élèves OD – muscles / os / coude CDSS

Dans le débat sur le concept d'articulation en classe de CM1-CM2 qui suit une séquence sur la nutrition, le professeur à plusieurs reprises dans le débat ferme le problème de l'apport d'énergie nécessaire à la flexion du bras d'un problème, non pertinent au regard du savoir visé dans cette séquence pour réorienter l'attention des élèves sur qu'est-ce qu'il y a dans le bras pour que ça puisse faire une flexion.

- Des gestes langagiers didactiques de reprise/modification des propos des élèves qui, par la sélection de certains éléments du discours des élèves, permettent une focalisation sur des points qui peuvent devenir problématiques (36, 37)

36	Manon	en fait / quand y mange le lapin / le sang circule partout jusqu'à dans les oreilles donc ben la bouillie ça fait que // elle va dans le sang	
37	E1	donc la bouillie va dans le sang	*L'enseignante E1 sélectionne dans la proposition de Manon (son modèle explicatif, sa « solution » ?) un élément susceptible de faire problème au regard de l'obstacle de « l'étanchéité des tuyaux », élément non encore évoqué dans les échanges.*

Dans ce débat relatif à la nutrition du lapin (comment le lapin peut-il produire du lapin en mangeant de l'herbe), nous pouvons assister à la formulation progressive du problème de distribution/absorption qui montre, dans le cours de l'interaction, un processus de position du problème. L'orientation de l'attention des élèves vers ce problème est assurée par l'enseignante E1 en 37, il est formulé relativement implicitement par Elise en 42 : « Et comment les vitamines font pour aller dans les muscles et les os » (alors que les vitamines sont dans un tube qui comme un « bon » tube est imperméable).

- Des gestes langagiers didactiques de thématisation (43, 53) et d'accentuation (55, 56) de ce qui fait problème, ce qui permet de conférer à une question, parmi toutes les questions possibles, celle qui prendra le statut de problème.

43	E1	*(écriture du professeur au tableau)* « Comment les vitamines vont jusqu'aux os et au muscles? »	*Ici, l'enseignante reprend cette formulation et l'écrit au tableau.* ***C'est en cohérence avec l'avancée dans l'identification du problème par les élèves.*** *L'écriture au tableau est au service du processus de position du problème, il permet un partage du problème de distribution/absorption pour toute la classe.*

53	E1	il n'y avait pas de réponse // (E1 montre leur explication) mais c'est pas grave on ne peut pas répondre à tout en une fois	***L'enseignante E1 attribue explicitement statut de problème à la question qu'elle vient d'écrire au tableau*** *: « il n'y avait pas de réponse », même si dans le même mouvement (« c'est pas grave »), elle semble le minimiser.*

55	E1	oui // et bien c'est la question à laquelle elles n'ont pas répondu dans leur affiche // on va essayé de voir avec le deuxième groupe s'il y nous apporte une explication // on va écrire ta question tu me la reformules	***L'enseignante E1 focalise l'attention des élèves sur ce le problème à quoi les élèves n'ont pas réussi à répondre*** *: « c'est bien la question à laquelle elles n'ont pas répondu dans leur affiche », ce qui signale que* ***c'est une question importante*** *en invitant les élèves à y réfléchir : « on va essayer de voir avec le deuxième groupe s'il nous y apporte une réponse ». Ceci est encore mis en valeur par la trace écrite qui reprend cette question (figure 23)*

Des gestes langagiers didactiques qui intentent/permettent un changement de point de vue des élèves sur la situation

Un second ensemble de gestes langagiers didactiques que nous avons identifiés dans nos travaux sont en lien avec la construction de ce que l'on pourrait appeler le cadre instruit d'interprétation des situations didactiques dans lesquelles sont engagés les élèves.

- Conquérir un point de vue inter-objectal dans la séance sur le mouvement du bras

65	E : Pouvez-vous expliquer comment les muscles font pour que le bras se plie ?	Réorientation vers un raisonnement interobjectal (relation muscle / bras)
66	Samira : Ils se gonflent.	Raisonnement intra-objectal déplacé sur le muscle
67	Morgane : ben parce qu'il faut de l'air Dans les muscles, il y a de l'air et du gaz carbonique. C'est grâce à l'air.	OD air/gaz carbonique (« diversion nut) –> raisonnement intraobjectal
68	E : Et alors comment ça fonctionne ? Tu as dit « ils se gonflent ». Alors comment ça peut faire plier le bras ?	Réorientation –> vers des mises en relation (muscle –> bras) / intente interobjectal

Les élèves de CM1-CM2 entrent dans la question « *Comment le bras peut-il se plier et se déplier au niveau du coude ?* » à partir d'un raisonnement inter-objectal : c'est l'os du coude qui se plie, c'est le muscle qui gonfle. Il attribue une fonction à un organe. Une partie importante des interventions de l'enseignant est d'intenter un changement de point de vue sur la situation : il invite les élèves à mettre en relation des objets pour expliquer le mouvement du bras. En ce sens, il intente un passage d'un raisonnement intra-objectal à un raisonnement inter-objectal.

- Conquérir un point de vue populationnel dans le débat sur la sélection naturelle

220-Prof	se faire manger // alors **imagine que t'es un oiseau toi** / *si t'es en 1830* / t'es confrontée à ça // vous les voyez les papillons sur l'image / y'en a combien	L'enseignante invite les élèves à s'identifier à un oiseau en 1830. L'enseignante propose aux élèves d'adopter, pour regarder la situation à cette période, le point de vue d'un « oiseau ». Cela permet aux élèves de regarder autrement la situation « papillon-milieu de vie » et de les amener à se saisir de la dimension populationnelle du problème. En effet, l'oiseau ne voit pas un papillon, mais une population de papillons (ici deux, avec une diversité phénotypique) sur le tronc du bouleau
221-Louise	un	
222-Prof	ah ben non	
223-Christal	y'en a deux	Cela permet aux élèves de regarder autrement la situation « papillon-milieu de vie » et de les amener à se saisir de la dimension populationnelle du problème. En effet, l'oiseau ne voit pas un papillon, mais une population de papillons (ici deux, avec une diversité phénotypique) sur le tronc du bouleau

À plusieurs reprises dans ce débat et à différents moments (lors du travail de groupe avec une reprise dans le moment collectif qui précède la mise en texte), l'enseignante invite les élèves à se mettre à la place des oiseaux. Cela lui permet de faire jouer la fonction aide de certains obstacles (pensée typologique déplacée des papillons à l'oiseau, mise en histoire et anthropocentrisme : *« imagine que t'es un oiseau toi »* sous-entendu : *« tu vas faire quoi »*), en cela elle facilite le changement de point de vue des élèves sur la situation. Ce geste langagier didactique est reconnu par les élèves qui disent en 247 : *« oui parce que Mme X nous a aidées. Et donc enfin elle nous a aidé parce qu'elle nous a fait style qu'on était des oiseaux »*.

Discussion

Dans cette contribution, nous souhaitions faire partager à la communauté de l'ARDiST de l'avancée d'un champ de recherche autour des gestes langagiers didactiques dans le cadre de la didactique des SVT. Cette première tentative de catégorisation que nous venons de présenter s'appuie sur deux idées fortes. D'une part, nous insistons, dans le cadre de l'enseignement des SVT, sur l'importance de permettre aux élèves de construire les savoirs scientifiques en raison, ce qui recouvre les gestes langagiers didactiques en lien avec l'activité de problématisation. Dans cette direction, nous cherchons à mettre en évidence une autre catégorie de gestes langagiers didactiques : des gestes de partage de l'activité de problématisation. D'autre part, nous insistons sur la conquête, par les élèves, d'un point de vue pertinent par rapport aux situations proposées, conquête qui nous semble se caractériser à la fois par un positionnement énonciatif spécifique des pratiques de SVT et par la construction d'objets de discours pertinents des savoirs en jeu. Dans ce sens, nous nous intéressons à ce que Feydel, dans sa thèse, appelle des gestes langagiers didactiques acculturants.

Cette catégorie nous semble intéressante dans le cadre de la formation des enseignants en ce qu'elle insiste sur la manière dont interventions des enseignants sont en mesure d'embarquer les savoirs et les pratiques de savoirs, ce qui donne les moyens de comprendre la façon dont les enseignants sont bien responsables de l'introduction des concepts scientifiques dans des situations formelles d'enseignement et d'apprentissage.

Bibliographie

Bautier, É., & Rochex, J.-Y. (2004). Activité conjointe ne signifie pas significations partagées. In *C. Moro & R. Rickenmann (éd.). Situations éducative et significations* (p. 197-220). De Boeck.

Coulange, L., Jaubert, M., & Lhoste, Y. (2018). Les gestes professionnels langagiers didactiques dans différentes disciplines : Fondements théoriques et méthodologiques—Études de cas en mathématiques et en français. *e. Journal de la recherche sur l'intervention en éducation physique et sportive(e-JRIEPS), numéro spécial n°1*, 64-86.

Jaubert, M. (2007). *Du contexte, à la communauté discursive et aux gestes* [PhD Thesis]. Université Bordeaux-Ségalen.

Lhoste, Y. (2017). *Épistémologie & didactique des SVT. Langage, apprentissage, enseignement des sciences de la vie et de la Terre*. Presses universitaires de Bordeaux.

Lhoste, Y., & Champagne-Vergez, M. (2019). Des gestes professionnels aux gestes langagiers didactiques… Apports d'une recherche comparatiste en didactiques des disciplines. In I. Verscheure, M. Ducrey Monnier, & L. Pelissier (Éds.), *Enseignement et formation : Éclairages de la didactique comparée* (p. 45-60). Presses universitaires du Midi.

Marlot, C. (2014). Le processus de double sémiotisation au coeur des stratégies didactiques du professeur. Une étude de cas en découverte du monde vivant au cycle 2. *Revue suisse des sciences de l'éducation*, *36*(2).

Vygotski, L. S. (1997). *Pensée & langage*. La Dispute.

Analyses de pratiques

Étude de pratiques d'enseignants-chercheurs de chimie en L1 : le cas du modèle de Lewis

Valentin, Julien[(1)], Kermen, Isabelle[(2)]
[(1)]CREAD, Université de Bretagne Occidentale – France
[(2)] CREAD, Université de Bretagne Occidentale – France

Résumé

Cette communication porte sur les pratiques d'enseignants-chercheurs français de chimie lorsqu'ils donnent un cours sur le modèle de Lewis de la liaison chimique covalente en première année de licence. Ce modèle simple permet d'expliquer et de prédire des phénomènes de la réalité mais pose des difficultés aux élèves dès le lycée. Ce travail repose sur l'hypothèse qu'un cours donné par des enseignants-chercheurs de chimie peu contraints par l'institution et ayant une pratique quotidienne du laboratoire est un potentiel favorisant l'appropriation du modèle par les étudiants. Le cadre méthodologique de la double approche didactique et ergonomique est mobilisé afin d'analyser ce que disent les enseignants lorsqu'ils introduisent le modèle de Lewis auprès des étudiants. Croisant l'analyse du discours des enseignants et d'entretiens, cette étude de cas montre que le contenu des cours semble essentiellement modelé par des habitudes d'enseignement et par des contraintes organisationnelles.

Mots-clés :

Didactique de la chimie, pratiques, modèle de Lewis, liaison chimique, double approche didactique et ergonomique

Introduction

Les études didactiques françaises portant sur les pratiques d'enseignants en chimie ne concernent pas l'université et donc les enseignants-chercheurs (EC). Notre travail de thèse vise à analyser leurs pratiques lorsqu'ils enseignent la liaison chimique qui est essentielle pour interpréter la matière à l'échelle submicroscopique et expliquer des propriétés macroscopiques. Il existe divers modèles de liaison chimique mais cette communication est centrée sur l'analyse des pratiques de deux EC de chimie en licence première année lorsqu'ils donnent un cours sur le modèle de Lewis de la liaison covalente dont l'enseignement a débuté au lycée.

Le modèle de Lewis

Description selon les ouvrages

Selon Lewis, une liaison chimique covalente résulte d'une mise en commun de deux électrons de valence entre deux atomes, le partage des électrons étant expliqué par les règles de l'octet et du duet. Le schéma de Lewis correspond à la représentation plane d'une molécule où chaque atome est figuré par le symbole de l'élément chimique associé, les électrons de valence par des points, la liaison covalente (ou paire d'électrons liante) par un tiret entre les symboles des atomes et les paires non liantes par des tirets sur les symboles. Il existe d'autres symboles détaillés sur la Figure 2. Les ouvrages présentent une procédure assortie d'exemples permettant de tracer ces schémas.

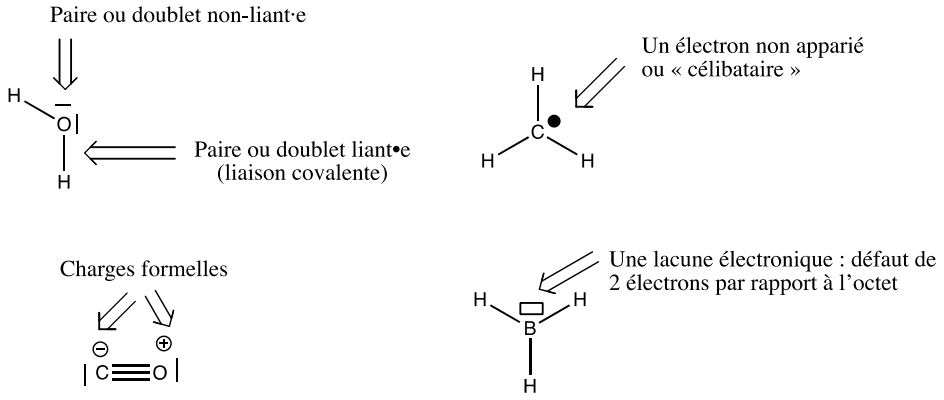


Figure 2 : schémas de Lewis de quelques molécules

Les difficultés des élèves

D'après Talanquer (2013), les difficultés des élèves proviennent de l'enseignement et des ouvrages. Les enseignants du secondaire mettent une emphase forte sur la procédure visant à dessiner les schémas de Lewis. En conséquence, les élèves mémorisent des algorithmes sans produire de raison physique quant à la possibilité de formation d'une liaison (Levy Nahum et al., 2010). Pour Taber et Watts (1996), si les explications anthropomorphiques et téléologiques mobilisées habituellement par les enseignants peuvent aider la compréhension des étudiants, elles induisent des conceptions. C'est ainsi lorsque la règle de l'octet devient

un but à atteindre par les atomes, perdant de son pouvoir explicatif. Le Maréchal et Cross (2010) signalent que le temps limité passé au lycée sur ce modèle entraîne une focalisation des enseignants sur la représentation de la liaison, laissant aux élèves une impression de lien matériel entre atomes.

Cadres d'analyse

Les niveaux de savoir en chimie

S'appuyant sur des considérations épistémologiques, Kermen (2018) propose un cadre de caractérisation des savoirs en chimie dans lequel elle distingue le niveau empirique du niveau des modèles. Mis en fonctionnement, les modèles macroscopiques et submicroscopiques permettent d'expliquer et de prédire la réalité. À cela, il faut rajouter un langage symbolique spécifique pour communiquer ces niveaux de savoir.

La double approche didactique et ergonomique[25]

Les pratiques enseignantes désignent tout ce que l'enseignant fait ou pense avant, pendant et après le cours (Robert & Rogalski, 2002). Dans le cadre de la DADE, la complexité des pratiques est provisoirement levée lorsque le chercheur les décrit sous le prisme de cinq composantes. La trace observable des pratiques permet d'approcher la composante cognitive qui est à relier aux contenus chimiques ainsi que la composante médiative qui est associée au déroulement des cours et à l'accompagnement procuré aux étudiants. Les choix effectués par l'enseignant reposent sur des prescriptions institutionnelles, les ressources à sa disposition, son expérience et sont également influencés par ses connaissances, ses convictions, les habitudes du collectif de travail ou encore le type de public auquel il s'adresse. Ces ressources et contraintes sont modélisées par les déterminants personnel, institutionnel et social respectivement associés aux composantes homonymes (Figure 3).

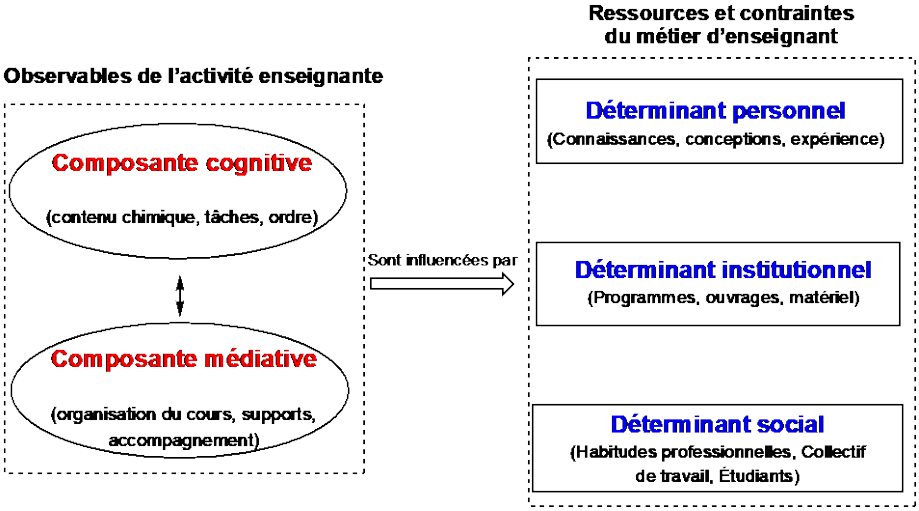


Figure 3 : articulation des composantes et des déterminants de la DADE

[25] Ou DADE

Ce cadre a été adapté à l'exploration des pratiques d'EC de physique par de Hosson et al. (2018). Leur analyse prend en charge les composantes médiatives et cognitives à travers le repérage de proximités-en-acte[26], à savoir tout ce qu'elles interprètent dans le discours des enseignants comme favorisant un rapprochement entre les connaissances des étudiants et celles visées. Il s'agit notamment des références au niveau empirique, au niveau des modèles, aux exemples (composante cognitive) ou encore aux questions posées aux étudiants ainsi que les références à l'examen (composante médiative). Nous reprenons uniquement les proximités communes à toutes les disciplines pour caractériser l'accompagnement.

Problématique

Canac (2017) montre que le discours chimique d'enseignants de collège se situe essentiellement au niveau submicroscopique et que peu de liens sont faits avec le niveau empirique. Nous formulons l'hypothèse que cela n'est pas valable pour les EC de chimie qui sont confrontés à la relation entre modèle et réalité dans leur pratique au laboratoire. En outre, à l'université, le temps dédié au modèle de Lewis est plus élevé qu'au lycée. Nous pensons que ces aspects influencent le discours des EC et leur permettent de ne pas réduire la liaison covalente à son symbole en fournissant des raisons physiques quant à son existence et en effectuant des liens avec le niveau empirique. Nous recherchons ce qu'ils mettent en œuvre et qui contribue potentiellement à l'appropriation du modèle par les étudiants pour produire des prévisions ou des explications des phénomènes de la réalité. Les questions auxquelles nous souhaitons répondre en proposant une interprétation à l'aune de déterminants des pratiques sont les suivantes :

- Que disent et font les EC dans un cours portant sur le modèle de Lewis ?
- Quel accompagnement procurent-ils aux étudiants ?
- Les EC font-ils le lien entre le niveau empirique et le modèle ?

Méthodologie

Les séances de cours données par deux EC (A et B) ont été filmées et un entretien a été mené. Le discours a été découpé en épisodes, chacun d'entre eux étant associé à une tâche enseignante définie par un objectif à atteindre par l'enseignant, par le contenu du discours en relation avec le savoir de référence mais également délimitée à l'aide de marqueurs langagiers. Chaque épisode a été décrit en termes de contenus chimiques et du mode de présentation. Voici la description d'un épisode du cours de ECA :

[26] Ou proximités

Tâche enseignante	Composante cognitive Contenus chimiques abordés	Composante médiative Mode de présentation du savoir
Présentation de l'exemple 1	Construction du Schéma de Lewis de H_2 • Symboles : configuration électronique de H ; conversion sous forme de cases quantiques et symbole de Lewis • Mise en commun de deux électrons en reliant les points symbolisant les électrons non appariés. • Tracé du schéma de Lewis définitif sans représenter les points. • Commentaire sur le trait symbolisant la liaison covalente	• Cours monologué sans intervention des étudiants • Cours écrit au tableau • Pas de projection de document.

Tableau 2 : un épisode de la séance de ECA

Nous repérons également l'accompagnement proposé : il s'agit des questions posées aux étudiants, des références à leurs difficultés, à leurs acquis antérieurs ou à l'examen final (de Hosson et al., 2018) auxquelles nous ajoutons les explications téléologiques ou anthropomorphiques (Talanquer, 2013) et les références humoristiques, catégorie qui a émergé lors d'allers-retours entre les transcriptions et le travail d'analyse. Nous notons les références au niveau empirique et cherchons l'éventuel lien fait par les EC avec le niveau des modèles afin de produire des explications. Lors des entretiens, nous avons demandé aux EC qu'ils explicitent les raisons de leurs choix que nous interprétons en termes de déterminants des pratiques.

Résultats

ECA et ECB proposent des séances monologuées dans lesquelles ils écrivent le cours au tableau et projettent le document distribué aux étudiants. Les deux EC utilisent des stratégies similaires pour présenter le modèle de Lewis : ils définissent la liaison covalente et sa représentation puis présentent les symboles des atomes et la règle de l'octet sur lesquels ils se basent pour dessiner les schémas de Lewis. Les procédures utilisées par ECA et ECB sont semblables et les exemples proposés, en nombre comparable, sont classiques ce qui est à relier à l'utilisation de ressources identiques. ECA a recours à une démarche inductive et mobilise des exemples dont elle dégage des récurrences permettant de monter en généralité alors qu'ECB présente l'ensemble des concepts et des règles qu'il illustre ensuite par des exemples. Ce sont des choix personnels de présentation du savoir qui se manifestent ici. Concernant l'accompagnement procuré, les résultats sont donnés sur la Figure 4.

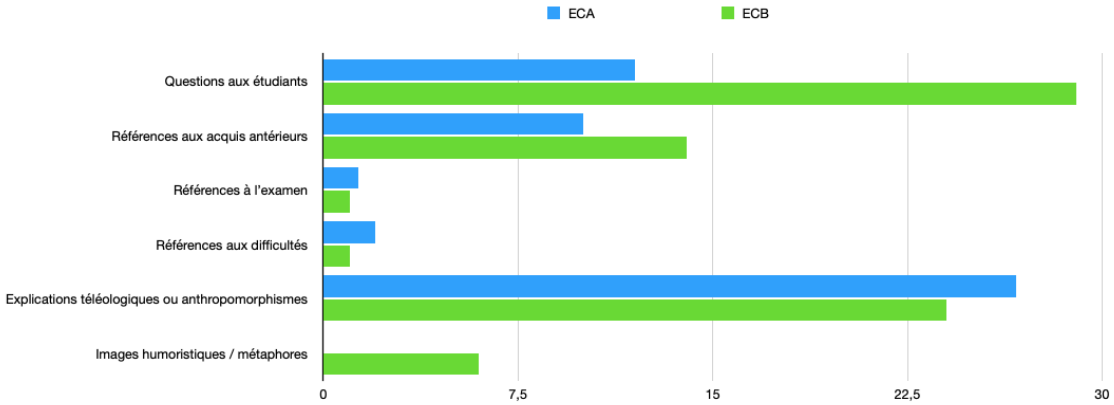


Figure 4 : occurrences (par heure) des différentes catégories d'accompagnement

ECB et ECA posent des questions rhétoriques et peu de questions effectives. Les appels aux acquis antérieurs permettent d'introduire les concepts, les objets et les règles du modèle utiles pour reconstruire des schémas de Lewis, ce que les EC déclarent être l'objectif essentiel du cours. Cela relève de leur perception mais également d'une commande de leurs collègues des années ultérieures. Les références aux difficultés des étudiants, non connues des EC, sont anecdotiques à l'exception de la mise en garde à ne pas confondre la liaison avec son symbole. Les deux EC ont recours à des anthropomorphismes et des explications de nature téléologique. Les atomes ont le désir de « mettre en commun leurs électrons » (ECA) alors que pour ECB « on veut mettre en commun des électrons à cause de la règle de l'octet ». ECA précise qu'elle recourt toujours à de telles explications qui font partie du langage des chimistes. Les enseignants ne proposent pas de raison quant à l'existence d'une liaison chimique entre atomes et la construction des schémas de Lewis est guidée par la règle de l'octet. ECB seul utilise des images humoristiques pour illustrer son cours (déterminant personnel). Les références au niveau empirique sont rares, les fonctions du modèle sont absentes dans le discours de ECB ; ECA tente de mettre le modèle en fonctionnement sans pour autant étayer son propos, ce qui en fait une tentative avortée.

Discussion

Les séances de cours données par ces EC sont pilotées par une ambition méthodologique qui se manifeste à travers la procédure proposée pour tracer des schémas de Lewis en réponse aux prescriptions de la maquette d'enseignement et à la commande formulée par leurs collègues (déterminants institutionnel et social). Cette focalisation sur un algorithme est conforme à ce qui avait déjà été décrit dans le secondaire par Levy-Nahum et al. (2010). Les nombreux éléments porteurs d'une dimension téléologique sont à relier aux habitudes des EC, à leur représentation de la chimie mais aussi à leur méconnaissance des difficultés des étudiants à ce sujet (déterminant personnel). Ce niveau de langage, bien qu'habituel (déterminant social), ne permet pas aux étudiants de comprendre ce qu'est une liaison chimique (Talanquer, 2013). La teneur du discours des deux EC ne semble pas davantage permettre d'appréhender la liaison chimique en lien avec le niveau empirique : le modèle de Lewis est enseigné pour lui-même et sera potentiellement mis en fonctionnement ultérieurement dans une autre unité d'enseignement. Cette étude de cas ne corrobore pas l'hypothèse selon laquelle l'activité de recherche des EC faciliterait les liens entre modèle et réalité. C'est ici la nature du savoir en jeu couplée à des contraintes institutionnelles et sociales qui oriente le discours des enseignants. Une limite essentielle de cette étude de cas est qu'elle ne permet pas d'évaluer la portée du discours des enseignants sur la compréhension des étudiants mais nous autorise seulement à formuler des inférences sur le potentiel d'apprentissage qu'il est susceptible de procurer.

Bibliographie

Canac, S. (2017). *Le langage symbolique de la chimie en tant que méta-niveau entre registre empirique et registre des modèles : Une problématique de l'enseignement-apprentissage de chimie* [Thèse de doctorat]. Université Paris Diderot.

de Hosson, C., Manrique, A., Regad, L., & Robert, A. (2018). Du savoir savant au savoir enseigné, analyse de l'exposition des connaissances en cours magistral de physique : Une étude de cas. *Revue internationale de pédagogie de l'enseignement supérieur*, *34*(1), 1-23.

Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée : Savoirs et modèles, raisonnements d'élèves, pratiques enseignantes*. Presses Universitaires de Rennes.

Le Maréchal, J.-F., & Cross, D. (2010). *Difficultés d'apprentissage liées aux représentations en chimie*. *104*, 1025-1035.

Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Taber, K. S. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, *46*(2), 179-207. https://doi.org/10.1080/03057267.2010.504548

Robert, A., & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, *2*(4), 505-528. https://doi.org/10.1080/14926150209556538

Taber, K. S., & Watts, M. (1996). The secret life of the chemical bond : Students' anthropomorphic and animistic references to bonding. *International Journal of Science Education*, *18*(5), 557-568. https://doi.org/10.1080/0950069960180505

Talanquer, V. (2013). When Atoms Want. *Journal of Chemical Education*, *90*(11), 1419-1424. https://doi.org/10.1021/ed400311x

Littératie scientifique et sciences citoyennes : Étude de cas d'un projet pédagogique mobilisant le dispositif « Vigie-Nature École »

Fortin, Corinne[(1)], Roux-Goupille Camille[(1)]
[(1)]Laboratoire de Didactique André Revuz (LDAR) Univ. Paris-Est Créteil, Univ. Paris Cité, CY Paris Université, Univ. Rouen, France

Résumé

Les sciences citoyennes (SC) impliquent de plus en plus le monde scolaire dans la collecte des données pour suivre l'évolution de biodiversité. Ainsi, le dispositif de SC « Vigie-Nature École » (VNE) porté par le Muséum national d'Histoire naturelle mobilise chaque année, sur la base du volontariat des enseignants, de nombreuses de classes pour récolter des données sur la biodiversité ordinaire. Nous nous intéressons, ici, aux visées éducatives d'une enseignante en SVT qui a fait le choix d'engager ses élèves dans le dispositif « VNE ». Plus précisément, nous cherchons dans le cadre épistémologique des deux visions de la littératie scientifique (Roberts and Bybee,2014), à identifier à partir d'observations sur le terrain et d'un entretien, quelle vision est mobilisée en référence à « VNE ». Au vu des résultats, il apparait que le projet pédagogique s'appuie sur une mise en tension complexe entre les visions scientifico-scientifique et socio-scientifique en fonction des objectifs visés.

Mots-clés :

Sciences citoyennes ; Littératie scientifique ; Biodiversité

Introduction

Les sciences citoyennes impliquent la participation de citoyens dans une recherche scientifique au travers de différentes activités possibles (récolte des données, transmission des données aux chercheurs, analyse des données récoltées, collaboration à la conception de protocoles, etc. (Bonney et al., 2009). Des enquêtes menées auprès d'enseignants engagés dans des dispositifs de sciences citoyennes (Bosdeveix et al. 2018 ; Perron, Marzin-Janvier, Castagneyrol 2021) indiquent que la collecte des données, via un protocole standardisé, est souvent associée à l'acquisition de compétences scientifiques, mais aussi à des enjeux sociétaux comme la sensibilisation à la préservation des espèces ou plus largement à l'éducation au développement durable. L'implantation, en milieu scolaire, du dispositif de sciences citoyennes porté par le Muséum national d'Histoire naturelle « Vigie-Nature École » (VNE) vise à contribuer à une éducation scientifique plus opérationnelle par des interactions directes des élèves avec leur environnement. En tissant de nouveaux liens entre les communautés scientifique et scolaire, de nouvelles perspectives éducatives se dessinent concernant des actions de protection de la biodiversité fondées sur l'analyse critique des données recueillies. Dans la mesure où les enseignants n'ont pas d'obligation institutionnelle de faire des sciences citoyennes, leur décision d'y recourir est alors motivée par leur projet pédagogique soutenu par une certaine vision de la littératie scientifique. Nous entendons, ici, par littératie, le développement de compétences scientifiques, la capacité à comprendre des informations ou des connaissances scientifiques pour les utiliser de façon raisonnée et critique.

Dans cette communication, nous nous intéressons à la littératie en matière de biodiversité portée par le projet pédagogique d'une enseignante mobilisant le dispositif de sciences citoyennes Vigie-Nature Ecole (VNE).

Cadre théorique et problématique de recherche

Une des caractéristiques de la littératie scientifique, concernant les sciences citoyennes, est sa dimension collective (Lee & Roth, 2003) *via* une communauté épistémique (Heaton, Millerand & Proulx, 2011) partageant les mêmes connaissances, les mêmes pratiques, et plus largement des valeurs communes comme démocratiser et démystifier la science ou contribuer à des changements de comportements en faveur de l'environnement. Dans la littérature, deux visions de la littératie scientifique sont généralement distinguées sans être exclusives l'une de l'autre (Roberts and Bybee,2014). La vision I, que l'on peut qualifier de scientifico-scientifique, est centrée sur les contenus et les pratiques scientifiques, tandis que la vision II qualifiée de socio-scientifique est orientée vers les enjeux sociétaux. Une déclinaison de la vision II, la littératie environnementale (Mc Bride et al. 2013) à visée éco-citoyenne relie les connaissances scientifiques, la prise de conscience des activités humaines sur l'environnement (ex : perte de la biodiversité, réchauffement climatique, etc) et la capacité à agir en faveur de sa protection. En faisant participer leurs élèves à un dispositif de sciences citoyennes, les enseignants peuvent ainsi privilégier l'une des deux visions ou bien conjuguer les deux. Autrement dit, pour un même dispositif, différents projets

pédagogiques peuvent émerger selon qu'ils sont orientés plutôt vers une éducation à visée scientifique (vision I) ou plutôt vers une éducation à visée éco-citoyenne (vision II), voire une combinaison des deux.

L'objectif de cette recherche vise à identifier de quelle vision (I ou II) ou de quelle combinaison des deux est porteur le projet pédagogique d'une enseignante, ayant choisi de recourir au dispositif de sciences citoyennes VNE avec ses élèves en classe de 5ème pour traiter de la biodiversité.

Méthodologie

Contexte

Le dispositif VNE
Il invite les élèves à faire des observations, en extérieur, dans le but d'identifier des espèces et de compter le nombre d'individus par espèce selon des protocoles simples, rigoureux et standardisés. Les données recueillies sont transmises aux chercheurs du Muséum dans le but d'établir un état des lieux de la biodiversité en métropole.

L'enseignante
Elle est expérimentée et impliquée dans VNE depuis 7 ans. Elle exerce dans un lycée public qui possède un jardin patrimonial entretenu par une jardinière de la ville de Paris. En poste depuis plus de vingt ans dans l'établissement, elle a investi le jardin, avec ses élèves, uniquement depuis qu'elle met en œuvre les protocoles VNE.

Recueil des données

La collecte des données s'appuie d'une part, sur la séquence dédiée à la biodiversité et d'autre part, sur un entretien semi-directif avec l'enseignante.

La séquence est composée de 4 séances qui ont été filmées et enregistrées.

La séance 1 : l'enseignante propose aux élèves une analyse de documents sur l'histoire du jardin_de l'établissement depuis 1820 ainsi que sur les espèces « invasives » qui y sont présentes (ailante, frelon asiatique, perruche à collier).

La séance 2 est dédiée à l'identification et au comptage des oiseaux lors d'une sortie dans le jardin de l'établissement à l'aide du protocole VNE « Oiseaux des jardins ».

Les séances 3 et 4 sont consacrées à la mise en œuvre du protocole Spipol[27] , dans le carré sauvage du jardin, pour identifier et compter des insectes pollinisateurs.

L'entretien semi-directif d'environ 1h30 a été enregistré. Il est structuré autour de trois points majeurs :

[27] Spipol pour Suivi photographique des insectes pollinisateurs

- Les enjeux éducatifs de l'enseignement de la biodiversité, et les messages à faire passer aux élèves sur le sujet.
- Le choix de participer et de faire participer les élèves à VNE et le rôle des protocoles
- La place donnée au jardin de l'établissement dans VNE et plus largement dans son projet pédagogique.

Analyse des données

Dans cette communication, nous présentons une analyse de niveau macroscopique. La grille d'analyse est construite à partir du repérage des centres organisateurs du projet pédagogique et des indicateurs de la vision I ou II (Tabl. 1) en s'appuyant sur la mise en perspective des observables issus de la séquence et les arguments énoncés lors de l'entretien.

Parmi les indicateurs, ceux de :

- la vision I, s'appuient sur des méthodes et des activités spécifiques partagées par la communauté scientifique pour produire des connaissances ;
- la vision II , s'appuient sur les relations entre savoirs scientifiques et prises de décision.

Centre organisateur	L'observable de la séquence	Le déclaré lors de l'entretien	Indicateur de la vision Littératie
Activités VNE dans le jardin	Mise en œuvre de 2 protocoles : « Oiseaux des jardins » et « Spipol » Matériel : jumelles, appareils photos, clé de détermination Transmission des données au Muséum	Pour moi,VNE, c'est un outil ; c'est vraiment du concret, une sortie, pour moi ça c'est indispensable. tu peux pas étudier une biodiversité sur du papier, quoi ! Dans un livre, c'est pas possible ! Ca je ne peux plus le faire !	Méthodes scientifiques d'identification des espèces et comptage des individus de chaque espèce => Vision I
Espèces invasives présentes dans le jardin	Observation : ailante, nid de frelon asiatique, perruche à collier Documents sur leur l'impact écologique (diminution des pollinisateurs, compétition entre espèces)	elles (espèces invasives) ne sont plus à leur place	Espèces invasives et risques écologiques => Vision I
	Contrôler ces espèces : ne pas nourrir les perruches ; détruire les nids de frelons	être conscient qu'il faudra vivre avec (…) qu'il faudra arriver à les contrôler	Nécessité de limiter leur expansion ⇨ Vision II

Carré sauvage du jardin	Documents « Le carré sauvage du parc de notre lycée est une petite enclave de nature au sein du parc qui n'est pas entretenue par la jardinière et dont l'accès est interdit au élèves » (sauf pour l'observation des protocoles VNE)	leur faire comprendre (aux élèves) la différence entre le jardin et la nature /Le parc (de l'établissement) ce n'est pas la biodiversité réelle / la biodiversité réelle, elle est (…) dans ce petit coin, de jardin sauvage	Conception de la biodiversité portée par l'enseignante qui n'est pas la conception scientifique ⇨ Vision II

Tableau 1 : Extrait de la grille d'analyse des données issues de la séquence et de l'entretien

Résultats

Le projet pédagogique s'organise autour de 5 centres organisateurs : activités scientifiques ; espèces invasives ; carré sauvage ; rôle de la jardinière ; caractérisation de la biodiversité. Le jardin de l'établissement est le dénominateur commun des quatre séances, et le point nodal qui met en tension la vision I à visée scientifico-écologique (ex : mise en œuvre des protocoles VNE) et la vision II à visée éco-citoyenne (ex : action de préservation du carré sauvage ou de gestion des espèces invasives).

Le projet pédagogique mobilise les deux visions de la littératie scientifique concernant la biodiversité ;

- la vision I, lors de la mise en œuvre des protocoles VNE (conditions d'observation, reconnaissance des espèces, comptage des individus, respect du protocole, etc.). L'enseignante met en avant la méthode scientifique d'évaluation de la biodiversité locale comme un diagnostic préalable à toute action. Il s'agit principalement d'une approche écologico-centrée privilégiant la biodiversité dite sauvage. Pour la protéger, les élèves doivent d'abord apprendre à la reconnaître et à l'évaluer pour agir à bon escient.
- la vision II, concernant la responsabilité humaine dans la protection de la biodiversité. L'enseignante souligne l'implication de chacun face à une grande cause, qu'elle juge nationale et mondiale, qu'est la disparition de la biodiversité sauvage. Elle est attentive aux actions de préservation que les élèves peuvent mener à leur échelle, mais elle souhaite que cette action repose sur des connaissances scientifiques, et pas sur de bonnes intentions, à l'instar des bombes à graines qui sous prétexte de favoriser la biodiversité peuvent engendrer des catastrophes écologiques.

Son projet pédagogique est aussi sous-tendu par un *a priori* épistémologique fort selon lequel la biodiversité réelle est sauvage. Ce qui la conduit, paradoxalement, à promouvoir auprès des élèves l'entretien et le contrôle de la biodiversité sauvage en créant, par exemple, un espace sauvage dans leur jardin ou sur leur balcon.

Conclusion

Le projet pédagogique de l'enseignante de faire participer ses élèves à VNE s'inscrit dans une vision I de la littératie à visée d'éducation scientifique en vue d'évaluer la biodiversité, mais aussi dans une vision II à visée éco-citoyenne en vue de développer une capacité à agir pour lutter contre son déclin. Cependant, l'enseignante défend, ici, une approche principalement centrée sur la biodiversité sauvage qu'elle qualifie de réelle. Ce qui nécessairement met en tension ces vision I et II de la littératie scientifique. Il se pourrait, d'ailleurs, que ce focus sur la biodiversité sauvage soit renforcé par les protocoles VNE qui sont exclusivement consacrés à l'étude d'espèces non domestiques. Aussi, ce projet pédagogique mobilisant VNE se révèle complexe car porteur d'une vision de la littératie scientifique non binaire, ni dichotomique mais plutôt mobile sur un continuum dont le curseur se déplacerait tantôt vers la vision I, tantôt vers la vision II en fonction des centres organisateurs du projet.

Bibliographie

Bonney R., Cooper C. B., Dickinson J., Kelling S., Phillips T., Rosenberge K. V. & Shirk J. (2009). Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *Bioscience*, vol. 59, n° 11, p. 977-984.

Bosdeveix, R., Crépin-Obert, P., Fortin, C., Leininger-Frézal, C., Regad, L., & Turpin, S. (2018). Étude des pratiques enseignantes déclarées concernant le programme de sciences citoyennes Vigie-Nature École. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (18), 79-102.

Heaton, L., Millerand, F., & Proulx, S. (2011). Émergence d'une communauté épistémique : création et partage du savoir botanique en réseau. *Connexions: communication numérique et lien social*, 254-268.

Lee, S., & Roth, W. M. (2003). Science and the "good citizen": Community-based scientific literacy. *Science, Technology, & Human Values*, *28*(3), 403-424.

McBride, B. B., Brewer, C. A., Berkowitz, A. R., & Borrie, W. T. (2013). Environmental literacy, ecological literacy, ecoliteracy: What do we mean and how did we get here? Ecosphere, 4(5), 1-20.

Perron, S., Marzin-Janvier, P., & Castagneyrol, B. (2021). Les projets de sciences citoyennes à l'école: pour quelles visées éducatives ? L'exemple du projet « Les gardiens des chênes ». *Éducation relative à l'environnement. Regards-Recherches-Réflexions*, *16*(2).

Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In *Handbook of research on science education, Volume II* (pp. 559-572). Routledge.

Analyse de l'action didactique conjointe lors de l'enseignement et l'étude de la grandeur concentration massique en 1e Année du secondaire tunisien

Mahjoub, Afifa[(1)], Ben Kilani, Chiraz[(2)]
[(1)]Education, Cognition, Tice et Didactique, ISEFC, Tunis
[(2)]Institut Supérieur de l'Éducation et de la Formation Continue, UV, Tunis

Résumé

Cet article s'intéresse aux conditions didactiques dans lesquelles la grandeur « concentration massique d'un soluté dans une solution » est abordée en classe. L'analyse des pratiques d'étude et d'enseignement qui mettent en œuvre l'avancée de ce savoir en classe mobilise un cadre théorique alliant le modèle théorique de l'action didactique considérée comme conjointe et un positionnement épistémologique relatif au fonctionnement du savoir dans la compréhension du monde matériel. La séance filmée est une séance de travaux pratiques (TP) de chimie assurée par une enseignante expérimentée et se déroulant en demi-classe de première année du secondaire tunisien (grade 10). Les résultats montrent le rôle que l'enseignante et l'élève ont dans l'avancée des savoirs. Les analyses montrent également la nature des liens établis (ou non) entre les différents éléments de savoir introduits.

Mots-clés :

Concentration en chimie, pratiques d'enseignement et d'étude, action didactique conjointe, modélisation en sciences expérimentales.

Introduction

Cette communication s'intéresse aux conditions didactiques dans lesquelles la grandeur « concentration massique d'un soluté dans une solution » est abordée en classe. Nous analysons l'action didactique lors d'une séance ordinaire mettant en œuvre ce savoir en mobilisant un cadre théorique alliant le modèle théorique de l'action didactique considérée comme conjointe[28] enseignant/élève (Amade-Escot & Venturini, 2009 ; Schubauer-Leoni et al., 2007 ; Sensevy, 2007) et la théorie des deux mondes (Tiberghien & Vince, 2005) en lien avec un positionnement épistémologique relatif au fonctionnement du savoir dans la compréhension du monde matériel et aussi celle des élèves dans la vie quotidienne.
Cependant, la classe est une situation particulièrement complexe nécessitant des analyses à plusieurs échelles de temps.

Outils théoriques

Les échelles choisies sont respectivement de niveau N, N-1 et N-2 (Venturini & Tiberghien, 2018) :

- Échelle mésoscopique (niveau N) que nous associons aux jeux didactiques (JD).
- Échelle microscopique (niveau N-2) que nous associons aux facettes de savoir.
- Échelle intermédiaire méso-micro (niveau N-1) que nous associons aux jeux élémentaires (JE).

En effet, nous considérons qu'un enjeu de savoir dans un JD peut se décliner en des enjeux plus locaux. Il peut s'agir de la réalisation d'une expérience, d'une discussion autour d'une notion, d'une généralisation d'un constat expérimental, etc. Le JE est considéré comme la plus petite unité de jeu.
Le tableau 1 ci-dessous donne une vue synoptique sur les outils mobilisés.

[28] L'action didactique est considérée comme conjointe au sens où le système enseignant-élève-savoir est indivisible, c'est-à-dire qu'on ne peut pas comprendre l'action de l'élève sans prendre en compte le savoir et le professeur et réciproquement.

Échelles	*Outils théoriques*	*Niveau de découpage et descripteurs adaptés*
Échelle mésoscopique (Niveau N) Quelques minutes à quelques dizaines de minutes	Le modèle théorique de l'action didactique considérée comme conjointe professeur / élève (Amade-Escot & Venturini, 2009 ; Schubauer-Léoni et al., 2007 ; Sensevy & Mercier, 2007)	Structuration de la séance en jeux didactiques (JD). Chaque jeu est caractérisé par un enjeu de savoir et la manière de le traiter. **Les descripteurs sont** : -Triplet des genèses (mésogenèse, topogenèse et chronogenèse) ; -Quadruplet des techniques professorales (définir, dévoluer, réguler et institutionnaliser).
Échelle intermédiaire (Niveau N-1) Quelques minutes à quelques secondes		Structuration des jeux didactiques en jeux élémentaires (JE). Chaque J.E est caractérisé par un enjeu de savoir local et la manière de le traiter. **Les descripteurs sont** : -Relatifs au niveau mésoscopique (pour décrire des évolutions « locales » d'une ou plusieurs des dimensions de l'action didactique liée au JE) ; -Relatifs au niveau microscopique en lien avec le savoir (dans ce cas, le JE peut être considéré comme un ensemble d'actes ayant du sens par rapport au savoir en jeu).
Échelle microscopique (Niveau N-2) Quelques secondes	La théorie des deux mondes (Tiberghien & Vince, 2005) et les tâches épistémiques (Tiberghien et al., 2005)	Identification des facettes de savoir au sein de chaque J.E. Chaque facette regroupe un ou plusieurs actes verbaux ayant du sens par rapport au savoir en jeu. **Les descripteurs mettent en jeu** : -La modélisation selon la théorie des deux mondes (la facette peut appartenir au monde des théories / modèles ou au monde des objets / évènements ou elle peut aussi traduire une relation entre les deux mondes) ; -La tâche épistémique déployée (ce que l'élève et/ou l'enseignant est en train de faire avec l'objet de savoir) ; -Le ou les acteur(s) qui la produisent.

Tableau 3 : Récapitulatif des outils théoriques mobilisés pour chaque échelle

Problématique

La concentration d'un soluté dans une solution est un objet d'enseignement incontournable. En Tunisie, son enseignement commence au collège, en langue arabe puis elle est étudiée en français dès la 1ère année du lycée (Ministère de l'Éducation, 2010).

Cette grandeur met en jeu un réseau de notions complexes comme la notion de « proportion[29] » de soluté dans la solution, les interactions soluté-solvant, la notion d'intensivité, etc. (Willame & Snauwaert, 2015), ce qui la rend délicate à aborder en classe.

[29] Ici, la proportion est comprise comme une partie (le soluté) de l'ensemble (la solution et non le solvant).

Cependant, si la littérature scientifique s'intéresse aux difficultés de son apprentissage (Gandillet & Le Maréchal, 2003), la manière dont cette grandeur est enseignée en classe reste peu documentée.
Examiner une situation ordinaire d'enseignement dans laquelle cette grandeur est introduite peut permettre de décrire les pratiques d'enseignement et d'étude qui mettent en œuvre l'avancée de ce savoir en classe.
Nous nous intéressons aux conditions didactiques dans lesquelles cette grandeur est abordée en classe dans un contexte particulier, celui où les élèves abordent, pour la première fois, le lycée et l'enseignement scientifique en langue française.
Nous étudions l'évolution du savoir à travers l'étude de la dynamique de l'action didactique en répondant à la question suivante:

- Quelles sont les caractéristiques de l'action didactique considérée comme conjointe en termes d'évolution du milieu, des responsabilités et du savoir au cours du temps ?

Nous précisons plus finement ces différentes dynamiques en cherchant à caractériser les liens qui s'établissent (ou non) entre ses différents éléments à travers notre réponse à la question suivante:

- Quelles sont les continuités et les discontinuités qui accompagnent l'avancée du savoir ?

Méthodologie

Notre corpus principal est la vidéo de la séance filmée. Il s'agit d'une séance de travaux pratiques (TP) de chimie se déroulant en demi-classe de 1ère année d'un lycée tunisien dont l'enseignement est assuré par une enseignante expérimentée.
Après la transcription de la vidéo, nous avons procédé à la construction des JD en nous basant essentiellement sur le changement d'activité expérimentale associé à chaque fois à un enjeu de savoir nouveau. Nous avons structuré cette séance en onze jeux didactiques.
La structuration du JD en JE correspond à l'identification d'un enjeu local lié à un contenu spécifique du savoir en jeu.
Pour repérer les facettes dans un JE, nous identifions les actes verbaux ayant une signification vis-à-vis au savoir en jeu.
Le traitement des données construites commence par la caractérisation des JE de chaque JD en s'appuyant sur l'analyse des facettes. Nous remontons ensuite à la caractérisation du JD qui mobilise les analyses des JE et l'analyse des facettes (cf. Figure 5, p. 215).

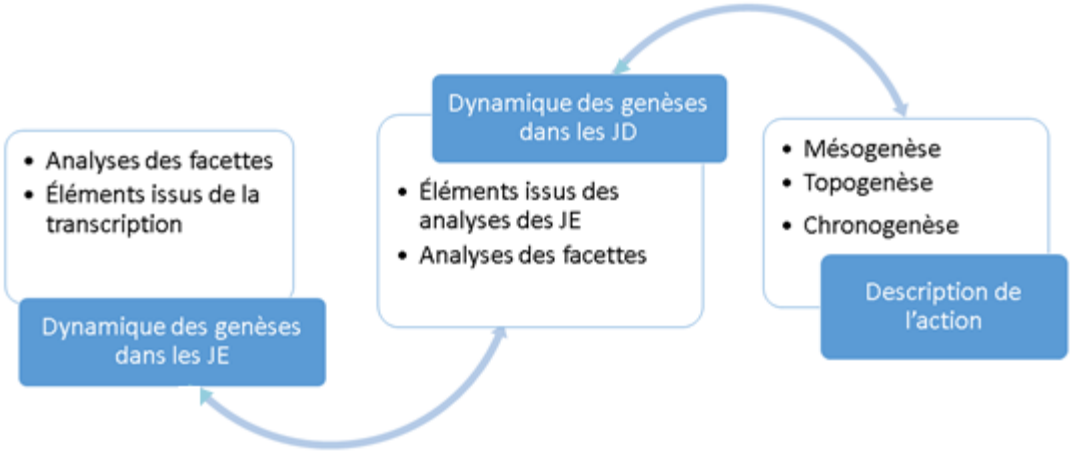


Figure 5 : les phases de l'analyse

Résultats

Nous donnons ici la liste (non exhaustive) des caractéristiques de l'action didactique relative à la construction de la définition de la grandeur concentration massique qui est l'enjeu de savoir des jeux de la seconde partie de la séance (les jeux de J07 à J11). La première partie consiste en la mise en évidence du concept dissolution (jeux de 01 à 06).

Dans le jeu J07 [1:10] l'enseignante introduit, en classe entière, le terme concentration à partir d'une situation quotidienne liée à la citronnade.

Les jeux J08 [7:50], J09 [7:06] et J10 [3:39] ont pour enjeu de mettre en évidence l'effet d'une variation de masse de soluté et d'une variation de volume de solution sur la variation de concentration en comparant le goût ou la teinte d'un couple de solutions (deux solutions d'eau sucrée d'égale masse de soluté mais de différents volumes (J08), deux solutions d'eau sucrée de volumes égaux mais de différentes masses de sucre (J09), deux solutions aqueuses de sulfate de cuivre II de volumes égaux mais de différentes masses de soluté (J10)).

L'enseignante dicte dans le onzième jeu [3:47] la définition de la grandeur concentration massique en récapitulant les différentes comparaisons.

Une mésogenèse initiée à partir de l'expérience quotidienne des élèves

Les discussions dans la classe sont menées autour des solutions préparées par les élèves

L'enseignante ne définit pas les jeux. En effet, elle ne donne de visibilité sur les savoirs en jeu qu'au moment de leur institutionnalisation (J11).

L'enseignante opère de rares régulations en mobilisant un ensemble de questions dont les réponses sont immédiates ou non pertinentes suite auxquelles elle se charge elle-même d'amener l'élément conclusif (par exemple lorsqu'elle sollicite les élèves à faire d'abord une comparaison du goût ou de l'intensité de la teinte des solutions préparées (J08, J09 et J10). Or, si les élèves savent à partir de l'expérience quotidienne que, pour un volume donné, plus on met de soluté plus la solution est concentrée, l'idée que, pour la même masse de soluté, plus le volume est grand moins la solution est concentrée n'est pas acquise.

Une topogenèse majoritairement sous la responsabilité de l'enseignante

L'enseignante occupe une position topogénétique haute. En effet, elle contraint les élèves à admettre une conclusion (par exemple J08 lorsqu'elle fait admettre aux élèves que le volume du solvant et celui de la solution sont similaires) sans qu'ils aient les moyens de vérifier. Elle impose aussi ce qui est rédigé sur la fiche de TP sans travail conceptuel préalable (par exemple J11 lorsqu'elle dicte la définition de la concentration massique). Sur un autre plan, c'est encore elle qui est très majoritairement l'auteure de propos dans lesquels nous avons reconnu la plupart des facettes.

Une chronogenèse rapide marquée par l'entrée impromptue de certains éléments

Les jeux analysés sont à chronogenèse rapide orientée par l'enseignante vers l'institutionnalisation. Plusieurs savoirs sont dictés sans être traités dans les phases de discussion ou être associés à un travail expérimental ou intellectuel quelconque de la part de l'élève. Cette entrée impromptue de ces éléments témoigne du poids topogénétique de l'enseignante.

L'analyse en termes de modélisation montre que les nouveaux savoirs sont introduits généralement en passant d'une description dans le monde des objets/évènements avec des expériences de type « monstration » dans lequel les détails pertinents sont immédiatement perceptibles (solution plus sucrée ou plus foncée qu'une autre) à une interprétation dans le monde des théories/modèles en termes d'une solution plus concentrée qu'une autre. Toutefois, des discontinuités sont induites par manque de travail expérimental et/ou conceptuel.

Discussion

Nous avons regardé particulièrement les continuités/discontinuités dans l'avancée du savoir du point de vue de la modélisation. Nos résultats s'accordent avec ceux de Nouiri (2016) qui a analysé l'action didactique dans le cas de l'enseignement de titrage acide-base en classes de terminales tunisiennes. En effet, c'est le même enchainement expérience - observation - interprétation qui assure les continuités repérées dans les pratiques des enseignants observés. Par ailleurs, si les discontinuités dans la relation entre les deux mondes dans notre travail sont essentiellement liées à un saut conceptuel, nous supposons que la part de l'implicite (croire qu'il suffit de confronter les élèves à une expérience pour qu'ils apprennent), responsable des discontinuités émergentes des pratiques des enseignants observés par Nouiri, peut être aussi inférée de la pratique de l'enseignante observée. En effet, elle fait admettre aux élèves la définition de la concentration massique à partir des comparaisons basées sur les sens.

Conclusion

Nous avons essayé de caractériser les pratiques d'enseignement et d'étude relatives à la grandeur concentration massique d'un soluté dans une solution.

Nous avons montré qu'une mésogenèse pilotée par l'enseignante se conjugue avec une position topogénétique haute et une progression des savoirs animée par l'enchainement expérience - observation - interprétation. Cet aspect inductif assure les continuités dans l'avancée du savoir. Toutefois, des discontinuités émergent lorsque ce lien est rompu laissant la place à l'entrée impromptue de certains savoirs témoignant du poids topogénétique de l'enseignante.

Sur le plan de formation, il est intéressant de concevoir des séquences pédagogiques sur la concentration en chimie, qui favorisent les liens entre les éléments de savoir en jeu dans le travail empirique des élèves et ceux introduits lors de l'institutionnalisation, dont les analyses montrent qu'il s'agit d'une réelle difficulté pour l'enseignant.

Bibliographie

Amade-Escot, C. & Venturini, P. (2009). Le milieu didactique : D'une étude empirique en contexte difficile à une réflexion sur le concept. *Education & didactique, 3*(1), 7-43.

Gandillet, E., Le Maréchal, J. F. (2003). Conceptions et chimie des solutions ioniques. Dans V. Albe, C. Orange, L. Simonneaux (dir.), *3èmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST* (p. 157-164).

Ministère De l'Education. (2010). *Programmes de sciences physiques 1ère année et 2ème année de l'enseignement secondaire*. Centre National Pédagogique.

Minstrell, J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In F. Goldberg, H. Niedderer, R. Duit (Eds.), Research in *Physics Learning : Theoretical Issues and Empirical Studies* (Proceedings of an International Workshop held at the University of Bremen) (p. 110-128). IPN.

Nouiri, A. (2016). *Analyse de l'action didactique, de sa continuité et de ses déterminants. Cas de l'enseignement de titrage acide-base en classes de terminales tunisiennes* [Thèse]. Université Toulouse 2.

Schubauer-Leoni, M.-L., Leutenegger, F., Ligozat, F. & Fluckiger, A. (2007). Un modèle de l'action conjointe professeur-élèves : Les phénomènes didactiques qu'il peut/doit traiter. Dans G. Sensevy & A. Mercier (dir.), *Agir ensemble*, (p. 51-92). Presse Universitaire de Renne.

Sensevy, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. Dans G. Sensevy & A. Mercier (dir.), *Agir ensemble* (p. 13-50). Presse Universitaire de Renne.

Tiberghien, A., Buty, C., Le Maréchal, J. F. (2005). Physics teaching sequences and students learning. Science and Technology Education at cross roads: meeting the challenges of the 21st century. *The second Conference of EDIFE and the Second IOSTE Symposium in Southern Europe* (p. 25-55). Greece.

Tiberghien, A. & Vince, J. (2005). Étude de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique, *Cahiers du Français Contemporain*, 10, 153-176.

Venturini, P., Tiberghien, A. (2018). Analyse et formalisation de la dimension durable du contrat didactique. Cas de l'enseignement de la physique par activités en classe de seconde. *Éducation et didactique, 12*(3), 65-106.

Willame, B., Snauwaert, P. (2015). Les difficultés rencontrées dans l'apprentissage du concept de concentration en chimie. *Recherches en Éducation*, 55, 177-205.

Approcher l'activité enseignante via un groupe de travail : cas de l'appropriation de concepts chimiques

Kermen, Isabelle[1]
[1]CREAD, Université de Bretagne Occidentale – France

Résumé

Un groupe de travail constitué d'enseignantes et de chercheuses élabore des ressources pour le collège autour du concept de transformation chimique et des concepts liés. Cette communication interroge leur appropriation par les enseignantes. Il s'agit de décrire l'activité enseignante en identifiant les choix effectués pour en inférer les raisons d'agir d'un enseignant mais aussi les freins qui s'opposeraient à la prise en compte de certains aspects. Les données comportent les transcriptions d'une séquence de classe conçue et mise en œuvre par une enseignante du groupe, et d'une réunion de travail où des aspects de la séquence sont portés à la discussion. Les manifestations de choix de l'enseignante et de moments d'accord et de désaccord entre membres du groupe sont identifiées. En appui sur la double approche didactique et ergonomique et la double régulation de l'activité du sujet, les résultats attestent de tensions entre déterminants de l'activité de l'enseignante observée comme pour ses collègues.

Mots-clés :

Activité enseignante, didactique de la chimie, double approche didactique et ergonomique.

Une séquence d'enseignement sur les transformations chimiques en classe de troisième en France, a été discutée et analysée au sein d'un groupe de travail réunissant enseignants de physique-chimie et chercheurs. Cette communication poursuit l'objectif de caractériser les raisons d'agir des enseignants afin de déterminer en quoi elles relèvent ou non d'éléments génériques d'explication des pratiques.

Références théoriques

L'activité enseignante correspond à ce que développe le professionnel pour concevoir et mettre en œuvre les séances de classe devant les élèves. Seules des traces de l'activité sont accessibles à l'observateur-analyste, celle-ci comprenant les décisions, les raisons et les pensées du sujet (Rogalski, 2007). Selon le cadre de la double approche didactique et ergonomique DADE (Robert, 2008) les déterminants de l'activité (figure 1) influent sur la conception des tâches que l'enseignant prescrit aux élèves et sur l'accompagnement qu'il propose lors du déroulement de la séance.

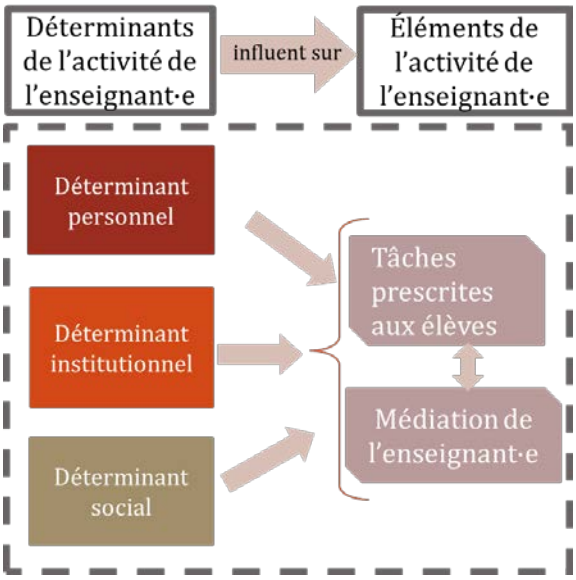


Figure 1 : Les déterminants de l'activité enseignante dans la DADE

L'activité enseignante obéit à une double régulation par les déterminants de l'activité et par les effets en retour de l'activité (figure 2) qui vont la modifier ou la renforcer (Rogalski, 2007, p. 3). L'activité enseignante est dirigée vers un objet en particulier, la relation des élèves à la tâche et au savoir en jeu. Les effets de son activité sur l'enseignant relèvent de différents domaines, cognitif, émotionnel, physique ou physiologique, et de différentes temporalités, durant la séance ou à moyen ou long terme (Rogalski, 2007).

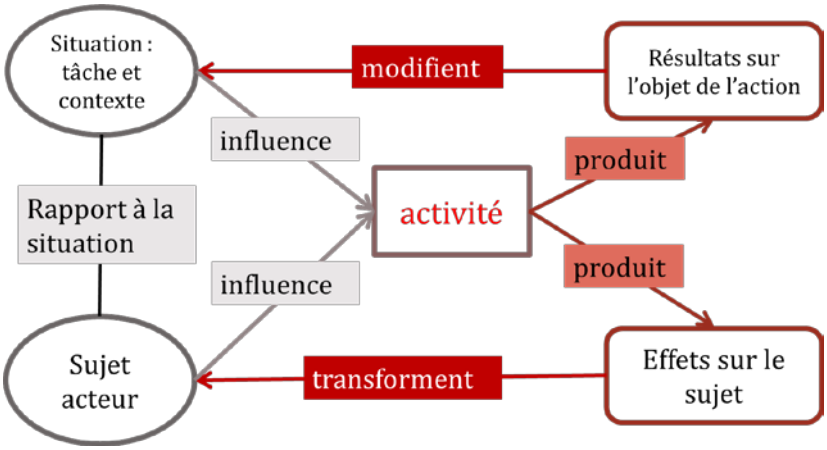


Figure 2 : Modèle de la double régulation de l'activité du sujet (d'après Rogalski, 2007)

Savoirs en jeu

Une spécificité majeure de la chimie réside dans le langage symbolique utilisé qui désigne à la fois les substances (niveau macroscopique) et les entités chimiques (niveau submicroscopique) (Taber, 2013). Ce caractère dual du langage symbolique est peu maitrisé par les élèves (Canac & Kermen, 2016) et ne semble pas suffisamment pris en charge par les enseignants (Canac & Kermen, 2018). Le concept (macroscopique) de transformation chimique d'un système chimique constitue une étape préalable à la construction du concept de réaction chimique, visant à distinguer registre expérimental et registre des modèles (Kermen, 2018). La transformation d'un système est dite chimique si sa composition en termes de substances ou d'espèces chimiques a varié entre deux états du système. Une interprétation des transformations chimiques à l'échelle submicroscopique considère qu'elles résultent de la recombinaison d'entités chimiques générant de nouvelles entités.

Contexte

Le groupe de travail (4 enseignantes expérimentées[30] et 2 chercheuses) se réunit trois à quatre fois par an dans le cadre d'un IREM[31] depuis 2019. Les objectifs du groupe sont d'élaborer des ressources concernant les transformations chimiques et le langage de la chimie principalement au collège. Initialement il s'agissait que les enseignantes s'approprient un canevas de séquence sur l'introduction des formules chimiques (incluant la notion de transformation chimique) en appui sur l'histoire des sciences (Canac & Kermen, 2020) pour produire des séances diffusables et accroitre les connaissances sur la réception par les élèves de ce parti pris. À la troisième réunion, devant l'absence d'adhésion des enseignantes au canevas proposé, le travail s'est orienté vers l'intégration par les enseignantes dans leurs séquences des thèmes discutés lors des premières réunions. D'une

[30] Plus de 20 ans d'exercice du métier.

[31] Institut de recherche sur l'enseignement des mathématiques, qui s'élargit à d'autres disciplines.

modalité type ingénierie didactique où la séquence était apportée par les chercheurs, le groupe est passé à une modalité de type participatif (Anadón & Couture, 2007) où les enseignants créent la séquence étudiée. Le processus a alors consisté à étudier la mise en œuvre d'une séquence d'un membre du groupe, afin de la discuter, l'améliorer et la remettre en œuvre. Le statut asymétrique des participants (Bednarz et al., 2012) est assumé, les enseignantes apportant leur expertise de praticiennes et les chercheuses leur savoir épistémologique et didactique de l'enseignement et apprentissage du contenu chimique.

Objectif de l'étude

L'étude vise à caractériser l'appropriation par les enseignantes des différents concepts enjeux de l'enseignement des transformations chimiques discutés lors des premières réunions du groupe de travail. Cette appropriation se manifeste dans le scénario des séances de classe et leur mise en œuvre ainsi que dans les discussions qui la suivent au sein du groupe de travail. Il s'agit de décrire l'activité enseignante en identifiant les choix effectués pour en inférer les raisons d'agir mais aussi les freins qui s'opposeraient à la prise en compte de certains aspects, et les analyser en termes de déterminants de l'activité enseignante et d'effets sur celle-ci.

Méthodologie

Accéder aux choix et raisons des enseignants est possible lors d'entretiens d'allo-confrontation collective qui favorisent une expression directe de la pensée et des représentations d'un enseignant parmi des collègues (Body, 2021).

Données recueillies

Une séquence d'enseignement sur les transformations chimiques en 3e a été filmée dans la classe de l'enseignante E1 en janvier 2020 durant 4 séances d'une heure. Deux réunions du groupe de travail ont été consacrées à l'analyse de cette séquence en décembre 2020 (R1) et en mars 2022 (R2). Lors de R1, la séquence filmée chez E1 est présentée par l'une des chercheuses (C1 et C2), l'objectif étant de recueillir les réponses de E1 aux questions de C1 et les commentaires des autres enseignantes (E2, E3, E4) du groupe. Lors de R2, C1 a résumé les trois points de discussion abordés durant R1 afin de déterminer si les choix, raisons et freins identifiés avaient évolué. Les dialogues de classe et les échanges lors de R1 ont été intégralement transcrits.

Analyse des données

Dans un premier temps, C1 a analysé la fiche proposée aux élèves et les dialogues de classe en recherchant les définitions de concepts et les registres et niveaux de savoirs de la chimie mis en jeu. Cela a conduit à présenter à l'enseignante lors de R1 une lecture orientée (Bednarz et al., 2012) de la fiche élève et du déroulement de classe questionnant l'approche de certains concepts et des registres et niveaux de savoirs. C'est un questionnement de nature cognitive sur les contenus proposés aux élèves et non sur la nature des tâches ou leur accompagnement en classe.

Puis, dans la transcription des échanges de R1 deux analyses complémentaires ont été menées. La première recherche les moments où E1 affirme ou justifie ses choix de contenus, la seconde les moments d'accord et de désaccord (Bednarz et al, 2012) entre participantes comme indices d'une position singulière de E1 (ou d'une autre enseignante), d'habitudes ou de connaissances professionnelles partagées entre enseignantes ou de difficultés d'appropriation des idées apportées par les chercheuses, freins potentiels à leur prise en compte.

Résultats et discussion

Suite aux discussions au sein du groupe et à sa lecture du programme de seconde 2019, E1 a introduit les termes transformation chimique, espèces chimiques et entités chimiques dans sa séquence. Cependant l'examen des dialogues de classe et les discussions lors de R1 (confirmées durant R2) révèlent trois choix controversés.

- La signification duale des noms et formules chimiques n'est pas utilisée par E1, voire pas acceptée pour les ions. Elle exprime à plusieurs reprises sa difficulté à les considérer comme espèce chimique puisqu'ils ne peuvent pas être isolés mais rejette la suggestion des chercheuses de distinguer alors substance et espèce chimique (Kermen & Canac, 2021), comme E4.
- L'interprétation d'une transformation chimique mettant en jeu des espèces ioniques et atomiques en termes de transfert d'électrons à l'échelle atomico-moléculaire faite par E1 ne rencontre pas l'assentiment de E4 pour qui cela dépasse le programme, et conduit E1 à dire « je suis pas prof de physique si je leur explique pas ça » en accord avec E3.
- L'écriture de la réaction chimique et de son équation proposée par E1 est en contradiction avec la définition qu'elle donne d'un réactif et avec ce que font E2 et E3.

Le premier choix résulte de l'existence d'une difficulté, considérée comme un frein au développement attendu par les chercheuses, et signale un possible conflit chez E1 entre les informations des programmes de collège et lycée (aspect institutionnel) et celles données au sein du groupe de travail, facteur du déterminant social de son activité. Le second mobilise une habitude professionnelle (déterminant social) et illustre un effet de son activité sur E1 (sur le principe de la double régulation fig. 2), d'ordre émotionnel, qui nourrit sa satisfaction personnelle. On peut aussi l'interpréter en termes de recherche d'estime de soi et d'affirmation de l'identité professionnelle (Mangin, 2019). Le troisième provient de tensions entre connaissances épistémiques de E1 qui reconnait la contradiction mais la perpétue (voir R2).

Les accords entre enseignantes révèlent des connaissances d'erreurs récurrentes d'élèves et des habitudes partagées comme ne pas mentionner la présence d'eau (car non réactive) dans une situation initiale comprenant une solution aqueuse ionique et un métal. Des désaccords proviennent d'interprétations personnelles du programme, peu explicite, fondées pour certaines par ce que préconisaient des programmes antérieurs et relevant alors d'habitudes

professionnelles. Ils suggèrent une tension entre déterminants personnel, institutionnel et social de l'activité que chaque enseignante ne résout pas de la même manière.

Ces résultats incitent à approfondir et prolonger l'étude afin de déterminer si ces difficultés d'appropriation ne relèveraient pas en partie de l'existence de normes professionnelles auto-prescrites (Marlot et al., 2019) qui resteraient à caractériser.

Références

Anadón, M., & Couture, C. (2007). La recherche participative, une préoccupation toujours vivace. In M. Anadón (Éd.), *La recherche participative* (p. 1-7). Presses de l'Université du Québec.

Bednarz, N., Desgagné, S., Maheux, J.-F., & Savoie Zajc, L. (2012). La mise au jour d'un contrat réflexif comme régulateur de démarches de recherche participative : Le cas d'une recherche-action et d'une recherche collaborative. *Recherches en éducation*, *14*, 128-151. https://doi.org/10.4000/ree.5894

Body, G. (2021). Entretiens de confrontation aux traces vidéo de l'activité. In P. Guibert (Éd.), *Manuel de sciences de l'éducation et de la formation* (p. 127-141). De Boeck Supérieur.

Canac, S., & Kermen, I. (2016). Exploring the mastery of French students in using basic notions of the language of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*, 452-473. https://doi.org/10.1039/C6RP00023A

Canac, S., & Kermen, I. (2018). Introduction du langage symbolique de la chimie Observation de deux séances de classe ordinaires. *10e rencontres de l'Ardist, 27-30mars 2018, Saint-Malo*.

Canac, S., & Kermen, I. (2020). Concepción de un recurso didáctico para introducir las fórmulas químicas en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, *38*(2), 65-82. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2739

Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée. Savoirs et modèles, raisonnements d'élèves, pratiques enseignantes.* Presses Universitaires de Rennes.

Kermen, I., & Canac, S. (2021). Espèce chimique, entité chimique, substance chimique ? Réflexion critique autour du glossaire d'accompagnement des programmes de chimie 2019. *Bulletin de l'union des physiciens*, *115*(1030), 29-41.

Mangin, B. (2019). Identité professionnelle. In *Dictionnaire de sociologie clinique* (p. 335-338). Érès. https://doi.org/10.3917/eres.vande.2019.01.0335

Marlot, C., Audrin, C., & Morge, L. (2019). Des normes professionnelles auto-prescrites. Le cas de la mise en œuvre de la démarche d'enseignement scientifique en Suisse romande. *Recherches en éducation*, *35*, Article 35. https://doi.org/10.4000/ree.1316

Robert, A. (2008). La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In F. Vandebrouck (Éd.), *La classe de mathématiques : Activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 59-68). Octarès Editions.

Rogalski, J. (2007). Approche de psychologie ergonomique de l'activité de l'enseignant. *Les enseignants recrutés sans formation initiale : Quels enjeux ? Quelles réponses ?*, 1-21. https://www.archives.philippeclauzard.com/Rogalski_ApprocheErgoActiviteEnseignant.pdf

Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet : Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry*

Education Research and Practice, *14*(2), 156-168. https://doi.org/10.1039/c3rp00012e

Enseignement du concept « force » en classe de 4ème : analyse de séances d'enseignement ordinaire

Ahouassa Médard(1), Oké Eugène(1), de Hosson Cécile(2),
(1)Institut de Mathématique et de Sciences Physiques, Université d'Abomey-Calavi–Bénin
(2)Laboratoire de Didactique André Revuz, Université Paris Diderot–France

Résumé

Cet article analyse deux séances d'enseignement-apprentissage du concept force en 3ème année des collèges au Bénin. L'objectif est de comprendre comment ce concept abstrait est introduit pour la 1ère fois. Nos données sont constituées à partir d'entretiens ante et post séances, puis de vidéos de classe avec un enseignant expérimenté.Les résultats montrent que l'enseignement ne favorise pas encore la construction des liens de conceptualisation et de modélisation indiqués dans le modèle des deux mondes.

Mots-clés :

Physique, force, apprentissage, pratique enseignante, modélisation.

1. Contexte et problème

Cette étude concerne des salles de 50 à 60 élèves où il est prescrit l'enseignement selon l'Approche Par Compétences, avec des enseignants qualifiés en nombre insuffisant, des élèves en situation socio-économique peu favorable. Le concept force est abordé dans l'enseignement de la physique pour la première fois en classe de 4è. Dans ce contexte l'enseignement devrait prendre en compte les perceptions initiales des élèves. Mais comment cela se fait-il par les enseignants ?

2. Revue de littérature et approche théorique

2.1 Revue de littérature

L'enseignement des concepts scientifiques devrait permettre aux élèves de dépasser des obstacles. Pour le concept force, il s'agit d'une part des obstacles intrinsèques liés au savoir force(Astolfi et al., 1997) du fait de son caractère abstrait et d'autre part les conceptions erronées et à son usage dans la vie quotidienne (Tricornia, 2015). Il apparaît donc que l'enseignement-apprentissage du concept force nécessite une rupture avec le mot «force» du sens commun. Pour cela plusieurs approches de l'enseignement et de l'apprentissage ont été élaborées.

Une approche dite de changement métaconceptuel a été élaborée par Thorley (1990) et expérimentée par Yurruk (2005). Ces travaux montrent qu'un tel enseignement permet une restructuration. Cependant, des travaux ont montré que cette approche se concentre plus sur le concept et n'améliore pas de façon convaincante l'apprentissage des élèves (Barsalou, 1999 ; Clark, 1997 ; Gee, 2004 ; Klein, 2006).

Une autre approche basée sur la construction de représentation a été explorée (Gilbert, 2005). Le terme représentation désigne des modes visuels, linguistiques et mathématiques grâce auxquels les phénomènes physiques sont modélisés. Les travaux de Hubber (2010) sur l'enseignement du concept force suivant cette approche ont montré un apprentissage de qualité. Cependant, la conception des tâches appelées défis de représentation n'est pas aisée pour l'enseignant.

Enfin, une troisième approche développe la démarche mathématisée. Les travaux de Boumghar et al. (2012) ont montré que dans des manuels scolaires ce savoir à enseigner se retrouve avec les mêmes erreurs de raisonnement de force transmise et de force transposée. L'enseignement-apprentissage avec ces manuels ne peut que renforcer les difficultés d'appropriation du concept chez les élèves.

2.2 Approche théorique de la recherche

La Double Approche Didactique et Ergonomique (DADE) (Robert & Rogalsky, 2002), notamment ses composantes cognitive et médiative associées au modèle des deux mondes (Veillard, et al., 2011) nous permettent d'analyser les activités effectives suscitées par l'enseignant chez les élèves. La figure 1 retrace les différents types de savoir dans chacun des deux mondes et toutes les relations susceptibles de se créer entre les différents niveaux et catégories de connaissances, lors de l'enseignement du concept force en classe (Oké & Ahouassa, 2021). Les liens 1 et 2 à déconstruire, 3 et 6 ceux de la conceptualisation, 4 et 5 ceux de la modélisation dépendent des différentes tâches prévues par l'enseignant pour les élèves et le contenu qu'elles mettent en œuvre, les choix d'organisation du travail dans la classe, l'accompagnement procuré par l'enseignant pendant le déroulement de la classe.C'est là que nous retrouvons les composantes cognitive et médiative de la DADE.

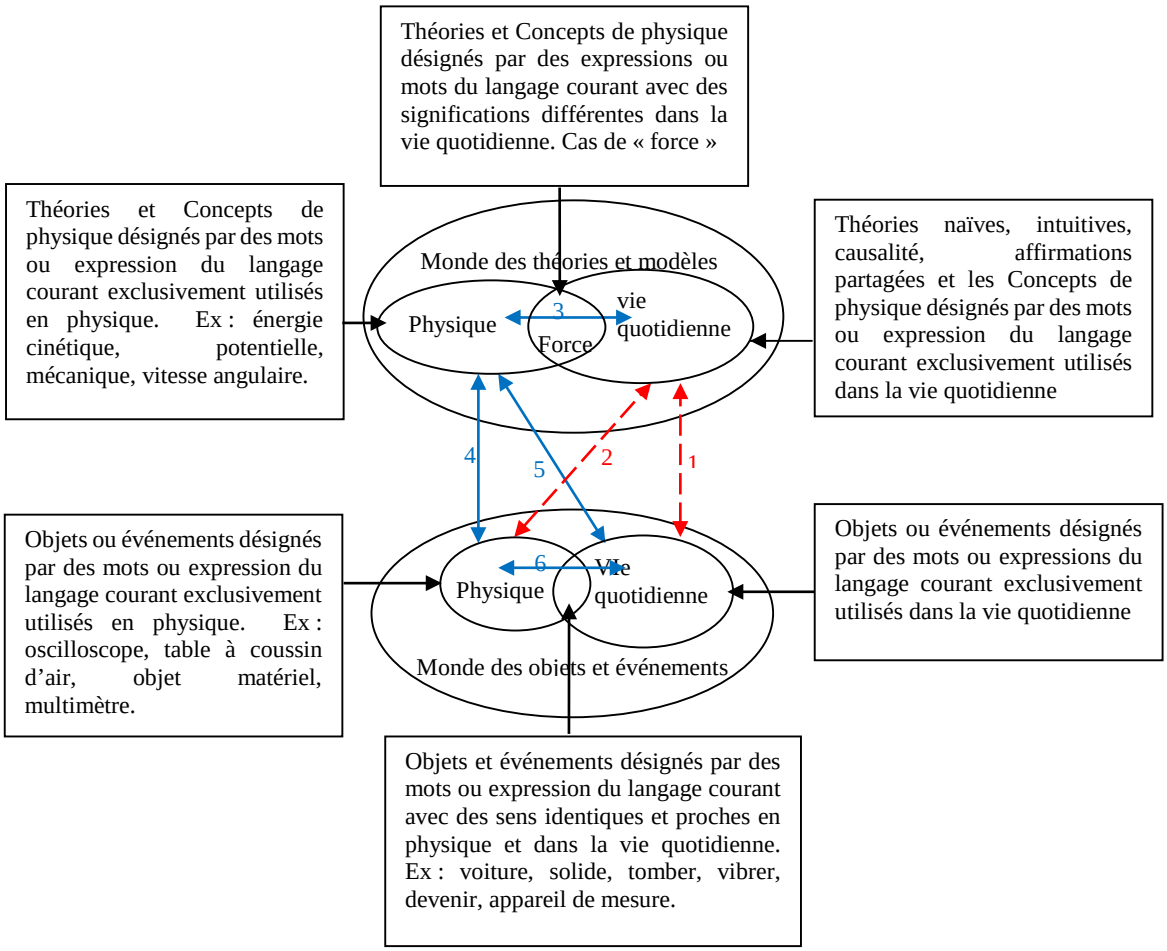


Figure 1 : Différentes relations créées lors de l'enseignement du concept force

Ainsi une analyse didactique des activités effectives suscitées par l'enseignant chez les élèves en classe permettrait de se rendre compte si l'enseignement peut potentiellement favoriser les constructions des relations nécessaires à l'apprentissage du concept force.

3.Approche méthodologique de la recherche

3.1 Collecte des données

Pour explorer notre question de recherche notre approche méthodologique consiste à mener une enquête qualitative basée sur l'enregistrement des entretiens avant et après séance avec des enseignants en utilisant un guide d'entretien élaboré à cet effet et un enregistreur audio et vidéo. Il s'agit de recueillir avant la séance: les intentions de l'enseignant, les tâches qu'il leur propose, les difficultés pressenties et comment il compte mettre ses expériences professionnelles en œuvre pour conduire la séquence. Pendant la séance : des observations in situ à l'aide d'une caméra au fond de la classe et un enregistreur numérique audio remis à l'enseignant[32] qui le met dans sa poche. Après la séance : ses ressenties et les améliorations

[32] L'enseignant est expérimenté de plus de quinze (15) années d'enseignement en classe de quatrième. Cela suppose pour nous, une stabilité déjà acquise dans sa pratique. La période de la collecte des données est celle de l'exécution normale de la séquence suivant la planification nationale.

qu'il propose d'apporter s'il devrait reprendre. Les copies des fiches de préparation de l'enseignant et du cahier de cours de quelques élèves après enseignement dans le but de comprendre les activités prévues et les activités effectivement réalisées.

3.2. Traitement des données

Les cours suivis ont été enregistrés et transcrits. Ces transcriptions nous ont permis de dégager des synopsis (Schneuwly et al. 2006) qui sont découpés en « épisodes » et chaque épisode en « phase ». Un épisode est défini dans notre cas par la résolution d'une seule tâche. Chaque phase est définie selon le mode de travail (travail individuel, travail en groupe et travail collectif). Les transcriptions comportent, les tours de parole (TdP)conduisant à la production relative à une consigne. Ce découpage nous a permis de procéder à une analyse inductive et de voir si les liens à déconstruire et ceux à construire sont favorisés pour une appropriation du concept force par les élèves.

4. Résultats et discussion

Pour ce premier enseignement du concept force, il s'agissait dans la première phase de faire exprimer les perceptions initiales des élèves sur des faits. L'enseignant a mis en œuvre exclusivement le travail collectif. Nous avons observé que dans le déroulement de la séance, seul l'enseignant confirme qu'une réponse d'élève donnée est juste ou fausse et dicte aux élèves ce qu'il faut écrire ou retenir.

La deuxième phase de la leçon vise à amener les élèves à la circonscription des faits intéressants à retenir par rapport aux savoirs en jeu dans la séquence. Elle devrait permettre un début d'appropriation du langage scientifique relatif au savoir « force ». Cependant nos observations nous indiquent que son déroulement s'est intéressé plus aux dispositifs permettant la réduction de l'effort musculaire à fournir en soulevant des charges lourdes.

La troisième phase devrait amener la classe à des énoncés de propositions d'explication aux faits évoqués dans la deuxième phase. Elle est constituée de 4 expériences à réaliser dont les observations entraineront des questionnements pour aboutir à des propositions d'explication et au choix d'une proposition d'explication plausible.

Pour l'expérience n°1, le schéma proposé sur la fiche de l'élève montre que la masse marquée a affaissé la mousse, tandis que pour l'expérience réalisée en classe le corps déposé est resté sur la face sans déformer la mousse (TdP 91 Enseignant). Cet autre choix dans l'enseignement effectif amène une question d'élève de savoir ce qui adviendrait lorsque le solide choisi est lâché d'une grande hauteur et a une grande masse (TdP 66, 67, 69, 70 élève). Nous avons noté que l'enseignant n'a pas apporté de réponse à l'élève. (TdP 92, 93, 96, 99 Enseignant). Un autre élève a laissé transparaître une compréhension du concept force par le verbe « agir » (TdP 82élève) sur lequel l'enseignant a insisté (TdP 114 Enseignant). Indirectement il fait ressortir le principe des interactions.

Pour l'expérience n°2, l'enseignant s'est appesanti sur la déformation du ressort due au corps qui lui est accroché. Dans les propositions d'explication il est retenu que cela est dû au poids du corps.

Pour l'expérience 3, sur la figure de la fiche de l'élève, il s'agit d'un ressort alors que l'enseignement effectif a procédé par l'expérimentation avec un fil. Cette expérimentation montre que la direction du fil a changé lorsqu'on approche l'aimant du solide attaché au bout du fil. Aucune proposition d'explication n'a été donnée par la classe.

Pour l'expérience 4 c'est l'effet de diminution de l'effort musculaire à déployer lorsqu'il faut soulever des charges par les poulies qui est mis en évidence.

