

Un modèle problématisé d'éducation à un développement durable qui intègre actions, savoirs et valeurs : application à l'exemple de l'enseignement de la biodiversité

A problematised model of education for sustainable development that integrates actions, knowledge and values: application to the example of teaching biodiversity

Marco Barroca-Paccard¹

¹ Université du Québec en Outaouais (Canada), Laboratoire CREN EA 2661, marco.barroca-paccard@uqo.ca

RÉSUMÉ. L'une des spécificités des « éducations à » est que celles-ci visent à mettre en œuvre des changements comportementaux importants. Cependant, l'idée d'action pourrait conduire à une approche comportementaliste sans aucune dimension critique. Pour échapper à cette dérive, il semble important de réfléchir à la manière dont l'articulation entre les savoirs scientifiques et les valeurs peut conduire à la mise en place de comportements environnementaux. Nous présenterons des éléments de réflexion qui ont permis de construire un espace de contraintes pour une éducation à l'environnement et à un développement durable basé sur la construction et le travail de problèmes dans le cadre de la problématisation des savoirs. Ce modèle repose sur les liens entre données du registre empirique, valeur intrinsèque et actions (au sens de réponses envisagées face à un problème à l'étude). Un exemple basé sur la préservation de la biodiversité réalisé dans une classe de secondaire en France permettra de montrer l'intérêt potentiel du modèle.

ABSTRACT. One of the specificities of Francophone "éducations à" is the implement of significant behavioral changes. However, action could lead to this without any critical dimension. So it is important to think how the articulation between scientists knowledge and values can lead to change environmental actions. We introduce reflections elements that lead to a possible "espace de contraintes" model of environmental and sustainable education based on the framework of "problématisation". This model consider the links between empirical register, intrinsic value and actions (as a meaning of answers considering a problem under study). An example based on biodiversity conservation based on a secondary school class in France point the potential interest of this model.

MOTS-CLÉS. Biodiversité, Éducation à l'environnement, Problématisation, Valeur intrinsèque, Actions pro-environnementales.

KEYWORDS. Biodiversity, Environmental education, "Problematisation", Intrinsic value, Pro-environmental actions.

1. Introduction

Si de nombreux travaux scientifiques ont souligné l'urgence de la mise en place de comportements pro-environnementaux, force est de constater que nos sociétés n'ont pas encore effectué un virage en ce sens. Ainsi, dans une tribune scientifique de 2017, signée par 15 372 scientifiques de 184 pays, le constat sur l'évolution de la situation depuis 1992 est accablant. À l'exception de la stabilisation de la couche d'ozone stratosphérique, tous les autres indicateurs se sont détériorés (Ripple et al., 2017). Face à l'urgence de cette situation, l'éducation environnementale et à un développement durable devrait être un des leviers de changement de nos sociétés, car elle peut permettre de « *make present and future citizens capable of acting on a societal as well as a personal level.* » (Jensen et Schnack, 1997, p. 164).

Les éducations à un développement durable cherchent en effet à mettre en œuvre des changements comportementaux pro-environnementaux que l'on peut définir comme toute action qui améliore la qualité de l'environnement (Steg, Bolderdijk, Keizer et Perlaviciute, 2014). Plus précisément, la définition de Kollmus et Ageyman considère qu'un comportement pro-environnemental est « *a behavior adopted by an individual who decides consciously to minimize his or her negative impacts on*

both natural and constructed world » (Kollmuss et Agyeman, 2002, p. 240). Dans ce contexte, « l'acquisition de savoirs et des compétences qui y sont liées ne vaut que pour son réinvestissement au cours des actions réelles, actuelles et futures. » (Lange, 2011, p. 75).

Ceci pose la question du lien qui peut exister entre la construction de connaissances et de savoirs environnementaux et les comportements et actions réalisés. Certaines études semblent montrer un lien entre connaissances et comportement (Mogensen et Nielsen, 2001) alors que d'autres ne semblent pas montrer de relations et soulignent l'écart entre connaissance et action dans le cadre des éducations à l'environnement et à un développement durable (Jensen et Schnack, 1997; Kollmuss et Agyeman, 2002; Gifford et Nilsson, 2014). Dans le cadre éducatif, Pruneau et al. (2006) classifient différents facteurs influençant la mise en place de comportements pro-environnementaux en facteurs cognitifs, affectifs et situationnels. S'il existe de nombreux facteurs, des concepts clefs peuvent sous-tendre ce lien connaissance-comportement chez les individus. Nous situons notre travail dans le champ des « éducations à », lesquelles accordent une place importante aux valeurs et aux comportements normatifs (Barthes et Alpe, 2012, Barthes, 2017). Nous allons nous intéresser en ce sens au concept de valeurs que certains considèrent comme un concept qui transcende les actions, les objets ou les situations particulières (Schwartz, 2006).

2. Valeurs et actions pro-environnementales

2.1. Théorie des valeurs

Le terme valeurs est utilisé dans de nombreuses disciplines et présente, de fait, une grande variété de définitions. Dans les études qui s'intéressent au rôle des valeurs dans la mise en place individuelle de comportements pro-environnementaux, les valeurs sont souvent présentées dans le cadre de la théorie des valeurs de Schwartz (Schwartz, 2006). Les valeurs sont : « *desirable goals, varying in importance, that serve as guiding principles in people's lives* » (Schwartz, 1992, p. 21). En ce sens, les valeurs sont vues pour une personne comme des objectifs qui servent de principes directeurs abstraits et généraux et qui transcendent les situations. Schwartz identifie dix valeurs réunies en 4 groupes : dépassement de soi (*self-transcendence*), continuité (*conservatism*), affirmation de soi (*self-enhancement*) et ouverture au changement (*openness to change*) (Schwartz, 2006).

Les études menées tendent à montrer que les attitudes et les actions pro-environnementales sont associées positivement à des valeurs de dépassements de soi et que c'est l'inverse pour les personnes présentant fortement des valeurs d'affirmation de soi (Steg et de Groot, 2012). Cependant dans le cadre environnemental, il semble également exister d'autres éléments qui pourraient ainsi constituer une valeur supplémentaire, appelée biosphérique, associé au groupe des valeurs du dépassement de soi (Steg et de Groot, 2012). Les valeurs biosphériques reflètent un souci de la nature et de l'environnement en soi, sans lien direct avec le bien-être des autres êtres humains. Les personnes qui adhèrent fortement aux valeurs de la biosphère se soucient de la nature et de l'environnement et sont plus susceptibles de mettre en place des actions favorables à l'environnement (van der Werff, Steg et Keizer, 2013), comme la consommation durable (Thøgersen et Ölander, 2002).

Les valeurs biosphériques mettent l'accent sur la possible valeur intrinsèque de la nature et de l'environnement qui constituent donc « une fin en soi » (Larrère et Larrère, 1997, p. 71). Cependant, l'existence d'une valeur intrinsèque sans un sujet humain évaluateur ne va pas de soi. En effet, il apparaît paradoxal de reconnaître une valeur à la nature en elle-même sans considération de son éventuelle utilité. Si l'homme a une obligation morale à cause de la valeur de la nature, il semble impossible d'affirmer dans le même temps que cette valeur est totalement indépendante de lui et on peut se demander si cette valeur biosphérique intrinsèque possède une réalité.

