



HAL
open science

**Enseigner un savoir stabilisé et une controverse
socioscientifique, quelles différences et similitudes ?
Exemple d'une pratique ordinaire d'enseignement en
physique.**

Nicolas Hervé, Patrice Venturini, Virginie Albe

► **To cite this version:**

Nicolas Hervé, Patrice Venturini, Virginie Albe. Enseigner un savoir stabilisé et une controverse socioscientifique, quelles différences et similitudes ? Exemple d'une pratique ordinaire d'enseignement en physique.. Les Dossiers des sciences de l'éducation, 2013, 29, pp.45-66. halshs-01018831

HAL Id: halshs-01018831

<https://shs.hal.science/halshs-01018831v1>

Submitted on 5 Jul 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Hervé, N., Venturini, P. & Albe, V. (2013). Enseigner un savoir stabilisé et une controverse socioscientifique, quelles différences et similitudes? Exemple d'une pratique ordinaire d'enseignement en physique. *Dossiers des Sciences de l'Education*, 29, 45-66.

Enseigner un savoir stabilisé et une controverse socioscientifique, quelles différences et similitudes? Exemple d'une pratique ordinaire d'enseignement en physique.

Nicolas HERVE, Ecole Nationale de Formation Agronomique
Patrice VENTURINI, Université de Toulouse-2
Virginie ALBE, ENS Cachan

Questions Socialement Vives, Théorie de l'Action Conjointe en Didactique, didactique de la physique, analyse de pratiques ordinaire d'enseignement – Didactique comparée

Socioscientific Issues, Joint Action Theory in Didactics, Science Education, analysis of physics teaching ordinary practices – Comparative Didactics

Résumé

Cet article vise à décrire et comprendre la pratique ordinaire d'un enseignant de physique en 1^e Scientifique à l'occasion de l'enseignement d'une controverse socioscientifique (le changement climatique). Une perspective comparatiste est adoptée dans cette étude de cas : c'est par comparaison avec l'enseignement d'un savoir stabilisé (l'énergie) que des éléments génériques et spécifiques de la pratique de cet enseignant ont été dégagés. L'étude mobilise à la fois la théorie de l'action conjointe en didactique (Sensevy, 2007, 2011), l'analyse communicationnelle (Mortimer et Scott, 2003) et l'analyse des jeux de langage (Wittgenstein, 1953). Les résultats que nous présentons dans cet article concernent principalement la manière dont l'avancée des savoirs est répartie entre professeur et élèves, et l'épistémologie pratique de l'enseignant telle qu'elle apparaît lors des séances observées.

Abstract

This article aims to describe and understand a physics teacher's "ordinary" practice on socioscientific issues (climate change) in a scientific course in 11th grade (students are 16-17 y. old). A comparative perspective is adopted in this case study: it's through a comparison with the teaching of a stabilized knowledge (energy) that generic and specific elements of this teacher's practice were identified. This study uses the joint action theory in didactics (Sensevy, 2007, 2011), the communicational analysis (Mortimer & Scott, 2003) and the notion of language game (Wittgenstein, 1953). The results we present here deal mainly with 1) the way the activity is shared between the teacher and pupils, and 2) the practical epistemology that we observe in the courses.

1. Introduction

Une des propriétés les plus fondamentales des technosciences est leur capacité à étendre leur domaine d'action sur le monde, ce qui a aujourd'hui pour conséquence immédiate que les technosciences touchent tout le monde (Hottois, 2006, p. 31) et qu'elles sont un facteur de dislocation et de reconfiguration des liens sociaux, ce que Callon (1999) qualifie de « performance sociale » des technosciences. Cette performance sociale fait que de nombreux secteurs d'activité sont devenus solidaires (science, industrie, agriculture, économie, politique, etc.), si bien que les questions scientifiques et techniques et leurs impacts sociétaux sont multiples, complexes et controversés. La société civile ne peut donc plus ignorer la gouvernance des technosciences et c'est dans le but d'éduquer le citoyen sur ce sujet qu'un nouveau courant éducatif se développe depuis les années 2000, fondé sur la prise en compte de questions socialement vives (QSV dans le monde francophone) ou de « socioscientific issues » (SSI dans le monde anglophone). Il s'agit pour les élèves et les enseignants de construire les savoirs et pratiques scientifiques pour résoudre une controverse socioscientifique.