Pendant ces trois phases d'entrée, il nous semble que l'enseignement a contribué à renforcer l'idée de musculature pour la compréhension du concept « force » sans que l'enseignant observé en soit conscient. Il n'apparaît pas encore une introduction à la compréhension du concept force du point de vue de la Physique.

La quatrième phase consiste à mettre à l'épreuve les propositions d'explication précédentes. Elle permettrait par la même occasion d'aborder les connaissances et techniques (selon le programme prescrit) à enseigner. Dans une première sous tâche l'enseignement effectif tente à faire découvrir aux élèves le terme approprié par lequel désigner l'effet d'un corps sur un autre et vice versa. Ce qui conduit vers l'introduction du concept force dans une deuxième sous tâche. Dans le déroulement de cette deuxième sous-tâche, l'enseignement effectif reprend les schémas des expériences de la tâche 3. La production établie au terme des échanges par la classe nous montre que l'enseignant n'a pas conscience que les schémas des expériences par lesquels il introduit le principe d'interaction mécanique ne permettent pas aux élèves de percevoir l'effet réciproque qui existe entre les deux solides en interaction. En effet, sur le schéma F.3.2.1, on voit que la masse marquée a affaissée le chiffon. Ce qui montre l'effet produit par la masse marquée sur le chiffon. Par contre l'effet produit par le chiffon sur la masse marquée n'est pas visible et n'est pas pour la maintenir et l'empêcher de tomber, mais plutôt pour l'empêcher de rester sur le chiffon. De même sur le schéma F.3.2.2 il apparaît que l'effet du solide sur le ressort a provoqué l'allongement du ressort. Mais l'effet produit par le ressort sur le solide n'est pas visible et n'est pas pour empêcher l'objet de tomber, mais plutôt pour empêcher le ressort de s'allonger. Enfin sur le schéma F.3.2.3 il a été retenu que l'effet de l'aimant sur le solide ferromagnétique est traduit par le mot « action» qui est perceptible à cause du déplacement de l'objet vers l'aimant. Mais l'effet de l'objet sur l'aimant n'est pas perceptible bien qu'il existe. En effet, l'explication selon laquelle " l'action exercée par l'aimant sur le solide agit aussi sur le ressort. C'est ce qui provoque l'inclinaison du ressort …". (TdP 123 Enseignant) ne traduit pas l'action du solide sur l'aimant et laisse un point d'ombre sur une action de l'aimant sur le ressort. Cette même explication ne serait pas valable si le ressort était remplacé par un fil alors que le fil serait toujours incliné lorsque l'aimant attire l'objet ferromagnétique.

Par cette façon de faire la classe, les mêmes erreurs des théories naïves, intuitives persistent et se trouvent renforcer. Cet enseignement d'introduction du concept force pour la 1ère fois, est fait suivant une relation causale: caractère linéaire de l'analyse causale (une cause pour un effet), attribution d'une cause (qui est un amalgame indifférencié de nos concepts physiques) aux objets en évolution (et/ou « stockage » d'une cause initiale au sein de cet objet), décalage temporel entre la cause et l'effet. (Viennot, 1996). En témoigne ces explications sur différentes situations :

TdP 129 Enseignant : le coup de pied donné par le footballeur au ballon qui était au repos est une force qui a été communiquée au ballon qui l'a mis en mouvement ;

TdP 130 Enseignant : l'athlète a exercé une force sur la perche qui est à la base de la déformation de la perche ;

TdP 131 Enseignant : c'est une force que l'aimant a exercé sur le ressort pour le déformer;

TdP 133 Enseignant : c'est une force qui a provoqué le déplacement de la pomme pour qu'elle tombe du pommier.

Celles-ci renforcent les théories naïves car la force n'est pas responsable du mouvement d'un corps, mais responsable du changement du mouvement d'un corps (Viennot, 1996).

5. Conclusion et perspective

Cette étude dans notre contexte montre que l'enseignement ordinaire de la Physique sur le concept force n'arrive pas encore à favoriser la construction des liens nécessaires entre les deux mondes. Il ne permet pas encore une appropriation du concept par les élèves. Les activités des deux séances observées renforcent les compréhensions erronées du sens commun et la relation causale au lieu d'entamer leur destruction et une construction du sens de la Physique. En perspective, nous envisageons développer des travaux qui permettraient la construction du sens de la Physique dans notre contexte d'étude.

Bibliographie

Astolfi, J.-P., Darot, É., Ginsburger-Vogel, Y. et Toussaint, J. (1997). Mots-clés de la didactique des sciences (Paris-Bruxelles: De Boeck, Lancier S. A).

Barsalou, L.W. (1999). Perceptual symbol systems. Behavioral and Brain Sciences, 22, 577-609.

Boumghar, S., Kendil, D., Ghedjghoudj, S. et Lounis, A.(2012) « *Enseignement-apprentissage du concept « force » et persistance des difficultés : Quelle influence mathématique ?* »InReview of Science, Mathématics and ICT Education. 6(2), 63-81, 2012

Clark, A. (1997). Being there: Putting brain, body, and world together again. Cambridge: MIT Press.

Gee, J. (2004). Language in the science classroom: Academic social languages as the heart of school-based literacy. In E. W. Saul (Ed.), Crossing borders in literacy and science instruction: Perspectives on theory and practice (pp. 13–32). Newark: International Reading Association and National Science Teachers Association.

Gilbert, J. (ed.) (2005). Visualization in science education. Springer-Verlag, New York, 2005.

Hubber, P. Teaching and Learning about Force with a Representationnal Focus : Pedagogie and Teacher Change In Res SciEduc (2010) 405-28 DOI 10.1007/s11165-009-9154-9

Klein, P. (2006). The challenges of scientific literacy: from the viewpoint of second-generation cognitive science. International Journal of Science Education, 28, 143–178, USA, 2006

Oké, E. &Ahouassa, M. (2020). Registre explicatif d'élèves de collège à propos du concept force avant et après enseignement au Bénin. 11èmes colloque de l'ARDiST.673-680.

Robert, A.,& Rogalsky, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, 2 (4), 505-528.

Schneuwly, B., Dolz,J. et Ronveaux, C. (2006). Le synopsis : un outil pour analyser les objets enseignés. In M-J.Perrin-Glorian et Y. Reuter (dir), *les méthodes de recherche en didactique* (pp.175-189), Villeneuve d'Ascq : Presses universitaires du Septentrion

Tricornia, C. Comment utiliser un questionnaire pour mettre en évidence les préconceptions des élèves dans le domaine de la physique de Newton ? Dans travail de mémoire du 07.01.2015

Thorley, N.R. (1990). The role of conceptual change model in the interpretation of classroom interactions. Thesis (Ph. D.), University of Wisconsin-Madison. Dissertation abstract international, 51-69, Section: A, P 3033

Veillard, L., Tiberghien, A. et Vince, J. (2011). Analyse d'une activité de conception collaborative de ressources pour l'enseignement de la physique et la formation des professeurs. Activité, 8(2), 201 - 210

Viennot, L. (1996). Raisonner en physique, la part du sens commun.Bruxelles : De Boeck

Yuruk, N. (2005). Analysis of the nature of students'metaconceptual processes and the effectiveness of metaconceptual teaching practices on students'conceptual understanding of force and motion. Doctoral dissertation, Dept. of Science Education, Ohio State University, Columbus.

Enseignement de l'intensité du courant au collège en Centrafrique

Analyse d'activités expérimentales en classe de troisième

Kpokpolingou-Koyambesse, Joseph Prince[(1)], Boilevin, Jean-Marie[(2)]
[(1)] CREAD – *EA 3875*, UBO – France, ENS de Bangui – Centrafrique
[(2)] CREAD – *EA 3875*, UBO – France

Résumé

Notre recherche s'inscrit dans le champ de la didactique de la physique. Elle se propose d'analyser les pratiques expérimentales liées à l'enseignement de l'intensité du courant électrique au collège en Centrafrique.
Nous analysons selon la double approche didactique et ergonomique, l'activité de quatre enseignants centrafricains volontaires lors d'une séance de cours sur l'intensité du courant en classe de troisième (14 – 16 ans). La recherche, centrée sur la tâche de réalisation d'un montage électrique, s'attache à montrer en quoi les choix du dispositif expérimental impactent le déroulement de la séance et en quoi ces enseignants diffèrent dans leur mise en œuvre expérimentale.
Les résultats de notre analyse des pratiques enseignantes montrent qu'il existe des écarts entre ce qui est prescrit par l'institution, ce que les enseignants ont prévu de faire et ce qu'ils ont réellement réalisé en classe, en dépit de fortes contraintes matérielles.

Mots-clés :

Activité expérimentale, dispositif expérimental, intensité du courant, contrainte matérielle.

Introduction et problématique

L'enseignement de la physique en Centrafrique se heurte à une multitude de difficultés telles que l'absence de matériels didactiques dans les établissements et les effectifs pléthoriques. Pour cause, les crises politico-militaires à répétition ont entrainé des dégradations des infrastructures scolaires. Malgré tout, « les enseignants doivent amener les élèves, compte tenu de ces contraintes, à participer aux activités expérimentales »[33] à travers une organisation de la classe.

Cette communication propose une étude de cas auprès de quatre enseignants centrafricains. Il s'agit d'observer et d'analyser comment ceux–ci mènent des activités expérimentales avec ou sans matériels didactiques dans leurs pratiques enseignantes.

Les recherches récentes menées en didactique de la physique ont montré que les difficultés liées à l'enseignement sont responsables en partie des difficultés rencontrées par les élèves à réaliser et interpréter des phénomènes électriques ; ils peinent à lier les phénomènes électriques au monde réel. L'hypothèse avancée est que certaines de ces difficultés trouvent leur origine dans l'absence de mise en œuvre expérimentale. Ainsi, Boilevin (2013) souligne que l'activité expérimentale développe le raisonnement scientifique des élèves et maintient leur compréhension des phénomènes physiques à partir des observations et des manipulations. Les tâches proposées au cours de cette activité permettent aux élèves de sortir du registre symbolique et de confronter les modèles de la physique à la réalité des phénomènes.

A partir de l'hypothèse évoquée ci-dessus, nous formulons le questionnement suivant : comment l'activité expérimentale s'organise-t-elle concrètement pour tenir compte notamment des contraintes matérielles dans l'enseignement en Centrafrique ? Le choix des tâches par les enseignants permet-il de favoriser la compréhension des lois fondamentales en électricité chez les élèves ?

Cadre théorique

Cette communication s'inscrit dans un projet plus global visant à analyser, selon la double approche didactique et ergonomique (Robert & Rogalski, 2002), l'activité de quatre enseignants centrafricains de science physique, lors d'une séance de cours sur l'intensité du courant en classe de troisième. L'analyse didactique permet de comprendre et de caractériser les pratiques des enseignants et d'analyser leur contribution en tant qu'acteurs principaux du processus d'apprentissage. L'analyse ergonomique permet d'analyser la gestion des difficultés extérieures auxquelles ceux-ci se confrontent (effectif pléthorique et manque de dispositifs expérimentaux).

En suivant Rogalski (2003), la DADE s'inscrit dans la lignée de la théorie de l'activité. L'activité est la réponse que le sujet met en œuvre pour accomplir une tâche (Rogalski, 2017). Les tâches sont institutionnellement prescrites et sont inférées de l'activité de

[33] Rapport d'État sur le Système Educatif National, 2018

l'enseignant et résultent de la représentation qu'il se fait des tâches à accomplir (Rogalski, 2003).

La DADE vise à caractériser les activités des enseignants selon cinq composantes (Vandebrouck, 2013). La composante cognitive s'intéresse aux tâches que l'enseignant propose aux élèves (e.g. les élèves proposent un montage électrique et assistés de l'enseignant dans la réalisation). La composante médiative touche ce qui accompagne la réalisation des tâches ; ces éléments ne peuvent vraiment être appréciés qu'en séance de classe où l'enseignant est le médiateur entre l'élève et le savoir. Les composantes personnelle, sociale et institutionnelle regroupent des facteurs qui peuvent influencer l'activité de l'enseignant lors de la préparation des tâches à proposer aux élèves et lors de l'accompagnement de leur réalisation en classe.

La DADE propose d'étudier les pratiques enseignantes dans leur complexité (Kermen & Colin, 2017). Elle permet d'étudier les invariances ainsi que les variabilités de ces pratiques. Elle met également en jeux des contraintes faisant partie essentiellement de la dimension institutionnelle.

Ainsi, nous formulons la question de recherche suivante : quelles est la mise en œuvre expérimentale des quatre enseignants centrafricains observés ? Quelle interprétation de leur activité en termes de composantes des pratiques peut-on en déduire ?

Cadre méthodologique

Principes généraux de la méthodologie

Nous avons observé et filmé les séances de quatre enseignants centrafricains volontaires (désignés par P1, P2, P3 et P4), dans trois collèges différents. Les quatre séances sont dites ordinaires (Kermen & Colin, 2017) puisque les enseignants ont mis en place leur propre projet d'enseignement.

Méthode de recueil de données

Notre corpus est composé des enregistrements vidéo de l'intégralité des séances dans les quatre classes (respectivement 69, 89, 78 et 92 élèves âgés de 14 à 16 ans), les entretiens (ante et post) et fiches de préparation des enseignants. Les séances se sont déroulées dans des salles non équipées desdits établissements. Les élèves sont assis par 2, 3 ou 4 sur des table-bancs.

Méthode de traitement et d'analyse de données

L'analyse des données repose sur la transcription des vidéos des séances et des entretiens, ainsi que sur la construction de synopsis, permettant de synthétiser les tâches et les activités réalisées. Nous analysons les tâches effectives des quatre enseignants en lien avec les déroulements des séances des enseignants selon les composantes cognitive et médiative afin de reconstituer leurs logiques d'action. Nous analysons les interventions, les consignes des enseignants et le déroulement de leurs séances pour inférer les activités et les apprentissages

potentiels des élèves. Notre analyse est basée sur les interactions entre les enseignants et leurs élèves.

Analyses et résultats

Dans cette étude, nous nous focalisons sur l'analyse en lien avec les phases introductive et expérimentale pendant la séance. L'unique savoir mis en jeu est « l'intensité du courant et sa mesure », avec pour objectifs de définir l'intensité du courant et mesurer sa valeur dans un circuit série. Les séances de P1, P2, P3 et P4 ont duré respectivement 57mn08s, 01h01mn08s, 52mn35s et 51mn43s.

Résultats des observations

Extraits synopsis	Activité de P1 et de ses élèves	Activité de P2 et de ses élèves	Activité de P3 et de ses élèves	Activité de P4 et de ses élèves
Phase introductive	P1 interroge les élèves sur l'intensité du courant	P2 interroge les élèves sur le circuit électrique	P3 interroge les élèves sur la différence entre les énergies (cinétique et potentielle)	P4 n'interroge pas les élèves.
Phase expérimentale	*Durée : 26mn33s* P1 réalise un circuit électrique simple à partir d'objets de récupération Quelques élèves présentent leur montage préfabriqué au domicile	*Durée : 1mn00s* P2 montre aux élèves le schéma d'un circuit électrique et la photo d'un ampèremètre dans un livre.	*Durée : 36mn50s* P3 présente aux élèves quelques matériels à sa disposition P3 discute avec ses élèves sur deux situations illustratives sous forme de schéma : la lampe qui brille fort et qui brille moins fort	*Durée : 29mn53s* P4 réalise seul un circuit électrique simple à partir d'objets de récupération Les élèves interviennent temporairement pour poser des questions

Tableau 1 : Activités effectuées en classe (extraits des synopsis)

La séance de P1 (voir tableau 1) s'appuie sur les connaissances antérieures des élèves pour faire préciser les types de montage possible dans un circuit électrique. Les interactions entre P1 et ses élèves permettent de construire le titre de la leçon dans un esprit de travail collaboratif. Cependant, la classe est surchargée et les élèves ne peuvent pas travailler en groupe. Il en résulte donc une organisation du travail marquée par des interventions fréquentes de P1, agissant sur le contenu des activités qui devraient être déployées par la majorité des élèves. A contrario, la séance de P4 se déroule sous forme de questions-réponses qui ne provoquent aucun changement de la tâche prescrite et ne prend pas en compte

l'activité attendue des élèves (allumer la lampe). De leur côté, P2 et P3 ne réalisent aucun montage.

L'activité des élèves de P1 est organisée pour les amener à passer d'une description des objets et des phénomènes dans un langage courant à une description en termes de concepts et de modèles de l'électricité (Tiberghien et al., 2004). Si apprendre la physique consiste à interpréter le monde matériel et faire des prévisions, alors il faut que ces élèves en aient conscience.

L'activité des élèves de P4 se résume à une observation d'un phénomène. Les interventions verbales de P4 et la position passive des élèves ne permettent pas à ceux-ci de distinguer le monde des objets/phénomène et celui de la théorie/modèle. Pourtant, l'étude des rapports entre fait d'observation et théorie montre que les théories résultent d'interactions avec l'observation et l'expérience (Hacking, 1983). L'observation seule, proposée par P4, ne permet pas le passage des élèves au monde théorique. De plus, l'implication des élèves dans l'expérience n'est pas prise en compte par P4. Du côté de P2, l'activité des élèves se réduit à l'observation d'un schéma électrique sous forme de représentation sémiotique. Ce choix permet de mettre *a priori* en évidence certains aspects du modèle mais n'est pas forcement efficace en termes d'apprentissage (Tiberghien et *al*., 2004). S'il est explicité, ce choix pourrait aider les élèves à prendre conscience des démarches de modélisation. P3 discute avec ses élèves de deux situations illustratives sous forme de schéma (voir tableau 1). Cette discussion ne s'appuie pas sur un modèle en physique pour expliciter les différences entre ces deux situations. Elle relève d'un enseignement de type dogmatique où les élèves ont du mal à faire le lien entre le monde des objets et phénomènes et le monde des théories.

Imbrication des composantes des pratiques

Le contrôle des connaissances en début de séance (tableau 1) montre l'influence de la composante institutionnelle sur la composante médiative des activités des enseignants. En effet, l'institution scolaire centrafricaine demande aux enseignants de réaliser des évaluations des prérequis avant de débuter une séance.

P1 invite les élèves à réaliser le montage. Ce choix illustre la prise en charge de l'autonomie des élèves qui relève de la composante cognitive. Parfois, ses interventions vont jusqu'à la prise en charge de certaines tâches (par ex. schéma du circuit) ; il y a influence de la composante personnelle sur les composantes cognitive et médiative. A contrario, P4 ne prend pas en compte l'activité attendue des élèves (allumer la lampe). Ce choix (voir tableau 1) illustre l'influence de la composante institutionnelle (manque de matériels et effectif pléthorique) sur son activité. P1 et P4 procèdent ainsi pour réaliser les tâches prévues. Leurs choix non fortuits résultent d'un compromis entre les composantes institutionnelle (traiter ce qui est prescrit) et cognitive de leurs activités.

En revanche, l'influence de la composante institutionnelle (manque de matériel expérimental) sur l'activité de P2 l'amène à montrer aux élèves des photos (voir tableau 1), alors que P3 fait seulement observer aux élèves quelques matériels (ampèremètre, interrupteurs, …) mais sans réaliser le montage. Leurs choix peuvent être qualifiés de

contingents et contraints et illustrent l'influence de la composante institutionnelle sur les composantes cognitive et médiative de leur activité.

Logiques d'actions des enseignants

Pendant les entretiens post-séance, P1 et P4 relèvent que la réalisation du montage électrique est prescrite par l'institution et revêt donc un caractère obligatoire (composante institutionnelle) tandis que P2 et P3 accordent l'importance à la théorie, sans aucune place pour l'expérience. Selon eux, ce choix est justifié par le manque de matériels. Mais cette vision ne permet pas de faire de lien entre expérience (objets et phénomènes) et modélisation (théories et modèles). La raison serait alors de nature épistémologique (vision de la science).

Conclusion et perspectives

Les différences constatées au cours des séances montrent l'influence de la composante personnelle de l'activité de chaque enseignant sur ses composantes cognitive et médiative, en dépit d'une contrainte matérielle importante (composante institutionnelle). Malgré tout, chaque enseignant parvient à proposer des tâches à ses élèves pour les amener à construire le savoir visé. Cependant, nous nous demandons s'il y a eu un réel apprentissage. La méthodologie de l'étude ne permet pas de savoir si les élèves ont appris et ce qu'ils ont réellement compris. Ce travail pourrait être poursuivi en comparant les tâches effectives en classe à celles envisagées dans la préparation des séances, à partir d'une analyse *a priori* pour discuter de leur pertinence en termes de construction possible des connaissances par les élèves.

Bibliographie

Boilevin, J.-M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation des enseignants : Regards didactiques*. De Boeck.

Hacking, I. (1983). *Representing and intervening*. Cambridge, England: Cambridge University Press.

Kermen, I., & Colin, P. (2017). Trois mises en œuvre d'une transformation chimique pour introduire le thème des piles : Des choix didactiques très contrastés. *Éducation et Didactique, 11*(2), 187-212.

Robert, A., & Rogalski, J. (2002) Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : Une double approche. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education, 2*(4), 505-528.

Tiberghien, A., Vince, J., & Gaidioz, P. (2004). Aider l'élève à comprendre le fonctionnement de la physique et son articulation avec la vie quotidienne. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, 866, 1029-1042

Vandebrouck, F. (Éd.). (2013). *Mathematics Classrooms: Students' Activities and Teachers' Practices*. Sense Publishers.

Démarches

Construction de savoirs conceptuels en sciences

Rôle des dynamiques intentionnelles d'un enseignant expérimenté

Blat, Muriel[(1)], Boilevin, Jean-Marie[(1)], Marzin-Janvier, Patricia[(1)]
[(1)]CREAD, Université de Bretagne Occidentale – France

Résumé

Basée sur une étude de cas, cette recherche vise la compréhension de l'organisation de l'activité de conduite des apprentissages conceptuels par un professeur des écoles expérimenté en situation d'enseignement-apprentissage des sciences fondé sur l'investigation. Le cadre théorique mobilisé est celui de la conceptualisation dans l'action, augmenté d'un modèle dynamique des intentions basé sur une approche phénoménologique du didactique. Nos outils méthodologiques sont empruntés aux approches ergonomiques de la psychologie du travail et permettent de reconstruire les dynamiques intentionnelles de l'enseignant. Nos résultats qui montrent que l'Intentionnalité de construire un savoir conceptuel ne s'actualise pas ici en intention didactique de construire ce savoir, nous amènent à discuter l'intérêt de notre approche pour aider l'enseignant à comprendre l'organisation de son activité et clarifier son positionnement épistémologique.

Mots-clés :

EASFI, savoirs conceptuels, dynamiques intentionnelles, intention didactique, positionnement épistémologique.

Enseignement-apprentissage des sciences

Depuis plusieurs décennies et au niveau mondial, la prescription de démarches d'enseignement-apprentissage des sciences fondé sur l'investigation (EASFI) engage les enseignants à proposer aux élèves des tâches plus ouvertes et de plus haut niveau cognitif, dans le but « d'introduire de façon progressive des notions et des concepts » (MEN, 2020). Cependant, Perron *et al.* (2020) pointent, dans une enquête sur les pratiques déclarées d'enseignants de SVT en collège français, l'absence de visée d'apprentissage de savoirs conceptuels lors de mise en œuvre d'enseignements fondés sur l'investigation. À la suite de ces auteurs, nous définissons les savoirs conceptuels comme des constructions de l'esprit qui renvoient aux savoirs construits collectivement par la communauté scientifique pour se représenter les objets du monde à un moment donné. Nous faisons alors l'hypothèse qu'un enseignant expérimenté qui a pour but de faire construire un savoir conceptuel à ses élèves en situation d'EASFI, perçoit *in situ* des indices qui lui permettent de réguler sa conduite pour guider la construction de tels savoirs. L'objectif de notre recherche consiste donc à analyser l'organisation de l'activité de guidage conceptuel par un professeur des écoles expérimenté en situation d'EASFI afin de mieux comprendre les processus de régulation mobilisés.

Cadre théorique

La notion de schème (Vergnaud, 1994) permet d'analyser l'organisation de l'activité de l'enseignant en situation de travail à partir de quatre composantes : 1/ lesbuts, intentions et anticipations, 2/ les règles d'actions, 3/ la prise d'informations et les inférences, 4/ les invariants opératoires. Jameau (2021) précise la troisième composante de ce modèle en distinguant d'un côté les informations prises en compte par l'enseignant en situation d'EASFI, et en particulier *les indices* (réponses verbales ou non verbales des élèves), et de l'autre leur traitement qui relève des opérations mentales de l'enseignant. L'indice constitue alors l'interface entre les élèves et l'enseignant dans une situation appréhendée comme un lieu d'interactions en perpétuelle reconstruction. Malgré cette proposition, Jameau estime qu'il manque une analyse des intentions de l'enseignant pour comprendre finement les régulations réalisées par l'enseignant en situation d'EASFI. De son côté, Portugais (1999) distingue le but de l'enseignant (dont la fonction consiste à définir l'état final visé), des intentions du sujet (dont une fonction est de guider l'agir enseignant jusqu'à son terme). Le modèle esquissé par l'auteur définit trois instances intentionnelles. Les *Intentionnalités* précèdent l'agir de l'enseignant, caractérisent son projet personnel d'enseignement, et sont influencées par les contraintes (ou *Intentio)* liées au projet social d'enseignement. En situation d'interaction, les Intentionnalités s'actualisent en *intentions didactiques* en réponse aux indices perçus par l'enseignant. Soulignons que le terme *didactique* se rapporte ici aux phénomènes de mise en circulation des savoirs dans l'ici et maintenant de la situation et comprend également les aspects pédagogiques. Ce modèle permet donc de mettre au jour les dynamiques intentionnelles de l'enseignant, c'est-à-dire la dynamique temporelle de chaque catégorie d'intention au regard des contraintes sociales qui pèsent sur les décisions de ce dernier. Nous posons alors la question suivante : Qu'est-ce que la reconstruction des

dynamiques intentionnelles révèle du schème de guidage conceptuel d'un enseignant expérimenté en situation d'EASFI ?

Protocole expérimental

Patrick[34], enseignant de CM2 issu d'une formation supérieure scientifique, enseigne depuis quatorze années dont dix au cycle 3. Bénéficiaire de plusieurs formations académiques à l'enseignement des sciences au cours des cinq dernières années, nous le considérons expérimenté. Nous recueillons sa fiche de préparation d'une séquence d'EASFI ordinaire (Calmettes, 2012) et nous réalisons une captation audio-vidéo de la première séance de cette séquence ainsi que deux entretiens. Le premier entretien, *ante* vidéo, de type semi-directif, vise à faire clarifier par l'enseignant ses buts, ses anticipations, ses invariants opératoires et ses Intentionnalités. Le second entretien, *post* vidéo, est de type auto-confrontation explicitante (Cahours *et al.*, 2018) et vise à recueillir les propos de Patrick sur sa propre activité (indices relevés, inférences, règles d'actions, autres invariants opératoires et intentions didactiques) en évitant de faire émerger toute reconstruction de raisons qui n'existaient pas au moment de la séance. Ce second entretien se focalise sur des événements qui le surprennent suffisamment pour l'amener à engager sa réflexivité en situation d'interaction (des *incidents critiques*)

Le logiciel Sonal nous permet d'étiqueter les extraits d'entretiens dans lesquels l'enseignant exprime ce qu'il fait « toujours », « souvent ou « d'habitude », ainsi que ce qu'il croit vrai en termes d'enseignement ou d'apprentissage des sciences. Ces extraits reformulés sous forme de propositions commençant par les termes : *je pense que*, ou encore *il est pertinent de,* nous permettent d'inférer des *théorèmes en actes* (propositions prises pour vraies par l'enseignant pour agir) et *concepts-en-acte* (objet ou prédicat, ni vrai ni faux, mais pertinent pour agir) ou invariants opératoires selon Vergnaud (1994).

Résultats et discussion

La séquence de Patrick porte sur les *propriétés de la matière*. Le but qu'il formule est « que les élèves comprennent ce que c'est qu'une propriété de la matière »[35]. La première séance se découpe en trois phases permettant selon Patrick, de mettre les élèves en situation de recherche et de faire émerger des erreurs « exploitables pour apprendre » : 1/ phase collective orale visant une reformulation partagée des définitions de douze propriétés de la matière que les élèves avaient à rechercher individuellement en amont de la séance ; 2/ phase de travail par groupes (deux à quatre élèves) où chacun choisit une des propriétés préalablement définie, imagine un protocole d'expérience pour caractériser ultérieurement des échantillons de matière, et réalise un schéma explicatif de ce protocole ; 3/ phase de présentation des productions par chaque groupe et discussion des erreurs.

[34] Le cas de Patrick (prénom d'emprunt) est extrait d'une étude doctorale plus large.

[35] Les paroles de l'enseignant sont citées entre guillemets.

A partir des entretiens, nous inférons des invariants de l'activité de guidage conceptuel en situation d'EASFI, opératoires chez Patrick à différentes échelles. Ainsi l'enseignant considère pertinent que les élèves soient placés « le plus souvent possible en situation de recherche » ou encore que « les erreurs soient exploitées au cours d'un débat pour apprendre des choses » (échelle macroscopique correspondant à une temporalité longue). Il juge également pertinent « d'utiliser plein d'exemples de propriétés de la matière pour définir ce qu'est une propriété de la matière » (échelle mésoscopique correspondant à la temporalité de la séance). Ces invariants opératoires indique selon nous que Patrick agit à ces échelles selon un paradigme épistémologique constructiviste. Un incident critique indique cependant que l'organisation de l'activité enseignante ne correspond plus à ce paradigme à l'échelle microscopique des interactions enseignant/élèves.

En effet, deux élèves proposent de plonger leur bracelet dans l'eau chaude pour le voir se détendre, puis dans l'eau froide pour le voir reprendre sa forme initiale. C'est une propriété connue de ce bracelet qu'elles identifient comme une propriété d'élasticité de la matière. Au cours de la phase 2, Patrick opère un guidage méthodologique : il s'assure que les élèves parviennent à généraliser leur proposition d'expérience en un protocole reproductible permettant de caractériser l'élasticité de différents matériaux et signale alors aux élèves qu'elles testent « autre chose que l'élasticité ». Après relecture de la définition[36] notée sur la feuille des élèves, il conclut finalement que la proposition est acceptable parce que le bracelet « va retrouver sa forme initiale ». Il nous confie cependant en aparté ne pas savoir comment traiter cette proposition des élèves (indice). Cependant, lors de la phase 3, Patrick reprend en collectif la même forme de guidage qu'en phase 2 et relit à voix haute la définition de l'élasticité qu'il a institutionnalisée en phase 1 : « Élasticité : capacité d'un matériau à s'étirer puis à reprendre sa forme initiale ». L'enseignant insiste sur le mot *s'étirer* et les échanges prennent la forme d'un cours dialogué qui mène l'enseignant à invalider le protocole proposé.

Remarquons que deux définitions du concept d'élasticité, dont un seul mot diffère, sont en jeu dans cette situation. Guider les discussions vers le sens des termes - *se déformer* ou *s'étirer* - aurait pu engendrer une réflexion sur les différents types de déformations que peut subir un matériau : mécanique ou thermique, afin de construire le concept de propriété de la matière à partir de l'exemple de l'élasticité (une recherche documentaire pouvait même amener à découvrir le terme de thermoélasticité). Patrick considère cependant la définition de l'élasticité comme une donnée non négociable. La discussion consiste donc uniquement à vérifier que le protocole proposé correspond à *la* définition donnée.

L'Intentionnalité de Patrick de faire construire un savoir conceptuel ne s'actualise pas ici en intention didactique, c'est-à-dire que l'enseignant ne fait pas ce qu'il voulait faire, alors que la situation permettait de le faire. Le fait qu'il n'y ait pas de négociation autour du concept d'élasticité signifie pour nous que le schème de guidage conceptuel mobilisé aux échelles macroscopique et mésoscopique de l'organisation de l'activité de guidage de l'enseignant ne s'est pas ajusté à cette situation d'interaction, entrainant une perte de densité épistémique

[36] « Capacité d'un matériau à se déformer puis à reprendre sa forme initiale »

dont Patrick ne semble pas se rendre compte. Est-ce parce que l'enseignant conçoit le savoir comme définitionnel qu'il ne mobilise pas de règle d'action lui permettant d'actualiser son schème de guidage conceptuel à l'échelle microscopique ? Cela signifierait qu'il n'agit plus à l'échelle microscopique selon un paradigme constructiviste et ferait écho aux résultats de Roletto (1998) et de Jonnaert (2002), qui montrent que les enseignants agissent selon un « patchwork » épistémologique au détriment des apprentissages des élèves. Il faudrait analyser d'autres incidents critiques avant de pouvoir généraliser nos résultats, cependant ils nous semblent prometteurs dans une perspective de développement professionnel, pour aider les professeurs des écoles à mieux comprendre l'organisation de leur activité de guidage et ainsi leur donner les moyens de transformer ce qu'ils jugent utile de transformer.

Bibliographie

Alber, A. (2013). *Sonal* (Version 2.1.41) [logiciel]. https://etics.univ-tours.fr/version-francaise/on-aime/sonal-logiciel-gratuit-et-innovant-de-retranscription-dentretiens.

Cahour, B., Licoppe, C., & Créno, L. (2018). Articulation fine des données vidéo et des entretiens d'auto-confrontation explicitante : Étude de cas d'interactions en covoiturage. *Le Travail Humain*, 81(4), 269 305.

Calmettes, B. (2012). *Modélisation pragmatiste de l'action didactique de l'enseignant* [Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches]. Université Toulouse 2.

Jameau, A. (2021). *Un cadre didactique d'analyse de l'activité d'enseignement de la physique. Mise en relation d'éléments théoriques et méthodologiques en didactique de la physique et en didactique professionnelle*. Note de synthèse pour l'Habilitation à diriger des recherches. Université de Bretagne Occidentale, France.

Jonnaert, P. (2002). Recherches collaboratives et socioconstructivisme. Dans P. Venturini, C. Amade-Escot et A. Terrisse (dirs.), Études des pratiques effectives : l'approche des didactiques (p. 175-196). Grenoble : La pensée sauvage.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2020, 30 juillet). Programmes d'enseignement de l'école primaire. *BOEN, n°31*.

Perron, S., Hasni, A., & Boilevin, J.-M. (2020). L'absence de savoir conceptuel lors de démarches d'investigation scientifique mises en œuvre en classe : une crainte devenue réalité ? *Recherches en Éducation*, 42. Retrieved from http://journals.openedition.org/ree/1643.

Portugais, J. (1999). L'Intentionnalité et le cognitif. In F. Conne & G. Lemoyne (Dirs.), *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp.71-102). Canada: Presses de l'Université de Montréal.

Roletto, E. (1998). La science et les connaissances scientifiques: Points de vue de futurs enseignants. *Aster: Recherches en didactique des sciences expérimentales*, *26*(1), 11-30.

Vergnaud, G. (1994). Le rôle de l'enseignant à la lumière des concepts de schème et de champ conceptuel. Dans M. Artigue & R. Gras (Dirs.), *Vingt ans de didactique des mathématiques en France. Hommage à Guy Brousseau et à Gérard Vergnaud* (pp. 177-191). Grenoble, France: La Pensée Sauvage.

Défis Scientifiques 92

Une vision de la démarche d'investigation par des professeurs des écoles.

Maisch, Clément[(1)], Khanfour-Armalé, Rita[(1)], Bernard, Eric[(2)]
[(1)]Laboratoire de Didactique André Revuz, CY Cergy Paris Université, Université de Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, Univ. Lille, UNIROUEN, LDAR, F-95 000 Cergy-Pontoise – France.
[(2)]Maison des Sciences des Hauts de Seines, Conseiller Pédagogique Départemental

Résumé

Cette étude exploratoire cherche à comprendre comment des défis scientifiques proposés par le groupe départemental sciences 92 ont pu influencer la mise en place par des professeurs des écoles (PE) de situations de sciences impliquant la démarche d'investigation (DI). Une grille d'analyse a été élaborée pour caractériser la pratique des PE autour de la DI dans les restitutions de ces défis. De manière à compléter ces informations, nous avons mené des entretiens avec certains de ces PE. Le dispositif des défis a permis à de nombreux professeurs des écoles de mettre en place des situations d'apprentissage des sciences. Les restitutions étudiées nous amènent à déduire que les PE mettent en place des DI dans lesquelles très peu d'informations sur la construction d'hypothèses et la mise en commun des résultats sont présentes. Les entretiens menés viennent confirmées ces tendances tout en nous apportant quelques informations supplémentaires sur la réalisation (ou non) de ces étapes.

Mots-clés :

Défis scientifiques ; démarche d'investigation ; professeurs des écoles ; double approche didactique et ergonomique.

Introduction

La démarche d'investigation (DI) est présente à l'école primaire depuis 20 ans. Le groupe départemental science (92) de l'éducation nationale a développé un dispositif basé sur des défis visant à favoriser cette démarche par les enseignants depuis septembre 2018 [1]. Six défis par cycle sont proposés aux professeurs des écoles (PE) du cycle 1 au cycle 3 du département des Hauts-de-Seine. Il est demandé aux PE s'engageant dans ces défis de produire un document avec les élèves récapitulant la démarche mise en place. Ce document peut prendre la forme que l'enseignant souhaite et est restitué au groupe départemental sous forme numérique. La réalisation du défi permet à la classe de recevoir un brevet délivré par le groupe départemental sciences 92

Cadre théorique

Dans le programme actuel, la DI est institutionnalisée. Les documents d'accompagnement portant sur la mise en œuvre d'une séquence de sciences décrivent le canevas d'une démarche expérimentale d'investigation selon 5 moments-clés (Eduscol, 2016[37]) : le choix d'une situation de départ, la formulation du questionnement des élèves, l'élaboration des hypothèses et la conception de l'investigation, l'investigation conduite par les élèves et l'acquisition et la structuration des connaissances.

La recherche en didactique des sciences s'est emparée des questionnements liés à l'introduction de la DI dans les classes de l'école primaire pour l'enseignement des sciences (Boilevin, 2018). Ces recherches ont visé les pratiques de classe (Boilevin & Brandt-Pomares, 2011), le travail collectif enseignant, ainsi que les acquisitions des élèves (Grangeat, 2011). Cariou (2015) met en avant différentes visions de la DI, en particulier les caractéristiques citées par le NRC (National Research Council) en 2000 tel que l'engagement des élèves dans une question scientifique, la priorité accordée aux données pour définir des explications qui sont évaluées en comparaison avec des explications alternatives et finalement communiquées et justifiées. De même, Cariou les relit avec les 6 dimensions mises en avant par Grangeat pour identifier les DI telles que : l'origine du questionnement, la nature plus ou moins ouverte du problème, la responsabilisation des élèves, la prise en compte de leur diversité, le rôle de l'argumentation et l'explicitation des savoirs acquis. Enfin, Morge et Boilevin (2007) ont mis en avant que la DI doit prendre en considération les élèves en les amenant à s'approprier les tâches proposées mais aussi en les faisant participer à la validation des productions individuelles et collectives. Ils décrivent aussi la possibilité pour les enseignants de définir des situations différentes de celles définies par les programmes par exemple par des séquences de types PACS (Prévision, Argumentation, Confrontation, Synthèse).

Plus spécifiquement, des auteurs se sont intéressés à la pratique d'enseignant de l'école élémentaire. Molvinger (2017) indique ainsi en utilisant la Double Approche Didactique et Ergonomique (DADE, Robert & Rogalski, 2002), que « la DI est appliquée comme un

[37] https://eduscol.education.fr/document/15106/download

canevas où aucune étape ne doit être oubliée et où l'élève doit manipuler, investiguer » (p. 73). Tandis que Marlot (2018) liste les difficultés épistémologiques, épistémiques et didactiques rencontrées par une enseignante mettant en place une DI autour d'une situation présentée comme un défi.

Les derniers résultats des différentes évaluations des apprentissages scientifiques à l'école (telles que PISA ou encore TIMSS) amènent une réflexion globale sur l'efficacité des apprentissages par investigation. Les travaux de recherche menés précédemment sur les DI peuvent aussi orienter notre réflexion vers la capacité des enseignants français à mener de telles situations d'apprentissage.

Problématique

Les objectifs du groupe départemental de la mise en place des « Défis scientifiques 92 » sont multiples :

- Permettre à des PE peu enclin à mettre en place des situations de sciences, de s'engager dans ce type d'enseignement dans leur classe.
- Permettre aux PE de proposer des problématiques motivantes pour les élèves sous la forme d'un défi.
- Faciliter l'élaboration de DI que ce soit par la réalisation d'un défi ou par la présence d'un item présentant, sous la forme d'un schéma, des éléments « incontournables »[38] de la DI.

Le groupe départemental sciences 92 définit sur son site internet ses défis comme des « obstacles en lien avec le monde réel dont le travail collaboratif, la manipulation et la découverte de nouvelles connaissances permettent d'atteindre un objectif »[39]. Il fait aussi le lien entre cette définition et les différentes compétences dans le socle commun du programme, soulignant ainsi l'intérêt de ces défis pour les apprentissages visés par les enseignants.

Dans cette étude exploratoire, nous souhaitons savoir si l'analyse des documents restitués par les enseignants nous permet d'identifier dans quelle mesure les situations d'enseignement mises en place par les enseignants sont en lien avec la DI et comment elles sont mises en œuvre.

En effet, nous supposons que ces défis vont permettre aux PE d'organiser des situations d'apprentissages en lien avec la DI, tout particulièrement au travers une certaine dévolution du problème et de la nécessité que les élèves répondent à cette question pour « accomplir » le défi. Malgré cela, nous supposons aussi que les fiches ressources et les documents présents sur le site départemental des défis ne seront pas suffisants pour résoudre toutes les difficultés rencontrées par les enseignants déjà listées par la littérature (en particulier par Marlot, 2018).

---

[38] http://www.sciences92.ac-versailles.fr/wp-content/uploads/sites/234/2018/07/D%C3%A9marche-dinvestigation-.pdf

[39] http://www.sciences92.ac-versailles.fr/pourquoi-des-defis-scientifiques/

Méthodologie

Pour analyser et comprendre la mise en place des défis par les PE dans leur classe, nous avons analysé 8 des 10 restitutions fournies (5 en cycle 2 et 3 en cycle 3). Une grille d'analyse a été élaborée en se basant sur les attributs spécifiques de la situation, les moments-clés de la DI ainsi que les compétences attendues pour une situation d'apprentissage des sciences à l'école primaire d'après les instructions ministérielles. Cette grille comporte 8 critères : les objectifs d'apprentissage, le nombre de séances, la durée des séances ou de la séquence, les étapes de la démarche, la place du langage, l'appropriation des connaissances scientifiques, la présence ou l'utilisation des outils numériques, la polyvalence ou les liens interdisciplinaires ainsi qu'une rubrique « autres éléments ». A ces critères, les caractéristiques définies par la NRC mises en lien avec les catégories de Grangeat ont été prises en compte dans l'analyse de ces restitutions.

Trois PE qui ont fourni une restitution ont été interviewés lors d'un entretien individuel. Ces entretiens nous ont permis d'avoir plus d'informations sur le profil de ces PE, leurs visions de la DI, leurs motivations à s'impliquer dans les défis ainsi que les supports et ressources qu'ils ont pu utiliser et enfin le choix de la forme du document de restitution. Ces entretiens ont été transcrits et analysés à l'aide de la DADE (composantes cognitive, méditative, personnelle, sociale et institutionnelle), de manière à observer s'il existe une différence dans leurs propos avec les restitutions, à identifier la forme de la DI énoncée et la place du savoir dans leur situation ainsi que leur vision de l'enseignement des sciences.

Résultats et discussions

Année	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Inscriptions	*Non Connue*	*Non Connue*	152	136
Restitutions	59	8	30	*43*

Tableau 1 : Inscriptions aux défis 92 et restitutions fournies par année

L'ensemble des observations effectuées sur les 8 rendus analysés nous permet de déduire que les PE mettent en place de manière incomplète la DI en accentuant les aspects d'investigation et souvent sous la forme de situations à tiroir. Les connaissances disciplinaires ne sont pas mises en avant. Les situations d'hypothèses et de mise en commun pour la structuration des connaissances sont très peu exprimées. Les aspects langagiers, mettant en jeu les écrits, la découverte d'un nouveau vocabulaire ou l'utilisation de langage arithmétique, ainsi que les aspects interdisciplinaires sont très peu développés. Ces éléments suivent ce que la littérature avance concernant leurs difficultés.

Ce constat nous a amené à s'interroger sur la représentativité de ces restitutions. Nous pensons que les PE n'ont pas eu les mêmes intentions. Pour certains, la restitution serait une trace pour les élèves, pour d'autres ce serait un outil de communication autour de leur pratique d'enseignement. Les entretiens menés auprès des PE suivent leurs rendus et nous permettent d'approfondir la compréhension de leur travail, en particulier sur les aspects

langagiers ainsi que sur certaines difficultés rencontrées. L'analyse de ces entretiens à l'aide de la DADE est encore en cours et semble nous montrer que les PE mettent surtout en avant la composante médiative.

Conclusion

Cette étude exploratoire a permis à de nombreux PE des Hauts-de-Seine de développer des situations d'enseignement des sciences organisées autour de la DI. Ces défis nous permettent d'accéder en partie à leur pratique enseignante. Cette description est complétée par des entretiens avec certains d'entre-eux.

Le nombre limité des rendus analysés s'explique par la situation de confinement due à la situation sanitaire lors de l'année 2019-2020. Nous souhaitons compléter ces résultats avec l'analyse de nouvelles restitutions que nous récupérerons en fin de cette année scolaire ainsi que de nouveaux entretiens avec les PE.

Une réflexion sur l'accompagnement des PE sur la DI est entamée dans le groupe départemental sciences. Des documents d'aide à la compréhension des étapes de la DI sont en cours d'élaboration.

Bibliographie

Boilevin, J. M., & Brandt-Pomares, P. (2011). Démarches d'investigation en sciences et technologie au collège : les conditions d'évolution des pratiques. In *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves*, ENSL, 51-62.

Boilevin, J.-M. (2018). La démarche d'investigation : simple effet de mode ou bien nouveau mode d'enseignement des sciences ? In : *Epistémologie & didactique : Synthèses et études de cas en mathématiques et en sciences expérimentales* [en ligne]. Besançon : Presses universitaires de Franche-Comté, 195-220.

Cariou, J. Y. (2015). Quels critères pour quelles démarches d'investigation ? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle. *Recherches en éducation*, (21).

Grangeat, M. (2011). Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves. Lyon : École normale supérieure de Lyon.

Marlot C. (2018). L'investigation en sciences. : Difficultés de mise en œuvre chez un enseignant de cycle 2 - Le rôle de l'épistémologie pratique. In *L'investigation scientifique et technologique : comprendre les difficultés de mise en œuvre pour mieux les réduire.* Rennes : Presses Universitaires de Rennes. 159-189.

Molvinger, K. (2017). La mise en œuvre d'une démarche d'investigation à l'école élémentaire : une étude de cas. Spiral-E-Revue de Recherches en Education. Supplément électronique au n°59. 49-78.

Morge, L., & Boilevin, J. M. (2007). Séquences d'investigation en physique-chimie au collège et au lycée. SCEREN, pp.167.

Robert, A. & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. Canadian Journal of Math, Science & Technology Education, 2(4,) 505-528.

[1] Le groupe sciences est composé de formateurs-chercheurs en didactique des sciences, de Conseillers Pédagogiques départementaux et de Circonscription, et d'Inspecteurs de l'Académie.

Les séquences d'investigation en sciences : un obstacle pédagogique

Analyse de la structuration narrative des séquences pédagogiques d'investigation en sciences en primaire produites par des enseignants en formation initiale

Dessart, François[1]
[1]Laboratoire Sciences Société Historicité Éducation Pratiques (S2HEP) – UR 4148 – Université Claude Bernard Lyon 1

Résumé

Nous nous interrogeons sur la dimension paradoxale des « investigations séquentielles » attendues en formation MEEF et lors des concours de recrutement des professeurs des écoles (CRPE). En effet, la construction des séquences pédagogiques, d'un usage fréquent dans les formations d'enseignants, impose une chronologie linéaire qui convient peu à l'investigation. Cette linéarité, déjà analysée de façon critique par les didacticiens, peut selon nous être prise en charge au travers d'un travail spécifique sur sa dimension narrative. Considérer la construction de séquences pédagogiques comme une mise en intrigue de l'expérience vécue par l'élève et non pas comme une succession de phases pédagogiques contrôlées par l'enseignant permettrait ainsi de redonner tout son sens à l'investigation. Le dogmatisme et le formalisme qui se sont développés autour de l'investigation montrent en quoi ce travail relève d'une réelle nécessité pédagogique.

Mots-clés :

Investigation ; séquence pédagogique ; narration ; sciences ; récit ; intrigue

Les enjeux de la construction de séquences pédagogiques

Nous nous intéressons à la construction de séquences pédagogiques en sciences, par des professeurs des écoles en formation, qui sont amenés à produire, durant leur stage d'observation et/ou en responsabilité, des fiches de séquences incluant une démarche d'investigation (DI). La production de ces séquences provient d'une part d'un cadrage de l'Éducation Nationale, qui insiste sur le recours à la DI dans l'enseignement des sciences et d'autre part des besoins pour les professeurs stagiaires de se préparer au concours du CRPE en 2ème année de Master MEEF.

Les formateurs intervenants dans ces filières doivent ainsi prendre en compte non seulement les apprentissages au métier mais aussi cette préparation au concours. Il ressort de ces formations un double enjeu pour les stagiaires : 1) comprendre ce qui fonctionne pédagogiquement en classe ; 2) faire valoir ses compétences de futur enseignant dans un écrit. Cette épreuve d'application consiste « en la conception et/ou l'analyse *d'une ou plusieurs séquences ou séances d'enseignement*[40] à l'école primaire (cycle 1 à 3), y compris dans sa dimension expérimentale[41] ». Les textes officiels renvoient très souvent à la DI, soutenue par la fondation « La main à la pâte[42] » et Eduscol[43]. Or cette approche des sciences par l'investigation, déjà analysée de façon critique par les didacticiens, semble montrer toujours plus de formalisme quant à sa mise en œuvre par les enseignants-stagiaires.

En appui sur ces travaux des didacticiens des sciences sur les DI, ainsi que sur nos recherches portant sur les usages du récit dans l'enseignement des sciences, nous nous questionnons sur la dimension paradoxale que représente l'articulation *séquence/investigation*. Une « investigation séquentielle » relève selon nous d'un oxymore qui tend à placer les enseignants en formation dans des postures impossibles à tenir : gérer l'organisation chronologique des apprentissages en classe et « laisser » les élèves enquêter à leur rythme.

Nous souhaitons dès lors mener une réflexion sur la façon dont les narrations scientifiques peuvent organiser la pédagogie des enseignants dans leur objectif de faire investiguer leurs élèves.

L'investigation : une démarche ?

OHERIC n'est pas mort !

De nombreuses recherches en didactique des sciences ont montré les difficultés de mise en œuvre des DI (Boilevin, 2013), notamment dans le primaire. La linéarité de son utilisation et le formalisme qui lui est associé dans son usage en classe révèle une dissonance forte avec la démarche suivie par les scientifiques, alors même qu'elle est censée en rendre compte

---

[40] C'est nous qui soulignons

[41] https://www.devenirenseignant.gouv.fr/cid98653/les-epreuves-crpe-externe-troisieme-crpe-second-crpe-interne.html (consulté le 30/03/2022)

[42] https://fondation-lamap.org/

[43] https://eduscol.education.fr/

(Eduscol, 2011). Les divers auteurs insistent sur la persistance dans les représentations que se font les enseignants-stagiaires de cette démarche, d'un schéma en partie fondé sur l'approche OHERIC (Demounem & Astolfi, 1996). Le dogmatisme qui émerge de l'usage d'une linéarité préétablie conduit les enseignants à préparer des « fiches recette » qu'il s'agit de suivre à la lettre afin de ne pas sortir du cadre fixé. La compréhension de la démarche scientifique de référence comme une démarche *a posteriori*, et jouant un rôle principal de communication, reste difficile d'accès. C'est plutôt une forme de dirigisme persistant qui prédomine. Il se traduit par un guidage par étapes successives, contrôlées à différents instants pédagogiques considérés comme des moments-clefs.

Une nécessaire maitrise des apprentissages des élèves

Alors que les objectifs avancés de la DI sont de traduire les errements, les questionnements, les changements de direction, les anticipations, la fortuité des idées, l'originalité, l'inventivité des élèves, sa mise en place en classe s'organise bien souvent autour de la maitrise très serrée des apprentissages des élèves par un guidage pas-à-pas. La trace écrite, issue de la conclusion produite par la classe, représente ainsi le savoir institutionnalisé.
Nous pensons que l'objectif de la pratique de l'investigation devrait conduire davantage à une *narration de l'expérience pédagogique vécue* plutôt qu'à un récit formel de la résolution du problème. Les enjeux de construction de séquences sont donc selon nous *narratifs*.

Les apports des recherches en didactique sur les narrations scientifiques

Mise en intrigue

L'idée qu'un problème scientifique à régler puisse être appréhendé comme une mise en intrigue (Ricoeur, 1984) a été étudié en didactique des sciences et a montré qu'elle pouvait guider la construction du problème sans se limiter à sa seule résolution (Lhoste et al., 2011). Nos recherches (Dessart, 2019) ont montré également l'importance du recours à la péripétie (Bruner, 2002) dans la problématisation. Mais ces travaux montrent que le récit n'est pas à considérer comme un simple énoncé. Il faut plutôt le voir tel que l'envisage Eco (1989) du point de vue de l'*interprétation* qui en est faite. En cela, nous pensons qu'il est possible de « jouer » avec la mise en intrigue et la configuration des événements (Ricoeur, 1984).
Ce jeu de mise en intrigue permettrait de sortir du formalisme pédagogique dans lequel l'investigation « séquentielle » s'est enfermée. Ce qui compte dès lors, c'est de différencier, au sein des narrations produites, les activités selon leur nature au regard de l'enquête menée et non pas selon le moment de leur prise en charge dans la démarche. Il s'agit de déconstruire la dimension purement chronologique de la séquence.

Analyses de fiches de préparation de séquences d'investigation en sciences

Les formes de chronologisme pédagogiques

Pour mettre en évidence ce que nous avons nommé « chronologisme » dans les séquences produites par les enseignants-stagiaires en master MEEF 1er degré, nous avons recueillis leurs productions à l'occasion d'un travail de groupe consistant en la mise en place d'un enseignement de science en cycle 1, 2 ou 3, sur une thématique libre. En appui sur les textes officiels de cadrage du CRPE, les consignes données insistaient sur la production d'une séquence d'enseignement mobilisant l'investigation. La forme est laissée libre, mais le recours aux ressources pédagogiques a eu comme conséquence un usage fréquent du « tableau de séquence ».

Notre méthodologie a consisté en une analyse ciblée de la structuration des séquences pédagogiques produites par les enseignants-stagiaires. Nous avons en particulier recherché comment ceux-ci organisaient leur séquence dans le temps et surtout comment ils mettaient en forme cette organisation. Nous avons également recherché la place respective que prenaient l'enseignant et ses élèves dans le processus d'investigation.

Nos analyses ont permis de mettre en évidence une sur-détermination de la « mise en séquence » comme mode d'organisation. En effet, comme le montrent la figure 1, la forme séquentielle de l'organisation pédagogique des séances de sciences se présente sous la forme d'un *itinéraire prédéfini* et *à suivre* (voir Figure 2).

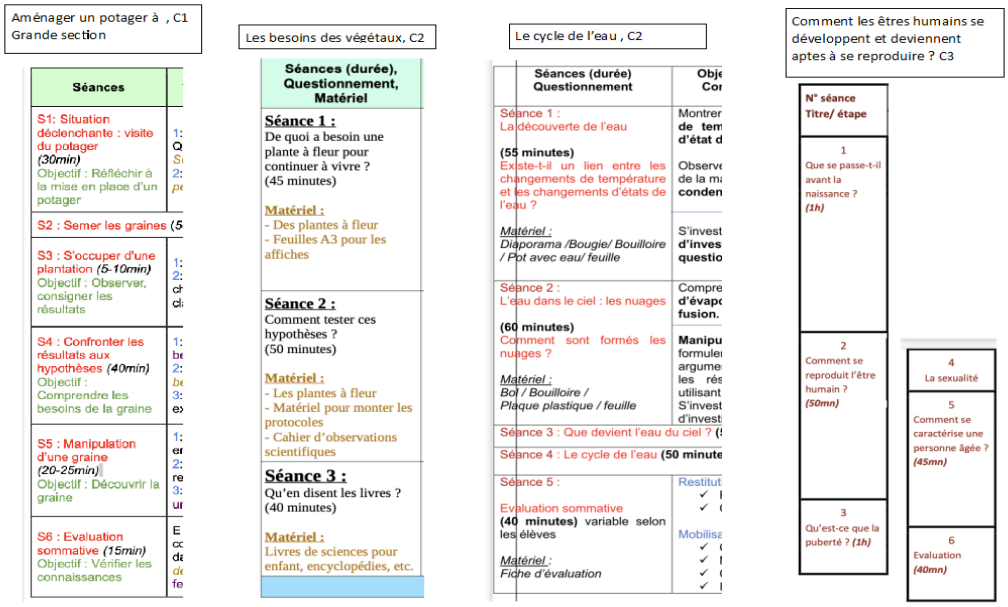


Figure 1 : Exemples de structurations séquentielles dans les fiches de préparation (séance de sciences) des enseignants stagiaires (Master MEEF Premier Degré)

Nous pensons qu'une telle structuration provient directement de la nécessaire *anticipation* pédagogique de l'enseignant sur ce qu'il souhaite mettre en œuvre dans sa classe. Mais la conséquence, que nous définissons comme un *obstacle pédagogique*, en est que l'investigation des élèves est contrainte de telle sorte qu'ils ne peuvent retracer *réellement ce qu'ils ont fait*. Au contraire, ils sont poussés pédagogiquement vers un « *ce qu'il faut faire* » très normatif. C'est un peu comme si la dépersonnalisation du savoir existait avant même le début de la séquence.

Cette normativité que nous évoquons porte selon nous sur trois dimensions pédagogiques :

L'*organisation* : la séquence fait état d'une organisation pédagogique, incluant la succession des étapes pédagogiques suivies et la progressivité dans les activités envisagées. L'usage fréquent de numérotations indique un ordre strict dans cette succession d'étapes.

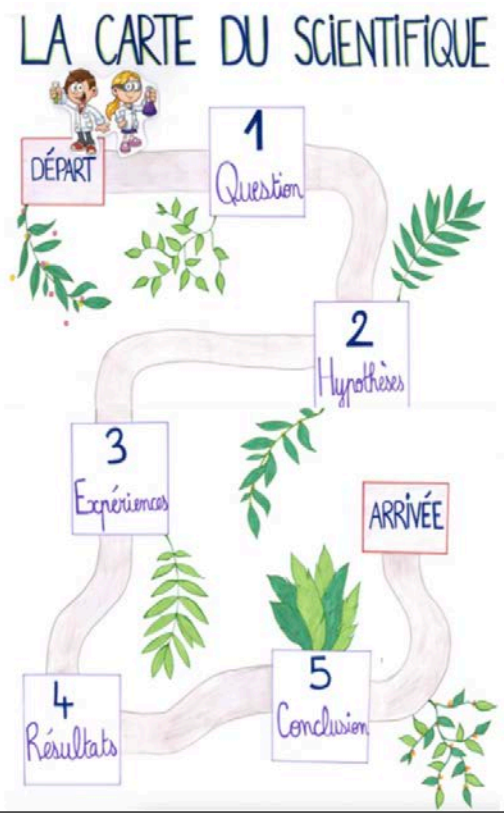


Figure 2 : Représentation schématique de la DI chez une enseignante-stagiaire de Master MEEF 1er degré (document mis à disposition des élèves

Le *contrôle* : les enseignants-stagiaires indiquent souvent avec insistance des « points de contrôle », sortes de points de passage obligatoires de la démarche, qui doivent être validés avant de passer à la suite. Le professeur exerce ainsi un contrôle sur des conditions d'enchainement des étapes. L'usage de documents pré-remplis permet de baliser la démarche et d'en faciliter le contrôle.

La *chronologie* : divers repères temporels sont utilisés dans les tableaux de séquence : durée des taches ou activités, jour de déroulement des séances, chronométrage des étapes, temps total estimé.

Les séquences construites par les enseignants-stagiaires traduisent les formes de cet *obstacle pédagogique* dont l'origine est selon nous, triple : les instructions officielles, les pratiques pédagogiques des formateurs et la perception de « ce qu'il faut faire » par les enseignants-stagiaires. Ce formalisme constitue un *obstacle pédagogique* dans la mesure où, malgré les mises en garde des textes et des formateurs, il persiste dans les productions des étudiants tout en conservant son caractère spontané. Il n'est pas d'ordre didactique au sens où il n'est pas propre au savoir enseigné mais plutôt à l'acte pédagogique en lui-même.

Des propositions d'organisations pédagogiques

Ces analyses nous amènent à repenser ces organisations pédagogiques séquentielles en appui sur nos travaux de recherche sur le récit. Nous envisageons ainsi trois hypothèses de travail susceptibles de nous conduire à des propositions d'organisations pédagogiques prenant en compte une nouvelle approche de la séquentialité :

- **Penser d'abord « activités » puis « séquence »**, et non l'inverse : les unités narratives que l'on retrouve dans une fiche de séquence sont les activités. Il nous parait important de porter une attention particulière à la cohérence des taches mises en jeu dans ces activités plutôt qu'à la normativité d'ensemble de la séquence. La structuration d'ensemble de la séquence ne devrait pas être préétablie. Elle devrait au contraire *émerger* de la logique de l'investigation, dont il est possible de rendre compte par l'articulation/configuration des activités entre elles. Ainsi, dans l'exemple « potager » (colonne 1 – Figure 1), les narrations des activités par les élèves devraient importer davantage que la narration de la séquence par l'enseignant.
- Les unités narratives de la séquence devraient s'organiser autour de **liens de nécessités pédagogiques** et non pas selon une chronologie. Il s'agit là d'appliquer une forme de causalité narrative aux événements pédagogiques de la séquence. Les hypothèses sur les besoins des plantes du potager ne se définissent pas par le fait qu'elles viennent après le problème, mais plutôt par leur nature conjecturale et anticipatrice.
- **Jouer avec le désordre apparent de l'enquête**, afin de mieux faire jouer son rôle de configuration à la mise en intrigue. Si la séquence doit conserver une certaine cohérence, les activités d'investigation permettent de jongler avec l'incertitude du désordre apparent de l'enquête. Les taches effectuées dans le projet « potager » (par exemple : arroser) prennent sens *a posteriori* (une fois les effets de l'arrosage analysés), au sein d'une narration scientifique qui rend compte de l'expérience pédagogique vécue en classe. Le problème pris en charge peut ainsi se singulariser (il devient propre à l'expérience vécue -au sens de Dewey, (1925)) mais reste ouvert à sa reprise comme problème scientifique en contexte scolaire.

Ainsi la prise en compte de la fonction « configurante » de la mise en intrigue dans la production de *narrations pédagogiques* nous parait une piste de travail intéressante afin d'envisager avec moins de dogmatisme la construction de séquences pédagogiques.

Bibliographie

Boilevin, J.-M. (2013). La place des démarche d'investigation dans l'enseignement des sciences. In *Les enseignants de sciences face aux démrche d'investigation* (PUG, p. 23-44).

Bruner, J. S. (2002). *Pourquoi nous racontons-nous des histoires ?* (Retz).

Demounem, R., & Astolfi, J.-P. (1996). *Didactique des sciences de la vie et de la terre : Fondements et références*. Nathan.

Dessart, F. (2019). *Récit et médiation scientifique « sur le terrain » en géologie. Une approche épistémologique et didactique de la mise en récit dans les situations de médiation de la géologie in situ*. Université Claude Bernard Lyon 1.

Dewey, J. (1925). *Experience Et Nature*. GALLIMARD.

Eco, U. (1989). *Lector in fabula : Le rôle du lecteur ou la coopération interprétative dans les textes narratifs*. Grasset.

Lhoste, Y., Boiron, V., Jaubert, M., Orange, C., & Rebière, M. (2011). Le récit : Un outil pour prendre en compte le temps et l'espace et construire des savoirs en sciences ? *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *4*, 57-82.

Ricoeur, P. (1984). Temps et récit 2 La configuration dans le récit de fiction (Seuil).

Questionner l'impact de certains aspects de la démarche d'investigation

Apports et limites d'une étude quantitative à l'école élémentaire

Bächtold, Manuel[(1)], Cross, David[(1)], Munier, Valérie[(1)]
[(1)]LIRDEF (UR UM208), Université de Montpellier & Université Paul-Valéry Montpellier 3 – France

Résumé

Les données de l'enquête PISA ont récemment alimenté le débat sur l'efficacité de l'enseignement des sciences par démarche d'investigation (DI). Dans le prolongement de plusieurs analyses de ces données, la présente étude se centre sur certains aspects de la DI (prise en compte des conceptions, problématisation, formulation d'hypothèses, activités de modélisation…). Elle examine dans quelle mesure ceux-ci font partie des pratiques des enseignants et questionne l'existence d'une corrélation entre leur présence dans les pratiques et les apprentissages des élèves. L'étude se base sur les pratiques déclarées d'enseignants de l'école élémentaire en France et les performances mesurées de leurs élèves, leur intérêt pour les sciences et leur vision des sciences. Cette étude met en évidence plusieurs profils de pratiques caractérisés par une présence variable de certains aspects de la DI. Les liens avec les apprentissages des élèves s'avèrent être globalement très faibles et complexes.

Mots-clés :

Démarche d'investigation ; Pratiques déclarées ; Intérêt pour les sciences ; Vision des sciences.

L'efficacité de la démarche d'investigation en question

Les données de l'enquête PISA 2015 ont récemment alimenté le débat sur l'efficacité de l'enseignement des sciences par démarche d'investigation (DI). D'après certaines analyses de ces données, la pratique de la DI est corrélée à un intérêt plus grand des élèves pour les sciences, mais à de moins bonnes performances en termes de connaissances et de compétences en sciences, comparativement à un enseignement dirigé par l'enseignant (Cairns & Areepattamannil, 2017 ; Forbes et al., 2020 ; Liou, 2021). D'autres analyses nuancent ces résultats. Certaines pointent toute l'importance du guidage de l'enseignant : la pratique de la DI avec guidage serait ainsi corrélée à de meilleures performances en termes de connaissances et de compétences en sciences (Aditomo & Klieme, 2020). Ce résultat corrobore de précédentes recherches centrées sur le guidage (Furtak et al., 2012 ; Lazonder & Harmsen, 2016). D'autres analyses, basées sur les données des enquêtes PISA et TIMSS 2015, montrent que la relation entre la fréquence de la pratique de la DI et les performances des élèves est complexe et globalement non-linéaire : plus la DI est pratiquée fréquemment, plus les performances des élèves sont élevées, jusqu'à une certaine fréquence au-delà de laquelle les performances sont à nouveau plus basses (Teig et al., 2018). Cette relation non-linéaire se retrouve si on considère plusieurs aspects de la DI pris isolément. En particulier, les performances des élèves sont plus élevées lorsque les aspects suivants sont « parfois » présents plutôt que « toujours » ou « jamais » : les élèves sont invités à réaliser une investigation pour tester leurs idées ; ils passent du temps à réaliser des expériences ; ils sont invités à tirer des conclusions d'une expérience qu'ils ont réalisée (Oliver et al., 2021).

Ces résultats invitent à considérer plus en détail le rôle des différents aspects de la DI. On peut remarquer que les deux premiers aspects mentionnés ci-dessus, qui sont corrélés à de moins bonnes performances s'ils sont très présents dans l'enseignement, impliquent une activité manipulatoire des élèves qui peut se heurter au problème de la charge cognitive mis en avant par Kirschner et al. (2006). D'autres aspects de la DI ont été identifiés dans la littérature comme potentiellement déterminants pour favoriser, non pas simplement une activité manipulatoire des élèves, mais plus fondamentalement l'activité cognitive au cœur des apprentissages de sciences : en particulier, l'explicitation et la prise en compte des conceptions des élèves, la problématisation, la formulation d'hypothèses par les élèves et les activités de modélisation (Bächtold, 2013 ; Kelly, 2014 ; Windschitl et al., 2008). La présente étude vise à mieux comprendre dans quelle mesure ces aspects sont présents dans les pratiques des enseignants et déterminants pour favoriser les apprentissages des élèves. Elle se base sur les pratiques déclarées d'enseignants à l'école élémentaire en France (plutôt que sur les pratiques rapportées par leurs élèves comme dans l'enquête PISA), ainsi que sur les performances de leurs élèves, leur intérêt pour les sciences et leur vision des sciences. Plus précisément, les deux questions de recherche explorées sont les suivantes :

QR1 : Quelles sont les pratiques déclarées d'enseignement des sciences à l'école élémentaire concernant les différents aspects de la DI ?

QR2 : La présence plus ou moins importante de ces différents aspects dans les pratiques déclarées est-elle corrélée aux performances des élèves, leur intérêt pour les sciences et leur vision des sciences ?

Méthodologie

Les données analysées ont été recueillies dans le cadre du projet FORMSCIENCES[44]. Pour répondre à QR1, nous avons analysé les réponses de 107 enseignants de CE2, CM1 et CM2 à un ensemble de questions fermées portant sur leurs pratiques d'enseignement des sciences. Ces questions portent sur leurs pratiques concernant certains aspects de la DI (prise en compte des Conceptions, Problématisation, émission d'Hypothèses, activités de Modélisation, Manipulations…) et sur un ensemble d'autres aspects des pratiques (travail en Groupe, activités en lien avec l'Education au Développement Durable (EDD)…). Les enseignants devaient répondre sur une échelle de fréquence concernant leurs pratiques de ces différents aspects comprenant les modalités suivantes : jamais, parfois, souvent, systématiquement.

Pour répondre à QR2, nous avons analysé les liens entre les réponses des enseignants et celles de leurs élèves (2250) à un questionnaire composé de questions fermées portant sur leurs Connaissances et Compétences en sciences[45], leur Intérêt pour les sciences et leur vision des sciences (VOS) (pour davantage de précisions sur l'élaboration et le contenu de ces questionnaires, voir Munier et al., 2021).

Les données ont été analysées en utilisant deux méthodes d'analyse statistique multivariées, l'analyse factorielle des correspondances multiples (ACM)[46] et l'analyse statistique implicative (ASI)[47], permettant de mettre au jour des liens de corrélation entre variables pour la première et des liens d'implication pour la seconde. Une classification hiérarchique sur composante principale (HCPC) a été utilisée à partir des résultats de l'ACM afin de construire des profils d'enseignants en fonction de leurs pratiques déclarées.

Résultats

L'ACM et la HCPC ont permis de mettre en évidence des pratiques contrastées en ce qui concerne la mise en œuvre de la DI, quel que soit le niveau d'enseignement. Ainsi plusieurs profils d'enseignants ont pu être déterminés : certains enseignants ne mettent en œuvre que peu souvent les différents aspects de la DI (notamment Problématisation, Modélisation et Conceptions), alors que d'autres les mettent en œuvre très souvent (notamment Modélisation, Conceptions et Hypothèses). Enfin un troisième profil comprend les enseignants qui ne mettent en œuvre que peu d'aspects de la DI (notamment Modélisation, Conceptions et Hypothèses) mais favorisent des activités en lien avec l'EDD.

Avant de croiser les données sur les pratiques des enseignants avec celles sur les apprentissages de leurs élèves, nous nous sommes assurés de la cohérence des résultats concernant les élèves avec ceux de la littérature. Les résultats obtenus montrent que l'intérêt pour les sciences diminue graduellement du CE2 au CM2 et qu'à l'inverse, la vision des

---

[44] Ce projet, piloté par Marc Gurgand, a été financé par l'Agence nationale de la Recherche dans le cadre de la convention ANR-13-APPR-0004-02.
[45] Les capacités évaluées portaient sur la maîtrise de certaines procédures d'investigation et sur l'exploitation d'informations présentées dans un document scientifique.
[46] Réalisée grâce au logiciel R et au package Factominer.
[47] Réalisée grâce au logiciel CHIC.

sciences, les connaissances et les compétences en sciences augmentent graduellement du CE2 au CM2. Suivant une modélisation par régression linéaire[48], les connaissances en sciences sont prédites principalement par les compétences en sciences, puis par la vision des sciences, puis par l'intérêt pour les sciences.

Lorsque l'on intègre les deux types de données dans une même ACM, il apparaît globalement que les différences d'apprentissages des élèves ne sont pas ou très peu corrélées aux différences de pratiques des enseignants. Une analyse implicative réalisée pour chaque niveau scolaire a permis d'examiner plus finement la nature de ces faibles relations. Celle-ci met en évidence plusieurs relations non-linéaires, notamment entre les hypothèses et VOS (CM2) : les fréquences « parfois », « souvent » et « toujours » pour Hypothèses sont reliées aux niveaux respectivement 2, 1 et 3 de VOS. Par ailleurs, on observe des relations d'évolutions inverses, comme celle entre Manipulations et Intérêt (CE2 et CM1), et des relations d'évolutions conjointes, certaines pour un seul niveau scolaire, entre Hypothèses et Compétences (CE2) et entre Modélisation et Connaissances (CM2), et une autre, plus stable, pour deux niveaux scolaires, entre Problématisation et Connaissances (CE2 et CM1).

Discussion

En réponse à RQ1, cette étude a permis d'identifier plusieurs profils de pratiques déclarées d'enseignement des sciences à l'école élémentaire. Ces profils se distinguent par la présence plus ou moins importante de certains aspects de la DI, en particulier la modélisation, la prise en compte des conceptions des élèves ou l'émission d'hypothèses, mais aussi par d'autres aspects de l'enseignement des sciences, en particulier ceux liés à l'EDD.

L'étude apporte également des éléments de réponse à RQ2. Globalement, d'après l'ACM, les différences de pratiques déclarées d'enseignement ne sont pas corrélées aux différences d'apprentissages mesurés des élèves. Suivant une analyse implicative, les faibles liens entre pratiques et apprentissages s'avèrent très complexes. Rares sont les liens qui sont stables quel que soit le niveau scolaire. De plus, certains liens apparaissent comme non-linéaires, ce qui rejoint les résultats de précédentes études (Oliver et al., 2021 ; Teig et al., 2018), lesquels suggèrent que les pratiques les plus efficaces sont celles qui font appel de manière non systématique aux différents aspects de la DI. Enfin, certains aspects de la DI semblent jouer un rôle plus déterminant, bien que faible : principalement Problématisation et, dans une moindre mesure, Hypothèses et Modélisation.

Cette étude présente plusieurs limites qui conduisent à considérer l'ensemble de ces résultats avec prudence. Elle a porté sur des pratiques déclarées et non observées. Ces pratiques déclarées concernaient l'enseignement des sciences considéré globalement et non en fonction des sujets traités en classe. En outre, les données élèves sont possiblement dépendantes des enseignements qui ont été délivrés les années précédentes. Ces limites nous amènent à suggérer de nouvelles études : des études ciblées sur des sujets spécifiques (ex : les états de la matière ou l'astronomie) et documentant de façon plus précise les différents

[48] Réalisée grâce au logiciel R et à l'interface de Jasp 14.1.

aspects des pratiques (ex : la manière de prendre en compte les conceptions ou de problématiser).

Bibliographie

Aditomo, A., & Klieme, E. (2020). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: Evidence from high and low performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42(4), 504-525.

Bächtold, M. (2013). What do students "construct" according to constructivism in science education? *Research in Science Education*, 43(6), 2477–2496.

Cairns, D., & Areepattamannil, S. (2017). Exploring the relations of inquiry-based teaching to science achievement and dispositions in 54 countries. *Research in Science Education*, 1-23.

Forbes, C., Neumann, K., & Schiepe-Tiska, A. (2020). Patterns of inquiry-based science instruction and student science achievement in PISA 2015. *International Journal of Science Education*, 42(5), 783-806.

Furtak, E., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching. *Review of Educational Research*, 82(3), 300–329.

Kelly, G. (2014). Inquiry teaching and learning: Philosophical considerations. In M. Matthews (Ed.), *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching* (p. 1363-1380). Springer.

Kirschner, P., Sweller, J., & Clark, R. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.

Lazonder, A., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.

Liou, P.-Y. (2021). Students' attitudes toward science and science achievement: An analysis of the differential effects of science instructional practices. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(3), 310-334.

Munier, V., Bächtold, M., Cross, D., Chesnais, A., Lepareur, C., Molvinger, K., Gurgand, M. & Tricot, A. (2021). Etude didactique de l'impact d'un dispositif de formation continue à un enseignement des sciences fondé sur l'investigation : Impact sur les élèves, impact sur les enseignants. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 23, 109-136.

Oliver, M., McConney, A., & Woods-McConney, A. (2021). The efficacy of inquiry-based instruction in science: A comparative analysis of six countries using PISA 2015. *Research in Science Education*, 51, 595-616.

Teig, N., Scherer, R., & Nilsen, T. (2018). More isn't always better: The curvilinear relationship between inquiry-based teaching and student achievement in science. *Learning and Instruction*, 56, 20-29.

Windschitl, M., Thompson, J. and Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 941-967.

Problématisation

La construction du concept de métamorphisme des zones de subduction en Terminale S

Problématisation et activité langagière dans un débat scientifique

Eltaief, Maroua(1), Orange Ravachol, Denise(2), Lhoste, Yann(1)
(1)Laboratoire d'épistémologie et de didactiques des disciplines de Bordeaux (Lab-E3D), Université de Bordeaux – France
(2)Centre Interuniversitaire de Recherche en Education de Lille (CIREL) - EA 4354, Université de Lille – France

Résumé

Le débat scientifique en classe sur le métamorphisme des zones de subduction, enregistré lors d'une séquence ordinaire peut permettre l'identification des moments potentiels de problématisation. Ces moments se manifestent par l'engagement des élèves à poser un problème et à essayer de le travailler.

La construction ou non de ce problème repose sur les pratiques langagières des élèves et de l'enseignante en situation. A partir de la transcription d'un débat en classe de Terminale S, nous avons mené une analyse épistémologico-langagière qui nous a permis de déterminer les difficultés rencontrées chez les élèves dans la construction du problème du métamorphisme des zones de subduction. L'identification de ces difficultés ouvre des perspectives pour la construction d'une séquence forcée consacrée à l'étude de ce problème.

Mots clés :

Problématisation, séquence ordinaire, analyse épistémologico-langagière, difficultés des élèves, métamorphisme des zones de subduction.

Introduction

Cette contribution s'intéresse à la problématisation en sciences de la Terre. Elle vise à comprendre comment les élèves de terminale scientifique (17-18 ans) peuvent s'engager dans la construction du concept de métamorphisme des zones de subduction (MZS) lors d'un débat scientifique s'étant déroulé pendant une séquence ordinaire consacrée à l'étude de la formation des chaînes de montagnes. Cela nous donnera des informations sur le potentiel de ces séquences ordinaires lorsqu'elles sont étudiées dans le cadre de la problématisation. Ainsi, nous présenterons dans un premier temps la manière dont les scientifiques expliquent ce concept en nous inscrivant dans le cadre de la problématisation (Orange, 2000 ; Orange Ravachol, 2010 ; Lhoste, 2017). Nous procéderons dans un second temps à une analyse épistémologico-langagière d'un débat en classe consacré à l'étude du MZS afin de mieux comprendre comment les élèves ont pu ou non construire de manière raisonnée ce concept. Ce faisant, nous repérerons les difficultés rencontrées chez eux dans la construction de ce concept.

Le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation

Notre étude est conduite dans le cadre théorique de l'apprentissage par problématisation en sciences de la Terre (Orange Ravachol, 2010) qui considère le savoir scientifique comme un savoir qui « ne peut en rien se limiter aux solutions des problèmes. C'est un savoir problématique et raisonné, dont l'épaisseur renvoie au travail des problèmes et à la construction argumentée des solutions » *(*Ibid, p. 6-7). Selon cette approche rationaliste de l'activité scientifique, travailler les problèmes conduit à dégager des nécessités (des raisons) qui contraignent les solutions et leur donnent un caractère apodictique.

Dans cette étude, nous nous plaçons dans le cadre de la théorie de la tectonique des plaques et nous nous intéressons au métamorphisme des zones de subduction (MZS). Ce phénomène est très important dans la compréhension de la formation des chaînes de montagnes. Il correspond à « la transformation des roches à l'état solide par augmentation de la pression et de la température, en général lors de l'enfouissement (en subduction par exemple) » (Jolivet, 2011, p. 62-63). Il rend nécessaire l'enfoncement « brusque » de roches.

Nous faisons un focus sur des roches faites de minéraux qui se forment dans des conditions de haute pression et basse température (HP-BT). La présence de ces minéraux rend nécessaire un **métamorphisme de HP-BT** que l'on associe à l'idée d'enfoncement à « **grande » vitesse** d'une **plaque froide** (car elle est éloignée de l'axe de la dorsale chaud) le long du plan de Benioff. Cela provoque nécessairement des réactions chimiques au niveau des roches enfouies à cause des variations importantes de la température et de la pression (Jolivet, 1997, p.97-98), entrainant alors l'apparition de nouvelles associations de minéraux. Puisque les roches de la plaque enfouie « sont emmenées en profondeur rapidement, **plus rapidement** » (ibid, p.100) qu'elles **ne** peuvent **se réchauffer** pour s'équilibrer avec le milieu environnant, les chercheurs parlent de la nécessité de transformations de roches selon un gradient HP-BT.

Ces repères épistémologiques nous aideront à comprendre comment les élèves ont pu ou pas construire le concept du MZS. Pour y parvenir, nous nous intéresserons aux pratiques langagières des élèves et de l'enseignante en classe. En effet, nous pensons suite à Jaubert et Ribière (2001) que l'analyse des propos des élèves nous renseigne sur leur activité cognitive et par suite sur la problématisation. Nous essayerons de comprendre s'il y a des moments d'hétéroglossie (Bakhtine, 1984) qui sont présents dans les productions langagières et

comment ils sont ou non orchestrés. L'identification de différentes voix en classe nous donne des informations sur la construction des solutions possibles. Et leur orchestration ou non, peut nous informer sur les nécessités qui sont ou non construites.

Méthodologie

La séance de classe de SVT étudiée fait partie d'une séquence « ordinaire » de quatre séances, réalisée sous la responsabilité d'une professeure expérimentée et consacrée à l'étude de la formation des chaînes de montagnes. Un débat a eu lieu durant la séance 2. Au début de cette séance, l'enseignante présente aux élèves les fiches de l'annexe 1 (doc.1 : Domaine de stabilité de minéraux, doc. 2 : Isothermes de T°) afin de les utiliser pour trouver une stratégie de résolution montrant un épisode de subduction dans l'histoire des Alpes. Nous précisons ici que dès la distribution de ces fiches, l'enseignante informe les élèves que lors de la subduction, les roches subissent un métamorphisme de HP- BT. Nous trouvons alors intéressant d'étudier les échanges langagiers en classe pour comprendre la réaction des élèves face à cette solution et comment peuvent-ils ou non passer d'idées aux raisons du MZS.

L'analyse épistémologico-langagière du débat en classe

L'annexe. 2 donne à voir l'épisode d'échanges langagiers analysé.
Nous rappelons que dès le début de l'épisode, la PR présente en (R75) le métamorphisme de HP-BT comme une solution. Même si elle a donné la réponse recherchée, elle a relancé ensuite les échanges en invitant les APP à proposer les raisons pour lesquelles le MZS est qualifié de HP-BT. Les questions qui ont été posées par la PR en (R75) « pourquoi HP ?» et en (R77) « BT, est ce que ça vous paraît logique ? » le prouvent. Dans (R77), l'utilisation de « c'est pas » signifie un rejet par la professeure de la raison « sous l'eau » émise par l'élève L pour expliquer la HP. Elle invalide la réponse de l'apprenant tout en essayant de fermer le discours en donnant elle-même la solution. L'utilisation de « **mais** » qui marque **la dissonance** suivie par « parce que » le justifie très bien.
De point de vue de la problématisation, le discours n'a pas progressé en classe pour entrainer possiblement la construction d'un savoir raisonné. Même si l'APP L s'engage en (R76) à proposer une première solution possible à la question posée en (R75), les APP n'ont pas été amenés ni à critiquer cette solution, ni à la confronter par la proposition d'autres solutions possibles. Par l'invalidation par la PR de la solution proposée par l'APP suivie par la formulation de la solution recherchée, le dialogue s'est fermé sur les conditions de haute pression. En apparence, les élèves ont accepté cette solution et elle n'est plus énigmatique pour eux.
En ce qui concerne les raisons pour lesquelles le métamorphisme est qualifié de BT, nous pouvons dire que la première proposition émise par l'APP L en (R78) « c'est loin du soleil » reçoit un refus de la part de la PR. L'utilisation de « c'est pas parce que » par celle-ci en (R79) le prouve. La première **dissonance** formulée par **les élèves** est observée dans (R80). Elle se manifeste par l'usage de « **mais** ».
Il apparait que suite au propos de la PR en (R81) « oui (…) mais là c'est plutôt », **l'enquête s'est arrêtée**. Ici, il **n'y a pas d'autres alternatives** à l'explication de l'APP, qui ont été construites en classe pour expliquer la BT. En contrepartie, c'est la PR qui a donné elle-même la solution recherchée en (R83).

Néanmoins, par la question posée en (R132) « Dans une zone de subduction, Basse température- Haute pression ? », l'élève A a réussi à **rouvrir le dialogue** sur la raison pour laquelle le métamorphisme est qualifié de BT. Par l'usage de l'adverbe d'affirmation « oui » dans (R133), la professeure confirme bien que dans une zone de subduction, le métamorphisme est qualifié de HP-BT. En revanche, cette confirmation a reçu **une opposition** par l'élève M. En effet, son énoncé en (R134) « Dans une subduction, ça s'enfonce » et (R136) « Alors, le gradient géothermique est plus chaud » marque l**'hétéroglossie** qui s'installe dans le discours en classe. L'APP met à jour ici le problème du MZS qu'il considère de HP-HT (au contraire des géologues qui le qualifie de HP-BT) car pour lui durant la subduction, la L.O s'enfonce en profondeur et selon le gradient géothermique, la T° devrait augmenter. Même si l'enseignante reprend en (R137) le contenu déjà émis par elle-même en (R83) afin de réexpliquer les raisons de la BT, la question de l'APP M en (R138) montre que ce dernier ne peut pas accepter qu'il s'agit de BT. **L'opposition** de l'APP M face à ce qui a été énoncé par l'enseignante peut se détecter aussi en (R140). La dissonance rencontrée dans cette réplique se manifeste par l'usage de la conjonction « mais ». Nous mentionnons ici que cette intervention vient après que la professeure a précisé en (R139) « 0-200°C, ce sont des BT ». Nous pensons que le raisonnement de l'APP s'inscrit dans l'échelle de température ambiante (où une BT correspond par exemple à des températures négatives comme -2°C) et non pas suivant l'échelle de température du globe (où 200°C représente une faible température).