2.2. Valeur intrinsèque de la nature

La question de l'existence d'une valeur intrinsèque a constitué le cœur du développement des réflexions en éthique de l'environnement : « En plus des êtres humains, la nature (ou des parties quelconques de la nature) a-t-elle une valeur intrinsèque ? Telle est la question théorique centrale en éthique environnementale. » (Callicott, 2007, p. 191). Il existe une grande diversité de positions et le champ des éthiques environnementales s'est largement développé depuis les années 70 (pour une présentation synthétique des éthiques environnementales, voir Afeissa, 2007 et Hess, 2013). Pour ce travail, nous nous concentrerons sur les positions de deux auteurs canoniques de ce domaine qui sont représentatifs de positions essentielles vis-à-vis de la notion de valeur en éthique environnementale. Une première position possible a été mise en avant par Callicott qui considère qu'une valeur ne peut être vue comme une propriété, car « [...] la valeur de quelque chose, d'un point de vue moderne, est déterminée par l'acte intentionnel d'un sujet cartésien qui se rapporte à un objet - que cet « objet » soit le sujet lui-même ou un autre [...] » (Callicott, 2007, p. 202). Ainsi, pour Callicott, la valeur intrinsèque qu'une personne accorde à la nature va lui donner cette valeur : « Quelque chose "a" une valeur intrinsèque si on le valorise de façon intrinsèque. Que signifie le fait de valoriser une chose de façon intrinsèque ? Cela signifie qu'on les valorise en tant que fins en soi. » (Callicott, 2010, p. 123). L'approche de Callicott n'est donc pas véritablement non anthropocentrique, mais permet de penser une valeur intrinsèque qui est liée à la décision intentionnelle.

Une autre manière de considérer la valeur intrinsèque de la nature est de lui conférer une valeur intrinsèque objective qui considère l'existence de règles universelles notamment le fait que chaque organisme vivant favorise sa survie et sa reproduction. Ces règles universelles deviennent des « fins en soi ». Ainsi, la valeur intrinsèque de la nature est une donnée « objective » qui peut être basée sur la dynamique évolutive. « Il est objectivement difficile de dissocier l'idée de valeur de l'idée d'une sélection naturelle. Les biologistes parlent régulièrement de la "valeur de survie" des activités déployées par les plantes : la production d'épines a une valeur de survie, par exemple. » (Rolston III, 2007, p. 163). De ce positionnement, Rolston III considère qu'il y a « [...] une sorte d'inconscience en ces temps de crise écologique, à vivre en prenant pour cadre de référence l'existence d'une espèce qui se rapporte à elle-même comme à un absolu, et qui évalue tout le reste de la nature comme une réserve potentielle de valeurs dont elle saura avoir l'usage. » (Rolston III, 2007, p. 185).

Dans la vision défendue par Rolston III, c'est la connaissance écologique et évolutive de la nature qui permet d'en comprendre la valeur intrinsèque. Il exprime d'ailleurs clairement l'importance de ces connaissances pour pouvoir donner une valeur à la nature en affirmant à propos des philosophes qui ne considèrent pas que la nature a une valeur intrinsèque : « De tels philosophes vivent dans un monde qu'ils n'examinent pas, d'où il résulte que la vie de ces hommes, ainsi que celle de ceux qu'ils guident à travers le monde, est sans valeur, parce qu'ils ne prennent pas la peine de voir le monde où ils vivent – ce monde qui est bien digne d'être valorisé. » (Rolston III, 2007, p. 185). Ceci nous amène à nous intéresser aux connaissances impliquées.

3. Connaissances environnementales

3.1. Modèle du déficit de connaissances

La non-prise en compte des problématiques environnementales dans les choix de décision quotidienne peut-être liée au manque de connaissances scientifiques. Le modèle de déficit d'information ou de connaissances (« *information deficit model / knowledge deficit model* » en anglais) considère que les comportements pro-environnementaux augmentent quand les connaissances environnementales se développent (Irwin et Wynne, 2003). Ce modèle repose sur l'hypothèse que le développement des connaissances sur l'environnement et ses enjeux va conduire à une plus grande considération pour celui-ci et par conséquent à une plus grande motivation pour agir de manière responsable vis-à-vis de cet environnement en développant des comportements pro-environnementaux

(Burgess, Harrison et Filius, 1998). L'acquisition de connaissances permettrait aussi de modifier la manière dont on envisage les situations (Stoutenborough et Vedlitz, 2014).

Si on ajoute à cela les travaux sur l'importance de la valeur intrinsèque de la nature chez un individu pour la mise en place de comportements pro-environnementaux, il est possible d'envisager un lien linéaire entre connaissances, valeurs et comportement (Figure 1). Le modèle de Fietkau et Kessel (1981, cité par Kollmuss et Agyeman, 2002) présente ainsi les valeurs comme une étape intermédiaire entre connaissance et comportement. Plus précisément, le développement des connaissances sur l'environnement va modifier les valeurs et attitudes et conduire à des comportements pro-environnementaux. Mais ce modèle a été remis en cause notamment, car il semble nécessaire de préciser de quels connaissances on parle dans cette situation (Kollmuss et Agyeman, 2002). Les connaissances mobilisées ne sont pas toujours clarifiées dans les travaux menés en éducation à un développement durable. Le modèle du déficit de connaissances ne propose pas une prise en compte du processus de construction des savoirs et de son rôle dans la possible mise en place d'actions pro-environnementales raisonnées. Nous allons donc préciser des éléments sur la place des problèmes environnementaux et celle des connaissances et des savoirs dans le cadre de la problématisation de manière à mieux concevoir les liens avec les comportements pro-environnementaux.

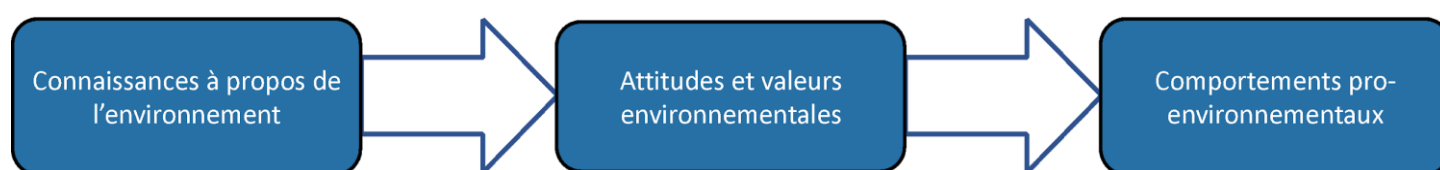


Figure 1. *Modèle du lien entre connaissances, valeurs et actions pro-environnementales (extraits du modèle explicatif des comportements pro-environnementaux de Fietkau et Kessel, 1981 (reproduit en anglais par Kollmuss et Agyeman, 2002 ; la figure ne représente que partiellement le modèle original et ne présente que les aspects directement liés au lien entre valeurs, connaissances et action)). Les flèches indiquent comment chaque facteur influence les autres.*

3.2. Problématisation des savoirs

Assez souvent, les savoirs sont présentés dans le cadre d'une opposition entre d'une part l'enseignement environnemental traditionnel qui consisterait essentiellement en une acquisition de connaissances scientifiques propositionnelles concernant les dégradations environnementales et d'autre part un enseignement de compétences permettant de penser un enseignement orienté vers l'action (voir par exemple Jensen, 2002). Si l'idée d'un enseignement pour l'action semble plus souhaitable, elle pourrait aussi conduire à une approche comportementaliste sans aucune dimension critique, basée sur la mise en place de « bons gestes » issus d'un « catéchisme républicain » sans que ceux-ci ne fassent sens pour les élèves (Fleury et Fabre, 2006).