Aussi, les recherches dans le champ des SSI ou des QSV se sont majoritairement intéressées à l'apprentissage de/par une controverse socioscientifique et aux pratiques déclarées des enseignants, si bien que les pratiques effectives d'enseignement sont encore très peu étudiées (Hervé, 2012). L'objet de cet article est par conséquent de décrire certains des éléments d'une pratique d'enseignement « ordinaire » d'une controverse socioscientifique et de mieux la comprendre. L'idée est alors de prendre une perspective comparatiste pour documenter les similitudes et différences que prend cet enseignement par rapport à l'enseignement d'un savoir plus traditionnel.

Nous nous intéressons dans le cadre de cet article aux pratiques ordinaires d'enseignement liées à deux objets, *l'énergie*, que nous considérons comme un savoir « traditionnel », et *le changement climatique*, conçu comme une controverse socioscientifique. Nous qualifions en effet l'énergie de savoir « traditionnel », dans le sens où il est présent dans presque tous les programmes de formation de physique, c'est un objet d'enseignement depuis 1902 (Guedj, 2003) et il est considéré comme un des piliers de la science moderne dans le champ savant. Par contraste, le changement climatique est un ensemble de controverses socioscientifiques (Urgelli, 2008 ; Albe, 2008), il n'existe pas de prescriptions spécifiques dans le champ scolaire de la physique et les controverses sont médiatisées chaque fin d'année lors de la tenue des sommets internationaux sur le climat, ainsi que lors de la publication des rapports du GIEC (Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat).

Cet article porte donc sur une étude de cas décrivant et comparant les pratiques d'enseignement d'un même enseignant, sur l'énergie et sur le changement climatique. Nous présentons alors dans ce qui suit quelques éléments conceptuels qui fondent nos analyses, ainsi que quelques repères méthodologiques.

2. Cadre théorique et questions de recherche

2.1 Analyser les pratiques « ordinaires » d'enseignement : une approche comparatiste

Afin de décrire et comprendre les pratiques d'enseignement, nous nous plaçons dans le cadre de la théorie de l'action conjointe en didactique (TACD). Sensevy (2011) ancre cette théorie dans une perspective wittgensteinienne, en faisant des concepts de « grammaire », d'« arrière-plan » et de « jeu » des éléments centraux pour comprendre les pratiques d'enseignement. En effet, « rendre intelligibles les pratiques humaines consiste à en identifier la grammaire, de manière à en permettre des descriptions pertinentes. (...) Déterminer la grammaire d'une pratique, c'est saisir ce qui en constitue l'arrière-plan » (Sensevy, 2011, p. 19). Autrement dit, la théorie suppose que comprendre une pratique, c'est dégager sa grammaire, c'est-à-dire un ensemble de règles qui rendent compte de la logique de l'action. Cet ensemble de règles s'appréhende en effet en lien étroit avec un « arrière-plan », qui conditionne la pratique.

C'est en tant qu'élément d'arrière-plan que nous nous intéressons dans cet article à l'*épistémologie pratique* de l'enseignant. Celle-ci est constituée des théories plus ou moins implicites sur l'enseignement / apprentissage (en particulier ici des sciences), et sur les savoirs ; celles-ci sont supposés être mobilisées dans la pratique d'enseignement et conditionnent la grammaire de l'action (Sensevy, 2011).