La formulation par l'enseignante en (R141) de la phrase « Je sais pas comment comprendre mieux », peut-être interprétée par le fait que le débat se ferme par l'enseignante **sans** qu'il y ait eu **orchestration de l'hétéroglossie.**

La façon selon laquelle les élèves mobilisent la contrainte empirique de minéraux de HP-BT présents dans les roches **n'a pas entrainé la construction du métamorphisme de HP- BT comme une nécessité**. Nous expliquons cela par les difficultés qu'ils mobilisent durant l'épisode. Ainsi, nous pouvons penser qu'ils font référence à la vie quotidienne lorsqu'ils réfléchissent aux conditions de T (c'est la T ambiante et non pas la T du globe). Ils font appel aussi au gradient géothermique (la T augmente avec la profondeur) pour comprendre le MZS sans tenir compte du gradient P/T de la plaque enfouie.

Conclusion

L'analyse menée dans cette étude, a permis de faire émerger un certain potentiel de la séance ordinaire étudiée dans le cadre de la problématisation. En fait, le début de l'épisode a fonctionné sur le registre de cours dialogué où l'enseignante privilégie la construction d'un savoir solution. Néanmoins, par les questions posées par les APP en (R132) et (R138), la classe a tendance dans la suite de l'épisode à s'engager vers un processus de problématisation en mettant en discussion ce qui est présenté ou questionné. Notre analyse met en exergue l'écart entre le raisonnement de la PR et celui des APP : Si les scientifiques réfléchissent selon le gradient P/T de la plaque enfouie, les APP font référence au gradient géothermique. Il sera intéressant maintenant d'utiliser les zones potentielles de problématisation identifiées dans cette séquence ordinaire pour préparer une séquence forcée sur le problème de (MZS).

Bibliographie

Bakhtine, M. (1984). *Esthétique de la création verbale*. Paris : Gallimard.

Jaubert, M & Rebière, M. (2001). Pratiques de reformulation et construction de savoir. *Aster*, n° 31, p.81-110.

Jolivet, L. (1997). *La déformation des continents*. Paris : HERMANN.

Jolivet, L. (2011). *Comment poussent les montagnes ?* Paris : Le Pommier.

Lhoste, Y. (2017). *Epistémologie et didactique des SVT*. Bordeaux : Presses universitaires de Bordeaux.

Orange, C. (2000). *Idées et raisons : construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en Sciences de la vie et de la Terre* [Mémoire de recherche pour l'H.D.R]. Université de Nantes.

Orange-Ravachol, D. (2010). *Problématisation fonctionnaliste et historique dans la construction de savoirs et les apprentissages en sciences de la terre et de la vie. Entre continuité phénoménale et discontinuité événementielle* [Mémoire de recherche pour l'HDR]. Université de Nantes.

ANNEXE 1

FICHES DE TRAVAIL DE LA SÉANCE II

TP. La formation des chaînes de montagnes : un exemple : Les Alpes

Dans les Alpes, on retrouve des indices témoignant de la présence d'un ancien océan. (Ophiolites, traces d'une ancienne marge passive).

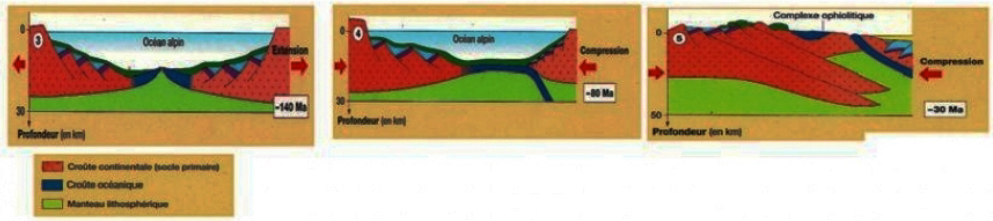
On cherche à montrer que l'histoire des Alpes comprend un épisode de subduction. :

Ressources :

On cherche à montrer que l'histoire des Alpes comprend un épisode de subduction. :

Ressources :

Document : L'Histoire des Alpes

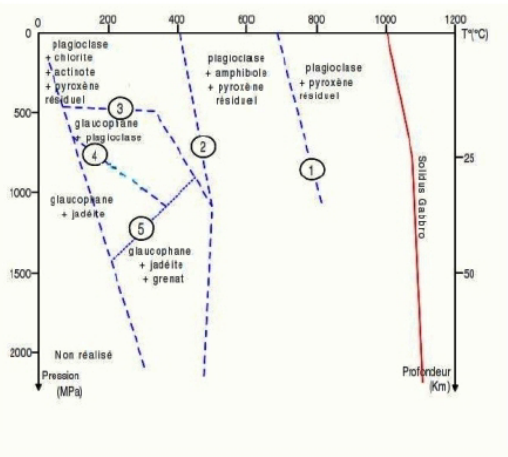


A noter : Lors de la subduction, les roches de la croûte océanique subissent des transformations minéralogiques au cours de leur enfouissement (métamorphisme).

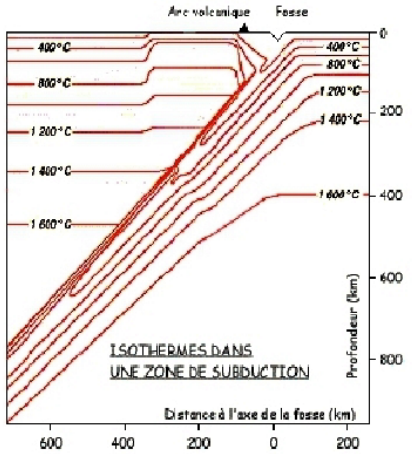
Le métamorphisme caractéristique des zones de subduction est un métamorphisme de <u>haute pression, basse température</u>.

La haute pression est due à l'enfouissement de la croûte océanique, et la température basse est due au fait que la croûte océanique âgée qui subduit est assez froide (voir document isothermes).

Document 1:domaine de stabilité de quelques minéraux



Document 2 : Isothermes de température dans une zone de subduction



MATERIEL DISPONIBLE

-Echantillons macroscopiques et lames minces de 2 roches métamorphiques trouvées dans les Alpes : un métagabbro du Queyras et une éclogite du Viso (roche qui a subi un métamorphisme de haute Pression/basse température).

-Microscope polarisant (filtres et oculaires spécifiques) et fiche technique+CAM-USB + fiche technique » détermination des minéraux.

ETAPE 1 : Proposer une stratégie de résolution pour montrer que l'histoire des Alpes s'est accompagnée d'un épisode de subduction

ANNEXE2. Les échanges langagiers de l'épisode analysé.

N° Inter	***Interventions***
71-PR	[…] *lorsque* vous avez subduction, en fait votre croûte océanique, *elle va* s'enfoncer et du coup *elle va* avoir des changements de pression et de température […] Qu'est ce qu'ils peuvent engendrer ?
72-APPL	Evaporation de l'eau
73-PR	*Oui*, alors, *effectivement* vous pouvez avoir *modification de l'état de l'eau*, *mais* au niveau de la roche, si je la mets dans d'autres conditions de pression et de température ?
74-APPS	Transformation de la roche.
75-PR	[…] *Des transformations, soit de structure*, […] *Mais, vous avez aussi parfois des transformations minéralogiques* […] ça s'appelle *le métamorphisme*. Vous avez un métamorphisme caractéristique de la subduction. C'est *un métamorphisme dans les conditions de haute pression, basse température*. Alors, haute pression, *pourquoi* haute pression ? Est-ce que c'est logique ça ?
76-APPL	C'est *par ce que* sous l'eau.
77-PR	*C'est pas* par ce que sous l'eau. *Mais* c'est par ce que votre croûte océanique elle s'enfonce, si elle s'enfonce, […] Le matériel qui *va être* plus bas[…] *va* au dessous […] *va* forcement avoir une pression plus importante. C'est *haute pression*, c'est normal *puisque* vous avez un enfouissement. Après, *basse température* est ce que ça vous paraît logique comme ça basse température ?[…]
78-APPM	C'est *par ce que* c'est loin du soleil
79-PR	*Non*, *c'est pas* par ce que loin du soleil.
80-APPM	*Mais* sous l'eau, *il n'y a pas de rayon de soleil*.
81-PR	*Oui c'est vrai*, sous l'eau, il n'y a pas de soleil, le soleil ne peut pas passer, *mais là*, c'est plutôt lié à l'état de la roche au niveau des zones de subduction. […] Ma croûte […] Là, à l'axe de la dorsale, c'est comment ? C'est très ?Là, à l'axe de la dorsale, c'est comment ? C'est très ?
82-Toute la classe	Chaud.
83-PR	C'est *très…chaud*. *Plus* je m'éloigne, *plus* votre croûte a eu de temps de refroidir, *parce qu'*elle est dans l'eau froide. Elle *va avoir* du temps à refroidir […] Donc, je *vais* avoir *une croûte très froide* et du coup elle s'enfonce, bein, elle *va se réchauffer*, *mais* elle *va se réchauffer plus lentement* par rapport à ce qu'on pourrait imaginer.[…] *cette croûte océanique elle est anormalement froide*, *elle va* comme même se réchauffer, mais elle va mettre un petit peu de temps pour se réchauffer.

[99- 111] Lecture de la pression et de la température sur un diagramme de pression et de température

132-APPA	Dans une zone de subduction, basse température \ haute pression ?
133-P	Oui, basse température […] haute pression, basse température.
134-APPM	Dans une subduction, ça s'enfonce
135-PR	Oui.
136-APPM	Alors, le gradient géothermique est plus chaud
137-PR	Oui, mais je l'ai expliqué […] Plus je m'enfonce, plus c'est fait chaud. C'est vrai. Mais […] ta croûte […] elle se réchauffe moins vite que ce qu'on pourrait attendre, parce qu'elle est très froide. […] Ce sont *déjà*, des températures chaudes, *mais* en terme géologique, la température est pas très élevée . […]
138- APPM	c'est quoi basse température ?

139-P	Bein, c'est des températures qui sont, qui sont à la partie de ton diagramme, qui sont la partie la plus faible dans ton diagramme. Ici, 0-200°C, ce sont des basses températures.
140-APPM	*Mais* c'est pas très froid.
141-P	Non, j'ai dit après que c'est pas super froid, *mais* ça va être *plutôt* des températures peu élevées. Je sais *pas comment* comprendre *mieux*. […]

Acronymes

HP-BT : Haute pression- Basse température

MZS : Métamorphisme des zones de subduction

L.O : Lithosphère océanique

PR : La professeure

APP : Les apprenants

R : La réplique

Analyse de la pratique d'une enseignante favorisant la problématisation des élèves sur la circulation sanguine

Pelé, Maud[(1)], Crépin-Obert, Patricia[(2)]
[(1)]LDAR, Université Paris Cité, Univ Paris Est Créteil, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN, F-75013 Paris, France
[(2)]LDAR, Univ Paris Est Créteil, Université Paris Cité, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN, F94010 Créteil, France

Résumé

Cette recherche étudie l'accompagnement de la problématisation de la circulation sanguine réalisée par une enseignante de cycle 4. Le travail des élèves sur le problème des mouvements du sang dans l'organisme doit leur permettre de dégager un savoir apodictique sur la circulation sanguine. À partir de la transcription de la séance de classe, une modélisation des inducteurs de problématisation utilisés par l'enseignante a permis d'identifier ceux présents en acte dans la classe. La modélisation des déterminants de problématisation repérés dans la pratique enseignante a permis d'identifier les conditions favorables qui ont permis la transformation des inducteurs potentiels en inducteurs réels faisant levier à la problématisation des élèves.

Mots-clés :

Circulation sanguine, pratiques enseignantes, inducteurs de problématisation, déterminants de problématisation

Contexte et cadre théorique : la problématisation et ses aides

Cette recherche s'inscrit dans le cadre théorique de la problématisation développé par Fabre (1999) et Orange (2005) et cherche à analyser l'accompagnement de la problématisation des élèves sur la circulation sanguine par une enseignante. Le travail des élèves sur le problème des mouvements du sang nourricier dans l'organisme doit leur permettre la construction d'un savoir raisonné en établissant des nécessités. Articulée avec sa position et sa résolution, la construction du problème est l'élément central d'une problématisation car elle permet aux élèves de développer des possibles, des impossibles, leurs conséquences et de dégager un savoir nécessaire (Orange, 2005). Les pratiques enseignantes autour de la problématisation questionnent les aides apportées par l'enseignant. Fabre et Musquer (2009a) définissent un inducteur de problématisation « comme un élément du milieu pédagogique et didactique visant à activer et à développer, chez l'élève, des schèmes lui permettant de construire de nouvelles connaissances en construisant et en résolvant des problèmes » (p. 125). La figure 1 présente les différents types d'inducteurs possibles en fonction de leur lien avec les composants de la problématisation.

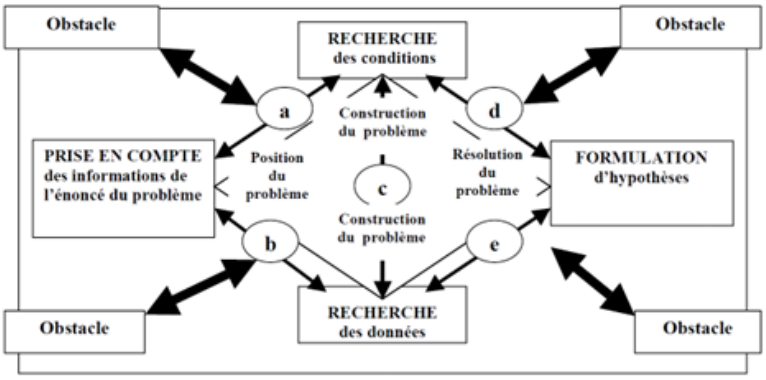


Figure 6 - Le losange de la problématisation (Fabre & Musquer, 2009, p. 117)

Lhoste et al. (2010) proposent d'ajouter deux autres types d'inducteurs à ce modèle : des inducteurs de type f ou inducteurs de position de problème et des inducteurs de type g ou inducteurs de production de solutions. Un inducteur peut avoir un potentiel mais il faut qu'il joue son rôle dans la classe en se transformant en un inducteur réel faisant levier à la problématisation des élèves. Les déterminants de la problématisation visent à évaluer les « conditions favorables didactiques et pédagogiques » (Crépin-Obert, 2017, p. 88) qui permettent cette transformation des inducteurs en acte dans la classe.

Questions de recherche

Notre problématique générale interroge comment une enseignante développe la problématisation de ses élèves de cycle 4 sur la circulation sanguine. Elle se décline en deux questions de recherche. Quels inducteurs sont développés par l'enseignante lors de la problématisation des élèves ? Quels déterminants ont permis la transformation des inducteurs potentiels et émergents en inducteur réel faisant levier à la problématisation des élèves ?

Méthodologie mise en œuvre

S'appuyant sur le cadre de la reconstruction didactique qui vise l'apprentissage d'un concept « sur la base d'informations historiques explicites » (de Hosson, 2011, p. 34), notre méthodologie s'appuie sur une double enquête didactique et historique qui a débouché sur l'élaboration de plusieurs outils didactiques (Pelé & Crépin-Obert, 2021). Un dialogue historique sur la controverse irrigateur-circulateur a été conçu pour être exploité en classe. Il est pensé comme un inducteur potentiel de problématisation avec une triple fonction cognitive, épistémologique et argumentative. Les autres outils visant à faciliter l'accompagnement du dialogue ont l'objectif de développer les déterminants de problématisation de l'enseignant. Il s'agit d'une grille d'analyse des conceptions initiales des élèves sur la circulation sanguine, de repères historiques sur les différents modèles explicatifs et les attendus d'une problématisation scolaire. Tous ces outils ont été présentés à une enseignante qui les a utilisés dans une classe de quatrième. À partir de la transcription de la séance menée, nous avons recherché et catégorisé à l'aide du losange de problématisation, les inducteurs prévus par l'enseignante et ceux émergents dans la dynamique du débat. Nous avons ensuite analysé l'effet provoqué par ces inducteurs sur la problématisation des élèves afin de mesurer leur évolution en inducteurs réels. Pour identifier les déterminants de problématisation expliquant ces transformations des inducteurs, nous nous sommes appuyés sur la transcription de la séance mais aussi sur les entretiens pré et post séance. Nos analyses ont porté sur quatre pôles structurant la pratique enseignante. Le pôle pédagogique analyse la gestion du débat par l'enseignante à l'échelle collective et à l'échelle individuel et le pôle psychologique l'aide apportée à l'entrée en questionnement des élèves. Au niveau didactique, l'aide au raisonnement scientifique est analysé en fonction de la réticence et de l'institutionnalisation du savoir en jeu par l'enseignante. Le pôle épistémologique s'intéresse à la transposition du savoir savant par l'enseignante en fonction de ses représentations de la construction d'une savoir scientifique.

Analyse de l'accompagnement de la problématisation des élèves par l'enseignante

Analyse des indicateurs de problématisation : identification des leviers à la problématisation dans la classe

À partir d'un recueil préalable, l'enseignante choisit de présenter trois conceptions aux élèves : une conception irrigatrice avec un trajet du sang allant du cœur aux organes, une conception circulatrice avec un aller et un retour du sang dans deux vaisseaux différents et une conception aller-retour du sang dans le même vaisseau. Les élèves débattent sur ces trois modèles qui jouent le rôle d'inducteur de type g en proposant trois solutions possibles au problème des mouvements du sang. Les élèves réagissent immédiatement avec deux avis contradictoires à propos du modèle irrigateur

14 - Jibrill : imaginons si je reste le crâne vers le bas comme ça pendant des heures et des heures le sang il est accumulé dans ma tête et du coup je meure donc c'est faux

52 - Esther : je pense que en fait le sang il ne revient pas / le sang il ne fait pas des allers et des heu
53- Esther : oui et je crois que quand il arrive dans la main il est consommé par les muscles

C'est bien la prise en charge par les élèves de l'inducteur proposé qui leur permet d'entrer en problématisation en cherchant des justifications possibles. Une partie du dialogue porte sur les résultats d'expériences de sections des vaisseaux. L'enseignante demande : « alors si on coupe une artère donc ça c'est une artère si je coupe une artère hop le sang va sortir de quel côté ? trouvez-moi l'info dans le texte oui Enora » (occ. 33). Les élèves vont ainsi déterminer « le chemin qu'emprunte le sang » (Adam, occ. 40) et après avoir identifié que « les veines elles servent à aller vers le cœur » (Yacine, occ. 46), Djuba invalide le modèle aller-retour « le sang il peut pas faire un aller-retour dans heu dans la même dans le même tuyau » (occ 52). Le dialogue et son utilisation faite par l'enseignante est un inducteur de type e qui à partir de la nouvelle donnée établie permet d'invalider une des solutions proposées. Au cours des échanges langagiers, nous avons observé de nombreux inducteurs émergents chez l'enseignante dont nous analysons ici un exemple.

126 - P : donc le sang il transporte deux choses il transporte les nutriments et le dioxygène s'il amène des nutriments et du dioxygène à ma main vous êtes d'accord que dans le sang il n'y a pas que des nutriments et du dioxygène y'en a plein qui m'ont parlé de globules rouges de globules blancs dans ce que vous m'avez dessiné là il y a beaucoup de choses dans le sang / **donc là si ma main ne récupère que l'oxygène et les nutriments les globules blancs et les globules rouges tout ça y vont où ?** Enzo

Cette intervention peut être catégorisée comme un inducteur de type e qui vise à valider ou critiquer les solutions possibles (les trois modèles en discussion) à partir de la donnée établie (l'apport aux organes des nutriments et du dioxygène par le sang). Si on se place dans un modèle circulateur, c'est un élément qui invite à penser à un retour du sang. Mais Enzo qui est dans un modèle irrigateur répond : « ils vont forcément être consommés ». C'est plus tard dans la séance par l'apport d'une autre partie du dialogue et la prise en compte de la quantité de sang éjecté par le cœur qu'il invalidera son modèle irrigateur. Un inducteur potentiel ne se transforme en inducteur réel que si les élèves sont capables de s'en emparer.
À partir de l'ensemble des analyses menées, nous avons repris le losange de problématisation en indiquant pour chacun des éléments généraux (composantes de la problématisation et inducteurs) en indiquant ceux repérés chez l'enseignante (figure 7)

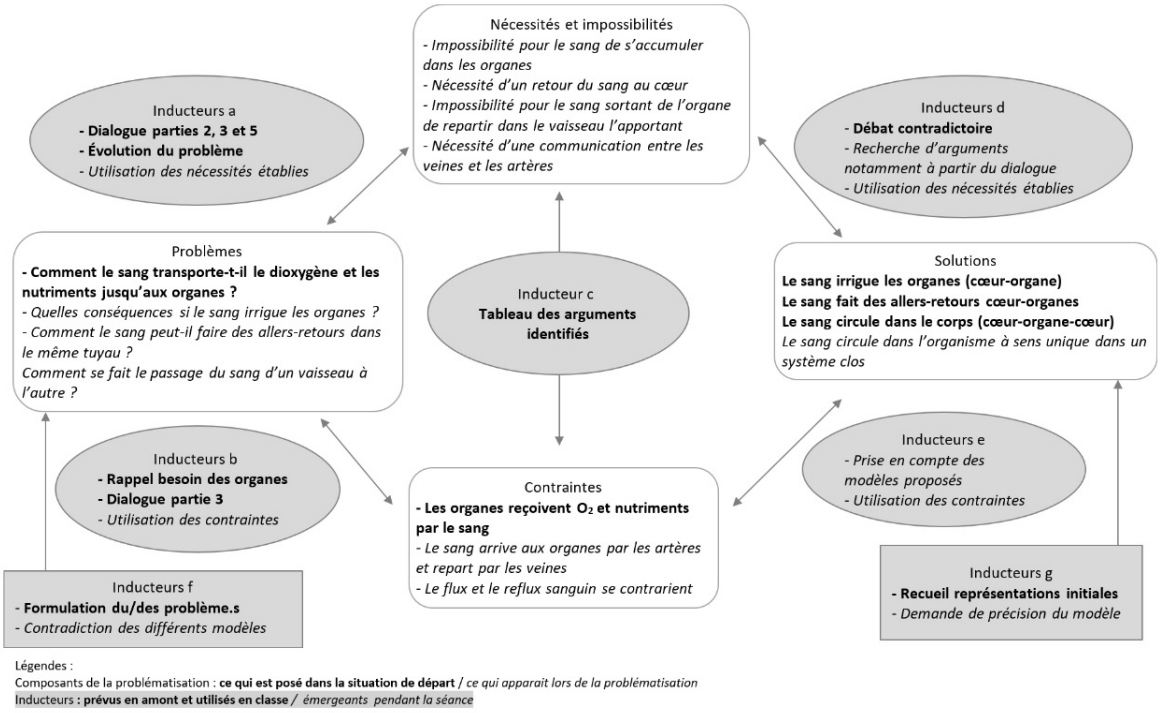


Figure 7 : schéma des inducteurs relevés lors de la séance de problématisation de la circulation sanguine

Analyse des déterminants de problématisation : identification des conditions favorables à la transformation des inducteurs

L'analyse s'est faite à partir du modèle des déterminants de problématisation (Crépin-Obert, 2017). Le pôle pédagogique identifie l'aide apportée aux élèves pour communiquer entre eux avec une gestion du débat. 15 élèves sur les 23 présents ont participé. Le renvoi au groupe par l'enseignante des propositions individuelles associées à des temps de questionnement pluriels ou de réflexion individuelle permet aux élèves de développer leur pensée et leur modèle explicatif. Au niveau du pôle psychologique, l'enseignante instaure un climat d'écoute et de bienveillance en acceptant les propositions alternatives des élèves. Cela est renforcé par un questionnement important (55% des interventions enseignantes) centré sur les savoirs visés (72% des questions) associant questions ouvertes et fermées. Au niveau du pôle didactique, l'obstacle irrigateur est repéré quand l'enseignante choisit les trois solutions possibles à discuter. Les nouvelles données apportées au fur et à mesure du débat favorisent la problématisation des élèves. L'enseignante accompagne ainsi leur réflexion par un double jeu de réticence et d'institutionnalisation. Le savoir est volontairement caché quand elle ne valide aucun modèle *a priori* mais aussi institutionnalisé en validant ou en invalidant certaines propositions d'élèves. D'un point de vue épistémologique, la séance n'est pas centrée sur les solutions mais sur le questionnement du problème et des solutions possibles. Une pluralité de preuve est présente pour valider le modèle circulateur, cohérence, données expérimentales ou non, discussion et validation des arguments. Lors de l'entretien post-séance l'enseignante indique que les outils conçus lui

ont permis de préciser ses connaissances sur le concept de circulation et de repérer les différents modèles explicatifs et les obstacles sous-jacents. La
figure 8 synthétise les différents déterminants de problématisation relevés qui ont favorisé le développement de la problématisation des élèves.

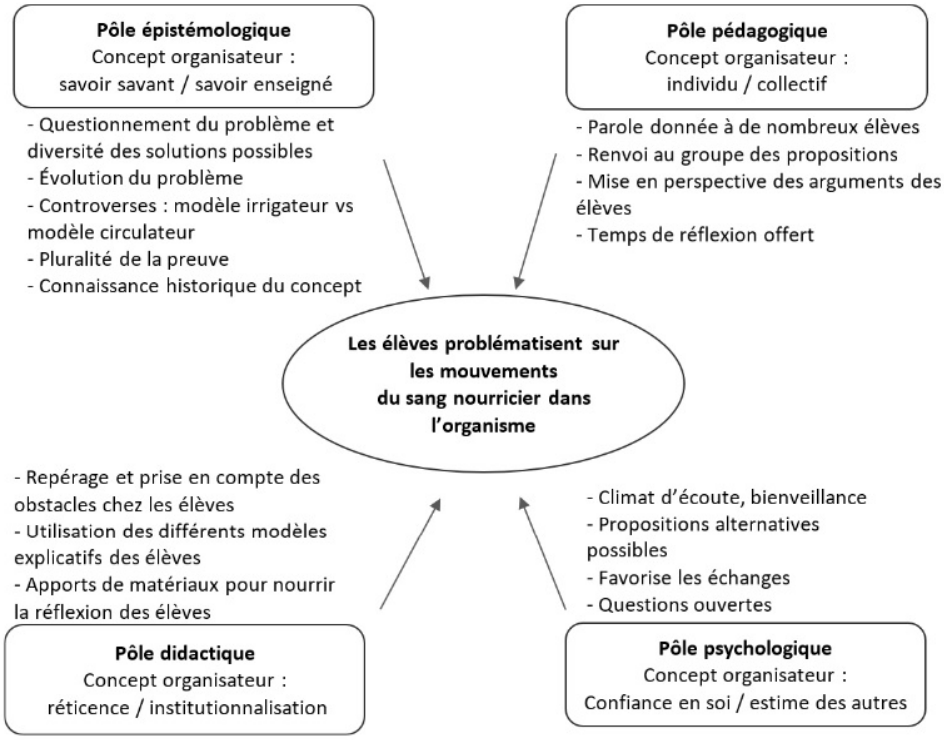


Figure 8 : les déterminants identifiés lors de la séance de problématisation de la circulation sanguine

Conclusion

Accompagner la problématisation des élèves repose sur la transformation d'inducteurs potentiels en inducteurs réels dans la classe. Cette transformation nécessite que des conditions soient réunies. Ce sont ses connaissances épistémologiques, sa connaissance des obstacles et des modèles explicatifs des élèves accompagnées d'une gestion bienveillante de la classe dans le cadre d'un débat ouvert qui ont permis à l'enseignante de mieux guider les élèves en proposant des inducteurs pertinents (prévus ou émergents) et en les transformant en acte dans la classe. Des outils comme ceux présentés dans cette étude peuvent aider au développement de ces déterminants en donnant aux enseignants des éléments de référence épistémologiques et didactiques leur permettant de mieux assumer la prise de risque vécue lors des pratiques de débat des élèves indispensables à la construction d'un problème scientifique.

Bibliographie

Crépin-Obert, P. (2017). Pratique de débat et problématisation en paléontologie. Dans M. Bächtold, J.-M. Boilevin, & B. Calmettes, *La pratique de l'enseignant en sciences : Comment l'analyser et la modéliser ?* (p. 65-94). Presses universitaires de Louvain.

de Hosson, C. (2011). *L'histoire des sciences : Un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique* [Habilitation à diriger les recherches, Université Paris Diderot].

Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Presses Universitaires de France.

Fabre, M., & Musquer, A. (2009). Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle*, *42*(3), 111-129.

Lhoste, Y., Peterfalvi, B., & Schneeberger, P. (2010). Poser et construire un problème en classe de SVT. Quels repères pour l'enseignant ? *Actes du congrès de l'actualité de la recherche en éducation et en formation*, Grenoble, 1-10.

Orange, C. (2005). Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, *40*, 2-11.

Pelé, M., & Crépin-Obert, P. (2021). Conception d'outils didactiques sur la circulation sanguine : Un double enquête didactique et historique. *Actes des onzièmes rencontres scientifiques de l'ARDIST*. Bruxelles.

Comment aider l'apprenant à problématiser ?

Un cas d'étude : la reproduction des plantes à fleurs au cycle 3

Beuve, François-Xavier[(1)]
[(1)]CIRNEF (UR 7454), ComUE Normandie Université – France

Résumé

Cette communication, qui s'inscrit dans le cadre conceptuel de la problématisation, s'intéresse à la médiation des apprentissages qui, dans la tradition brunérienne, correspond à une posture de soutien de la part de l'enseignant. Plus précisément, et au travers de l'analyse d'un dispositif didactique mis en œuvre sur le thème d'étude de la reproduction végétale, à l'école élémentaire, nous souhaiterions ici montrer l'intérêt d'interventions enseignantes ayant permis une relance de la problématisation des apprenants, le tout en évitant de leur livrer une réponse qui contournerait l'obstacle rencontré, et les priverait ainsi du travail intellectuel propre à la construction, et si ce n'est à la résolution du problème en jeu.

Mots-clés :

inducteurs ; interactions didactiques ; problématisation ; productions langagières.

Introduction

La présente communication, qui s'inscrit dans le champ théorique de la problématisation (Fabre, 2009), s'intéresse aux interventions enseignantes qui sont de nature à favoriser cette activité de problématisation. Afin de pouvoir apprécier l'impact de ces régulations enseignantes, nous avons conceptualisé, mis en œuvre et analysé un dispositif didactique ayant trait à la reproduction végétale, à l'école élémentaire. En se focalisant sur l'un de nos groupes de travail, nous nous proposons de discuter ici la schématisation du travail de problématisation en jeu, au cours d'un tel dispositif.

Cadre théorique et régulation des apprentissages lors de l'investigation en sciences

Dans l'esprit de Dewey (1967), problématiser consiste avant tout à poser et à construire un problème, en déterminant un ensemble de données et de conditions, et ce en plus de devoir le résoudre, en générant un certain nombre d'hypothèses.
Le processus de problématisation est pensé de façon assez similaire par Bachelard (1949) car, selon « lui, la problématisation est une pensée à deux dimensions, dans laquelle théorie et expérience (ou plus généralement conditions et données du problème) se contrôlent » (Fabre & Musquer, 2009, p. 119) réciproquement, ce que le losange de la problématisation (figure 1 ; Fabre & Musquer, 2009, p. 117) cherche alors à traduire.

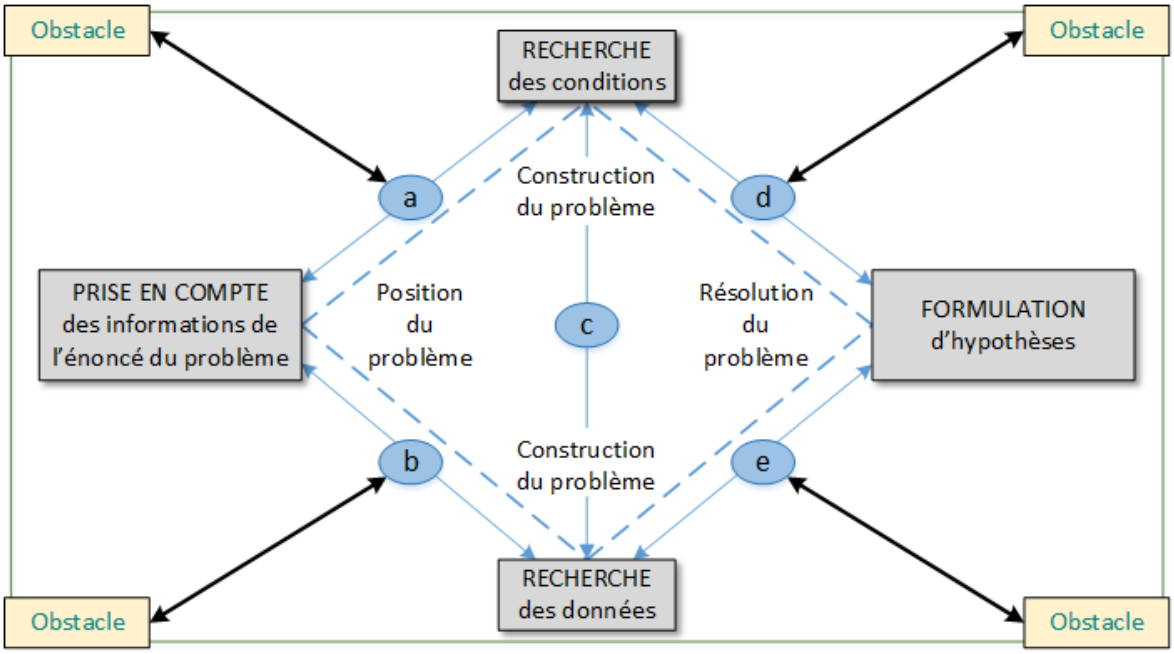


Figure 1 : Losange de la problématisation

Partant de cela, Fabre et Musquer (2009) ont imaginé des aides possibles, à la construction comme à la résolution du problème travaillé ; ces dernières peuvent alors se retrouver dans les questions et remarques de l'enseignant, mais également dans le dispositif didactique mis en place. De telles aides sont donc susceptibles d'enclencher le processus de

problématisation, telle une enquête (Dewey, 1967), en opérant cependant de façon différente, et selon qu'elles visent :

- la construction des conditions (inducteurs de type [a]) ;
- la sélection des données (inducteurs de type [b]) ;
- la structuration des données en vue des conditions (forme inductive) ou en fonction des conditions (forme déductive) (inducteurs de type [c]) ;
- la production des hypothèses (inducteurs de type [d] ou [e]).

Nous faisons alors l'hypothèse que l'aménagement d'une parenthèse réflexive[49], lors de l'investigation en sciences, permettra une régulation plus fine des apprentissages entrepris, et sera donc propice à l'exercice de la problématisation.
Afin de pouvoir apprécier l'impact d'une telle parenthèse, nous avons donc souhaité pouvoir caractériser, lors d'une étude empirique, les interventions enseignantes la composant en fonction des données, conditions et hypothèses dont elles rendent la construction possible chez l'apprenant, mais également en fonction de leur nature propre.

Matériel et méthode

Afin de mettre au travail cette question de recherche, nous avons conceptualisé puis mis en œuvre à l'aide d'un enseignant une séquence d'enseignement-apprentissage, au sein d'une classe de CM1/CM2, portant sur la reproduction végétale (Beuve, 2017).
Ici-même, et faisant suite à une première séance d'investigation traitant la transformation du pistil (en fruit) et de son ovule (en graine), nous nous proposons de rendre compte de l'analyse d'une telle parenthèse entre l'enseignant et l'un de nos groupes de travail.
L'analyse des interventions enseignantes de cette parenthèse s'est alors déroulée comme suit (tableau 1).

Temps 1
Transcription de l'entretien entre l'enseignant et le groupe de travail.
Temps 2
Traduction de l'entretien entre l'enseignant et le groupe de travail : à la lecture du transcrit, identification d'un ensemble d'épisodes, que nous nous proposons d'illustrer à l'aide d'un jeu de questions (Q) ou d'objections (O) de l'enseignant, et de réponses (R) du groupe de travail, toutes plus ou moins reformulées.
Temps 3
Caractérisation des interventions enseignantes en fonction du type d'aide à la problématisation de l'apprenant : aide à la reformulation (*R*), à l'anticipation (*A*) ou à la transposition (*T*).
Temps 4
Lecture analytique du déroulement des épisodes en termes de problématisation, qui permet :

[49] Tel un *feedback*, qui prend ici la forme d'entretiens successifs entre l'enseignant et chaque groupe de travail.

- dans les propos des apprenants, d'y repérer des conditions, données, informations ou hypothèses du problème travaillé ; - dans les propos de l'enseignant, d'y repérer ce qui a été de nature à aider les apprenants, dans le problème travaillé, à prendre en compte des informations, rechercher des conditions et des données ou formuler des hypothèses.
Temps 5
Schématisation, par le biais du losange de la problématisation, de l'entretien entre l'enseignant et le groupe de travail, qui permet notamment d'associer aux interventions enseignantes un type d'inducteur de problématisation.

Tableau 1 : Méthodologie d'analyse des interventions enseignantes de la parenthèse réflexive

Résultats

Voici tout d'abord la traduction de l'entretien – que nous avons au préalable transcrit –, entre l'enseignant et le groupe 5 (tableau 2), c'est-à-dire son résumé, ainsi que la caractérisation des interventions enseignantes en fonction du type d'aide qu'elles ont pu apporter aux apprenants.

Épisodes	Contenu des épisodes
1 (1 – 6)	L'enseignant fait rappeler aux apprenants qu'une fleur se transforme en un fruit, et que la graine est dans le fruit.
2 (6 – 11)	Q : Quelle partie de la plante donne la graine ? *R* R : L'ovule.
3 (11 – 15)	Q : L'ovule (qu'on trouve dans le pistil) à lui seul peut-il donner la graine ? *T* R : Non.
4 (15 – 22)	Q : Pourquoi ? *T* R : Il manque quelque chose.
5 (22 – 24)	Q : Que manque-t-il ? + référence à la reproduction humaine *T* R : Le spermatozoïde.
6 (24 – 38)	Q : Qui apporte le spermatozoïde ? *A* R1 : … R2 : Les petites graines jaunes.
7 (39 – 47)	Q : Des petits grains jaunes qui viennent de quelle(s) partie(s) ? *A* R : Juste en dessous, juste à côté, autour du pistil.
8 (48 – 58)	Q : Des petits grains jaunes qui viennent de quelle(s) partie(s) ? Des pétales ? Des sépales ? Des étamines ? Du pistil ? *A* R : Des étamines.
9 (59 – 60)	Q : Comment appelle-t-on ces petits grains jaunes ? *A* R : …
10 (61 – 67)	Q : Comment appelle-t-on ces petits grains jaunes dont on a parlé durant le débat scientifique ? *A*

	R : Le pollen.

Tableau 2 : Traduction de l'entretien entre l'enseignant et le groupe 5

Lecture analytique du déroulement des épisodes en termes de problématisation

Épisode 1 : préambule.
Épisode 2 : un questionnement simple suffit à établir la donnée d'une graine qui est issue de l'ovule.
Épisodes 3-5 : adossée à la référence à la reproduction humaine, la donnée précédente se retrouve mise en question par l'enseignant lui-même. À cette mise en question, la réponse du groupe aboutit à la construction de la condition du problème en jeu.
Épisodes 6-10 : ne reste plus à l'enseignant qu'à questionner le groupe sur l'origine du spermatozoïde. C'est alors que l'hypothèse du grain de pollen de l'étamine est avancée puisque, de façon vraisemblable et même si cela ne fait l'objet d'aucune verbalisation de la part du groupe, c'est le pistil qui apporte l'ovule.
Nous proposons maintenant, par le biais du losange de la problématisation, la schématisation de cet entretien (figure 2).

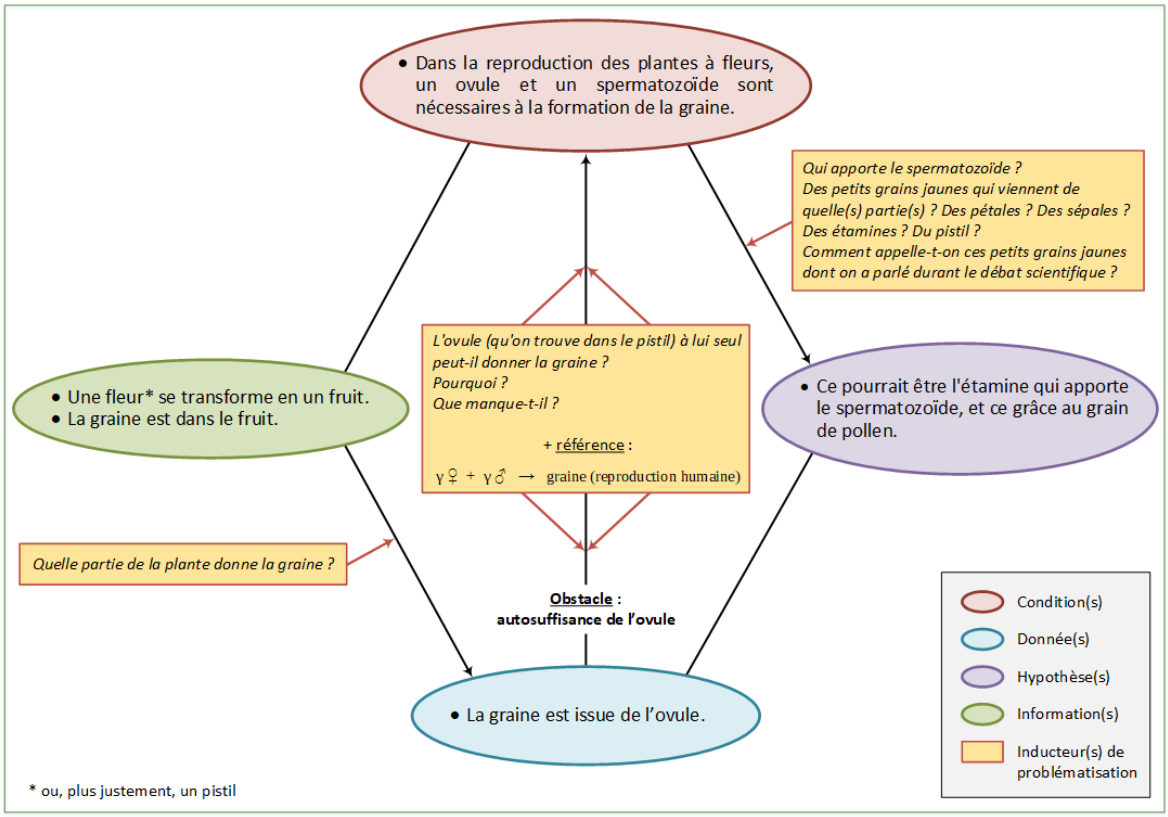


Figure 2 : Schématisation de la problématisation au cours de l'entretien entre l'enseignant et le groupe 5

Ainsi schématisé, le processus de problématisation à l'œuvre lors de cet entretien nous laisse entrevoir, au travers des interventions enseignantes, la présence :

- d'un inducteur de type (b) (*R*), qui aide à la sélection de la donnée du problème ;
- d'un inducteur de type (c) – de forme inductive – (*T*), qui aide à la structuration de cette donnée en vue de la condition du problème ;
- d'un inducteur de type (d) (*A*), qui aide à partir de cette condition à la production de l'hypothèse de solution au problème.

Enfin, et puisque nous assistons à la mise en relation d'une donnée à une condition, mais plus encore à la production d'une hypothèse, nous pensons pouvoir dire que ce problème est ici en cours de résolution.

Discussion

Les interventions enseignantes aidant – sous la forme d'une aide à la transposition – à la recherche de la condition du problème sont, nous pouvons le remarquer, extrêmement guidantes, et ce notamment lorsque, comme ici, il est fait usage de la référence à la reproduction humaine. Sur ce point, nous ne sommes d'ailleurs pas sans savoir que tout ce qui est entrepris par l'enseignant « pour faire produire par l'élève les comportements qu'il attend, tend à priver ce dernier des conditions nécessaires à la compréhension et à l'apprentissage de la notion » (Brousseau, 1986, p. 316) travaillée. En d'autres termes, quand « le maître dit ce qu'il veut, il ne peut plus l'obtenir. » (Brousseau, 1986, p. 316). Face à cette injonction paradoxale de l'enseignant, remarquons alors qu'il y a toujours lieu de se questionner :

> sur la manière d'accompagner les échanges pour aider à la construction des apprentissages. Entre l'absence d'intervention qui renvoie à une hypothétique redécouverte du savoir et la transmission de la réponse qui aplatit le processus d'apprentissage, quelle forme d'accompagnement faut-il mettre à disposition de l'élève pour qu'il transforme son expérience ? (Lebouvier, 2015, p. 31)

Il se trouve malgré tout qu'en ne livrant pas telle quelle la condition du problème, l'enseignant se « contraint à se taire là où il aurait la (fausse) possibilité de parler » (Sensevy & Quilio, 2002, p. 50). Ainsi, et dans le cadre de la construction du problème, ces interventions nous semblent vouloir participer à la dévolution de la cause d'une certaine difficulté, et si ce n'est d'un échec (Le Bas, 2008), dont l'obstacle de l'autosuffisance de l'ovule est responsable ; rappelons en effet qu'elles cherchent à remettre en cause la donnée d'une graine qui est issue de l'ovule, et seulement de l'ovule.

D'une autre façon, et dans le cadre de la résolution du problème, les interventions enseignantes aidant – sous la forme d'une aide à l'anticipation – à la formulation de l'hypothèse du problème nous semblent vouloir participer à la dévolution de la responsabilité de la construction du savoir (Le Bas, 2008) ; rappelons en effet qu'elles cherchent à mettre en évidence la nature de ce qui peut apporter le gamète mâle. Ici-même, le groupe 5 bénéficie, de la part de l'enseignant, de l'énumération des différents verticilles de la fleur,

comme autant d'indices. Puisque les documents de cette première séance d'investigation nous apprennent que c'est le pistil qui apporte l'ovule, c'est sans doute là l'intervention enseignante décisive qui permet au groupe 5 d'avancer l'hypothèse de l'étamine, les pétales et les sépales étant vraisemblablement associés à ce qu'ils sont, à savoir des verticilles protecteurs.

Ainsi la parenthèse réflexive permet-elle bel et bien une régulation plus fine des apprentissages entrepris, en étant propice à l'exercice de la problématisation.

Conclusion

Puisqu'elles participent à la construction et à la résolution du problème travaillé, ces interventions enseignantes, en tant qu'inducteurs de problématisation, apportent donc une aide pour le moins bienvenue et, en ce sens, elles nous permettent d'apprécier, au sein de cette interaction de tutelle, l'étayage de l'enseignant (Bruner, 1983).

Bibliographie

Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué.* PUF.

Beuve, F.-X. (2017). *Problématisation, investigations et apprentissages dans les sciences de la vie. Étude didactico-pédagogique des conditions de possibilité pour des investigations empiriques problématisantes, dans deux domaines biologiques : nutrition et reproduction végétales* [thèse de doctorat]. ComUE Normandie Université.

Brousseau, G. (1986). *Théorisation des phénomènes d'enseignement des mathématiques* [thèse de doctorat]. Université de Bordeaux 1.

Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire.* PUF.

Dewey, J. (1967). *Logique. La théorie de l'enquête.* PUF.

Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème.* Vrin.

Fabre, M. & Musquer, A. (2009). Comment aider l'élève à problématiser ? Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation – Pour l'Ère nouvelle, 42*(3), 111-129.

Le Bas, A. (2008, mai). *Situation de pratique scolaire, transposition didactique et problématisation* [communication orale]. Les didactiques et leurs rapports à l'enseignement et à la formation. Quel statut épistémologique de leurs modèles et de leurs résultats, Bordeaux, France.

Lebouvier, B. (2015). Expérience et problématisation en EPS, une étude en course de relais. *Carrefours de l'éducation, 40*, 31-49.

Sensevy, G. & Quilio, S. (2002). Les discours du professeur. Vers une pragmatique didactique. *Revue Française de Pédagogie, 141*, 47-56.

Un espace de contraintes et nécessités pour la chimie

Canac, Sophie[(1)]
[(1)] LDAR, Univ Paris Est Créteil, Université de Paris Cité, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN, France

Résumé

Les formules chimiques se sont développées en étroit lien avec les connaissances à la fois théoriques et empiriques de la chimie. Leur caractère polysémique est source de difficultés pour les élèves. Les enseignants sont démunis face à un programme de collège qui introduit les formules sans justification. En vue d'élaborer une ressource pour l'enseignement, nous recherchons, par un processus de problématisation mettant en tension le registre sémiotique entre le registre empirique et le registre des modèles, les raisons qui permettent aux chimistes d'élaborer les formules. Nous menons une enquête historique parmi plusieurs groupes de chimistes du XIXe siècle à partir d'un espace des contraintes et des nécessités intégrant le registre symbolique entre le registre des modèles et le registre empirique. Le bilan de cette enquête permet d'isoler des contraintes dans les différents registres amenant les nécessités symboliques pour les formules présentées aux élèves en Cycle 4.

Mots-clés :

Formule chimique, Problématisation, Espace de contraintes et nécessités, Histoire de la chimie.

Introduction

Les formules chimiques, en représentant à la fois le niveau empirique macroscopique (les substances) et le modèle microscopique (les particules), sont un puissant facilitateur de communication pour l'expert mais peuvent devenir un obstacle pour le novice (Taber, 2013). Enseigner les représentations symboliques peut permettre une meilleure appropriation des concepts en chimie (Barlet & Plouin, 1994). Pour cela, nous souhaitons produire une ressource d'enseignement proposant les raisons de l'élaboration des formules chimiques en nous aidant du cadre de la problématisation. Cette communication vise à présenter un remaniement de ce cadre contextualisé au domaine de la chimie.

Formules chimiques : difficultés d'apprentissage et d'enseignement

Difficultés des élèves

Des recherches en France et à l'international révèlent les difficultés des élèves quant à l'utilisation et la compréhension du langage symbolique.CH_2O est un carbone lié à de l'eau ; SiO_2 est équivalent à Si_2O_4 (Keig & Rubba, 1993). L'idée qu'un corps composé correspond à un mélange de corps simples conservant leurs propriétés est accentué par certaines équations chimiques : « $C+O_2$ » et « $S+O_2$ » (Fillon, 1997). Utiliser des formules brutes dans une équation chimique se rapportent à une simple manipulation arithmétique (Sanger, 2005), avec des confusions entre indices et nombres stœchiométriques (Dehon & Snauwaert, 2015). Les élèves ont une lecture essentiellement microscopique des formules chimiques (Canac & Kermen, 2016). Dans des travaux cités par Johnstone (2006), les élèves interrogés à propos de formules et d'équations chimiques utilisent leur mémoire plutôt que les raisons chimiques qui justifient leur élaboration.

Difficultés pour les enseignants

Les enseignants ne prennent pas toujours en compte les difficultés rencontrées par les élèves dans l'application des conventions ou des règles (Mzoughi-Khadhraoui & Dumon, 2012). Dans le programme et les ouvrages scolaires de Cycle 4 en France, les formules chimiques sont introduites sans justification et représentent toujours explicitement les molécules, et jamais les espèces chimiques (Bosdeveix & Canac, 2021). Une étude de cas de deux enseignants introduisant les formules en quatrième confirme ce constat (Canac & Kermen, 2020). Ces deux enseignants semblent démunis car, pour eux, seul le modèle de la liaison chimique présenté au lycée permet d'expliquer les formules.

Un espace de contraintes et nécessités adapté à la chimie

Un savoir scientifique doit être tout à la fois une compétence permettant de maîtriser des problèmes, un savoir raisonné répondant à un problème et un savoir partagé soumis à la critique (Fabre & Orange, 1997). Les formules chimiques répondent à ces critères. Leur élaboration se fait en lien avec le développement du modèle atomique et des connaissances empiriques en chimie organique pour répondre aux problèmes soulevés par les chimistes, et

a fait l'objet de nombreuses controverses (Dumon & Luft, 2008). Il nous semble que faire passer les élèves par un processus de problématisation mettant en tension le registre sémiotique entre le registre empirique et le registre des modèles doit leur permettre de « prendre conscience de ce qui est possible et de ce qui ne l'est pas » (Orange, 2005, p. 79) pour les formules des espèces chimiques introduites au collège. Nous modifions pour cela l'espace des contraintes et nécessités proposée par Lhoste et Peterfalvi (2009) en plaçant le registre symbolique entre le registre empirique et le registre des modèle (Figure 1), l'objectif d'apprentissage étant les raisons qui conduisent à telle formule plutôt qu'à une autre. Le cadre épistémique doit contenir les différents registres explicatifs utilisés par le scientifique en tant que fondements de sa logique.

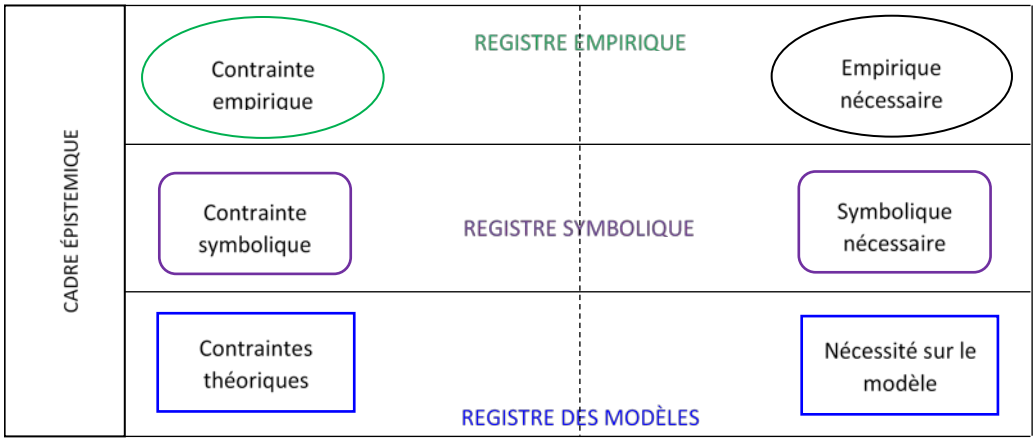


Figure 1 Espace des contraintes et nécessités adapté à la chimie

Problématique et méthodologie

Au regard des difficultés des élèves, introduire le langage chimique en faisant rechercher les raisons qui ont permis d'élaborer les formules pourrait amener une meilleure compréhension du registre symbolique. Nous choisissons de mener une enquête historique (de Hosson, 2011) pour identifier celles des chimistes du XIXe siècle au moment des premières formules. Un élève de collège ne raisonne pas comme un chimiste du XIXe siècle mais ils ont en commun le même modèle atomique : un atome insécable introduit pour interpréter les transformations chimiques. Nous faisons l'hypothèse qu'une mise en tension des éléments du registre empirique et du registre des modèles doit nous permettre d'identifier des contraintes empiriques et théoriques qui ont conduit à des nécessités pour le registre symbolique.

L'enquête, réalisée à partir de sources historiques primaires et secondaires, porte sur l'élaboration des formules de l'eau et des corps simples gazeux, de Dalton au congrès de Karlsruhe[50] en 1860. À cette époque, la connaissance de ces formules est centrale pour déterminer les poids atomiques relatifs des corps simples. Nous identifions quatre groupes

[50] Considéré comme le premier congrès international de chimie, il est organisé pour obtenir un consensus sur les formules chimiques

de chimistes dont les courants de pensée et les propositions de formules divergent (Tableau 1). Seul le cas de Dalton est présenté de façon détaillée dans la communication.

Courant de pensée	**Chimistes**	**Formule de l'eau**	**Formule des corps simples**
Équivalentiste[51]	Wollaston, Regnault, …	HO	H, O
Atomiste	Dalton	HO	H, O
	Berzelius	H_2O	H, O
	Atomistes organiciens : Boutlerow, Laurent, Wurtz, ….)	H_2O	H_2, O_2

Tableau 1 Regroupement des chimistes en fonction des courants de pensée et des formules proposées

L'élaboration des formules des corps simples et de l'eau au XIXe siècle

Cas de Dalton (Figure 2)

Pour interpréter les lois empiriques du début du XIXe siècle, Dalton émet l'hypothèse qu'un corps simple est constitué d'un seul type d'atomes. Les corps composés sont des combinaisons des atomes constituant les corps simples. Les règles sont issues d'un critère de simplicité (Cadre épistémique). Il pose que lorsque deux corps simples réagissent, et ne donnent qu'un seul composé, celui-ci doit nécessairement être binaire de formule AB ; s'ils donnent deux composés, l'un est binaire de type AB et l'autre est tertiaire de type ABB ou AAB, etc. (Dalton, 1808). Depuis Lavoisier, l'eau est une combinaison des gaz hydrogène et oxygène de proportion en poids respectivement 1/7[52] (Contrainte du registre empirique). En cohérence avec l'hypothèse atomique (Cadre épistémique), l'eau est une combinaison d'atomes (Contrainte du registre des modèles). Sa formule doit alors contenir les symboles H et O (Contrainte du registre symbolique). La seule combinaison oxygène / hydrogène connue à l'époque étant celle de l'eau[53], celle-ci doit être la plus simple possible (Contrainte du registre des modèles), et ne peut être que HO (Nécessité du registre symbolique). Le poids atomique de l'oxygène est alors nécessairement 7, celui de l'hydrogène étant pris arbitrairement à 1 (Nécessité du registre des modèles).
La figure 2 est transposable aux corps simples. Les gaz hydrogène et oxygène sont non décomposables, donc sont des corps simples (Contrainte du registre empirique), constitués d'un seul type d'atome (Contrainte du registre des modèles). En appliquant le critère de

[51] Chimistes refusant le modèle de l'atome

[52] Valeur qui évoluera par la suite avec Berzelius en 1/8

[53] L'eau oxygénée ne sera isolée qu'en 1818 par Thénard

simplicité (Contrainte du registre des modèles), les formules sont nécessairement H et O (Nécessité du registre symbolique).

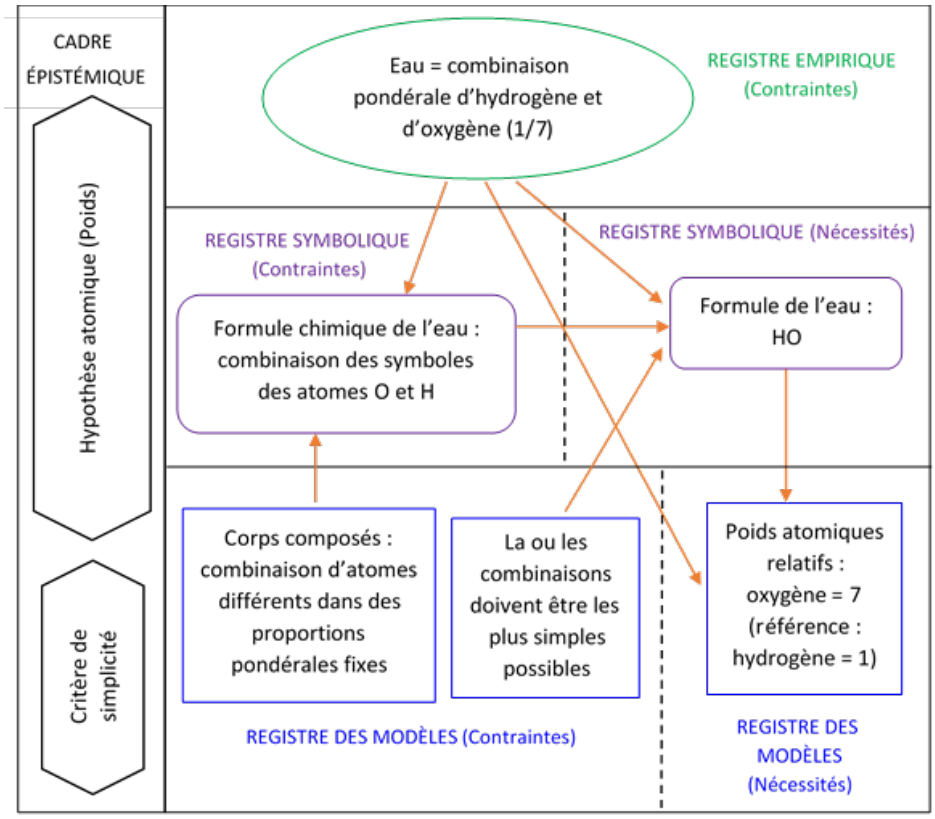


Figure 2 Espace des contraintes et nécessités : formule de l'eau de Dalton

Bilan de l'enquête historique

Nous résumons dans le tableau 2 les nécessités du registre symbolique à partir des contraintes des registres empiriques et des modèles. Dans le registre empirique, les lois volumétriques de Gay-Lussac sont présentes dans les groupes proposant la formule H_2O. Le développement des connaissances empiriques en chimie organique (synthèse et isomérie) joue un rôle essentiel dans la détermination des formules des corps simples. L'élaboration de ces dernières n'aboutit qu'avec le développement du modèle atomique (atomicité de l'atome).

Chimistes	**Formule de l'eau**	**Formule des corps simples**	**Cadre épistémique**	**Contrainte empirique**	**Contrainte des modèles**
Dalton	HO	H, O, …	Atome caractérisé par son poids Critère de simplicité	Composition de l'eau	Corps composé combinaison d'atomes

Premiers équivalentistes	HO	H, O, …	Refus de l'hypothèse atomique	Composition de l'eau	Corps composé combinaison d'équivalents
Berzelius	H_2O	H, O, …	Atome caractérisé par son poids Dualisme électrochimique	Composition de l'eau Lois volumétriques de Gay-Lussac	Corps composé combinaison d'atomes Équivalence volume / poids Association d'atomes de polarité opposée
Atomistes organiciens	H_2O	H_2, O_2, …	Atome caractérisé par son poids et son atomicité	Composition de l'eau Lois volumétriques de Gay-Lussac Synthèses organiques et isomérie	Corps composé combinaison d'atomes Arrangement d'atome au sein de la molécule en fonction de l'atomicité Modèles des gaz d'Avogadro - Ampère

Tableau 2 Bilan de l'enquête historique à partir des espaces de contraintes et nécessités adaptés à la chimie

Conclusion

L'enquête historique à travers le cadre de la problématisation contextualisé à la chimie permet de mettre en évidence des contraintes dans les registres symbolique, empirique et des modèles, conduisant à des nécessités symboliques. Ce travail a permis le développement d'une ressource pour le Cycle 4 devant amener les élèves à rechercher les raisons qui ont permis l'élaboration des formules chimiques (Canac & Kermen, 2020). La ressource est encore à tester. De nombreuses représentations symboliques sont enseignées dans les programmes de chimie du secondaire. Ce cadre pourrait être repris en formation avec des enseignants pour essayer d'identifier des problèmes dont les solutions seraient nécessairement la formule à enseigner.

Bibliographies

Barlet, R., & Plouin, D. (1994). L'équation-bilan en chimie un concept intégrateur source de difficultés persistantes. *Aster*, *18*, 25-55.

Bosdeveix, R., & Canac, S. (2021). Concepts scientifiques et langage : Un regard sur la polysémie. Une étude en biologie et chimie. In *J-M,Boilevin & A,Jameau (dir). Après les 10èmes rencontres scientifiques… Actualité des recherches en didactique des sciences et des technologies. Saint Malo 2018* (p. 153-163). ARDiST.

Canac, S., & Kermen, I. (2016). Exploring the mastery of French students in using basic notions of the language of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*(3), 452-473. https://doi.org/10.1039/C6RP00023A

Canac, S., & Kermen, I. (2020). Concepción de un recurso didáctico para introducir las fórmulas químicas en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, *38*(2), 65-82. https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2739

Dalton, J. (1808). *A new system of chemical philosophy* (Vol. 1). Bickerstaff.

Dehon, J., & Snauwaert, P. (2015). L'équation de réaction : Une équation à plusieurs inconnues. Étude de productions d'élèves de 16-17 ans (grade 11) en Belgique francophone. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *12*, 209-235.

de Hosson, C. (2011). *L'histoire des sciences : Un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique* [Note de synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches, Université Paris-Diderot]. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00655594/

Dumon, A., & Luft, R. (2008). *Naissance de la chimie structurale*. EDP sciences.

Fabre, M., & Orange, C. (1997). Construction des problèmes et franchissements d'obstacles. *Aster*, *24*, 37-57.

Fillon, P. (1997). Des élèves dans un labyrinthe d'obstacles. *Aster*, n°25, p.113-141.

Johnstone, A. H. (2006). Chemical education research in Glasgow in perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, *7*(2), 49-63.

Keig, P. F., & Rubba, P. A. (1993). Translation of representations of the structure of matter and its relationship to reasoning, gender, spatial reasoning, and specific prior knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, *30*(8), 883-903.

Lhoste, Y., & Peterfalvi, B. (2009). Problématisation et perspective curriculaire en SVT : L'exemple du concept de nutrition. *Aster*, *49*, 79-108.

Mzoughi-Khadhraoui, I., & Dumon, A. (2012). L'appropriation par des élèves tunisiens débutants du langage permettant de représenter la réaction chimique. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *6*, 89-118. https://doi.org/10.4000/rdst.107

Sanger, M. J. (2005). Evaluating students' conceptual understanding of balanced equations and stoichiometric ratios using a particulate drawing. *Journal of Chemical Education*, *82*(1), 131-134.

Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet : Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, *14*(2), 156-168. https://doi.org/10.1039/c3rp00012e

Ressources et savoirs spécifiques

Enseigner et apprendre la transformation chimique au collège via le cycle du carbone : penser un objet-relais pour introduire l'anthropocène en classe de chimie

Sudriès, Marie[(1)], Cross, David[(2)], Ligozat, Florence[(3)]
[(1)]FPSE/SSED, Université de Genève – Suisse et LIRDEF, Université de Montpellier – France
[(2)]LIRDEF, Université de Montpellier – France
[(3)]FPSE/SSED, Université de Genève – Suisse

Résumé

Cette contribution se propose d'interroger la façon dont un enseignement de la transformation chimique peut être articulé aux questions environnementales en classe de chimie au secondaire I afin de contribuer à un changement de paradigme curriculaire. Dans le cadre d'une étude comparatiste des conditions de l'enseignement-apprentissage de la transformation chimique au cycle 4 en France et au cycle 3 en Suisse romande[54], nous interrogeons plus particulièrement la pertinence d'une approche du cycle du carbone pensé comme un « objet-relais », pour aborder l'anthropocène en classe de chimie.

Mots-clés :

Transformation chimique ; cycle du carbone ; anthropocène ; objet-relais ; programmes.

[54] Thèse de doctorat en cotutelle en cours, Université de Genève et Université de Montpellier

Contextualisation

Les questions environnementales sont à la fois un des grands enjeux de notre siècle, et un défi pour les systèmes éducatifs, qui se heurtent au problème de l'enseignabilité d'une approche complexe (au sens de Morin, 1982) du monde et de son fonctionnement. Face aux évolutions des curricula dans ce sens, les travaux francophones de recherche en didactique identifient des formes d'enseignement dites « a-disciplinaires » dans le cadre des « éducations à… » (Girault et Sauvé, 2008 ; Barthes et al., 2017) et de l'introduction de questions socialement vives ou controverses à l'École (Albe, 2009). Dans les pays anglosaxons et scandinaves un changement de « vision » concernant la finalité des enseignements scientifiques s'est amorcé dès le début des années 2000. Selon Roberts (2007), la « vision I » privilégie l'étude des concepts et des méthodes, notamment l'investigation scientifique, dans la filiation des disciplines académiques. Dans la « vision II », en revanche, l'étude des concepts et méthodes est intégrée à l'analyse de situations complexes, qui concernent les activités humaines. Avec l'instauration d'une « vision II » dans les curricula, il ne s'agit plus uniquement de former les scientifiques de demain, mais surtout de transmettre à chacun·e une Culture Scientifique et Technique (CST), utile à l'exercice de sa citoyenneté. Ce changement de vision nous semble être une clé de lecture pertinente pour comprendre les problèmes que posent le traitement de questions complexes à l'École.

Parmi les disciplines scientifiques, la chimie occupe une place importante dans la compréhension du rapport de l'être humain à l'environnement. Premièrement les techniques et les produits de la chimie industrielle sont impliqués dans les problèmes environnementaux. Deuxièmement, la chimie en tant que discipline scolaire fournit aux élèves des modèles qui permettent de penser et comprendre le monde. Par exemple, le concept de transformation chimique, savoir charnière dans les curricula francophones dont l'interprétation articule un modèle macroscopique et un modèle microscopique (Kermen, 2018), permet de comprendre la production de dioxyde de carbone gazeux lors la combustion des hydrocarbures. La combustion du charbon et du butane sont d'ailleurs des réactions[55] exemplaires souvent présentées en classe de chimie au secondaire I. Si l'on considère la production des gaz à effet de serre (GES) par les activités humaines comme l'une des principales causes du réchauffement climatique, le cas des combustions est une entrée intéressante pour aborder l'anthropocène. Ainsi, nous nous demandons comment l'enseignement-apprentissage de la transformation chimique au secondaire I peut contribuer à la construction d'une CST.

Dans cette proposition nous présentons les principaux résultats de notre étude de prescriptions officielles et de ressources d'enseignement, outillée par les deux visions de Roberts (2007), qui montrent une déconnexion entre chimie et environnement dans les enseignements secondaires français et suisse-romand. Puis, pour pallier la tension mise en évidence et tenter d'initier un changement de paradigme curriculaire en classe de chimie,

[55] Kermen (2018) distingue la transformation chimique (niveau expérimental) de la réaction chimique (niveau du modèle)

nous discutons la pertinence d'introduire la transformation chimique par un « objet-relais » : le cycle du carbone.

La transformation chimique dans les prescriptions officielles et les ressources d'enseignement : mise en évidence de tensions

Dans un premier temps, nous nous sommes intéressé·es à la dimension externe de la transposition du concept de transformation chimique (Chevallard, 1989/1991), au moment où il est introduit (milieu de secondaire I). Pour cela, nous avons mis à l'étude les prescriptions officielles et des ressources d'enseignement formelles des deux contextes étudiés : le Plan d'étude romand (PER) et les Moyens d'enseignement romand (MER) pour la Suisse romande, les programmes de cycle 4 et un panel de manuels[56] pour la France. Afin de saisir à la fois le caractère spécifique de la transformation chimique et la dimension complexe qui est attribuée à son enseignement, cette étude est outillée par les deux « visions de la science » décrites par Roberts (2007). Nous cherchons en particulier à savoir :

- Dans quelles disciplines scolaires retrouve-t-on des traces de la transformation chimique ? Est-ce qu'il existe des liens entre plusieurs disciplines ?
- Quels enjeux d'apprentissage lui sont associés ? En particulier, est-ce qu'il existe des liens avec les questions environnementales ?

Méthodologie de l'étude curriculaire

L'étude des prescriptions officielles et ressources d'enseignement est guidée par la recherche des réponses aux questions présentées ci-dessus. Les résultats sont consignés de façon systématique dans des tableaux dont voici un exemple :

[56] Dans un souci d'exhaustivité, nous avons consulté un manuel de chaque principal éditeur

Bulletin Officiel (MEN, 2018)			
Discipline scolaire	**Partie du programme**	**Enjeux d'apprentissages**	**Vision**
Physique-chimie	Introduction	« percevoir les liens entre l'être humain et l'environnement » « expliquer les impacts engendrés par le rythme et la diversité des actions de l'être humain sur la nature » « de vivre et préparer une citoyenneté responsable, en particulier dans les domaines de la santé et de l'environnement : - en construisant sa relation au monde, à l'autre, à son propre corps ; - en intégrant les évolutions économiques et technologiques, pour assumer en citoyen les responsabilités sociales et éthiques qui en découlent »	Vision II
	Thème Organisation et transformations de la matière	« Interpréter une transformation chimique comme une redistribution d'atomes » « Utiliser une équation de réaction chimique fournie pour décrire une transformation chimique observée » « Ces différentes transformations chimiques peuvent servir de support pour introduire la notion de transformation chimique dans des contextes variés (vie quotidienne, vivant, industrie, santé, environnement,...) »	Vision I
	Croisements entre enseignements	« Transition écologique et développement durable : en lien avec les SVT, la technologie, les mathématiques, l'histoire et la géographie et le français »	Vision II

Tableau n°1 : tableau d'analyse des programmes de physique-chimie de cycle 4

L'analyse des programmes de physique-chimie et PER MSN 36 met en évidence des liens entre la transformation chimique et d'autres savoirs enseignés dans le cadre des Sciences de la vie et de la Terre (SVT) en France, biologie et géographie en Suisse romande. Ces constats nous ont conduit·es à nous intéresser aux prescriptions officielles et ressources d'enseignement de ces disciplines scolaires.

Principaux résultats

Premièrement au sein même des PER et programmes : les intentions générales insistent sur l'interdisciplinarité et le rôle de l'enseignement de la chimie dans la formation des futur·es citoyen·nes, notamment permettre de penser la relation de l'être humain à son environnement. Cependant, le détail des prescriptions ne donne aucun indice sur la mise en œuvre d'un tel enseignement. Les questions environnementales sont majoritairement prises en charge par les disciplines SVT en France, biologie et géographie en Suisse romande. Le cloisonnement des disciplines, assurées par des enseignant·e·s différent·e·s, semble contradictoire avec la collaboration prescrite entre les disciplines. Deuxièmement, notre étude des ressources formelles de physique-chimie et SVT en France, biologie et géographie en Suisse romande, confirme les tensions mises en évidence par l'étude des prescriptions officielles. Les ressources en chimie que nous avons consultées se concentrent sur la transmission de savoirs disciplinaires[57], soit une « vision I » de la science. Les ressources de biologie/géographie/SVT s'inscrivent plutôt dans une « vision II » de la science, notamment à travers un objet particulier : le cycle du carbone. Le cycle du carbone représente les « flux de carbone » entre atmosphère, hydrosphère, lithosphère et biosphère, flux que la chimie décrit comme des transformations chimiques (photosynthèse, respiration, combustion) ou des mélanges (dissolution). Le cycle du carbone a l'avantage de représenter les activités de l'être humain dans son environnement et permet donc d'appréhender la complexité de l'anthropocène. L'analyse du cycle du carbone dans cet objectif demande de mobiliser le concept de combustion et le principe de conservation de la matière, savoirs spécifiques de la chimie. Or, notre étude des ressources montre que le cycle du carbone n'est pas pris en charge par les enseignant·es de chimie dans ces deux contextes francophones.

[57] C'est-à-dire l'ensemble des concepts, modèles et méthodes propres à une discipline

Moyens d'enseignement romands (MER)				
Domaine	**Thématique**	**Chapitre**	**Enjeux d'apprentissage**	**Vision**
MSN 36	Phénomènes naturels et techniques	*Transformations chimiques de la matière*	· Appropriation du modèle de savoir spécifique (interprétation microscopique de phénomènes visibles via modèle de la réaction chimique) · La combustion : exemple de transformation chimique où les molécules sont modifiées, les atomes conservés · Principes « pratiques » de sécurité (détecteur de monoxyde de carbone, comment éteindre un feu)	Vision I
MSN 38	Diversité du vivant	*Photosynthèse et respiration des végétaux*	· La photosynthèse et la respiration : transformations chimiques où des espèces sont consommées, d'autres sont produites	Vision I
		Energie et photosynthèse	· Photosynthèse, respiration, combustions : exemples transformations chimiques qui consomment des espèces chimiques et en produisent d'autres · Rôle des activités humaines dans le cycle du carbone	Vision I et vision II
SHS 31	Relation Homme-espace	*Le changement climatique : les risques liés aux phénomènes atmosphériques*	· Rôle des activités humaines dans le cycle du carbone et conséquence sur le changement climatique	Vision II

Tableau n°2 : tableau d'analyse des MER de chimie (MSN 36), biologie (MSN 38) et géographie (SHS 31)

Les résultats que nous venons d'exposer montrent que l'enseignement de la chimie en Suisse romande et en France promeut plutôt une vision I de la science et prend peu en charge l'étude de situations complexes. De plus nous retrouvons des traces du concept de transformation chimique dans les enseignements des disciplines biologie/géographie/SVT mais celui-ci semble être présent de façon implicite dans le cadre de l'enseignement de la photosynthèse ou du cycle du carbone. Ces constats nous conduisent à formuler deux hypothèses : d'une part la transformation chimique permet de penser la complexité du cycle du carbone, d'autre part le cycle du carbone peut donner du sens à la transformation chimique. Dès lors, le cycle du carbone pourrait être un « objet-relais » pour aborder l'anthropocène en classe de chimie et ainsi favoriser un changement de paradigme curriculaire.

Le cycle du carbone : enquête sur la viabilité d'un objet-relais entre savoirs disciplinaires et questions environnementales

Dans cette partie, nous convoquons des études de la littérature anglophone pour discuter la pertinence d'enseigner la transformation chimique en relation avec le cycle du carbone au début du secondaire.

Le cycle du carbone pour enseigner la transformation chimique ?

L'étude de Mohan et al. (2009) cherche à reconnecter enseignement du cycle du carbone, transformations chimiques et transmission d'une CST[58]. Pour mettre en avant la complexité de l'anthropocène, ces auteurs proposent un cycle du carbone qui distingue les phénomènes liés aux activités socio-économiques d'une part (propres aux êtres humains), des phénomènes biogéochimiques.

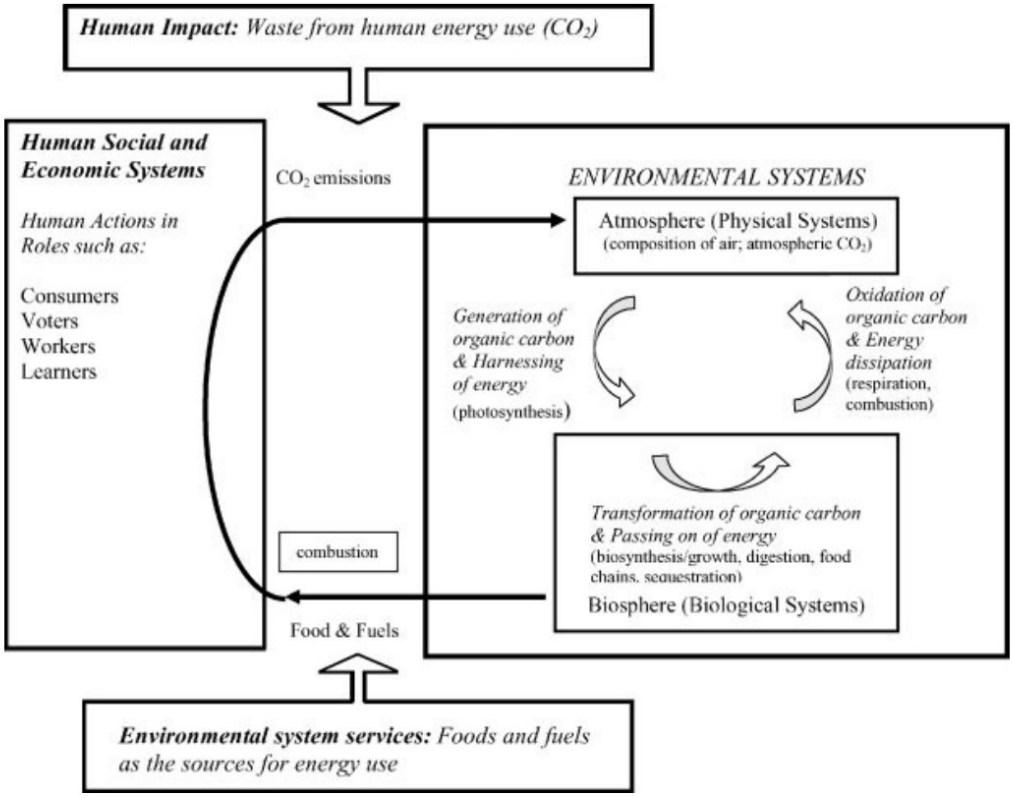


Figure 1. Loop diagram for carbon cycling in socio-ecological systems.

Figure n°1 : cycle du carbone de Mohan et al. (2009, p. 677)

Selon ces auteur·es, comprendre les conséquences des activités humaines sur l'environnement demande de comprendre la conservation de la matière (en particulier de l'élément carbone) entre les différents compartiments du cycle et sollicite donc des modèles d'explications spécifiques de la chimie : réaction chimique et principe de conservation.

[58] « scientific literacy » dans le texte

Poursuivant le même objectif, Zangori et al. (2017) proposent d'enseigner le cycle du carbone en entrant par une question scientifique socialement vive[59] : le changement climatique. Ces auteur·es cherchent en particulier à rendre explicite la mise en relation des différents modèles de savoir, à l'échelle locale (la prairie étudiée) et globale (réchauffement climatique planétaire). Leur hypothèse étant que l'entrée par une question globale pourrait favoriser la compréhension du cycle du carbone, en particulier son interprétation en termes de conservation de l'élément carbone, et réciproquement. Leurs résultats montrent en effet un perfectionnement du modèle de la réaction chimique et de l'appropriation du principe de conservation par les élèves au cours de l'expérimentation.

Le cycle du carbone comme objet-relais

Ces études étayent nos hypothèses. Le cycle du carbone pourrait être un objet-relais pertinent pour introduire la transformation chimique au secondaire I en créant de la continuité avec les questions environnementales abordées dans d'autres disciplines. L'organisation de la discipline scolaire chimie et son paradigme curriculaire, promouvant plutôt une « vision I » de la science, nous contraignent à penser une proposition sur un empan temporel court (quelques séances), qui puisse facilement s'insérer dans les séquences des enseignant·e·s observé·es. En nous appuyant sur les travaux de Mohan et al. (2009), nous choisissons de distinguer les activités humaines, des phénomènes biogéochimiques au sein du cycle d'un carbone représenté en deux versions : « holocène » et « anthropocène ». Dans une recherche de continuité, nous nous inspirons de représentations du cycle du carbone rencontrées dans les ressources d'enseignement formelles (en particulier MER SHS 31).

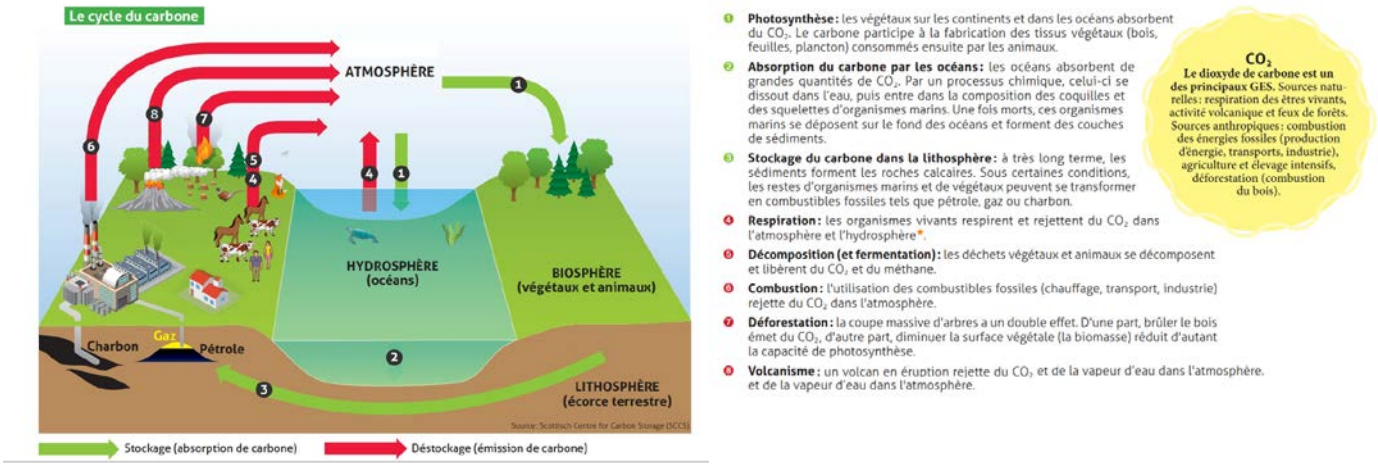


Figure n°2 : cycle du carbone « holocène

[59] « socio scientific issue » dans le texte

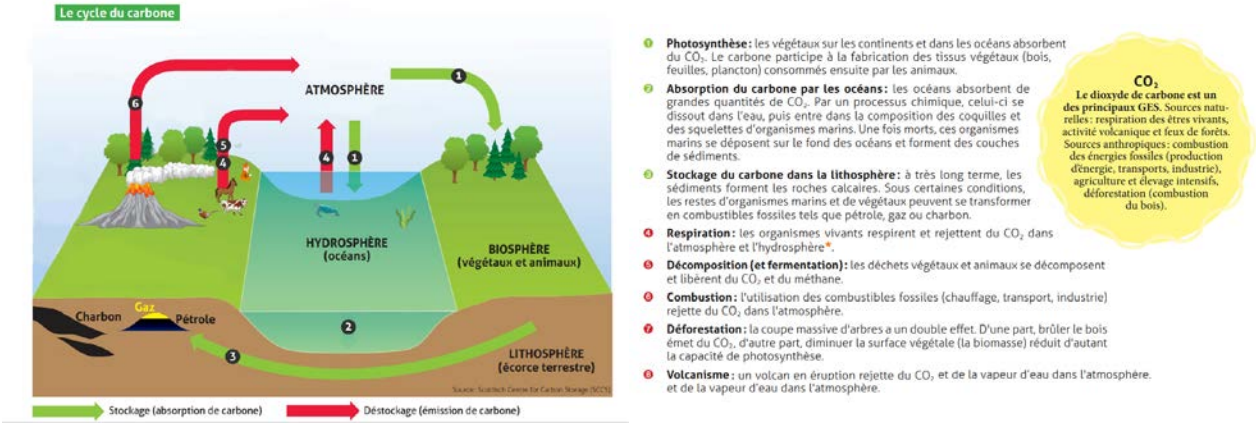


Figure n°3 : cycle du carbone « anthropocène »

Enfin, en nous appuyant sur l'étude de Zangori et al. (2017) nous pourrions proposer aux enseignant·es de chimie de contextualiser les expériences de combustions réalisées en classe, avec le cycle du carbone. L'objectif étant la mise en relation explicite de ce savoir disciplinaire avec des enjeux plus larges, de l'ordre des conséquences des activités humaines sur l'environnement.