Pour éviter cette dérive, il est important de mettre en place une réflexion sur la nature des savoirs scientifiques scolaires. Les savoirs sont en effet distincts des connaissances (Fabre, 1996). Ainsi le savoir ne se restreint pas à décrire la réalité, mais il permet de l'expliquer de la prévoir et de l'anticiper (Fabre et Orange, 1997). Lorsqu'une personne identifie l'utilité d'une connaissance pour une situation celle-ci acquiert le statut de savoir (Conne, 1992). Lange, Trouvé et Victor (2007) considèrent que dans le cadre des « éducations à », les savoirs doivent être vus comme un élément permettant de faire acquérir aux élèves une « opinion raisonnée ». Pour y parvenir, Fabre (2014) propose de passer par un travail de problématisation des savoirs en jeu. Nous allons situer notre travail dans ce cadre de la problématisation des savoirs. Nous allons donc présenter l'approche problématisée dans l'enseignement scientifique qui a été particulièrement mise en avant par Orange, Fabre et leur équipe au sein du CREN de Nantes, reprenant notamment les travaux de Dewey, de Bachelard et de Meyer (Fabre, 1999, 2009; Orange, 2005). Les chercheurs qui s'inscrivent dans le cadre de la

problématisation considèrent qu'un « savoir des réponses » n'existe qu'en lien avec un « savoir des questions » (Fabre, 2016). Les savoirs construits ne sont donc pas des savoirs vrais, mais des savoirs raisonnés, c'est-à-dire des savoirs ayant un caractère de nécessité (apodicité) (Orange, 2012).

Une manière de travailler dans le cadre de la problématisation des savoirs consiste à réaliser des espaces de contraintes. Un espace de contraintes « [...] tente de représenter, par un réseau de raisons, certains aspects de ce qu'est pour nous la problématisation : la construction de nécessités, qui sont des conditions de possibilité des solutions. » (Orange, 2000, p.36). L'espace de contraintes est donc une représentation graphique qui cherche à donner à voir le sens que peut porter le cas étudié (Figure 2). Dans ce cadre les savoirs se construisent par la mise en tension du registre empirique, « celui des faits provenant d'observations ou d'expériences » et du registre des modèles, celui des « explications construites pour rendre compte des faits jugés pertinents pour le problème travaillé » (Orange, 2012, p.24). Les tensions entre registre empirique et registre des modèles se font dans le cadre d'un troisième registre : le registre explicatif (REX) ou cadre épistémique (Orange, 2005) qui est le « monde mental sur lequel s'appuie la construction du modèle et qui lui donne ses qualités explicatives » (Orange, 2012, p.132). Celui-ci permet d'envisager différentes façons de mettre en relation les éléments du registre empirique et ceux du registre des modèles. Il contient donc des éléments, techniques, heuristiques et d'intelligibilité qui permettent la construction de nombreux modèles (Orange, 1997).

Cet espace de contraintes montre la mise en tension des éléments du registre empirique avec les nécessités. Dans un article de 2000, Orange propose un exemple devenu classique de ce type d'espace de contraintes dans le cadre d'un travail sur la digestion réalisé dans une classe de CM1-CM2. Ces espaces de contraintes sont construits à travers le crible épistémologique du chercheur, qui va réaliser l'interprétation du statut de contrainte ou de nécessité des éléments identifiés comme importants dans la construction du problème en jeu. Il ne s'agit pas d'une représentation du déroulement chronologique, mais plutôt des relations logiques et c'est pour cela que les liaisons entre registre empirique et registre des modèles ne sont pas orientées (Orange, 2000, p.36).

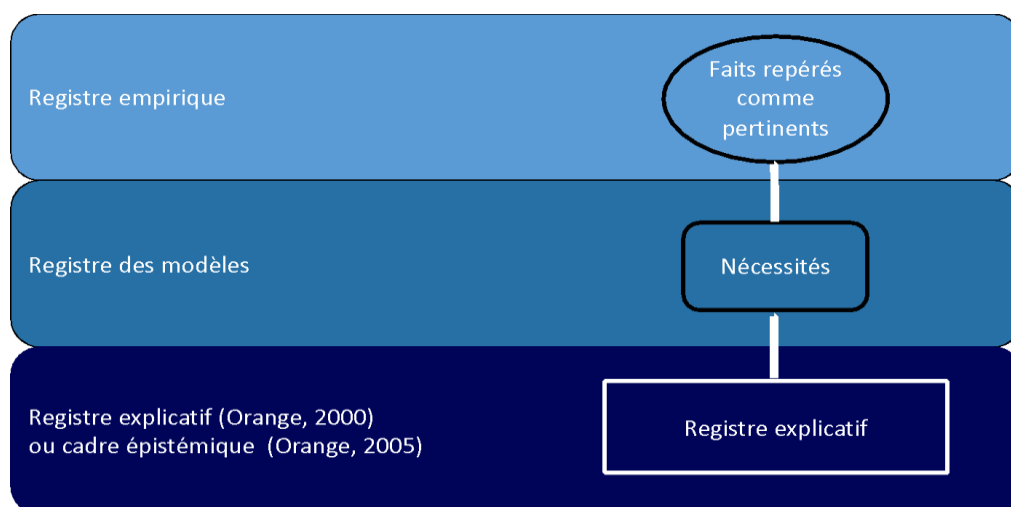


Figure 2. Représentation simplifiée d'un espace de contrainte mettant en évidence les interactions (indiquées par les traits) des faits du registre empirique, des nécessités du registre des modèles et du registre explicatif.

Initialement utilisé dans le cadre des problèmes fonctionnels en biologie, le cadre de la problématisation s'est considérablement élargi et depuis quelques années notamment pour essayer d'aborder des questions socioscientifiques (Barroca-Paccard 2018, Orange-Ravachol, 2014). Il nous semble donc que cette vision problématisée des savoirs environnementaux offre l'opportunité de penser différemment la place des savoirs et leur lien à l'action. Appliquée à la question d'un enseignement où les savoirs sont construits dans un objectif de mise en place d'actions actuelles ou futures, la problématisation pourrait éviter à la fois les écueils d'une approche comportementaliste (car elle conduit à considérer les actions comme des réponses possibles à des problèmes) et ceux d'une approche relativiste (car elle se base sur la construction de nécessités). Nous allons proposer dans la

prochaine partie un modèle pour envisager une éducation à l'environnement dans le cadre de la problématisation des savoirs qui formalise une articulation entre savoir valeurs et actions.

4. Un modèle problématisé d'éducation à un développement durable qui articule données, valeurs et actions

Fabre, en 2018, propose une pédagogie du discernement qui considère que les valeurs et savoirs s'articulent dans un « mouvement dialectique problématisant » (Fabre, 2018, par. 27). Dans le cadre de la problématisation des savoirs, les valeurs ne sont pas un élément externe, mais font partie du processus de problématisation notamment pour la sélection des données et l'élaboration des conditions conduisant à enrichir le cadre de la problématisation. En plus de l'intégration des valeurs, l'éducation à un développement durable vise à construire des actions pro-environnementales comme des réponses envisagées face à un problème à l'étude. Ces actions ne sont pas obligatoirement des gestes concrets, mais aussi des positionnements dans des études de cas ou des prises de position critique (Lange et Martinand, 2010). Le registre explicatif est mobilisé, mais les valeurs jouent aussi un rôle essentiel dans les actions envisageables.

Sur la base des espaces de contraintes traditionnels, ceci nous a conduit à proposer un nouveau modèle d'espace de contraintes pour une éducation à l'environnement et à un développement durable (espace de contraintes EEDD) qui intègre les actions possibles et les valeurs (Figure 3). Ce modèle articule ainsi la construction des savoirs et les valeurs en visant à dépasser leur apparente opposition. Il permet d'envisager de dépasser la controverse sur la légitimité des « Éducatons à » qui « reste insoluble tant qu'on ne sort pas d'une opposition stérile entre savoir et valeur » (Fabre, 2018, par. 31).