Pour Sensevy (2011, p. 32), « parler de primat grammatical (dans la compréhension de l'action humaine), c'est affirmer la nécessité d'identifier les modèles que les individus suivent dans leur action ». La TACD propose alors de *voir* les pratiques sociales se déroulant au sein d'institutions didactiques *comme* des jeux. Le concept de « jeu » est central dans la théorie car il permet à la fois de rendre compte de la nature sociale des pratiques d'enseignement (le jeu en tant que métaphore du champ social, Bourdieu, 1984) et également de modéliser l'action, en plaçant le système de règles au centre du dispositif (le jeu en tant qu'activité guidée par des règles, Wittgenstein, 1953). Le jeu didactique est un jeu coopératif où l'enseignant et l'élève collaborent, se coordonnent et finalement gagnent quand l'élève développe une stratégie gagnante en mobilisant de façon autonome ce que l'enseignant lui enseigne (clause *proprio motu*) (Sensevy, 2011, pp. 64-65). L'enjeu du jeu est alors un savoir et c'est dans ce sens que la TACD fait du savoir un objet transactionnel, car il est à la fois objet de l'interaction et objet d'apprentissage.

Les séances analysées peuvent ainsi être structurées en une succession de jeux didactiques (Venturini & Tiberghien, 2012), qui correspondent à différents enjeux de savoirs et l'enseignant peut mobiliser au cours d'un jeu différents types de techniques pour faire vivre le milieu didactique (définir un jeu, le dévoluer, le réguler et institutionnaliser les savoirs en jeu). La dynamique de l'action conjointe peut alors se décrire par un triplet de catégories : la topogénèse, la mésogénèse et la chronogénèse. La topogénèse décrit « comment le contenu épistémique de la transaction est effectivement réparti entre les transactants » (Sensevy, 2007, p. 32), la mésogénèse caractérise la transformation continue de ce contenu épistémique, à travers les objets matériels et conceptuels qui constituent le milieu didactique, et la chronogénèse marque la construction temporelle d'énoncés discrets de savoirs institutionnalisés.

Une des difficultés de la TACD tient à l'identification des descripteurs des genres, aussi nous proposons dans cet article de nous appuyer sur l'analyse communicationnelle de Mortimer & Scott (2003) pour décrire la topogénèse et sur la notion de jeux de langage (Wittgenstein, 1953) pour renseigner la mésogénèse et la chronogénèse.

Nous utilisons en fait deux indicateurs pour nous aider à décrire la topogénèse : l'organisation sociale de la classe et la forme que prend la communication entre l'enseignant et les élèves. L'analyse communicationnelle (Mortimer & Scott, 2003) propose une caractérisation des discours suivant qu'ils sont interactifs ou non, et suivant qu'ils prennent en

compte des points de vue pluriels ou bien unique. Un discours est alors qualifié de « dialogique » quand plusieurs références sont discutées ou bien d' « *authoritative* » quand une seule perspective est développée. Les couples interactif-non interactif / dialogique-*authoritative* des formes de communication et l'organisation sociale du travail en classe participent alors à la caractérisation de la topogenèse.

La notion de jeu de langage (Wittgenstein, 1953) permet de mettre l'accent sur les règles qui régissent l'évolution du milieu (et donc la mésogenèse) et qui conduisent à l'institutionnalisation par l'enseignant de certains énoncés (participant ainsi à la chronogenèse). En effet, nous estimons qu'une analyse des jeux de langage consiste à rendre compte de la grammaire implicite ou explicite qui conditionne les échanges entre l'enseignant et les élèves. Selon Wittgenstein (1953), « la signification d'un mot est son usage dans le langage » (§43, p. 50) : c'est donc le rôle de l'énoncé dans l'activité des interlocuteurs (les jeux de langage) qui constitue sa signification. Autrement dit, analyser les jeux de langage, c'est analyser au niveau des interactions la dynamique des mots utilisés par les acteurs pour rendre compte de la forme de vie qui agit à la fois comme source et comme produit de la pratique linguistique : « affirmer que la signification est le rôle ou l'usage dans un jeu de langage revient ainsi à dire que l'observation des circonstances environnantes (des actions des participants, des objets qu'ils manipulent, regardent, comptent, etc.) permet de déterminer du point de vue d'un interprète, la signification des signes et qu'elles sont en même temps constitutives de leur signification : elles agissent comme des critères de ce qu'elles signifient » (Sauvé, 2001, p. 415).