Bibliographie

Albe, V. (2009). *Enseigner des controverses*. Presses Universitaires de Rennes.

Barthes, A., Lange, J.-M., & Tutiaux-Guillon, N. (2017). *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à »*. L'Harmattan.

Chevallard, Y. (1989/1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné* (3ème éd.). La Pensée Sauvage éditions.

Girault, Y., & Sauvé, L. (2008). L'éducation scientifique, l'éducation à l'environnement et l'éducation pour le développement durable. *Aster*, (46), 7-30.

Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée*. Presses Universitaires de Rennes.

Mohan, L., Chen, J. et Anderson, C. W. (2009). Developing a multi-year learning progression for carbon cycling in socio-ecological systems. *Journal of Research in Science Teaching*, *26*(6), 675-698.

Morin, E. (1982). *Sciences avec conscience*. Fayard.

Roberts, D. A. (2007). Scientific literacy/science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp.729-780). Routledge.

Zangori, L., Peel, A., Kinslow, A., Friedrichsen, P. et Sadler, T. (2017). Student Development of Model-Based Reasoning About Carbon Cycling and Climate Change in Socio-Scientific Issues Unit. *Journal of Research in Science Teaching*, *54*(10), 1249-1273.

Enseigner la pression grâce aux correspondances historiques

Élaboration et mise à l'épreuve d'une ressource pour l'enseignement

Le Mézo-Boulais, Anne(1), Décamp, Nicolas(1), De Hosson, Cécile(1)
(1)LDAR, Université de Paris Cité – France

Résumé

Dans le cadre d'un travail doctoral nous avons élaboré une ressource pour les enseignants consistant en un *corpus* de correspondances sur les questions du vide et de la pesanteur de l'air au XVIIe siècle. Cette ressource, d'abord pensée pour permettre d'aborder les phénomènes liés à la pression en 1ère, a été élaborée de façon à aussi contribuer à améliorer l'image qu'élèves et enseignants ont de la nature de la science. Ce dernier point situe notre travail dans l'environnement conceptuel de la NoS.
Dans la perspective d'évaluer notre ressource, nous l'avons soumise à une trentaine d'enseignants en formation afin d'analyser l'appropriation et les transformations qu'ils en font. Nous discutons ici d'une part l'image de la science véhiculée dans les exploitations qu'ils font de notre *corpus*, et d'autre part l'apport de l'histoire des sciences dans les situations d'apprentissage qu'ils envisagent.

Mots-clés :

Histoire des sciences ; correspondances ; NoS ; pression ; enseignants.

Problématique et question de recherche

Le travail doctoral dans lequel s'inscrit cette recherche consiste en une reconstruction didactique (de Hosson, 2011) du concept de pression, c'est-à-dire en la création et l'évaluation d'un support d'enseignement basé sur l'histoire des sciences.

La notion de pression émerge au milieu du XVIIe siècle lorsque le monde savant était « fondamentalement épistolocentré » (Chapron & Boutier, 2013). En élaborant une ressource constituée uniquement de lettres, nous avons tiré profit de la spécificité de ces précieux matériaux en incluant dans notre *corpus* des éléments *a priori* exploitables par les enseignants selon différentes dimensions : épistémologique, didactique, culturelle et motivationnelle.

Afin d'évaluer la pertinence de notre ressource comme réponse au besoin supposé des enseignants, nous avons soumis le *corpus* à des enseignants en formation. Nous nous sommes placés dans le cadre de l'approche documentaire du didactique (Gueudet & Trouche, 2008) en élaborant une ingénierie de formation permettant d'analyser les *documents* produits à partir de notre ressource, ainsi que *travail documentaire* dont ils sont le fruit. Les questions de recherche portent sur l'appropriation et la transformation de notre *corpus* par les enseignants formés. En particulier nous proposons de présenter nos résultats à propos des deux questions suivantes :

QR1 : quelle image de la nature de la science est véhiculée dans les exploitations que les enseignants font du *corpus* ?

QR2 : quel est l'apport de l'histoire des sciences dans les situations d'apprentissage envisagées par les enseignants à partir du *corpus* ?

Élaboration du *corpus* de correspondances

Choix généraux de forme et de fond

Le circuit épistolaire sur la question du vide et de la pesanteur de l'air au XVIIe est très étendu dans l'espace et dans le temps. Le travail de reconstruction didactique a donc consisté en deux opérations conjointes : la sélection et l'élimination successive de différents éléments parcourus, jusqu'à ce que le *corpus* ait une taille, une cohérence, un contenu et une forme convenables.

Le *corpus* stabilisé est composé de neuf extraits de lettres écrites entre 1630 et 1659 par et à des savants de notoriété variable. Les choix de forme qui ont présidé à l'élaboration du *corpus* ont été gouvernés principalement par la volonté d'en faire une ressource exploitable dans un temps raisonnable, compréhensible sans recherche supplémentaire, et portant le moins possible atteinte à l'esprit dans lequel les lettres ont été originellement rédigées. Les choix de fond, eux, relèvent majoritairement de préoccupations didactiques : contenus conformes aux programmes scolaires et pertinents au regard des résultats de la recherche en didactique (Tytler, 1992 ; Kariotoglou & Psillos, 1993 ; Besson, 2001 ; de Hosson & Caillarec, 2009). Enfin, nous avons veillé à ce que notre *corpus* comporte des éléments exploitables à des fins épistémologique, didactique, culturelle et motivationnelle.

Environnement conceptuel : échanges épistolaires et nature de la science

La lettre a un statut spécifique, d'une nature différente de celle des discours publiés dans les traités, et que Torrini (1999) rapproche du discours scientifique dialogué :

> *Dialogo* et *epistola* font référence tous les deux à un nouveau concept de vérité qui n'est plus limité à l'acquisition d'une contemplation solitaire et dogmatique, mais qui procède à une confrontation et à un échange. (Torrini, 1999, p.141)

De cette spécificité naissent des intérêts particuliers qui s'ajoutent ou renforcent les arguments généraux qui sont couramment avancés en faveur d'un recours à l'histoire des sciences dans l'enseignement (Guedj, 2005).

- **intérêt motivationnel :** les correspondances mettent en scène une science vivante. Dans notre *corpus* différents éléments sont susceptibles de mettre les élèves dans de bonnes dispositions morales pour aborder la leçon : les débats sont captivants, Galilée, pourtant connu, est mis en défaut, des savants méconnus sont mis à l'honneur, etc. Par exemple l'extrait E de notre *corpus* (annexe 1) présente des arguments *a priori* imparables ce qui ranime le débat et donne envie de connaître la réponse de Torricelli (extrait F).
- **intérêt épistémologique :** les correspondances éclairent la nature fondamentalement collective de la construction du savoir scientifique. D'autres invariants temporels qui caractérisent la science sont illustrés dans notre *corpus* : la controverse est étendue dans le temps et dans l'espace, l'enjeu principal est théorique, mais il est issu d'un enjeu technique, etc. L'extrait E peut être analysé selon différentes dimensions de la grille d'analyse NoS (Maurines & al., 2013) : visées, produits, communauté scientifique, attitude.
- **intérêt didactique :** en tant qu'espace de continuité des controverses majeures, mais aussi en tant que lieu de vie des controverses « routinière », les lettres apportent des éléments complémentaires qui pourraient être mis au service d'un enseignement mis en avant en particulier par Crépin-Obert (2010) : l'enseignement par la controverse. Certains éléments pertinents d'un point de vue didactique sont présents dans notre *corpus* : arguments en faveur de la matérialité de l'air, analogie de la laine etc. L'extrait E fait une place à des idées qui résonnent probablement avec celles des élèves : non isotropie des forces de pression, assimilation de la pression et du poids du fluide.
- **intérêt culturel :** notre *corpus* apporte des précisions à propos du monde savant au XVIIe siècle : les savants étaient des hommes, souvent religieux, les interactions entre scientifiques se faisaient par lettres et voyages, les unités n'étaient pas uniformisées, l'horreur du vide était une théorie sérieuse, la notion de pression atmosphérique a émergé et le baromètre a été inventé.

Tous les éléments du *corpus* sont conceptuellement et géographiquement reliés les uns aux autres, ce qui est représenté de façon synoptique en annexe 2.

Exploitation du *corpus* par des enseignants en formation

Méthodologie

Pour des raisons d'opportunité nous avons soumis notre *corpus* à une trentaine d'enseignants stagiaires dans le cadre de leur formation à l'INSPÉ, et ce en deux étapes :

- **Novembre 2021 :** phase de lecture du *corpus* au cours de laquelle les enseignants formés ont posé des questions de compréhension au formateur.
- Cette phase a fait l'objet d'un enregistrement audio.
- **Février 2022 :** phase d'exploitation du *corpus*, sans intervention du formateur. La consigne était de produire un document s'appuyant sur le *corpus*, et s'inscrivant dans une situation d'apprentissage permettant d'acquérir une ou plusieurs compétences du programme de 1ère spécialité physique – chimie sur le thème « Description d'un fluide au repos ».
- Les enseignants ont travaillé en binôme afin de favoriser les échanges tandis qu'ils étaient enregistrés.

Premiers résultats

Tous les documents produits (11) présentent une dimension historique explicite et consistent en des textes suivis de questions. La moitié des productions (6) n'utilisent qu'un seul extrait du *corpus* ; au maximum elles en utilisent trois (2). Les aménagements des extraits du *corpus* consistent en l'ajout ou le retrait de schémas (6) et en des troncatures (4). On note de façon plus marginale l'ajout de lois contemporaines (2), d'éléments de contexte (1) ou de gravures de savants (1).
Les objectifs d'apprentissages définis se concentrent largement autour de la loi fondamentale de l'hydrostatique selon laquelle la pression dans un liquide augmente proportionnellement avec la profondeur (8). La pression et plus spécifiquement la pression atmosphérique sont un prérequis plus ou moins explicite à la situation d'apprentissage envisagée (10).
Les activités prévues pour les élèves consistent en de la lecture de texte (11), en la discussion d'hypothèses (4), en la mise en relation d'une loi avec les données d'un texte (8), et en des mesures expérimentales (4).
Les extraits les plus choisis sont ceux relatifs à des savants connus qui ont la « bonne » idée.

Discussion

En réponse à QR1, notons d'abord qu'aucune production ne prévoit de questionnement ou d'institutionnalisation sur le contenu épistémologique des extraits retenus. Pour ce que les documents produits laissent apparaître de la nature de l'activité scientifique, c'est une image assez réductrice dans la mesure où sont souvent éludées les difficultés conceptuelles rencontrées au XVIIe siècle, l'interdépendance des questions techniques et de l'évolution des idées ainsi que l'extension temporelle et spatiale de la controverse.
A propos de l'apport de l'histoire des sciences dans les situations d'apprentissage envisagées par les enseignants à partir du *corpus* (QR2), on note chez les enseignants formés une

tendance déjà identifiée précédemment dans la littérature (Guedj et Dusseau, 1999) : celle de faire de l'histoire des sciences la « cerise sur le gâteau » de l'enseignement, dans la mesure où elle intervient après que les savoirs ont été introduits, sans apporter de connaissance nouvelle.

Il semble finalement que l'exposition explicite de l'histoire dans les documents produits soit plus guidée par des préoccupations d'ordre culturel, voire par le soucis de répondre clairement à la consigne « s'appuyer sur tout ou partie du *corpus* ».

Cette analyse des productions écrites devra toutefois être renforcée par celle des enregistrements audios afin de proposer une discussion complète lors des Rencontres de l'ARDiST.

Nous supposons que la ressource que nous proposons serait exploitée de façon plus riche si les enseignants étaient sensibilisés aux différentes dimensions que le recours à l'histoire des sciences permet d'explorer, et que des exemples concrets de situations pédagogiques basées sur l'histoire leur étaient présentés. C'est ce que nous avons proposé *a posteriori* à notre groupe d'enseignants dans une troisième phase de formation.

Bibliographie

Besson, U. (2001). Students' conceptions of fluids. *International Journal of Science Education*, 26(14). http://dx.doi.org/10.1080/0950069042000243745

Chapron, E., & Boutier, J. (2013). Utiliser, archiver, éditer : Usages savants de la correspondance en Europe XVIIe -XVIIIe siècles. *Bibliothèque de l'École des chartes, 171*(1), 7-49. JSTOR.

Crépin-Obert, P. (2010). *Construction de problèmes et obstacles épistémologiques à propos du concept de fossile : Étude épistémologique comparative entre des situations de débat à l'école primaire et au collège et des controverses historiques du XVIIe au XIXe siècle* [Phdthesis, Université de Nantes].

Guedj, M. & Dusseau, J-M. (1999). A propos d'une formation des enseignants de sciences physique à l'épistémologie et à l'histoire des sciences. Bulletin de l'Union des Physicien, 93(815), 991-1005.

Guedj, M. (2005). Utiliser des textes historiques dans l'enseignement des sciences physique en classe de seconde des lycée français : Compte rendu d'innovation. *Didaskalia, 26*, 75-95. https://doi.org/10.4267/2042/23942

Gueudet, G. & Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : Genèses, collectifs, communautés. *Éducation et didactique*, 2(3), 7-33. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.342

de Hosson, C. (2011). *L'histoire des sciences : un laboratoire pour la recherche en didactique et l'enseignement de la physique* [HDR]

de Hosson, C. & Caillarec, B. (2009). L'expérience de Blaise Pascal au Puy de Dôme : analyse des difficultés des étudiants de premier cycle universitaire et confrontation historique. *Didaskalia*, 34, 105-130. https://doi.org/10.4267/2042/30431

Kariotoglou, P. & Psillos, D. (1993). Les modèles des élèves sur la pression et leurs implications pour l'enseignement. *Aster*, 19, 157-173. https://doi.org/10.4267/2042/8618

Maurines, L., Gallezot, M., Ramage, M.-J., & Beaufils, D. (2013). La nature des sciences dans les programmes de seconde de physique-chimie et de sciences de la vie et de la

Terre. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies, 7*. https://doi.org/10.4000/rdst.674

Torrini, M. (1999). La correspondance de Galilée entre chronique et histoire des sciences/Galileo's correspondence between chronicle and history of science. *Revue d'histoire des sciences*, *52*(1), 139-154. https://doi.org/10.3406/rhs.1999.1347

Tytler, R. (1998). Children's conceptions of air pressure : Exploring the nature of conceptual change. *International Journal of Science Education*, 20(8), 929-958. https://doi.org/10.1080/0950069980200803

Modélisation des transformations chimiques : analyse de textes institutionnels

Bouard, Rémi[(1)], Canac, Sophie[(2)] , Kermen, Isabelle[(3)]
[(1)]LDAR, Université Paris Cité – France
[(2)]LDAR, Univ Paris Est Créteil, Université Paris Cité, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN – France
[(3)]CREAD, Université de Bretagne Occidentale – France

Résumé

Le récent programme de physique-chimie de la classe de seconde en France met en avant la démarche de modélisation des transformations chimiques par une réaction chimique. Cette communication vise à présenter l'analyse de la modélisation proposée dans le programme et la ressource officielle associée. Des considérations épistémologiques et didactiques permettent d'élaborer une grille d'analyse composée d'indicateurs à rechercher dans ces textes. Ils proposent tous les deux une démarche inductive de construction du modèle, et ne soulignent pas les caractères explicatif et prédictif du modèle. Le caractère unificateur du modèle et sa symbolique ne sont évoqués que dans la ressource.

Mots-clés :

modèle ; modélisation ; transformation chimique ; réaction chimique ; programme

Introduction

Cette communication présente une analyse épistémologique et didactique des récents textes institutionnels (programme et document d'accompagnement, 2019) relatifs à la modélisation des transformations chimiques en classe de seconde (élèves de 15-16 ans) en France. Dans le cadre d'une recherche sur les pratiques ordinaires d'enseignants abordant la modélisation des transformations chimiques, l'étude de ces textes a constitué un préalable pour documenter le déterminant institutionnel des pratiques (Robert, 2008) afin d'évaluer son influence sur la conception et la mise en œuvre des séances. Cette étude fait l'objet de cette communication.

Le modèle scientifique

Un modèle scientifique est une « construction intellectuelle de quelque chose (…) sciemment et délibérément infidèle à ce qu'il modélise » (Soler, 2013, p. 183). Cet écart avec la réalité permet au modèle de jouer un rôle d'outil efficace pour résoudre des problèmes particuliers (*ibid.*). Il convient donc de bien identifier le phénomène à modéliser (Justi & Gilbert, 2002) et de le distinguer du modèle (Morge & Doly, 2013) en repérant notamment les aspects du réel écartés. Plusieurs phénomènes peuvent être interprétés par un même modèle lui conférant un caractère unificateur. Un modèle sert à décrire, expliquer et prévoir (Robardet & Guillaud, 1997), il peut être symbolisé. Il a un domaine de validité (localité) restreint à l'ensemble des phénomènes qui le rendent efficace (Soler, 2013).

Modèle et modélisation en contexte scolaire

Le modèle est le résultat du processus de modélisation (Larcher, 1996). Pour les propriétés de la matière, deux exemples de modélisation alternant des phases d'enrichissement du modèle et d'interprétation (du registre expérimental vers le modèle) et des phases prédictives (du modèle vers le registre expérimental) ont été étudiés en France (Chomat et al., 1988; Larcher et al., 1990). Pour Adúriz-Bravo (2013), l'action de modéliser ou modélisation correspond en contexte scolaire à l'un des quatre processus suivants : construire un nouveau modèle, utiliser un modèle pour expliquer des faits scientifiques, améliorer des modèles déjà établis et apprendre à appliquer des modèles existants dans un contexte d'apprentissage.

Le savoir modélisation des transformations chimiques

Des auteurs (Sjöström et al., 2020; Taber, 2020) soulignent l'importance d'une approche thermodynamique pour traiter la transformation chimique des substances. Talanquer (2015) voit l'équilibre chimique comme un concept seuil dont la non-compréhension peut empêcher toute progression des apprenants en chimie. Le modèle macroscopique réaction chimique peut être considéré comme la première étape simplificatrice d'une approche thermodynamique des transformations chimiques ayant pour objectif l'introduction du concept d'équilibre chimique dans le programme de Terminale (Kermen, 2018). Dans ce cadre (Kermen, 2018), la transformation chimique fait partie du registre expérimental et est

décrite à partir de la réalité perçue (phénomènes observés) et dans la réalité idéalisée comme un bilan en termes d'espèces chimiques entre deux états du système considéré.

Problématique

Les programmes de lycée accordent une « place essentielle » (MEN 2019a, p. 4) à la modélisation développée notamment dans la partie traitant des transformations chimiques. La ressource Éduscol (2019, p. 2) en lien avec cette partie du programme précise que « la démarche proposée s'appuie sur une situation développée dans le cadre de travaux didactiques par Isabelle Kermen ». Cette démarche correspond à ce que Sjöström et al. (2020) nomment un modèle « didaktik » de séquence pour guider la réflexion et les choix des enseignants avant et pendant les séances. Compte tenu des difficultés que la distinction entre le registre expérimental (transformation chimique) et le registre des modèles (réaction chimique) a posé aux enseignants (Kermen & Méheut, 2008), une étude des textes institutionnels - programme et ressource Éduscol - vise à déterminer en quoi ils pourraient constituer une source de réflexion et un guide pour l'action en classe lors de la modélisation des transformations chimiques, modélisation entendue aux sens d'Adúriz-Bravo (2013).
Notre question de recherche est alors la suivante :
Quelle élaboration de la modélisation des transformations chimiques par les élèves les textes officiels préconisent-ils ?

Élaboration d'une grille d'analyse

À partir de l'étude des caractéristiques d'un modèle et de l'étude didactique du savoir, nous définissons 7 critères transposés de certaines caractéristiques générales d'un modèle (colonne gauche du tableau 4) à la réaction chimique (colonne droite du tableau 4) pour appuyer la construction d'une grille d'analyse des textes officiels.

Caractéristiques générales d'un modèle		Transposition à la réaction chimique (caractéristiques spécifiques)
Lien modèle – phénomène modélisé		
C1	Il est le modèle d'un phénomène.	La réaction chimique modélise la / des transformation(s) chimique(s), ces deux concepts sont distincts.
C2	Il laisse certains aspects du réel de côté.	Des aspects sont explicitement non pris en compte (variation des paramètres physiques, descriptions phénoménologiques, …).
Pluralité		
C3	Il possède un caractère unificateur.	La réaction modélise les transformations de systèmes dont les états initiaux et finaux diffèrent mais dont le devenir de certaines espèces toujours présentes à l'état initial est similaire.
Efficacité		
C4	Il peut être symbolisé.	L'équation symbolise la réaction. Elle contient de nombreuses informations.
C5	Il a un caractère explicatif.	La réaction permet d'expliquer des observations qualitatives à partir de la nature des espèces mises en jeu ou quantitatives à partir de la stœchiométrie.
C6	Il a un caractère prédictif.	La réaction permet de prévoir des observations qualitatives à partir de la nature des espèces mises en jeu ou quantitatives à partir de la stœchiométrie.
Localité		
C7	Il a un domaine de validité.	Une réaction ne modélise que des transformations où l'un des réactifs au moins disparaît et pour des systèmes de composition qualitative similaire.

Tableau 4 : Application des caractéristiques générales d'un modèle au modèle réaction chimique

Pour chacune des quatre acceptions de la modélisation en contexte scolaire (Construction, Application, Amélioration et Apprentissage) (Adúriz-Bravo, 2013), nous élaborons des indicateurs *a priori* centrés sur la recherche d'actions possibles d'un enseignant abordant en classe une caractéristique du modèle réaction chimique (Tableau 1). Ces indicateurs proviennent d'un croisement entre l'analyse didactique du savoir et nos expériences d'observation de classe en formation ou en recherche (Kermen & Colin, 2017). L'acception Amélioration correspondant aux transformations non totales abordées en classe de terminale (MEN, 2019b) est exclue. La liste des indicateurs est finalisée après accord entre les trois chercheurs. La grille complète ainsi construite comporte 44 indicateurs dont nous présentons un extrait dans le tableau 2.

Caractéristiques	n°	Indicateur	Programme ou Ressource
		Construction du modèle « réaction chimique »	
C1 Il est le modèle d'un phénomène	i14	Annoncer la construction d'un modèle	P et R
	i15	Faire des allers et retours entre modèle en construction et bilans expérimentaux	
	i16	Utiliser le terme « réaction » comme le modèle de la transformation chimique	P et R
	i17	Faire établir la liste des réactifs	P et R
	i18	Faire établir la liste des produits	P et R
	i19	Faire établir la liste des espèces spectatrices	R
	i20	S'appuyer sur des principes théoriques pour étayer ou écarter des propositions	
	i21	Faire établir un lien (approximatif) entre des quantités de matière pertinentes dans une transformation	R
	i22	Faire utiliser la conservation des éléments chimiques pour ajuter l'équation de réaction	P et R
C2 Il laisse les aspects du réel de côté	i23	Faire écarter des paramètres physiques	
C3 Il possède un caractère unificateur	i24	Faire réaliser plusieurs transformations chimiques similaires	R
	i25	Faire remarquer que les réactifs et les produits sont les mêmes pour des transformations similaires	R
	i26	Faire remarquer que les relations entre variations de quantités de matière pertinentes sont les mêmes pour des transformations similaires	R
	i27	Rechercher la relation de proportionnalité entre les variations de quantités de matière	R
C4 Il peut être symbolisé	i28	Dire que l'équation s'écrit avec les formules chimiques (des espèces)	R
	i29	Expliciter la signification des symboles + et →	
	i30	Faire le lien entre les proportions déterminées précédemment et les nombres stœchiométriques	R
C7 Il a un domaine de validité	i31	Ne pas utiliser de langage microscopique pour l'équation	R
	i32	Indiquer que seules les transformations totales sont concernées	

Tableau 2 : Extrait de la liste des indicateurs limité à l'acception « construction » de la modélisation

Une lecture précise des textes officiels - programme (MEN 2019a, pp. 4-8) et ressource Éduscol (2019) - ainsi que l'interprétation des intentions et prescriptions qui y figurent amènent au remplissage de la grille des indicateurs (colonne de droite du tableau 2). Dans l'acception « construction du modèle », nous proposons entre autres pour C1 des indicateurs relatifs à l'établissement de la liste des réactifs, produits et espèces spectatrices (indicateurs i17, i18 et i19 du Tableau 2). Dans le programme (MEN, 2019a), les phrases du bloc d'introduction précisant la démarche nécessaire pour obtenir les « espèces chimiques présentes dans l'état initial et qui ont réagi » et « celles présentes dans l'état final et qui ont été formées » nous permettent de valider i17 et i18. Dans la ressource (Éduscol, 2019), une partie intitulée « sélectionner les espèces chimiques qui ont réagi (réactifs) ou ont été formées (produits) » nous permet de valider i17 et i18. Nous validons également i19 puisque

la notion d'espèces spectatrices est évoquée dans la même partie, alors qu'elle ne l'est pas dans le programme.
Après avoir réalisé ce travail pour l'ensemble des indicateurs, l'analyse de ceux présents ou non dans la grille de résultats nous permet de caractériser l'élaboration proposée par les textes officiels.

Résultats

Seuls 2 critères (C1 et C6) sont présents dans le programme. La ressource en comporte 3 (C1, C3 et C4).
Dans le programme, nous trouvons 13 indicateurs, dont 12 dans les parties concernant la Construction du bilan transformation chimique (7) et celle du modèle (5), 1 indicateur dans la catégorie Application et aucun dans Apprentissage. Dans la ressource, nous repérons 26 indicateurs dont les trois quarts dans la catégorie Construction.
Trois critères (C2, C5, C7) sont absents de ces deux textes : aucun indicateur correspondant aux aspects du réel laissés de côté, au caractère explicatif d'un modèle ou au domaine de validité du modèle n'y est repéré. Est également absent du programme tout ce qui correspond à l'exploitation des mesures expérimentales, au caractère unificateur du modèle ou sa symbolique ; ces indicateurs sont repérés dans la ressource uniquement. Dans les deux textes les indicateurs en lien avec des allers-retours possibles modèle-expérience n'apparaissent pas, ni la possibilité de prendre un appui théorique pour la modélisation.

Discussion et conclusion

Notre analyse révèle 26 indicateurs dans les ressources, soit deux fois plus que dans le programme, mais les fonctions explicatives et prédictives du modèle ne sont pas mentionnées, ni son champ d'application. Pourtant, explorer les limites du modèle ou son champ d'application de façon explicite est nécessaire pour aider les élèves à voir dans le modèle un outil de réflexion (Taber, 2015). La démarche proposée lors de la phase de construction (transformation chimique et modèle) nous semble discutable. Elle fournit une vision inductive de la construction du modèle, contestable dans la mesure où l'élaboration de ce dernier repose aussi sur des considérations théoriques (Justi & Gilbert, 2002) avec des allers-retours entre modèle et registre expérimental (Chomat et al., 1988).
Dans la mesure où les textes institutionnels ne donnent pas d'exemple d'évaluation de la notion de modèle ou de ses fonctions explicatives et prédictives, nous faisons l'hypothèse que cela n'incite pas les enseignants à faire explicitement travailler les élèves avec des modèles et réfléchir sur leurs fonctions

Bibliographie

Adúriz-Bravo, A. (2013). A 'Semantic' View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education*, 22(7), 1593-1611. https://doi.org/10.1007/s11191-011-9431-7

Chomat, A., Larcher, C., & Méheut, M. (1988). Modèle particulaire et activités de modélisation en classe de quatrième. *Aster*, 7, 143-184. https://doi.org/10.4267/2042/9222

Éduscol. (2019). Modéliser, au niveau macroscopique, une transformation chimique par une réaction chimique. En ligne <https://eduscol.education.fr/1648/programmes-et-ressources-en-physique-chimie-voie-gt>

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. http://doi.org/10.1080/09500690110110142

Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée.* Presses Universitaires de Rennes.

Kermen, I., & Colin, P. (2017). Trois mises en œuvre d'une transformation chimique pour introduire le thème des piles : Des choix didactiques très contrastés. *Éducation & didactique*, 11(2), 187-212. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2772

Kermen, I., & Méheut, M. (2008). Mise en place d'un nouveau programme à propos de l'évolution des systèmes chimiques : Impact sur les connaissances professionnelles d'enseignants. *Didaskalia*, 32, 77-116. https://doi.org/10.4267/2042/23981

Larcher, C. (1996). La physique et la chimie, sciences de modèles. In J. Toussaint (Éd.), *Didactique appliquée de la physique-chimie* (p. 160-178). Nathan.

Larcher, C., Chomat, A., & Méheut, M. (1990). A la recherche d'une stratégie pédagogique pour modéliser la matière dans ses différents états. *Revue française de pédagogie*, 93(1), 51-61. https://doi.org/10.3406/rfp.1990.1373

Ministère de l'Éducation Nationale. (2019a). Programme de l'enseignement de physique-chimie de la classe de seconde générale et technologique. BOEN Spécial n°1 du 22 janvier 2019.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2019b). Programme de physique-chimie de terminale générale. BOEN Spécial n°8 du 25 juillet 2019.

Morge, L., & Doly, A.-M. (2013). L'enseignement de notion de modèle : Quels modèles pour faire comprendre la distinction entre modèle et réalité ? *Spirale. Revue de recherches en éducation*, 52(1), 149-175. https://doi.org/10.3406/spira.2013.1066

Robardet, G., & Guillaud, J.-C. (1997). *Éléments de didactique des sciences physiques*. Presses Universitaires de France.

Robert, A. (2008) La double approche didactique et ergonomique pour l'analyse des pratiques d'enseignants de mathématiques. In F. Vandebrouck, *La classe de mathématiques : Activités des élèves et pratiques des enseignants* (p. 59-68). Octarès éditions.

Sjöström, J., Eilks, I., & Talanquer, V. (2020). Didaktik models in chemistry education. *Journal of chemical educatio*n, 97(4), 910-915. https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b01034

Soler, L. (2013). Qu'est-ce qu'un modèle scientifique ? *Spirale - Revue de recherches en éducation*, 52(1), 177-214. https://doi.org/10.3406/spira.2013.1067

Taber, K. S. (2015). The role of conceptual integration in understanding and learning chemistry. In J. García-Martínez & E. Serrano-Torregrosa (Eds.), *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (p. 375-394). Wiley.

Taber, K. S. (2020). Conceptual confusion in the chemistry curriculum : Exemplifying the problematic nature of representing chemical concepts as target knowledge. *Foundations of Chemistry*, 22(2), 309-334. https://doi.org/10.1007/s10698-019-09346-3

Talanquer, V. (2015). Threshold concepts in chemistry : The critical role of implicit schemas. *Journal of Chemical Educatio*n, 92(1), 3-9. https://doi.org/10.1021/ed500679k

Annexe 1

EXTRAIT E :
Réponse de Ricci à Torricelli, 18 juin 1644

J'admire la noble bravoure de Votre Seigneurie d'avoir pris en considération quelque chose qui n'a été vu par personne jusqu'alors et qui est tellement probable qu'hormis deux objections que je prie Votre Seigneurie de bien vouloir résoudre, je considère que c'est ce qu'il y a de plus vrai et de plus raisonnable que l'on puisse dire dans une telle affaire.

Il me semble tout d'abord que nous pouvons exclure l'action de l'air pesant sur la surface extérieure du *vif-argent* qui se trouve dans *la cuve* en plaçant un couvercle de sorte que l'air au-dessus *de la cuve* ne communiquerait plus avec lui ; l'air pèserait alors non plus sur la surface du *vif-argent*, mais sur le couvercle, et le *vif-argent* se maintenant suspendu comme auparavant, on ne peut plus attribuer l'effet au poids de l'air. Deuxièmement, qu'on prenne une seringue et que son piston y soit entièrement enfoncé, de sorte qu'il chasse tous les autres corps par son volume, puis bouchons le trou à l'extrémité, et retirons de force le piston, on ressent une grande résistance, et cela ne se produit pas seulement en tenant la seringue vers le bas, et le piston en haut, sur la poignée duquel l'air pèse, mais cela se produit dans toutes les directions ; et pourtant, il ne semble pas qu'on puisse facilement comprendre dans ces cas en quoi le poids de l'air y est pour quelque chose.

C'est ce que ma folie m'a administré en opposition au bon sens de Votre Seigneurie, qui devra excuser le désir que j'ai de comprendre parfaitement la solution des objections que j'oppose, afin d'en être ensuite un défenseur absolu.

Annexe 2

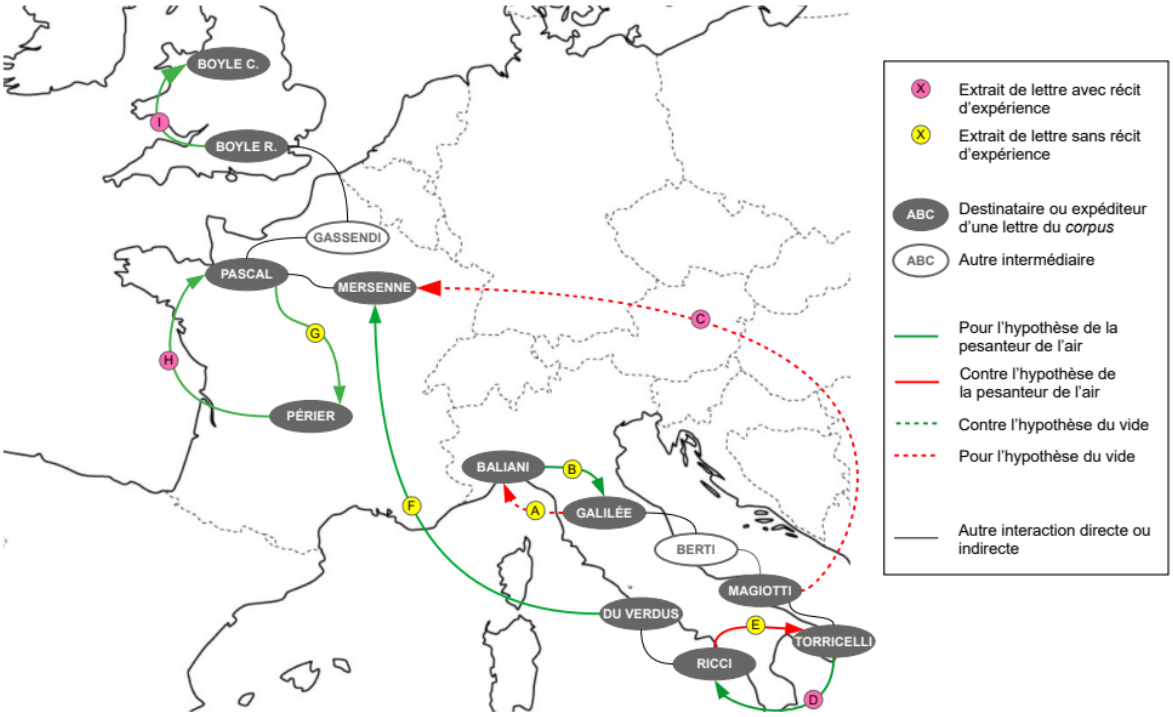


Figure 1 : Représentation de liens conceptuels entre les éléments du *corpus*

Proposition didactique pour la construction du concept physique de volume en cycle 3

Javoy, Sandra[1]
[1] Université d'Orléans, F-45000 Orléans, France
LDAR, Université de Paris-Cité, Univ. Paris Est Créteil, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN – France

Résumé

Cette contribution présente un scénario d'enseignement de certaines caractéristiques macroscopiques du concept de volume en cycle 3, prérequis à la conceptualisation de la densité, et les résultats de son expérimentation avec deux élèves de CM2. Sa construction repose sur une analyse de contenu du concept de volume et sur un examen du cadre institutionnel et des conceptions des élèves sur cette grandeur physique. La proposition didactique engage une exposition à des activités expérimentales de comparaison, en dehors de toute mesure, et s'appuie sur le cadre du changement conceptuel, favorisé par l'émergence de conflits cognitifs grâce au modèle « Prédire-Observer-Expliquer ». Sa mise en œuvre sous forme de Teaching Experiment a pour objectif d'atteindre les processus d'apprentissage qui s'opèrent et de saisir le degré d'appropriation par les élèves des savoirs visés. Les résultats montrent des effets positifs de la stratégie didactique, à confirmer par une expérimentation en classe.

Mots-clés :

Scénario d'enseignement ; Volume ; Activités expérimentales de comparaison ; Changement conceptuel

Cette contribution s'inscrit dans une recherche portant sur la construction du concept de densité en cycle 3 en France, mentionné dans les textes officiels[60] comme exemple de propriété permettant de caractériser et distinguer des matériaux. Les études de Piaget & Inhelder (1941) et Hashweh (2016) montrent que la conceptualisation de la densité passe nécessairement par celle du volume. Un scénario d'enseignement de caractéristiques macroscopiques du volume d'un solide ou d'un liquide en cycle 3 a ainsi été élaboré et expérimenté.

Problématique et question de recherche

Les études de Dawkins et *al.* (2008) et d'Akatugba & Wallace (1999) indiquent qu'une introduction trop précoce du formalisme mathématique et l'utilisation de relations mathématiques peuvent détourner les élèves du sens physique de certaines grandeurs et faire écran à leur compréhension. Molvinger et *al.* (2017) indiquent que

> « les travaux de recherche en psychologie et en didactique sur l'enseignement des grandeurs depuis de nombreuses années suggèrent d'aborder chaque grandeur à partir d'activités de comparaisons directes, puis indirectes avant d'introduire la mesure de ces grandeurs ».

L'hypothèse de travail est qu'une introduction du volume par sa mesure et l'utilisation de relations mathématiques peut faire obstacle à la construction de son sens physique et qu'une approche dans un premier temps en dehors de sa quantification serait préférable. Passelaigue (2011) montre pour le concept de masse qu'une introduction en CE1 à partir d'activités de comparaison avant la mesure a permis une meilleure conceptualisation de cette grandeur. La présente étude vise à déterminer dans quelle mesure l'exposition à des activités expérimentales de comparaison, en dehors de toute mesure, peut favoriser la construction par les élèves de certaines caractéristiques macroscopiques du volume.

Méthodologie

Proposition didactique

La proposition didactique émane d'une analyse de contenu du concept de volume et d'un examen du cadre institutionnel et des conceptions des élèves sur cette grandeur physique. L'analyse de contenu procède d'un examen approfondi (présenté sous forme de carte conceptuelle dans la Figure 9) des caractéristiques macroscopiques du volume d'un solide ou d'un liquide[61], en tant que grandeur physique rendant compte de l'espace occupé par le solide ou le liquide, et des méthodes usuelles pour la quantifier[62]. L'examen du cadre institutionnel et des conceptions des élèves (Javoy et *al.*, 2018 et 2019) semble valider l'hypothèse de travail. En effet, les élèves en début de 6e ne conçoivent apparemment pas le

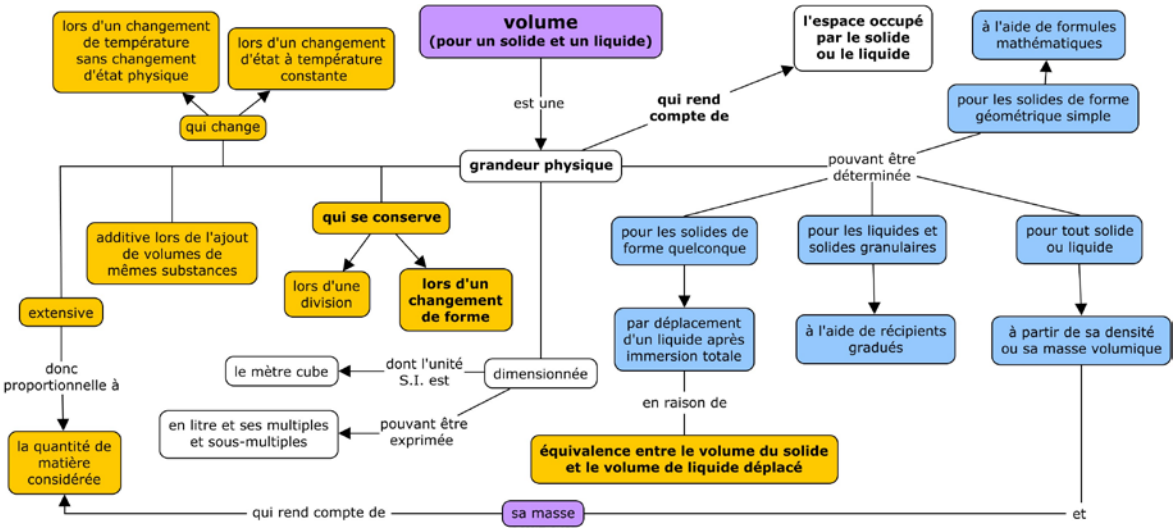
60 BO de juillet 2020 : https://eduscol.education.fr/74/j-enseigne

61 Figurant parmi les attendus de fin de cycle 4

62 Identifiées notamment lors d'une analyse de la construction historique des concepts de volume et de densité, non présentée en raison du format de la communication

sens physique du volume qu'ils associent à une forme géométrique et à sa mesure par des relations (sens mathématique du volume) pouvant s'expliquer par la prévalence de l'approche mathématique de la grandeur à l'école primaire. Le rôle fonctionnel du volume dans la vie quotidienne[63] les conduit aussi à associer le volume à une quantité de matière et à opérer une distinction entre le volume d'un solide et d'un liquide, conception nourrie par l'utilisation d'unités de mesure différentes selon l'état physique. Ces conceptions ne permettent pas aux élèves de concevoir la conservation du volume lors d'un changement de forme.

Figure 9 : Carte conceptuelle des caractéristiques macroscopiques du volume d'un solide ou d'un liquide (en orange) et des méthodes usuelles pour le quantifier (en bleu)



La proposition didactique vise à construire, à partir des conceptions des élèves, le sens physique du volume, l'équivalence entre le volume d'un solide et le volume d'un liquide déplacé lors de son immersion totale et sa conservation lors d'un changement de forme, éléments (en gras dans la Figure 9) prérequis à la conceptualisation de la densité (Javoy et *al.*, 2018 et 2019). Dans cet objectif et pour répondre à la question de recherche, des activités expérimentales de comparaison, en dehors de toute mesure, ont été construites et agencées sous forme d'un scénario d'enseignement (Figure 10) où des notions sont réinvesties d'une activité à l'autre. Le modèle « Prédire-Observer-Expliquer » (White & Gunstone, 1992) est utilisé dans les deux dernières activités pour favoriser le changement conceptuel (Hewson & Hewson, 1983) par la création de conflits cognitifs (Posner et *al.*, 1982).

Expérimentation

La proposition didactique a été éprouvée sous forme de Teaching Experiment (Komorek & Duit, 2004). Cette méthodologie de recherche recourt à une stratégie d'entretien de type

63 Par exemple dans les recettes de cuisine

piagétien[64] pour tester des situations d'enseignement-apprentissage face à un nombre limité d'élèves, où le chercheur assure les rôles d'interviewer et d'enseignant. Elle permet d'atteindre les conceptions et raisonnements des élèves et les processus d'apprentissage qui s'opèrent[65] lors de l'exposition à des activités d'enseignement et donc ici d'apprécier les effets de la proposition didactique.

L'expérimentation a été réalisée en une séance d'1h auprès de deux élèves (R et C par la suite) d'une même classe de CM2 (pour faciliter les échanges entre élèves) et non encore exposés au sens physique du concept de volume durant leur scolarité. L'expérimentation et un entretien mené un mois après ont été filmés et analysés qualitativement. L'objectif de l'entretien (réalisé aussi sous forme de Teaching Experiment avec les deux élèves) était de saisir le degré d'appropriation par les élèves des savoirs visés, en leur demandant d'expliciter ce qu'ils avaient retenu de la séance.

64 Via les interventions de l'interviewer, cette stratégie procède à l'expression par les élèves de leurs idées avec leur justification et à les amener à prendre conscience des limites de leurs conceptions et raisonnements pour les conduire à un changement conceptuel

65 Incluant des processus de négociation entre élèves lors de l'apparition de conflits sociocognitifs, prégnants lorsqu'un dispositif d'enseignement de type socioconstructiviste est mis en œuvre, comme dans la présente étude

Savoir visé	Conception(s) initiale(s)	Activité et objectifs	Conditions susceptibles de favoriser la construction du savoir visé (photos en annexe)
Le volume d'un solide rend compte de l'espace qu'il occupe, tandis que sa forme rend compte de la façon dont il occupe l'espace	Volume d'un solide associé à sa forme (Javoy et *al*. 2018 et 2019)	1re activité : description « à l'aveugle » de 3 solides différents, par un élève à d'autres élèves devant ensuite retrouver les objets décrits parmi d'autres Objectifs : 1) différenciation « forme » et « volume » 2) association du volume d'un solide à l'espace qu'il occupe	Pour favoriser l'expression des critères descriptifs d'un objet, la comparaison des objets et *in fine* différencier « forme » et « volume » : -mobilisation de différents sens (toucher, thermoception et baryque) avant de voir les objets -utilisation de solides de très différents volumes et masses et de formes géométriques et matériaux variés (photo 1) Pour favoriser l'ancrage : réitération de l'activité en changeant les rôles entre élèves, après examen des critères descriptifs d'un objet et introduction du sens physique du volume d'un solide
Le volume d'un liquide déplacé lors de l'immersion totale d'un solide est équivalent au volume du solide	-Volume d'un liquide associé à sa forme ou/et à une quantité de matière (Javoy et *al*. 2018 et 2019) -Volume d'un liquide déplacé dépend de la masse du solide (Hashewh, 2016)	2e activité : prévision et vérification par l'expérience du volume d'eau déplacé lors de l'immersion totale d'un solide Objectifs : 1) construction de l'équivalence entre le volume d'un solide et le volume d'eau déplacée lors de son immersion totale, quelle que soit sa forme et sa masse 2) extension de la définition du volume d'un solide à celui d'un liquide	Pour favoriser la prise de conscience de l'équivalence entre le volume d'eau déplacée et le volume du solide, en dehors de toute mesure : utilisation d'un vase à débordement et d'un récipient de récupération de l'eau déplacée de même forme que le solide immergé et de contenance équivalente au volume de l'objet (photo 2), permettant de comparer l'espace occupé par le solide dans le récipient avant immersion à celui de l'eau déplacée dans le récipient après immersion Pour favoriser l'ancrage et préparer l'activité suivante : réitération de l'activité avec un objet de forme géométrique et masse différentes Nécessité : objets de matériaux plus dense que l'eau
Il y a conservation du volume d'un solide ou d'un liquide lors de son changement de forme	Volume d'un solide associé à sa forme => le volume d'un solide ou d'un liquide change si sa forme change (Javoy et *al*. 2018 et 2019)	3e activité : prévision et construction d'un protocole permettant de comparer le volume de deux solides de formes différentes puis prévision et vérification par l'expérience du changement ou non du volume d'un morceau de pâte à modeler après déformation Objectifs : 1) ancrage de la différenciation « forme » et « volume », des objets de formes différentes pouvant avoir le même volume 2) construction de la conservation du volume d'un solide après sa déformation	Pour favoriser la différenciation entre « forme » et « volume » : utilisation de solides de formes différentes mais de volumes identiques Pour comparer le volume des solides en dehors de leur mesure : comparaison des volumes d'eau déplacés lors de leur immersion à l'aide d'un vase à débordement et d'un récipient de récupération d'eau de forme haute et étroite permettant de comparer les volumes à partir de la comparaison de la hauteur d'eau dans le récipient (photo 3) Nécessités : objets de matériaux plus dense que l'eau et pâte à modeler résistante à l'eau

Figure 10 : Scénario d'enseignement

Principaux résultats

1re activité

Les attendus de cette première activité sont présentés dans la Figure 11. Comme prévu, R et C sont en difficulté avec le concept de volume : association de la grosseur des objets à leur surface avant d'évoquer leur taille. Après examen des critères descriptifs d'un objet à partir des mots et adjectifs utilisés par les élèves, la chercheuse (S) introduit le sens physique du volume : « le volume d'un objet ça va être l'espace occupé par l'objet » tandis que « la forme c'est la façon dont l'objet occupe l'espace ».
La réitération de l'activité semble permettre aux élèves de différencier ces concepts. C décrit un 1er objet : « c'est rectangulaire, c'est dur, c'est léger, heu ça prend beaucoup de place », un 2e : « la forme c'est rond […] le volume enfin ça prend plus de / c'est plus gros que la paume de la main » et un 3e : « le volume ben c'est tout petit enfin assez petit ».
Parmi les objets proposés se trouve une boule de pâte à modeler et lorsque S demande si en changeant la forme de la pâte à modeler, son volume change, les élèves évoquent dans un premier temps un changement de volume avant d'hésiter : « parce que à la base c'est toujours la même pâte […] ça fait le même volume ben au final il y a autant de pâte » (C).

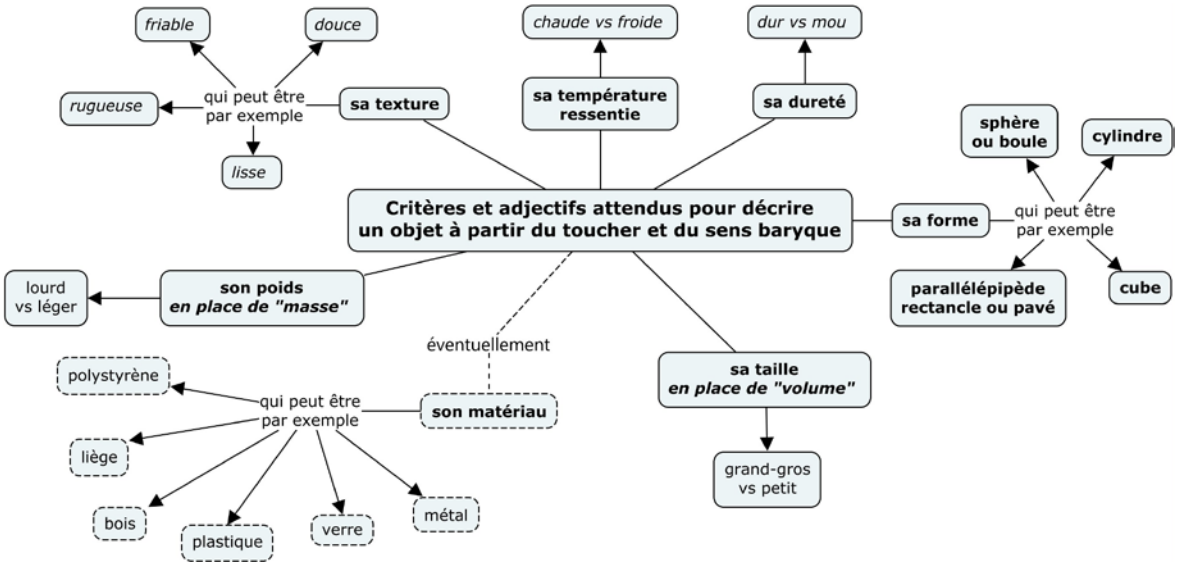


Figure 11 : Critères et adjectifs attendus pour la 1re activité

2e activité

Bien que ce soit leur première exposition à un vase à débordement, R et C n'ont aucune difficulté à comprendre son fonctionnement et à s'en servir sans intervention de S. Comme attendu, ils ne prévoient pas que le volume d'eau déplacée est identique à celui de l'objet immergé et pensent que l'eau ne remplira que la moitié du récipient parce que l'objet « est pas très gros ». La réalisation de l'expérience leur permet de confronter leur prévision et de construire l'équivalence entre le volume d'eau déplacée et le volume de l'objet qu'ils justifient :

> C : ben si en fait c'est logique vu qu'il (cube) fait la taille du récipient (cubique de contenance identique au volume du cube) ben vu qu'il fait la taille du récipient […] dans l'eau il prend à peu près la même place que le récipient
> R : oh c'est vrai (étonné de voir l'eau remplir complètement le récipient)
> C : et du coup quand l'eau elle va couler et ben l'eau elle va remplir tout le récipient parce que le cube il fait à peu près sa taille

Le mot « taille » est progressivement remplacé par « espace » puis « volume » grâce à la réitération de l'expérience avec un objet de forme et volume différents et grâce à la 3e activité. L'association du volume d'un solide au volume d'eau qu'il déplace lors de son immersion permet d'étendre la définition du volume d'un solide au volume d'un liquide.

3e activité

Pour classer selon leur volume des objets de formes différentes, R et C comparent au départ leurs dimensions. R essaie ensuite de s'imaginer le volume des objets si leur forme était identique. R semble ici avoir construit la différence entre « forme » et « volume ». Il propose enfin d'utiliser le vase à débordement pour comparer les volumes en comparant les niveaux d'eau déplacée dans l'éprouvette utilisée dans la 2e activité. L'utilisation d'objets de formes différentes mais de volume identique permet un ancrage de la différence entre « forme » et « volume » : « ben la forme ils ne sont pas pareil le volume c'est exactement pareil » (R), puis C indique au sujet du volume : « ben c'est l'espace qu'il prend » par rapport à la forme : « ben c'est la façon dont il l'occupe ».
Contrairement à la fin de la 1re activité où les élèves hésitaient sur la conservation du volume de la pâte à modeler après déformation, R et C prévoient maintenant avec assurance sa conservation et proposent spontanément un protocole avec le vase à débordement et l'éprouvette pour le vérifier. Ils justifient la conservation du volume en mobilisant à nouveau la conservation de la matière : « ben vu que on n'a pas refait de la pâte ».

Entretien post-expérimentation

Interrogés sur la définition de « volume » et « forme », les élèves indiquent aisément que l'un renvoi à l'espace occupé et l'autre à la façon dont l'espace est occupé. Ils mentionnent spontanément l'équivalence entre le volume d'un solide et le volume d'eau qu'il déplace lorsqu'il est immergé et mobilisent la comparaison des volumes d'eau déplacée pour comparer les volumes de deux objets de formes différentes.

Conclusion et perspectives

La proposition didactique engageant une exposition à des activités expérimentales de comparaison en dehors de toute mesure et mobilisant le cadre du changement conceptuel semble avoir permis aux élèves de construire les savoirs visés. L'expérimentation de la proposition didactique ayant été menée sous forme de Teaching Experiment, elle ne prend pas en compte la complexité d'une classe et « l'épistémologie de l'enseignant » au sens d'Arsac & Mante (1989). Une mise en œuvre avec différentes classes et différents

enseignants permettrait d'étudier la façon dont les enseignants s'emparent du scénario d'enseignement et d'apprécier plus finement ses effets sur l'apprentissage des élèves.

Bibliographie

Akatugba A. H. & Wallace J. (1999). Mathematical Dimensions of Students' Use of Proportional Reasoning In High School Physics. *School Science and Mathematics,* (1), 31-41

Arsac G. & Mante M. (1989). Le rôle du professeur : Aspects pratiques et théoriques, reproductibilité. *Cahiers du Séminaire de Didactique des mathématiques et de l'informatique*, 79-105

Dawkins K. R., Dickerson D. L., McKinney S. E. & Butler, S. (2008). Teaching Density to Middle School Students: Preservice Science Teachers'Content Knowledge and Pedagogical Practices. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 82(1), 21-26

Javoy S., Decroix A.-A. & de Hosson C. (2018). Les conceptions des élèves qui pourraient faire obstacle à l'apprentissage de la densité en cycle 3. *10e rencontres de l'ARDIST*. Saint-Malo, France

Javoy S., Decroix A.-A. & de Hosson, C. (2019). La construction du concept physique de volume en cycle 3 : quelles difficultés ? quelles stratégies didactiques ? In M. Abboud (Éd.), Actes du colloque EMF 2018 (395-404) Paris

Hashweh M. Z. (2016). The complexity of teaching density in middle school. *Research in Science & Technological Education*, (1), 1-24

Hewson M. G. & Hewson P. W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 20(8), 731-743

Komorek M., & Duit R. (2004). The teaching experiment as a powerful method to develop and evaluate teaching and learning sequences in the domain of non-linear systems. *International Journal of Science Education*, 26(5), 619-633

Molvinger K., Chesnais A. & Munier V. (2017). L'enseignement de la masse à l'école élémentaire : pratiques d'une enseignante débutante en éducation prioritaire. *Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 15, 133-167

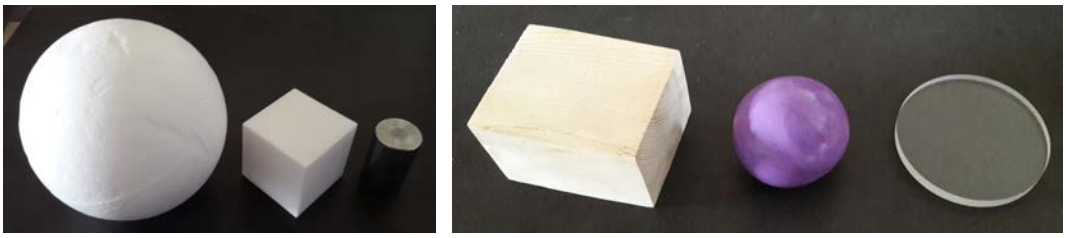
Passelaigue D. (2011). Grandeurs et mesures à l'école élémentaire. Des activités de comparaison à la construction des concepts : le cas de la masse en CE1. Thèse de didactique des sciences physiques, Montpellier : université Montpellier 2

Piaget J., & Inhelder B. (1941). Le développement des quantités physiques chez l'élève : conservation et atomisme. Neuchâtel et Paris : 2e éd. Delachaux et Niestlé

Posner G. J., Strike K. A., Hewson P. W. & Gertzog W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education, 66*(2), 211-227

White R. & Gunstone R. (1992). Probing Understanding. London : Falmer

Annexe



Objets à retrouver parmi :

Photo 1 : objets utilisés lors de la 1re activité

Photo 2 : matériels et objets utilisés lors de la 2e activité

Photo 3 : matériels et objets utilisés lors de la 3e activité

Ressources dans l’enseignement supérieur

Une stratégie didactique pour donner aux étudiants des connaissances socio-politico-scientifiques sur le vaccin covid-19

Une proposition pour une " immunologie sociale "

Manzoni-de-Almeida Daniel & Marzin-Janvier Patricia
Univ Brest, Univ Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France

Résumé

L'objectif de cette étude était de construire un modèle démocratique d'une leçon didactique d'enseignement de l'immunologie par la participation des étudiants aux plénières. A partir des doutes, questions, positions et revendications recueillis, via l'ethnographie en plénière avec les étudiants, une activité de problématisation a été construite afin que les étudiants puissent discuter des enjeux socio-politico-scientifiques de la production d'un vaccin pour une population. Nos analyses montrent un éveil de l'engagement socio-politico-scientifique des élèves sur le thème du vaccin. Ainsi, nous avons pu proposer un modèle démocratique d'enseignement de l'immunologie, une fusion des assemblées et de l'enseignement par problème, que nous pouvons appeler la base d'une "immunologie sociale".

Mots clés

Didactique de l'immunologie, enseignement par sessions plénières, enseignement du vaccin, Immunologie sociale.

Introduction

Cette recherche a été réalisée au second semestre 2021, un an après que les premiers cas de COVID-19 aient été détectés au Brésil et que le processus de vaccination de la population ait été déjà bien avancé. En France, la population est entrée dans une profonde discussion sur le refus des mesures sanitaires et de la vaccination contre le covid-19. La société est soumise à une grande quantité de fausses informations sur la science et les mouvements anti-vaccins (Vié-Le-Sage & Beslay, 2016). Des études ont montré que les *fake-news* entraînent des pertes importantes en matière de vaccination dans plusieurs pays (Loomba *et al*, 2021). Il s'agit d'un phénomène caractérisé par « l'hésitation vaccinale », qui ne consiste pas seulement en un simple déni du vaccin, mais en un courant de pensée fondé sur la remise en question et la méfiance à l'égard de la santé publique, de la science et des politiques. Les vaccins sont une question de science et de politique (Gaëtan & Moulin, 2022). Cependant, cette attitude critique vis à vis des vaccins et sans soutien éducatif scientifique peut avoir un impact important sur la santé publique. L'éducation est un processus de construction sociale, d'interaction (Vygotsky, 1962) et de politique entre des collectifs de personnes (Freire, 1970). En attendant, la pandémie de covid-19 a imposé l'isolement et le non-rassemblement des corps dans les espaces publics tels que les salles de classe et autres espaces collectifs. Il s'agit d'un problème important, car il y a un manque d'espaces de discussion et de construction collective or Butler (2015) à la suite de la philosophe Hannah Arendt montre l'importance des assemblées et des réunions tenues par la population sous forme de manifestations publiques d'action politique (plénières), par exemple, sur la science et les vaccins. Cette entrave aux réunions collectives et aux discussions d'instances favorise les processus de domination et d'oppression des secteurs du pouvoir politique. Une éducation visant la citoyenneté et contre un système d'oppression nécessite la participation d'un collectif (Freire, 1970 ; Valladares, 2021). Cependant, en raison de l'éloignement des instances, comment mener à bien ces plénières avec des discussions scientifiques-politiques ? L'objectif de notre travail était de construire et d'évaluer une séquence pédagogique en ligne, lors d'un enseignement à distance, pour favoriser la participation démocratique des étudiants en santé sur le thème des vaccins.

Cadre théorique

Nous proposons dans cette étude de favoriser l'aspect social de l'immunologie, qui est lié aux thèmes socio-scientifiques (Zeidler *et al*., 2019), à la justice sociale (Dimick, 2012) ainsi qu'à l'engagement dans une pédagogie critique (Hooks, 2020). Lors de nos travaux antérieurs nous avons construit des séquences d'enseignement d'immunologie que nous avons étudiées dans des contextes variés. Nos analyses ont montré une mobilisation des pratiques épistémiques, de la production d'arguments et des preuves de la culture scientifique en ligne. A la suite nous proposons un enseignement de l'immunologie selon quatre dimensions : langagières (comment les mots, les concepts, les images se construisent) ; historique-philosophique (comme une manière de présenter les connaissances de l'immunologie insérées dans les processus historiques et dans les contextes des discussions de la philosophie des sciences) ; expérimentale (comme un moyen de fournir des éléments expérimentaux du

laboratoire d'immunologie pour les étudiants dans le développement des compétences et des capacités des techniques de base en immunologie) (Manzoni-de-Almeida *et al*, 2016 ; Mello *et al*, 2020; Natale, 2020).

Méthodologie

Nous avons construit une séquence pédagogique basée sur l'idée de plénière (Butler, 2015). La présente étude utilise une méthodologie d'analyse qualitative à partir de données collectées auprès de trois séances à distances de trois heures, avec trois groupes d'étudiants. Les enseignements se sont déroulés sur trois semaines, et ont été proposés par le premier auteur. Les 84 étudiants et étudiantes impliqués sont en première année d'étude d'infirmiers.

Structure de la séquence d'enseignement en plénière

Les plénières ont été planifiées en trois étapes. La première (Plénière I) consistait à recueillir les questions des élèves sur les vaccins, ce qu'ils ressentent, quelles sont leurs curiosités, leurs doutes, leurs craintes, leurs insécurités quant au potentiel des vaccins pour sauver des vies. Par la suite, une question a été posée par écrit afin que les élèves puissent s'exprimer sur : « Comment pensez-vous qu'une étude sur les vaccins est faite ? ». L'étape II a consisté en la réalisation d'une activité de problématisation (Orange, 2005), à partir des points soulevés et revendiqués par les étudiants en plénière I. Dans cette activité, les étudiants ont été divisés en groupes et ont analysé la problématique. L'étape III consistait en une séance plénière II. Ensuite, les élèves ont répondu par écrit à la même question que lors de la plénière I.

Analyses et interprétations

Pour notre étude nous nous sommes inspirés des trois catégories proposées par Dimick (2012) pour analyser le processus d'autonomisation des élèves dans une activité scientifique, au travers de l'étude de leurs écrits. Les trois catégories sont :
« Académique » qui consiste à mobiliser les aptitudes, les compétences et les connaissances scientifiques sur le sujet traité afin de réfléchir de manière critique à la façon dont ces structures affectent leur propre vie.
« Politique », qui correspond aux cas où les élèves reconnaissent, critiquent et examinent les structures de pouvoir dans lesquelles ils sont intégrés et participent.
« Sociale », qui correspond aux relations interpersonnelles entre les élèves et les enseignants.

Résultats

A propos des plénières

Les analyses des écrits issus de la plénière I montrent qu'il y a eu une prédominance des réponses des étudiants liés aux connaissances académiques et sociales. Ces résultats suggèrent que le sujet des vaccins pour les étudiants pourrait avoir peu de liens avec d'autres discussions, intérêts et connaissances au-delà des connaissances technico-scientifiques et académiques. Les analyses des écrits après la Plénière II montrent une expression plus

diversifiée par rapport à la Plénière I, avec l'apparition d'écrits avec un engagement politique. On assiste également à l'apparition de discours qui mélangent les catégories académique et politique et académique et sociale.

Catégories	**Nombre de réponses (Plénière I)**	**Nombre de réponses (Plénière II)**
Académique	72	48
Politique	0	10
Sociale	12	13
Académique-Politique	0	5
Académique-Sociale	0	8

Tableau 1 : Préparé par les auteurs.

L'activité de problématisation

Au cours de la discussion, les élèves ont soulevé certaines questions, qui ont été importantes pour la construction de l'activité de problématisation, comme : « Quel est l'intérêt d'une étude visant à tester un vaccin dans la population ? » ; « L'argent provient-il du gouvernement ou d'une initiative privée ? » ; « Comment les priorités des tests sont-elles décidées dans la population ? » ; « Qui élabore les politiques de santé pour distribuer les vaccins à la population ? » ; « Comment sommes-nous informés des résultats scientifiques des tests ? » ; « Y a-t-il une participation de la population dans les décisions de politique de santé ? ». Un autre point intéressant a été la mention pour l'étude brésilienne d'un vaccin dans la ville de Serrana au Brésil[66]. Cette étude scientifique a servi de de support pour la construction de la situation problème proposée, sur l'étude de la vaccination dans une ville fictive « Esperança », avec l'objectif d'évaluer le processus d'immunisation d'une ville. Lors de l'analyse de l'activité, il a été noté que la discussion portait davantage sur la valeur des études sur les vaccins, les investissements dans la science et la santé, et l'éducation à la santé. Les étudiants ont soulevé des points importants sur l'importance des professionnels de la santé pour la prise en charge de la population, les clarifications sur la maladie et la communication claire des résultats à la population.

[66] Il s'agissait d'une étude menée par l'Institut Butantan dans la ville de Serrana avec le vaccin coronavac. L'étude a montré que le vaccin produit a permis de protéger la population de la ville et de diminuer de manière significative l'aggravation des cas de covidés et des décès dans la ville : (https://agenciabrasil.ebc.com.br/en/saude/noticia/2021-10/butantan-study-shows-higher-efficiency-coronavac).

Discussion

Nous avons proposé et étudié une séquence d'enseignement visant à construire un des piliers des processus démocratiques par des sessions plénières, où les personnes impliquées discutent, analysent et délibèrent à partir d'un problème d'intérêt collectif qui a fait émerger des questions politiques dans les processus de construction des connaissances d'immunologie traditionnellement engagées dans un contenu technico-scientifique. Les connaissances en immunologie sont extrêmement importantes pour construire une culture scientifique car elles visent à lutter contre « l'hésitation vaccinale » (Thomas & Moulin, 2022). Les étudiants en soins infirmiers impliqués dans l'étude, sont considérés comme les professionnels de première ligne dans la lutte contre le traitement des personnes infectées par le covid-19 et des agents importants de l'éducation sanitaire des populations dans la société. Le fait que ces étudiants mobilisent des catégories interdisciplinaires de la justice sociale (Dimick, 2012) est important pour construire chez eux une pédagogie critique (Gottesman, 2016) visant la "participation" et "l'émancipation" au-delà des consommateurs ou des participants passifs, permettant la construction d'un "activisme" en faveur de la science (Valladares, 2021).

Conclusion

Nous avons proposé un modèle didactique démocratique d'enseignement de l'immunologie, avec la participation des étudiants et du professeur dans la construction d'une activité d'enseignement dans une fusion d'assemblées et de problématisation, que nous pouvons appeler une base pour une « immunologie sociale ».

Références bibliographiques

Butler, J. (2015). *Notes Toward a Performative Theory of Assembly*. Harvard University Press. http://www.jstor.org/stable/j.ctvjghvt2

Dimick, A. S. (2012). Student empowerment in an environmental science classroom: Toward a framework for social justice science education. *Science & Education*, *96* (6), 990–1012. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.21035

Freire, P. (1970). *Pedagogy of the oppressed*. New York: Herder and Herder.

Hooks, B. (2020). *Ensinando pensamento crítico: sabedoria prática*. Tradução Bhuvi Libanio. São Paulo: Elefante.

Gaëtan, T. & Moulin, A. M. (2021). *L'hésitation vaccinale, ou les impatiences de la santé mondiale*. https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03514198/

Gottesman, I. (2016). *The critical turn in education: from Marxist critique to poststructuralist feminism to critical theories of race*. Routledge.

Loomba, S., de Figueiredo, A., Piatek, S. J., de Graaf, K., and Larson, H. J. (2021). Measuring the Impact of COVID-19 Vaccine Misinformation on Vaccination Intent in the UK and USA. *Nat. Hum. Behav. 5*, 337–348. https://www.nature.com/articles/s41562-021-01056-1

Manzoni-de-Almeida, D., Marzin-Janvier, P., Trivelato, S.L.F. (2016). Analysis of epistemic practices in reports of higher education students groups in carrying out the inquiry-based activity of immunology. *Investigações em Ensino de Ciências*, *21* (2), 105-120. https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/126

Mello, P. S., Natale, C.C., Trivelato, S.L.F., Marzin-Janvier, P., Vieira, L.Q., Manzoni-de-Almeida, D. (2019). Exploring the inquiry-based learning structure to promote scientific culture in the classrooms of higher education sciences. *Biochem Mol Biol Educ*. *47* (6):672-680. https://iubmb.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/bmb.21301

Natale, C.C, Mello, P.S., Trivelato, S. L. F, Marzin-Janvier, P., Manzoni-de-Almeida, D. (2020). Evidence of Scientific Literacy Through Hybrid and Online Biology Inquiry-Based Learning Activities. *Higher Learning Research Communications*. *11* (0): 33–49. https://scholarworks.waldenu.edu/hlrc/vol11/iss0/3/

Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques, *Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle* 2005/3 (Vol. 38), p. 69-94.

Vié-Le-Sage, F. & Beslay, N. (2016). Les antivaccins : analyse d'un phénomène de société. *La Lettre de l'Infectiologue* • Tome XXXI - n° 6 - novembre-décembre.

Valladares, L. (2021). Scientific Literacy and Social Transformation. *Science & Education*, *30*, 557–587. https://link.springer.com/article/10.1007/s11191-021-00205-2

Vygotsky, L.S. (1962). Thought and language. Cambridge MA: MIT Press.

Zeidler, D. L., Herman, B. C., & Sadler, T. D. (2019). New directions in socioscientific issues research. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research 1*(11). https://diser.springeropen.com/articles/10.1186/s43031-019-0008-7

La réalité virtuelle comme moyen de sensibilisation aux impacts environnementaux dans le supérieur ?

Jacquet, Lucas[1], Grenier, Damien[2], Kerbrat, Olivier[1]
[1] Institut de Recherche en Génie Civil et Mécanique, Centre National de la Recherche Scientifique : UMR6183, Nantes Université - École Centrale de Nantes, ENS Rennes - France
[2] Centre de Recherche sur l'Éducation les Apprentissages et la Didactique (CREAD EA3875), Univ Rennes - France

Résumé

Conscientes de l'importance grandissante des problématiques environnementales, les universités et écoles d'ingénieurs intègrent de plus en plus dans leur offre de formation des enseignements transdisciplinaires sur le sujet. Nous évaluons comment des animations peuvent être incorporées au milieu didactique avec lequel des étudiants en sciences de l'ingénieur interagissent pour explorer des savoirs concernant un impact environnemental (ici l'eutrophisation). Trois situations sont déployées : une vidéo, un jeu sur ordinateur et un dispositif en réalité virtuelle.
Les premiers résultats montrent que les deux derniers dispositifs semblent plus efficients en termes d'apprentissage. Cela semble corrélé avec le ressenti des étudiants qui est positif pour le jeu et d'avantage pour l'immersion en réalité virtuelle. Les étudiants ayant regardé la vidéo ont déclaré s'être ennuyés. Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution à la vue des faibles effectifs observés.

Mots-clés :

Réalité virtuelle ; Impact environnemental ; Enseignement supérieur ; Apprentissage ; Implication.

Problématique

Les considérations environnementales prennent une place grandissante dans la conception de systèmes industriels. Certains consommateurs sont en effet de plus en plus attentifs à ce que l'impact sur l'environnement du produit qu'ils achètent soit le plus faible possible. Dans plusieurs secteurs (construction, chimie par exemple), le législateur impose des normes visant à réduire cet impact. Ainsi, la règlementation RE2020 (MTES & CEREMA, 2021) impose aux bâtiments construits à partir de 2022 des normes sur la consommation énergétique, mais aussi sur le bilan carbone des matériaux et équipements employés.

Si beaucoup d'acteurs industriels se limitent aux seuls aspects liés à l'énergie ou aux émissions de CO2, une analyse multicritère des impacts environnementaux est indispensable pour éviter que la réduction d'un impact induise une augmentation d'un autre (transfert d'impact). Il faut alors considérer tous les rejets et consommations liés à chacune des phases du cycle de vie des systèmes (extraction des matières premières, fabrication, utilisation, fin de vie). Le seul outil standardisé à ce jour pour mener ce genre d'analyse est l'analyse de cycle de vie (ISO, 2006a, 2006b).

Conscientes de l'importance grandissante de ces enjeux, les universités et écoles d'ingénieurs prennent de plus en plus en compte ces questions pour construire leur offre de formation, ce qui constitue, pour le corps enseignant des défis pédagogiques nouveaux. La plupart des théories scientifiques sont en effet basées sur les modèles, ce sont « des cadres représentatifs, idéalisés et ouverts, reconnus approximatifs et schématiques mais jugés féconds par rapport à un but donné » (Soler, 2000). Ces modèles opèrent à une réduction de la complexité du problème, le plus souvent en isolant le phénomène à étudier de son environnement. Évidemment, quand on traite de questions environnementales, ces modèles deviennent inopérants. Pour comprendre l'ensemble des liens de cause à effet qui vont des choix faits lors de la conception d'un dispositif à son impact sur l'environnement, il n'est plus possible de faire l'économie d'un apprentissage de la complexité. Il est également nécessaire de renoncer au découpage strictement disciplinaire des matières et aborder les problématiques sous un angle transdisciplinaire.

Selon Berney & Bétrancourt, 2016, la présentation de contenus sous une forme animée permettrait de mieux transmettre des informations relatives au caractère dynamique d'un système, grâce au mouvement ou aux changements d'état des éléments. Les animations joueraient en quelque sorte le rôle d'une « prothèse cognitive » qui limiterait les exigences de traitement de l'information spatiale et dynamique par rapport à des images statiques (Amadieu & Tricot, 2020).

Elles permettraient également de mieux comprendre la chaine causale qui sous-tend la dynamique du système. Leur utilisation peut donc être une solution envisageable pour faciliter la prise en compte de causes ou d'effets qui relèvent de champs disciplinaires qui sont éloignés de la spécialité des étudiants auxquels on s'adresse et pour lesquels ceux-ci ne disposent pas des automatismes nécessaires pour traiter efficacement l'information.

Parmi ces outils on trouve la réalité virtuelle : une technologie prometteuse pour des problématiques d'apprentissage et de sensibilisation dans différents domaines scientifiques (Markowitz et al., 2018; Radianti et al., 2020)

Cette étude est consacrée au test de cette hypothèse. Plus particulièrement nous chercherons à identifier comment doit être organisé un milieu (au sens de Brousseau, 2010) contenant des animations pour en maximiser les effets.
Nous explorons trois manières d'introduire les animations dans le milieu qui permettent d'illustrer le phénomène étudié. Chacune de ces manières correspond à des degrés différents d'interactivité. L'objectif est d'évaluer s'il est préférable de guider les étudiants étroitement ou, au contraire, de leur laisser une certaine autonomie dans l'exploration. Selon Berney & Bétrancourt, 2016, les animations ne seraient supérieures aux images statiques que lorsque le rythme de l'animation n'est pas contrôlé par l'apprenant mais imposé. Mais les résultats des études restent assez divergents sur ce point (Amadieu & Tricot, 2020).

Méthodologie

Cette expérimentation s'adresse aux étudiants du département de mécatronique de l'École normale supérieure de Rennes de niveau L3. Elle a été réalisée dans le cadre du premier cours du module relatif à l'écoconception et à l'analyse de cycle de vie.
Nous avons choisi de traiter au moyen d'animations les questions liées à un impact environnemental en particulier, l'eutrophisation, qui fait, pour l'essentiel, intervenir des mécanismes propres aux sciences du vivant, débordant ainsi largement du champ disciplinaire strict auquel les étudiants sont habitués. Les savoirs explorés lors de la séance tournent autour de la chaîne de cause à effet du phénomène.
Le protocole est le suivant : trois groupes de 5 à 6 apprenants sont créés, chacun rattaché à une manière différente d'introduire la même animation (Fig. 1) dans le milieu avec lequel ils sont amenés à interagir.

- G1 : vidéo explicative,
- G2 : prise en main sur ordinateur dans une application de type « jeu »,
- G3 : exploration immersive d'une scène au moyen d'un système de réalité virtuelle.

Le contrat implicite établi avec les étudiants est le même dans les trois situations : interagir avec le milieu individuellement et en autonomie avec l'objectif de comprendre le mécanisme d'eutrophisation, ses causes, ses conséquences. Pour les groupes 2 et 3, l'enseignant a expliqué le fonctionnement spécifique de l'animation proposée. Il était par ailleurs disponible aux côtés des étudiants du groupe 3 en cas de difficulté technique avec le système de réalité virtuelle.
Avant la séance, les étudiants ont répondu à un questionnaire pré-test pour évaluer leurs connaissances antérieures sur le sujet et leur intérêt pour les questions environnementales.
A l'issue de la séance, ils répondaient à quelques questions relatives à leur ressenti par rapport à l'expérience qu'ils venaient de vivre. Les mots-clés ont été recensés et des nuages de mots ont été réalisés pour faire ressortir ceux qui reviennent le plus souvent.

Une semaine après cette première phase, les étudiants ont dû répondre à un questionnaire post-test qui reprend la plupart des questions liées à leurs connaissances sur le sujet. Ce délai d'une semaine entre la séance et le post-test permet de mettre l'accent sur les connaissances acquises à moyen-long terme.

Dans la foulée des post-tests, des entretiens semi-directifs par focus group ont été menés. Les groupes étaient constitués d'étudiants ayant vécu la même expérience. L'objectif des entretiens était de leur faire expliciter leur ressenti exprimé à l'issue de la séance. Ils ignoraient encore ce que les étudiants des autres groupes avaient fait. Une transcription des entretiens a été rédigée sous forme de synopsis.

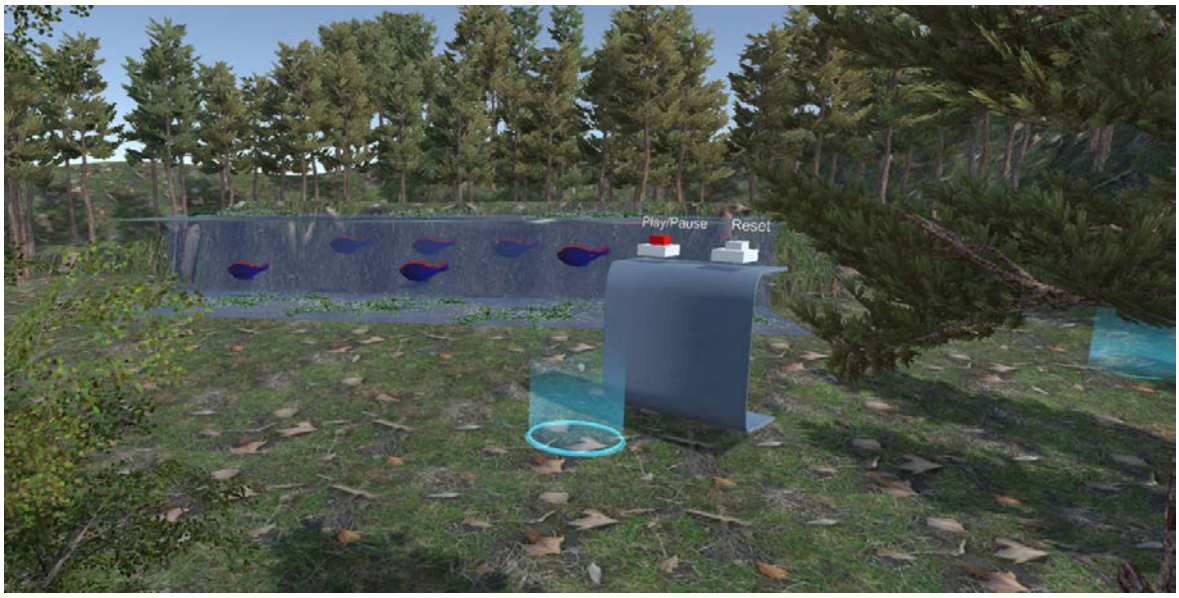


Fig 12: Scène appréhendée par les étudiants sur les différentes technologies.

Principaux résultats

Pré-test

Lors du pré-test les étudiants ont déclaré majoritairement (59 %) être moyennement concernés par les questions liées à l'environnement (Fig 13).
Ils autoévaluent spontanément leurs connaissances en biologie comme médiocres, limitées voire nulles pour 70 % d'entre eux. Si tous ont passé un bac scientifique, 66 % ont passé un bac S-SI ou STI2D et ont donc arrêté la biologie après la classe de seconde.

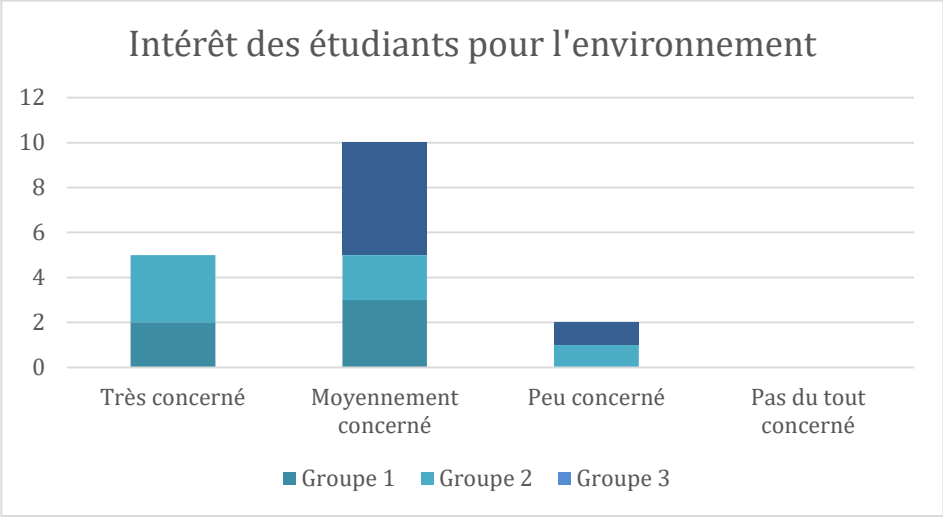


Fig 13: Intérêt des étudiants pour les questions liées à l'environnement

Seulement 29 % des étudiants répondent à la question « Qu'est-ce que l'eutrophisation ? » (Fig 14) et parmi eux, un seul donne une réponse qui pourrait être considérée comme juste : « C'est le développement abusif d'algues qui dégrade l'environnement en empêchant la bonne présence d'oxygène dans l'eau ». Les autres répondants reconnaissent eux-mêmes ne pas être certains de leur réponse.

En analysant les mots-clés ressortant des réponses à cette question, nous nous rendons compte que les étudiants savent globalement que l'eutrophisation a un rapport avec l'eau, mais les connaissances des causes et conséquences du phénomène sont limitées. Certains étudiants confondent même le phénomène avec l'action d'atrophier, d'où le mot-clé « sectionner ». Pour autant ils connaissent le phénomène de marée verte : ils ne sont donc pas totalement ignorants vis-à-vis du phénomène (Fig 4).

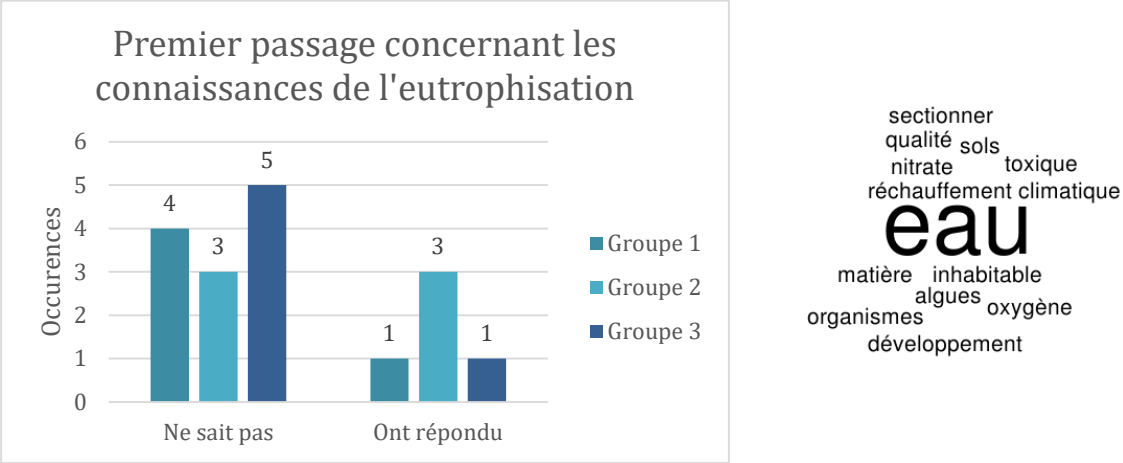


Fig 14: Réponses des étudiants concernant les connaissances autour de l'eutrophisation, nuage de mots associé

S'ils ne connaissent pas le mot eutrophisation, ils ne sont pas pour autant totalement ignorants du phénomène. À la question « Connaissez-vous le phénomène de marée verte ? », 71% apportent une réponse positive, mais les définitions apportées restent approximatives (Fig 15). La moitié des non-répondants appartiennent au groupe 3.