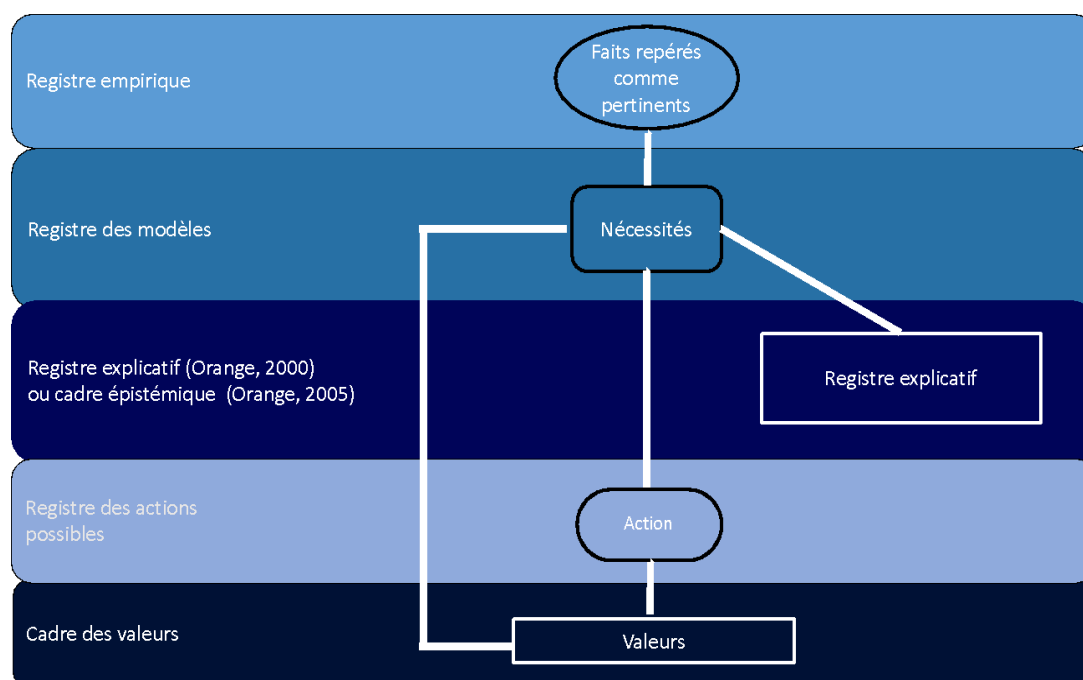


Figure 3. Espace de contraintes pour d'une éducation à l'environnement et à un développement durable basé sur la construction et le travail de problèmes (voir texte pour l'explication). La construction et le travail des problèmes et savoir environnementaux n'est permise que par les interactions (indiquées par les traits) du registre empirique, des valeurs et des actions.

Dans ce modèle, les faits du registre empirique sont en interrelation avec les nécessités du registre des modèles. Il existe également un lien entre les actions possibles et les nécessités qui se construisent. Ce lien n'est pas orienté, en effet, les problèmes environnementaux sont complexes et leur caractère non définitif entraîne des choix d'action qui vont conduire à de nouvelles situations nécessitant la mobilisation ou la construction de nouveaux savoirs. Le cas le plus extrême de ce type de problèmes est celui des « *wicked problems* » (parfois traduite de façon littérale en français par « problèmes

vicieux ») dont la caractéristique principale est qu'il est impossible de les résoudre directement du fait de leurs caractéristiques particulières (Woodford et al., 2016). Il apparaît notamment que chaque action envisagée est une opération unique qui peut faire naître de nouveaux aspects du problème devant ensuite être traités.

Les problèmes environnementaux impliquent aussi de prendre en compte les valeurs environnementales. En effet les valeurs viennent « [...] orienter la réflexion vers telles ou telles solutions » (Fabre, 2014, paragraphe 9). Dans le cadre de l'éducation à l'environnement, les savoirs se construisent « [...] dans un système de valeurs allant avec une éthique particulière, reflétant une certaine vision du monde, alors que d'autres choix sont possibles. » (Jeziorski, Legardez et Bader, 2015, p. 222). Les valeurs peuvent aussi moduler les nécessités qui se construisent puisqu'elles conduisent à faire des choix et construire un problème revient toujours à privilégier certains éléments en se basant sur des données judicieusement choisies (Fabre 2014). De manière à illustrer notre modèle, nous allons nous intéresser à l'exemple de l'enseignement de la biodiversité.

5. Exemple d'utilisation du modèle d'espace de contraintes EEDD pour envisager la protection de la biodiversité dans une classe de collège en France

Au niveau mondial, la situation de la biodiversité est particulièrement préoccupante « *we have unleashed a mass extinction event, the sixth in roughly 540 million years, wherein many current life forms could be annihilated or at least committed to extinction by the end of this century* » (Ripple et al., 2017, p. 1). Cet enjeu majeur n'a cependant pas le même écho en terme sociétal que les problématiques de changement climatique. Il semble donc essentiel de penser un enseignement de la biodiversité dans le cadre des « éducations à » qui devrait en soi conduire à penser un enseignement orienté vers l'action (Girault, Lange, Fortin-Debart, Delalande Simonneaux et Lebeaume, 2007). Ceci semble d'autant plus légitime que le néologisme biodiversité, qui est littéralement la contraction de l'expression « diversité biologique » était dès le début un moyen de diffuser les travaux de biologie de la conservation pour favoriser la mise en place des actions de protection de la nature (Micoud, 2005). Cependant, pour protéger la biodiversité, les comportements attendus sont presque toujours de l'ordre de l'action individuelle ou familiale et ne font pas appel à la prise de positions critiques et citoyennes au sein de la société (Chawla et Cushing, 2007). Pour dépasser l'application de bons gestes, nous avons choisi de nous baser sur une étude de cas qui intègre une problématique locale pour le travail réalisé en classe.

5.1. Méthodologie

Nous avons mis en place une séquence en collaboration avec un enseignant de SVT d'une classe de troisième générale (élèves de 14-15 ans) pour étudier les conditions de possibilités d'un enseignement de la biodiversité qui intègre les dimensions sociales de protection de la biodiversité. Nous allons présenter la séquence mise en place et le corpus de données obtenu. Le travail a été mené en 2015 dans un collège public de Laval (Mayenne) qui est un collège « ordinaire » ne relevant pas de l'éducation prioritaire. Notre recueil de données s'appuie exclusivement sur l'analyse des traces écrites des élèves. Les travaux des élèves ont donc été réalisés sur des feuilles fournies et nous avons anonymisé les productions des élèves avant analyse.


Nous avons réalisé une approche selon la méthodologie des séquences forcées (Orange, 2010) qui n'ont pas l'objectif de proposer des situations reproductibles et exemplaires, mais plutôt d'explorer de nouveaux territoires de l'espace didactique. Les situations forcées reposent sur un groupe comportant chercheur et enseignant. Avant chaque séance, le groupe construit la préparation des séances en fonction des objectifs d'enseignement et de recherche poursuivis et de ce qui s'est passé lors des séances précédentes. En ce sens, il est nécessaire que le chercheur et l'enseignant partagent un minimum d'éléments de connaissance sur le groupe d'élèves et sur la problématique de recherche. Les enseignements ont été co-construits de manière à essayer d'identifier les possibles interactions entre les éléments connus des élèves et leur prise de position dans le cadre d'une étude d'une situation locale

impliquant la protection de la biodiversité. Notre objectif était d'étudier les conditions possibles d'une problématisation, et ce malgré les limites imposées par la situation de classe qui ne laissait pas de temps de débats oraux.

Le travail mené a consisté en l'élaboration d'une première proposition de séquence qui a été envoyée à l'enseignant. Après intégration des commentaires, une réunion a eu lieu avec l'enseignant pour faire les derniers ajustements nécessaires avant la première séance. A l'issue de la première séance, un bilan a eu lieu avec l'enseignant de la classe et le chercheur, directement dans l'établissement pour préparer la deuxième séance. Nous avons choisi d'intégrer un exemple local lié à la construction d'une autoroute dans la ville voisine du Mans.

L'effectif total est de 29 élèves. Les élèves ont lu un document (Figure 4), expliquant l'arrêt en 1999 de la construction d'une autoroute suite à la découverte d'une espèce d'insecte protégée, le scarabée "pique-prune" (*Osmoderma eremita*). Suite à cette lecture, les élèves devaient répondre à la question : « L'autoroute dont on parle était en construction en 1999. A votre avis qu'aurait-il fallu faire ? ». Cependant, face à une question de ce type, il existe un risque que les élèves ne prennent pas en charge les dimensions problématiques de la question et en reste à l'expression de réponses « de bons sentiments » consistant à vouloir protéger le pique-prune, mais sans en expliquer les raisons. Pour tenter de dépasser ces possibles bons sentiments, une intervention a été réalisée par le chercheur pour conduire les élèves à défendre leur point de vue : « J'ai circulé dans la classe et j'ai constaté que vous êtes à peu près tous d'accord pour protéger le pique-prune. Mais c'est bien une vision de collégiens. Moi je ne vois pas pourquoi je devrais payer et faire un détour quand je pars en vacances pour protéger un insecte qui ne sert à rien. En plus, il est moche. Alors vous pouvez changer d'avis. Sinon il va falloir que vous ayez des arguments pour défendre votre point de vue. ».

Cette intervention a été volontairement provocante en se centrant uniquement sur des arguments utilitaristes pour ne pas protéger un insecte. Après cette intervention, les élèves ont dû répondre à une dernière question leur demandant d'explicitier leurs arguments : « Quels arguments avez-vous à proposer pour défendre votre point de vue (vous pouvez changer de point de vue si vous le souhaitez) ? »


Le scarabée mange-bitu...100

Le scarabée mange-bitume. La construction de l'autoroute A28 entre Tours et Le Mans est stoppée: un insecte protégé habite les arbres de la contrée.

Lors de la construction de la section Le-Mans Sud - Tours a été découverte une espèce rare de scarabée, appelée le scarabée "pique-prune" (*Osmoderma eremita*), vivant dans les souches des chênes présents dans la forêt de Bercé. Cette espèce rarissime est protégée notamment par la convention internationale de Berne et la directive européenne Habitat de juin 1992.

Débarque alors sur le terrain le spécialiste français du pique-prune, le professeur Jean-Marie Luce. Sa mission : sauver le scarabée. Après quelques semaines passées à arpenter la région, ses conclusions sont sans appel : le tracé de l'autoroute induit l'abattage de six arbres dont les cavités contiennent des pique-prunes et le bitumage du sol détruit l'habitat du pique-prune et menace de fait sa vie. Désormais, tous les abattages d'arbres seront soumis à l'autorisation du Pr Luce. Sans attendre, Cofiroute, le concessionnaire de l'autoroute, a rappelé tous ses engins de chantier.

Quant aux agriculteurs, dans l'attente du remembrement espéré et gelé, ils perdent patience. Mardi dernier, 250 à 300 agriculteurs ont défilé dans le centre-ville du Mans sur leurs tracteurs. «Ils ont allumé un bûcher sur la place de la Préfecture et brûlé mon effigie en place publique», rigole Jean-Marie Luce, à moitié scandalisé.



5.2. Résultats

Pour la question « L'autoroute dont on parle était en construction en 1999. A votre avis qu'aurait-il fallu faire ? » 29 élèves sur 29 proposent des solutions visant à protéger les scarabées. Parmi ces solutions, c'est essentiellement un changement du tracé et un arrêt provisoire ou définitif qui sont envisagés (Tableau 1). Seuls 5 élèves proposent de déplacer les insectes.

Catégories	Exemples d'extraits de réponse d'élèves pour cette catégorie (avec l'orthographe des élèves)	Types synthétiques retenus pour l'analyse	Effectifs
Déplacer insecte	Je pense qu'il aurait fallu déplacer les piques-prunes dans une autre forêt pour pouvoir continuer la construction car sinon on aurait tué les piques-prunes et si les travaux restent à l'arrêt, l'industrie perd de l'argent	Déplacer les insectes	5
Arrêt temporaire construction	Il aurait fallu bloquer l'autoroute pendant un certain temps pour chercher où se trouvait les nids de ces scarabées et les placer dans un refuge.	Arrêt de la construction	9
Arrêt d'une durée indéterminé/déplacement complet de l'autoroute	Je pense que l'arrêt de la construction de l'autoroute est la meilleure solution [...]		
Contournement / déviation	Il aurait fallu détourné l'autoroute pour que les piques prunes puissent vivre dans leurs arbres. Comme ça, l'autoroute est construite et le pique prune reste dans son habitat naturel.	Contournement déviation	16

Tableau 1. Catégories de réponses pour la question : L'autoroute dont on parle était en construction en 1999. A votre avis qu'aurait-il fallu faire ?

Pour générer une justification argumentée de ce point de vue, nous avons choisi de réaliser une intervention visant à favoriser la prise de position argumentative des élèves. Cette intervention réalisée par le chercheur visait à susciter une réflexion sur d'autres arguments que ceux de l'utilité directe pour l'Homme. Les réponses des élèves ont été codées et nous avons déterminé quatre types synthétiques (Tableau 2).

Le type le plus fréquent (12 élèves) correspond à des réponses d'élèves qui considèrent que l'insecte a une utilité. Les réponses des élèves se centrent sur l'utilité (non connue) de cet insecte ou sur son utilité future et cette justification rejoint le point de vue développé dans le cadre des services écosystémiques et a donc été reliée au type anthropocentré. La présence majoritaire de ce type anthropocentré est paradoxale, car dans l'intervention réalisée, il est bien précisé que cet insecte ne « sert à rien ». En fait, l'importance pour l'Homme est justifiée de deux manières par les élèves : soit en considérant que cet insecte doit bien servir à quelque chose, soit en considérant qu'il sera peut-être utile plus tard.

Le type biocentrique est présent chez 9 élèves qui défendent la protection des insectes sans que ceci soit lié à une utilité de ceux-ci. Ces élèves mettent beaucoup en avant la notion de droit moral à décider de l'extinction d'une espèce. Par exemple, un élève affirme que « de toute façon, une espèce n'a pas à décider de l'extinction d'une autre. »

Enfin, 2 élèves évoquent la protection européenne de l'espèce pour justifier sa sauvegarde et un élève considère qu'on peut détruire cet insecte.

On retrouve ici une grande majorité d'élèves qui se situent dans des approches anthropocentrées (au sens de l'utilité de cet insecte) ou biocentrées (au sens du droit moral pour justifier de la protection d'un insecte).

Catégories	Exemples d'extraits de réponse d'élèves pour cette catégorie (avec l'orthographe des élèves)	Types synthétiques retenus pour l'analyse	Effectifs
Il doit bien servir à quelque chose	Je m'oppose à ce qu'on les détruise car ils peuvent servir à faire des tests en laboratoire et peut-être contribuer aux avancées scientifiques	Anthropocentrique au sens où la protection de l'insecte est subordonnée à une utilité	12
Plus tard il servira bien à quelque chose	Je m'oppose à l'argument comme quoi ces insectes ne servent à rien car notre science évolue de jour en jour et nous ne savons pas à quoi ils peuvent servir plus tard.		
L'Homme n'a pas à décider de détruire une espèce	Pourquoi on ne pourrait pas les tuer car je pense qu'on a pas le droit que personne n'a le droit d'éteindre comme ça voilà pourquoi on ne pourrait pas les tuer	Biocentrique au sens où l'Homme a des devoirs moraux vis-à-vis de cet insecte	9
Droits de vivre	Je ne veux pas défendre l'avis de les tuer en disant que cela ne serait rien et qu'on ne payera juste une amende car c'est une espèce vivante et elle a le droit de vivre		
Espèce protégée	Tuer les insectes -> pas de respect de la loi européenne -> Tuer des êtres vivants -> Tuer des êtres vivants protégés	Protection	2
Espèce sans importance	L'argument que je ne veux pas défendre est de les garder car ça ralentit nos routes et manger nos bitumes ils ne sont pas d'une grande importance.	Destruction	1

Tableau 2. Arguments des élèves pour justifier la protection de l'insecte malgré le coût pour l'Homme.