Cette connaissance du phénomène des algues vertes n'est pas liée à leur origine : aucun n'est originaire de Bretagne, ils n'y vivent que depuis quelques mois.

G1 G2 G3

Fig 15: Réponse à la question « Connaissez-vous le phénomène de marée verte ? »

Ressentis

Tous les étudiants déclarent avoir amélioré leurs connaissances.
Les étudiants devaient aussi indiquer leur ressenti durant l'expérimentation (Fig 16). Pour le groupe 1, la tendance semble être celle des adjectifs à connotation négative (couleur rouge), le groupe 2 plus mitigé (couleurs orange et verte), le groupe 3 à connotation très positive (couleur verte).

G1 G2 G3

Fig 16: Ressentis des étudiants à la suite de leur passage.

Post-test

On constate lors des post-tests que, quel que soit le dispositif utilisé, tous ont effectivement amélioré leur niveau de connaissance sur le sujet. Tous connaissent dorénavant le mot eutrophisation et tout ou partie du phénomène correspondant (Fig 6).

G1 G2 G3

Fig 17 : Réponses aux questions sur l'eutrophisation et le phénomène de marée verte.

On constate que les étudiants des groupes 2 et surtout 3 ont une compréhension plus large du phénomène d'eutrophisation (causes, conséquences).

Entretiens par groupes

Lors des entretiens, les étudiants du groupe 1 ont qualifié la vidéo de « *juste factuelle* », qui « *ne joue pas sur les sentiments* ». Or ils considèrent que ce serait indispensable pour qu'ils s'intéressent au sujet : « *émotionnellement je n'étais pas dedans* », « *je n'ai été ni choqué ni intéressé* ». Il s'agit d'un public habitué à visionner des vidéos sur internet, mieux « *scénarisées* ». L'animation proposée ne correspondait pas à ces standards. « *J'ai eu l'impression un peu de revoir les cours en distanciel, en tout cas sur la vidéo en question* ». A la différence des étudiants du groupe 1, les étudiants des groupes 2 et 3 déclarent ne pas s'être ennuyés et ne surestiment pas le temps qu'ils ont consacré à cette activité. Ceux du groupe 2 regrettent le manque d'une mise en contexte émotionnel au début du jeu, alors que ceux du groupe 3 estiment que les « informations se suffisent à elle-même ». « *Quand on voit les conséquences on s'imagine tous les impacts que ça peut avoir* ».

Conclusions et perspectives

A l'issue de cette étude, notre principale constatation est que face à des animations, laisser le contrôle aux étudiants et les « immerger » dans la situation-problème grâce à la réalité virtuelle est plus efficace en termes d'implication et donc d'apprentissage.
Les étudiants ayant testé les systèmes interactifs (groupe 2 et 3) ont eu un ressenti plus positif que ceux qui n'ont fait que regarder une vidéo (groupe 1). Cela se traduit également en termes de résultats académiques. Alors que sur l'ensemble du cours les étudiants 3 ont eu globalement de moins bons résultats, leurs réponses aux questions spécifiques sur l'eutrophisation sont légèrement meilleures.
Ces résultats sont cependant à prendre avec précaution à la vue des faibles effectifs observés. L'étude doit être poursuivie sur les groupes plus nombreux et plus homogènes en termes de niveau initial. L'expérience va ainsi être déployée chez différents partenaires universitaires.

Bibliographie

Amadieu, F., & Tricot, A. (2020). Apprendre avec le numérique - Mythes et réalités, *Paris, Retz*.

Berney, S., & Bétrancourt, M. (2016). Does animation enhance learning? A meta-analysis. *Computers and Education, 101*.

Brousseau, G. (2010), https://guy-brousseau.com/biographie/glossaires/

ISO. (2006a). NF EN ISO 14040: Environmental management–life cycle assessment—Principles and framework.

ISO. (2006b). NF EN ISO14044 : Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines.

Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive Virtual Reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in Psychology, 9*.

MTES, & CEREMA. (2021). Guide RE2020 : Eco-construire pour le confort de tous.

Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers and Education, 147*.

Soler, L. (2000). Introduction à l'épistémologie, *Paris, Ellipses*.

Les concepts de la métrologie dans l'enseignement supérieur en biologie

Analyse de supports de travaux dirigés et pratiques en Licence

Régent-Kloeckner, Myriam[(1)], Maisch, Clément[(1)], Daussy Christophe[(2)]
[(1)]Laboratoire de Didactique André Revuz, CY Cergy Paris Université, Université de Paris Cité, Univ Paris Est Creteil, Univ. Lille, UNIROUEN, LDAR, F-95 000 Cergy-Pontoise – France.
[(2)]Laboratoire de Physique des Lasers (LPL), Institut Galilée, CNRS : UMR7538, Université Sorbonne Paris nord – France.

Résumé

Les sciences de la nature se construisent en relation avec l'observation qualitative et quantitative du monde qui nous entoure dans différentes situations expérimentales. Le mesurage et les mesures obtenues permettent d'objectiver ces observations mais nécessite de définir les grandeurs étudiées. Or, les caractéristiques observables dépendent de la nature des objets eux-mêmes et du questionnement théorique sous-jacent aux observations. La définition, les opérations et l'interprétation des mesures sont donc a priori dépendantes des spécificités disciplinaires. Centraux dans la recherche scientifique, le mesurage et la mesure le sont a priori aussi dans les enseignements scientifiques de la maternelle au supérieur. Dans cette étude exploratoire, nous cherchons à identifier et analyser les concepts et méthodes relevant de la métrologie qui sont mobilisés dans des enseignements de premier cycle universitaire de biologie (licence). Ce travail sera conduit au travers de l'exploitation des supports écrits fournis aux étudiants pour les travaux dirigés et pratiques.

Mots-clés :

Biologie ; Métrologie ; Mesure ; Enseignement supérieur

Introduction

Chaque discipline scientifique est caractérisée par ses objets d'études et par ces techniques d'analyses et de mesures (Becher, 1994). Le développement de nouvelles techniques et l'amélioration des mesures au sein d'une communauté disciplinaire fait l'objet de recherches et de publications dans des revues et journaux spécialisés[67]. Les grands pays dans le domaine de la recherche scientifique disposent d'Institut Nationaux de Métrologie (le Laboratoire Commun de Métrologie LNE-CNAM en France). Pour autant les chercheurs en biologie sont peu au fait des concepts de la métrologie, science de la mesure « au service des autres sciences » (Perdijon, 2012), et une partie de la communauté appelle au développement de la pratique métrologique pour fiabiliser les résultats de recherche (« Better Research through Metrology », 2018 ; Coxon et al., 2019). Cependant, les concepts de métrologie, principalement développés par des travaux relevant des mathématiques et de la physique, peuvent nécessiter une adaptation aux objets d'étude de la biologie et leur particularité (Caussidier & Molinatti, 2015 ; Montévil, 2019). D'autre part, la question de la mesure ne s'arrête pas aux biostatistiques et à l'application de métrologie. Lange (2000) souligne l'importance de la « question de la possibilité et de la signification de la mesure » (p. 138), c'est à dire questionner la pertinence de la grandeur à mesurer, les aspects pratiques et théoriques du mesurage[68,] et l'adéquation de l'interprétation des mesures vis-à-vis de la théorie mobilisée par le questionnement scientifique initial. Cette question est liée à la nature des sciences mais aussi à la théorie représentationnelle de la mesure qui distingue différents types de grandeurs ou échelles de quantifications (Houle et al., 2011 ; Lange, 2000). Ce questionnement semble aussi essentiel dans l'enseignement puisqu'une mauvaise adéquation entre une mesure et sa signification peut amener à des erreurs d'analyse et d'interprétation. Dans cette étude exploratoire, nous souhaitons déterminer les concepts et méthodes de métrologie pouvant être mis en jeu en licence de biologie.

Contexte

Du côté de l'enseignement en France, une introduction à la métrologie est au programme de physique-chimie au lycée depuis 1977 (Séré, 2008) avec un support spécifique autour de la méthode GUM (groupe IREM « Mesure et incertitudes », 2021). Aucun document similaire ainsi qu'aucun objectif explicite n'existent pour les Sciences de la Vie et de la Terre (SVT) alors que la mesure et la quantification font partie des mots-clés décrivant les pratiques scientifiques (introduction aux programmes de l'Enseignement Scientifique[69]). À

67 On peut citer la revue *Nature Methods* pour la biologie, *Metrologia* en physique (et en chimie).

68 Nous considérons le mesurage comme l'ensemble des opérations permettant de déterminer expérimentalement une valeur qu'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur. Cette valeur sera appelée la mesure.

69 Depuis 2019, un cours intitulé enseignement scientifique est intégré au cursus commun de l'enseignement général au lycée.

l'université, les référentiels nationaux (2015)[70] de licences de sciences expérimentales mentionnent des compétences comme « identifier les sources d'erreur pour calculer l'incertitude sur un résultat expérimental ». Cependant, il semble que peu de syllabus de cours de biologie intègrent des notions métrologiques. Pourtant la connaissance et la maitrise des techniques principales des sous-disciplines de la biologie constituent un des objectifs d'apprentissage du supérieur (Régent-Kloeckner, 2022).
Quelques travaux didactiques sur la mesure et la grandeur, à l'école primaire et dans l'enseignement secondaire, existent en physique et mathématique (Munier et al., 2018 ; Séré, 2008). Dans le supérieur, des recherches ont été menées en didactique de la physique (Buffler et al., 2009 ; Caussarieu & Tiberghien, 2015 ; Maisch et al., 2008), mais très peu d'études existent en biologie. Une analyse comparative du mesurage a été menée par Fondère et al. (1998) sur des travaux pratiques comportant un travail spécifique sur la mesure, en biologie, chimie et en physique. Elles observent des spécificités disciplinaires mettant en évidence une place différente donnée aux lois et modèles vis-à-vis de l'objectif de mesure. Elles remarquent que contrairement à la physique ou à la chimie, en biologie, les modèles ou théories ne semblent être mobilisés qu'au moment de l'analyse des résultats. Les autrices insistent aussi sur l'importance d'un jugement sur la qualité des mesures en fin du processus de manière à valider ou non des hypothèses. Si cette étude s'intéresse aux incertitudes dans le mesurage, la question plus large de l'enseignement de la métrologie, elle, n'est pas discutée.

Problématique

Puisque les étudiants sont confrontés à des analyses de données en travaux dirigés et sont amenés à faire eux-mêmes des mesures en travaux pratiques, la notion de mesure n'est pas absente de leur formation. Nous souhaitons identifier les concepts et méthodes de la métrologie présents dans les supports cours de biologie en premier cycle universitaire.
Pour cela, nous nous appuyons sur plusieurs travaux, dont celui de Fondère et al. (1998) qui structurent les tâches proposées aux étudiants selon 4 étapes :

- l'objet de mesure : thème et types de données
- la réalisation des mesures : types d'observations (visuelles ou au travers d'un signal) et savoir-faire technique
- la gestion des mesures : erreurs, estimation des incertitudes, dispersion des données
- l'exploitation et l'interprétation des résultats.

En analysant des tâches proposées aux étudiants en licence de biologie (L1, L2), nous souhaitons répondre aux questions de recherche suivantes :

- Quels sont les concepts et les méthodes propres à la métrologie énoncés par les enseignants ? (acte, représentation, calibrage, erreurs, instrumentation,

70 https://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/fr/les-referentiels-de-competences-des-mentions-de-licence-45888

unité/grandeur, écriture des valeurs, interprétation, comparaison, variabilité, statistiques…)

- Les différentes étapes de l'acte de mesurage décrit par Fondère et al. (1998) sont-elles toutes représentées dans les situations étudiées ?
- En lien avec la première étape de Fondère et al, nous identifierons les types de données ou échelles de quantifications (Houle et al., 2011) travaillés avec les étudiants ?
- Les incertitudes, concept central en métrologie, sont-elles présentées ou discutées comme les conséquences d'une variabilité analytique et/ou une variabilité biologique ? (Caussidier & Molinatti, 2015)

Méthodologie

Recueil de données

Dans une université française, nous avons recueillis les supports écrits de travaux dirigés (TD) de biologie et travaux pratiques (TP) fournis aux étudiants (L1, toutes sous-disciplines confondues), ainsi que les guides de correction fournis aux enseignants. Dans cet établissement, l'enseignement de la biologie représente une unité d'enseignement au premier semestre et deux unités au second semestre. Ces enseignements offrent une introduction aux différentes sous-disciplines de la biologie et une première base méthodologique et pratique. L'analyse de ces supports ne nous donne pas accès aux activités effectives des étudiants. Le recueil des supports des travaux pratiques de L2 est en cours.

Analyse de données

Pour identifier les différents concepts et méthodes propres à la métrologie présents dans ces supports d'enseignement, nous avons établi une grille à partir de travaux portant sur la mesure appliquée à la biologie (Fondère et al., 1998 ; Houle et al., 2011) et les grands axes de la métrologie (Perdijon, 2012). Cela nous a amené à séparer l'étape d'exploitation et l'étape d'interprétation des résultats. La grille est ainsi structurée en 5 catégories redivisées en critères :

- les types de données et de mesurages (ordre de grandeur, estimation …),
- le mesurage (techniques et biais),
- la gestion des résultats du mesurage (dont l'identification de la variabilité et la question des incertitudes),
- l'exploitation des résultats du mesurage (par représentation graphique ou calculs secondaires par exemple),
- l'interprétation (lien avec les hypothèses et les modèles théoriques ou le retour sur les protocoles et l'acte de mesure).
    - Ces critères permettent d'établir la liste des concepts et méthodes de la méthodologie présentés dans les documents supports d'enseignements. Leur regroupement en catégories permet d'estimer l'importance relative des différentes étapes dans le travail proposé aux étudiants.

Chaque support d'enseignement sera analysé indépendamment par les 3 auteurs afin de valider la pertinence de cette grille d'analyse.
Néanmoins les concepts de métrologie peuvent être présents dans les énoncés sans faire pour autant l'objet d'une tâche d'apprentissage. Dès lors, l'usage pédagogique des éléments trouvés est estimé à l'aide des guides de correction fournis aux enseignants chargés de ces TD ou TP. Les éléments travaillés explicitement avec les étudiants pourront ainsi être distingués de ceux présents mais non travaillés. Une attention particulière sera également portée aux concepts et méthodes absents de cet enseignement.
De premiers résultats très préliminaires obtenus par l'étude des documents associés au premier semestre de L1 semblent montrer une grande diversité de type de données qualitatives et quantitatives mais aussi que la question des incertitudes (incluant la question des chiffres significatifs et des écart-types statistiques) est absente de cet enseignement. Les résultats obtenus par l'analyse des documents recueillis seront présentés lors de la conférence. Pour poursuivre, nous envisageons de compléter l'analyse de ces documents par des entretiens avec les enseignants afin d'obtenir des informations sur leurs pratiques.

Bibliographie

Becher, T. (1994). The significance of disciplinary differences. *Studies in Higher Education*, *19*(2), 151-161. https://doi.org/10.1080/03075079412331382007

Better research through metrology. (2018). *Nature Methods*, *15*(6), 395-395. https://doi.org/10.1038/s41592-018-0035-x

Buffler, A., Lubben, F., & Ibrahim, B. (2009). The Relationship between Students' Views of the Nature of Science and their Views of the Nature of Scientific Measurement. *International Journal of Science Education*, *31*(9), 1137-1156. https://doi.org/10.1080/09500690802189807

Caussarieu, A & Tiberghien, A. (2017). When and Why Are the Values of Physical Quantities Expressed with Uncertainties? A Case Study of a Physics Undergraduate Laboratory Course. *International Journal of Science and Mathematics Education. 15*, 997-1015. *https://doi.org/10.1007/s10763-016-9734-x*

Caussidier, C., & Molinatti, G. (2015). La mesure en biologie : Son rôle et ses incertitudes. *Projet IREM « l'Interdisciplinarité au Lycée »*.

Coxon, C. H., Longstaff, C., & Burns, C. (2019). Applying the science of measurement to biology : Why bother? *PLOS Biology*, *17*(6), e3000338. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000338

Fondere, F., Pernot, C., & Richard-Molard, C. (1998). Analyse comparative de la gestion du mesurage en TP de DEUG à Orsay (biologie, chimie et physique). *Didaskalia*, *12, 63-92. https://doi.org/10.4267/2042/23853*

Groupe IREM « Mesure et incertitudes ». (2021). *Mesure et incertitudes au lycée*. Eduscol. https://eduscol.education.fr/document/7067/download

Houle, D., Pélabon, C., Wagner, G. P., & Hansen, T. F. (2011). Measurement and meaning in biology. *The Quarterly Review of Biology*, *86*(1), 3-34. https://doi.org/10.1086/658408

Lange, J.-M. (2000). Les relations biologie/mathématiques interrogent l'enseignement des sciences de la vie. *Aster, 30, 123-142.https://doi.org/10.4267/2042/8744*

Maisch, C., Ney, M., & Balacheff, N. (2008). Quelle est l'influence du contexte sur les raisonnements d'étudiants sur la mesure en physique ? *Aster, 47,* 43-70. https://doi.org/10.4267/2042/28847

Montévil, M. (2019). Measurement in biology is methodized by theory. *Biology & Philosophy*, *34*(3), 35. https://doi.org/10.1007/s10539-019-9687-x

Munier, V., Chesnais, A. et Molvinger K. (2018). La mesure en mathématiques et en physique : enjeux épistémologiques et didactiques. Dans M. Bächtold, V. Durand-Guerrier et V. Munier (Dir.), *Épistémologie et Didactiques,* Presse Universitaire de Franche-Comté. 95-111.

Perdijon, J. (2012). *La mesure : Histoire, science et technique*. Vuibert.

Régent-Kloeckner, M. (2021). L'aide à l'acculturation disciplinaire universitaire : étude des pratiques enseignantes du supérieur en biologie. *Recherches en didactique des sciences et des technologies, 24, 113-136. https://doi.org/10.4000/rdst.3963*

Séré, M.-G. (2008). La mesure dans l'enseignement des sciences physiques. Évolution au cours du temps. *Aster, 47, 25-42. https://doi.org/10.4267/2042/28846*

Ressources extérieures à l’école

Enjeux des perceptions de la forêt par des élèves de cycle 3 pour développer des connaissances et une relation à la nature

Léna Jean-Yves (1) , Chalmeau Raphael (1), Julien Marie-Pierre (1),
(1)UMR Géode, INSPE Toulouse Occitanie Pyrénées, UT2J, FRance

Résumé

Alors que les humains vivent de plus en plus en ville, que certains auteurs parlent d'une extinction d'expérience de nature, les élèves de communes rurales vivent encore à proximité de la nature. Si la forêt constitue un écosystème dont le fonctionnement est étudié à l'école, des connaissances naturalistes mobilisées par les élèves sont nécessaires à la compréhension des enjeux liés à la biodiversité. Nous explorons dans cette communication la perception de la forêt par des élèves de cycle 3 d'une commune rurale. L'analyse de dessins et de réponses à un questionnaire, ainsi que l'expérience (au sens psychologique) d'une sortie en forêt, nous permettent de caractériser cette perception et de documenter ce que représente la forêt pour ces élèves. Nous discutons de leur vision anthropocentrée et/ou écocentrée de la forêt dans le contexte des enjeux d'une éducation à l'environnement.

Mots-clés :

Représentation ; perception ; forêt ; êtres vivants ; relation à la nature ;

Cadre théorique

L'ensemble des styles disponibles pour rédiger cette proposition peut être affiché à l'écran (ou caché) en combinant dans le traitement de texte Word, les touches CTRL ALT MAJ et S. Dans ce document, les styles de chaque partie sont mentionnés en bleu pour les identifier facilement

Quelle culture scolaire de la forêt ?

L'opération « A l'École de la Forêt » créée par le Ministère de l'Agriculture et le Ministère de l'Éducation Nationale en 1991 a rencontré un vif succès auprès des enseignants : environ 1300 écoles participent chaque année, de 1997 à 2010 (Clément, 2007). Pour les ministères, il s'agissait de « mettre en place des opérations de coopération éducative dont le but sera de sensibiliser et d'informer les enseignants et les élèves de l'école primaire à la protection et à la gestion de la forêt ». Si le thème de la forêt en tant qu'un écosystème est régulièrement étudié à l'école, principalement dans ses dimensions biologiques (Alpes et Girault, 2010 ; Lhoste & Voisin, 2013), il est aussi un environnement habituel de sortie pour les élèves de maternelle qui peut leur permettre de « vivre la nature » (Coquidé, 2019, p. 53). Cependant, la forêt, en tant que milieu d'étude, est quasiment absent du curriculum, que ce soit dans les programmes de l'école comme dans les documents Eduscol (une occurrence en cycle 1, deux en cycle 2 et une en cycle 3).

Education à l'environnement pour développer une relation à la nature

Dans le champ des sciences de l'environnement, on assiste ces dernières années à un questionnement renouvelé de notre relation à la nature et au vivant en particulier (Morizot, 2017). Si les dimensions cognitives (apprentissages de notions scientifiques) restent des objectifs importants en éducation à l'environnement, les dimensions affectives et émotionnelles contribuent elles aussi à construire une relation avec l'environnement en proposant une « expérience » de nature. Des psychologues de l'environnement ont observé que le fait de raréfier les rencontres directes avec la nature aboutit à des formes d'amnésie de celle-ci (Kahn, 2002). Et parallèlement, nos conditions de vie moderne conduisent chaque individu à un éloignement de la nature, ce qui provoque une « extinction d'expérience de nature » selon la formule de Pyle (1978). Une des réponses possibles à ces constats préoccupants est de développer des « expériences de nature » dans le territoire (Prévot & Fleury, 2017).

Quasiment inconnu dans les programmes scolaires, peu mobilisé dans les pratiques enseignantes, cet outil éducatif d'« expérience de nature » mérite de la part du monde de l'éducation une attention plus grande ; et lui associer des fondements théoriques spécifiques (approches phénoménologique, holistique et psychologique) peut permettre d'opérationnaliser et de renouveler les relations Hommes – Nature (Léna, 2021). En effet, les approches sensorielles, affectives et émotionnelles constituent des leviers pour mobiliser des connaissances scientifiques (Dewey, 2012 ; Pruneau et& Lapointe, 2002).

Les perceptions : un témoignage de notre relation à la forêt

La forêt est classiquement définie comme « une formation végétale dominée par l'arbre » (Côté, 2000). Elle est représentée comme un espace ressource avec l'exploitation du bois, un écosystème riche en biodiversité ou encore comme un espace de loisirs (Michon, 2003). La forêt est également un élément de l'identité d'un territoire mais elle est aussi une expérience individuelle et collective (Soilihi et *al*., 2018). Dans ce contexte, notre recherche vise à documenter les caractéristiques de la représentation d'une forêt et les enjeux qui gravitent autour d'elle pour des élèves de cycle 3. Ensuite, nous proposons d'analyser les perceptions de la forêt pour ces élèves lors d'une sortie. La perception est un concept plus large qui se nourrit des représentations et les combine aux dimensions expérientielle, sensible et sensorielle vécues lors de sorties (*Ibid*., 2018). Elle incarne alors un témoignage de la relation au vivant qui se construit.

Questions de recherche

Notre objectif vise à développer des connaissances et à explorer les relations des élèves de fin d'école primaire à propos de la forêt, il se décline en deux questions :
- Quelles sont les représentations de la forêt pour des enfants de 8 à 10 ans habitant dans une commune rurale ?
- Quelles sont les perceptions vécues par les élèves lors d'une sortie en forêt ?

Méthodologie

Élèves participants

Trois classes d'élèves de CM1-CM2 (N=56) de la même école sont concernées par ce projet. Ils résident dans une commune rurale de l'Ariège à quelques kilomètres de Foix. Ils sont âgés de 8 à 10 ans.

Déroulement du projet

La première étape du travail avec les enseignants et les élèves vise à (re)découvrir la forêt, notamment en questionnant les relations que les différents êtres vivants de la forêt peuvent établir. Avant le démarrage de la séquence pédagogique, les élèves ont rempli un questionnaire puis réalisé un dessin de la forêt. Quelques jours plus tard, une sortie dans une forêt à proximité du village a été organisée. Une deuxième sortie dans une forêt de montagne a eu lieu quelques mois plus tard. Enfin, cette recherche s'est achevée par un ultime recueil des représentations (dessin et questionnaire identique à la première étape).

Données recueillies et analysées

Différents corpus sont étudiés. Les deux premiers sont recueillis en début et en fin d'année : dessins de représentation de la forêt et réponses au questionnaire. Une analyse qualitative des dessins vise à repérer les différents « éléments graphiques et leur inférer un sens en croisant avec les commentaires des enfants » (Delseyries et Kampeza, 2020 : 104). Les réponses aux

questions ouvertes font l'objet d'une catégorisation intersubjective en relation avec le cadre théorique relatif aux définitions de la forêt.
Le troisième corpus concerne les données relatives à une sortie en forêt au cours de laquelle les élèves ont choisi un endroit et rédigé une description perceptive. A partir des travaux de Gravel et Pruneau (2004) sur la relation à l'environnement, nous avons catégorisé les descriptions des élèves.

Résultats attendus

Nous nous attendons à recueillir des représentations de la forêt, classiques et, ou, stéréotypées, à savoir un espace dominé par des arbres comprenant des usages divers (loisirs, ressources, …).
Les résultats de l'analyse du troisième corpus pourront permettre de mettre en relation l'expérience de nature et les représentations de la forêt et leur évolution éventuelle.

Éléments de discussion

Paré (2017) indique que « la forêt et sa conception sont un reflet de l'expérience humaine ». En nous inscrivant dans cette proposition, nous discuterons des perceptions des élèves en tant que témoins de leurs expériences de la forêt. La vision de la forêt pour ces élèves, plus ou moins anthropocentrée et/ou écocentrée sera discutée au regard des enjeux contemporains d'une éducation à l'environnement.
Concernant l'importance de la forêt, ils l'identifient comme milieu de vie ainsi que comme espace de loisirs, tout comme le font les adultes (Bigando, 2020). Par ailleurs, nous proposerons une nécessaire alphabétisation écologique : ecological literacy (Hammarsten et al., 2019) pour des enfants qui passent de moins en moins de temps à l'extérieur, y compris pour des élèves vivant dans une commune rurale et à proximité de forêts.

Bibliographie

Alpe, Y., & Girault, Y. (dir.) (2011). *Education au développement durable et à la biodiversité: concepts, questions vives, outils et pratiques*. Actes du colloque international, Digne les Bains, octobre 2010, p. 432.

Bigando, É. (2020). Quand la forêt s'impose comme une évidence paysagère pour l'habitant. Expériences et sensibilité paysagère habitantes. *Projets de paysage. Revue scientifique sur la conception et l'aménagement de l'espace*, (22).

Clément, A. (2007). A l'école de la forêt. Opération interministérielle entre le ministère chargé de l'Education nationale et le ministère chargé de l'Agriculture. *Forêt Méditerranéenne*, 28(3), 237-244.

Coquidé, M. (2019). Sensibiliser au développement durable en maternelle ? dans M. Graner & A. Giordan (coord.), *L'éducation à l'environnement et au développement durable*, Ecole changer de cap, p. 50-58.

Côté, M. (2000). *Dictionnaire de la foresterie*, ordre des ingénieurs forestiers.

Delserieys, A., & Kampeza, M. (2020). Le dessin comme outil d'enseignement-apprentissage en sciences à l'école maternelle. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (22), 93-122.

Dewey, J. (2012). *Expérience et nature*. Gallimard. (1ère édition 1925, en langue anglaise)

Gravel, H., & Pruneau, D. (2004). Une étude de la réceptivité à l'environnement chez les adolescents. Revue de l'Université de Moncton, 35(1), 165-187.

Hammarsten, M., Askerlund, P., Almers, E., Avery, H., & Samuelsson, T. (2019). Developing ecological literacy in a forest garden: children's perspectives. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, *19*(3), 227-241.

Kahn, P. H. (2002). Children's affiliations with nature: structure, development, and the problem of environnemental generational amnesia, dans P. H. Kahn & S. R. Kellert (coord.), *Children and nature: psychological, sociocultural, and evolutionary investigations*. MIT Press, p. 93-116.

Léna, J.-Y. (2021). Les Expériences de nature en ville : quels fondements théoriques et quels enjeux pour l'éducation. Colloque international de recherche T2021 : Transitions écologiques en transactions et actions, Toulouse, 21-25 juin 2021.

Lhoste, Y., & Voisin, C. (2013). Repères pour l'enseignement de la biodiversité en classe de sciences. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, (7), 107-134.

Michon, G. (2003). Ma forêt, ta forêt, leur forêt : perception et enjeux autour de l'espace forestier. *Bois & forêts des tropiques*, 278, 15-24.

Morizot, B. (2017). Nouvelles alliances avec la terre. Une cohabitation diplomatique avec le vivant. *Tracés. Revue de sciences humaines*, 33, 73-96.

Paré, I. (2017). Les représentations sociales pour cerner l'évolution des conceptions de la forêt québécoise: une analyse autour du documentaire L'erreur boréale. *VertigO: la revue électronique en sciences de l'environnement*, 17(1).

Prévot, A. C., & Fleury, C. (2017). De nouvelles expériences de nature pour une nouvelle société, dans C. Fleury & A. C. Prévot (dir.), *Le souci de la nature, apprendre, inventer, gouverner*. CNRS Editions, p. 9-22.

Pruneau, D., & Lapointe, C. (2002). Un, deux, trois, nous irons aux bois... L'apprentissage expérientiel et ses applications en éducation relative à l'environnement. *Éducation et francophonie*, 30(2), 241-256.

Pyle, R. M. (1978). The extinction of experience. *Horticulture*, 56, 64-67.

Soilihi, A., Levrel, H., Prévot, A. C., & Daré, W. S. (2018). Les perceptions des populations locales de la forêt du Karthala aux Comores et du projet de sa mise en protection: une approche par les cartes cognitives et des représentations sociales. *VertigO: la revue électronique en sciences de l'environnement*, 18(3).

École du dehors et apprentissages … en Sciences

Daro Sabine[1], Bovy Emilie[2], Yernaux Dominique[3] et Hindryckx Marie-Noëlle[4]
[1] Maitre assistante - Haute Ecole Libre Mosane Liège -ASBL Hypothèse – Belgique
[2] Maitre assistante - Haute Ecole Libre Mosane Liège -ASBL Hypothèse – Belgique
[3] Maitre assistante - Haute Ecole Louvain en Hainaut – Belgique
[4] Didactique des Sciences Biologiques – Université de Liège -ASBL Hypothèse – Belgique

Résumé

En Fédération Wallonie-Bruxelles, de plus en plus d'enseignants se lancent dans l'école du dehors et de nombreuses ressources qui invitent à l'école du dehors, présentent des activités dont les enseignants et les animateurs pourraient s'emparer. En tant que didacticiens des sciences, nous tentons de clarifier le type d'activités proposées et d'en préciser leur finalité. Ensuite, nous nous demandons comment rendre les apprentissages à vivre dehors effectifs, en déterminant sous quelles conditions et avec quelles vigilances. Pour ce faire, nous menons une recherche exploratoire de type collaboratif qui associe des chercheurs-formateurs d'enseignants, des formateurs d'enseignants et des enseignants du fondamental autour d'un questionnement lié à l'exercice de cette pratique : comment utiliser le contexte de l'école du dehors pour mener des situations d'enseignement/apprentissage qui répondent aux exigences des didactiques disciplinaires en sciences ?

Mots clés :

école du dehors – didactique des sciences – recherche collaborative – *outdoor science education*

Introduction

L'École du dehors a le vent en poupe en Europe (Chereau & Fauchier-Delavigne, 2019). En Fédération Wallonie-Bruxelles, des enseignants se lancent dans cette mouvance, motivés par l'absence de nature dans la société et chez leurs élèves[71]. Des associations du secteur de l'Éducation relative à l'Environnement (ErE) proposent des activités, des formations et aussi des accompagnements d'enseignants[72].

De nombreuses ressources de l'École du dehors, présentent des activités pour les enseignants et les animateurs. En tant que didacticiens des sciences, nous clarifierons d'abord le type d'activités proposées et leur finalité. Ensuite, nous tenterons d'identifier sous quelles conditions et avec quelles vigilances rendre les apprentissages à vivre dehors effectifs.

Question de recherche et méthodologie

Nous voulons mener une recherche exploratoire de type collaboratif[73](RC), qui associe des chercheurs-formateurs d'enseignants, des formateurs et des enseignants du fondamental autour d'un questionnement lié à l'exercice de cette pratique.

Trois groupes représentant une cinquantaine de personnes se sont réunis à plusieurs reprises autour de cette question : comment utiliser le contexte de l'École du dehors pour mener des situations d'enseignement/apprentissage qui répondent aux exigences des didactiques disciplinaires en sciences ?

Après une exploration des ressources mises à disposition, une enquête a démarré auprès des partenaires de la RC (questionnaire : annexe 1) à propos de leurs pratiques et de leurs attendus pour « faire l'École dehors ». La mise en dialogue de toutes les données recueillies a permis de dresser un modèle des interactions pédagogiques de la classe du dehors. Celui-ci servira à nourrir le fonctionnement de la RC à propos des activités de l'École du dehors, pour y permettre des apprentissages scientifiques.

L'École du dehors : ce qu'on y fait, ce qu'on y poursuit

Depuis une dizaine d'années, de nombreux écrits francophones invitent à enseigner dehors. Ces auteurs attribuent au contact avec la nature des vertus pédagogiques et thérapeutiques : les enfants seraient plus créatifs, collaboratifs et plus concentrés (Ariena, 2019).

Au Canada, Ayotte Beaudet *et al*. (2021) montrent une corrélation positive entre l'« *outdoor* » et l'apprentissage des sciences : évolution de la compréhension des concepts scientifique ; augmentation de compétences liées à l'investigation scientifique et plus grande connexion à la nature.

Toutefois, pour un réel impact sur la qualité des apprentissages, Ayotte-Baudet et Potvin (2020) insistent sur la nécessité de structurer ce qui est proposé dehors et d'identifier les apprentissages visés, car pour certains élèves, ce nouveau contexte peut être distracteur

[71] d'après l'expression « *nature deficit desorder* » popularisée par le journaliste américain R. Louv, 2005.

[72] CRIEE : https://www.crie.be/?PagePrincipale et Collectif tous dehors https://tousdehors.be/?PageAccueil

[73] au sens de Desgagné (1997), Bednarz, Rinaudo et Roditi (2015)

(Connac, 2021 ; Ayotte-Beaudet *et al.*, 2021). En effet, si l'acquisition de compétences propres aux différentes matières à enseigner peut se faire dehors, une analyse sommaire des activités proposées pour l'École du dehors montre que les didactiques disciplinaires y sont peu convoquées : les activités semblent anecdotiques et décontextualisées d'un processus didactique précis.

Apprendre des sciences dehors

En tant que didacticien des sciences, nous visons des apprentissages effectifs dehors. Après avoir déterminé quelques conditions et vigilances, nous recenserons des exemples d'activités qui pourraient se vivre dehors.

Méthodes actives et malentendus d'apprentissage

On peut rapprocher les principes pédagogiques de l'École du dehors, qu'ils soient explicites ou non, à ceux des pédagogies actives et donc, appliquer les mêmes restrictions qu'aux dérives de celles-ci. Donner la primauté à l'action sur la pensée peut être prégnant dans les disciplines scientifiques (Astolfi, 2002). Selon Bautier et Goigoux (2004), les élèves, centrés sur l'action, ne perçoivent pas toujours les liens entre certaines tâches scolaires et leurs finalités. S. Connac (2021) alerte aussi sur les risques de malentendus scolaires, car certains élèves considèrent cette sortie dehors comme un temps de pause, orienté principalement vers le dépaysement et le plaisir. En réponse, Wauquiez (2021)[74], encourage à une alternance « dehors-dedans » des apprentissages cognitifs. La secondarisation des apprentissages est souvent absente des ressources consultées sur l'École du dehors.

Les attendus actuels pour l'enseignement des sciences

Les recherches en didactique des sciences[75] ont montré depuis quelques décennies comment la science qui s'enseigne reste imprégnée d'une vision empiriste et inductiviste, s'éloignant de la vision socioconstructiviste partagée par les philosophes des sciences[76]
À partir d'un travail existant[77], une liste a été établie des principales caractéristiques des activités d'apprentissage en sciences, selon les connaissances didactiques actuelles (Daro & Hindryckx, à paraitre).

---

74 Enseignante active en Suisse dans l'école en plein air, formatrice et auteur à la fondation Silvava

75Astolfi et al., 1978 ; De Vecchi, 1987 ; Cariou, 2015 ; Astolfi & Develay, 2017 ; Coquidé, 2016 ; Pautal, 2014…

76 Par exemple, Lhoste (2017) et Cariou (2019).

77 mené par le Consortium 4 « sciences » : Groupe de travail qui rassemble chercheurs et formateurs d'enseignants dans la cadre du Pacte d'Excellence, projet de rénovation de l'enseignement mené en Fédération Wallonie-Bruxelles

Cahier des charges enseignement des sciences **Précisions des 5 critères « minimaux » pour la construction des dispositifs en sciences** Inspiré du rapport final du consortium 4 - Pacte d'Excellence- FWB – « année 1 » – décembre 2017, revu 2021
1. **À propos d'un thème scientifique, bien percevoir les enjeux d'apprentissage (concepts et phénomènes sous-jacents).** - identifier clairement les objectifs d'apprentissage (ciblés sur le niveau des élèves) et les rendre explicites pour les élèves ; - veiller à l'adéquation des tâches proposées et ces objectifs. 2. **Mobiliser les élèves dans des problèmes scientifiques pertinents.** 3. **Engager les élèves dans une démarche rationnelle et explicative (qui respecte les fondements épistémologiques).** Une activité expérimentale et/ou une observation, doivent s'accompagner d'un cadre scientifique. Elles s'insèrent dans un projet de recherche. 4. **Utiliser des traces (écrites, schémas, photos, tableaux, etc.) tout au long de la démarche. Les traces sont le reflet du processus de construction du savoir.** - les traces sont reliées par une consigne explicite à la recherche en cours ; - les synthèses sont dans un niveau de formulation adapté et co-construit avec les élèves ; - il y a une distinction entre les traces qui disent ce que l'on a fait et celles qui précisent ce que l'on a appris. 5. **Prendre en compte les conceptions des élèves, repérer les obstacles éventuels à l'apprentissage (sous-entendus, à partir de questions scientifiques de type explicatif) et y revenir en fin d'apprentissage.**

Figure 1 : Tableau reprenant les principales caractéristiques de séquences de sciences (Daro & Hindryckx, à paraître).

Ainsi, lors du travail qui sera mené par le groupe de RC, nous partirons d'activités existantes pour nourrir le panel d'activités d'apprentissage à vivre dehors. Comme cadre, les participants de la RC se référeront alors à la liste de ces critères de qualité didactique d'une activité de sciences (Figure 1).

Résultats

Questionnaire

À l'entame de la RC à mener avec les enseignants, nous avons voulu connaître leurs caractéristiques professionnelles[78] et percevoir leurs attentes, leurs habitudes et leurs représentations du concept d'École du dehors par un questionnaire (annexe 1). Selon ces

[78] ancienneté, niveau d'enseignement, formations suivies…),

participants[79], l'École du dehors permet de placer les enfants face au concret et au réel. C'est un pilier pour la motivation et donne du sens à ce que l'on fait. C'est aussi une façon de se reconnecter au monde dans lequel on vit et dont on fait partie. Les finalités poursuivies par la pratique de l'École du dehors retenues par les participants sont : le plaisir, le bien-être, vivre ensemble, le respect de soi et de l'autre ; le lien avec la nature ; apprendre autrement, par l'observation, les sens, le concret, par le mouvement, l'expérience.
Les activités à faire dehors, décrites par les participants, sont surtout des activités d'apprentissage par **matière** (28,5 %), puis des activités de **découverte** (27,2). Apparaissent aussi des activités **sensorielles** (24,8 %), **artistiques** ou **techniques** (16,4 %). Un enseignant évoque des activités plus **citoyenne**s.

Les axes en tension

Au constat de la diversité de ce qui se fait *dehors*, nous avons voulu répertorier ces activités en catégories. Nous avons ensuite ajouté ce qui serait souhaitable pour que la pratique du *dehors* soit au service des apprentissages. Ainsi, nous avons identifié deux axes en tension.
Un **premier axe** concerne les approches et les méthodes, avec, à un pôle (Nord), l'idée d'approches informelles, d'activités libres, qui aboutissent à des apprentissages fortuits… qui entre en tension avec une approche « cognitive », dirigée selon des principes des didactiques disciplinaires pour des apprentissages anticipés, organisés et structurés par l'enseignant (pôle Sud).
Un **deuxième axe** situe le rôle du dehors : comme contexte **pour** faire, vivre ou apprendre (pôle Ouest), ou comme objet **à** vivre ou **à** apprendre (pôle Est).
Cela nous permet de fixer quatre zones qui correspondent à **des tendances types** pour les activités d'apprentissage.
Dans la plupart des ressources à disposition, les activités proposées sont plutôt dans les zones 1 et 2 du tableau (Fig. 2.), même pour des activités annoncées disciplinaires par les auteurs. Une explication est peut-être à chercher dans les idéologies présentes chez ceux à l'initiative de l'École du dehors qui mettent en place des outils et des accompagnements. L'idée de l'apprentissage naturel de l'enfant dans un milieu incitant, la primauté aux approches inductives et l'importance de l'activité de l'enfant, sont autant de doxas (Kahn & Belsak, 2018) qui risquent d'occulter d'autres aspects nécessaires à l'apprentissage effectif. Lorsqu'il s'agit d'enseignants ou d'auteurs formateurs d'enseignants, les propositions d'activités peuvent être classées en zone 4. Toutefois, ces ressources sont moins nombreuses et incomplètes au niveau de la formalisation des apprentissages. Nous identifions-là un aspect de l'exercice de l'École du dehors à questionner.

[79] Parmi les 51 personnes interrogées, 23 sont instituteurs en préscolaire ; 19 au primaire, trois dans l'enseignement spécialisé, trois font partie d'équipes de direction, une est formateur en Haute École, un est étudiant en Haute École et enfin, une personne s'est qualifiée comme « autre ».

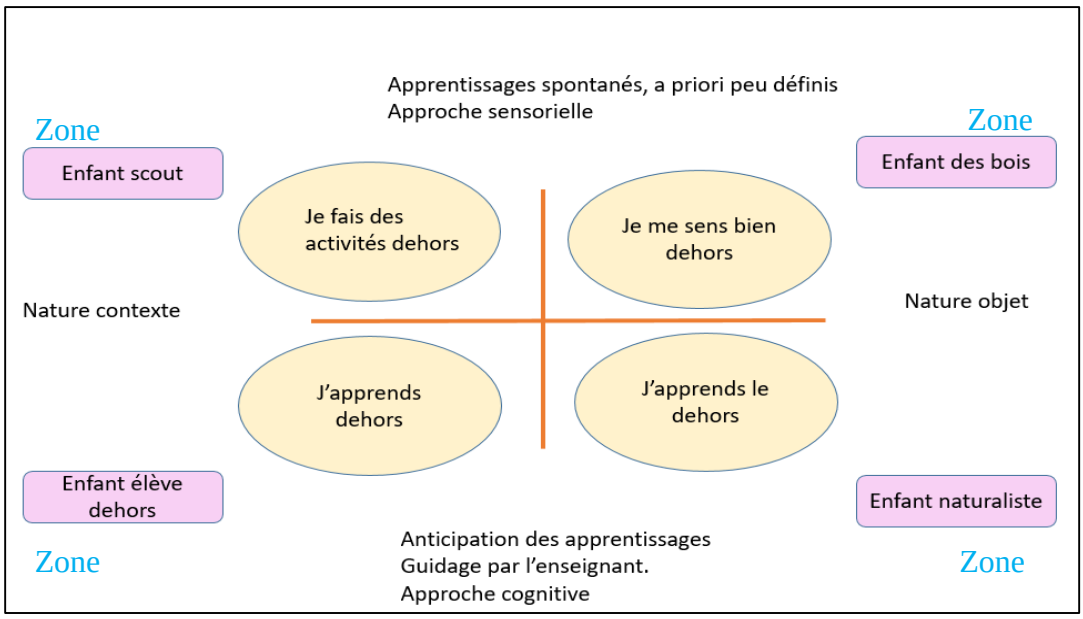


Figure 2 : Représentation schématique de l'école du dehors, ce qui s'y vit, ce qui s'y vise.

Conclusions et perspectives

L'enjeux de la continuité, au-delà de l'effet de mode, de cette mouvance intéressante, nécessite qu'on se penche sur ces questions. Les enseignants doivent se ré-emparer des aspects liés aux apprentissages et étayer de leur expertise la zone 4 du schéma : « j'apprends dehors ». Sans faire une critique de la place et de l'accompagnement des animateurs du milieu associatif dans l'exercice de l'École du dehors, nous voulons montrer qu'une complémentarité des expertises est nécessaire pour atteindre tous les objectifs ambitieux de cette initiative.

Cette réflexion est au cœur du travail du groupe de la RC, constitué durant l'année 2021-22. Nous partirons d'activités existantes qui pourraient se vivre dehors, avec comme cadre, des critères de qualité didactique d'une activité de sciences (Fig. 1.). Il sera intéressant de bien identifier l'apport du dehors et en conséquence, sa place dans une démarche efficace d'enseignement/apprentissage des sciences.

Bibliographie

Ariena (Réseau d'éducation à la nature et à l'environnement en Alsace) (2019). Grandir Dehors. Guide pédagogique et méthodologique édité par l'Ariena.

Astolfi, J-P. (2002). L'œil, la main, la tête – Expérimentation et apprentissage. Expérimenter, décembre 2002. Les Cahiers pédagogiques, 409. https://www.cahiers-pedagogiques.com/l-oeil-la-main-la-tete/

Astolfi, J-P. & Develay, M. (2016). *La didactique des sciences*. Que sais-je ? Septième édition. PUF.

Astolfi, J., Giordan, A., Gohau, G., Host, V., Martinaud, J., Rumelhard, G. & Zadounaïsky, G. (1978). *Quelle éducation scientifique pour quelle société ?* Paris cedex 14 : Presses Universitaires de France.

Ayotte-Beaudet, J.-P., Chastenay, P., Beaudry, M.-C., L'Heureux, K., Giamellaro, M., Smith, J., Desjarlais, E. & Paquette, A. (2021). Exploring the impacts of contextualised outdoor science education on learning: the case of primary school students learning about ecosystem relationships, *Journal of Biological Education, 18 p.*

Ayotte-Beaudet, J.-P., Potvin, P. (2020). Factors related to students' perception of learning during outdoor science lessons in schools' immediate surroundings. Interdisciplinary. *Journal of Environmental and Science Education 16* (2), 13 p.

Bautier, E. & Goigoux, R. (2004). Difficultés d'apprentissage, processus de secondarisation et pratiques enseignantes : une hypothèse relationnelle, Revue française de pédagogie, 148, 89-100.

Bednarz, N., Rinaudo, J.-L. & Roditi, É. (2015). La recherche collaborative. Carrefours de l'éducation, 1, 171-184.

Cariou, J.-Y., (2015). Quels critères pour quelles démarches d'investigation ? Articuler esprit créatif et esprit de contrôle. *Recherches en éducation*, Université de Nantes, Les démarches d'investigation et leurs déclinaisons en mathématiques, physique, sciences de la vie et de la Terre, 12-33.

Cariou, J.-Y. (2019). *Histoire des démarches scientifiques. De l'antiquité au monde contemporain*. Paris : Editions Matériologiques.

Chereau, M. & Fauchier-Delavigne, M. (2019). L'enfant dans la nature. Paris : Fayard.

Connac, S. (2021). Les limites de l'école du dehors. Dossier Apprendre dehors. Cahiers pédagogiques, 570.

Coquidé, M. (2016). Éléments rétrospectifs et perspectives pour la didactique des sciences et la didactique du curriculum, *Éducation et Didactique*, *10* (3), 21-31.

Daro, S. & Hindryckx, M.-N. (à paraître). Questionner les activités de sciences en pédagogies actives : comment identifier les leviers pour une secondarisation des apprentissages en pédagogie Freinet par le biais d'une recherche collaborative ? Recherche en Education et Formation, Journées à Namur, 7 et 8 juillet 2022.

Desgagné, S. (1997). Le concept de recherche collaborative : l'idée d'un rapprochement entre chercheurs universitaires et praticiens enseignants. Revue des Sciences de l'Éducation, 23(2), 371-393.

De Vecchi, G. (1987). *Les Origines du savoir*. Delachaux et Niestlé.

Kahn, S. & Belsack, E. (2018). Pédagogie différenciée et doxa : quand l'arbre cache la forêt. Education & Formation. Novembre 2018, p. 88.

Lhoste, Y. (2017). *Épistémologie et didactique des SVT*. Bordeaux : Presses Universitaires de Bordeaux.

Louv, R. (2005). Last child in the woods: saving our children from nature-deficit disorder, *SCHOLE: A Journal of Leisure Studies and Recreation Education*, 21,1, 136-137.

Pautal, E. (2014) Didactique des SVT: Études de pratiques conjointes. Rennes : Presses Universitaires de Rennes.

Wauquier, S. (2021). On ne fait pas cours dehors comme dedans. Dossier Apprendre dehors. Cahiers pédagogiques, 570.

Annexe 1 Questionnaire pour les participants à la recherche collaborative

Groupe de recherche collaborative « École dehors et apprentissages » Octobre 2021

Dans le cadre de ce groupe de recherche collaborative, nous souhaitons, au temps zéro, collecter des données pour situer *l'École du Dehors* au sein des acteurs enseignants : les motivations, les pratiques, les valeurs qui les guident. C'est pourquoi nous vous soumettons ce questionnaire « à froid ». *Les réponses sont anonymes.*

1. Niveau d'enseignement :

   Mat. P1-P2 P3-P4 P5-P6 autre :

2. Avez-vous déjà une pratique de l'École du dehors ? Oui – Non

   Si Oui :
   Depuis combien de temps ?

   À quelle fréquence ?

   Dans quel type d'extérieur ?

3. Cette pratique relève d'une *initiative personnelle – d'un projet pédagogique – autre* et est soutenue par *la direction – les collègues – les parents – autre*. Entourez les mentions qui vous concernent.

4. Avez-vous déjà suivi une formation à propos de l'École du dehors ? Oui – Non

   Si Oui :
   Avec quel organisme ou formateur ?

5. Répondez aux questions suivantes en vous basant sur votre pratique ou selon ce que vous imaginez de la pratique du dehors (pour ceux qui ne s'y sont pas encore lancés) :

C'est quoi l'École du dehors en 3 idées ? Selon moi, l'École du dehors c'est…
-
-
-

6. Quelles sont pour vous les finalités poursuivies par la pratique de l'École du dehors ?

7. Parmi les finalités que vous avez citées, numérotez les 2 que vous estimez les plus importantes (celle désignée « 1 » étant la plus importante).

8. *Ce que je fais/voudrais faire dehors* : décrivez 3 activités et expliquez pourquoi, d'un point de vue pédagogique, vous faites/envisagez de faire ces activités.

	Exemples d'activités	Objectifs poursuivis
1		
2		
3		

9. Pour chacune des activités citées ci-dessus, expliquez l'intérêt de les mener dehors plutôt que dedans.

	Pourquoi dehors ?
1	
2	
3	

10. Pensez-vous qu'il doit y avoir un lien entre ce qui se vit dehors et ce qui se vit en classe ? Pourquoi ?

Si Oui, comment envisagez-vous ce lien ?

11. En tant qu'enseignant·e, qu'est-ce qui vous motive à participer à ce groupe de recherche collaborative à propos de l'École du dehors ?

Une combinaison spatiale pour questionner le monde du vivant, des objets et de la matière au cycle 2

Charles, Frédéric[(1)]
[(1)]Laboratoire de Didactique André Revuz, CY Paris Université, Université Paris Cité, Université Paris Est Créteil, Université de Lille, Université de Rouen (UR 4434) – France

Résumé

Cette recherche prend place au cycle 2, un cycle peu investigué par les recherches en didactiques des sciences et des technologies. La perspective théorique s'appuie sur les travaux de didactique du *curriculum* : elle se positionne tout d'abord volontairement de manière non disciplinaire en privilégiant une approche technique et scientifique d'une combinaison spatiale. Ensuite, le dispositif privilégié au plan méthodologique, une approche collaborative, permet de concevoir et de mettre en œuvre un *curriculum* possible. S'appuyant sur un album de fiction réaliste dont le récit prend place sur la Lune, la communication analysera des dessins et une discussion entre élèves. L'analyse met au jour les potentialités de cet album pour faire émerger des problèmes multiples liés aux conditions nécessaires à la vie (échange des gaz respiratoires, protection des yeux, étanchéité de la combinaison et du casque).

Mots-clés :

École primaire ; didactique du *curriculum* ; combinaison spatiale ; recherche collaborative

Contexte et enjeux de la recherche

Cette recherche prend place au cycle 2, le « cycle des apprentissages fondamentaux » (MEN[80], 2020) qui regroupe les classes de CP, CE1 et CE2. « Au cycle 2, l'acquisition des savoirs fondamentaux (lire, écrire, compter, respecter autrui) est la priorité » (MEN, 2020, p. 2). La priorité donnée par le MEN est donc à l'enseignement du français et des mathématiques et dans une moindre mesure à l'éducation morale et civique. Ainsi, l'éducation scientifique et technologique (EST) est reléguée en arrière-plan. Pourtant, il est indispensable que les professeurs des écoles fassent vivre à leurs élèves âgés de 5 à 8 ans des expériences (au sens psychologique), organisent des apprentissages solides, et construisent un référent empirique (Coquidé & Lebeaume, 2003) nécessaire aux fondements solides du *curriculum* d'EST (Charles, 2020, p. 23).

Les contenus relatifs à l'EST se situent dans les programmes dans une matière (Lebeaume, 2011, p. 88) étiquetée « questionner le monde du vivant, des objets et de la matière ». Cette matière ne constitue donc pas une discipline et les professeurs des écoles sont incités par les programmes (MEN, 2020, p. 15) à lier fortement les enseignements de cette matière à ceux du français, notamment à des activités de lecture et d'écriture.

Les recherches en didactique des sciences et des technologies situées au cycle 2 sont rares. En effet, les didacticiens ont depuis une dizaine d'années investigué le segment maternelle (le numéro 22 de la RDST de 2020 montre bien les différents positionnements théoriques et empiriques de ces recherches) ou les niveaux de la fin de l'école élémentaire, laissant dans l'ombre l'entrée à l'école élémentaire.

Cette communication proposera l'analyse de données recueillies lors de deux séances menées en cycle 2. Elle met au jour les potentialités d'un album de littérature de jeunesse (Classe de Lune, Hare, 2019) pour faire entrer les élèves dans un questionnement problématique à propos des conditions nécessaires au développement de la vie (échanges gazeux respiratoires, protection solaire des yeux, étanchéité de la combinaison et du casque).

Positionnement théorique

Science en contexte et fiction réaliste

Cette recherche s'inscrit tout d'abord dans la lignée des travaux liés à l'enseignement des sciences en contexte[81] (King & Ritchie, 2012; Kuhn & Müller 2014; Sadler & Zeidler, 2009) qui montrent l'intérêt de cette modalité d'enseignement pour la motivation et les apprentissages des élèves, ainsi que l'importance pour les enfants des classes primaires (et secondaires) de ne pas être placés dans les frontières classiques des disciplines scolaires. Dans cette perspective, des travaux ont montré la pertinence d'utiliser les récits d'albums de fiction réaliste (Bruguière and Triquet, 2012). Ces récits développent une intrigue contrainte par les lois de la nature qui vont impliquer que la compréhension de cette intrigue passe par un travail des contenus scientifiques sous-jacents. Sous certaines conditions, ces histoires

[80] MEN : Ministère de l'Éducation Nationale.

[81] « Science in context approach » en anglais.

constituent un levier pour problématiser, questionner ou modéliser le monde réel en confrontant le récit avec les connaissances des élèves (Bruguière & Triquet, *Ibid.* ; Soudani & *al.*, 2015).

Didactique de l'astronomie

Le monde de l'espace est une thématique motivante pour les élèves. Si l'astronomie est beaucoup étudiée pour éduquer les enfants âgés de 3 à 11 ans (par exemple dans la littérature anglophone : Lelliot & Rollnick, 2009), la question de l'exploration spatiale et de l'exobiologie est peu utilisée en classe primaire : cette recherche propose de combler un manque à ce sujet et de montrer en quoi la combinaison d'un astronaute permet de questionner conjointement le monde des objets, du vivant et de la matière, notamment les conditions biologiques et physiques nécessaires à la vie sur la Lune (et donc sur la Terre). Sur la Lune, les conditions physico-chimiques sont hostiles au développement de la vie : radiations solaires, pression, absence de dioxygène, absence d'eau liquide, températures extrêmes, micrométéorites. Pour qu'un Homme puisse aller sur la Lune, il est nécessaire qu'il soit équipé d'une combinaison spéciale pour que son intégrité physique soit préservée.

Didactique du curriculum

Ce travail s'inscrit ensuite dans les travaux développés en didactique du *curriculum* qui prennent en compte la spécialité (Charles, 2020) des professeurs des écoles, leurs pratiques ordinaires, pour concevoir, mettre en œuvre et analyser un *curriculum* possible (Lange et Martinand, 2010, p. 119), c'est-à-dire un travail exploratoire, repoussant les limites de l'existant en sortant des routines, traditions et coutumes installées. Comme pour l'EDD (Lange, 2011) pour l'École ou l'exploration du monde de la matière et des objets (Chauvet-Chanoine,), ce *curriculum* possible de l'EST en cycle 2 est fondamentalement pensé en dehors des disciplines, de manière non disciplinaire.

Choix méthodologiques

Recherche collaborative

Dans la perspective de tenir compte des pratiques ordinaires des professeurs des écoles et dans la visée de les améliorer, la recherche a été menée au sein d'un groupe de recherche collaborative au sens de Samson, Couture et Sylla (2011, p. 12) : ce groupe permet de faire de la recherche *avec* les enseignants plutôt que de la recherche *sur* les enseignants (Lieberman, 2000). Ce dispositif allie des activités de production de savoirs et de développement professionnel. C'est au sein du LéA[82] SPEEST[83] qu'a été conduite cette recherche. Les membres du groupe (enseignants-chercheurs, professeures des écoles) ont d'abord choisi une thématique d'enseignement apprentissages puis un support pour être dans

[82] LéA : Lieu d'Éducation Associé à l'IFE (Institut Français de l'Éducation).

[83] SPEEST : Spécialité des Professeurs des Écoles et Éducation Scientifique et Technologique.

la perspective de l'enseignement en contexte. L'album a ensuite été analysé au plan pédagogique et épistémologique pour en dégager ses potentialités didactiques. Puis une séquence autour de cet album a été conçue puis mise en œuvre, en présence du chercheur en mai et juin 2022 dans deux classes de cycle 2 d'enseignantes du LéA.

Classe de Lune

L'album de fiction réaliste *Classe de Lune* a été choisi pour ses potentialités didactiques. Cet album sans texte raconte par ses illustrations l'histoire d'une classe partie travailler sur la Lune : des enfants explorent en combinaisons le satellite de la Terre puis en repartent à bord d'un vaisseau spatial après des activités d'observations et d'échantillonnage… mais une élève est malheureusement oubliée sur la Lune par la classe et son enseignant… très vite, cette élève rencontre des habitants de la Lune avant d'être récupérée par le reste de sa classe.

Résultats

Analyse didactique de Classe de Lune

L'analyse du contenu de l'album met au jour ses potentialités didactiques : tout d'abord, différentes illustrations permettent de comparer la vie dans la station spatiale d'où partent les élèves et sur la Lune. Ensuite, l'événement de l'abandon imprévu fait basculer le récit et permet de questionner les conditions de la survie sur la Lune grâce à un objet technique, sa combinaison, et la possibilité – ou l'impossibilité – de la vie sur la Lune et des facteurs liés au monde du vivant (fonction de nutrition) et de la matière (pression et température notamment). La nécessité de respirer pour vivre est ainsi posée de manière implicite dans l'histoire de l'album. Questionner cette nécessité permet de supposer un début de problématisation dans le cadre de la lecture de cet album en classe. Les questions de la température, de la pression et de la gravité sont également posées par les représentations réalistes de la Lune et les sauts effectués par les enfants.

En classe avec Classe de Lune

Deux types de données ont été analysées : des dessins individuels lors de la première séance, les élèves répondant à la question « dessinent de quoi a besoin un Homme pour vivre sur la Lune / des transcriptions des échanges lors des deux premières séances
Ces données mettent en avant que la plupart des élèves savent que pour vivre sur la Lune, il est nécessaire de porter une combinaison spatiale. Ils en imaginent aisément certaines parties (gants, bottes et casque principalement) mais très peu évoquent le sac à dos du spationaute. La lecture de l'album *Classe de Lune* permet d'attirer l'attention des élèves sur le casque et le sac à dos et de questionner la fonction associée aux différentes parties de la combinaison. Les échanges montrent que des problèmes sont soulevés, mais c'est le casque qui cristallise un ensemble de problèmes : en effet, si les élèves comprennent la nécessité de la transparence du casque, ils ne voient pas son rôle dans la protection du soleil ; ils évoquent également la nécessité que le casque soit bien étanche pour ne pas faire entrer le « mauvais

air » (ou l'absence d'air)… ce qui soulève alors le problème des échanges gazeux respiratoires au sein même de la combinaison spatiale. Ces éléments de problématisation serviront de base pour les contenus travaillés dans la séquence par la suite.

Perspectives

L'interprétation de cet album de fiction réaliste offre des activités pleines de sens et motivantes pour développer une argumentation basée sur les potentialités du récit. L'analyse des données des deux premières séances montrent l'intérêt de *Classe de Lune* pour questionner les nécessités relatives au maintien et au développement de la vie. Ces données permettent de retrouver sans surprise certaines résultats de la didactique de la physique et de la biologie à propos des conceptions et obstacles sur l'air et la respiration humaine (Paccaud, 1991 ; Plé, 1997) mais elles permettent de montrer la fertilité de cet objet technique complexe, la combinaison spatiale pour un questionnement non disciplinaire du monde du vivant, des objets et de la matière.

Cette approche en contexte dans un cadre de méthodologie collaborative ouvre des perspectives pour une didactique de l'EST à l'école primaire, ambitieuse au plan épistémologique mais respectueuse de la spécialité des professeurs des écoles.

Références

Chauvet-Chanoine, C. (2018). *Pour une approche curriculaire de l'éducation scientifique à l'école maternelle : une entrée par les objets*. Thèse de doctorat, Université de Picardie.

Lange, J.-M. (2011). Éducation au Développement Durable : problématique éducative/problèmes de didactique. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches, ENS de Cachan.

Bruguière, C., & Triquet, E. (2012). Des albums de fiction réaliste pour problématiser le monde vivant. *Repères, 45*, 181–200.

Coquidé, M & Lebeaume, J. (2003). La découverte de la nature et des objets à l'école, hier et aujourd'hui. *Grand N, 72*, 105-114.

Charles, F. (2020). Pratiques enseignantes en éducation scientifique et technologique à l'école maternelle : perspectives curriculaires. *RDST, 21*, 21-44.

King, D.T., Ritchie, S.M. (2012). Learning Science Through Real-World Contexts. *The International handbook of Science Education*. Dordrecht: Springer Press.

Kuhn, J. & Müller, A. (2014). Context-based science education by newspaper story problems: A study on motivation and learning effects. *Perspectives in Science, Vol. 2, 1-4*, 5-21.

Lange, J.-M. & Martinand, J.-L. (2010). *Curriculum* de l'EDD : principes de conception et d'élaboration. *Actes du Colloque International « Éducation au développement durable et à la biodiversité : concepts, questions vives, outils et pratiques »*, p. 118-136, Digne les Bains.

Lebeaume, J. (2011). Les choses et les mots à l'école. Exploration de la connexité des enseignements de français et de sciences. *Carrefours de l'Éducation, Hors-Série 1*, 87-100.

Lelliott, A. & Rollnick, M. (2009). Big Ideas: A review of astronomy education research 1974-2008. *International Journal of Science Education, Vol. 32, 13*, 1771-1799.

Lieberman, A. (2000). Networks as learning communities: Shaping the future of teacher development. *Journal of Teacher Education, 51(3)*, 221-227.

Paccaud, J. (1991). Les conceptions comme levier d'apprentissage du concept de respiration. *Aster, 13*, 35-58.

Plé, É. (1997). Transformation de la matière à l'école élémentaire : des dispositifs flexibles pour franchir les obstacles. *Aster, 24*, 203-229.

Sadler, T.D. & Zeidler, D.L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, vol. 46, 8, 909-921.

Samson, G., Couture, C. & Sylla, N. (2011). *Recherche participative et didactique pour les enseignants. Perspectives croisées en science et technologie*. Nice : Ovadia.

Soudani, M., Héraud, J.L., Soudani-Bani, O. & Bruguière, C. (2015). Mondes possibles et fiction réaliste. Des albums de jeunesse pour modéliser en science à l'école primaire. *Recherches en didactique des sciences et des technologies, 11*, 135-160.

Textes officiels et album

Hare, J. (2019). *Classe de lune*. Paris : L'École des Loisirs.

Ministère de l'Éducation Nationale (2020). *B.O. de l'Éducation Nationale n° 31*. Programme d'enseignement du cycle 2.

Ressources et développement professionnel

De la recherche à la conception de situations d'enseignement

Cas de résolutions de problèmes en physique

Bécu-Robinault, Karine[(1)], Derolez, Séverine[(1)]
[(1)] UMR ICAR, ENS de Lyon, CNRS, Université Lyon 2 – France

Résumé

Dans le cadre d'un projet collaboratif, nous avons souhaité étudier comment des enseignant·e·s s'emparent d'hypothèses issues de recherches en didactique pour concevoir en autonomie des situations de résolution de problème. À ces fins, des hypothèses de conception ont été formalisées dans des documents présentés à des enseignant·e·s en charge de construire des situations et de répondre à un questionnaire. Des entretiens viennent compléter ces données que nous avons analysées au prisme des hypothèses initiales. Les résultats indiquent une faible prise en compte de ces hypothèses, au regard d'autres contraintes. Les résultats de la recherche sont souvent redéfinis sur la base d'habitudes professionnelles. Nos analyses nous incitent à orienter notre projet sur la compréhension de la modélisation et de la résolution de problèmes par les enseignants et sur la conception d'outils facilitant la circulation des savoirs entre les communautés de pratiques.

Mots-clés :

Résolution de problème, physique, modélisation, récit, projet collaboratif

Contexte

Depuis 2016, nous menons un projet de recherche en collaboration avec des enseignant·e·s dédié à la résolution de problème en sciences physiques dans une démarche apparentée à la Design-based Research. Au fil du projet, nous avons constaté des modifications systématiques par les enseignant·e·s. Si certaines adaptations liées à des contraintes matérielles sont marginales d'autres mettent les hypothèses de recherche partiellement ou totalement en défaut. Cette proposition de communication constitue un point d'étape dans notre projet afin de mieux comprendre comment les enseignant·e·s s'emparent de ressources intégrant des hypothèses de recherche et les modifient. À terme, nous souhaitons proposer des outils facilitant la circulation des savoirs issus de la recherche lors de tels projets.

Des résultats de recherche à l'élaboration de ressources

Les résolutions de problèmes (RP) sont envisagées comme un moyen privilégié de travailler la modélisation, activité épistémologique constitutive de la physique (Tiberghien, 1994). Les problèmes mettent en jeu des éléments proches du quotidien des élèves, qui doivent les résoudre à partir des concepts et modèles physiques qu'ils estiment pertinents (Boilevin & Dumas-Carré, 2001). Un ensemble de modes sémiotiques (Kress & Leeuwen, 2001) associés aux niveaux de modélisation contribue à la résolution des problèmes. Les activités épistémologiques et sémiotiques sont envisagées conjointement pour analyser les processus d'étude et d'enseignement (Bécu-Robinault, 2018).

Souhaitant que les situations conçues soient porteuses de questionnement sur les phénomènes en jeu, nous avons pris appui sur la théorie des mondes possibles de Lewis (1978) pour caractériser les raisonnements des élèves : le monde réel, le monde actuel (celui de l'expérience en classe) et celui de la fiction, dont l'utilisation apporte des éléments complémentaires aux modèles habituellement travaillés en classe de physique au collège (Derolez & Bécu-Robinault, 2020). La fiction permet de présenter une situation non accessible ou d'envisager la cohérence d'un univers imaginaire pour interroger sa perception de la réalité.

Enfin, pour opérer son pouvoir de reconfiguration du réel, le registre de la fiction doit être considéré dans sa complexité, ce que permet une approche par le récit grâce à ses fonctions structurantes et problématisantes (Bruner, 2002 ; Ricoeur, 1991).

Ces cadres théoriques ont été traduits en hypothèses pour la conception de RP dans une fiche d'aide initiée en 2017 et améliorée au fil des usages. Ainsi, les RP conçues exposent uniquement les objets et événements à étudier, sans indice sur les modèles ou les concepts pertinents. Elles peuvent être fictionnelles et inciter les élèves à comparer leur fonctionnement, à leurs expériences. Leur description doit être suffisamment dense pour permettre aux élèves de saisir les éléments de l'histoire et la structure qui les anime. La solution du problème, accessible par différents raisonnements, constitue un dénouement à la péripétie de l'histoire et s'appuie sur des modèles dont il est possible de comparer les domaines de validité en explicitant les événements qu'ils expliquent ou prédisent. Dans sa version finale, la fiche d'aide, illustrée d'exemples tirés d'une situation prototype, met en correspondance chaque étape de conception avec les hypothèses de recherche. En

complément, un enseignant du groupe a proposé une synthèse de cette fiche sous forme d'infographie. En 2019, le groupe intègre de nouveaux enseignants à qui tous les documents sont présentés puis fournis via un blog et par mail. Ils sont ensuite chargés de concevoir une RP et répondre à un questionnaire.
Notre étude concerne la manière dont les enseignants s'approprient les éléments des cadres théoriques. À ces fins, nous centrons nos analyses sur la traduction des hypothèses de conceptions dans les situations de RP produites en autonomie.

Méthodologie

Nos analyses portent sur les 3 RP conçues pour le collège et les 7 pour le lycée, ainsi que les réponses au questionnaire et les transcriptions d'entretiens individuels sur ces situations.
Les situations sont caractérisées au regard de la théorie de mondes possibles, des niveaux de modélisation et des modes sémiotiques. Nous examinons notamment la mise en intrigue du problème (situation initiale, élément perturbateur), les références des événements (vie quotidienne ou fiction), les niveaux de modélisation présents dans la description et les registres sémiotiques.
Dans les questionnaires nous analysons les réponses concernant les choix opérés lors de la conception, les caractéristiques de la situation élaborée et le rôle de la RP dans la progression des enseignements. Les transcriptions des entretiens éclairent le choix des ressources mobilisées et les hypothèses issues de la recherche prises en compte.

Résultats

Analyses des situations de résolution de problème

Parmi les 10 situations de RP conçues, seules 3 présentent une mise en intrigue, avec des éléments caractéristiques du schéma narratif. Par exemple, la RP « squelette de roi ou pas ? » propose une situation initiale « Après avoir suspecté la localisation d'un ancien édifice religieux, des fouilles archéologiques ont été menées dans un parking de Leicester en Angleterre », une mise en intrigue « Au bout de quelques semaines d'investigation, le squelette d'un homme présentant des blessures ainsi qu'une scoliose a été découvert le 12 septembre 2012 », une péripétie « Tout porte à croire qu'il s'agit de Richard III, roi d'Angleterre, mort à la bataille de Bosworth en 1485 » et une résolution possible « Ce squelette est-il bien celui de Richard III ? ». Les deux autres situations intègrent l'élève à la mise en récit et lui propose un rôle explicite d'auxiliaire des protagonistes principaux.
La caractérisation des situations en termes de monde fictif ou réel requiert d'affiner les critères initiaux. La moitié des situations sont facilement identifiables comme relevant de la vie quotidienne comme le four à micro-onde qui chauffe ou non les aliments. La caractérisation est parfois plus délicate, par exemple pour la photo d'un trou noir. Si cette situation relève du monde réel (celui de la science), il ne s'agit pas du monde quotidien des élèves. Concernant la situation « j'entends le train, il arrive » où un cow-boy de BD pose l'oreille sur un rail, peu d'élèves ont dû faire cette expérience précise. Mais beaucoup ont déjà placé leur oreille sur un objet solide frappé à distance. Cette situation, d'apparence

fictive, est donc plus proche de la vie quotidienne des élèves que certaines situations réelles du monde scientifique.
Sept situations décrivent uniquement les objets et événements à étudier, sans indications sur le modèle (grandeurs, mesures, lois…), conformément aux hypothèses de recherche. Les éléments de modèles présentés dans les autres situations sont des valeurs associées à des grandeurs qui, pour les enseignants, ne relèvent pas du monde des modèles et ne contredisent donc pas, pour eux, les hypothèses de conception.
Concernant les registres sémiotiques, nos analyses montrent que toutes les situations pour le lycée sont rédigées en langue naturelle à l'image de la situation présentée à titre d'exemple. D'autres registres sémiotiques complètent parfois les descriptions : photographie, dessin et graphique. Dans 3 cas sur 4 cas, la question porte sur ces représentations sémiotiques dont le contenu doit être utilisé pour résoudre le problème.

Analyses des questionnaires et des entretiens

Si tous les enseignants indiquent avoir consulté le blog, seulement deux d'entre eux indiquent avoir lu la fiche détaillée. Les RP conçues introduisent ou réinvestissent une thématique, avec des objectifs d'apprentissage systématiquement disciplinaires. Conformément aux indications fournies, le travail est prévu en groupe et donne lieu à des réponses écrites. Les enseignants éprouvent des difficultés à formuler le problème et à différencier les RP des autres modalités d'enseignement. La seule caractéristique issue de la recherche majoritairement mentionnée concerne les chemins de résolution, par ailleurs définie différemment par chacun des enseignants.
Les analyses des entretiens indiquent que la mise en œuvre d'une RP dans la classe est liée à des connaissances disciplinaires, cette modalité ne modifiant pas le déroulé habituel du cours. A la question portant sur l'utilisation des documents d'aide à la conception, tous les enseignants répondent ne pas les avoir utilisés. Au mieux, ils déclarent se souvenir de leur contenu : « je me suis pas référé expressément, explicitement à ces documents. J'ai fait tout ça à ma sauce en ayant dans un coin de ma tête on va dire un petit peu de bagages ».

Discussion

L'analyse menée sur les situations de résolution de problème créées par les enseignant·e·s montre que les éléments réellement issus des guides de conception que nous avons fournis sont ténus et toujours réinterprétés à l'aune de leurs habitudes. Dans la majorité des cas, elles ne proposent pas une mise en intrigue du problème et ne prennent pas en charge les éléments structurants et problématisants que permet le récit.
Concernant les aspects liés à la modélisation et aux registres sémiotiques, les hypothèses issues de la recherche sont très peu mises en œuvre. Outre des difficultés d'interprétation de ces hypothèses, il semble que la définition de ce que recouvre un modèle physique est également un obstacle. De plus, les registres sémiotiques ne paraissent pas réellement considérés au regard des informations qu'ils véhiculent sur les grandeurs et donc sur les modèles.

Les entretiens montrent que les éléments pris en compte sont ceux liés aux pratiques usuelles, à la connaissance de la classe, et aux contenus scientifiques à aborder. L'absence de distinction entre les situations de RP et les autres modalités d'enseignement constitue un obstacle majeur. Les enseignant·e·s concevant des problèmes à l'image d'autres situations d'enseignement, les résultats de la recherche ne leur paraissent pas nécessaires pour concevoir des RP.

Suite à ces premiers résultats, deux pistes de travail sont envisagées. La première concerne le choix d'une infographie adaptée à l'évolution des besoins, comportant différents niveaux de lecture des spécificités des situations de RP et des résultats de la recherche. La deuxième concerne le recours à un espace collaboratif de travail permettant de visualiser sur un même plan l'ensemble des ressources à disposition, sans différencier les ressources issues de la recherche de celles issues de l'enseignement. Nous étudions actuellement comment cet espace, combiné à une infographie évolutive, permet aux acteurs d'un projet collaboratif de passer d'un type de ressource à l'autre au bénéfice de la circulation des savoirs.

Bibliographie

Bécu-Robinault, K. (2018). *Analyse des interactions en classe de physique : le geste, la parole et l'écrit*. L'Harmattan, Paris.

Boilevin, J.-M., Dumas-Carré, A. (2001). Un modèle d'activité de résolution de problèmes de physique en formation initiale d'enseignants. *Aster*, 32, 63–90.

Bruner, J. S. (2002). *Pourquoi nous racontons-nous des histoires ? Le récit, au fondement de la culture et de l'identité* (Y. Bonin, Trad.). Retz.

Derolez, S., & Bécu-Robinault, K. (2020). Activité d'élèves dans une situation de résolution de problème introduite par la fiction. 11èmes rencontres scientifiques de l'ARDiST, Bruxelles.

Kress, G. R., & Leeuwen, T. van. (2001). *Multimodal discourse : The modes and media of contemporary communication*. Hodder education.

Lewis, D. (1978). Truth in Fiction. *American Philosophical Quarterly*, 15(1), 37-46.

Ricoeur, P. (1991a). *Temps et récit, tome 1 et 2*. Seuil.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4(1), 71-87.

Développement professionnel d'une enseignante dans le cadre d'un dispositif collaboratif

Un exemple portant sur la quantité de matière en seconde

Cross, David[(1)], Munier, Valérie[(1)], Ducamp, Christine [(2)], Pelissier, Lionel[(3)]
[(1)]LIRDEF, Université de Montpellier et Université Paul Valéry Montpellier – France
[(2)]EFTS, ENSFEA – France
[(3)]EFTS, Université Toulouse Jean Jaurès – France

Résumé

Cette étude vise à étudier le développement professionnel d'une enseignante participant à un dispositif collaboratif concernant l'enseignement de la quantité de matière en seconde en France. Le but du dispositif est de produire une ressource suivant trois principes négociés entre les participants. Ces trois principes servent à leur tour à caractériser la première mise en œuvre de la séquence co-construite, objet de cette présentation, afin d'alimenter le retour réflexif avec l'enseignante. Les données sont constituées d'enregistrements vidéo de la séquence et d'un entretien avec l'enseignante concernant son enseignement de la quantité de matière avant sa participation au dispositif. Les résultats montrent que deux des principes sont fortement implicites pour les élèves. Ils semblent donc, à ce stade, ne pas être complétement utilisés comme leviers d'apprentissage.

Mots-clés :

Développement professionnel, Dispositif collaboratif, Quantité de matière, Grandeur, Modélisation.

La quantité de matière, une notion difficile à enseigner

La quantité de matière est une grandeur difficile à enseigner (Chastrette et Cros, 1985) car cette grandeur ne peut pas se mesurer directement et qu'il faut passer par une mesure de masse ou de volume, ce qui contribue à la confusion entre les grandeurs masse et quantité de matière chez les élèves (Furio et al., 2002).

Au vu de ces difficultés, nous avons conduit un travail de recherche fondé sur un dispositif collaboratif réunissant une enseignante de lycée et deux chercheurs en didactique afin de développer une séquence d'enseignement. L'objet de cette proposition est d'étudier les traces du développement professionnel de l'enseignante lors de ce dispositif collaboratif à partir de la première mise en œuvre de la séquence co-construite.

Un dispositif collaboratif de co-construction d'une séquence

Le dispositif étudié a été construit selon une approche collaborative (Desgagné et al., 2001) caractérisée par une double visée de recherche et de formation. Cette dernière est envisagée ici comme un accompagnement, par les chercheurs, du développement professionnel des enseignants (Paul, 2009), ce qui implique un renouvellement des savoirs pertinents pour leur pratique (Uwamariya et Mukamurera, 2005). Au cœur de ce dispositif, l'activité de co-construction d'une séquence sur la quantité de matière en seconde est le support à une activité réflexive. Le collectif s'est appuyé d'une part sur la séquence mise en œuvre par l'enseignante avant le début du dispositif et son analyse et d'autre part sur les résultats de recherche en didactique ce qui a permis des allers-retours entre des mises en œuvre de la séquence et des échanges permettant de faire émerger des « zones interprétatives » (Desgagné et al., 2001) dans lesquelles se construisent des savoirs sur la pratique. En accord avec Clot (2007) nous n'envisageons pas le développement professionnel en termes d'amélioration des pratiques ou de bonnes pratiques, nous prêtons plutôt attention à la façon originale qu'ont les enseignants de changer leur façon de faire.

Trois principes négociés, qui sous-tendent la co-construction de la séquence et sont constitutifs de la zone interprétative, ont été dégagé :

- Mettre en œuvre un enseignement de la chimie cohérent par rapport à certaines caractéristiques épistémologiques du savoir en chimie, plus précisément ici la modélisation. Pour cela nous avons pris appui sur le schéma de Kermen (2018) qui distingue un registre empirique et un registre des modèles, et différencie dans ce dernier niveau macroscopique et niveau microscopique.
- Mener d'une part un travail explicite sur la grandeur indépendamment de sa mesure et de son unité, et introduire d'autre part la mesure en utilisant d'abord des unités arbitraires avant les unités conventionnelles (Munier et Passelaigue, 2012). Cela nécessite de travailler explicitement la distinction entre cette grandeur et celle(s) avec lesquelles les élèves sont susceptibles de la confondre, comme ici quantité de matière vs. masse (Furio et al, 2002).
- Partir d'un problème scientifique dans lequel la construction de la notion de quantité de matière est nécessaire pour donner du sens à cette grandeur. Cela nous

a amené à inclure dans la séquence la partie du programme concernant les transformations chimiques.

Nous détaillons les trois premières séances qui permettent de rendre compte de la façon dont ces principes ont sous tendu la construction de la séquence (voir fig. 1).

Lors de la première séance il s'agit de déterminer expérimentalement la « quantité » (masse) minimale de magnésium puis de fer nécessaire pour faire réagir un même volume d'acide sans qu'il reste à la fin de la transformation ni du métal ni de l'acide. La séance se termine avec le constat que, pour déterminer la masse d'un métal quelconque nécessaire pour faire réagir la totalité de l'acide, il y a nécessité d'une approche théorique.

La deuxième séance introduit un modèle microscopique de la transformation. Trois situations sont présentées, correspondant aux situations expérimentales rencontrées lors de la séance 1 (l'acide en excès ou en défaut et les deux réactifs en proportions stœchiométriques). En identifiant les coefficients stœchiométriques, les élèves prennent conscience que le nombre de particules est la grandeur pertinente pour prévoir les quantités de métal, d'où la nécessité de trouver une méthode pour dénombrer des objets très petits.

La recherche de cette méthode fait l'objet de la troisième séance lors de laquelle les élèves vont dénombrer par paquets des individus (grains de riz/pâtes/lentilles), pour en déterminer le nombre dans un récipient (via la détermination de la masse d'un paquet). La mesure de la grandeur quantité de matière est ainsi introduite avec une unité arbitraire en raisonnant sur des paquets de taille arbitraire avant l'introduction de paquets de taille conventionnelle (nombre d'Avogadro), afin de donner du sens à l'unité de mesure mole.

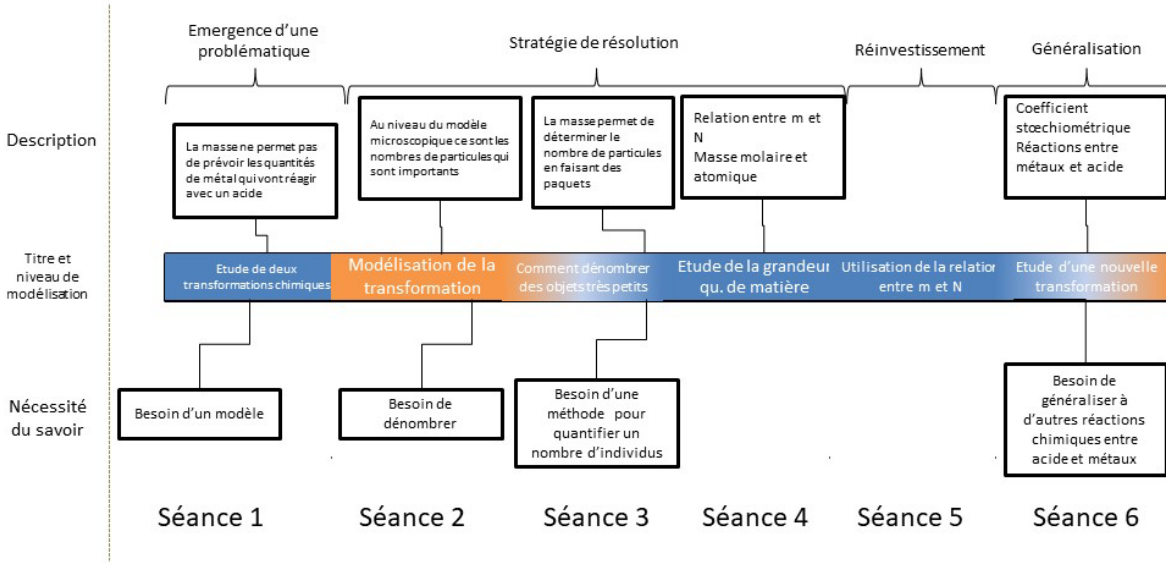


Figure 1 : Diagramme de la séquence (en bleu : le niveau macroscopique, en orange : le niveau microscopique)

Cette recherche vise à analyser la façon dont les trois principes s'instancient lors de la première mise en œuvre de la séquence afin d'alimenter la zone interprétative du regard particulier sur la pratique porté par les chercheurs, et susciter la réflexivité de l'enseignante sur tout ou partie de ces principes et leur mise en pratique.