5.3. Application du modèle d'espace de contraintes EEDD.

Initialement, les élèves mobilisent trois types de contraintes empiriques à savoir la rareté, la protection de l'insecte et le fait que la route soit en cours de construction. Lors de l'intervention du chercheur, plusieurs éléments viennent s'ajouter aux contraintes empiriques notamment lorsqu'il affirme : « Moi je ne vois pas pourquoi je devrais payer et faire un détour quand je pars en vacances pour protéger un insecte qui ne sert à rien ». L'analyse des réponses des élèves montre que les élèves ne vont pas intégrer les contraintes empiriques liées à cette intervention (Importance de la route et coût d'une modification) pour modifier le type d'actions envisageables. Les élèves vont en effet développer des éléments explicatifs nouveaux pour maintenir une priorité à la nécessité de protéger l'insecte. Nous considérons que ces éléments constituent des nécessités construites face à l'intervention du chercheur. Nous avons ainsi construit l'espace de contraintes EEDD correspondant aux réponses des élèves (Figure 5).

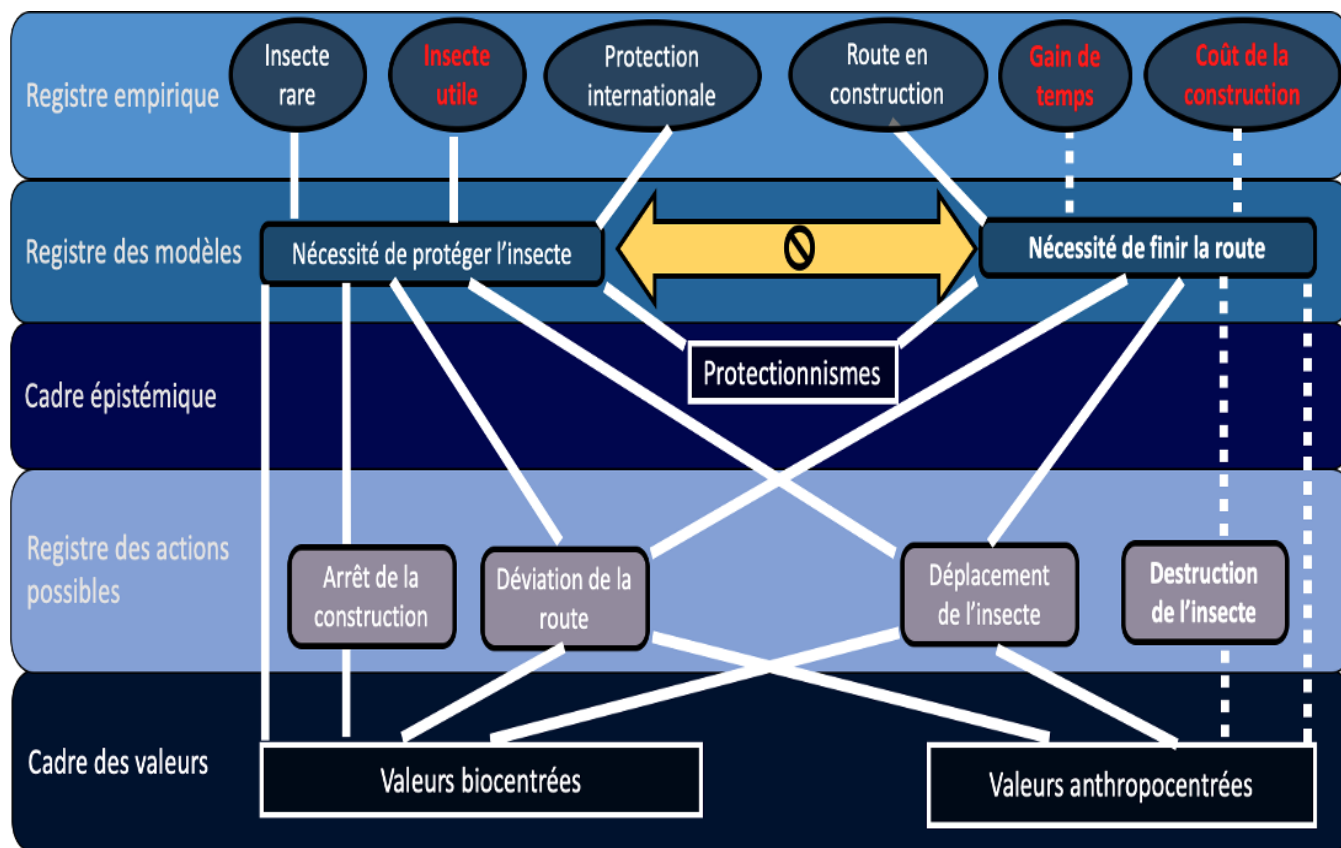


Figure 5. Espace de contraintes construit à partir des réponses des élèves pour l'étude de cas proposée. La figure représente l'espace de contraintes EEDD produit à partir de la question : « L'autoroute dont on parle était en construction en 1999. A votre avis qu'aurait-il fallu faire ? » complétée par les éléments apportés suite à l'intervention « Moi je ne vois pas pourquoi je devrais payer et faire un détour quand je pars en vacances pour protéger un insecte qui ne sert à rien ». Les éléments en rouge correspondent à des éléments qui ont été pris en charge par les élèves après l'intervention du chercheur. La flèche jaune correspond à des nécessités en tensions (voir texte pour plus de détails). Les traits pleins indiquent des interactions mobilisées dans l'étude de cas, les traits en pointillés correspondent à des interactions peu ou pas mobilisés par les élèves.

La protection de l'insecte va représenter un effort à réaliser en termes d'investissement de temps et d'argent. La question qui se pose est de savoir si cette espèce d'insecte « vaut la peine » d'être défendue. Cette question s'appuie sur des valeurs auxquelles on se réfère pour prendre la décision de mettre en place des actions pour protéger cette espèce. La prise en compte des valeurs permet de distinguer deux situations :

- Dans le cadre d'une réflexion qui ne considère pas que l'espèce d'insecte possède une valeur intrinsèque, il va falloir essayer de se poser la question de l'intérêt pour l'Homme de protéger cette espèce. Dans cette approche, les êtres vivants n'ont une valeur que s'ils ont, directement ou non, une utilité pour l'Homme. L'absence de prise en compte d'une valeur intrinsèque va conduire à problématiser les savoirs concernant la protection de cet insecte en fonction de son intérêt en termes de services rendus à l'Homme. Les élèves vont donc mobiliser un élément du registre empirique qui est l'utilité actuelle ou future de l'insecte pour l'Homme. C'est sur cette base qu'ils vont construire la nécessité de protéger l'insecte et envisager des actions possibles.
- Dans le cas d'une approche basée sur la valeur intrinsèque du vivant, la question de l'utilité ne se pose plus. Par rapport à l'anthropocentrisme où il faut justifier la protection en fonction des intérêts humains, il y a inversion de la charge de la preuve : c'est l'Homme qui doit prouver que son action ne va apporter aucune perturbation notable (Chevassus-au-Louis, Barbault et Blandin, 2004). La problématisation qui va se mettre en place ne mobilise pas toujours d'éléments du registre empirique puisque c'est directement la valeur biocentrée qui construit la nécessité de protection. Dans cette

approche, le passage des connaissances à l'action est beaucoup plus immédiat puisqu'il devient nécessaire de protéger la biodiversité en dehors de toute utilité potentielle.

Au final, notre modèle permet de montrer que la construction de nécessités semble révéler d'autres choses que ce qui se produit habituellement dans le cadre de la problématisation des savoirs scientifiques. Face à l'intervention extérieure insistant sur l'importance de finir la route et sur l'inutilité de l'insecte, les élèves ont construit des nécessités permettant de maintenir la priorité allouée à la protection de l'insecte. Ces nécessités semblent se construire, car les élèves considèrent que l'insecte doit être utile (malgré le fait que le chercheur ait dit le contraire) ou que l'Homme n'a pas le droit moral de décider de la disparition d'une espèce. Ceci nous semble indiquer que la construction des nécessités sur lesquelles se basent les actions possibles est complexe et ne peut se comprendre sans intégrer l'influence des valeurs. Nous pensons ainsi que l'application de l'espace de contraintes EEDD pour une éducation à l'environnement et à un développement durable dans le cadre de notre étude de cas permet de mieux représenter la construction des savoirs, car il intègre en plus des éléments du cadre épistémique les valeurs anthropocentrées et biocentrées. Bien sûr, il serait caricatural de croire qu'une personne va se définir totalement par rapport à un seul type de valeurs, mais cette dichotomie reste opérationnelle : « *Nobody likes dichotomies such as that between anthropocentrism and ecocentrism, or humans and nature. Yet, practically and ethically speaking, they may be necessary [...]* » (Kopina, 2016, p.417). La prise en compte des approches anthropocentriques et biocentriques illustre bien l'incidence que les valeurs semblent avoir sur la manière de traiter des données différentes et sur le positionnement à adopter face à la mise en place d'une action de protection de la biodiversité. Malgré son intérêt, cette expérimentation menée en classe ne suffit pas à elle seule à valider le modèle des espaces de contraintes EEDD, mais permet d'en souligner l'intérêt tout comme la nécessité d'autres expérimentations de ce modèle.

6. Conclusion

Les questions environnementales deviennent de plus en plus présentes dans la société et impliquent de se poser la question du rôle de l'école. Dans une approche d'une éducation à l'environnement et à un développement durable, il paraît indispensable de développer chez les élèves la capacité d'action face à ces évolutions pour les aider à devenir des citoyens aptes à agir dans la société de façon réfléchie et critique par rapport aux problématiques environnementales et sociétales du XXI^e siècle.

Nous avons montré qu'il est possible de se baser sur une approche problématisée des savoirs pour envisager d'articuler éléments connus, valeurs et actions possibles. Ce modèle intègre des travaux issus de différents champs de recherche et constitue une proposition formalisée pour penser la construction d'une opinion raisonnée au sens où l'a proposé Lange (2011) entre la *doxa* liée à la non-prise en compte des valeurs et l'*épistémê* des savoirs scientifiques dissociés des valeurs et actions.

Nous avons illustré l'intérêt de ce modèle avec un exemple concernant la protection de la biodiversité. Le modèle permet dans cet exemple de penser l'importance fondamentale des valeurs dans la construction du problème et de ces solutions possibles. Comme l'indique Fabre (2014) dans la conclusion de son travail, ceci peut être relié à la proposition de Dewey qui « pensait que seule la formation d'un public éclairé, pouvant avoir accès à la construction des problèmes eux-mêmes et non au choix de solutions pensées par d'autres, permettait l'émergence d'une véritable liberté démocratique ».

Située au cœur des « éducations à », la question des valeurs n'est que très rarement évoquée dans le cadre des enseignements au secondaire, car les professeurs s'inscrivent principalement dans leur cadre disciplinaire (Barthes, Blanc-Maximin et Dorier, 2019). La prise en compte des questions environnementales au sein des enseignements scientifiques a été abordée notamment dans le cadre du programme STEPWISE (Science and Technology Education Promoting Wellbeing for Individuals, Societies & Environments) qui vise à favoriser un désir de changement ainsi que le sens des responsabilités chez les individus (Bencze, Sperling et Carter, 2012). Ces approches promeuvent

l'autonomie des élèves dans leur apprentissages scientifiques mais visent aussi la justice sociale et environnementale par des actions socio-politiques (Simonneaux et Simonneaux, 2014). En France, l'introduction des QSV et des éducations à l'environnement met aussi de l'avant les enjeux socio-éducatifs et l'importance de former à la fois scientifiquement et politiquement les citoyens (ALBE, 2016; Bencze et al., 2020). Ces approches semblent cependant constituer un défi pour l'enseignement formel notamment parce qu'elles constituent une rupture avec la culture et l'épistémologie des enseignants et des curriculums. Nous pensons que notre modèle d'espaces de contrainte EEDD, issu d'une perspective didactique centrée sur la construction des savoirs, peut être une contribution à la meilleure compréhension des relations entre actions, savoirs et valeurs dans le cadre scolaire. Il serait intéressant d'envisager la mise en place de programmes de recherche qui interrogent la pertinence de ce modèle pour mieux comprendre dans un contexte scolaire disciplinarisé les conditions de mise en place d'une éducation à l'environnement et à un développement durable.

Bibliographie

- Afeissa, H.S., (2007). *Ethique de l'environnement. Nature, valeur, respect*. Paris:Vrin.
- Albe, V. (2016). Mutations de l'éducation scientifique? Défis d'un renouvellement épistémologique: mouvements sts et étude de controverses. *Spirale*, 58, 9-21.
- Barroca-Paccard, M. (2018). *Approche didactique de l'enseignement de la biodiversité: enjeux épistémologiques et curriculaires, et conditions d'apprentissage des élèves*. Thèse de doctorat en sciences de l'éducation. Université de Nantes: Nantes.
- Barthes, A. (2017). Education au développement durable in A. Barthes, J.-M.Lange, et G. Tutiaux-Guillon (dir.). *Dictionnaire critique des enjeux et concepts des éducations à*, L'Harmattan, Paris, pp. 92-101.
- Barthes, A. et Alpe, Y. (2012). Les « éducations à », un changement de logique éducative? L'exemple de l'éducation au développement durable à l'université. *Spirale*, 50, 197-209.
- Barthes, A., Blanc-Maximin, S. et Dorier, E. (2019). Quelles balises curriculaires en éducation à la prospective territoriale durable ? Valeurs d'émancipation et finalités d'implications politiques des jeunes dans les études de cas en géographie. *Éducation et socialisation*, 51.
- Bencze, L., Pouliot C., Pedretti, E., Simonneaux, L., Simonneaux, J. et Zeidler, D. (2020). SAQ, SSI and STSE education: defending and extending "science-in-context". *Cultural Studies of Science Education*, <https://doi.org/10.1007/s11422-019-09962-7>
- Burgess, J., Harrison, C. M. et Filius, P. (1998). Environmental Communication and the Cultural Politics of Environmental Citizenship. *Environment and Planning A*, 30(8), 1445-1460. doi:10.1068/a301445
- Callicott, J. B. (2007). La valeur intrinsèque dans la nature : une analyse métaéthique. Dans H.-S. Afeissa (dir.), *Éthique de l'environnement. Nature, valeur, respect* (p. 187-225). Paris: Vrin.
- Callicott, J. B. (2010). *Éthique de la Terre*. Marseille: Wildproject.
- Chawla, L. et Cushing, D. F. (2007). Education for strategic environmental behavior. *Environmental Education Research*, 13(4), 437-452.
- Chevassus-au-Louis, B., Barbault, R. et Blandin, P. (2004). Que décider? Comment? Vers une stratégie nationale de recherche sur la biodiversité pour un développement durable. *Biodiversité et changements globaux. Enjeux de société et défis pour la recherche*. Association pour la diffusion de la pensée française. Ministère des Affaires étrangères, Paris.
- Conne, F. (1992). Savoir et connaissance dans la perspective de la transposition didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 12(2-3), 221-270.
- Coroller, C. (1999). Le scarabée mange-bitume. La construction de l'autoroute A28 entre Tours et Le Mans est stoppée: un insecte protégé habite les arbres de la contrée. *Journal Libération*, Article du 22 janvier 1999.
- Fabre, M. (1996). L'utopie bachelardienne de la formation à l'épreuve de la post-modernité. *Penser l'éducation*, 1, 59-73.
- Fabre, M. (1999). *Situations-problèmes et savoir scolaire*. Paris : PUF.
- Fabre, M. (2007). Des savoirs scolaires sans problèmes et sans enjeux. La faute à qui ? *Revue française de pédagogie*, 161, 19-78.