Méthode

Les données sont constituées d'enregistrements vidéo recueillies à l'aide d'une caméra en fond de classe qui suit l'enseignante équipée d'un micro-cravate. Les vidéos ont ensuite été retranscrites pour l'analyse. Ces données sont complétées d'un entretien avec l'enseignante afin de déterminer la façon dont elle enseignait les parties « quantité de matière » et « transformations chimiques » avant sa participation au dispositif et, le cas échéant, de mettre au jour les évolutions de la pratique suite à la participation au dispositif collaboratif. Les analyses de ces données sont guidées par les principes négociés lors de la phase de co-construction. En ce qui concerne la mise en œuvre des séances, le 3ème principe est pris en charge de par la construction même de la séquence. Pour les deux premiers principes, des indicateurs ont été définis, basés sur l'analyse du discours de l'enseignante et des élèves pour identifier :

- la prise en charge des articulations entre les registres du modèle/empirique et entre les niveaux macro/ microscopiques sur la base des travaux de Kermen ;
- la manière dont sont introduites et nommées les grandeurs.

Résultats

L'entretien montre que l'enseignante prenait auparavant en charge la nécessité du savoir en montrant aux élèves qu'il est plus simple de faire des paquets pour compter des grands nombres. La distinction entre le microscopique et le macroscopique était abordée très rapidement dans les objectifs de la séquence, sans que cela ne soit à proprement parler un objet d'apprentissage. La construction de la grandeur quantité de matière en contraste avec la masse n'était pas prise en charge.

Lors de la séance 1 de la séquence co-construite, la question de départ est introduite par l'enseignante : elle emploie le terme générique de « quantité » qui renvoie à ce stade, pour les élèves, à une masse. Pendant toute la séance les élèves et l'enseignante parlent de quantité ou de masse pour le magnésium, et de quantité ou de volume pour l'acide sans que le glissement entre masse et quantité semble contrôlé par l'enseignante. Les élèves manipulent des objets et font référence à des évènements directement visibles (métal qui disparait, etc.), donc à un niveau macroscopique, sans qu'il y ait de lien avec une interprétation microscopique. Les liens entre l'empirie et le modèle sont fréquents et pris en charge par l'enseignante (identification des réactifs et des produits, etc.). À la fin de la séance l'enseignante introduit la nécessité d'une approche théorique (et donc d'une nouvelle grandeur) en faisant remarquer aux élèves que la méthode expérimentale mise en œuvre est chronophage et peu précise.

En première partie de la séance 2, les formulations de l'enseignante et des élèves relèvent exclusivement du registre du modèle microscopique ; dans la seconde partie nous distinguons une nette séparation entre ce registre interprétatif et celui des mesures effectuées lors de la séance 1. Cette différence de registre n'est toutefois jamais explicitée par l'enseignante. La distinction entre les niveaux microscopique et macroscopique est, quant à elle, explicitement introduite en début de séance par l'enseignante ; cependant, dans la suite

de la séance, le passage d'un registre à l'autre et d'un niveau à l'autre se fait de manière implicite. De plus l'enseignante ne s'appuie pas sur cette distinction pour formuler ses réponses aux élèves ni interpréter certaines de leurs difficultés.

Cette séance correspond à un glissement progressif entre « quantité-masse » et « quantité-nombre », le terme de « quantité » renvoyant au nombre de particule quand on raisonne dans le modèle et à la masse (ou au volume) lorsqu'on se réfère à la situation expérimentale. Le fait que le terme de « même quantité » dans le modèle signifie « même nombre » reste implicite dans les échanges, même si cela semble clair pour les élèves qui s'expriment.

Lors de la séance 3, après avoir constaté que les masses des individus sont trop faibles pour pouvoir être déterminées en raison de la sensibilité de la balance, les élèves tentent, dans la plupart des groupes de dénombrer le nombre d'individus pour une masse donnée. L'enseignante s'appuie sur les résultats des deux premières séances pour rappeler que c'est le nombre de particules qui est la grandeur pertinente et non la masse. Elle leur suggère le choix arbitraire (sans justification) de paquets de 100 individus. Les élèves, connaissant la masse totale des paquets et celle d'un paquet, tentent de déterminer le nombre de paquets de fer et de magnésium nécessaires pour faire réagir tout l'acide de la séance 1 en unités arbitraires de quantité de matière (de 100 individus). La séparation entre les registres empirique et théorique est estompée au profit du registre empirique, par défaut d'explicitation de l'existence d'une différence éventuelle : les propos laissent penser qu'il n'y a pas de différence de nature entre les grains de riz/pâtes/lentilles et les atomes.

Nos analyses ont mis en évidence que, si les principes négociés sont identifiables par les chercheurs dans les propos de l'enseignante en classe, ils sont fortement implicites pour les élèves. Ils semblent donc, à ce stade, ne pas être complétement utilisés comme leviers d'apprentissage.

Ces premiers résultats vont nous servir de support pour les moments de discussion collectifs afin de construire et d'affiner, à partir des itérations de mise en œuvre et d'analyse de la pratique, des zones interprétatives. Nous étudierons ainsi dans la durée l'évolution des pratiques de l'enseignante au regard des principes initiaux afin de rendre compte d'un « parcours » de développement professionnel. Ce dispositif intégrera à termes d'autres enseignants.

Références

Chastrette, M., & Cros, D. (1985). Enquête sur la maîtrise de la notion de mole et son évolution entre 16 et 20 ans. *L'actualité chimique*, 69-76

Clot, Y. (2007). De l'analyse des pratiques au développement des métiers. *Éducation et didactique* [En ligne], 1-1 | avril 2007, mis en ligne le 01 avril 2009, consulté le 10 mars 2022. URL : http://journals.openedition.org/educationdidactique/106 ; DOI : https://doi.org/10.4000/educationdidactique.106

Desgagné, S., Bednarz, N., Lebuis, P., Poirier, L. & Couture, C. (2001). L'approche collaborative de recherche en éducation: un rapport nouveau à établir entre recherche et formation. *Revue des sciences de l'éducation*, 27(1), 33–64. https://doi.org/10.7202/000305ar.

Furio, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2002). The learning and teaching of the concepts 'amount of substance' and 'mole': A review of the literature. Chemistry. *Education Research and Practice*, 3(3), 277-292

Kermen, I. (2018). *Enseigner l'évolution des systèmes chimiques au lycée: savoirs et modèles, raisonnements d'élèves, pratiques enseignantes*. Presses universitaire de Rennes

Munier, V. et Passelaigue, D. (2012). Réflexions sur l'articulation entre didactique et épistémologie dans le domaine des grandeurs et mesures dans l'enseignement primaire et secondaire. *Tréma*, 38, 107-147.

Paul, M. (2009). Autour du mot « Accompagnement ». Recherche et formation, 62, 91-108.

Uwamariya, A. & Mukamurera, J. (2005). Le concept de « développement professionnel » en enseignement : approches théoriques. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(1), 133–155. https://doi.org/10.7202/012361ar

Utilité perçue et usages envisagés par les étudiants d'outils didactiques utilisés en formation des professeurs des écoles en sciences.

Boyer Antonin [1,3], Munier, Valérie [1,3], De La Forest Valérie [3], Fossati Jacques[3], Landois Périne [2,3])
[1]Laboratoire Interdisciplinaire de recherche en Didactique, Éducation et Formation Université de Montpellier et Université Paul Valery Montpellier 3-France
[2] Laboratoire Charles Coulomb, UMR 5221 Université de Montpellier, CNRS Montpellier-France
[3] Faculté d'Éducation Université de Montpellier-France

Résumé

Cette communication présente les premiers résultats d'un projet de recherche-formation qui s'intéresse à deux outils (cahier de sciences et fiches de synthèse) utilisés dans la formation des enseignants du premier degré en sciences. Il s'agit dans ce projet d'évaluer les usages des outils par les formateurs et les étudiants durant la formation, mais également dans les pratiques des étudiants (en stage et à l'issue de la formation). Les analyses présentées ici portent sur les intentions d'usage développées par les étudiants en lien avec leurs perceptions d'utilité et d'utilisabilité des outils. Elles s'appuient sur les réponses de 115 étudiants en première année de Master à un questionnaire sur l'utilisation des outils en formation, leurs utilisations envisagées ainsi que leurs apports et limites. Nos résultats montrent que la majorité des étudiants n'a pas développé d'intention d'usage des outils pour les pratiques de classe alors qu'ils en perçoivent l'utilité pour ces dernières.

Mots-clés :

5 Mots clés maximum ; 5 Mots clés maximum ; 5 Mots clés maximum ; 5 Mots clés maximum ; 5 Mots clés maximum.

Introduction

Cette recherche porte sur la formation en sciences des enseignants du 1er degré. Cette formation vise trois objectifs, la préparation au concours de recrutement de professeurs des écoles (CRPE), la formation aux sciences et à la technologie et la formation à un enseignement des sciences fondé sur l'investigation (Boilevin, 2013). La prise en compte de ces objectifs, de résultats de recherche sur la formation ainsi que de certaines difficultés identifiées par les formateurs nous a conduits à développer et mettre en place un cahier de sciences et technologie. Cet outil s'inspire du cahier d'expérience, des travaux sur les types de formation (Houdement & Kuzniak, 1996) et sur les postures des étudiants (Deblois et Squalli, 2002). Il inclut, pour chaque thématique, une fiche de synthèse inspirée du modèle des Pedagogical Content Knowledge (PCK, Shulman, 1986).

Dans ce cahier les étudiants doivent prendre des notes rendant compte des différents temps de formation (démarches scientifiques vécues par ex.) puis structurer leur prise de note sur la fiche de synthèse dans laquelle ils doivent identifier d'une part les connaissances scientifiques travaillées, d'autre part les PCK en jeu en utilisant la catégorisation de Magnusson et al. (1999) : connaissances sur les difficultés des élèves, sur les stratégies d'enseignement, sur l'évaluation et sur le curriculum. Ils doivent également identifier, lorsque cela est pertinent, des connaissances didactiques plus générales travaillées lors de la séance de formation (importance de prendre en compte les conceptions des élèves par ex.). Un objectif essentiel de cette fiche est d'amener les étudiants à formaliser et articuler les connaissances professionnelles didactiques, condition nécessaire pour permettre leur opérationnalisation dans les pratiques (Chesnais et al., 2017).

Cette recherche vise à documenter l'utilisation de cet outil par les étudiants de 1ère année de master Métiers de l'Enseignement de l'Éducation et de la Formation (MEEF).

Cadre théorique

Les recherches sur les préoccupations et les logiques d'action des enseignants, notamment des débutants, montrent que ces derniers ne sont pas pilotés par des logiques uniquement didactiques mais aussi ergonomiques (Robert et Rogalski, 2002). Dans ce travail nous avons choisi une approche ergonomique pour évaluer l'usage (Prévôt-Huille, 2018) par les étudiants/futurs enseignants de deux outils de formations en didactique des sciences (cahier et fiches de synthèse) et tenter de comprendre leurs logiques d'action. Cette évaluation d'usage repose en partie sur les critères ergonomiques d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité (Tricot et al., 2003). L'utilité des outils renvoie à l'adéquation entre les objectifs définis par les concepteurs et les utilisateurs et l'atteinte de ces objectifs, l'utilisabilité à la possibilité d'utiliser les outils. Enfin l'acceptabilité correspond aux représentations de l'utilité et de l'utilisabilité des outils (ibid).

Le critère d'acceptabilité peut être associé au *Technology Acceptance Model* (Davis 1989, cité par Prévôt-Huille, 2018) dans lequel il est relié à une intention d'usage construite chez l'utilisateur à travers les perceptions d'utilité et d'utilisabilité de l'outil. Pour Bobillier Chaumont (2016, p.8) il s'agit d' « [...] une forme d'engagement de l'individu par rapport à ses comportements futurs, permettant ainsi de prévoir ses conduites possibles vis-à-vis des

technologies proposées (en termes d'intentions d'usage ou de maintien de l'usage) ». Pour cet auteur (ibid), cette approche se doit d'être enrichie en prenant en compte le contexte social et culturel dans lequel s'inscrit l'usage potentiel.

Dans ce projet deux usages différents sont interrogés. Le premier correspond à l'utilisation prescrite des outils durant la formation qui repose principalement sur une évaluation ergonomique à partir des critères d'utilité, d'utilisabilité et d'acceptabilité. Les recherches (Morisson, 2008 Wilmes & Siry, 2020) sur les cahiers de science montrent qu'il s'agit d'un outil qui permet de renforcer les apprentissages concernant les concepts, le langage et la démarche scientifique pour les élèves ainsi que la compréhension des démarches d'investigation (DI) pour les enseignants et que l'usage d'un cahier de sciences en formation permet aux étudiants d'identifier les plus-values de l'utilisation d'un tel cahier en classe avec des élèves. A partir de ces éléments l'utilité des outils a été interrogée dans cette étude principalement au niveau des contenus scientifiques (concepts et démarches) et de l'enseignement des sciences (DI, conceptions des élèves, expériences en classe, etc.).

Le second correspond à l'utilisation des outils par les étudiants dans leurs pratiques de classe et notamment leurs préparations de séances. Dans ce dernier cas les outils ne sont pas prescrits et il s'agit de comprendre non seulement comment ils peuvent être utilisés mais également pourquoi ils le sont ou non.

Une première étude de cas (Boyer et al. 2022) a mis en évidence que le cahier et les fiches de synthèse étaient perçus comme utiles et utilisables mais étaient très peu utilisés dans les pratiques. A la suite de cette étude, nous analysons ici les intentions d'usage développées par les étudiants pendant la formation.

Méthodologie

Les analyses ont été conduites à partir des réponses de 115 étudiants en 1ère année de master MEEF ayant très majoritairement utilisé les outils analysés (cahier et fiches de synthèse) régulièrement au cours de la formation. Les réponses ont été collectées via un questionnaire en ligne sur la plateforme de l'université. Le questionnaire comprenait 49 items prenant la forme de questions ouvertes ou fermées. Pour cette communication nous nous sommes appuyés sur les items relatifs aux intentions d'usages des étudiants et aux perceptions d'utilité, d'utilisabilité et l'acceptabilité des outils ainsi que sur les questions ouvertes concernant les apports, les limites, les difficultés d'utilisation et les types d'utilisation envisagés dans les différents contextes (formation, concours, pratiques).

Résultats

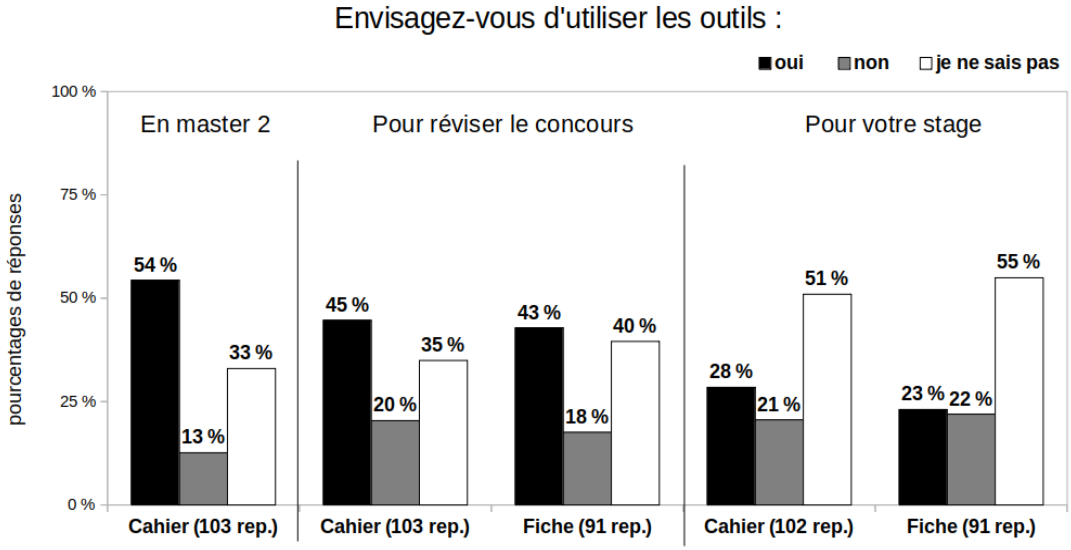


Figure 1 : intentions d'usage du cahier et des fiches de synthèse

Nos résultats montrent qu'une majorité d'étudiants déclare avoir l'intention d'utiliser les outils au cours de leur M2 (cahier) et pour préparer le CRPE (cahier et fiches). Les analyses des questions ouvertes concernant la façon d'utiliser les outils montrent que le lien avec les pratiques de classes est un des éléments les plus cités concernant les apports et l'utilisation envisagée, en M2 et pour la préparation du CRPE. Cependant une faible proportion d'entre –eux envisage de les utiliser au cours des stages, la majorité déclarant ne pas savoir s'ils vont les utiliser dans ce contexte.

Les réponses des étudiants aux questions ouvertes concernant les limites des outils et leurs difficultés d'utilisation sont majoritairement en lien avec l'utilisabilité des outils (difficultés à remplir les fiches, temps nécessaire à la constitution du cahier, etc.) ou avec leur acceptabilité (notamment en lien avec l'évaluation du cahier en formation). Les étudiants évoquent peu de limites en lien avec le manque d'utilité du cahier pour la préparation du concours et une seule fois en lien avec les pratiques de classe.

Concernant l'utilité du cahier nos résultats montrent que les outils sont majoritairement perçus comme moyennement ou très utiles (cahier 39 % et 39 %, fiches 33 % et 53 %).

Concernant les objectifs pour lesquels les outils sont perçus comme utiles, c'est au niveau de l'appropriation des contenus scientifiques et didactiques que les étudiants se positionnent majoritairement (tableau 1)

		non pas du tout	non pas vraiment	oui un peu	oui tout à fait
cahier	contenus didactiques (105 rep.)	2 %	12 %	**49 %**	37 %

	contenus scientifiques (106 rep.)	5 %	17 %	**46 %**	32 %
	traces écrites (104 rep.)	6 %	22 %	33 %	**39 %**
	prise de notes (104 rep.)	19 %	**36 %**	22 %	23 %
Fiches de synthèse	contenus didactiques (105 rep.)	4 %	18 %	**54 %**	24 %
	objectifs des TD (91 rep.)	4 %	26 %	**44 %**	25 %

Tableau 1 : perceptions d'utilité du cahier et des fiches de synthèse vis à vis d'objectifs spécifiques

Les réponses des étudiants aux questions ouvertes concernant ces apports montrent que les étudiants évoquent par ordre d'importance les notions scientifiques de manière générale sans spécification, les activités et les expériences de classe, puis le matériel mais qu'en revanche les démarches ne sont pas évoquées. Au niveau de l'enseignement des sciences, on retrouve principalement les programmes puis les conceptions des élèves à travers l'idée de difficultés qui revient souvent mais les DI ne sont pas évoquées, ni l'éventualité de l'utilisation d'un cahier de sciences avec les élèves.

Discussion conclusion

Nos résultats montrent que la majorité des étudiants n'a pas développé d'intention d'usage des outils pour les pratiques de classe alors qu'ils perçoivent l'utilité des outils en lien avec ces dernières. Nous rapprochons ces résultats de ceux obtenus auprès de professeures des écoles stagiaires qui déclaraient ne pas avoir utilisé les outils pendant leur stage malgré une utilité et une utilisabilité perçue pour les pratiques (Boyer et al, 2022). Bien que le contexte soit différent, il nous semble que des représentations similaires se soient construites chez les étudiants, pour lesquels les outils seraient perçus comme professionnalisant mais pas comme des outils professionnels.

Ces résultats doivent toutefois être nuancés. Nous n'avons analysé les réponses que d'une partie des étudiants[84] qui pourraient avoir développé un rapport particulier aux outils. De plus certains liens entre les outils et les pratiques de classe ont été identifiés à partir des réponses dans lesquelles les contenus didactiques étaient évoqués spontanément dans les questions ouvertes. Il conviendrait d'interroger ce que recouvrent réellement ces contenus didactiques pour les étudiants.

Bibliographie

Bobillier Chaumon, M.E. (2016). Acceptation située des TIC dans et par l'activité : Premiers étayages pour une clinique de l'usage. *Psychologie du Travail et des Organisations,* 22(1), 4-21.

Boilevin, J.M. (2013). *Rénovation de l'enseignement des sciences physiques et formation*

84Ceux ayant complété le questionnaire, soit environ 25%.

des enseignants, regards didactiques. Bruxelles : De Boeck.

Boyer A., Munier, V., Delaforest, V. Fossati, J. et Landois, P. (2022), Évaluation d'usage d'un cahier de sciences utilisé en formation des enseignants du 1er degré, *Mediterranean Journal of Education*, 1(2),

Chesnais, A., Cross, D. et Munier, V. (2017). Étudier l'effet de formations sur les pratiques en termes de connaissances : réflexion sur les liens entre connaissances et pratiques. *Recherches en Didactique des Sciences et des Technologies*, 15, 97-132.

Deblois, L. et Squalli, H. (2002). Implication de l'analyse de production d'élèves dans la formation des maitres. *Educational Studies in Mathematics*, 50(2), 212-237.

Houdement, C. et Kuzniak, A. (1996). Autour des stratégies utilisées pour former les maîtres du premier degré en mathématiques. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 16(3), 289-322.

Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome, & N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge: The construct and its implications for science education* (pp. 95-132). Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Morrison, J. (2008). Elementary preservice teachers' use of science notebooks. *Journal of Elementary Science Education*, 20(2), 13-21.

Prévôt-Huille, H. (2018). Chapitre 13. Évaluation d'usage : méthodes et perspectives. Dans : Hervé Michel éd., *L'avenir des Silver Tech : Conception, usage, évaluation* (pp. 241-265). Rennes, France: Presses de l'EHESP.

Robert, A. & Rogalski, J. (2002). Le système complexe et cohérent des pratiques des enseignants de mathématiques : une double approche. *La Revue canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies*, vol. 2, no 4, p. 505-528.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.

Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J.-F., Amiel, A. Lutz, G & Morcillo, A. (2003). *Utilité, utilisabilité, acceptabilité : interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain* 2003 (pp 391-402), avril 2003, Strasbourg, France

Wilmes, S. E., & Siry, C. (2020). Science notebooks as interactional spaces in a multilingual classroom: Not just ideas on paper. *Journal of Research in Science Teaching*, 57(7), 999-1027.

Médiation pour l'enseignement scientifique

La médiation par des chercheurs peut-elle faire évoluer les pratiques d'enseignement des sciences ?

Courdent, Albine[(1)], Decroix, Anne-Amandine[(2)]
[(1)] Théodile – CIREL, Inspe Lille HdF ULille – France
[(2)]LDAR, Inspe Lille HdF ULille – France

Résumé

Le milieu scolaire est un des espaces où la médiation, opération de connexion, de traduction, peut déployer pleinement son rôle de diffusion de connaissances, et de raisonnements fondés scientifiquement et toucher un jeune public. Les Maisons pour la science proposent des formations d'enseignants intégrant des dispositifs de médiation. Nous cherchons dans quelle mesure, lors de la conception de ces dispositifs, la prise en compte par les chercheurs des conceptions des enseignants à propos des sciences et de leur enseignement peut faire évoluer les pratiques d'enseignement des sciences en référence aux pratiques des chercheurs, et impacter les apprentissages des élèves. La première étape abordée ici montre la nécessité pour l'ingénieur de formation de faire s'approprier par le chercheur la spécificité des sciences à enseigner.

Mots-clés :

Enseignement ; éducation ; formation ; sciences expérimentales ; médiation.

Introduction

La médiation et la communication des savoirs scientifiques peuvent prendre de multiples formes et opérer en de nombreux endroits. Elles contribuent selon Triquet (2011) à faire circuler des idées scientifiques, à véhiculer certains types de représentations à propos de la science et de la technique, à susciter des attitudes ou à proposer de nouvelles façons d'interroger les sciences. La médiation peut être définie comme une opération de connexion, de négociation, de traduction qui mène à ce que Davidson et al. (1996) appellent une zone interprétative, et Ligozat & Marlot (2016) un espace interprétatif partagé entre le médiateur et son public. Un des lieux où elle peut déployer pleinement son rôle et toucher un public issu de toute catégorie sociale, est le milieu scolaire. L'École, comme le soulignent Pommier et al. (2010) constitue un espace privilégié d'interactions entre la Science et la société. Aussi, interroger les interactions directes ou médiées, entre des chercheurs et les acteurs de l'école constitue un axe de recherche important.

Plusieurs études ont porté sur la façon qu'ont les enseignants d'intégrer les pratiques des chercheurs dans leurs pratiques enseignantes (Bisault, 2010). Des recherches ont mis en évidence que la relation prépondérante entre les enseignants et les chercheurs s'apparente souvent à une délégation à des experts d'intervention en classe (Pommier et al. 2010). D'autres travaux ont montré que le renforcement des liens entre chercheurs, enseignants et élèves, contribue à donner une meilleure image des sciences, et à entretenir le goût pour les sciences et leurs apprentissages (Simmoneaux et al, 2005 ; Courdent et al. 2018, . Léna et al. (2016, p 142) indiquent que la diffusion des savoirs entre ces communautés nécessite que « les connaissances se partagent, se transforment, se développent et que la transposition réalisée par les chercheurs tienne réellement compte des éléments liés à la classe : spécificité des publics, degrés de difficulté probable des élèves ». Dans la « chaîne de traduction » entre les deux communautés, tel que le formulent Frandji & Vitale (2008), les représentations des acteurs concernant les sciences, permet d'identifier des obstacles à la transmission des contenus scientifiques. Par exemple, les enseignants signalent la difficulté pour les chercheurs d'ajuster les discours et les savoirs scientifiques aux élèves, et de tenir compte de leurs préoccupations (Pommier et al., 2010). Coppé & Tiberghien (2013, p 80) montrent, de plus, la nécessité, dans le lien entre chercheurs et enseignants « d'élaborer des outils intermédiaires, qui sont opératoires pour l'enseignement effectif et, en même temps, fondés théoriquement ».

Problématique

Afin d'interroger la chaîne de diffusion des savoirs et des pratiques scientifiques qui s'établit entre des chercheurs en sciences expérimentales et le jeune public nous avons centré notre attention sur des dispositifs qui intègrent des formes de médiation à des formations d'enseignants. Les Maisons Pour La Science (MPLS), structures fondées à l'initiative de l'Académie des sciences en 2012, en partenariat avec les rectorats, ont mis en place de telles formations. Leurs mises en œuvre visent à développer chez les enseignants une meilleure maîtrise des savoirs fondamentaux, des démarches et des raisonnements scientifiques afin

de permettre aux élèves d'acquérir des connaissances et des compétences en appui des pratiques des chercheurs. L'étude conduite par Munier et al (RDST, n°23, 2021) au début du fonctionnement des MPLS a montré que les enseignants formés augmentaient leur temps d'enseignement des sciences, mais que l'effet sur l'acquisition de connaissances des élèves, limité à court terme, ne perdurait pas à long terme. Les dispositifs élaborés récemment ont fait l'objet d'une évaluation menée pour l'ensemble des MPLS[85], à partir d'un questionnaire où les enseignants déclarent en particulier que les interventions des chercheurs leur permet de proposer plus de situations questionnantes mais qu'elles gagneraient à « transposer plus le contenu apporté par les chercheurs à des activités classe ».

Une première étape de notre recherche est de mettre en évidence, la perception qu'ont les acteurs de chaque sphère, scientifique et scolaire, concernant les sciences, leur enseignement et la formation à l'enseignement des sciences. La prise en compte des convergences et des obstacles par le chercheur et un ingénieur de formation MPLS vise à ajuster la conception et la mise en œuvre des formations. La deuxième étape consiste, à la suite des formations intégrant des temps de médiation par les chercheurs, à observer les pratiques des enseignants ayant suivi la formation. En appui sur ces données, l'objectif final de cette recherche est de mesurer l'impact des formations où les chercheurs ont pris en compte les conceptions des enseignants à propos des sciences, sur l'évolution des pratiques d'enseignement scientifique et sur l'acquisition de connaissances, de compétences, et attitudes scientifiques par les élèves.

Méthodologie

Notre recherche, en cours, interroge des dispositifs de formation de la MPLS Nord-Pas-de-Calais, réalisés avec des scientifiques de laboratoires de recherche en sciences expérimentales. La présente contribution, recherche qualitative à visée compréhensive, expose la méthodologie et les résultats de la première étape de l'étude. Des questionnaires ont été soumis à trois chercheurs et aux enseignants cibles de leur formation, portant sur les conceptions, pratiques, valeurs, attitudes, compétences attachées aux sciences, à leur enseignement, à la médiation, à la formation. Dans le croisement des réponses, nous avons pu identifier des éléments divergents et d'autres constituant des appuis pour la connexion des sphères scientifique et scolaire. Le recueil des réponses a fait l'objet d'échanges pendant les temps de conceptions des dispositifs de formation entre un des ingénieurs de formation et les chercheurs afin que chacun s'approprie ces composantes dans l'élaboration des interventions. Pour analyser les résultats, nous nous appuyons sur les trois dimensions de la médiation définie par Gardiès (2012). La dimension symbolique correspondra dans notre étude aux représentations de la science, de la formation et de l'enseignement scientifique. La dimension technique ou logistique sera représentée par les modalités, activités, outils et supports de médiation. La dimension langagière portera sur les formulations de propositions par les chercheurs et d'attentes des enseignants.

---

85 https://maisons-pour-la-science.org/sites/default/files/mpls/national/evaluations/rapport-d-evaluation-2021.pdf

Résultats et conclusion

Parmi les éléments saillants, nous pouvons relever que la démarche scientifique est abordée par les chercheurs et les enseignants. Les chercheurs y associent la prise en compte « de l'erreur et de l'esprit critique », et ils la considèrent comme « processus évolutif » en recherche ; les enseignants l'identifient plutôt comme une « approche rigoureuse destinée à résoudre des problèmes du monde naturel », ancrés dans « le réel des élèves ». Ces derniers mettent surtout en évidence l'intérêt des sciences dans leurs applications au quotidien à travers le progrès scientifique et technologique. Si une valeur fondamentale commune est mise en avant par les deux mondes, nommée « honnêteté intellectuelle » par les enseignants et « intégrité » par les chercheurs, sa visée prend deux formes différentes : la « lutte contre l'ignorance » pour les premiers, qui est intégrée dans une optique plus large pour les seconds, « l'universalisme ». Ainsi, apparaît un des rôles essentiels de l'ingénieur de formation consistant à permettre au chercheur de s'appuyer sur les fondements partagés pour faire accéder de manière explicite, les enseignants, à des éléments de réflexions complémentaires attachées au monde de la recherche.

Chercheurs et enseignants partagent globalement les finalités de l'enseignement scientifique tout au long des niveaux scolaires : en partant de la stimulation de la curiosité, du questionnement, de l'observation, pour construire des raisonnements fondés sur des expérimentations et des appuis théoriques afin de construire des connaissances permettant aux élèves de saisir les enjeux sociétaux et d'envisager les métiers des filières scientifiques. Mais la difficulté en formation vient des divergences sur les modalités d'approche des savoirs, démarches et finalités. Par exemple, quand on demande aux chercheurs sous quelles formes (modalités, approches, activités) ils trouveraient pertinent de mener une action de formation certains proposent des démarches d'investigation actives, des visites de laboratoire, des expérimentations, tandis que d'autres sont fort démunis et n'identifient ni les pratiques facilitatrices, ni les obstacles à la compréhension. Sachant que les attentes des enseignants vis-à-vis des chercheurs, sont parfois formulées en termes non équivoques *(« On a besoin des outils pratiques et utiles, pas de blabla. Des connaissances, des situations concrètes, directement utilisables en enseignement, des expérimentations* »), un travail d'appropriation par le chercheur des spécificités des « sciences à enseigner », accompagné par l'ingénieur de formation parait important. Le chercheur pourra ainsi lors de son intervention, expliciter et rendre visible la finalité et les contenus de ses recherches en les intégrant aux points d'attention des enseignants tels que « la nécessité de s'ancrer dans le réel des élèves » pour donner sens aux apprentissages. Cela permettra au chercheur de faire connaître son « métier » pour que les enseignants transmettent des représentations justes lors des activités de classe

Bibliographie

Bisault, J. (2010). Des moments de science à l'école primaire : quelles références pour quels enjeux ? *RDST*, n°2, 53-78.

Coppé, S. & Tiberghien, A. (2013). Conception d'une formation de formateurs. In A. Tiberghien et S. Coppé (éd.). Elements of collaborative teacher development and teacher resources: France report for European commission for S-TEAM project (FP7) Trondheim: NTNU, 70-81.

Courdent, A., Deligne, C. & Versele, R. (2018). Interactions à long terme chercheurs-élèves : mécanismes cérébraux en jeu dans la mise en récit. *Actes de la 10e rencontres scientifiques de l'ARDIST*, 27, 28, 29 et 30 mars 2018, Saint-Malo.

Davidson-Wasser, J. & Bresler, L. (1996). Working in the interpretative zone: conceptualizing collaboration in qualitative research teams. Educational researcher, vol. 25, n°5, 5-15.

Frandji, D. & Vitale, P. (2008). *Actualité de Basil Bernstein*. Rennes : Presses universitaires de Rennes.

Gardiès, C. (2012). *Dispositifs info-communicationnels de médiation des savoirs : cadre d'analyse pour l'information-documentation*. Habilitation à diriger des recherches : Sciences de l'information et de la communication, Toulouse Université de Toulouse 2-Le Mirail, 222p.

Munier, V., Bächtold, M., Cross, D., Chesnais, A., Lepareur, C. Molvinger, K., Gurgand, M. et Tricot, A. (2021). Étude didactique de l'impact d'un dispositif de formation continue à un enseignement des sciences fondé sur l'investigation. *RDST*, n°23, - .

Léna, J.-Y, Julien, M.-P., Chalmeau, R., Calvet, A. & Vergnolle-Mainar, C. (2016). Les ressources en eau dans un environnement de proximité : des chercheurs dans la classe. *RDST*, n°13, 133-160.

Ligozat et Marlot (2016). Un espace interprétatif partagé entre l'enseignant et le didacticien est-il possible ? In F. Ligozat, M. Charmillot& A. Muller (éd.), Le partage des savoirs dans le processus de recherche en éducation. Bruxelles : De Boeck, 143-163.

Pommier, M., Foucaud-Scheunemann, C. & Morel-Deville, F. (2010), De la recherche à l'enseignement : modalités de partage des savoirs dans le domaine des SVT. *RDST*, n°2, 127-156.

Simmoneaux, L., Ducamp, C., Albe, V., Simmoneaux, J. & Hirtzlin, N. (2005). La perception des sciences par les lycéens est-elle modifiée par la présentation par des chercheurs de leurs travaux ? *Actes de la 4ème rencontre de l'ARDIST*, 10-15 octobre 2005, Marseille.

Triquet, E. (2011). Introduction. In: *Culture & Musées*. *Le récit dans la médiation des sciences et des techniques*, n°18,13-22.

Questions socialement vives

Teacher stances during socioscientific issue discussion: a critical interpretative synthesis

Ermis-Ozcan, Gökcen[(1)], Hervé, Nicolas[(2)]
[(1)]UMR EFTS, Université Toulouse Jean Jaurès – France
[(2)]UMR EFTS, Ecole Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole – France

Résumé

Although teaching socioscientific issues (SSI) offers civic and educational opportunities, there are pedagogical challenges and contextual difficulties. Critical Interpretive Synthesis allowed us to gather and analyze studies on teachers' stances during teaching SSI. WoS and ERIC databases were used to determine relevant studies (eighteen articles). The articles included both pre and in-service teachers taught at primary, elementary, and secondary levels. The results comprised three main teacher profiles (i.e., excluders, neutrals, and disclosers) and their sub-profiles. Each profile was explained by the underlying reasons for teachers' preference of corresponding positions. While neutrality was the most cited position, teachers' stances varied depending on the issue, and their beliefs. Suggestions for thoroughly examining teachers' stances on different SSI in diverse cultural contexts, and exploring the role of beliefs on their stances were offered.

Mots-clés: socioscientific issues, teachers' positions, neutrality, critical interpretative research

Introduction

Issues that have varied scientific consensus or great social divisions such as evolution, climate change, or biotechnology are considered controversial and named as socioscientific issues (SSI). SSI teaching offers precious civic and educational opportunities to develop reasoning skills, promote citizenship, and improve argumentation and critical thinking (Chowdhury et al., 2020). However, there are pedagogical challenges and contextual difficulties which make teachers feel uncomfortable to introduce such issues and whether to share their own posture in the classroom (Simonneaux, 2007). Teachers' classroom behaviors are dynamic and less is known about how their classroom disclosure varied by their own values and beliefs, and their socio-cultural environment. In the literature, there exist a few frameworks to describe teachers' stances that are not far from each other in meaning. The leading categorizations were created by Stradling (1984) and by Kelly (1986). Conspicuously, teacher positions entitled with different utterances were classified by the scholars from 'avoiders' to 'imposers'. While some researchers advocate teacher disclosure to be a model for their students (e.g., Kelly, 1986), some of them argued the significance of neutrality (Hermann, 2013). The guiding question for the research is "what does the science education literature reveal about the teachers' stances during introducing SSI and what are the beliefs that influence their preferred positions?".

Method

We used the Critical Interpretive Synthesis (CIS) framework to synthesize the empirical studies regarding teachers' positions during teaching SSI and to understand the reasons for these preferences of teacher. This method allows us to synthesize qualitative and quantitative data at the same time. The nature of CIS process is dynamic, iterative, and reflexive, allowing for continued analysis, synthesis, research, and sampling throughout the process (Dixon-Woods et al., 2006). Although CIS enables the researchers to combine all types of studies such as empirical and non-empirical data or research reviews, we used only empirical data in this study. We employed WoS and ERIC databases to determine relevant literature. We only included studies published in peer-reviewed journals and written in English and, ultimately reached 18 articles published between 1996 and 2021 (Table 1). We extracted two types of data from primary research reports: characteristics of the studies and findings regarding teachers' stances. We identified all statements in the articles mentioning teachers' positions, and then each author deeply analyzed the emerging categories and rationales given in the studies. Finally, we created teacher profiles in line with their underlying beliefs. The characteristics of the studies are presented in Table 2.

Cross, R. T., & Price, R. F. (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science Teaching, 33(*3), 319-333.

Bryce, T., & Gray, D. (2004). Tough acts to follow: The challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education, 26(*6), 717-733.

Griffith, J. A., & Brem, S. K. (2004). Teaching evolutionary biology: Pressures, stress, and coping. *Journal of Research in Science Teaching, 41(*8), 791–809.

Oulton, C., Day, V., Dillon, J., & Grace, M. (2004). Controversial issues teachers' attitudes and practices in the context of citizenship education. *Oxford Review of Education, 30(*4), 489-507.

Lee, H., Abd-El-Khalick, F., & Choi, K. (2006). Korean science teachers' perceptions of the introduction of socio-scientific issues into the science curriculum. *Canadian Journal of Math, Science & Technology Education, 6(*2), 97-117.

Sadler, T. D., Amirshokoohi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching, 43*(4), 353-376.

Forbes, C. T., & Davis, E. A. (2008). Exploring preservice elementary teachers' critique and adaptation of science curriculum materials in respect to socioscientific issues. *Science & Education, 17(*8), 829–854.

Oliveira, A. W., Cook, K., & Buck, G. A. (2011). Framing evolution discussion intellectually. *Journal of Research in Science Teaching, 48(*3), 257-280.

Hermann, R. S. (2013). High school biology teachers' views on teaching evolution: implications for science teacher educators. *Journal of Science Teacher Education, 24(*4), 597-616.

Weinberger, Y., & Dreyfus, A. (2013). Teacher college students' views of controversial environmental issues: Ambivalence and readiness to adopt a stance. *International Journal of Environmental and Science Education, 8*, 627-643.

Sullivan, S. M. B., Ledley, T. S., Lynds, S. E., & Gold, A. U. (2014). Navigating climate science in the classroom: teacher preparation, perceptions and practices. *Journal of Geoscience Education, 62(*4), 550–559.

Kilinc, A., Demiral, U., & Kartal, T. (2017). Resistance to dialogic discourse in SSI teaching: The effects of an argumentation-based workshop, teaching practicum, and induction on a preservice science teacher. *Journal of Research in Science Teaching, 54(6*), 764-789.

Kilinc, A., Kelly, T., Eroglu, B., Demiral, U., Kartal, T., Sonmez, A., & Demirbag, M. (2017). Stickers to facts, imposers, democracy advocators, and committed impartialists: Preservice science teachers' beliefs about teacher's roles in socioscientific discourses. *International Journal of Science and Mathematics Education, 15(*2), 195-213.

Borgerding, L. A., & Dagistan, M. (2018). Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues. *Journal of Science Teacher Education, 29(*4), 283-306.

Ozden, M. (2020). Elementary school students' informal reasoning and its' quality regarding socio-scientific issues. *Eurasian Journal of Educational Research, 20(*86), 61-84.

Sibic, O., & Topcu, M. S. (2020). Pre-service science teachers' views towards socio-scientific issues and socio-scientific issue-based instruction. *Journal of Education in Science, Environment and Health, 6(*4), 268-281.

Eryasar, A. S., & Kilinc, A. (2021). The coherence between epistemologies and SSI teaching. *Science & Education, 31*, 123-147.

Nation, M. T., & Feldman, A. (2021). Environmental education in the secondary science classroom: how teachers' beliefs influence their instruction of climate change. *Journal of Science Teacher Education, 32(*5), 481-499.

Table 1: Studies analyzed (Chronological classification)

Reference of the study	**Number of participants by grade level**					**Research method of the study**	**Country of the study**
	Preservice elementary teachers	Preservice secondary teachers	Primary teachers	Elementary teachers	Secondary teachers		
Cross & Price, 1996					n=12	Qualitative	Scotland, US
Bryce & Gray, 2004					n=41, n=10*	Mixed	Scotland
Griffith & Brem, 2004					n=15	Qualitative	US
Oulton et al., 2004			n=15		n=11	Mixed	England
Lee et al., 2006					n=86, n=12*	Mixed	Korea
Sadler et al., 2006				n=8	n=14	Qualitative	US
Forbes & Davis, 2008	n=4					Qualitative	US
Oliveira et al., 2011					n=1	Qualitative	US
Herman, 2013					n=6	Qualitative	US
Weinberger & Dreyfus, 2013		n=23			n=74	Quantitative	Israel
Sullivan et al., 2014					n= 877	Quantitative	US
Ozden, 2015	n=114, n=8**					Mixed	Turkey
Kilinc, Demiral, et al., 2017	n=1					Qualitative	Turkey
Kilinc, Kelly, et al., 2017	n=323					Qualitative	Turkey
Borgerding & Dagistan, 2018		n=12			n=1	Qualitative	US
Sibic & Topcu, 2020	n=30					Qualitative	Turkey
Eryasar & Kilinc, 2021				n=3		Qualitative	Turkey
Nation & Feldman, 2021					n=26, n=4*	Mixed	US
Total	**479**	**35**	**15**	**888**	**298**		

*Indicates that these participants were chosen from among those who participated in the quantitative part.

**Indicates that these participants were not the same participants who participated in the quantitative part.

Table 2: Characteristics of the studies

Results: Emerging teacher profiles

This section presents three main profiles and their sub-profiles of teachers regarding their roles in the course of introducing SSI.

Profile 1: Excluders

The teachers in this profile do not include SSI in their teaching program contingent on several reasons. We deemed it suitable to create two sub-profiles for the excluders. The first refers to an approach of value-free education. Scholars found that teachers' naïve epistemological beliefs towards scientific knowledge and rationalistic informal reasoning patterns such as that science is value-free and composed of facts may result in ignorance of SSI. The second sub-profile is linked to the idea of avoiding any issue controversial. In that case, teachers consider that expressing ideas and creating a discussion environment were unsafe and unpleasant effects. They feel uncomfortable during discussion and so, they avoid any controversy in the classroom. Even teachers may not introduce controversies because they have ambivalent values about the issue.

Profile 2: Neutrals

We could indisputably detect this stance under various descriptions such as neutrality, impartiality, democracy advocators, and, balanced teaching. This stance is mostly preferred by the participants in reviewed articles for a variety of reasons. Considering them, three sub-profiles have appeared. The first refers to teachers who hide their own ideas to create more effective learning conditions, support students' critical thinking skills and make students reveal their ideas confidently. Indoctrination was seen as a prominent concern of these teachers. To avoid the risk of indoctrination, teachers prefer the strategies such as devil's advocate, or Socratic position. The second sub-profile has emerged when prominence is given to ethical and moral values to hide own ideas. Teachers advocated to withhold their own views about the issue and emphasized social and moral principles such as mutual respect, tolerance, or non-discrimination. The third sub-profile is driven by avoidance of any judgment, that is, refraining from social or administrative responses to a large extent. For example, Nation and Feldman (2021) indicated that climate change was seen as contestable and political by the participant teachers and they fully eliminated their own ideas related to the issue to protect themselves from external pressures such as parents, school administrations, or stakeholders.

Profile 3: Disclosers

The teachers in this profile include SSI in their teaching program, and they chose to disclose their own points of view on the issue. We created two sub-profiles to justify the ways of teacher disclosure. The first profile emerged when the teacher's disclosure was not motivated by the intent of converting students. These are attaining significant truths objectively, empowering students to disclose their own ideas, encouraging students' thinking skills, designing a democratic classroom atmosphere, helping to build up character (Kilinc et al., 2017), and being a model for students (Cross & Price, 1996). Sadler et al.

(2006) indicated that three groups of teachers emerged who would express their viewpoints. The first group thought that they would disclose their own ideas if they feel pressure from their students. The second group claimed that teachers' values always become apparent implicitly during teaching and the last group of teachers thought that disclosing opinions was one of the teacher's duties in to be a model for civic behaviors.

The second sub-profile is seen when teachers attempted to convince students. Teachers who advocate one side as factual knowledge might adopt this position by the intention of informing their students about the effects of genetically modified foods and feeling of responsibility as a teacher (Kilinc et al., 2017), creating environmental awareness (Eryasar & Kilinc, 2021), and preventing misleading of teaching multiple perspectives (Borgerding & Dagistan, 2018). More specifically, personal values and opinions emerging from the issue itself may influence teachers' approaches to introducing SSI. For example, climate change, genetically modified food, and evolution were the SSI in which some teachers wanted to teach these topics as factual in their future classes.

Discussion and conclusion

In this study, we found that teachers mostly tend to adopt a neutral position. However, according to several researchers, teacher neutrality is not possible. In fact, teachers already take perspectives on the SSI while bringing the issue and related materials in the classroom (e.g., Oulton et al. 2004). In addition, our review revealed that the underlying reasons of pre- and inservice teachers' preferences of neutrality are different. Preservice teachers who adopt a neutral tend to be in sub-profile 1, while inservice teachers justify their neutral position by ethical arguments (sub-profile 2), or an obligation (sub-profile 3) due to their real external concerns about the controversial nature of the issue. These results are also interesting for the French-speaking context, because, although the question of teachers' stances has been raised (e.g., Simonneaux, 2006), few empirical studies have been conducted (Urgelli, 2009; Hervé, 2012). To conclude, our results implied that both pre- and inservice teacher should be explicitly supported for their perspective taking on the issue. If they can disclose their own ideas, how and when they can do this without indoctrination should be part of the teacher training programs. And so, we suggest that further studies on teachers' stances could be enlarged in the real classroom environment by investigating the interaction among the teachers' own beliefs about SSI, the role of different SSI, and cultural contexts.

References

Borgerding, L. A., & Dagistan, M. (2018). Preservice science teachers' concerns and approaches for teaching socioscientific and controversial issues. *Journal of Science Teacher Education*, *29*(4), 283–306. https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1440860

Chowdhury, T. B. M., Holbrook, J., & Rannikmäe, M. (2020). Socioscientific issues within science education and their role in promoting the desired citizenry. *Science Education International*, *31*(2), 203–208. https://doi.org/10.33828/sei.v31.i2.10

Cross, R. T., & Price, R. F. (1996). Science teachers' social conscience and the role of controversial issues in the teaching of science. *Journal of Research in Science*

Teaching, *33*(3), 319–333. https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199603)33:3<319::AID-TEA5>3.0.CO;2-W

Dixon-Woods, M., Cavers, D., Agarwal, S., Annandale, E., Arthur, A., Harvey, J., Hsu, R., Katbamna, S., Olsen, R., Smith, L., Riley, R., & Sutton, A. J. (2006). Conducting a critical interpretive synthesis of the literature on access to healthcare by vulnerable groups. *BMC Medical Research Methodology*, *6*(1), 35. https://doi.org/10.1186/1471-2288-6-35

Eryasar, A. S., & Kilinc, A. (2021). The Coherence Between Epistemologies and SSI Teaching. *Science & Education*, *31*, 123-147. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00200-7

Hermann, R. S. (2013). High School Biology Teachers' Views on Teaching Evolution: Implications for Science Teacher Educators. *Journal of Science Teacher Education*, *24*(4), 597–616. https://doi.org/10.1007/s10972-012-9328-6

Hervé, N. (2012). *Analyse de pratiques d'enseignement de savoirs de la physique stabilisés (l'énergie) et controversés (le changement climatique)*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse.

Kelly, T. (1986) Discussing controversial issues: Four perspectives on the teacher's role. *Theory and Research in Social Education*, *14*(2), 113-138. https://doi.org/10.1080/00933104.1986.10505516

Kilinc, A., Kelly, T., Eroglu, B., Demiral, U., Kartal, T., Sonmez, A., & Demirbag, M. (2017). Stickers to facts, imposers, democracy advocators, and committed impartialists: Preservice science teachers' beliefs about teacher's roles in socioscientific discourses. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *15*(2), 195–213. https://doi.org/10.1007/s10763-015-9682-x

Nation, M. T., & Feldman, A. (2021). Environmental Education in the Secondary Science Classroom: How Teachers' Beliefs Influence Their Instruction of Climate Change. *Journal of Science Teacher Education*, *32*(5), 481–499. https://doi.org/10.1080/1046560X.2020.1854968

Oulton, C., Day, V., Dillon, J., & Grace, M. (2004). Controversial issues - teachers' attitudes and practices in the context of citizenship education. *Oxford Review of Education*, *30*(4), 489–507. https://doi.org/10.1080/0305498042000303973

Sadler, T. D., Amirshokoohi, A., Kazempour, M., & Allspaw, K. M. (2006). Socioscience and ethics in science classrooms: Teacher perspectives and strategies. *Journal of Research in Science Teaching*, *43*(4), 353–376. https://doi.org/10.1002/tea.20142

Simonneaux, L. (2006). Quel enjeu éducatif pour les questions biotechnologiques ? *In* A. Legardez & L. Simonneaux (Eds.), *L'école à l'épreuve de l'actualité* (pp. 33-59). ESF.

Simonneaux, L. (2007). Argumentation in Socio-Scientific Context. In S. Erduran, & M.P. Jimenez-Aleixandre (Eds). *Argumentation in Science Education: An overview* (pp. 179-200). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_9

Stradling, R. (1984). The Teaching of Controversial Issues: An evaluation. *Educational Review*, *36*(2), 121–129. https://doi.org/10.1080/0013191840360202

Urgelli, B. (2009). *Logiques d'engagement d'enseignants face à une question socioscientifique médiatisée : Le cas du réchauffement climatique*. Thèse de doctorat, Université de Lyon.

Les enjeux mobilisés par des étudiants sur la question du choix énergétique

Barrué, Catherine[(1)], Grenier, Damien[(2)]
[(1)] Centre de recherche sur l'Éducation les Apprentissages et la Didactique (CREAD), Université de Bretagne Occidentale – France
[(2)] Centre de recherche sur l'Éducation les Apprentissages et la Didactique (CREAD), Université de Rennes – France

Résumé

L'éducation au développement durable (EDD) vise à outiller les étudiants de compétences qui leur permettront de participer, dans leur vie d'adulte, aux choix qui se présenteront à eux que ce soit en tant que professionnel ou en tant que citoyens. Cet article décrit comment, à travers un jeu de rôle sur les énergies renouvelables il est possible d'amener les étudiants à argumenter en tenant compte de tous les enjeux sociaux, économiques, environnementaux et techniques d'une question. L'analyse des transcripts des débats entre eux a montré que si, pour des étudiants en sciences de l'ingénieur, les enjeux techniques sont plus longuement discutés, ce ne sont pas forcément les enjeux déterminants lors de la prise de décision. Celle-ci est prise en fonction d'une hiérarchie de valeurs qui n'est pas forcément celle à laquelle adhère les étudiants. Elle peut être aussi celle qu'ils assignent au personnage dont ils ont décidé de jouer le rôle dans le jeu.

Mots-clés :

Questions socioscientifiques - Éducation au développement durable - Jeu de rôle - Argumentation - Enjeux

Contexte

Depuis la fin 2020, l'Éducation au Développement Durable (EDD) fait explicitement partie des missions des établissements d'enseignement supérieur français. La nouvelle formulation de l'article L123-2 du Code de l'Éducation définit ainsi que « le service public de l'enseignement supérieur contribue [… 4° bis] à la sensibilisation et à la formation aux enjeux de la transition écologique et du développement durable »).

« La finalité de l'EDD est de donner aux futurs citoyens les moyens de faire des choix en intégrant à son raisonnement les questions complexes du développement durable et en lui permettant de prendre des décisions, d'agir de manière lucide et responsable, tant dans sa vie personnelle que dans la sphère publique » (MEN, 2021).

Les questions liées aux impacts des activités humaines sur l'environnement et aux choix à effectuer pour les réduire sont considérées comme des Questions Socialement Vives ou plus précisément de Questions Socioscientifiques (QSS) puisqu'il s'agit de questions en lien étroits avec des savoirs scientifiques. Selon la définition donnée par Alain Legardez (2006, p. 21-22) il s'agit alors de questions triplement vives car :

- vives socialement, agitant les espaces social, politique et médiatique ;
- vives scientifiquement car ne faisant pas encore l'objet d'un consensus, une partie des savoirs liés à ces questions faisant encore l'objets de débats au sein de la communauté scientifique ;
- enfin vives didactiquement car les enjeux éducatifs sont différents de ceux visés par le modèle pédagogique traditionnel.

Les objectifs d'une EDD visent en effet non seulement à enseigner des savoirs établis mais aussi à apprendre aux étudiants à évaluer les discours des experts et l'information scientifique médiatisée, à développer la compréhension de la nature de la science et des compétences argumentatives, et enfin à apprendre à prendre une décision (Barrué & Albe, 2013).

Notre recherche se place dans l'approche théorique du modèle d'« Éducation Citoyenne critique » (ECc) pour l'étude d'une QSS » (Barrué, 2014; 2017). Ce modèle a une double visée : construire des dispositifs d'enseignement et de recherche et être un outil d'analyse de ceux-ci. Il prend en compte cinq dimensions qui caractérisent une ECc et certains éléments de la scolarisation des QSSs (Albe, 2007) qui les orientent : la dimension « connaissances », la dimension « argumentation », la dimension « enjeux », la dimension « information » et la dimension « engagement ».

La prise en compte de ces 5 dimensions conduit à privilégier des dispositifs délibératifs. Il peut s'agir d'organiser des débats pour agir sur des instances locales (Jimenez-Aleixandre al, 2002; Hogan, 2002) ou de délibérer pour prendre une décision informée (Böttcher & Meisert, 2013 ; Levinson, 2004). Des jeux de rôles ainsi que des simulations de débats publics (Barrué, 2014 ; Molinatti, 2010) sont également conçus pour traiter de telles questions.

Le dispositif délibératif utilisé dans cette recherche est jeu de rôle sur la question des choix à faire pour rendre un territoire autonome en énergie. Le jeu initialement développé pour un

public lycéen (Barrué, 2018) a été adapté à un public d'étudiants en sciences de l'ingénieur. Ce jeu avait été précédemment utilisé pour évaluer l'acquisition des connaissances au travers l'usage de dispositifs délibératifs (Barrué & Grenier, 2020). Nos objets de recherches portent ici de manière plus large sur l'argumentation et les stratégies envisagées par les différents groupes participant au jeu de rôle pour prendre leurs décisions. Nous cherchons à voir si des étudiants se saisissent des enjeux scientifiques, environnementaux et sociopolitiques, liés à la question des choix énergétiques. Dans cette communication, nous nous centrons donc sur les dimensions « enjeux » et « engagement » du modèle humble dont elles sont issues. A travers les enjeux, nous questionnons les valeurs qui sont mobilisées dans l'argumentation à travers la prise en compte des enjeux liés à la question des énergies renouvelables.

Méthodologie

Les participants

Les participants à cette étude sont des étudiants en sciences de l'ingénieur de l'École Normale Supérieure de Rennes (ENS Rennes) et de Centrale-Supélec Rennes. Il s'agit dans les deux cas d'étudiants de niveau Master. A l'ENS Rennes les effectifs sont très réduits (6 à 7 étudiants) contre une trentaine à Centrale-Supélec.

Le jeu de rôle

Les participants répartis en 4 groupes représentent 4 communautés qui vivent sur une île fictive. Leurs territoires sont délimités par des frontières. L'objectif pour chaque groupe est de faire un mix énergétique permettant de rendre sa communauté autonome. Chaque groupe possède une carte « communauté » présentant les caractéristiques géographiques de sa communauté et le mode de vie des habitants. Il dispose de 8 cartes informatives sur les formes d'énergies renouvelables (le seul type de sources disponible sur l'île) : solaire, géothermique, éolienne, hydroélectrique, hydrolienne, marémotrice, biomasse de combustion et de méthanisation. Des informations sont données sur le principe de fonctionnement, les avantages, les inconvénients, les impacts sur l'environnement et l'apport énergétique. Le jeu a été enrichi pour le contexte universitaire. Un outil de type tableur a été ajouté pour apporter une rétroaction aux étudiants et leur permettre d'évaluer la pertinence des différentes solutions retenues (en terme quantitatifs, mois par mois, en termes de coût économique et en termes d'émission de CO2). Ce *feedback* est en effet considéré comme indispensable dans ce type de dispositif pour offrir « *un espace de réflexivité au sein duquel l'apprenant peut évaluer sa manière de penser et d'agir* » (Sanchez & Romero, 2020).
Les étudiants débattent au sein de leur groupe des solutions répondant au mieux aux besoins de leur communauté. Aucune directive ne leur est donnée sur les critères à prendre en compte pour choisir une solution plutôt qu'un autre. Il revient au groupe de définir ces critères.
Les étudiants de chaque groupe viennent ensuite présenter la solution retenue aux autres étudiants autour d'une carte de l'île. Les choix qu'ils ont faits pouvant avoir des conséquences sur les autres communautés, des négociations et des modifications de solutions peuvent alors émerger. Chaque territoire ne disposant pas des mêmes, il apparait d'ailleurs

souvent que des échanges entre communauté permettent de réduire l'impact économique, environnemental et / ou social des solutions initialement réfléchies au sein de chaque communauté.

Les données et leur analyse

Deux types de données ont été recueillis.
Tout d'abord un questionnaire sur les valeurs a été construit et soumis aux étudiants. Il comporte des questions fermées en lien avec le réchauffement climatique et les énergies, ainsi que sur le niveau d'information qu'ils estiment avoir sur ces sujets.
Le second type de données recueillies est constitué des enregistrements audio ou vidéos de leurs échanges pendant les phases de jeu. Ces enregistrements ont été retranscrits. Dans ces transcriptions, nous avons repéré dans une première lecture 4 catégories d'enjeux : les enjeux sociaux, économiques, environnementaux et techniques. Elles se sont avérées pertinentes pour la suite. Se basant sur cette catégorisation, nous avons compté le nombre de fois où ces enjeux ont été mobilisés dans l'argumentation et la prise de décision, ce qui a permis de dégager des tendances quant à leur poids. Pour rendre compte de l'impact des enjeux sur le choix provisoire de solution énergétique, nous regardons s'il y a modification de celui-ci lors des échanges dans les groupes.

Résultats et conclusion

L'analyse des transcriptions de 3 des groupes observés montre une prépondérance sur le plan quantitatif des enjeux techniques dans l'argumentation des étudiants (figure1).
Cela peut s'expliquer par le champ disciplinaire dans lequel ils s'inscrivent. Il n'est pas étonnant que les étudiants en sciences de l'ingénieur s'intéressent aux aspects techniques et technologiques et en discutent abondamment. 90 à 95% de ceux qui ont répondu aux questionnaires considèrent que les solutions technologiques pour décarboner l'énergie ou améliorer l'efficacité énergétique peuvent apporter une réponse à la crise climatique alors que seulement 65% pensent que cela nécessite de remettre en cause le modèle de société. Ils sont 45% à s'estimer parfaitement informés des enjeux techniques, alors ce pourcentage descend à 20% pour les enjeux économiques ou sociaux.
Mais cela ne signifie pas pour autant que ces enjeux techniques sont systématiquement décisifs. Certaines solutions sont écartées d'emblée sur la base de critères environnementaux économiques ou sociaux (« *On ne peut plus pêcher. Du coup c'est mort* »). La prise de décision semble donc plus se faire sur la base d'une hiérarchie des valeurs qu'en fonction des savoirs des étudiants. On constate sur la figure 2 que le groupe 2 qui était celui qui avait le plus discuté des enjeux environnementaux est celui pour lequel ces critères n'ont jamais été décisifs alors que pour le groupe 3 qui est celui qui en le moins parlé, a plus pris de décisions en fonction des enjeux environnementaux.

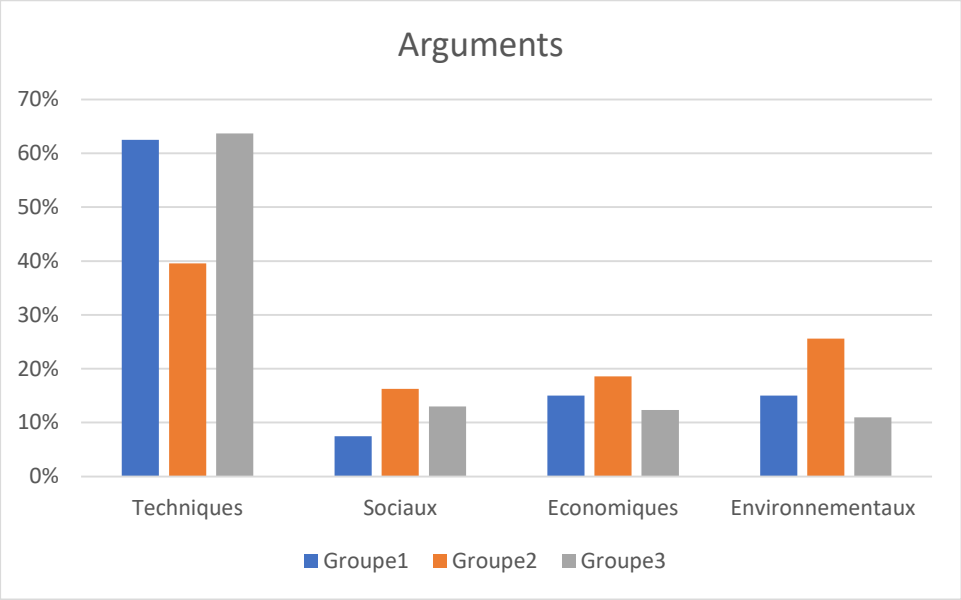


Figure n°1 : Occurrences des arguments

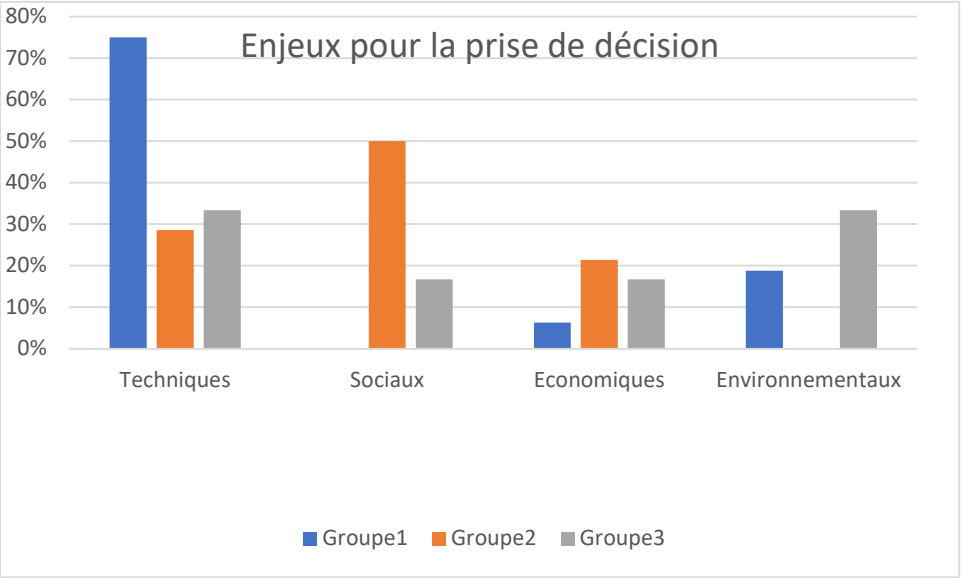


Figure n°2 : Occurrences des enjeux déterminants dans la prise de décision

La prise de décision semble plus se faire sur la base d'une hiérarchie des valeurs qu'en fonction des savoirs maitrisé par les étudiants. Il n'est cependant pas certain que les valeurs convoquées correspondent aux propres valeurs aux étudiants. Nous avons en effet pu constater que certains groupes s'engageaient en usant de la liberté intrinsèque qu'offre le jeu (Sanchez & Romero, 2020) et qui leur permet de « jouer un rôle ». Les étudiants se comportent alors « comme si » ils adhéraient à un ensemble de valeurs qui ne sont pas forcément les leurs. Certains groupes ont ainsi décidé de tester à quelle solution on aboutirait s'ils ne se concentraient que sur les critères économiques (« *que ça coute le moins cher* ») ou pour d'autres, s'ils essayaient de se passer éoliennes (« *parce que c'est moche* »).

Bibliographie

Albe, V. (2007). Des controverses scientifiques socialement vives en éducation aux sciences. Etat des recherches et Perspectives. Mémoire de synthèse pour l'Habilitation à diriger des Recherches, Université Lyon 2, Lyon.

Barrué, C. & Albe, V. (2013). Citizenship education and socioscientific issues : Implicit concept of Citizenship in the Curriculum, views of French Middle School Teachers, *Science & Education*, 22, 5, 1089-1114.

Barrué, C. (2014). L'enseignement des thèmes de convergence au Collège : Mise en débat d'une question socioscientifique en classe pour une Éducation Citoyenne critique. Thèse de Doctorat. ENS de Cachan. École doctorale des sciences pratiques de Cachan.

Barrué, C. (2017). Débat sur une question sociocientifique: expertise de l'information dans le cadre d'une Éducation Citoyenne. *Revue Suisse des Sciences de L'éducation.*

Barrué, C. (2018). Un jeu de rôle pour la scolarisation d'une question socioscientifique : un dispositif adapté pour l'acquisition de connaissances ? *Educational Journal of the University of Patras*, UNESCO Chair.

Barrué, C & Grenier, D. (2020), Un jeu de rôle pour la scolarisation d'une question socio-scientifique. La question des énergies renouvelables. Actes des 11ieme rencontres de l'ARDIST, Bruxelles.

Böttcher, F. & Meisert, A. (2013), Effects of Direct and Indirect Instruction on Fostering Decision-Making Competence in Socioscientific Issues, *Research of Science Education*, 43, 479-506.

Hogan, K. (2002). Small groups'ecological reasoning while making an environmental management decision. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 341-368.

Jiménez-Aleixandre, M.-P. & Pereiro-Muñoz, C. (2002). Knowledge producers or knowledge consumers ? Argumentation and decision making about environmental management. *International Journal of Science Education*, 24, 1171-1190.

Legardez, A. (2006). Enseigner des questions socialement vives. Quelques points de repères. Dans *L'école à l'épreuve de l'actualité. Enseigner les questions vives.* ESF Editeur.

Levinson, R. (2004). Teaching Bioethics in Science : Crossing a bridge too Far ? *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 4, 353-369.

MEN (2021) Vademecum "Education au développement durable - Horizon 2030", Ministère de l'Éducation Nationale, 2021.

Molinatti, G., Girault, Y. & Hammond, C. (2010). High School Students Debate the Use of Embryonic Stem Cells : The influence of context on decision-making, *International Journal of Science Education*, 32,16, 2235-2251.

Sanchez E., Romero M. (2020), Apprendre en jouant. Mythe et réalités. Éditions Retz.

Environmental awareness and controversy mapping on excessive meat production and consumption

A study with preservice preschool teachers

Cruz-Lorite, Isabel María(1), Hervé, Nicolas(2), Cebrián-Robles, Daniel(1), Acebal-Expósito, María del Carmen(1)
(1)Experimental Science Teaching, University of Malaga – Spain
(2)École Nationale Supérieure de Formation de l'Enseignement Agricole, Université de Toulouse – France

Abstract

The current model of meat production and consumption is a Socially Acute Question with environmental implications and developing people's environmental awareness is necessary for adopting more environmentally friendly eating habits. This work studies the possible effects of a Cartography of Controversy device on the environmental awareness of preservice preschool teachers. Their answers to an open-ended question about their meat consumption were analysed before and after the activity. The results show not significant changes in their willingness to reduce their meat consumption after the activity and health or animal welfare seem to be more relevant reasons for them than the environmental ones. Limitations of this study are discussed in this work.

Keyword:

Socially acute questions; Cartography of controversy; Environmental awareness; Meat consumption; Preservice preschool teachers

Controversy mapping for developing environmental awareness

Socially Acute Questions (SAQs) are uncertain issues that generate controversy among specialists in the relevant fields and society, challenge social practises and are the subject of significant media coverage (Simonneaux, 2008). These questions also have the educational and potentially vivid property of addressing them in schools, given that they are at the heart of the problem of teaching and learning in an uncertain world influenced by the development of techno-science and by environmental and health crises (Simonneaux, 2014). In relation to science education, SAQs are one of the "science-in-context" fields that aim to associate scientific education and education for citizenship through the study of socio-scientific/socio-technical controversies or environmental problems (Bencze et al., 2020).

One SAQ which has shown increasing interest in Spain (Guitián, 2022) is the current model of meat production and consumption; a question with environmental implications (Mitloehner, 2018). Adaptation and mitigation responses to climate change are strongly influenced by behavioural and lifestyle choices (Prati et al., 2017). In order to adopt more environmentally friendly lifestyles, one goal of environmental education is for people to develop their environmental awareness (EA). For this work, we adopted the theoretical framework of Chuliá (1995) because of its relevance in many studies on EA in recent decades in Spain (e. g., Muñoz, 2012). Chuliá (1995) proposed this theoretical framework using mainly empirical evidence provided by a monographic survey on the environment representative of the entire Spanish population (CIRES, 1994). According to this model, EA is characterised by four dimensions: cognitive, affective, conative, and active, that could be described by indicators proposed by Jiménez and Lafuente (2006).

Cartography of Controversy (CoC) is a suitable educational approach to address SAQs, given its potential to analyse complex issues. CoC is a teaching adaptation of the Actor-Network Theory (Latour, 2005), which defines the social phenomena as an aggregate of human and non-human actors, the actants. The objective of controversy mapping is to describe the actants in a controversy, the relationships they have with each other, and the arenas in which they express themselves. The controversy mapping could have different educational purposes depending on how it is put into practice, according to Christodoulou et al. (2021), as a tool for familiarisation, exploration and/or consolidation. In this work, we have used it as a familiarisation tool and, in order to study this purpose, we analysed the following research question: What are the effects, if any, of a CoC device on the EA of preservice preschool teachers (PPTs)?

Methodology

This study is non-experimental with a longitudinal multidimensional idiographic design within a mixed approach (Creswell, 2014).

Participants

103 PPTs of two classes (class A, 51 students; and class B, 52 students) participated in this study. They studied the subject Nature Sciences Teaching of the 3rd course of the Degree in Preschool Education at the University of Malaga during 2019/20. All of them were women,

most of them between 20 and 22 years old and studied science for the last time in their compulsory secondary education (15-16 years old).

Learning context

The controversy mapping activity was carried out with each group in three-hour online sessions using the Miro platform to build the maps. Therefore, two maps were built. First, PPTs were asked individually to think of six actants related to the controversy. Next, PPTs were organised in small groups between 4-5 members. In each of these small groups, the PPTs had to decide which of the individually proposed actants would finally be included in the map, choosing only the four most relevant ones. When the actants were included in the map, a dialogue was initiated between the teacher and the PPTs to decide how they would be grouped into different poles. Once the poles were established, students were asked to propose relationships and actions.

Data collection and analysis

A pre/post mixed questionnaire was used for data collection. In this work, we analysed an open-ended question included in the pre- and the post-test to analyse what elements of EA PPTs bring into play when answering a question related to their meat consumption and the topic of the reasons that they provide. For this purpose, the EA was analysed using the indicators of Jiménez and Lafuente (2006) and the reasons provided by PPTs to justify their positions were categorised thematically (open coding).

Results

79 PPTs answered both pre- and post-test. The reasons given by the PPTs in their answers were grouped into 15 categories: health, animal welfare, the taste of food, balance diet, environmental, cultural, economic, meat quality, endangered species, population control, extreme necessity, criticism of vegan/vegetarian, media, physical appearance and no clear topic.

Regarding the EA, before the activity 37 of the PPTs were willing to reduce their meat consumption, 25 were unwilling to reduce it and 1 answered that she was unsure (conative dimension). The rest did not answer the question clearly. Both groups (willing/unwilling) were similar regarding the reasons provided in their answers, but they show differences in animal welfare (providing 19 and 4 reasons, respectively) and environmental (17 and 5 reasons, respectively). 16 PPTs said they had already reduced their meat consumption or tried to reduce it (active dimension), mainly for health (13) and animal welfare (11) reasons. After the activity, 21 PPTs said that they had changed their initial opinion in some respects and 56 did not. The PPTs who changed their opinion after the activity provided mainly reasons on health (15) and animal welfare (9). Furthermore, PPTs who answered in the pre-test that they had already reduced their consumption or tried to do so reinforced their positions after the activity. 2 PPTs in the pre-test and 1 in the post-test indicated their willingness to assume costs from environmental policy measures (conative dimension).

Concerning the categories of the reasons given by the PPTs, the two last categories only appeared in the pre-test and the categories the taste of meat, endangered species, population control, extreme necessity, criticism of vegan/vegetarian and media only in the post-test. The PPTs provided 188 reasons in their answers in the pre-test and 70 in the post-test, and they were given to justify both willingness and unwillingness to reduce meat consumption. In the pre-test, the categories with a higher percentage of responses were health (55), animal welfare (28), the taste of food (28), and balanced diet (23). 18 environmental reasons were provided, and cultural aspects seem important on PPTs justifications too (17). The rest of the categories had frequencies equal to or less than 6.

The environmental reasons given by the PPTs' in the pre-test belonged mainly to affective (10) and cognitive (5) dimensions. Finally, some categories in the pre-test that seem to show naïve ideas about the provenance of the meat consumed by people, such as endangered species and population control, did not appear in the post-test. However, it does not mean that these ideas have been abandoned by the PPTs who provided them in the pre-test.

Regarding the post-test, the categories with more presence in the PPTs' answers were health (18), no clear topic (15), balanced diet (11), and environmental (11). The rest of the categories had 3 or fewer responses. Of the number of reasons given, 31 were new compared to those shown in the pre-test. Furthermore, 10 of these new reasons were included in the environmental category, and most of them were about the affective and cognitive dimensions.

Conclusion

Before the activity, almost a half of the PPTs (46.84 %) were willing to reduce their meat consumption. A fourth of them (20.25 %) had already reduced their meat consumption or tried to reduce it, with no significant changes in these dimensions after the activity.

Most of their justifications were based on both pre- and post-test health reasons. Other aspects such as animal welfare, the taste of food or a balanced diet seem to be more relevant for the PPTs than the environmental issues before the activity, with a slight increase in the number of environmental reasons given after the activity. Furthermore, in the pre-test the PPTs willing to reduce their meat consumption mainly provided animal welfare and environmental reasons. The PPTs who had reduced or tried to reduce their consumption provided health and animal welfare reasons. These two last categories seem to be the more important aspects in opinion changes too. Finally, before and after the activity, the environmental reasons focused on concern for the state of the environment and specialised knowledge of the environmental causes and consequences of excessive meat production and consumption.

Our results, therefore, show that CoC affects PPTs' EA, even if it is used as a familiarisation tool with a SAQ. However, the main limitation of this study is the scant capacity of a single open-ended question to gather exhaustive information on all dimensions of PPTs' EA. For that reason, we intend to use these results to develop a further complete instrument in future works. Moreover, one perspective of this work is to understand whether the constructed

maps and, in particular, the identified actants allow for developing specific dimensions of the PPTs' EA.

Acknowledgements

Work funded by the European Social Fund and Spain's National Research Agency through the contract PRE2018-083328 (Excellence in R+D project EDU2017-82197-P); by the Spanish National Plan (R+D+i Project PID2019-105765GA-I00), and by the University of Malaga (Project B1-2021_04).

References

Bencze, L., Pouliot, C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J., & Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending "science-in-context". *Cultural Studies of Science Education*, 15, 825-851. https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7

Christodoulou, A., Levinson, R., Davies, P., Grace, M., Nicholl, J., & Rietdijk, W. (2021). The use of Cartography of Controversy within socioscientific issues-based education: students' mapping of the badger-cattle controversy in England. *International Journal of Science Education*, *43*(15), 2479-2500. https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1970852

Chuliá, E. (1995). La conciencia ambiental de los españoles en los noventa. *Analistas socio-políticos*, *12*(a), 1-32. Retrieved from: http://bitly.ws/u3QU

CIRES [Centro de Investigaciones de la Realidad Social]. (1994). *Medio Ambiente*. Retrieved from: http://bitly.ws/u23m

Creswell, J. (2014). *Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage.

Guitián, J. (January 12th, 2022). Macrogranjas, la carne en el centro del debate. *La Vanguardia*. Retrieved from: http://bitly.ws/nEHT

Jiménez, M., & Lafuente, R. (2006). La operacionalización del concepto de conciencia ambiental en las encuestas. En R. de Castro (Coord.) *Persona, Sociedad y Medio Ambiente* (pp. 121-150). Sevilla: Junta de Andalucía. Retrieved from: http://bitly.ws/u3RD

Latour, B. (2005). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory*. New York, NY: Oxford University Press.

Mitloehner, F. (2018). Livestock's contributions to climate change: Facts and fiction. In T. E. Engle, D. J. Klingborg & B. E. Rollin (Eds.), *The welfare of cattle* (pp. 27-30). CRC Press.

Muñoz, A. (2012). *Concepto, expresión y dimensiones de la conciencia ambiental. El papel de la cultura científica*. Editorial Académica Española.

Prati, G., Albanesi, C., & Pietrantoni, L. (2017). The interplay among environmental attitudes, pro-environmental behavior, social identity, and pro-environmental institutional climate. A longitudinal study. *Environmental Education Research*, *23*(2), 176-191. https://doi.org/10.1080/13504622.2015.1118752

Simonneaux, L. (2008). L'enseignement des questions socialement vives et l'éducation au développement durable. *Pour*, *198*(3), 179-185. https://doi.org/10.3917/pour.198.0179

Simonneaux, L. (2014). Questions socialement vives and socio-scientific issues: new trends of research to meet the training needs of postmodern society. In C. Bruguière, A. Tiberghien, and P. Clément, *Topics and Trends in Current Science Education: 9th*

ESERA Conference Selected Contributions (pp. 37-54). https://doi.org/10.1007/978-94-007-7281-6

Les normes épistémiques de l'argumentation sur des questions socioscientifiques : vers une approche didactique

Pallarès, Gwen[(1)], De Checchi, Kévin[(2)], Bächtold, Manuel[(2)]
[(1)]CEREP, Université de Reims Champagne - Ardennes – France
[(2)]LIRDEF, Université de Montpellier / Université Paul Valéry de Montpellier – France

Résumé

Pour familiariser les élèves aux Questions SocioScientifiques (QSS), les élèves doivent s'initier à diverses pratiques épistémiques, dont l'argumentation. Dans cette communication, nous proposons d'adapter les notions de pratiques sociales de référence et de conceptions spontanées pour penser une didactique de l'argumentation sur des QSS. L'argumentation sur des QSS est en effet une pratique sociale épistémique guidée par des normes de référence, pour laquelle les élèves ont déjà des normes épistémiques personnelles spontanées. Nous explorons le pouvoir heuristique de ces parallèles à travers l'étude d'un débat d'élèves au lycée sur une QSS. Les résultats obtenus montrent la coexistence dans l'argumentation des élèves de diverses normes spontanées et d'éléments des normes de référence. L'interaction de ces normes met en évidence une pluralité de conceptions de l'argumentation donnant des pistes pour penser une didactique de l'argumentation sur des QSS.

Mots-clés :

Questions SocioScientifiques ; argumentation ; normes ; pratiques sociales de référence ; conceptions

Introduction et questions de recherche

Pour que les élèves puissent prendre part de façon réflexive et raisonnée aux débats de société, un enjeu éducatif majeur est de les familiariser aux Questions SocioScientifiques (QSS) et de développer leur compréhension des relations entre sciences et société (Capkinoglu, Yilmaz, & Leblebicioglu, 2020). Pour ce faire, les élèves doivent acquérir une certaine culture scientifique, notamment en s'initiant à diverses pratiques épistémiques. Parmi ces pratiques épistémiques, l'argumentation joue un rôle essentiel dans la constitution et la validation des connaissances, ainsi que dans l'établissement d'un point de vue éclairé sur une QSS (Duschl, 2007). Développer la qualité de l'argumentation des élèves, en particulier dans le contexte de débats sur des QSS, est ainsi un enjeu didactique essentiel des enseignements de sciences, qui mérite un traitement spécifique.

À titre heuristique, nous proposons d'utiliser et d'adapter deux notions clés de la didactique des sciences, à savoir les notions de pratiques sociales de référence et de conceptions spontanées, pour penser une didactique de l'argumentation sur des QSS.

L'argumentation sur des QSS peut être décrite comme une pratique sociale, de nature épistémique, caractérisée par certaines normes qui jouent le rôle de références (Nussbaum, 2021). Ces normes peuvent ainsi être identifiées comme les objectifs d'apprentissage. Plus précisément, on peut distinguer les normes génériques, en ce qu'elles concernent l'argumentation quel que soit le contexte du débat, et les normes spécifiques, relatives au contexte particulier des QSS (Bächtold et al., accepté). Au moins deux normes génériques principales peuvent être identifiées :

- la dialogalité : l'argumentation est une pratique intrinsèquement dialogale, mettant en jeu plusieurs interlocuteurs, et la construction de connaissances et de points de vues par l'argumentation requiert une variété d'actions discursives (Plantin, 2016);
- la justesse : les connaissances et points de vue discutés doivent être justifiés, c'est-à-dire étayés par des éléments qui viennent les appuyer. Ces arguments doivent de plus préciser leur domaine de validité afin d'exposer le plus clairement possible le raisonnement qui les sous-tend (van Eemeren & Grootendorst, 2004).

De même, dans le contexte spécifique d'une argumentation sur des QSS, trois normes spécifiques émergent de la littérature :

- la complexité : l'argumentation sur une QSS doit prendre en compte et mettre en relation les multiples dimensions de la QSS (Morin et al., 2014) ;
- l'incertitude : l'argumentation sur une QSS doit considérer les incertitudes inhérentes aux connaissances mobilisées, ainsi que celles concernant les évolutions futures du monde (ibid.)
- l'ouverture : argumenter sur une QSS nécessite de reconnaître qu'il existe plusieurs points de vue acceptables, et notamment différents acteurs dans la QSS (Herman, Newton & Zeidler, 2021).

Il est également possible d'interroger les conceptions qu'ont les élèves de l'activité d'argumentation elle-même, par le prisme des normes épistémiques spontanément produites par les élèves. Celles-ci renvoient aux buts, critères et processus considérés comme pertinents pour un individu dans une activité épistémique (Chinn, Rinehart & Buckland, 2014). Relativement à l'activité d'argumentation, un élève peut par exemple considérer que le débat est une activité épistémique dont le seul but est d'exposer son point de vue, sans questionnement du fond des propos. Ce but peut alors jouer le rôle de norme de l'argumentation pour l'élève. De façon générale, les élèves peuvent spontanément associer des normes à l'argumentation qui sont possiblement en décalage avec les normes de référence. En ce sens, ces normes peuvent être considérées comme des « conceptions spontanées » relatives à l'argumentation, de façon analogue aux conceptions spontanées des élèves en sciences.

Dans cette communication, nous proposons d'explorer le pouvoir heuristique de ces parallèles à travers une étude de cas, celle de l'analyse de l'argumentation d'élèves au lycée sur une QSS. Nos questions de recherche sont les suivantes : A quelles normes épistémiques les élèves font-ils spontanément référence dans leurs contributions, explicitement ou implicitement ? En quelle mesure les contributions des élèves dans un débat en classe sur une QSS correspondent-elles aux normes génériques et spécifiques de l'argumentation attendues ?

Méthodologie

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, nous présentons l'analyse qualitative fine d'un débat numérique portant sur une QSS (les OGM Bt) lors d'un cours de physique-chimie en classe de 1e S en 2019. Ce débat a impliqué 20 élèves, qui ont produit 92 contributions sur la plateforme.

La plateforme numérique ayant pour spécificité de faire débattre les élèves à partir d'un texte, et non d'une question prédéfinie, les contributions prenaient la forme de contributions en réaction soit au texte ou aux contributions des autres élèves.

L'analyse des contributions des élèves lors du débat est effectuée à deux niveaux : d'une part, relativement aux normes spontanées explicitement ou implicitement admises par les élèves, par une analyse langagière fine des contributions ; d'autre part, relativement aux normes de référence de l'argumentation, à l'aide d'une grille d'analyse ciblant les arguments individuellement. Cette double analyse vise à confronter les attendus éducatifs quant à la tâche d'argumentation avec les conceptions qu'en ont les élèves.

Pour analyser les normes spontanées des élèves, nous avons cherché à les catégoriser en déterminant de quelle dimension épistémique de l'activité d'argumentation elles relevaient : buts, critères, processus pertinents à mobiliser (Chinn et al., 2014), ou certitude, source, complexité et nature de la justification (Hofer, 2004).

Pour l'analyse relative aux normes de référence, nous avons analysé la variété des actions discursives effectuées par les élèves au sein d'une ou plusieurs contributions (générique-dialogalité), en particulier les réfutations, questionnements, nuances, et concessions produites. Pour chaque action discursive, nous avons étudié si celle-ci était justifiée, ainsi

que l'éventuelle mention d'un domaine de validité (générique-justesse). Pour les normes spécifiques aux QSS, nous avons identifié les dimensions de la QSS mobilisées (spécifique-complexité), et nous avons étudié si l'argument témoignait d'une prise en compte des incertitudes des connaissances ou de l'ouverture de la question.
Par exemple, considérons la contribution présentée ci-dessous.