- Fabre, M. (2009). Philosophie et pédagogie du problème. Paris: Vrin.
- Fabre, M. (2014). Les « Éductions à » : problématisation et prudence. *Éducation et socialisation*, 36. doi: 0.4000/edso.875
- Fabre, M. (2016). Le sens du problème problématiser à l'école ? Louvain-la-Neuve : De Boeck.
- Fabre, M. (2018). Savoir et valeur. Pour une conception émancipatrice des « Éductions à ». *Éducation et socialisation*, 48.
- Fabre, M. et Orange, C. (1997) Construction des problèmes et franchissements d'obstacles, *ASTER* 24, 37-57.
- Fleury, B. et Fabre, M. (2006). La pédagogie sociale : inculcation ou problématisation ? L'exemple du développement durable dans l'enseignement agricole français. *Recherches en éducation*, 1, 1-4.
- Gifford, R. et Nilsson, A. (2014). Personal and social factors that influence pro-environmental concern and behaviour: A review. *International Journal Of Psychology*, 49(3), 141-157.
- Girault, Y., Lange, J.-M., Fortin-Debart, C., Delalande Simonneaux, L. et Lebeaume, J. I. (2007). La formation des enseignants dans le cadre de l'éducation à l'environnement pour un développement durable : problèmes didactiques. *Éducation Relative à l'Environnement*, 6, 119-136.
- Hess, G. (2013) *Éthiques de la nature*. Paris: PUF.
- Irwin, A. et Wynne, B. (2003). *Misunderstanding Science?: The Public Reconstruction of Science and Technology*. Cambridge University Press.
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, Action and Pro-environmental Behaviour. *Environmental Education Research*, 8(3), 325-334.
- Jensen, B. B. et Schnack, K. (1997). The Action Competence Approach in Environmental Education. *Environmental Education Research*, 3(2), 163-178. doi: 10.1080/1350462970030205
- Jeziorski, A., Legardez, A. et Bader, B. (2015, 17-19 Novembre). Les postures de futurs enseignants québécois et français au regard de l'éducation au développement durable. Communication présentée colloque international « Les 'éductions à' : Un (des) levier(s) de transformation du système éducatif ?, Rouen.
- Kollmuss, A. et Agyeman, J. (2002). Mind the Gap: Why do people act environmentally and what are the barriers to pro-environmental behavior? *Environmental Education Research*, 8(3), 239-260. doi: 10.1080/13504620220145401
- Lange, J.-M. (2011). Éducation au développement durable : éléments pour une problématisation de la formation des enseignants. *Carrefours de l'éducation*, HS 1(3), 71-85. doi: 10.3917/cdle.hs01.0071
- Lange, J.-M. et Martinand, J.-L. (2010, 20-22 Octobre). Curriculum de l'EDD : principes de conception et d'élaboration. Communication présentée colloque International "Éducation au développement durable et à la biodiversité : concepts, questions vives, outils et pratiques", Digne les Bains.
- Lange, J.-M. et Victor, P. (2006). Didactique curriculaire et « éducation à... la santé, l'environnement et au développement durable » : quelles questions, quels repères ? *Didaskalia*, 28, 85-100.
- Lange, J.-M., Trouvé, A. et Victor, P. (2007). Expression d'une opinion raisonnée dans les éducation à... : quels indicateurs ? *Actualité de la Recherche en Education et en Formation*, 1-11.
- Larrère, C. et Larrère, R. (1997). *Du bon usage de la nature: pour une philosophie de l'environnement*. Paris: Flammarion.
- Micoud, A. (2005). La biodiversité est-elle encore naturelle ? *Ecologie & Politique*, 30(numéro spécial « La biodiversité est-elle encore naturelle ? »), 17-25.
- Mogensen, F. et Nielsen, K. (2001). Students' Knowledge About Environmental Matters and Their Belief in Their Own Action Possibilities—A Danish Study. *The Journal of Environmental Education*, 33(1). doi: 10.1080/00958960109600799
- Orange-Ravachol, D. (2014). Les « Éductions à » et les sciences de la nature : entre dédisciplinarisation et redisciplinarisation. *Education et socialisation - Les cahiers du CERFEE*, Presses Universitaires de la Méditerranée, 2014.
- Orange, C. (1997). Problèmes et modélisation en biologie; quels apprentissages pour le lycée? Paris: P.U.F.
- Orange, C. (2000). Idées et raisons Construction de problèmes, débats et apprentissages scientifiques en Sciences de la vie et de la Terre. Université de Nantes : Nantes.
- Orange, C. (2003). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *ASTER*, 37, 83-107.

- Orange, C. (2005). Problème et problématisation (dir). ASTER, 40.
- Orange, C. (2010). Situations forcées, recherches didactiques et développement du métier enseignant. *Recherches en éducation*, 2(HS), 73-85.
- Orange, C. (2012). Enseigner les sciences: problèmes, débats et savoirs scientifiques en classe. Bruxelles: De Boeck.
- Pruneau, D., Doyon, A., Langis, J., Vasseur, L., Martin, G., Ouellet, E. et Boudreau, G. (2006). The process of change experimented by teachers and students when voluntarily trying environmental behaviours. *Applied Environmental Education and Communication: An International Journal*, 5(1), 33-40. doi: 10.1080/15330150500452349
- Ripple, W. J., Wolf, C., Newsome, T. M., Galetti, M., Alamgir, M., Crist, E., . . . Lurance, W. F. (2017). World Scientists' Warning to Humanity: A Second Notice. *BioScience*. doi: 10.1093/biosci/bix125
- Rolston III, H. (2007). La valeur dans la nature et la nature de la valeur. Dans H.-S. Afeissa (dir.), *Éthique de l'environnement. Nature, valeur, respect* (p. 153-186). Paris: Vrin.
- Schwartz, S. H. (1992). Universals in the Content and Structure of Values: Theoretical Advances and Empirical Tests in 20 Countries. *Advances in Experimental Social Psychology*. Academic Press.
- Schwartz, S. H. (2006). Les valeurs de base de la personne : théorie, mesures et applications. *Revue française de sociologie*, 47(4), 929-968.
- Simonneaux, L. et Simonneaux, J. (2014). Panorama de recherches autour de l'enseignement des Questions Socialement Vives. *Revue francophone du Développement durable*, 4, 109-126.
- Steg, L. et de Groot, J. I. M. (2012). Chapter: 5 Environmental values (The Oxford handbook of environmental and conservation psychology: Oxford University Press.
- Steg, L., Bolderdijk, J. W., Keizer, K. et Perlaviciute, G. (2014). An Integrated Framework for Encouraging Pro-environmental Behaviour: The role of values, situational factors and goals. *Journal of Environmental Psychology*, 38, 104-115.
- Stoutenborough, J. W. et Vedlitz, A. (2014). The effect of perceived and assessed knowledge of climate change on public policy concerns: An empirical comparison. *Environmental Science & Policy*, 37, 23-33.
- Thøgersen, J. et Ölander, F. (2002). Human values and the emergence of a sustainable consumption pattern: A panel study. *Journal of economic psychology*, 23(5), 605-630.
- van der Werff, E., Steg, L. et Keizer, K. (2013). The value of environmental self-identity: The relationship between biospheric values, environmental self-identity and environmental preferences, intentions and behaviour. *Journal of Environmental Psychology*, 34, 55-63.
- Woodford, D. J., Richardson, D. M., MacIsaac, H. J., Mandrak, N. E., van Wilgen, B. W., Wilson, J. R. U. et Weyl, O. L. F. (2016). Confronting the wicked problem of managing biological invasions. *Neotobia*, 31, 63-86. doi: 10.3897/neobiota.31.10038