"je pense que le bio est bien meilleur pour la santé de l'homme puisque il est naturel contrairement aux OGM qui eux ne le sont pas "

Le BIO est meilleur pour la santé car c'est naturel tandis que les OGM ne le sont pas

---

Il ne faut pas tomber dans le sophisme de l'Appel à la Nature. Le fait que quelque chose soit "naturel" n'est pas un argument valide dans une démarche scientifique. Les médicaments pour exemple ne sont pas "naturels", pourtant il n'est généralement pas question de les craindre. Il faut ainsi étudier de plus près les OGM sans chercher à les rejeter sous prétexte que ce n'est pas "naturel". Il faut les prendre en considération à partir du moment où le mal qu'ils font est moindre par rapport au bien qu'ils apportent, pour caricaturer et donner une idée simpliste sur la question.

Figure 1 : Exemple d'un argument

Du point de vue des normes spontanées, la contribution présentée propose explicitement une norme épistémique concernant le processus d'argumentation, en définissant ce qui peut être considéré comme « un argument valide dans une démarche scientifique ». Du point de vue des normes de référence, en tant que réfutation de la justification « puisque », cette contribution se base fortement sur le discours de l'interlocuteur (dialogalité). Cette réfutation est justifiée par un exemple et présente un domaine de validité (« à partir du moment où… ») (justesse). Cette contribution ne témoigne pas d'une prise en compte de l'ouverture ou des incertitudes, et relève de trois domaines de la QSS (complexité) : Scientifique (« démarche scientifique »), Technique (usages de l'objet technique « OGM »), et Axiologique (jugement normatif « il faut »).

Résultats et discussion

Du point de vue des normes spontanées, certaines contributions des élèves explicitent des normes épistémiques pouvant traduire des conceptions variées de l'argumentation. Les élèves assignent ainsi différents buts à l'argumentation (présentation de son point de vue, prise de décision, compréhension commune du texte…) ou mobilisent des justifications de différentes natures (connaissances scientifiques ou de sens commun, inférences

personnelles, etc). Les normes spontanées des élèves ne sont ainsi pas toutes partagées, le débat pouvant alors mener à une discussion de ces différentes conceptions de l'argumentation. L'argument présenté en Figure 1 témoigne par exemple d'une confrontation entre deux conceptions différentes des critères permettant de déterminer la validité d'un argument. Les élèves mobilisent aussi des sources variées, témoignant de différentes conceptions d'une source pertinente : « Geronimo l'a bien dit » ; « d'après de nombreux écologistes » ; « une étude qui a été réalisée » ; « des études montrent ».

Concernant les normes de référence, l'analyse du débat indique que, dans l'ensemble, l'argumentation produite par les élèves correspond aux normes de dialogalité et de justesse attendues : on dénombre parmi les contributions 18 concessions (7 justifiées), 21 nuances (19 justifiées), 19 réfutations de la thèse (toutes justifiées) et 23 réfutations de la justification (21 justifiées). Les bases de ces deux normes génériques de l'argumentation apparaissent ainsi comprises, au moins en actes, par les élèves. Cependant, seules 2 contributions correspondent à un questionnement, et aucun n'est justifié. Le questionnement apparaît ainsi comme un enjeu spécifique, nécessitant un traitement particulier (Bächtold et al., accepté). Par ailleurs, concernant les normes spécifiques aux QSS, l'analyse indique une prise en compte modérée de la complexité, (arguments majoritairement centrés sur le techno-scientifique), et des incertitudes (14 contributions), et aucune prise en compte de l'ouverture ne transparaît dans les contributions d'élèves. Cela correspond aux résultats obtenus dans d'autres contextes (Morin et al., 2014), indiquant la nécessité d'un travail explicite avec les élèves sur ces trois normes spécifiques de l'argumentation sur des QSS.

Ces premiers résultats montrent la coexistence dans l'argumentation des élèves de normes spontanées et de normes de référence, dont l'interaction et la cohérence restent à explorer. Ils donnent à voir le pouvoir heuristique d'une approche spécifiquement centrée sur l'argumentation, ses normes et leur appropriation pour penser l'enseignement-apprentissage de l'argumentation sur des QSS. Partir des conceptions des élèves et les mettre en regard avec différentes normes génériques et spécifiques de l'argumentation pourrait ouvrir de nouvelles pistes de réflexion sur les stratégies d'enseignement à mettre en œuvre, en particulier concernant le guidage effectué par l'enseignant. Les résultats obtenus au niveau des normes spontanément produites par les élèves mettent ainsi en lumière l'intérêt d'une explicitation par l'enseignant du but même de l'activité d'argumentation en situation pour lever les éventuelles tensions entre les différents buts assignés par les élèves à l'activité. Nos résultats soulignent également l'intérêt didactique d'une discussion avec les élèves des différentes natures des justifications mobilisées, afin que celles-ci puissent tendre vers les diverses normes de référence, génériques et spécifiques.

Bibliographie

Bächtold, M., Pallarès, G., de Checchi, K., Munier, V. (accepté). Combining debates and reflective activities to develop students' argumentation on socio-scientific issues. Journal of Research in Science Teaching.

Capkinoglu, E., Yilmaz, S., & Leblebicioglu, G. (2020). Quality of argumentation by seventh- graders in local socioscientific issues. Journal of Research in Science Teaching, 57(6), 827-855.

Chinn, C. A., Rinehart, R. W., & Buckland, L. A. (2014). Epistemic Cognition and Evaluating Information: Applying the AIR Model of Epistemic Cognition. Processing inaccurate information: Theoretical and applied perspectives from cognitive science and the educational sciences, 425-453.

Duschl, R. A. (2007). Quality Argumentation and Epistemic Criteria. In S. Erduran & M. Jiménez-Aleixandre (Eds.), Argumentation in Science Education (p. 159-175). Dordrecht : Springer.

Herman, B., Newton, M., & Zeidler, D. (2021). Impact of place-based socioscientific issues instruction on students' contextualization of socioscientific orientations. Science Education, 105(4), 585-627.

Morin, O., Simonneaux, L., Simonneaux, J., Tytler, R., & Barraza, L. (2014). Developing and Using and S3R Model to Analyze Reasoning in Web-Based Cross-National Exchanges on Sustainability. Science Education, 98(3), 517-542.

Nussbaum, M. (2021). Critical integrative argumentation: Toward complexity in students' thinking. Educational Psychologist, 56(1), 1-17.

Plantin, C. (2016). Dictionnaire de l'argumentation. Une introduction aux études d'argumentation. Lyon - ENS Editions.

van Eemeren, F. H., & Grootendorst, R. (2004). A Systematic Theory of Argumentation: The pragma-dialectical approach. Cambridge University Press.

Questions socialement vives et/ou représentations professionnelles

« Transgresser » la question du genre et de la sexualité dans un enseignement de biologie à l'université au Brésil : La présence de professeurs LGBT+

Gustavo Sanches Silva Davi [1], Marzin-Janvier Patricia [2], Manzoni-de-Almeida Daniel [2]
[1] Universidade Federal do ABC, Brasil
[2]Univ Brest, Univ. Rennes, CREAD, F-29200 Brest, France

Résumé

Le thème du genre et des sexualités peut être limité à des approches biomédicales dans les cours de biologie. D'autres formes politiques, sociales et historiques importantes de ces thèmes peuvent alors être négligées. Notre étude porte sur la manière de dépasser cette logique, à travers la représentation d'enseignants explicitant leur statut LGBT+, dans une classe de biologie au Brésil. L'objectif était d'évaluer, par le biais d'une analyse ethnographique, le débat mené par 49 étudiants dans un enseignement sur le thème des genres et des sexualités à l'université. L'analyse montre que les étudiant·e·s sont peu familiers avec les questions soulevées, mais qu'ils souhaitent avoir des contacts avec les enseignants de biologie LGBT+ pour les aider à comprendre les thèmes abordés.

Mots-clés :

Enseigner à transgresser ; enseignement du genre et de la sexualité ; enseignement de la biologie ; enseignement scientifique et diversité ; pédagogie dans les classes de biologie.

Introduction

L'importance de la représentation des enseignants LGBT+ dans la salle de classe est encore peu théorisée dans l'éducation en tant que mécanismes d'autonomisation des corps LGBT+ pour la culture scientifique, l'enseignement et la justice sociale. Ce thème est peu exploré dans les cours de biologie, il parait donc de plus en plus nécessaire d'inclure la diversité LGBT+ dans l'enseignement des futurs professeurs de biologie et d'ouvrir un espace de discussion sur la sexualité et le genre au-delà des concepts biologiques du corps. Hooks (1994) nous invite à la transgression proposée dans l'engagement des enseignants envers une pédagogie politiquement engagée, c'est-à-dire à considérer la salle de classe en tant qu'espace démocratique d'enseignement et d'apprentissage et en tant que communauté pédagogique. Quel peut être le rôle de l'éducateur LGBT+ dans la représentativité de la classe pour des cours de biologie plus inclusifs ? L'objectif de notre étude était de discuter comment la représentativité de deux professeurs de biologie homosexuels peut favoriser la discussion d'une leçon sur les genres et les sexualités dans une classe de biologie dans l'enseignement supérieur.

Cadre théorique

Les thèmes du genre et des sexualités font partie des droits humains et sont donc abordés dans les processus éducatifs en Europe depuis les années 1950 (Gaussel, 2022). Au Brésil, l'approche de ces thèmes est une approche biomédicale depuis les années 1970, et depuis la redémocratisation du pays dans les années 1990, les questions de genre et de sexualité ont gagné une plus grande place en tant que thèmes transversaux dans les Paramètres du curriculum national (PCN) (Pulcino & Pinho dos Santos, 2015). En France l'approche des thèmes de la sexualité humaine a débuté en 1973 (Casadepax, 2016) et couvre aujourd'hui trois grands thèmes : le champ biologique (sur l'anatomie, la physiologie, les maladies sexuellement transmissibles, la puberté et la grossesse) ; le champ psychoémotionnel (qui traite de l'estime de soi, des relations avec les autres, des émotions, des sentiments, de l'orientation sexuelle, de l'identité de genre) ; et le champ juridique et social (qui abordent les rôles sociaux du genre, la discrimination envers les personnes LGBT+, la liberté de choix, le sexisme). Des recherches menées auprès d'étudiants français ont montré qu'ils considèrent que l'éducation à la sexualité est inappropriée pour répondre à leurs désirs réels (Bauer *et al.*, 2020; Burns *et al.*, 2019). La question de l'égalité sociale dans l'enseignement des sciences a été abordée comme un thème pertinent dans les processus d'enseignement et d'apprentissage (Dimick, 2012).

Méthodologie

La méthodologie adoptée dans cette étude était qualitative avec une perspective ethnographique (Mills & Morton, 2013) d'une étude de cas qui a consisté en l'observation, la collecte de données et l'interprétation de la participation des chercheurs et des étudiants participants à une séquence d'enseignement appliquée en classe. Ici, nous utilisons cette méthodologie dans le contexte d'une classe de biologie dans une classe de première année

de licence de sciences biologiques. Sur 49 étudiants interrogés, 16 se sont déclarés de genre masculin, 32 de genre féminin et 1 transgenre. 32 étudiants se sont déclarés avec une orientation sexuelle hétérosexuelle, 2 homosexuels, 4 bisexuels, 1 pansexuel et 10 non déclarants.

La séquence d'enseignement comportait cinq étapes. Nous avons choisi d'appliquer la séquence d'enseignement basée sur le cadre de la problématisation (Orange, 2005). ***La première (1) Observation de la réalité concrète***. La problématisation initiale pour la construction de l'activité est venue du témoignage de notre réalité et à partir d'autres témoignages similaires aux nôtres par le fait, que comme nous, professeurs de biologie, nous avons vécu une histoire d'oppression subie dans le milieu éducatif. La problématisation construite l'a été à partir de la question : "Quelle est l'importance de la représentation LGBT de l'enseignant dans les cours de biologie ?". Par la suite, la problématisation a été transférée à la classe au début de la leçon avec la lecture d'un texte scientifique sur le genre et la sexualité[86] ; ***la deuxième (2) Détermination des points clés*** (moment qui face aux formes de possibilité des problèmes soulevés les élèves déterminent un espace pour une investigation plus approfondie) ; ***la troisième (3) est la Théorisation*** (étape d'investigation au cours de laquelle les élèves ont cherché des informations à discuter, et ont mobilisé des connaissances pour la construction du savoir) ; ***la quatrième (4) Hypothèse de solution*** (moment qui a permis la discussion, le questionnement et la réflexion des élèves face à la problématique étudiée et à la recherche effectuée) ; ***la cinquième partie (5) Application pratique aux réalités*** (enquête et analyse des conclusions des analyses effectuées).

Ensuite, la participation des étudiants à la séquence d'enseignement proposée a consisté à analyser les réponses écrites produites par les étudiants aux questions ci-dessous :

Cela vous dérangerait-il d'avoir une personne LGBTQI+ comme éducateur ? Quelle est votre perception de l'importance d'avoir une personne LGBTQI+ comme éducateur ?

L'analyse des réponses a été réalisée sur la base de Hakeem (2021) qui a passé en revue les principaux discours sur le genre et la sexualité avec une classe d'étudiants et nous a permis de construire et de proposer trois catégories d'analyse des réponses des étudiants : 1) *discours d'assimilation* (qui consiste à être aligné sur les questions LGBT+ et à être d'accord avec l'importance de la représentation LGBT+ des enseignants) ; 2) *discours de neutralité* (qui consiste à ne pas exprimer d'opinion ou de position sur l'importance de la représentation LGBT+ des enseignants) ; 3) *discours de déni* (qui consiste à nier ou à se positionner contre l'importance de la représentation LGBT+ des enseignants).

Résultats

L'analyse ethnographique de la leçon.

[86] Nous avons précédemment mis à disposition, sous forme de méthodologie de classe inversée, le texte du professeur Alice Pagan, professeure transsexuelle à l'Université fédérale de Sergipe (Brésil), qui travaille avec l'enseignement de la biologie et la formation des enseignants. https://periodicos.ufba.br/index.php/entreideias/article/view/26530

Nous avons commencé le cours en racontant nos histoires et en nous présentant ce jour-là comme deux professeurs de biologie qui souhaitent aborder cette perspective en classe. Lorsque nous avons suivi la séquence d'enseignement proposée, nous avons remarqué une plus grande participation des étudiantes aux discussions. Notre interprétation est que les femmes ont davantage de liberté et d'habitude pour échanger à propos des thèmes des revendications féministes et de la sexualité en comparaison, par exemple, avec les hommes hétérosexuels qui sont souvent dans des positions de pouvoir et de privilège dans la société et pour lesquels ces questions ne sont pas des priorités. Nous avons observé et interprétons dans une autre étude menée avec la même classe utilisant la technique de l'analyse fonctionnelle, que la principale raison des réactions émises par les étudiants peuvent être expliquées par le manque de familiarité avec le thème et les préjugés motivés sur les questions de sexualité ou de genre (Lima, Silva & Manzoni-de-Almeida, 2021).

L'analyse des réponses des étudiants après l'expérience de la séquence d'enseignement de la problématisation.

Nous présentons ci-dessous les réponses des étudiants qui suggèrent le rôle central de la représentativité au sein d'une classe. D'autres étudiants n'ont pas jugé important ou ont été indifférents à la présence d'enseignants LGBTQI+ dans la classe.

Les catégories proposées	Nombre de réponses	Exemples de réponses
Discours d'assimilation	24	[E3] : "...*Je crois que la communauté LGBT et les autres groupes opprimés (noirs, femmes) devraient de plus en plus s'insérer dans des positions de plus grande visibilité et influence, comme la position d'enseignant. L'image que la société a de la communauté doit être déconstruite de cette manière, en permanence, jusqu'à ce que les préjugés cessent...*"
Discours de neutralité	17	[E6] : "*Importance standard, un maître avec option sexuelle LGBT n'est pas supérieur ou inférieur à un maître hétérosexuel*".
Discours de déni	3	[E8] : *"...indépendamment de son option sexuelle ou de son genre, une personne (LGBT+) a autant de capacité à éduquer que les autres..."*
Pas de réponses	5	N'a pas répondu aux questions

Tableau 1 : Préparé par les auteurs.

Discussion

Nos analyses ont montré la tension de l'importance de la représentativité des questions de sexualité dans les classes de biologie. Les crises du monde du XXIe siècle exigent une nouvelle perspective de culture scientifique liée à une pédagogie critique, pour la justice sociale et dans une perspective de formation des citoyens pour un activisme visant la participation et l'émancipation sociale (Dimick, 2012 ; Valladares, 2021). L'étudiant qui se

voit dans la figure de l'enseignant sent qu'il a une voix dans le lieu qu'il occupe et prend progressivement la place qui lui revient, le rendant plus hétérogène et enclin à de nouvelles visions et influences, avec un sentiment d'appartenance (De Leon, 2018; Ireland, 2018; Mooney, 2018). Ces nouvelles visions et influences ont le pouvoir de changer la manière dont l'enseignement et la formation à l'enseignement de la sexualité se déroulent aujourd'hui (Gaussel, 2022).

Conclusions

Nous considérons que la représentation devient un canal pour connecter les enseignants et les étudiants et devient un levier contre l'invisibilisation des identités de genre et des conditions sexuelles qui échappent à la normativité imposée dans la société. Grâce à l'insertion de professionnels LGBT+ dans le corps enseignant, il est possible de penser à un sens enseignement plus inclusif de la sexualité et du genre, mettant en lumière un enseignement plus horizontal.

Bibliographie

Bauer, M., Hämmerli, S. et Leeners, B. (2020). Unmet Needs in Sex Éducation-What Adolescents Aim to Understand About Sexuality of the Other Sex. *Journal of Adolescent Health, 67* (2), 245-252. https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2020.02.015

Burns, S. K., Hendriks, J., Mayberry, L., Duncan, S., Lobo, R. et Pelliccione, L. (2019). Evaluation of the implementation of a relationship and sexuality education project in Western Australian schools: protocol of a mul- tiple, embedded case study. *BMJ Open, 9*(2). http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2018-026657

Casadepax, J.-Y. (2016). Peut-on, à l'école, imaginer et réaliser une éducation à la sexualité ? *Le Télémaque, 49* (1), 165. https://doi.org/10.3917/tele.049.0165

Dimick, A. S. (2012). Student empowerment in an environmental science classroom: Toward a framework for social justice science education. Science Education, 96(6), 990–1012. https://doi.org/10.1002/sce.21035

Gaussel, M. (2022) Le sex, le genre et l'égalité (à l'école). DOSSIER DE VEILLE DE L'IFÉ - N° 140.

Gray, DeLeon L.; Hope, E C.; Matthews, J S. (2018). Black and belonging at school: A case for interpersonal, instructional, and institutional opportunity structures. Educational Psychologist 53, 2, 97–113. https://doi.org/10.1080/00461520.2017.1421466

Ireland, D.; Freeman, K.; Winston-Proctor, C. E.; Delaine, K.; Lowe, S; Woodson, K. (2018). (Un) hidden figures: A synthesis of research examining the intersectional experiences of Black women and girls in STEM education. Review of Research in Education. https://doi.org/10.3102/0091732X18759072

Hakeem, H (2021). Vers une pédagogie queer : analyse des perceptions et des discours d'élèves de 12e année du secondaire au sujet de la diversité sexuelle et de genre. Thesis of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy Under Individualized Interdisciplinary Studies with Graduate and Postdoctoral Studies and Department of French Faculty of Arts and Social Sciences, Simon Fraser University

Hooks, b. (1994) Teaching to Transgress. New York: Routledge

Mills, D. and Morton, M. (2013). Ethnography in Education. London: SAGE Publications

Mooney, C; Becker, B A.; Salmon, L S.; Mangina, E. (2018). Computer science identity and sense of belonging: a case study in Ireland. In Proceedings of the 1st International

Workshop on Gender Equality in Software Engineering. 1–4. DOI:10.1145/3195570.3195575

Orange, C. Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques, Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle 2005/3 (Vol. 38), p. 69-94. https://doi.org/10.3917/lsdle.383.0069

Pulcino de Abreu, R. L., & Pinho dos Santos, R. A. (2015). Gênero e sexualidade nos PCNs: uma análise dos objetivos gerais. *Caderno Espaço Feminino*, *28*(1)

Silva, A.T., Sanches, D.G., Manzoni de Almeida, D. (2021). Análise funcional do comportamento em estudantes universitários durante uma discussão sobre o tema Diversidade Sexual. Atas de Ciências da Saúde.

S'emparer d'une Question Socialement Vive au collège

Une approche collective du jugement réflexif à propos de la vaccination

Morin, Olivier[(1)], Dutreuil, Pierre[(2)]
[(1)] Unité de recherche 4148 S2HEP, Univ Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1– France
[(2)] Collège Louis Aragon de Mably, Académie de Lyon – France

Résumé

Cette étude s'inscrit dans le champ de la didactique de questions qui mobilisent et divisent : les Questions Socialement Vives, dans la visée de préparer les élèves à la participation citoyenne aux prises de décisions politique à propos de l'utilisation sociale des innovations technoscientifiques. Il s'agit ici d'interroger les situations didactiques permettant de confronter authentiquement les apprenants à ces QSV, à l'aune des jugements réflexifs construits au cours de la prise en charge individuelle et collective d'une telle question complexe. Dans cette communication, nous proposons d'examiner le jugement réflexif déployé par des collégiens français en zone d'éducation prioritaire, confrontés à la délicate question de l'hésitation vaccinale.

Mots-clés :

Didactique ; Question Socialement Vive ; Jugement réflexif.

Cette étude s'inscrit dans le champ de la didactique de questions qui mobilisent et divisent : les Questions Socialement Vives (QSV) (Legardez & Simonneaux, 2006), dans la visée de préparer les élèves à la participation citoyenne aux prises de décisions politiques à propos de l'utilisation sociale des innovations technoscientifiques. Il s'agit ici d'interroger les situations et outils didactiques (Graça & Pereira, 2009) permettant de confronter authentiquement les apprenants à ces QSV, à l'aune des jugements réflexifs construits au cours de la prise en charge individuelle et collective d'une telle question complexe. Dans cette communication, nous proposons d'examiner le jugement réflexif déployé par des collégiens français en zone d'éducation prioritaire, confrontés à la question de l'hésitation vaccinale.

Cadre conceptuel et problématique

Les QSV soulèvent de nombreuses controverses socioscientifiques (CSS), que nous proposons de définir comme les controverses à propos de l'expertise scientifique à destination politique, autrement dit celles qui impliquent l'intégration des savoirs et la prise en compte des incertitudes scientifiques dans la prise de décision. Appréhender de telles questions fait appel à des habiletés de pensée réflexive pour être en mesure de prendre une position éclairée en sélectionnant les renseignements pertinents à la situation considérée et en jugeant de leur validité. Mais cette approche expose aussi au risque de relativisme épistémologique, qui réside dans la non-reconnaissance de savoirs stabilisés faisant consensus dans la communauté scientifique, réduisant alors les CSS à des débats d'opinions.
Nous mobilisons le modèle du jugement réflexif (King & Kitchener, 1994), qui caractérise des états de rapports aux savoirs à partir de niveaux épistémiques traduisant d'une part le mode de perception de la connaissance par l'individu et d'autre part son mode de justification des croyances. D'une pensée préréflexive, où le savoir est conçu de façon absolue et certaine, avec l'argument d'autorité des experts comme seule justification, le modèle décrit six étapes jusqu'à la conception des savoirs comme la compréhension la plus complète et la plus plausible d'une situation sur la base des preuves disponibles à un moment et dans un contexte donné.
Cette étude s'inscrit dans la continuité des recherches sur les rapprochements possibles de l'éducation scientifique et l'éducation politique en classe (Levinson, 2010) et des travaux relatifs à la sémiotique des outils d'enseignement et leur pouvoir transformateur (Schneuwly, 2000 ; Graça & Pereira, 2009).
Dans ce cadre conceptuel, notre problématique est d'estimer dans quelle(s) mesure(s) l'approche d'une QSV donnant à voir une pluralité de discours avec des collégiens en classe de Sciences de la Vie et de la Terre ouvre leur réflexion sur la validité des savoirs.

Méthodologie

Cette recherche s'inscrit dans le programme d'une équipe membre du réseau français des LéA. Notre démarche est du type *Design experiment* (Cobb et al., 2003). Nous prenons ici appui sur une situation forcée (Orange, 2010) ; au cours de deux séances de biologie, des élèves français de 13 à 15 ans (classe de 4° de collège) ont abordé avec leur professeur la

question de l'hésitation vaccinale, particulièrement sensible en France en se concentrant sur le cas du vaccin contre le papillomavirus recommandé aux adolescentes et adolescents, alors que son efficacité et son innocuité sont mis en doute dans les médias. Nous l'analysons à l'aune des jugements réflexifs construits au cours de la prise en charge collective d'une telle question complexe. Une description précise de la situation de confrontation des élèves à une diversité de discours ne pouvant être envisagée dans le volume accordé pour cette soumission, elle sera évidemment fournie lors de la communication.

Notre question de recherche est la suivante : Dans quelles mesures l'apport d'une diversité de discours ouvre l'écueil du relativisme épistémologique ou constitue un levier pour l'engagement ?

Nos analyses portent sur les réponses des élèves aux trois questions suivantes à la fin de cette séquence privilégiant la réflexion sur la diversité des discours : Vacciner les adolescents contre HPV : qu'en penses-tu ? Donne ton avis, tes arguments, tes doutes (rédige ta réponse en trois paragraphes).

Notre démarche comparative met en regard les verbatims de ce corpus avec les analyses de Toussaint et Lavergne (2005) portant sur la confrontation d'élèves de 16-17 ans à des problèmes complexes flous sur la biodiversité dans un programme québécois d'éducation pour l'environnement. Ces auteurs ont utilisé le modèle de King et Kitchener pour évaluer le niveau de jugement réflexif d'élèves chargés de tenter de trouver une solution à des problèmes environnementaux dont la présentation rapportait l'existence de points de vue d'acteurs différents, mais sans fournir leurs discours aux élèves (les situations sont présentées en annexe de l'article de 2005, p. 64 à 66). Toussaint et Lavergne mettent en évidence une concordance entre les résultats observés et les caractéristiques du modèle de King et Kitchener : au premier niveau s'établit une « correspondance absolue entre la vérité et ce que les élèves croient être vrai » (p. 56), sans distinction entre un fait et un jugement ; au deuxième niveau, les « figures d'autorité suffisent, à elles seules comme justification » (p. 57) ; au troisième niveau, les élèves considèrent qu'il « manque toujours des éléments pour bien comprendre une situation » (p. 57) et au niveau 4 « toutes les opinions se valent » (p. 58). D'après les auteurs, très peu d'élèves atteignent le niveau 5 auquel ils considèrent que « le contexte influence la personne dans son opinion » (p. 58), et encore moins le niveau 6 où « il existe des niveaux de certitude » (p. 59).

Résultats

L'examen de la fiabilité des discours, au-delà d'une posture absolutiste

La plupart des élèves de l'étude de Toussaint et Lavergne (2005, p. 55) adoptent une posture absolutiste, selon laquelle dans toute situation-problème il existerait une vérité, une solution unique ne demandant qu'à être découverte. Nous ne l'observons que très peu dans le corpus de réponses à cette expérimentation. Par ailleurs, Toussaint et Lavergne rapportent que les élèves de leur étude partent du principe que les experts sont fiables, puisqu'ils possèdent suffisamment de connaissances pour qu'on puisse se fier à leur jugement. Ce n'est pas non

plus ce que nous observons, les réponses des élèves témoignent au contraire dans notre étude d'une pondération des discours à la qualité des informations fournies :

> Axel [ton avis] Je pense que c'est une bonne chose et que les ados devraient le faire mais il ne faut pas qu'il soit obligatoire dans tous les cas. [tes arguments] Car le vaccin ferait éviter à une majeure partie des ados de prendre ce HPV, mais s'il ne doit pas être obligatoire c'est parce qu'il peut peut-être y avoir rarement des effets secondaires. On doit pas obliger quelqu'un à se faire vacciner s'il le veut vraiment pas mais il faut insister à le faire. [tes doutes] Si les effets secondaires sont vraiment si rares que ça et si le vaccin est vraiment efficace à 100%. »

> Alison « [ton avis] Pour moi on devrait pas infliger le vaccin aux adolescents, à eux de voir ce qu'ils/elles veulent faire, après on peut également leur conseiller pour voir ce qu'ils en pensent et même voir pour se vacciner contre le HPV. [tes doutes] Pour moi je doute quand même sur le fait que 90% des gens ont guéris sans ce vaccin, donc est-il vraiment nécessaire ? Vaccin payant ? car se faire vacciner et en + payer quelque chose où on aurait pu faire sans... ».

L'examen de la validité des informations au-delà de la posture relativiste

Toussaint et Lavergne observent (p. 60) que les élèves présentant un niveau de pensée préréflexive (aux trois premiers niveaux du modèle de King et Kitchener) en se basant sur des préconceptions où seul leur point de vue prime pour prendre position face à une situation problème. Cela semble être le cas dans la réponse d'Enzo.

> Enzo « [ton avis] Je pense que c'est une bonne idée de vacciner les ados de plus de 16 ans car c'est l'âge où la maladie se développe de plus en plus.[tes arguments] Je n'ai pas d'argument spécialement à part que je trouve que c'est une bonne idée.[tes doutes] Est-ce que le vaccin fonctionne réellement, je préférerais en être sûr. et si il y a des effets secondaires. »

A l'instar des résultats de Toussaint & Lavergne, nous identifions (mais une seule fois) l'expression d'une posture explicitement relativiste :

> Lorina « [ton avis] C'est eux qui décident, s'ils veulent se faire vacciner ou non, s'ils veulent pas, bah ils veulent pas il faut pas les forcer, s'ils sont pour, bah ils sont pour quoi.[tes arguments] ø[tes doutes] ø »

Mais Toussaint & Lavergne constatent aussi que seuls quelques élèves expriment une perception élaborée du raisonnement des experts. Même si aucun élève n'a vraiment exprimé comme le proposent King et Kitchener au niveau 5 une pondération du discours des experts au contexte, la validité des informations (via la recherche de contre-arguments ou de restrictions) est remise en question avec le dispositif que nous avons observé :

> Nathanël « [ton avis] Je pense que ça serait bien mais que ça a un âge limite (exemple : 16 ans) [tes arguments] Car le corps humain peut réagir autrement selon l'âge, le sexe, handicap

etc.[tes doutes] Je doute fortement sur l'efficacité avant un âge minimum (avant la fin de la croissance). »

Discussion et perspectives

La comparaison des premières analyses de ce corpus limité avec les résultats d'autres travaux à propos du jugement réflexif n'a évidemment pas prétention à apporter une interprétation générale. Un résultat nous semble toutefois suffisamment marquant pour être discuté à l'occasion de cette communication : il apparait qu'une approche non polarisée (pour-contre) des savoirs en jeu dans les CSS ouvertes par une QSV permet de s'affranchir du dualisme (vrai-faux) et est propre à stimuler l'engagement dans le relativisme contextuel sans sombrer ni dans l'absolutisme, ni le relativisme épistémologique.

Nous avons inscrit cette étude dans une problématique plus large, celle de l'intégration des dimensions scientifiques et politiques dans l'éducation aux enjeux sociétaux contemporains. Partant de la visée de maîtrise des résultats de la science faite et de ses méthodes « normales » (au sens de Kuhn), l'entrée dans les apprentissages scientifiques par les questions de société ouvre sur des visées éducatives d'au moins deux ordres : le premier étant celui de la contextualisation des savoirs scientifiques via la critique des jeux d'acteurs et d'arguments, le deuxième celui de l'engagement dans la pratique du débat argumenté et de la délibération. Nous avons pu observer dans cette étude une limitation au développement du jugement réflexif par la capacité des élèves à développer une argumentation élaborée. C'est pourquoi, en prenant appui sur les résultats de Zohar et Nemet (2002) montrant les liens entre apprentissages de savoirs scientifiques et argumentation, notre équipe enrichit une nouvelle itération expérimentale de ce dispositif avec des situations d'apprentissages de l'argumentation. Une autre perspective est ouverte par cette expérimentation, celle d'intégrer l'apprentissage de la compréhension des modes de production de savoirs à l'approche scolaire des QSV.

Bibliographie

Cobb, P., Confrey, J., Lehrer, R., & Schauble, L. (2003). Design Experiments In Educational Research. *Educational Researcher*, 32(1), 9-13.

Graça, L., & Pereira, L. (2009). Le rôle des outils didactiques dans la construction de l'objet enseigné : le cas d'une séquence didactique du texte d'opinion. *Travail et formation en éducation*, en ligne http://journals.openedition.org/tfe/839.

King, P. M., & Kitchener, K. S. (1994). *Developing Reflective Judgment:Understanding and Promoting Intellectual Growth and Critical Thinking in Adolescents and Adults. San Francisco.* Jossey-Bass Publishers.

Legardez, A., & Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité- Enseigner les questions socialement vives*. ESF.

Levinson, R. (2010). Science education and democratic participation: an uneasy congruence? *Studies in Science Education*, 46(1), 69-119.

Orange, C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier enseignant. *Recherches en Education*, (2), 73-85.

Schneuwly, B. (2000). Les outils de l'enseignant. Un essai didactique. *Repères, recherches en didactique du français langue maternelle ;* (22), 19-38.

Toussaint, R. M.-J., & Lavergne, M.-H. (2005). Problèmes complexes flous en environnement et pensée réflexive d'élèves du secondaire. *Aster,* (40), 39-66.

Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 35-62.

Les enseignants de SVT face au devoir de neutralité lors de l'enseignement de la théorie de l'évolution

Neutralité d'enseignants de SVT

Germann, Benjamin [(1)], Panissal, Nathalie[(2)]
[(1)]EFTS, UT2-INSPE – France
[(2)]EFTS, ENSFEA – France

Résumé

L'enseignement de la théorie de l'évolution induit une certaine vivacité scolaire, en raison notamment de frictions avec des croyances religieuses. Cette communication vise à interroger la justification de la démarcation entre le croire et le savoir par des enseignants de SVT dans un contexte de neutralité scolaire.

Mots-clés :

Théorie de l'évolution ; Croyance ; Connaissance, Neutralité.

Démarcation entre croyance et connaissance en sciences de la vie et de la Terre

Démarcation croyance-connaissance dans l'épistémologie scolaire

Les territoires doxatiques et épistémiques sont mis en opposition tout au long des textes officiels de l'Éducation Nationale et ce dès le primaire. Ainsi, cette distinction entre croyance et connaissance semble relever de la simple évidence. Or, nous pouvons questionner non seulement la polysémie des termes utilisés, mais aussi le tranchant de cette démarcation (Bronner, 2003 ; Boudon, 2012 ; Sanchez, 2009 ; Soler, 2019).

Pour l'École, les territoires de la croyance et de la connaissance semblent disjoints. Mais si l'épistémologie place la connaissance comme une forme de croyance répondant à certaines normes, nous devons admettre une certaine continuité entre croyance et connaissance (Boghossian, 2009 ; Lecointre, 2018). Il existe donc un décalage important entre l'épistémologie scolaire portée par les textes officiels (démarcation nette et hermétique) et les apports d'une épistémologie étayée (démarcation plus diffuse et poreuse). En dehors d'éléments d'étayages explicites dans l'épistémologie scolaire prescrite par les textes officiels, il revient ainsi à chaque enseignant de transposer ses propres éléments épistémologiques à partir de son seul bagage. Pélissier et al. (2007) et Gandit et al. (2010) ont ainsi montré que cette lacune de prescription conduisait à un patchwork épistémologique relevant bien souvent du sens commun.

L'enseignement de l'évolution : une question vive intermédiaire

Nous centrons notre regard sur un volet des programmes très stabilisé d'un point de vue scientifique : la théorie de l'évolution (TdE). Ce corpus théorique n'est pas soumis à controverse scientifique parmi les biologistes (Lecointre et al., 2021 ; Hasni & Dumais, 2018) et correspond à ce que Orange (2012) caractérise comme une question vive intermédiaire : une question relative à un savoir supportant un consensus scientifique fort mais qui présente une forte vivacité sociale. La TdE entre en effet en friction avec le religieux. Il s'ensuit une certaine vivacité scolaire. Aroua et al. (2012) ont montré que rares sont les stratégies d'intervention en classe qui prennent en compte ces tensions épistémologiques particulières dans l'enseignement de l'évolution. De nombreuses études soulignent les tensions ou contestations d'élèves rencontrées lors de l'enseignement de la TdE (Hrairi & Coquidé-Cantor, 2002, Fortin, 2014) relativement à la démarcation croyance-connaissance. Wolfs et al. (2021) caractérisent ainsi, chez les élèves, sept postures différentes régissant les relations entre le croire et le savoir, allant de postures fidéistes à des postures scientistes.

Or, en classe, et particulièrement dans le cadre français de la laïcité, la transmission des contenus épistémiques prévaut sur les contenus doxastiques, notamment religieux. Cette concurrence peut mettre en tension les enseignants de SVT avec leur exigence de neutralité : Comment ces enseignants de SVT concilient-ils ce devoir de neutralité tout en privilégiant la transmission du registre des connaissances, vis-à-vis d'autres registres, comme celui des croyances religieuses ?

Devoir de neutralité dans l'enseignement de la TdE

La neutralité scolaire

Un enseignant doit conjuguer dans la classe un double niveau de neutralité défini juridiquement :

- La neutralité de la République française instituée par la Loi de séparation de 1905, mentionnée dans la constitution française et dans l'article 1er du statut de la fonction publique.
- La neutralité scolaire présente dès les lois de 1882-1886, avant même la loi de 1905. Cette neutralité scolaire est affirmée dans le code de l'éducation et la Charte de la laïcité (2013). Cette neutralité scolaire, dont on retrouve les prémisses dès les circulaires Jean Zay de 1936 et 1937, tient au statut particulier du jeune public accueilli dans l'école, du fait de sa vulnérabilité et du faible étayage de sa liberté de conscience.

Un enseignant dans sa classe sera amené à conjuguer en action ces deux niveaux de neutralité.

Postures de neutralité d'enseignants en classe

Les enseignants peuvent activer différentes conceptions de la neutralité en classe. En effet, le terme neutralité est fréquemment associé à l'impartialité, au non engagement, à l'objectivité, voire à l'abstention ou au laisser-faire en contexte de conflit (Cacciari & Gallenga, 2018). En classe, de telles conceptions naïves de la neutralité ne semblent pas tenables. Larré et La Morena (2019), Menard (2019) étudient des représentations d'enseignants, débutants ou expérimentés, relativement à leur devoir de neutralité. La neutralité est alors perçue par ces enseignants comme une forme d'abstention, ou bien comme un devoir de discrétion, d'objectivité, d'impartialité, voire de total laisser-faire conduisant à une forme de relativisme généralisé.

Une impartialité de l'enseignant vis-à-vis des contenus d'enseignement semble relever d'une posture difficilement souhaitable et tenable en classe. L'objectivité du discours scientifique en classe pourrait elle aussi être questionnée d'un point de vue épistémologique. Le Clézio (2006) s'interroge sur la possibilité de concilier l'enseignement avec des postures de non engagement ou d'abstention.

Or, ce devoir de neutralité, spécifiquement vis-à-vis de l'enseignement de la TdE, pour lequel existent de fortes tensions entre le croire et le savoir, peut mettre en tension les enseignants de SVT confrontés à cette question vive intermédiaire. En effet, ils doivent, tout en adoptant des postures de neutralité, faire prévaloir certains registres de croyances (les connaissances) sur d'autres. Nous pouvons alors nous demander comment des enseignants de SVT justifient dans ce contexte normatif de devoir de neutralité la prévalence du registre épistémique sur le registre doxastique vis-à-vis de la TdE.

Méthodologie

Les représentations de douze enseignants de SVT (collège et lycée) sur les approches épistémologiques de l'enseignement de l'évolution ont été recueillies à l'aide d'un questionnaire au cours d'une journée de stage de formation continue en mai 2022. Les enseignants interrogés doivent délimiter la démarcation croire-savoir puis caractériser ce qui relève, selon eux, de la neutralité de l'enseignant en classe. Ils doivent pour cela associer posture de neutralité à différents items que nous leur soumettons de manière non restrictive : abstention, impartialité, objectivité, engagement, tolérance…, liste circonscrite en nous appuyant sur Menard (2019) et Larré & La Morena (2019)). Il leur est ensuite demandé de justifier comment ils concilient leur devoir de neutralité avec la prévalence de la transmission de connaissance en classe. Nous rendons compte de l'analyse des questionnaires recueillis auprès de ces enseignants en mettant en relief les tensions entre démarcation croyance-connaissance et postures de neutralité revendiquées. Le faible effectif du corpus et la variété des profils nous permettent de proposer une approche qualitative caractérisant différentes tensions.

Résultats

Divers profils d'enseignants se dégagent vis-à-vis des postures de neutralité : être neutre en classe, c'est, selon les répondants, s'abstenir de parler de ce qui peut fâcher, être impartial ou encore être discret sur ce que l'on pense et laisser-faire. Il apparait chez certains répondants des tensions : certains déclarent ainsi qu'enseigner la TdE est incompatible avec leur devoir de neutralité, quand d'autres indiquent que la prévalence de la connaissance permet aux élèves de s'affranchir de leurs croyances, ce qui semble s'opposer au respect laïque de la liberté de conscience. L'analyse des représentations enseignantes ne permet pas de justifier épistémologiquement et didactiquement la prévalence du savoir sur le croire en classe.

Discussion – Conclusion

Urgelli (2012) montre que « sous couvert de neutralité et de laïcité scolaire, l'absence d'un argumentaire didactique construisant la séparation de l'ordre des sciences de celui de la foi s'accompagne elle aussi d'un risque : laisser les élèves seuls aller chercher des réponses ailleurs. » Or, notre étude montre que les représentations de la neutralité scolaire relatives au sens commun rendent difficile la justification par les enseignants de SVT de la prévalence du registre du savoir sur celui du croire dans l'enseignement de l'évolution dans le contexte particulier de laïcité en France. L'enjeu est donc fondamental. Aucun n'associe la neutralité scolaire avec une forme d'engagement : il n'y a pas, selon eux, d'association possible entre posture de neutralité et engagement de l'enseignant. Or, enseigner, et peut-être particulièrement la TdE, c'est accepter, en tant que fonctionnaire d'Etat dans le contexte français, de s'engager pour faire prévaloir le registre du savoir sur celui du croire, comme l'exigent les programmes scolaires, et cela, sans avoir à abandonner son devoir de neutralité.

Bibliographie

Aroua, S., Coquidé, M., & Abbes, S. (2012). Controverses dans l'enseignement de l'évolution. Questions de recherches sur les stratégies d'intervention en classe et dans la formation. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 5, 47-76.

Boghossian, P. A. (2009). *La peur du savoir : Sur le relativisme et le constructivisme de la connaissance*. Agone.

Boudon, R. (2012). *Croire et savoir Penser le politique, le moral et le religieux*. P.U.F.

Bronner, G. (2003). *L'empire des croyances*. Presses universitaires de France.

Cacciari, J., & Gallenga, G. (2018). Introduction. *Terrains/Théories*, *9*, Article 9.

Fortin, C. (2014). L'enseignement de l'évolution face aux croyances religieuses. Quelles perspectives curriculaires possibles ? *Histoire, monde et cultures religieuses*, 32(4), 67-78.

Gandit, M., Triquet, E. & Guillaud, J.-C. (2010). Démarches scientifiques, démarches d'investigation en sciences expérimentales et en mathématiques : représentations d'enseignants stagiaires en IUFM. *Actes du congrès de l'Actualité de la recherche en éducation et en formation (AREF).* Université de Genève.

Hasni, A., & Dumais, N. (2018). Les controverses en sciences : Significations et défis pour les universitaires [Controversies in science : Meanings and challanges for academics]. *Bulletin du CREAS*, 6-12.

Hrairi, S., & Coquidé-Cantor, M. (2002). Attitudes d'élèves tunisiens par rapport à l'évolution biologique / Attitudes of tunisian pupils to biologigical evolution. *Aster*, 35(1), 149-163.

Larré, F., & La Morena, F. de. (2019). Quel modèle éducatif pour l'apprentissage de la neutralité ? *Recherche formation, n° 91*(2), 43-54.

Le Clézio, R. (2006). *La neutralité : Un défi pour l'école*. Presses universitaires de Rennes.

Lecointre, G. (2018). *Savoirs, opinions, croyances : Une réponse laïque et didactique aux contestations de la science en classe*. Belin éducation.

Lecointre, G. A., Fortin, C., Guillot, G., Bénéteau, A., Haessig, T., & Visset, D. (2021). *Guide critique de l'évolution*. Belin.

Menard, C. (2019). La neutralité des enseignants français dans les collèges publics : Quelle objectivité face à ses propres croyances et à celles des élèves ? *Studies in religion, 48*(4), 553-570.

Orange, C. (2012). *Enseigner les sciences : Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. De Boeck.

Pélissier, L., Venturini, P. & Calmettes, B (2007). L'épistémologie souhaitable et l'épistémologie implicite dans l'enseignement de la physique. De l'étude sur l'enseignement en seconde à la démarche d'investigation au collège. In *Actes des 3e journées nationales inter-IUFM sur la recherche et la formation des enseignants en Epistémologie et Histoire des Sciences et des Techniques (ReForHST)* (pp. 8-13). Caen.

Sanchez, P. (2009). *Les croyances collectives*. P.U.F.

Soler, L. (2019). *Introduction à l'épistémologie* (3e édition). Ellipses.

Urgelli, Benoit. (2012). Créationnisme et enseignement de l'évolution : Quelle éducation citoyenne et laïque? *Revue Atala*, 15, 167-181.

Wolfs, J.-L., Delhaye, C., Altepe, C., Vanhove, R., & Hassan, W. (2021). Les postures entre science et croyance religieuse : Construction d'un modèle d'analyse et comparaison avec les taxonomies existantes. *RDST. Recherches en didactique des sciences et des technologies*, 23, 161-181.

Education à…

Expériences et éducation au développement durable

Cas du compostage des déchets alimentaires à l'école élémentaire

Barroudi, Aicha
Centre Interuniversitaire de Recherche en Education de Lille (CIREL) - EA 4354 (CIREL) Université de Lille.

Résumé

Depuis les années 2000, l'Education au Développement Durable (EDD) a pris de l'importance à l'Ecole. Elle se déploie tout au long du cursus scolaire, dans et entre toutes les disciplines, dont les disciplines scientifiques où il s'agit d'articuler des apprentissages scientifiques à l'EDD. Dans le but de rendre l'élève plus actif dans ses apprentissages, les programmes d'enseignement de sciences valorisent aussi la démarche d'investigation et l'expérimentation. Notre étude questionne les conditions d'articulation de la construction de savoirs scientifiques et l'EDD. Elle s'appuie sur une étude de cas : une séance où sont mobilisées des expériences (classe CM1-CM2), consacrée au rôle des vers de terre dans le compostage des déchets alimentaires. Elle met en valeur des difficultés de l'enseignant à concilier plusieurs types de préconisations (la construction de savoirs scientifiques, la mise en jeu de démarche expérimentale, l'EDD).

Mots-clés :

Problème, expérimentation, éducation au développement durable, construction de savoirs.

Introduction

L'éducation au développement durable (EDD) est devenue une composante importante de l'enseignement à l'école élémentaire et a fait son intégration dans les disciplines scolaires y compris l'enseignement des sciences. Elle ne constitue pas une nouvelle discipline, « Elle se construit de façon cohérente et progressive tant à l'intérieur de chaque discipline ou champ disciplinaire (…) qu'entre les différentes disciplines »[87]. Tous les enseignements y contribuent, dont l'enseignement scientifique. Les programmes d'enseignement de sciences insistent sur l'articulation des apprentissages scientifiques à l'EDD. Les élèves « sont sensibilisés aux enjeux du changement climatique, de la biodiversité et du développement durable »[88]. Les instructions officielles valorisent aussi la démarche d'investigation comme une démarche pédagogique innovante. Cette démarche veut rendre les élèves acteurs de leur apprentissage. L'expérimentation, si elle est possible, occupe une place importante dans cette démarche. Dans notre étude, qui s'inscrit dans le cadre de la préparation d'une thèse de doctorat, un cas que nous étudions, questionne les conditions d'articulation de la construction de savoirs scientifiques et une EDD.

Cadre théorique et questions de recherche

Le statut des expériences dépend de l'approche que l'on a du savoir scientifique et de sa construction. En référence aux travaux d'épistémologues (Popper 1985) et de didacticiens (Fabre & Orange, 1997 ; Orange Ravachol, 2010), nous distinguons deux logiques :

-Une logique de problématisation, où le travail du problème scientifique conduit à la construction d'un savoir scientifique tenu par des raisons. Elle mobilise un registre empirique (observations, expériences) qui participe à l'établissement de ce qui rend ces solutions nécessaires.

-Une logique de réfutation, où le travail du problème consiste en la recherche d'une ou de solutions dont la solidité tient au fait qu'elle(s) a(ont) résisté à des mises à épreuve empirique, qui peuvent passer par des expériences. Ces solutions tiennent tant qu'elles n'ont pas été réfutées.

Les problèmes reliés à l'éducation au développement durable sont complexes, parce qu'ils sont en partie « flous » (Fabre & al., 2014), parce qu'ils peuvent conduire à plusieurs réponses, parce qu'ils sont couplés à des engagements dans l'action. Il s'agit de rendre l'élève capable de faire des choix et non d'enseigner des choix[89]. En quoi ce qui s'apprend en sciences et plus particulièrement en quoi des démarches mobilisant des expériences peuvent-elles aider l'élève ? A quelles conditions est-il possible de relier la construction de savoirs scientifiques à des questions d'EDD dans le temps limité des enseignements ?

---

[87] Circulaire EEDD de 2004. Disponible sur : https://www.education.gouv.fr/bo/2004/28/MENE0400752C.htm

[88] Bulletin officiel de l'éducation nationale 30 juillet 2020 p. 170. Disponible sur : https://www.education.gouv.fr /pid285/bulletin officiel.html?pid_bo=39771

[89] Circulaire EDD 2007. Disponible sur : https://www.education.gouv.fr/bo/2007/14/MENE0700821C.htm

C'est sous l'angle des difficultés auxquelles peut être confronté l'enseignant dans la mise en œuvre d'investigations expérimentales que nous abordons ces questions.

Méthodologie

Dans le cadre de notre recherche, nous avons fait un recueil de données dans plusieurs classes travaillant sur des séquences mobilisant des expérimentations. Dans l'espace de cette communication nous avons retenu un cas plus particulièrement relié à l'EDD. C'est une séquence ordinaire portant sur le rôle des vers de terre dans le compostage des déchets alimentaires. Elle concerne une classe de CM1-CM2 de 20 élèves et est conduite par une enseignante expérimentée. Après que la classe s'est intéressée aux besoins des plantes vertes pour se développer, l'enseignante a projeté la photo d'un lombricomposteur d'appartement sans le dénommer mais en interrogeant les élèves sur la nature et la fonction de cet objet. Elle a d'abord relié la dégradation des déchets alimentaires dans ce dispositif aux besoins en sels minéraux des plantes. Elle a ensuite référé ce processus à l'action des vers de terre : (19, P[90]) « c'est en appartement pour que les déchets se décomposent plus vite on va mettre des vers de terre ». L'objectif qu'elle fixe à la classe est de préciser le rôle de ces êtres vivants. Pour cela elle a orienté les élèves vers des expériences permettant d'y répondre. Pour questionner l'articulation qu'elle fait entre la construction de savoirs scientifiques et l'EDD, nous nous intéressons au savoir construit matérialisé par la trace écrite mémorisable, puis nous recherchons dans la démarche adoptée, notamment dans sa composante expérimentale, sur quoi repose cette trace et en quoi le texte du savoir et la démarche contribuent à une formation au choix des élèves. Pour cette étude, nous disposons de l'enregistrement audio de la séance, de sa transcription, et des photos du tableau blanc interactif (TBI).

Le fonctionnement du lombricomposteur et le savoir visé par l'enseignante

Compostage et environnement

Le lombricompostage (Milliet, 2015) renvoie à un processus biologique de transformation des déchets alimentaires en un produit appelé compost. Les vers de terre ingèrent des déchets organiques pour s'alimenter. Leurs déjections forment du compost riche en minéraux. Cela permet de réduire les déchets tout en améliorant la fertilité des sols. Au contraire de l'incinération ou de l'enfouissement de ces déchets, cela contribue à préserver l'environnement.

Le texte du savoir noté à la fin de la séance

La figure 1 donne à voir la trace mémorisable à laquelle a abouti la classe et sa transcription. En termes de savoirs scientifiques, ce texte met l'accent sur la capacité des vers de terre à

[90] P = Professeur

transformer sélectivement des matériaux : décomposition des feuilles d'arbres, des matières naturelles ; dégradation de déchets provenant d'êtres vivants (épluchures de fruits, légumes, café, …). En termes d'EDD, ce résumé se clôt sur l'utilité du compostage. En nous référant aux travaux de Chalak (2014, p.12) sur les écrits élaborés lors d'une séquence ordinaire, ce texte donne donc des solutions dont l'assemblage lui confère un côté propositionnel (Astolfi, 2005). Voyons de quelle manière ce texte se rattache ou non à ce qui s'est fait dans la séance, notamment aux expériences.

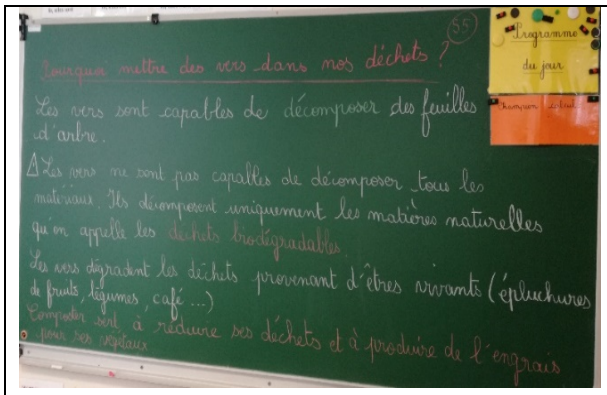
	**Pourquoi mettre des vers dans nos déchets ?** Les vers de terre sont capables de décomposer des feuilles d'arbre. (Attention !) Les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux. Ils décomposent uniquement les matières naturelles qu'on appelle les **déchets biodégradables**. Les vers dégradent les déchets provenant d'êtres vivants (épluchures de fruits, légumes, café, …). **Composter sert à réduire ses déchets et à produire de l'engrais pour les végétaux.**

Figure 1 : le texte de savoir construit

Expérimentations, construction de savoir scientifique et EDD

Après que l'enseignante a présenté le lombricomposteur, elle présente les expériences qu'elle veut mettre en jeu. Elle les montre au TBI en justifiant cette façon de faire : (19, P) « pourquoi je peux pas faire l'expérience, ben c'est simple il faut attendre deux ou trois mois avant que ça se décompose, on sait même pas si ça va marcher, il fallait le faire en début de l'année par contre l'expérience a été réalisée et il y a des résultats ».
Le tableau suivant présente les expériences que l'enseignante a exploitées :

	Déroulement	**Résultats**
Expérience 1 projetée à la TBI	 1 : Terreau, sable, feuilles d'arbre. 2 : Terreau, sable, un ver de terre (VdT). 3 : Terreau, sable, feuilles d'arbre, plusieurs vers de terre.	 1 : Terreau, sable, feuilles d'arbre. 2 : Terreau, sable, un VdT. 3 : Terreau, sable, feuilles d'arbre, plusieurs VdT.
Expérience 2 projetée à la TBI	 1 : Terreau, sable, VdT, morceaux de sacs plastiques. 2 : Terreau, sable, VdT, feuilles d'arbre. 3 : Terreau, sable, VdT, morceaux de papier journal.	 1 : Terreau, sable, VdT, feuilles d'arbre. 2 : Terreau, sable, VdT, morceaux de papier journal. 3 : Terreau, sable, VdT, morceaux de sacs plastiques.

Tableau 1 : les deux expériences de la séance

Décomposition et dégradation par les vers de terre (résumé) et les expériences

La trace écrite (figure 1) indique d'abord que « Les vers de terre sont capables de décomposer des feuilles d'arbre ». Si l'on se reporte au déroulement de la séance, on note qu'elle est directement liée à la « lecture » fortement dirigée des résultats de l'expérience 1.
86. P. Donc là on avait déjà la feuille et on s'est aperçu qu'il avait disparu, là on a mis un seul vers de terre, et là regardez il y'en a plusieurs petits.
91. P. Donc ici elle n'a pas bougé cette feuille telle qu'elle car il n'y avait pas de vers de terre.
92. E1[91]. Le meilleur c'est le trois.

La mise en garde sur l'alimentation sélective des vers de terre

La trace écrite comporte une mise en garde de l'enseignante marquée par le panneau Attention ! qui signale que « Les vers ne sont pas capables de décomposer tous les matériaux (…) uniquement les matières naturelles ». Cela renvoie à l'expérience 2, où des vers de terre ont été mis en présence de feuille, de plastique, de papier journal. Voici un extrait des échanges :
124. P. Est-ce qu'ils vont manger le plastique et le journal ?
125. La classe. Non.
126. P. Pourquoi ?
127. E2. Parce que ça se mange pas.
128. E3. On essaie…
129. P. C'est pas des déchets organiques.
Alors que les résultats de l'expérience sont particulièrement lisibles, l'enseignante se détourne de la détermination directe du régime alimentaire des vers de terre pour « ce qui se mange » ou « ne se mange pas » et sur la nature des produits mis.

Des reformulations

Nous nous interrogeons enfin sur la présence dans la trace écrite d'un vocabulaire qui ne semble pas appartenir au registre de langage courant des élèves. Ainsi en est-il du verbe « décomposer » et de l'adjectif « biodégradable ». L'étude des échanges entre l'enseignante et les élèves montre qu'il s'agit soit de récupération de terme émis à d'autres moments par les élèves, soit de reformulation imposée par l'enseignante. L'extrait suivant en donne un exemple.
104. P. Alors qu'est-ce qu'on peut mettre ? les vers sont capables sont capables de quoi ?
105. E5. De manger les feuilles.
106. P. Manger les feuilles, Aline elle a dit un beau mot que je voudrais qu'on réécrive.
107. E6 (Théo). Décomposent.

[91] E = élève

108. P. Bien les vers sont capables de décomposer c'est bien Théo c'est toi qui a entendu Aline, les vers sont capables de décomposer des feuilles d'arbres.

Bilan et perspectives

Cette étude de cas montre des difficultés que peuvent avoir des enseignants, même expérimentés, à prendre en compte et à concilier plusieurs types de préconisations (la construction de savoirs scientifiques, la mise en jeu de démarche expérimentale, l'éducation au développement durable), qui plus est dans des contraintes temporelles qui s'exercent à tous les niveaux (temps limité de la classe, temps parfois long des expériences, temps de l'éducation). Au final, le risque est grand de dériver vers de l'inculcation en termes de savoirs, vers un trajet rapide par ce qui est censé caractériser les démarches scientifiques, et une EDD rabattue sur des slogans. Ces difficultés demandent à être précisées. Nous envisageons de compléter cette étude par des études de séquences comparables articulant le travail des expérimentations à l'EDD dans les classes.

Bibliographie

Astolfi, J.-P. (2005). Problèmes scientifiques et pratiques de formation. In Maulini, O. & Montandon, C., Eds (2005). Les formes de l'éducation. Variété et variations. Bruxelles : De Boeck.

Chalak, H. (2014). Difficultés de construction de savoirs et de textes problématisés en sciences de la Terre et pratiques enseignantes : étude d'une séquence ordinaire portant sur le magmatisme. *Éducation & didactique*, 8, 55-80. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.2063.

Fabre, M., Weil-Barais, A. & Xypas, C. (2014). *Les problèmes complexes flous en éducation*. Bruxelles : de Boeck.

Fabre, M. & Orange, C. (1997). « Construction des problèmes et franchissements d'obstacles », *ASTER*, N°24, pp.37-57, INRP.

Milliet, J. (2015). « Le lombricomposteur d'appartement, les déchets et la terre urbaine », *Revue d'ethnoécologie*. Disponible sur http://journals.openedition.org/ethnoecologie/2305

Orange Ravachol, D. (2010). Efforts de problématisation et choix en situation : cas d'enseignants expérimentés et moins expérimentés. Quelle place pour la problématisation ? In M. Fabre, Dias de Carvalho & Y. Lhoste, Eds (2010). *Expérience de problématisation en éducation, Aspects philosophiques, sociologiques et didactiques*. pp.135-155.

Popper, K. (1985). *Conjectures et réfutations*. Paris : Payot.

Enseignement scientifique et éducation à la citoyenneté

Faut-il autoriser ou interdire le glyphosate ?

Rouquet, Francis
CREN - France

Résumé

L'éducation au développement durable, a-discipline scolaire, est présente dans les nouveaux programmes de l'enseignement scientifique de la classe de terminale. Certains contenus relèvent de Questions Socialement Vives et notre recherche s'attache particulièrement à l'éducation à la citoyenneté dans une finalité politique. La démarche est innovante dans la mesure où elle mobilise une matrice problématique, un nouveau modèle destiné aux enseignants conçu comme un outil didactique possible (Chauvigné et Fabre, 2021). Nous testons cet outil lors de la mise en place d'une séquence forcée qui questionne les élèves sur l'autorisation ou l'interdiction du Glyphosate. Pour la communication, le recueil de données est construit à partir de productions langagières orales issues d'un débat scientifique de classe.

Mots-clés :

Éducation au développement durable ; Enseignement scientifique ; Éducation à la citoyenneté ; matrice problématique ; débat.

Introduction

Cet article traite de l'enseignement des Questions Socialement Vives (QSV) au lycée, plus particulièrement pour l'enseignement scientifique en classe de terminale (MEN, 2019). Il s'inscrit dans le cadre des « Éducations à » mobilisé dans le curriculum formel. Celui-ci essaie plutôt de pousser les apprenants à une culture de l'engagement dans une perspective de responsabilité individuelle et collective (Lange, 2015 ; Lange & Kebaïlli, 2019). La démarche didactique que nous conduisons questionne la formation des élèves dans une perspective d'éducation à la citoyenneté à finalité politique. Elle s'intéresse donc aux savoirs scolaires qui évoluent et qui nécessitent de renouveler l'enseignement traditionnel avec la prise en compte des QSV et du « traitement de problèmes mal structurés, flous et même pernicieux. » (Fabre, 2021, p.89). Certains chercheurs, comme Chauvigné & Fabre (2021), réfléchissent à de nouveaux outils destinés à aider les enseignants dans l'élaboration de séquences qui mettent en valeur les nouveaux savoirs du curriculum formel. Notre démarche est donc innovante dans la mesure où elle cherche à tester un nouvel outil didactique qui correspond à une matrice problématique, celle-ci étant déclinée en une triple schématisation (Chauvigné & Fabre, ibid). La mise en place d'une séquence forcée permet de tester cet outil possible qui, selon nous, permet d'analyser le débat scientifique de classe du point de vue du chercheur et de proposer un cadre à l'enseignant. Pour cette recherche, seule la séance 2 est analysée, elle correspond à un débat scientifique de classe où les élèves mobilisent les différentes thèses des acteurs engagés : l'enjeu de la situation didactique proposée questionne l'autorisation ou l'interdiction du Glyphosate. Ainsi, nous cherchons à vérifier, pour cette étude de cas, si la matrice didactique pourrait être un levier pour une éducation au politique.

Le contexte et la méthodologie de recherche

L'élaboration d'une séquence forcée « n'a pas vocation à être reproduite, mais uniquement à produire des phénomènes (recherche) et des apprentissages (enseignement) . » (Orange, 2010, p.77). Cette séquence d'enseignement non ordinaire à visées pédagogique et de recherche, nécessite un dialogue permanent entre chercheur(s) et professeur(s). Dans la mesure où nous testons un nouveau modèle didactique, l'expérimentation qui en résulte est le fruit d'une étroite collaboration, celle-ci engage également des élèves volontaires. Une classe de terminale enseignement scientifique (1h hebdomadaire dans le tronc commun), constituée de 34 élèves, est sollicitée et nous en sommes le professeur de référence pour la partie Sciences de la Vie et de la Terre. Il faut donc comprendre que, pour cette recherche, nous sommes à la fois enseignant et chercheur, ce qui peut constituer un biais. La séquence forcée est établie pour une succession de quatre séances consécutives les 24 février, 03, 10 et 31 mars 2022 (figure 1) :

Figure 1 : tableau présentant la séquence forcée relative au problème de l'utilisation ou de l'interdiction du glyphosate

	Objectif principal	Modalités et activités

Séance 1	Les connaissances vis-à-vis du glyphosate	Individuellement : représentations initiales En binômes : recherche via Internet des acteurs et de leurs thèses
Séance 2	Le débat scientifique de classe	En binômes : suite de la recherche via Internet Collectivement : débat argumenté et prise de notes
Séance 3	La synthèse	En binômes : réalisation d'une synthèse destinée au député de la circonscription et prise de position vis-à-vis de l'utilisation du glyphosate
Séance 4	La rencontre avec un député	Collectivement : mobilisation des savoirs et valeurs engagées lors du débat

L'hypothèse que nous formulons est que la matrice problématique est un outil de référence pour les enseignants afin d'enseigner une QSV dans une perspective d'éducation à la citoyenneté à finalité politique. L'analyse des productions des élèves pourraient nous permettre d'évaluer cet outil innovant. Pour cette communication, seule le débat scientifique de classe est analysé, nous nous appuyons donc sur des productions langagières orales.

La matrice problématique comme outil pour une éducation au politique

Pour comprendre leur modèle, Chauvigné et Fabre (2021) livrent 3 versions de cette matrice problématique. La première s'intéresse aux controverses générées par les différentes parties prenantes du glyphosate, la seconde vise à faire apparaître la complexité du système argumentatif en faisant émerger les nœuds argumentatifs lors du débat, enfin, la troisième concerne la microstructure argumentative et précise les critères d'évaluation des acquis des élèves. Comme nous développons l'analyse du débat, nous présentons ici la deuxième version de la matrice problématique (figure 2). Celle-ci fait émerger les nœuds des argumentations sur lesquels cristallisent les débats (C1, C2 et C3). Selon les auteurs, cette schématisation illustre la « perniciosité » du problème. En effet, Fabre (2016, p.101) affirme que les QSV n'expriment pas que des controverses entre scientifiques désintéressés, parfois « les problèmes flous sont, également, très souvent des problèmes floutés voire filoutés ». Selon nous, l'exemple du problème traité relève de cette caractéristique puisque certaines expertises sont contestées, notamment celles qui concernent la dangerosité du glyphosate (Richmond, 2018). Pour C1 et C2, l'abandon du Glyphosate entraînerait un supplément de travail et une chute du niveau du revenu des agriculteurs et, par conséquent, une nécessité de « soutiens de l'État ou de la PAC en l'absence de solutions ''miracles'' alternatives » (Chauvigné & Fabre, 2021, p. 9). Pour le nœud C3, les conflits d'expertises relatifs aux impacts du Glyphosate sur la santé entraînent des actions en justice (ibid).

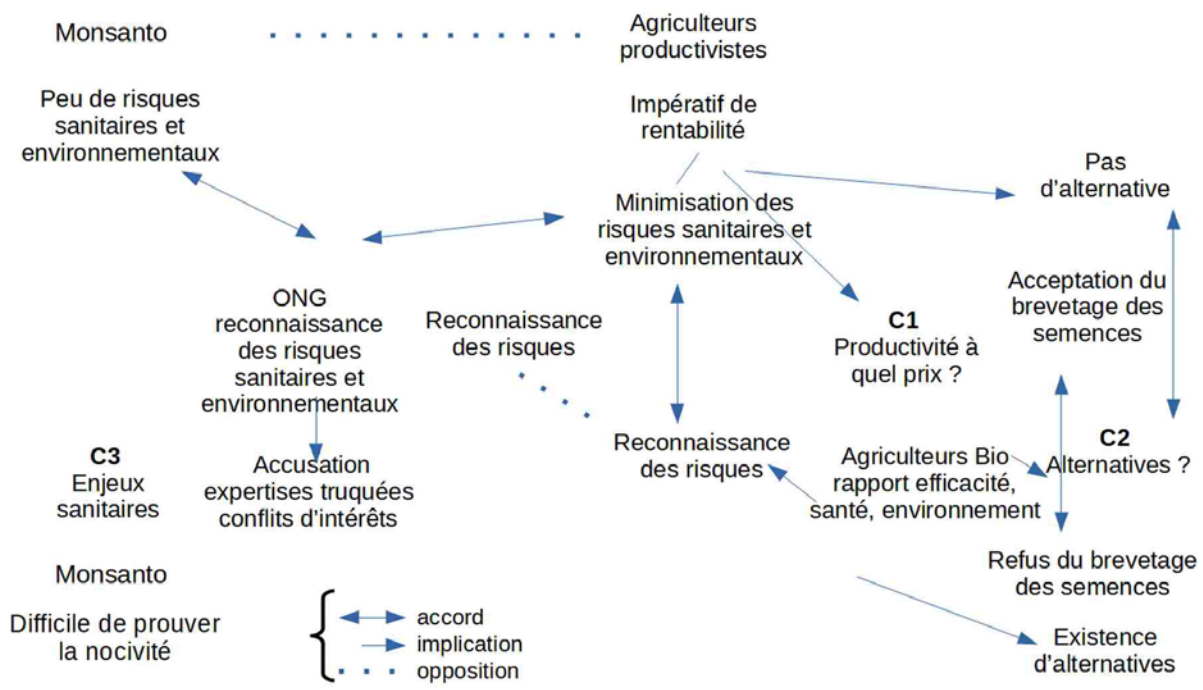


Figure 2 : Schématisation du système des controverses d'après Chauvigné & Fabre (2021)
légendes : C1 problème de la rentabilité et de la dangerosité
C2 problème des alternatives possibles
C3 problème des enjeux sanitaires

L'outil proposé permet donc à l'enseignant d'engager le débat scientifique de classe tout en identifiant les controverses à pointer et à repérer dans le discours des élèves, les acteurs mobilisés et leurs relations d'intérêt, les thèses qui sont autant d'arguments pour interdire ou autoriser le glyphosate.

Analyse des résultats et discussion

Le débat, d'une durée de 17 minutes, a été transcrit et il est composé de 53 tours de paroles. L'élaboration d'une grille d'analyse du débat, qui s'appuie sur la troisième schématisation de la matrice didactique (annexe), permet de relever que :

- les six acteurs identifiés lors des séances 1 et 2 sont évoqués : les industriels qui fabriquent et vendent le glyphosate, les industriels qui achètent les produits de l'agriculture, les habitants consommateurs, les agriculteurs (avec glyphosate), les agriculteurs Bio (sans glyphosate), le pouvoir législatif ;
- les trois valeurs associées aux nœuds argumentatifs sont présentes : économique, environnementale et sanitaire ;
- des thèses avancées par tous les acteurs sont précisées et certaines objections viennent en opposition ;
- une solution alternative au glyphosate est proposée.

Nous notons également que les élèves ont relevé des incertitudes dans les thèses avancées par les acteurs : Jules : « que les risques sur le consommateur […] on n'arrivent pas trop à les trouver. » ou Cyrielle : « il y a eu des problèmes dans l'expertise l'expertise est pas vraiment juste ». Par ailleurs, Lucas témoigne de la prise en compte des incertitudes qui règnent dans les positions des acteurs en indiquant, en fin de débat, « c'est pas très clair c'est

très vague du coup je me demande pourquoi on l'interdit. ». Nous pouvons conjecturer que le débat scientifique explicatif a permis d'aider les élèves à construire voire reconstruire le problème scientifique « c'est-à-dire à organiser et délimiter le champ des possibles » (Orange, 2012, p.50). Du côté de l'enseignant, les matrices ont permis d'orienter et/ou de réorienter le débat pour focaliser les échanges sur les nœuds argumentatifs, les différents acteurs et leurs thèses. Toutefois, pour cette étude de cas, nous précisions que seuls dix élèves sur 31 se sont exprimés (deux absents et un élève à la caméra). Exposés en public et face à la caméra, les élèves peuvent être « tétanisés » lors du débat.

Conclusion

La mise en place d'une séquence adaptée aux prescriptions du curriculum est une difficulté pour les enseignants, elle relève même du défis des nouveaux savoirs à enseigner. Le modèle de la matrice problématique de Chauvigné et Fabre (2021) est, selon nous, un outil possible pour dépasser cette difficulté. Il fournit des repères pour apprécier les enjeux, les problèmes, les nœuds d'argumentation et les thèses des acteurs. C'est dans ce contexte que nous avons élaboré une séquence forcée qui met au débat la question de l'utilisation du glyphosate dans la perspective de construire des savoirs et des valeurs chez les élèves. Plus qu'un outil d'évaluation, la matrice problématique pourrait non seulement faciliter le travail du problème dans une perspective de problématisation (Fabre & Orange, 1997) mais également aider les apprenants à clarifier les acteurs en jeu et leur positionnement, à distinguer les thèses et les controverses solidement argumentées pour faire poindre des dilemmes éthiques. Si l'idée n'est pas de rejeter systématiquement les croyances ou les débats d'opinions, notre perspective est plutôt de répondre à une finalité de l'éducation au politique : former des élèves autonomes, responsables et libres, capables de construire leur vérité, « dans le même sens que la démarche de la science qui soumet à la discussion de la communauté ses lois toujours provisoirement vraies car susceptibles d'être controversées » (Lebeaume, 2017, p.464).

Pour complexe que soit l'enseignement de l'éducation au développement durable, et particulièrement celles de notions correspondants à des QSV, il constitue une formidable opportunité d'envisager une formation au citoyen. Pour les enseignants, il s'agit de relever ce défis dans une perspective d'éducation au politique. D'où la nécessité de concevoir des dispositifs pertinents et efficients d'un point de vue didactique et pédagogique, ce qui questionne l'évolution de la forme scolaire (Lebeaume, 2017). Pour outiller les formateurs, les enseignants et les conseillers principaux d'éducation, de nouvelles façons de former ces acteurs sont donc à imaginer : la matrice problématique s'inscrit dans cette veine.

Bibliographie

Chauvigné, C. et Fabre, M. (2021). *Des ''éducations à'' aux problèmes pernicieux : repères pour une éducation au politique à l'école*. Colloque sur l'évaluation dans la formation et dans les éducations à : de la mesure à la problématisation du sens. Aix Marseille Université.

Fabre, M. (2016). *Le sens du problème*. De Boeck Éducation.

Fabre, M. (2021). Problématologie des Questions socialement Vives Repères épistémologiques pour l'école. *Revue française de pédagogie*, 210, 89-99.

Lange, J-M. (2015). Éducation et engagement : la participation de l'École à relever les défis environnementaux et de développement. *Éducation relative à l'environnement*, 12, 1-15.

Lange, J-M. et Kebaïlli S. (2019). Penser l'éducation au temps de l'anthropocène : conditions de possibilités d'une culture de l'engagement. *Éducation et socialisation*, 51.

Lebeaume, J. (2017). Forme scolaire. Dans Barthes, A. (dir.), Lange, J-M.(dir.), Tutiaux-Guillon, N. (dir.), *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des « éducations à »* (p. 462-465). L'harmattan.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2019). *Programme* d'*enseignement scientifique* de la *classe terminale*. (BOEN n°8 du 25 juillet 2019).

Orange, C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier d'enseignant. *Recherches en Éducation*, 2, 73-85.

Orange, C. (2012). *Problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe*. De Boeck.

Richmond, M.E. (2018). Glyphosate : A review of its global use, environmental impact, and potential health effects on humans and other species. *Journal of Environmental Studies and Sciences*, 8, 416-434.

Annexe

Tableau : Critères du débat argumenté dans une communauté de production de savoirs et de valeurs d'après Chauvigné & Fabre (2021)

TOXICITÉ DU GLYPHOSATE	Thèse des industriels (experts internes)	Thèse des ONG (experts externes)	Thèse agriculteurs Productivistes	Thèse agriculteurs Bio	Thèse des consommateurs
Valeurs privilégiées	Économiques	Sanitaires et environnementales	Économiques	Environ-nementales et sanitaires	Sanitaires et environ-nementales
Thèse	Rentabilité	Santé	Rentabilité	Biodiversité	Santé- bien-être
Objections des autres acteurs	Expertises truquées Risques sanitaires environnementaux	Impuissance à contrebalancer les puissances industrielles	Minimisation des risques	Coût Insuffisance de production	Attitude consommatrice
Réfutations	Pas de preuve scientifique	Alerte et expertise	Efficacité et production	Qualité de la production Préservation de la nature	Économiques
Consensus	non	non	non	non	oui/non
Solutions envisagées	Raisonnées	alternatives	raisonnées	Alternatives	Raisonnées puis alternatives

Contribution de scénarios pédagogiques sur des questions socialement vives agricoles à une éducation citoyenne critique pour la transition agroécologique

Education citoyenne critique, problématisation pour la transition agroécologique

Cancian, Nadia[(1)], Lipp, Amélie[(2)]
[(1)]UMR EFTS, ENSFEA, Université Toulouse Jean-Jaurès – France
[(2)]UMR EFTS, ENSFEA, Université Toulouse Jean-Jaurès – France

Résumé

Enseigner la problématisation est central pour éduquer à la transition agroécologique dans l'enseignement agricole en vue de former les futurs agriculteurs chargés de promouvoir une agriculture plus soutenable, sans pour autant être assez étayé dans les curricula. Nous avons mis à l'épreuve une grille d'analyse de scénarios pédagogiques en baccalauréat agricole, élaborée dans une recherche collaborative. Cette grille se fonde sur une forme d'éducation citoyenne critique (Johnson & Morris, 2010) ancrée sur la démarche d'enquête sur une question socialement vive (Simonneaux et al., 2017), et sur les fragilités de la prescription de ce diplôme liées à la problématisation. Les analyses des scénarios conduits par les enseignants révèlent des choix didactiques propices à une meilleure prise en charge de la construction du problème dans sa complexité par les élèves lors de l'enquête, mais aussi des fragilités liées à la difficulté à mettre au travail la réflexivité sur le plan éthique.

Mots-clés :

Education à la transition agroécologique, questions socialement vives agricoles, problématisation, grille d'analyse de l'éducation citoyenne critique, analyse de scénarios pédagogiques.

Notre communication présente la mise à l'épreuve d'une grille d'analyse de scénarios pédagogiques élaborée dans le cadre d'une recherche collaborative, le LéA LPA Lavaur Flamarens, conduite dans l'enseignement agricole secondaire (2019-2022). Cette grille permet d'évaluer des scénarios pédagogiques visant une éducation citoyenne critique pour une transition agroécologique (Cancian et Lipp, 2020). L'agroécologie représente une voie pour répondre aux demandes sociétales récurrentes réclamant une agriculture plus durable proche des consommateurs pour pallier les problèmes d'une agriculture productiviste. Associer les termes transition et agroécologie souligne l'ampleur des changements à opérer pour imaginer et construire un contrat social renouvelé entre agriculture et société (Cancian et Simonneaux, 2019) fondateur d'un futur plus juste (Lacey et Lefèvre, 2015). L'éducation à la transition agroécologique repose sur une éducation citoyenne critique (Cancian et Lipp, 2020).

La grille d'évaluation, élaborée et utilisée dans cette étude, se fonde sur une approche de l'éducation citoyenne critique (ECC) (Johnson & Morris, 2010) ancrée dans une démarche d'enquête sur une question socialement vive (QSV) (Simonneaux et al., 2017), ici les QSV soulevées par la transition agroécologique. Elle intègre des points d'appui pour dépasser l'éducation citoyenne critique révélée lors de l'étude de deux curricula prescrits de baccalauréats agricoles (Lipp et Cancian, accepté). Nous avons étudié avec cette grille les scénarios pédagogiques conduits dans le LéA visant à mettre à l'étude des QSV liées à l'agriculture.

Cadrage théorique et Problématique

La transition agroécologique est caractérisée par la mise en œuvre de principes de l'écologie pour concevoir et gérer des systèmes agri-alimentaires dans une perspective de développement durable (Francis *et al.*, 2003). Cette transition est porteuse d'enjeux socio-politiques car elle serait un moyen à l'échelle nationale et internationale de reconnecter production et alimentation et de repenser un développement humain plus équitable (De Schutter, 2011). Enclenchée, la transition agroécologique soulève des débats car il n'y a pas de solution pré construite et universelle. Elle confronte les acteurs à des problèmes complexes flous (Fabre, 2021). Fil rouge dans les curricula, elle pousse, enseignants comme apprenants, à se questionner sur ce qui pose problème, à enquêter en vue de proposer des solutions acceptables. Confronter à la construction du problème est donc un enjeu éducatif central pour une éducation à la transition agroécologique. Avancer dans la transition conduit à définir les données du problème et à mettre en tension conditions et solutions. Faire vivre aux élèves une démarche d'enquête relative à la transition agroécologique, c'est leur donner l'opportunité d'articuler, ce que Fabre (2009) nomme, « *un savoir de la question, un savoir questionner* » et « *un savoir de réponse, lequel précisément met fin à ce questionnement* » (p. 202). L'articulation fine au sein de scénarios pédagogiques de ces deux types de savoirs, indissociables dans le processus de problématisation, constitue une condition favorable pour le développement d'une pensée problématologique chez les élèves (Hervé et al., sous presse). Cette pensée à la fois complexe, éthique, critique, politique est centrale pour

favoriser l'émancipation citoyenne et une prise en charge collective des affaires publiques (Barthes, 2017).
Nous étudions dans cette communication comment les scénarios pédagogiques mis en œuvre par les enseignants du projet LéA parviennent ou ne parviennent pas à compenser des fragilités du curriculum prescrit étudié : le manque de prescriptions liées au processus de problématisation. Sur quels leviers, les enseignants s'appuient-ils pour mettre en œuvre des scénarios pédagogiques qui prennent en compte le processus de problématisation ?

Méthodologie

Corpus

Le corpus des données analysées est constitué par :
- la formalisation écrite des scénarios pédagogiques conduits, construits par les enseignants du projet LéA, parfois avec les chercheurs, ainsi que les supports pédagogiques utilisés. Trois scénarios ont été réalisés auprès de trois classes de baccalauréat professionnel conduite et gestion de l'entreprise agricole (CGEA), diplôme formant les futurs agriculteurs. Un scénario pédagogique est mis œuvre pour un thème dans une classe (agriculture biologique, les traitements en agriculture, le changement climatique et souveraineté alimentaire),
- les enregistrements vidéos des situations d'enseignement-apprentissage réalisées au cours de ces trois scénarios,
- des entretiens d'autoconfrontation simple et croisée (Clot et al., 2000) conduits avec les enseignants (enregistrés et transcrits).

Méthodologie d'analyse

Quatre étapes structurent notre méthodologie. La première étape a été de stabiliser une modélisation de chaque scénario pédagogique conduit à partir des traces de formalisation écrites par les enseignants et les enregistrements vidéos des situations d'enseignement-apprentissage (un exemple en figure 1). Une version martyre de modélisation a été conçue par les chercheurs pour mettre au jour les phases de la démarche d'enquête sur une QSV à partir du modèle produit par Simonneaux et al., (2007). Cette démarche d'enquête comprend des phases de recueil et d'analyse des informations, d'explicitation/construction de raisonnements, de réflexivité/subjectivité de l'enquêteur, d'examen et élaboration de pistes de réponses possibles, de publication des solutions retenues[92], de compte-rendu de l'enquête. La modélisation a été proposée puis amendée par les enseignants au cours d'une phase de co-analyse des scénarios, et enfin, complétée par des éléments de compréhension des logiques déployées recueillis lors d'entretiens d'autoconfrontation.

[92] Nous avons adapté le modèle en ajoutant cette phase en la distinguant de réponses possibles et actions conduites.

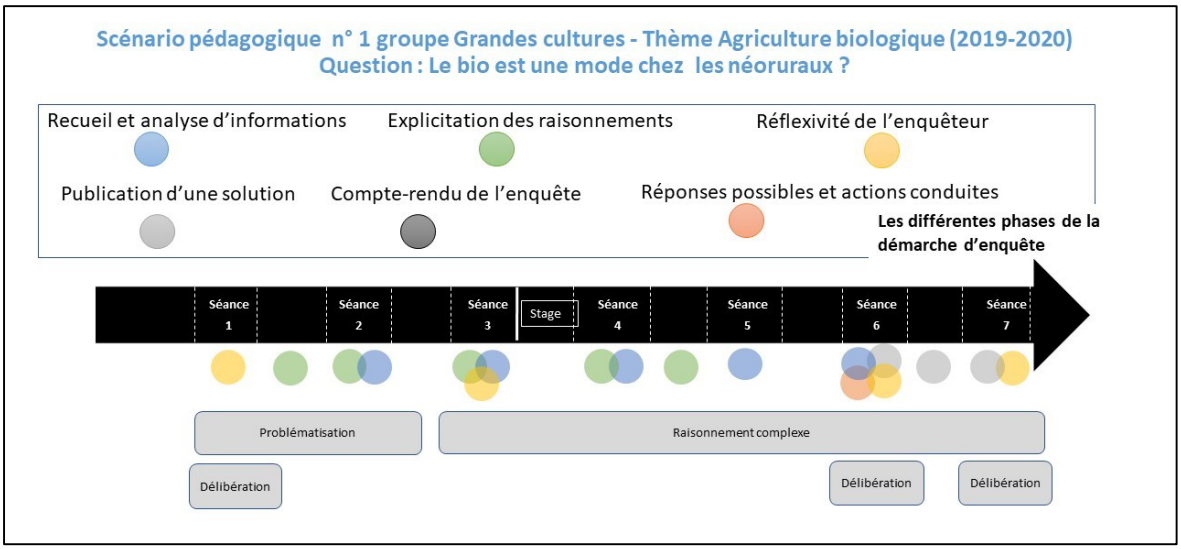


Figure 1 : Version martyre d'un scénario de l'expérimentation pour 2019-2020

Dans une deuxième étape, nous avons analysé les scénarios à partir de la grille d'évaluation des scénarios pédagogiques visant une ECC pour la transition agroécologique (Lipp et Cancian, accepté). Cette grille est structurée à partir des phases de la démarche d'enquête sur une QSV[93] et adaptées à la transition agroécologique. Des indicateurs sont définis pour chaque phase et caractérisent quatre niveaux d'approfondissement, reliés à la façon dont est abordée la QSV (cf. figure 2). Le niveau 4 est celui requis pour atteindre une visée d'ECC et comprend des éléments complétant les fragilités identifiées dans le curriculum du bac pro CGEA.

[93] Pour plus de détails se reporter à Cancian & Lipp (2020).

Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Recueil et analyse de l'information			
- Une méthode de recueil - Pas d'analyse critique	- Plusieurs méthodes de recueil indépendantes - Analyse de la fiabilité des informations	- Combinaison de méthodes de recueil complémentaires - Analyse critique de l'information (validité, pertinence, identification)	-Niveau 3 - Choix de méthodes de recueil pour accéder à la pluralité des voix (leaders, alternatives, lanceurs d'alerte…)
Explicitation / construction de raisonnements			
- Identification des concepts clés	- Niveau 1 - Mise en relation des données, des acteurs, des raisonnements	- Niveaux 1 + 2 - Identification des enjeux sociaux, économiques, environnementaux, - Explicitation des raisonnements, des déterminants et logiques par groupe d'acteurs - Elaboration de raisonnements justifiés	- Niveaux 1 + 2 + 3 - Identification des enjeux politiques et éthiques - Approche critique des controverses, injustices, normes, valeurs, idéologies, risques et incertitudes - Mise en discussion de raisonnements contradictoires
Réflexivité/subjectivité de l'enquêteur			
- Absence de réflexivité par rapport à la QSV	- Identification de son propre positionnement par rapport à la QSV	- Identification de son propre système de normes et celui des autres dans leur positionnement - Explicitation de la distance personnelle face aux problèmes et aux acteurs	- Explicitation de la dynamique d'évolution de son propre positionnement, de son groupe social et des autres - Mise en discussion d'une pluralité de jugements éthiques, des systèmes de normes, des distances personnelles - Mise en œuvre de jugements éthiques
Examen et élaboration de pistes de réponses possibles			
- Identification de réponses mises en œuvre par d'autres acteurs	- Identification d'une réponse possible choisie et diffusée au sein de la classe	- Identification d'actions possibles avec des acteurs hors de la classe - Prise de position personnelle dans le champ des possibles	- Niveau 3 - Mise en œuvre d'une action à l'échelle collective et publique - Argumentation de la réponse choisie à partir des valeurs sous-jacentes, du contexte, des enjeux, des conséquences…
Compte-rendu de l'enquête			
- Absent	- Compte-rendu descriptif des étapes de la démarche	- Compte-rendu de la démarche, des ou de la solution(s), des arguments	- Niveaux 2 + 3 - Diffusion publique du compte-rendu - Analyse critique du fonctionnement du groupe
Traitement de la QSV			
Thème lié à l'agroécologie et non problématisé	Thème lié à l'agroécologie problématisé à partir de questions techniques, économiques et environnementales.	Thème lié à l'agroécologie problématisé à partir de questions ouvertes, complexes, controversées sans prise en compte de la dimension politique	Thème lié à l'agroécologie problématisé à partir de questions ouvertes, complexes, controversées à enjeux politiques et éthiques.

Figure 2 : Grille d'analyse des scénarios pour l'atteinte des visées de l'ECC pour une éducation à l'agroécologie (Lipp & Cancian, accepté)

La troisième phase d'analyse a consisté à comparer les scénarios analysés pour mettre au jour les variations dans la mise en œuvre de l'ECC adossée à la démarche d'enquête sur une QSV, afin de repérer invariants, spécificités et fragilités pour l'atteinte des visées pour une éducation à l'agroécologie.
Enfin, le quatrième temps d'analyse a visé à repérer et à caractériser dans les discours des enseignants de leviers à la mise en place de stratégies pédagogiques favorables au processus de problématisation.

Résultats

Les analyses en cours sur les deux premiers scénarios pédagogiques révèlent des résultats saillants. Le troisième projet pédagogique sera achevé en mars 2022. Le traitement des données sera terminé en novembre 2022 pour présenter des résultats complets.
Toutes les phases de la démarche d'enquête à l'exception du compte-rendu de l'enquête ont été investies dans les scénarios, avec des niveaux d'approfondissement croissants pour certaines phases au fil de l'expérimentation. Les phases de recueil et d'analyse des informations sont mobilisées systématiquement et plusieurs fois au cours de l'avancée de l'enquête. La phase de réflexivité/subjectivité des enquêteurs est investie plus ponctuellement au cours des scénarios avec une ou deux tâches par scénario s'y référant.
Néanmoins, si aucune des phases investies n'atteint le niveau 4 requis pour viser une ECC telle que définie, nous montrons un accroissement des niveaux d'approfondissement de différentes phases dans les trois scénarios favorisant le processus de problématisation. Nous mettons en évidence des effets de choix didactiques propices à une meilleure prise en charge de la construction du problème dans sa complexité par les élèves. La pluralité des voix, les contradictions ont été mieux prises en compte permettant de construire plus finement les données du problème. Les élèves ont été questionnés sur une plus grande diversité de critères de validité des sources sans se limiter à l'examen de la validité scientifique.
La publication de la solution a évolué, passant d'une présentation à la classe à une présentation à l'équipe éducative pluri-catégorielle entre les scénarios n°1 et n°2, puis à la réalisation d'un plaidoyer devant une assemblée publique sur les liens agriculture et climat dans le scénario n°3. Pour cela, les tâches proposées ont accordé plus de temps à la construction du problème afin de permettre aux élèves de mieux articuler les données du problème à partir de l'identification de la pluralité des enjeux, pour les autres et pour eux, y compris ceux du public à persuader.
En revanche pour les scénarios n°1 et 2, nous avons relevé un niveau d'approfondissement insuffisant pour deux phases de la démarche d'enquête, limitant ainsi le processus de problématisation : la réflexivité des enquêteurs et l'explicitation/construction des raisonnements. Les normes et les injustices n'ont pas été questionnées, d'une part en raison de la difficulté rencontrée par les enseignants à mettre au travail la réflexivité sur le plan éthique et d'autre part en privilégiant le questionnement collectif, moins propice à la mise au jour de son propre cheminement, au détriment de temps individuels.
L'accompagnement des formatrices et la manière dont les enseignants ont fait évoluer l'analyse socio-épistémologique (Simonneaux & Legardez, 2011) avant de construire le

scénario pédagogique, ont été des leviers pour développer le processus de problématisation des élèves. Les choix didactiques au fil des expérimentations se sont ajustés pour mieux s'inscrire dans une ECC, grâce aux phases de co-analyse et d'autoconfrontation.

Bibliographie

Barthes, A. (2017). Quels outils curriculaires pour des " éducations à " vers une citoyenneté politique ? *Educations, 17* (1), 25-40.

Cancian, N. et Lipp, A. (2020). *Education à la citoyenneté critique, contribution de la démarche d'enquête sur des controverses dans deux curriculums de l'enseignement agricole*. Communication orale aux 11e rencontres scientifiques de l'ARDiST (31 mars au 3 avril) Bruxelles.

Cancian, N. et Simonneaux, J. (2019). Les objets intermédiaires agroécologiques à enquêter. in Simonneaux, J. (Dir). *La démarche d'enquête. Une contribution à la didactique des questions socialement vives*. Educagri Editions, Dijon, 210p, 189-206.

Clot, Y., Faïta, D., Fernandez, G., & Scheller, L. (2000). Entretiens en autoconfrontation croisée: une méthode en clinique de l'activité. *Perspectives interdisciplinaires sur le travail et la santé*, (2-1).

De Schutter, O. (2011). Agroécologie et droit à l'alimentation. Rapport pour la 16e session du Conseil des droits de l'homme de l'Onu, mars 2011.

Fabre, M. (2009). *Philosophie et pédagogie du problème*. J. Vrin.

Fabre, M. (2021). Problématologie des questions socialement vives. Repères épistémologiques pour l'école. *Revue française de pédagogie*, 210, 89-99. https://doi.org/10.4000/rfp.10118

Francis, C., et al. (2003). Agroecology: the ecology of food systems. J*ournal of Sustainable Agriculture*, 22(3), 99-118.

Johnson, L. et Morris, P. (2010). Towards a framework for critical citizenship education. *The Curriculum Journal*, 21(1), 77-96.

Hervé, N. Lipp, A., Cancian, N., Panissal, N. et Vidal, M. (sous presse). Quels modèles de l'enquête sur une question socialement vive pour le développement d'une pensée problématologique ? *Questions Vives, recherches en éducation.*

Lipp, A. et Cancian, N. (accepté). Balises curriculaires pour une éducation citoyenne critique dans deux curricula de l'enseignement agricole. *RDST.*

Lacey, H. & Lefèvre, M. (2015). Agroécologie : la science et les valeurs de la justice sociale, de la démocratie et de la durabilité. *Écologie & politique*, 51, 27-39. https://doi.org/10.3917/ecopo.051.0027.

Simonneaux, L. et Legardez, A. (dir.) (2011). *Education au développement durable et autres questions socialement vives*. Dijon : Educagri.

Simonneaux, J., Simonneaux, L., Hervé, N., Nédélec, L., Molinatti, G., Cancian, N. & Lipp, A. (2017) Menons l'enquête sur des QSV dans la perspective de l'EDD, *Revue des Hautes écoles pédagogiques pédagogiques et institutions assimilées de Suisse romande et du Tessin*, 22, 143-160.

Evaluation, autoévaluation, autonomie

Compréhension et résolution de tâches de sciences par les élèves de 15 ans en France : Analyse des verbalisations

Selon le statut socio-économico culturel et le niveau scolaire en sciences

Duclos, Mylène[(1)], Le Hebel, Florence[(1)], Tiberghien, Andrée[(2)], Montpied, Pascale[(2)], Fontanieu, Valérie[(3)]
[(1)] UAR 3773 LLE, UMR 5191 ICAR, ENS de Lyon, France
[(2)] CNRS, UMR 5191 ICAR, ENS de Lyon, France
[(3)] IFÉ, ENS de Lyon, France

Résumé

Le statut économico-social et culturel (SESC) des élèves joue un rôle indéniable dans leur réussite scolaire. Les résultats PISA Science 2015, comme ceux des années antérieures, ont montré qu'en France, l'influence du SESC est l'une des plus élevée parmi les pays de l'OCDE et que cela reste stable. L'objectif de notre étude est de mieux comprendre où se situent les difficultés de certains élèves et en particulier ceux de SESC défavorisé. Pour cela, nous cherchons d'une part, à savoir comment les élèves procèdent pour construire leur réponse et, d'autre part, à inférer les processus cognitifs qu'ils mettent en jeu au cours de la résolution d'une tâche en sciences. Ainsi, malgré la justesse d'une réponse donnée par des élèves à un choix multiple, nos résultats montrent que cette réponse ne reflète pas toujours une compréhension complète de la situation. En effet, nous identifions des représentations de la situation bien distinctes entre les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire et ceux de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire.

Mots-clés :

Sciences ; Niveau socio-économique et culturel ; Niveau scolaire ; Sources de difficultés ; Verbalisations.

Introduction

En France, le SESC[94] explique 20% de la variance des performances des élèves en sciences contre 13% en moyenne pour les pays de l'OCDE et cet écart de performance reste stable depuis plusieurs années (OCDE, 2016). Cette persistance des écarts interroge et implique de clarifier la manière dont le SESC influence la réussite des élèves (Thomson, 2018) en cherchant par exemple à mieux comprendre où se situent les difficultés de certains élèves en particulier ceux de SESC défavorisé.

À partir d'une analyse *a priori* des 183 items[95] PISA Science 2015 basée sur des recherches antérieures (e.g. Le Hebel et al., 2014), nous avons élaboré un modèle de difficulté à l'item (Duclos et al., 2021) comportant 16 caractéristiques principales et 7 sous-caractéristiques réparties en trois catégories :

- Caractéristiques intrinsèques à l'item
  - -Aspects formels (format de réponse, etc.)
  - -Aspects relatifs au sens (réponse dans l'item, etc.)
- Contenus en jeu (connaissance, etc.)
- Raisonnements et stratégies (complexité cognitive, etc.).

Afin d'avoir une compréhension la plus complète possible de notre objet de recherche (Creswell & Plano Clark, 2018), notre approche est double et complémentaire. D'une part, nous testons statistiquement notre modèle de difficulté à partir de l'échantillon français représentatif de PISA Science 2015 comprenant environ 6100 élèves, et d'autre part, nous menons une étude qualitative d'un échantillon d'élèves plus restreint afin d'analyser leurs processus de réponses aux items PISA.

Dans cette communication, nous proposons de nous centrer sur l'analyse des données qualitatives associées à un de nos résultats statistiques. Pour cela, nous nous concentrons sur les questions où la réponse est présente dans l'énoncé[96].

But de la recherche

Cette recherche vise à comprendre comment les élèves procèdent pour construire leur réponse et à inférer les processus cognitifs qu'ils mettent en jeu au cours de la résolution de la tâche (Richard, 2005).

---

[94] Le Statut Économique Social et Culturel

[95] Un item comprend l'énoncé d'une question accompagné ou non d'illustration(s) dans un contexte particulier qui requiert une réponse présentée selon un format spécifique (ouvert ou choix multiple) (cf. figure 1).

[96] Certains items PISA Science 2015 contiennent la réponse soit sous forme textuelle par le biais d'une phrase soit sous forme visuelle via différents symboles présents dans les illustrations qui peuvent indiquer aux élèves où se trouve la réponse.

Il s'agit de déterminer de quelle manière les caractéristiques de notre modèle de difficulté de questions font varier la compréhension et la réalisation d'une tâche en sciences selon le SESC et/ou le niveau de scolaire des élèves.
Notre intérêt porte plus spécifiquement sur la manière dont les élèves construisent leur représentation de l'item selon le modèle de compréhension de textes proposé par van Dijk & Kintsch, (1983)[97] et les stratégies qui en découlent.

Méthodologie

Échantillon d'élèves

Notre étude qualitative comporte 27 élèves sélectionnés selon leur niveau SESC et leur niveau scolaire. Le niveau en sciences a été déterminé d'après la moyenne des élèves en Physique-Chimie et SVT ainsi que leur moyenne générale et celle de la classe. Le niveau SESC a été obtenu à partir des professions des parents renseignées dans les dossiers scolaires accessibles aux enseignants. Le statut professionnel des parents permet de déterminer l'indice ISEI[98] à partir de leur position sur l'échelle de CITP[99]. Dans notre cas, nous retenons l'HISEI c'est-à-dire le statut professionnel le plus élevé des deux parents (OCDE, 2016).

Prise de données et analyse

Les élèves ont répondu en binôme (formés selon le même SESC et niveau en sciences) à un questionnaire de 25 items, préalablement sélectionnés et issus de PISA Science 2015, nous permettant l'observation des verbalisations dans le but d'inférer leurs activités mentales (Richard, 2005). S'en suivait un entretien d'explicitation (Vermersch, 2019). Le tout faisant l'objet d'un enregistrement audio-vidéo[100] qui a été transcrit[101].

Résultats

Étude statistique

Les résultats statistiques obtenus à partir de notre modèle de difficulté (Duclos et al., 2021) montrent que la « réponse dans l'item » est la seule caractéristique bénéfique aux performances des élèves de bas niveau de performance et de SESC défavorisé (p= .01) et

---

[97] Trois niveaux de représentation d'un texte sont distingués : la structure de surface, la base de texte (idées principales) et le modèle de situation. Il se trouve que pour bien comprendre la situation décrite dans un énoncé, il faut que les élèves arrivent à accéder à un modèle pertinent de situation (dernier niveau de représentation) formé à partir des connaissances antérieures (van Dijk et Kintsch, 1983).

[98] « International Socio Economic Index » qui est compris dans l'indice composite SESC de PISA 2015 (OCDE, 2016).

[99] Classification Internationale Types de Professions.

[100] Les élèves de notre échantillon ont participé à cette recherche sur la base du volontariat et ont tous obtenu un accord parental.

[101] Au moyen du logiciel Transana.

entraînant la diminution de l'écart avec les élèves de même SESC et de haut niveau de performance (p= .04).
Les items 641Q03 et 641Q04 (libérés par PISA[102]) (cf. figure 1) présentent la particularité de faire varier les performances selon le SESC des élèves de manière très distincte. Alors que le 1er item entraîne une faible variation de l'écart de réussite selon le SESC des élèves (8 points), le 2ème en provoque une forte (25 points)[103].

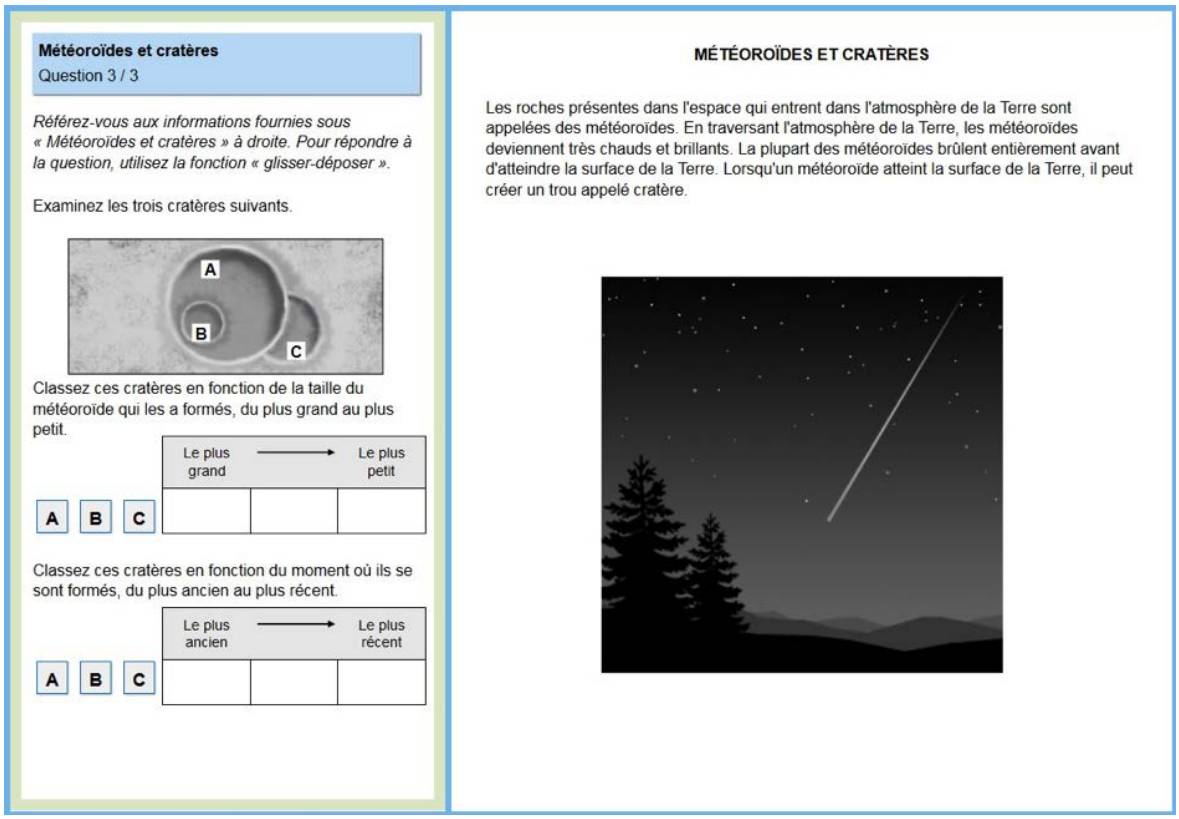


Figure 1 : Items 641Q03 et 641Q04.

Pourtant, ces deux items évoquant les météorites sont relativement semblables en termes de caractéristiques[104]. Les seules caractéristiques qui les distinguent sont la **réponse dans l'item**[105] et le niveau de référence à la vie quotidienne.
Pour l'item 641Q03, la réponse de l'item peut être déduite à partir de l'illustration, ce qui n'est pas le cas de l'item 641Q04. En effet, les élèves doivent mettre en place un raisonnement un peu plus complexe qui demande au préalable d'avoir une représentation complète de la question. Ils doivent prendre en compte une dimension temporelle leur permettant de comprendre par exemple qu'une météorite a formé le cratère B, qui s'est

[102] Il s'agit d'items rendus publics c'est-à-dire libres de droit.

[103] Résultats issus de l'échantillon PISA Science 2015.

[104] Par exemple, la connaissance, la compétence, le format de réponse, etc.

[105] C'est-à-dire que la réponse à la question est présente dans la présentation de l'item.

superposé à une partie du cratère A formé antérieurement, lui-même recoupant le cratère C le plus ancien. Il n'est pas possible pour les élèves de concevoir la réponse attendue s'ils ne s'intéressent qu'à la taille des formes.

Il est donc intéressant de réfléchir aux raisons d'une telle différence en fonction du SESC observée entre ces deux items étant donné leur similarité sur le plan des exigences de résolution.

Étude qualitative

Les 27 élèves de notre échantillon réussissent à répondre à l'item 641Q03 contenant la réponse ce qui n'est pas le cas de l'item 641Q04. Les élèves du binôme 10 de SESC défavorisé et de niveau scolaire bas ne parviennent effectivement pas à répondre à ce dernier. Compte tenu de cette constatation, nous comparons le fonctionnement de quatre binômes, deux appartiennent au groupe des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences (binômes 5 et 10) et l'autre à celui des élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences (binômes 1 et 2).
Cette comparaison des deux groupes d'élèves au SESC et au niveau scolaire en sciences les plus opposés de notre échantillon, nous permet de mettre en évidence, de la façon la plus contrastée possible, les stratégies possibles mobilisées selon les groupes et d'en faire émerger les potentielles différences.

Item 641Q03

Tout d'abord, les transcriptions mettent en évidence l'activation d'une représentation de la situation[106] bien distincte entre les élèves de SESC favorisé et de haut niveau scolaire en sciences et ceux de SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

Les élèves des binômes 1 et 2 construisent la représentation que lorsque les météorites tombent sur Terre, elles laissent des traces, en l'occurrence des cratères dans la situation présentée, et également que la taille de ces cratères dépend de la taille de la météorite. Ainsi, ils raisonnent à partir de l'illustration schématique montrant des cercles de différentes tailles, et comprennent par abstraction, que ces cercles représentent la trace de cratères. Ils analysent donc le schéma en fonction des objets désignés dans la situation et évoquent des termes en rapport avec les systèmes de la terre et de l'univers[107].

Extraits d'entretien :
Binôme 1
« E2: ***plus le corps est gros plus ça va produire une un cercle de diamètre important*** *»*

[106] En référence au modèle compréhension de textes de van Dijk et Kintsch (1983)

[107] comme la « roche », le « corps », la « trace ».

Binôme 2
« E3: ***on a choisi les cratères en fonction donc de la trace qui était restée*** *»*

À l'inverse, dans leur représentation de la situation, les binômes 5 et 10 n'expriment pas de distinction nette entre la taille des cratères et la taille des météorites. Par exemple, le binôme 10 ne dissocie pas la boule (qui semble désigner la météorite) de sa trace. On pourrait penser à une métonymie mais une partie de l'entretien montre qu'il y a confusion de la part de ces élèves et que la distinction nette entre cratère et météorite n'est pas évidente.

Toutefois, ces deux binômes (5 et 10)[108] arrivent à répondre à l'item 641Q03 car la réponse peut être déduite sans une compréhension approfondie notamment sans distinguer la météorite qui tombe de sa trace. Les termes employés par ces deux binômes pour désigner les objets sont de même type « boule », « rond » ce qui les différencient de ceux employés par les binômes 1 et 2.

Extrait d'échange-Binôme 10
« E22: A C B c'est ***la plus grande celle-là*** *(montre le cratère A)*
E23: C'est ***le rond*** *là Mais tu vois pas là* ***y'a une petite boule une grosse boule une moyenne boule****»*

Extrait d'entretien-Binôme 5
« E12: ***on a classé euh selon le rond*** *(montre sur le schéma)»*

Item 641Q04

Si les binômes 1, 2 et 5 prennent bien en compte la dimension temporelle de l'item 641Q04 en introduisant cette dimension dans l'histoire des traces, les élèves du binôme 10[109] n'y parviennent pas et associent la taille de la météorite à son âge.
E22 : « une météorite, ***plus c'est gros, plus c'est vieux*** *»*
E23 « ça veut dire que ***quand le cratère est plus petit, ça veut dire qu'il vient de tomber*** *».*

Dans cet exemple, la représentation incorrecte de la situation par les élèves du binôme 10 les conduit à donner une réponse erronée, alors que pour l'item 641Q03, dont la réponse est dans l'item, ces élèves donnent une réponse correcte, même avec une représentation partielle de la situation.

[108] De SESC défavorisé et de bas niveau scolaire en sciences.

[109] SESC défavorisé et niveau scolaire en sciences bas

Discussion

Cette analyse permet d'interpréter nos résultats statistiques, indiquant que la caractéristique « réponse dans l'item » augmente les scores des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance.

Elle montre que, si cette caractéristique « réponse dans l'item » semble amener à de bons résultats de la part des élèves de SESC défavorisé et de bas niveau de performance, ce résultat n'indique pas pour autant une compréhension complète de la situation, comme c'est le cas des binômes 5 et 10 pour l'item 641Q03. Cela peut faire écho à des travaux antérieurs (e.g. Le Hebel et al., 2016) indiquant que les élèves peu performants mettent en place certaines stratégies limitées par manque de représentation stable de l'item.

Plus largement cette analyse révèle l'importance et la richesse d'une combinaison des approches quantitative/qualitative permettant d'affiner l'interprétation de certains de résultats statistiques.

Implications pédagogiques

Mieux appréhender les difficultés de compréhension des élèves lorsqu'ils résolvent une tâche en sciences, en prenant en compte à la fois leur SESC et leur niveau scolaire pourrait contribuer à aider les enseignants à anticiper ces difficultés dans leur pratique de classe et notamment à en tenir compte dans leurs propres conceptions d'évaluation.

Bibliographie

Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2018). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (3e éd.). SAGE Publications.

Duclos, M., Le Hebel, F., Tiberghien, A., Montpied, P., & Fontanieu, V. (2021). Élaboration d'un modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves. *Éducation et didactique, 15*(15-3), 103-131.

Le Hebel, F., Montpied, P., & Tiberghien, A. (2016). Which Answering Strategies Do Low Achievers Use to Solve PISA Science Items? In *Insights from Research in Science Teaching and Learning* (p. 237-252). Springer, Cham.

Le Hebel, F., Montpied, P., & Tiberghien, A. (2014). Which Effective Competencies Do Students Use in PISA Assessment of Scientific Literacy? In C. Bruguière, A. Tiberghien, & P. Clément (Éds.), *Topics and Trends in Current Science Education : 9th ESERA Conference Selected Contributions* (Springer, Dordrecht, p. 273-289).

OCDE. (2016). Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation (Editions OCDE).

Richard, J.-F. (2005). *Les activités mentales : De l'interprétation de l'information à l'action* (4e édition). Armand Colin.

Thomson, S. (2018). Achievement at school and socioeconomic background—An educational perspective. *Npj Science of Learning, 3*(1), 5.

van Dijk, T. A., & Kintsch, W. (1983). *Strategies of discourse comprehension*. Academic Press.

Vermersch, P. (2019). *L'entretien d'explicitation* (9e éd.). ESF Sciences humaines.

Analyse d'une évaluation internationale

Le cas de l'enquête TIMSS 2019 grade 8 "sciences"

de Hosson, Cécile(1), Décamp, Nicolas(1), Bret, Anaïs(2), Le Cam, Marion (2)
(1)Université Paris Cité, LDAR, Université de Paris-Cité, Univ. Paris Est Créteil, CY Cergy Paris Université, Univ. Lille, UNIROUEN – France
(2)DEPP, MEN – France

Résumé

Cet article a pour ambition d'examiner les résultats des élèves français à l'enquête internationale TIMSS science 2019 pour la classe de 4e (grade 8). Il s'agit d'apprécier les succès et les échecs des élèves français au regard de certaines caractéristiques des items de TIMSS non prises en charge dans le modèle sur lequel repose le calcul des scores des élèves par l'IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). A partir d'un traitement statistique de type "régression linéaire multiple" des données obtenues par une analyse critériée de l'ensemble des items de l'enquête, il ressort que les élèves français sont plus performants lorsqu'il s'agit de produire une réponse à une question mettant en jeu un raisonnement, lorsque la question d'un item nécessite de faire appel aux données disponibles dans l'illustration et lorsque les items relèvent des sciences de l'univers. A l'inverse, les élèves français sous-performent lorsque les items mettent en jeu une situation non familière des élèves ou relevant de la chimie.

Mots-clés :

Évaluations internationales, TIMSS, modèle de régression linéaire multiple, physique, chimie.

Introduction

Dans cette communication nous présentons les résultats d'une étude visant à analyser les résultats de l'évaluation internationale TIMSS 2019 grade 8 (classe de 4e en France) pour les disciplines physique et chimie[110]. Cette étude est le fruit d'une collaboration entre deux chercheur.e.s en didactique des sciences et deux expertes de la DEPP[111]. Loin de nous en tenir aux seuls scores globaux des élèves français (inférieurs de 26 points par rapport à la moyenne des scores de l'ensemble des élèves des 39 pays et 7 provinces concernés par l'enquête), nous proposons d'examiner les items constitutifs de l'évaluation à la lumière de critères complémentaires à ceux retenus pour la diffusion des résultats vers le grand public. À cette fin, nous conduisons une analyse de l'évaluation TIMSS 2019 engageant un regard à la fois statistique et didactique.

L'évaluation TIMSS dans la recherche en éducation scientifique : état de l'art

Depuis leur installation dans le paysage docimologique international ces trente dernières années, les évaluations internationales (PISA, PIRLS, TIMSS) sont étudiées par les chercheurs et les chercheuses en éducation à l'échelle mondiale. A propos de TIMSS, Dolin et Krogh (2010) et Glynn (2012) soulignent que dans la mesure où les objectifs de TIMSS "science" rejoignent ceux de l'enseignement scientifique danois, il devient possible de comparer les performances des élèves à TIMSS et leurs performances scolaires (ce travail de comparaison étant moins pertinent dans le cas de PISA, voir Bodin et al., 2016). Cela dit, cette proximité entre les disciplines scolaires et les domaines scientifiques évalués par TIMSS "science" n'est pas pour autant garante de succès. Dans une étude conduite sur les résultats d'élèves sud-africains (grade 8) à l'évaluation TIMSS "science" 1999, Dempster et Reddy (2007) ont montré un lien fort entre le manque de "lisibilité" du texte des questions (forme sémantique, vocabulaire utilisé) et le choix de réponses incorrectes. Au-delà de cette difficulté linguistique, les chercheurs ont également constaté, cette fois pour l'ensemble des élèves, un faible recouvrement entre les contenus scientifiques évalués par TIMSS 1999 et les connaissances effectives des élèves, ainsi qu'une présence élevée d'items susceptibles d'activer des "idées fausses". Finalement, les résultats obtenus par Dempster et Reddy les conduisent à remettre en cause la validité de l'enquête TIMSS "science" pour l'évaluation des élèves sud-africains, remise en cause que l'on retrouve également dans le travail de Harlow et Jones (2004) en Nouvelle Zélande pour l'enquête TIMSS 1994 et corroborée par l'étude de Wilberg et Rolfsman (2019).

Cadre théorique, problématique et questions de recherche

Dans un article récent, Duclos et ses collaboratrices (2021) proposent un modèle visant à prédire les difficultés associées aux tâches de résolution des questions des items de l'enquête

[110] Sont inclus dans ces items, ceux relevant des sciences de l'univers.
[111] Direction de l'évaluation, de la prospective et de la performance.

internationale PISA 2015 "culture scientifique". Ce modèle (désigné "modèle de difficulté des questions de sciences") répond à l'exigence de comprendre quelle caractéristique ou combinaison de caractéristiques d'un item est susceptible d'augmenter sa difficulté. Nous choisissons d'inscrire notre travail sous l'autorité théorique du modèle de Duclos et ses collaboratrices et de la grille critériée d'analyse qui en est l'émergence (Duclos et al., 2021). Nous reprenons à notre compte les trois catégories structurantes du modèle et de la grille critériée associée (cat. 1. les savoirs scientifiques évalués, cat. 2. les caractéristiques intrinsèques à l'item, cat. 3. les processus cognitifs engagés dans la résolution de la tâche). Pour chaque catégorie nous avons défini un certain nombre d'indicateurs (voir annexe 1). Certains d'entre eux sont issus du "cadre de l'évaluation des sciences grade 8" de TIMSS (Venturino & Jones, 2019) et alimentent la catégorie 1 et pour partie la catégorie 3 ; d'autres sont directement repris de la grille de Duclos et. al. ; d'autres encore sont ajoutés pour prendre en compte les spécificités de TIMSS vis-à-vis de PISA (ex : situation susceptible d'activer une conception erronée pour la catégorie 3).

Notre approche vise à examiner les performances des élèves de quatrième français à l'évaluation TIMSS 2019 "science" à la lumière d'autres indicateurs que les seuls indicateurs de scores et de taux de réussite aux différents items. Ceci posé, nous cherchons à déterminer quelles caractéristiques des items TIMSS science 2019 sont potentiellement sources de difficultés pour les élèves français. Pour éclairer cette question nous analysons l'ensemble des items de l'évaluation TIMSS 2019 "science" *via* l'utilisation de notre grille critériée (annexe 1). Les données de cette grille sont ensuite traitées de manière quantitative.

Méthodes de recueil et d'analyse des données

Notre corpus est constitué des 129 items de l'évaluation TIMSS 2019 "science", des pourcentages de bonne réponse des élèves français pour chaque item; des pourcentages moyens de réussite calculés pour l'ensemble des élèves ayant participé à l'enquête pour chaque item, de la grille critériée complétée (voir annexe 1). D'un point de vue méthodologique, nous procédons, dans un premier temps, à la catégorisation de l'ensemble des items selon les indicateurs de la grille critériée adaptée à notre contexte (un exemple de catégorisation est présenté en annexe 2). Dans un deuxième temps, et à partir des dénombrements réalisés pour chaque indicateur de la grille critériée complétée nous avons créé une base de données à 14 variables.

A partir de cette base de données, nous réalisons, dans un premier temps, deux modélisations des caractéristiques des items, d'une part sur le taux de réussite moyen international (M1), et d'autre part sur le taux de réussite des élèves français (M2). Le premier modèle permet d'identifier les caractéristiques des items ayant un lien avec la réussite des élèves de façon générale, tandis que le deuxième permet d'apprécier ce qui se passe plus précisément concernant les élèves français. La comparaison des résultats de ces deux modèles permet déjà de renseigner sur d'éventuelles spécificités des élèves français. Nous réalisons ensuite un troisième modèle (M3) reprenant le modèle M2, auquel on ajoute en variable explicative : le taux de réussite moyen international. On peut en effet considérer que le taux de réussite moyen international est un bon indicateur du niveau de difficulté d'un item. Moins l'item

est réussi en moyenne au niveau international, plus il est difficile, et inversement. L'ajout de cette variable dans le modèle permet de mesurer l'impact des caractéristiques des items sur le taux de réussite des élèves français "à niveau de difficulté équivalent". Dans les trois cas, nous avons cherché à décomposer les effets de chaque variable sur la variable à expliquer en appliquant une méthode statistique de régression linéaire multiple de type "descendante pas à pas" (Gunst & Masson, 1979). Le principe consiste à réaliser une première une régression prenant en compte toutes les variables explicatives puis à affiner le modèle obtenu en supprimant de manière itérative les variables sans effet sur le modèle une par une[112].

Résultats

Les opérations de traitement par régression "pas à pas" ont permis de faire émerger trois modèle parcimonieux (M1, M2, M3 - voir annexe 3) dans lequel les modalités des variables explicatives influençant de manière significative le pourcentage de réussite des élèves français sont résumées ci-dessous[113]. D'après le modèle M1 une variable semble significativement impacter le taux de réussite international moyen : le format de la question. L'ajout des autres caractéristiques ne modifie pas ce modèle et peuvent donc être considérées comme sans effet sur le taux de réussite des élèves à l'item. La comparaison des résultats des deux modèles M1 et M2 indique que les élèves français sont spécifiquement en difficulté sur des questions engageant un savoir, relevant d'une situation faisant faiblement écho à ce qui est travaillé en classe de sciences physiques en France et pour lesquelles aucun lien n'existe entre l'illustration (lorsqu'il y en a une) et la question posée. Enfin, lorsqu'on contrôle le niveau de difficulté des items (modèle M3), on constate que le taux de réussite des élèves français est principalement fonction du niveau de difficulté de l'item, ici capté par le pourcentage de réussite global de l'ensemble des élèves (p-value<2e-16). On voit également que le format de question et le type de connaissance ne sortent plus significativement. Cela indique que, à niveau de difficulté équivalent au niveau international, les élèves français réussissent aussi bien les questions ouvertes ou hybrides que les QCM. À niveau de difficulté équivalent au niveau international, le taux de réussite des élèves français diminue de presque 7 points de pourcentage lorsque la question n'est pas familière de leur vécu scolaire. Enfin, dans ce troisième modèle, les domaines scientifiques et cognitifs sortent significativement. A niveau de difficulté équivalent, les élèves français réussissent moins bien en physique et surtout en chimie qu'en sciences de l'univers, et dans les domaines "connaître" et "appliquer" que dans le domaine "raisonner".

Discussion

La sous-performance des élèves en chimie interpelle et ses raisons se trouvent d'une part dans le fait que les savoirs en jeu dans les items de chimie sont hors de portée des élèves de 4e français (on pense par exemple aux propriétés des acides et des bases, à la structure de

[112] L'ensemble de ces manipulations statistiques sont effectuées avec le logiciel R.

[113] Nous avons considéré qu'une variable explicative avait un effet significatif sur le modèle à partir du moment où la valeur de la p-value associée à la régression était inférieure à 0,1.

l'atome) et d'autre part, dans le fait que même pour des savoirs chimiques enseignés, les élèves français rencontrent des difficultés bien documentés par les travaux de recherche en didactique de la chimie. On retiendra entre autres, la faible capacité des élèves de collège à distinguer une transformation chimique d'une transformation physique (Laugier & Dumon, 2004), ou à interpréter des formules chimiques (Canac & Kermen, 2016) alors que ces tâches sont attendues dans plus de 40 items. A l'inverse, les items relevant des sciences de l'univers sont mieux réussis que les autres, ce qui peut s'expliquer par une familiarisation précoce des élèves français avec les savoirs relevant de l'astronomie (dès le cycle 3). Enfin, le fait que les élèves français sur-performent aux items relevant du domaine cognitif "raisonner" peut peut-être s'expliquer par le fait que l'enseignement des sciences en cycle 4 en France s'incarne dans la mise en œuvre de démarches d'investigation, dans des activités de résolution de tâches complexes, dans l'analyse documentaire. Ce constat est sans doute à rapprocher du fait que lorsque la question d'un item nécessite de faire appel aux données disponibles dans l'illustration joue davantage en faveur de la réussite des élèves que lorsque ça n'est pas le cas.

Bibliographie

Bodin, A., de Hosson, C., Décamp, N., & Grapin, N. (2016). Comparaison des évaluations PISA et TIMSS : comprendre les évaluations internationales. Rapport du CNESCO.

Canac, S., & Kermen, I. (2016). Exploring the mastery of French students in using basic notions of the language of chemistry. Chemistry Education Research and Practice, 17(3), 452-473.

Dolin, J., & Krogh, L. B. (2010). The relevance and consequences of PISA science in a Danish context. International Journal of Science and Mathematics Education, 8(3), 565-592.

Duclos, M., Le Hebel, F., Tiberghien, A., Montpied, P., & Fontanieu, V. (2021). Élaboration d'un modèle de difficulté de questions évaluant la culture scientifique des élèves. Éducation et didactique, 15(15-3), 103-131.

Gunst, R. F., & Mason, R. L. (1979). Some considerations in the evaluation of alternate prediction equations. Technometrics, 21(1), 55-63.

Harlow, A., & Jones, A. (2004). Why students answer TIMSS science test items the way they do. Research in Science Education, 34(2), 221-238.

Laugier, A., & Dumon, A. (2004). L'équation de réaction: Un nœud d'obstacles difficilement franchissable. Chemistry Education Research and Practice, 5(1), 51-68.

Venturino, V., & Jones, L. (2019). TIMSS 2019, cadre de l'évaluation des sciences, grade 8-classe de 4e. IEA. https://www.education.gouv.fr/media/73339/download (lien vérifié le 22.03.2022).

Wiberg, M., & Rolfsman, E. (2019). The association between science achievement measures in schools and TIMSS science achievements in Sweden. International Journal of Science Education, 41(16), 2218-2232.

Annexe 1 : Dénombrement des caractéristiques des items par catégorie

Dénombrement des caractéristiques des items relevant de la catégorie 1

Caractéristique et sous caractéristiques	**Description**	**Nombre items**
Types de connaissances	Savoirs Savoir-faire	113 16
Domaine scientifique	Chimie Physique Sciences de l'univers	47 60 22
Sous-domaine scientifique évalué	Composition de la matière Propriétés de la matière Transformations chimiques, Etats physiques et transformations de la matière Conversion et transfert d'énergie Lumière et son Electricité et magnétisme Mouvement et forces Terre dans le système solaire et l'Univers	11 25 11 12 8 7 11 22 8

Dénombrement des caractéristiques des items relevant de la catégorie 2

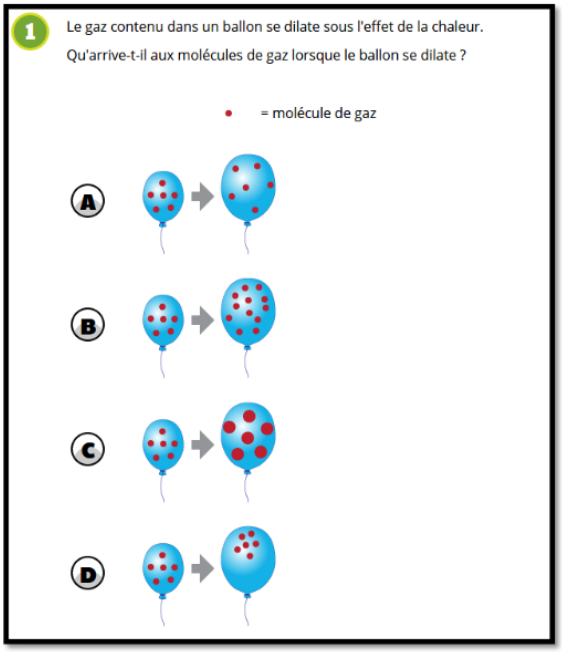
Description des caractéristique et sous caractéristiques	**Description**	**Nombre items**
Format de l'item	Choix simple Choix multiple Hybride (QCM puis question ouverte) Tableau croisé Réponse ouverte	64 3 31 7 24
Type d'illustration	Photographie Dessin Schéma d'expérience Modèle Aucune Tableau graphique	3 23 27 16 35 18 10
La réponse à la question dépend des informations contenues dans l'illustration présente dans l'item	Oui Non	56 29

Dénombrement des caractéristiques des items relevant de la catégorie 3

Description des caractéristique et sous caractéristiques	Description	Nombre items
Domaines cognitifs	Connaître Appliquer Raisonner	41 42 36
Autres opérations cognitives	Traitement sémiotique Traitement mathématique Aucune	66 2 61
Matching	Invalidant Aidant Aucun	24 10 95
Conception	Oui Non	21 108
Degré de familiarité vis-à-vis du vécu scolaire des élèves	Faible Fort	50 79

Annexe 2

Catégorisation de l'item libéré SE72200



% réussite (France) : 36%
% réussite moyen : 45%
Type de connaissance : savoir
Domaine scientifique : physique
Sous-domaine scientifique : États physiques
Format de l'item : QCM simple
Présence d'une illustration : oui (modèle)
lien question-illustration : oui
Domaine cognitif : appliquer
Traitement sémiotique : oui (associer les boules rouges à des particules de gaz, dénombrer les boules, examiner leur répartition spatiale, examiner leur diamètre)
Familiarité : forte
Conception : oui (l'air chaud monte / raisonnement homologique micro-macro)
Réponse dans l'item : non
Matching : non

Annexe 3 : Résultats des trois régressions linéaires multiples

Annexe 3a : Résultat de la régression linéaire multiple M1. La désignation (ref) renvoie au fait que la modalité est prise pour référence. La désignation (ns) renvoie au fait que la modalité n'a pas d'effet significatif sur le modèle.

Variable	Modalité	Coefficient	Test
Format de la question	Choix simple Choix multiple Hybride Tableau croisé Réponse ouverte	(ref) -4,521 -21,92 -10,27 -10,95	(ref) p=0,66 (ns) p=1,82e-08 p=0,16 (ns) p=0,007

Annexe 3b : Résultat de la régression linéaire multiple M2.

Variable	Modalité	Coefficient	Test
Types de connaissance	Savoirs-faire Savoirs	(ref) -10,39	(ref) p=0,059
Format de la question	Choix simple Choix multiple Hybride Tableau croisé Réponse ouverte	(ref) -1,142 -21,01 -7,44 -13,47	(ref) p=0,92 (ns) p=1,01e-05 p=0,41 (ns) p=0,0077
Lien illustration-question	Oui Non	(ref) -7,99	(ref) p=0,038
Degré de familiarité	Forte Faible	(ref) -11,09	(ref) p=0,004

Annexe 3c : Résultat de la régression linéaire multiple M3.

Variable	Modalité	Coefficient	Test
Pourcentage total	Sans objet	1,05	p<2e-16
Domaine scientifique	Sciences de l'univers Chimie Physique	(ref) -6,09 -3,15	(ref) p=0,01 p=0,168
Domaine cognitif	Raisonner Connaître Appliquer	(ref) -4,87 -4,94	(ref) p=0,021 p=0,012
Lien illustration-question	Oui Non	(ref) -3,47	(ref) p=0,041
Degré de familiarité	Forte Faible	(ref) -4,69	(ref) p=0,005

Validité didactique d'une grille d'autoévaluation sur la recevabilité des hypothèses en sciences à l'école primaire

Faidit, Claire[(1)], Marlot, Corinne[(2)], Younès, Nathalie[(3)]
[(1)] Laboratoire Acté, Université Clermont Auvergne – France
[(2)] UER MS, Haute Ecole Pédagogique -Vaud – Suisse
[(3)] Laboratoire Acté, Université Clermont Auvergne – France

Résumé

Ce travail interroge la validité didactique d'une grille d'autoévaluation sur l'évaluation de la recevabilité des hypothèses dans le cadre de l'apprentissage par problématisation. Cette grille, à destination d'élèves de dernière année de primaire, a été élaborée par des futurs professeurs des écoles au sein d'une recherche collaborative. La validité didactique de cette grille a été inférée à partir d'une analyse *a priori et a posteriori* des inducteurs de problématisation et de leur pris en compte par les élèves. L'évolution des hypothèses construites par les élèves montre une certaine validité didactique de cette grille dans la construction de modèles précurseurs problématisés sur les fleurs comme organes de la reproduction sexuée. Cependant, au regard de l'hétérogénéité des critères et des indicateurs de cette grille, sa validité didactique est modérée quant à sa capacité à faire construire aux élèves des savoirs pour évaluer la recevabilité des hypothèses.

Mots-clés :

Validité didactique ; auto-évaluation ; cadre de l'apprentissage par problématisation ; plantes à fleurs ; école élémentaire.

Introduction et contexte de l'étude

La construction des savoirs et leurs modes de contrôle et de sélection[114] font partie des difficultés identifiées dans l'enseignement des sciences. Pour les dépasser, l'évaluation soutien d'apprentissage (ESA) pourrait constituer une manière d'améliorer ces apprentissages. L'ESA met l'accent sur l'implication des élèves dans les processus évaluatifs, à travers des échanges et une coopération entre l'enseignant et les élèves mais aussi entre les élèves, en vue d'améliorer les apprentissages visés (Allal & Laveault, 2009, p. 102)[115]. Cependant, les pratiques d'enseignement des sciences comme d'ESA restent encore empreints de pratiques traditionnelles et normatives (Marlot et al., 2019; Younès & Faidit, 2020). Afin de mieux comprendre les conditions de transformations de ces pratiques, nous avons mené une recherche collaborative[116] afin d'étudier le développement professionnel d'enseignant.e.s débutant.e.s. Cette communication interroge la validité didactique d'une grille d'autoévaluation sur la recevabilité des hypothèses (Figure 1) co-construite par ce collectif d'étudiant.e.s.

Cadre théorique et problématique

Les grilles d'autoévaluation peuvent manifester des dérives formalistes et normatives quand les aspects didactiques et évaluatifs ne sont pas assez pris en considération en détournant l'attention des élèves des apprentissages visés. Afin de travailler cette articulation entre évaluation et didactique, nous interrogeons la validité didactique de ces grilles d'autoévaluation. Selon Grapin et al. (2021, p.2), l'étude de la validité didactique d'une évaluation consiste à « intégrer des aspects épistémologiques et psychologiques dans l'analyse *a priori* du contenu et des processus de réponses mais aussi de la concevoir [la validité didactique] comme interrogeant *a posteriori* la pertinence et l'utilité du contrôle évaluatif pour la régulation de l'enseignement et de l'apprentissage dans le cadre d'une séquence didactique ». Il s'agit ici à la fois d'identifier l'objet évalué mais également d'analyser la qualité des activités cognitives effectuées par les élèves, dans le temps et au regard des apprentissages visés. Le premier objectif d'apprentissage est, à travers l'usage de cette grille, d'impliquer les élèves dans l'évaluation de la recevabilité des hypothèses, définie par (1) leur non contradiction avec les connaissances antérieures de la classe, (2) leur cohérence avec le problème et (3) leur dimension explicative (Cariou, 2009, p. 321). Ce travail autour des hypothèses est rarement effectué et maîtrisé tant par les élèves que par les enseignant.e.s (Krell & al., 2020 ; Khan & al., 2019, cité par Bicak et al., 2021, Morge, 2016). En rupture avec une conception décoratrices ou utilitaristes des fleurs et/ou du pollen (Quinte, 2016), le deuxième objectif est de favoriser la construction d'un modèle précurseur (Arnantonaki et al., 2020) sur les fleurs comme organes de reproduction sexuée impliqués dans la pollinisation[117]. Un modèle précurseur est en partie cohérents avec le savoirs savants.

---

[114] Le mode de validation des savoirs est remplacé dans cette enquête par « le mode de contrôle et de sélection des savoirs » afin d'éviter une confusion avec l'objet de recherche portant sur la validité didactique des évaluations.

[115] Systématiquement quand le terme d'évaluation est mobilisé dans cette étude, il est question de l'envisager dans le cadre de l'ESA.

[116] Cette communication s'inscrit dans le cadre d'une étude doctorale.

[117] La pollinisation désigne le transport du pollen des étamines vers les stigmates d'une fleur.

Il facilite l'élaboration de modèles plus élaborés[118]. Mais, il ne s'agit pas seulement pour les élèves de construire des modèles précurseurs de plus en plus élaborés, il s'agit également pour eux de savoir pourquoi il ne peut pas en être autrement. Le troisième objectif est, dans le Cadre de l'Apprentissage par Problématisation (Orange, 2007), de faire explorer et identifier aux élèves, les contraintes et les nécessités d'un problème scientifique, soit de leur faire construire des savoirs problématisés fondés en raisons. Les conditions de développement de ce type d'enseignement sont encore en cours d'exploration (Doussot et al., 2021). La construction et la mobilisation d'inducteurs de problématisation pourraient constituer l'une de ces conditions. Les inducteurs de problématisation sont des éléments du milieu pédagogique ou didactique « susceptibles de provoquer l'activité cognitive de l'apprenant et ceci par rapport aux différentes opérations du processus de problématisation et de leur contenu » (Musquer, 2018). A notre connaissance, peu d'études explorent les conditions d'utilisation de l'ESA dans le cadre de l'enseignement des sciences. Pour examiner ces conditions, cette présentation se focalise sur les questions suivantes : comment caractériser la validité didactique d'une grille d'autoévaluation sur la recevabilité des hypothèses du point de vue du rôle des inducteurs de problématisation, dans le contexte de l'ESA ? Quelle est la validité didactique de cette grille ?

Méthodologie

Les données ont été recueillies dans le cadre d'un projet PEERS (Projet d'étudiant.e.s et d'enseignant.e.s-chercheurs.euses en réseaux sociaux) mené à la Haute École Pédagogique du canton de Vaud en collaboration avec l'Institut Supérieur du Professorat et de l'Education de l'Université Clermont Auvergne. Les étudiant.e.s français·es était en Master 2 et les étudiant.e.s Suisse en Bachelor 2ème année. Dans le cadre d'une analyse a priori, à partir d'une fiche de préparation et d'une grille d'autoévaluation (Figure 1) co-construite par ce collectif d'étudiant.e.s, la situation problème a été modélisée à partir des inducteurs de problématisation dans le losange de problématisation proposé par Fabre & Musquer (2009) et Musquer (2018). L'analyse a posteriori de l'activité cognitive des élèves en dernière année de primaire s'est faite par leur prise en compte des inducteurs de problématisation inférée à partir de leurs productions écrites et de l'analyse de l'action conjointe élèves - enseignant.e dans une séance mise en œuvre une des étudiantes, Sabine. La séance a été filmée et transcrite.

Résultats

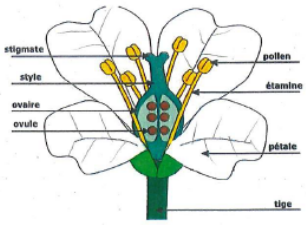
Dans le cadre de l'analyse a priori, l'ambiguité de la question de départ (A votre avis que se passe-t-il après, une fois que la plante a fini sa croissance ? Comment les plantes se reproduisent-elles ?) pourrait amener les élèves à identifier un problème de reproduction asexuée plutôt que de reproduction sexuée et ceci, dans un autre groupe que celui des plantes à fleurs. Après l'usage de la grille sur 16 élèves, 14 élèves ont construit des modèles précuseurs problématisés sur les fleurs comme organes de reproduction sexuée impliqués

[118] Une complexification du modèle précurseur pourrait intégrer les mécanismes limitant l'autofécondation et/ou la conceptualisation de la double fécondation.

dans une pollinisation croisée (cas de Robin et Mathieu, tableau 1). Cette grille présente une certaine validité didactique dans la construction de modèles précurseurs problématisés.

L'analyse a priori de la grille dans son contexte d'usage et selon le modèle du losange de la problématisation a permis d'identifier trois critères d'évaluation valides (répondre à la question, proposer une explication et considérer les contraintes) et deux autres comme non valides (« formulation de l'hypothèse » et « contenir des connecteurs logiques »). Dans la pratique effective, ces critères et indicateurs contextualisés et valides, ont pris un statut d'inducteur de problématisation (c) et (e) (figure 2) comme l'atteste l'amélioration des hypothèses après leur mobilisation. Pourtant, lors du travail individuel, plusieurs élèves ont consacré du temps à ajouter « je suppose que » au début de leur hypothèse plutôt qu'à modifier le contenu de leur hypothèse en vérifiant par exemple, leur conformité par rapport aux contraintes. Ils n'aboutissent pas, alors, à une amélioration notable de leur hypothèse. Les indicateurs tel que « l'utilisation du conditionnel, peut-être que, je pense que … » ont joué un rôle de distracteur. Ainsi, cette grille comporte une validité didactique modérée quant à sa capacité à faire construire aux élèves des modes de contrôle et de sélection des savoirs efficaces au regard de l'hétérogénéité des critères et des indicateurs enseignés pour évaluer la recevabilité des hypothèses.

8P Cycle de vie des plantes Prénom: .....



Une hypothèse doit:	Comment cela peut apparaître dans mon hypothèse:	Je vérifie que ces éléments apparaissent dans mon hypothèse:
Répondre à la question de recherche	Question de recherche: Certains animaux se déplacent pour se reproduire, mais les plantes à fleurs ont une vie fixée, comment se reproduisent-elles?	❑
Formulation de l'hypothèse	Je reprend les éléments de la question de recherche J'utilise un verbe d'action	❑
Proposer une explication provisoire	utilisation du conditionnel "peut-être que…" "je pense que…" "je suppose que…"	❑
Contenir des connecteurs logiques	parce que car donc si et	❑
Considérer les contraintes	deux individus sont nécessaires les plantes à fleur ont une vie fixée elles ne peuvent pas se déplacer	❑

Mon hypothèse:

Figure 1 : Grille d'autoévaluation sur la recevabilité d'une hypothèse sur la pollinisation croisée produite par un collectif d'étudiant.e.s

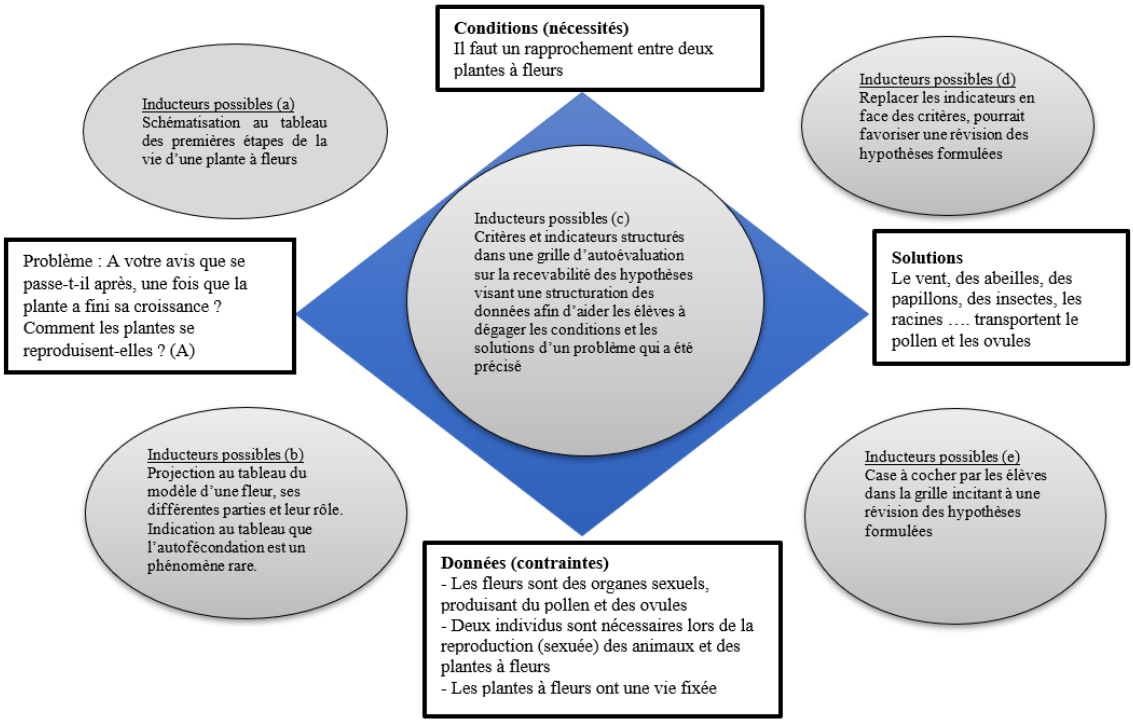


Figure 2 : Losange et inducteurs de problématisation de la situation-problème co-élaboré par des étudiant.e.s

Problème identifié, construit et résolu	Avant l'usage de la grille	Après l'usage de la grille		Exemple d'évolution des explications
		Individuellement	En groupe	
Reproduction asexuée	Robin, Mathieu, Marie, Margolène			Robin et Mathieu « Ben alors là nous, la plante grandit et après elle meurt et ses pétales tombent et les pétales vont aller sur la terre et se décomposer puis vont donner comme des minuscules graines et puis ça va refaire des autres fleurs »
Condition de croissance des plantes à fleurs	Olivier, Cédric, Nicolas, Antoine, Léo, Brice			
Dissémination des fruits et/ou graines	Kate, Zelia, Augustin, Liam, Aurélie, Célia	Aurélie, Léo, Brice		Brice et Léo : « la graine sur le tournesol se fait prendre par le vent et après s'en va par terre et le vent l'amène et elle pousse »
Autre		Ketty Olivier		Ketty : « je suppose que les fleurs sont fixé parce que les espèce de fleur s'il bougeais sa serait la fin du monde » Olivier : « Une plante, une fois développé, va de toutes façons mourir. La question est : la plante engendrera des autres plantes ? »
Pollinisation dans le cas d'une autofécondation		Célia, Kate, Zelia		
Pollinisation dans le cas d'une fécondation croisée	Ketty, Olivia, Angélique	Olivia, Angélique, Antoine, Cédric, Nicolas, Augustin, Liam, Margolène, Marie, Robin, Mathieu **(9 élèves en plus)**	Aurélie, Ketty Olivier, Léo, Brice **(5 élèves en plus)**	Avant l'usage de la grille. Olivia, Angélique : « Grâce a l'abeille les fleurs et les arbres peuvents se reproduire et fair apparaître d'autre arbres et fleurs » Après l'usage de la grille. Robin : « je pense que les abeilles font partie de la reproduction car quand l'abeilles butine une fleur, le pollen reste sur ses pattes et si elle va sur une autre fleur, le pollen de la fleur précèdent rentre dans la fleur ». Mathieu : « Je pense que s'est les racin parce que il poussent jusqua il trouve un partenair » Groupe Léo et Brice : « Le vent pousse les graines sur d'autres fleurs » Groupe Aurélie et Ketty, Olivia, Angélique : «Je pense que comme les fleus ne peuvent pas se déplacer se sont les abeille qui se déplace de fleur en fleur pour recolter le nectare présent dans les fleur ce qui va permettre de faire accoupler les fleur et faire ensorte que l'espece de fleur ou d'arbre ne disparaisse pas » Groupe Olivier : « Nous pensons que les insectes sont indispensables à la reproduction de la fleur. En se posant sur la fleur [une autre], ils regroupent la partie femelle et la partie masculine ce qui féconde la fleur. Des bébés fleurs s'envolent et se posent sur la terre on a ainsi des nouvelles fleurs (graines) ».

Tableau 1 : Evolution des problèmes construits par les élèves avant et après l'usage de la grille d'autoévaluation sur la recevabilité des hypothèses sur la pollinistaion croisée

Bibliographie

Allal, L., & Laveault, D. (2009). Assessment for Learning : Évaluation-soutien d'Apprentissage. *Mesure et évaluation en éducation*, *32*(2), 99-106. https://doi.org/10.7202/1024956ar

Arnantonaki, D., Boilevin, J.-M., & RavAntoine, K. (2020). L'appropriation de modèles précurseurs par des professeurs pour enseigner les sciences en maternelle. Le cas de la lumière. *RDST - Recherches en didactique des sciences et des technologies*, *22*, 151. https://hal.univ-brest.fr/hal-03419701

Bicak, B. E., Borchert, C. E., & Höner, K. (2021). Measuring and Fostering Preservice Chemistry Teachers' Scientific Reasoning Competency. *Education Sciences*, *11*. https://eric.ed.gov/?q=formulating+scientific+hypotheses&id=EJ1314732

Cariou, J.-Y. (2009). *Former l'esprit scientifique en privilégiant l'initiative des élèves dans une démarche s'appuyant sur l'épistémologie et l'histoire des sciences* [Thèse de doctorat, université de Genève]. http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00521174/fr/

Doussot, S., Gomes, L., Hersant, M., Lebouvier, B., & Orange, C. (2021). Le cadre de l'apprentissage par problématisation et les questions de l'évaluation. *Recherches en didactiques*, *33*(2), 37-58. https://doi.org/10.3917/rdid1.033.0037

Fabre, M., & Musquer, A. (2009). Les inducteurs de problématisation. *Les Sciences de l'éducation-Pour l'Ère nouvelle*, *42*(3), 111-129.

Grapin, N., Vantourout, M., & Grugeon-Allys, B. (2021). Analyser la validité des évaluations au sein du réseau EVADIDA (Evaluations et Didactique) de l'ADMEE : Approches et exemples en mathématiques et en lecture. *Séminaire d'actualités de l'ARCD.*

Marlot, C., Audrin, C., & Morge, L. (2019). Des normes professionnelles auto-prescrites. Le cas de la mise en œuvre de la démarche d'enseignement scientifique en Suisse romande. *Recherches en éducation*, *35*, Article 35. https://doi.org/10.4000/ree.1316

Morge, L. (2016). Les difficultés des enseignants à gérer les phases de conclusion au cours d'une investigation. In P. U. de Rennes (Éd.), *L'investigation scientifique et technologique : Comprendre les difficultés de mise en oeuvre pour mieux les réduire* (p. 147-160). https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01919279

Musquer, A. (2018). Problématisation et dispositif d'enseignement/apprentissage. *Les dossiers des sciences de l'éducation*, *39*, 167-186. https://doi.org/10.4000/dse.2476

Orange, C. (2007). Quel Milieu pour l'apprentissage par problématisation en sciences de la vie et de la terre ? *Éducation et didactique*, *1-2*, 37-56. https://doi.org/10.4000/educationdidactique.152

Quinte, J. (2016). *Cycle de la vie des plantes à fleurs - lebenszyklus der blütenpflanzen : Étude comparative des conceptions d'élèves en Alsace et au Baden-Württemberg* [Thèse de doctorat]. Université de Strasbourg.

Younès, N., & Faidit, C. (2020). Dynamiques évaluatives en jeu dans une recherche collaborative avec des enseignants et des enseignantes du second degré en France. *Mesure et évaluation en éducation*, *43*(1), 67-94. https://doi.org/10.7202/1076966ar

Autonomie des élèves en physique au lycée

Points de vue d'enseignants

El Hage, Suzane[(1)], Boilevin, Jean-Marie[(2)], El Hajjar, Darine[(2)]
[(1)]CEREP, Université de Reims-Champagne-Ardenne – France
[(2)]CREAD, Université de Bretagne Occidentale – France

Résumé

Dans le contexte institutionnel français, la notion d'autonomie est mentionnée dans les textes officiels sans être explicitement définie. Par ailleurs, en France comme à l'international, les recherches en didactique sur l'autonomie des élèves en physique se développent peu à peu. L'objet de cette communication est de présenter, d'une part, un modèle de ce que serait un élève autonome en physique, et d'autre part de présenter les résultats d'une étude exploratoire au niveau du lycée portant sur les points de vue d'enseignants sur cette question.

Mots-clés :

Autonomie ; Physique ; Autonomie pédagogique ; Autonomie didactique ; Lycée

Introduction

Dans les programmes scolaires français, la promotion de l'autonomie apparait comme une des finalités du processus d'éducation et d'enseignement notamment en sciences (MEN, 2020). Des liens entre autonomie et démarche scientifique sont envisagés : « le niveau de maîtrise de ces compétences (de la démarche scientifique) dépend de l'autonomie et de l'initiative requises dans les activités proposées aux élèves sur les notions et capacités exigibles du programme » (MEN, 2019). Toutefois, l'autonomie en tant que préconisation institutionnelle n'est jamais précisément définie et chaque enseignant peut projeter sa propre vision de cette notion sur ses pratiques. Par ailleurs, les recherches en didactique sur l'autonomie des élèves en physique se développent peu à peu. Pour ces raisons, il semble légitime de s'interroger sur la question de l'autonomie et notamment sur celle des élèves en physique. Nous partons de l'idée que le développement de l'autonomie dans le milieu scolaire relève d'un processus d'autonomisation où la place de l'enseignant est primordiale. Cela nécessite donc de définir tout d'abord ce qu'est un élève autonome en physique afin de pouvoir, par la suite, penser aux leviers sur lesquels l'enseignant pourrait s'appuyer pour développer l'autonomie de ses élèves.

L'objet de cette communication est de présenter, d'une part, un modèle de ce que serait un élève autonome en physique, et d'autre part de présenter les résultats d'une étude exploratoire auprès d'enseignants de physique-chimie de lycée.

Notion d'autonomie

La définition de l'autonomie varie selon les domaines d'étude : psychologie, philosophie, sciences de l'éducation, etc. De plus, l'autonomie est fréquemment reliée à d'autres notions (apprentissage en autonomie, apprentissage autorégulé, autonomie et motivation, …). Ainsi, la théorie de l'auto-détermination (Deci & Ryan, 2000) conçoit l'autonomie comme la disposition fondamentale de tout organisme vivant à s'auto-organiser et à s'autogouverner. Toutefois, il nous semble important de ne pas confondre autonomie avec indépendance, repli sur soi-même et fonctionner seul dans le cadre scolaire (De Loof et al., 2019). Du côté de la formation d'adulte, Albero (2004) conçoit l'autonomie comme un ensemble de compétences spécifiques auxquelles il est possible de préparer les apprenants par des tâches qu'ils ont à réaliser. Cette auteure distingue plusieurs domaines de l'autonomie requis dans une situation d'enseignement et d'apprentissage : technique, informationnel, méthodologique, social, cognitif, métacognitif et psycho-affectif.

Ses travaux ont été mobilisés dans le cadre de recherches en didactique visant à étudier l'autonomie des élèves dans différentes disciplines (Gueudet & Lebaud, 2019 ; Boilevin et al., 2021). Gueudet et Lebaud (2019) mettent en contraste deux types d'autonomie :

- L'autonomie pédagogique (AP) qui concerne des éléments du travail de l'élève présents dans toutes les disciplines
- L'autonomie didactique (AD) qui est liée au savoir en jeu ; cette autonomie concerne la réalisation de tâches particulières et la mobilisation de ressources internes (connaissances des élèves) et externes (autres élèves, manuels, sites internet, etc.) spécifiques de savoirs disciplinaires

Cependant, la notion d'autonomie présente un caractère paradoxal : pour devenir autonome, il est nécessaire de passer par un apprentissage non autonome. L'autonomie est à la fois une finalité et un moyen (Barbot, 2000).

Point de vue des enseignants de sciences sur la question de l'autonomie des élèves

Une enquête menée par Monod-Ansaldi et al. (2010) dans le cadre de la mise en œuvre des démarches d'investigation interrogent des enseignants de l'option « Mesure, Informatique et SVT » ce qu'ils entendant par « autonomie des élèves ». L'analyse des réponses obtenues fait ressortir l'aspect social de l'autonomie et la met en lien avec la motivation et les qualités propres de l'élève. De leur côté, Robertson & Gail Jones (2013) analysent entres autres les points de vue d'enseignants de sciences chinois et américains au collège sur ce qu'est l'autonomie. Les enseignants américains avancent que l'autonomie en sciences dépend fortement des moyens matériels dont ils disposent pour faire réaliser des expériences en TP. Quant aux enseignants chinois, ils considèrent qu'il est important de développer l'autonomie des élèves alors que les injonctions officielles ne s'intéressent pas à cette idée. On retrouve ce lien entre autonomie et TP chez Boilevin et al. (2021) qui mènent une série d'entretiens semi-directifs auprès d'enseignants français de physique-chimie au collège afin d'analyser leur perception de l'autonomie et de leurs attentes d'un élève autonome en classe de physique. Leurs résultats mettent en avant l'existence de points communs dans leurs définitions de l'élève autonome comme l'importance des interactions enseignant-élèves ainsi que sur les conditions favorisant ce processus comme les habitudes de travail ou la clarté des consignes.

Cadre théorique et question de recherche

Nous proposons de définir l'autonomie comme une suite de relations dynamiques prenant corps à l'interface du sujet et du social. A la suite des travaux de Gueudet et Lebaud (2019), nous distinguons l'autonomie pédagogique (AP) de l'autonomie didactique (AD) tout en nous appuyant sur le point de vue d'Albero. L'autonomie didactique concerne un champ de savoirs précis décrit dans le curriculum de physique-chimie (dans notre cas) et dépend de l'âge de l'élève ; les contenus d'enseignement et d'apprentissage sont inséparables d'une programmation didactique. En effet, les savoirs abordés dans une classe ou un cycle pourront être revisités dans un autre niveau plus tard dans la scolarité pour progresser vers plus de généralisation et d'abstraction.

Nous avons effectué des adaptations des domaines de l'autonomie selon Albero au contexte scolaire de l'enseignement de la physique avec une prise en considération de la dimension épistémologique. En effet, il est possible de caractériser le fonctionnement de la physique comme la recherche de relations entre les phénomènes et les concepts et les lois permettant d'expliquer, d'interpréter, de prédire ces phénomènes. Ces relations de modélisation, fondatrices de l'élaboration des savoirs en physique, sont aussi au cœur de l'enseignement de cette discipline (Tiberghien, 1994). Un deuxième ancrage important concerne l'aspect sémiotique permettant de communiquer les éléments du savoir en classe de physique (Bécu-

Robinault, 2018). Ces relations de modélisation et le point de vue sémiotique sont constitutifs du domaine cognitif de l'autonomie didactique.
Le tableau 1 présente le « modèle » ainsi construit ; pour chaque domaine nous donnons des exemples de conduites attendues des élèves en AD.

Domaines de l'autonomie	Autonomie didactique	Exemples tirés des entretiens auprès des enseignants
Technique	Maitrise des tâches numériques (utilisation des logiciels/des applications en physique) ou du matériel expérimental (instrument de mesure etc.).	L'élève est capable d'utiliser seul un voltmètre, un ampèremètre en électricité pour réaliser une mesure.
Informationnel	Recherche et traiter de l'information sur des sites dédiés en physique, chercher dans son cours, dans son manuel etc.	L'élève est capable de trier des informations dans une ressource distribuée par le professeur pour répondre à des questions concernant la trajectoire d'un point.
Méthodologique	Organiser son activité en physique pour résoudre un problème théorique ou expérimental en physique. Mettre en œuvre un protocole expérimental donné par le professeur.	L'élève s'organise seul pour réaliser une expérience mettant en œuvre l'évolution de la tension en fonction du temps quand un condensateur se charge (relevé des valeurs, tracé de la courbe) en suivant le protocole fourni
Social	Échanger et coopérer avec d'autres élèves sur le choix d'une procédure expérimentale ou sur la validité d'un raisonnement en physique.	En cas de blocage, l'élève sollicite un joker de la part de l'enseignant pendant la mise en œuvre d'une démarche d'investigation.
Cognitif	Réinvestir des connaissances abordées plus tôt dans l'année en physique pour résoudre une tâche sur un autre thème du programme. Etablir un lien entre un le monde des objets et des évènements et le monde des théories et des modèles. Recours à des opérations mentales concernant des contenus de physique.	L'élève mobilise l'exponentiel et l'équation différentielle, vu plus tôt dans l'année en électricité pour résoudre un exercice en radioactivité. Pour réussir une activité en classe, L'élève fait le lien entre ce que l'écran de l'application « carte du ciel » donne à voir et le ciel qu'il observe.
Métacognitif	S'auto-évaluer et utiliser ses erreurs pour faire évoluer une stratégie en physique. Auto-réguler son activité expérimentale et/ou théorique en physique.	En mécanique l'élève connait le principe d'inertie mais il est conscient qu'il a du mal à les mobiliser pour interpréter des mouvements simples en termes de forces.
Psycho-affectif	Prendre des initiatives lors de la résolution d'un exercice ou d'une activité expérimentale en physique. Motivation extrinsèque et/ou intrinsèque.	Chaque élève choisit une thématique en physique qui l'intéresse pour le grand oral du baccalauréat en France.

Tableau 1 : les différents domaines de l'AD avec des exemples en physique

L'intérêt de cette catégorisation est de mettre en évidence ce qui est attendu d'un élève autonome en physique selon des domaines interconnectés ; il est par exemple difficile d'étudier le domaine technique indépendamment des autres domaines. L'objectif de notre recherche est de tester la validité de notre modélisation de l'autonomie en physique en la mobilisant pour analyser les points de vue de quelques enseignants de physique au lycée.

Méthodologie

Dans cette étude exploratoire, nous nous appuyons sur des entretiens semi-directifs menés avec 2 professeurs de lycée français enseignant en terminale et concernant ce qu'ils attendent d'un élève autonome en physique. Des transcriptions intégrales des entretiens sont réalisées. Nous reprenons la méthodologie d'analyse déjà développée et utilisée dans le cas

d'entretiens avec des enseignants de collège (El Hage et al., 2021). Chaque transcription est codée en fonction des 7 domaines de l'autonomie (AP et AD). Pour cela, nous procédons à un découpage du contenu par mots clés ou par éléments discursifs permettant un repérage des attentes d'un enseignant concernant un élève autonome en physique.

Résultats

Les résultats de l'analyse sont synthétisés dans le tableau 2. Notre analyse montre que les 4 domaines de l'AP sont partagés entre les 2 enseignants (méthodologique, social, cognitif, et psychoaffectif). En termes d'AD, les analyses reflètent que, pour ces 2 enseignants, l'autonomie concerne les domaines informationnel, méthodologique, social, cognitif et psycho-affectif.

Attentes d'un élève autonome en physique				
Domaine de l'autonomie	**EP1**		**EP2**	
	AP	AD	AP	AD
Technique				X
Informationnel		X	X	X
Méthodologique	X	X	X	X
Social	X	X	X	X
Cognitif	X	X	X	X
Méta-cognitif				X
Psycho-affectif	X	X	X	X

Tableau 2 : élève autonome en physique selon P1 et P2

Discussion et conclusion

Notre modèle semble pertinent pour analyser les points de vue des enseignants. Il fournit des éléments d'explication de la convergence et/ou de la divergence des points de vue entre les enseignants et les attentes de l'institution figurant explicitement dans les programmes à propos de qu'est un lycéen autonome en physique. Cette première analyse nécessiterait toutefois d'être approfondie en adoptant une granularité plus fine (El Hage et al., 2021). En effet, la quasi-absence des domaines technique et métacognitif nous interpelle sur les points de vue de P1 et P2 concernant l'apprentissage de la physique.

Les limites de notre travail sont liées aux données recueillies, de type déclaratif, qui ne sont pas représentatives de tous les enseignants de physique-chimie français. Pour compléter cette analyse, nous préparons une enquête quantitative par questionnaire auprès d'enseignants sur ce qu'est un élève autonome en physique et sur les types de tâches qu'un enseignant peut mettre en place pour développer ces compétences. Nous avons également commencé à compléter notre corpus par des données filmées de pratiques réelles en classe. Il s'agira alors de tester la pertinence de notre modèle, de l'adapter (critères de codage) etc.

Un prolongement intéressant pourrait aussi être d'étudier les différences faites entre l'autonomie en physique et celle en chimie dans le cas d'enseignants ayant une formation

double (en France) et d'autres ayant une formation unique (au Liban par exemple où la physique et la chimie sont enseignées séparément au lycée).

Bibliographie

Albero, B. (2004). L'autoformation dans les dispositifs de formation ouverte et à distance : instrumenter le développement de l'autonomie dans les apprentissages. In Saleh I., Lepage D., Bouyahi S. (Eds.) *Les TIC au cœur de l'enseignement supérieur* (p. 139-159). Université Paris VIII-Vincennes-St Denis, coll.

Barbot, M.-J. (2000). *Les auto-apprentissages*. CLE international.

Bécu-Robinault, K. (2018). *Analyse des interactions en classe de physique : le geste, la parole et l'écrit*. L'Harmattan, Paris.

Boilevin, J.-M, El Hage, S., Joffredo-Lebrun, S., & Gueudet, G. (2021). *Développement de l'autonomie des élèves au collège. Points de vue d'enseignants de sciences physiques et de mathématiques*. Acte des 11ème Rencontres scientifiques de ARDIST. Belgique : Bruxelles.

Deci, E.-L. et Ryan, R.-M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits: human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, *11*(4), 227-268.

De Loof, H., Struyf, A., Boeve-de Pauw J., & Van Petegem, P. (2019). Teachers' motivating style and students' motivation and engagement in STEM: the relationship between three key educational concepts. *Research in Science Education*, *51*, 1-19, https://doi.org/10.1007/s11165-019-9830-3

El Hage, S., Boilevin, J-M. & El Hajjar, D. (2021). Developing the students' autonomy in middle school: An exploratory study of French science teachers' points of view & the expectations of the school institution. *Review of Science, Mathematics and ICT Education*, *15*(2). 77-99.

Gueudet, G., & Lebaud, M.-P. (2019). Développer l'autonomie des élèves en mathématiques grâce au numérique partie 2. Analyser le potentiel de ressources pour les professeurs. *Petit x*, 110-111, 85-102.

MEN (2020). BO partie enseignement de la physique-chimie. https://cache.media.education.gouv.fr/file/31/89/1/ensel714_annexe3_1312891.pdf

MEN (2019C). Programme de physique-chimie de terminale générale. https://cache.media.education.gouv.fr/file/SPE8_MENJ_25_7_2019/92/9/spe249_annexe_1158929.pdf

Monod-Ansaldi, R., Digard, I., Florimond, A., Fontanieu, V., Péres, C., Rossetto, A.-M., & Morel-Deville, F. (2010). L'investigation en MI-SVT : un chemin vers l'autonomie des élèves ? Actes des journées scientifiques DIES 2010, 24-25 novembre 2010, Lyon © INRP 2010 www.inrp.fr/editions/dies

Robertson, L., & Gail Jones, M. (2013). Chinese and US middle-school science teachers' autonomy, motivation, and instructional practices. *International Journal of Science Education*, *35*(9), 1454-1489.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching – learning situations. *Learning and Instruction*, *4*, 71-87.

Index des auteurs

Les auteurs sont classés par ordre alphabétique du 1er auteur de la communication

Ahouassa Médard, Oké Eugène, de Hosson Cécile, ... 227
Bächtold, Manuel, Cross, David, Munier, Valérie 263
Barroudi, Aicha 461
Barrué, Catherine, Grenier, Damien 421
Bécu-Robinault, Karine, Derolez, Séverine 389
Beuve, François-Xavier 289
Blat, Muriel, Boilevin, Jean-Marie, Marzin-Janvier, Patricia 243
Bouard, Rémi, Canac, Sophie , Kermen, Isabelle 323
Boyer Antonin, Munier, Valérie, De La Forest Valérie, Fossati Jacques, Landois Périne 401
Canac, Sophie 297
Cancian, Nadia, Lipp, Amélie 473
Chalak, Hanaà, Delplancke, Malou 71
Chalmeau, Raphaël, Lafitole, Monique, Mourgues, Sophie, Ramos Beato Maéva, Bergamaschi, Gabrielle & Mortelecque, Lucile 139
Charles, Frédéric 381
Courdent, Albine, Decroix, Anne-Amandine 407
Cross, David, Munier, Valérie, Ducamp, Christine , Pelissier, Lionel 395
Cruz-Lorite, Isabel María, Hervé, Nicolas, Cebrián-Robles, Daniel, Acebal-Expósito, María del Carmen 427
Daro Sabine, Bovy Emilie, Yernaux Dominique et Hindryckx Marie-Noëlle 371
de Hosson, Cécile , Bordenave, Laurence , Canac, Sophie , Crépin-Obert, Patricia , Décamp, Nicolas , Fortin, Corinne , Javoy, Sandra, Kummer-Hannoun, Pascale, Roux, Camille 153
de Hosson, Cécile, Décamp, Nicolas, Bret, Anaïs, Le Cam, Marion 491
Dessart, François 255
Duclos, Mylène, Le Hebel, Florence, Tiberghien, Andrée, Montpied, Pascale, Fontanieu, Valérie 483
El Hage, Suzane, Boilevin, Jean-Marie, El Hajjar, Darine 507
Eltaief, Maroua, Orange Ravachol, Denise, Lhoste, Yann 271
Ermis-Ozcan, Gökcen, Hervé, Nicolas 415
Faidit, Claire, Marlot, Corinne, Younès, Nathalie 501
Fatme, Mehdi, Abdelkarim Zaid, Boyer, Catherine 145
Figon, Florent, Dessart, François 173
Fortin, Corinne, Roux-Goupille Camille 205
Germann, Benjamin , Panissal, Nathalie 453
Gustavo Sanches Silva Davi, Marzin-Janvier Patricia, Manzoni-de-Almeida Daniel 441
Hankeln, Corina, Hersant, Magali 23
Hervé, Nicolas, Huez, Julitte 65
Hervé, Nicolas, ... 29
Jacq, Marine, Marzin-Janvier, Patricia , Grenier, Damien 77
Jacquet, Lucas, Grenier, Damien, Kerbrat, Olivier 349

Javoy, Sandra 331
Jiménez-Aleixandre, María Pilar..... 21
Kermen, Isabelle..... 219
Kpokpolingou-Koyambesse, Joseph Prince, Boilevin, Jean-Marie 235
Le Mézo-Boulais, Anne, Décamp, Nicolas, De Hosson, Cécile 317
Léna Jean-Yves, Chalmeau Raphael, Julien Marie-Pierre, ... 365
Lena, Jean-Yves 27
Levrini, Olivia 19
Lhoste, Yann 187
Lhoste, Yann, Marlot, Corinne..... 127
Mahjoub, Afifa, Ben Kilani, Chiraz 211
Maisch, Clément, Khanfour-Armalé, Rita, Bernard, Eric..... 249
Manzoni-de-Almeida Daniel & Marzin-Janvier Patricia 343
Maron, Valentin, Dufresne, Jean-Louis, Pélissier, Lionel, Rabier, Alain, Cochepin, Medhi 53
Marzin-Janvier, Patricia, Schneeberger, Patricia & Seixas Mello, Paula 113
Marzin-Janvier, Patricia, Perron, Séverine..... 33
Morin, Olivier..... 85
Morin, Olivier, Dutreuil, Pierre..... 447
Naudet, Cédric, Bosdeveix, Robin 163
Orange, Christian, Orange Ravachol Denise, ... 88
Pallarès, Gwen, De Checchi, Kévin, Bächtold, Manuel 433
Paulin, Fabienne , Bruguière, Catherine , Zabel, Jörg 97
Pelé, Maud, Crépin-Obert, Patricia 281
Perron Séverine , Marzin-Janvier Patricia , Castagneyrol Bastien , Sawtschuk Jérôme 37
Régent-Kloeckner, Myriam, Maisch, Clément, Daussy Christophe 357
Roca, Pascale, Bächtold, Manuel 179
Rouquet, Francis..... 467
Roy, Patrick, Marlot, Corinne 103
Santini Jérôme, Chalak, Hanaà 119
Sudriès, Marie, Cross, David, Ligozat, Florence 307
Tiberghien, Andrée, Venturini, Patrice 25
Turpin Sébastien, Fortin Corinne 45
Valentin, Julien, Kermen, Isabelle 197