2.2 Questions de recherche

En étudiant la pratique d'enseignement d'un enseignant de physique sur un savoir stabilisé (l'énergie) et controversé (le changement climatique), nous prenons une perspective comparatiste.

Il s'agit alors de repérer les éléments génériques et spécifiques à l'enseignement de ces deux objets de savoir, afin d'envisager à partir de cette étude de cas des possibilités d'articulation dans la pratique entre des modalités d'enseignement de savoirs établis et de savoirs controversés.

Notre première question de recherche peut donc se formuler ainsi :

- Quelles différences et similitudes apparaissent dans l'action conjointe quand un enseignant enseigne l'énergie et le changement climatique ?

Nous élaborerons notre réponse en décrivant le triplet de genèses avec les outils théoriques exposés dans la partie précédente. Cette description vise à rendre compte des contraintes « grammaticales » qu'imposent dans la pratique les théories implicites sur l'enseignement / apprentissage, sur la science et sur les savoirs spécifiques enseignés. Aussi notre deuxième question de recherche est :

- Quels éléments communs et différents de l'épistémologie pratique d'un enseignant sont concernés quand il enseigne l'énergie et le changement climatique ?

3. Méthodologie

Nous avons utilisé une méthodologie classique en didactique comparée, qui consiste à collecter un système de traces, qui sont croisées et qui par triangulation stabilisent les interprétations (Leutenegger, 2003). Nous collectons dans cette étude trois types de traces : des enregistrements vidéo de séance, qui constituent notre corpus principal, et des entretiens avec l'enseignant avant et après les séances, qui visent à réduire l'incertitude des interprétations.

Deux séances de physique d'une durée de 2h ont ainsi été filmées et enregistrées l'une portant sur l'énergie et l'autre sur le changement climatique, avec une classe de 1^{ère} S (18 élèves) d'un établissement de l'enseignement public agricole.

L'enseignant observé est un jeune enseignant, titulaire depuis trois ans, qui souhaite intégrer la thématique du changement climatique à son enseignement.

L'entretien avant la séance (*ante*) visait à mieux connaître l'enseignant et sa classe (rapport à la discipline enseignée, projets en cours, point sur la progression dans le programme) et aussi à documenter ses représentations sur l'enseignement et l'apprentissage de la physique, ainsi que sur le savoir enjeu de la séance filmée. L'entretien après la séance (*post*) a permis de revenir sur certains événements particuliers qui ont été observés au cours de la séance.

Nous avons transcrit les différents enregistrements, et avons structuré chaque séance en une succession de jeux didactiques, dont les limites correspondent à un changement de milieu, d'enjeu de savoir ou bien de règles de jeu.

Temps dans la séance	Enjeu du jeu didactique
(21:16)→ (24:40)	Définir l'énergie (jeu 1)
(24:40)→ (29:28)	Résumer le principe de conservation de l'énergie à partir d'un document distribué (jeu 2)
(29:28)→ (34:11)	Appliquer le principe de conservation de l'énergie à un exemple simple (jeu 3)

Tableau n°1 : Exemple de découpage en jeux didactiques (séance sur l'énergie)

Le tableau n°1 donne un exemple de jeux didactiques lors de la séance sur l'énergie. Tous ces jeux sont joués en classe entière mais ils se caractérisent par des enjeux différents et des milieux différents (travail oral de type conceptuel pour le jeu 1, travail sur document pour le jeu 2, travail à partir d'un schéma au tableau pour le jeu 3).

Le logiciel Transana¹ a alors été utilisé pour indexer chaque épisode des jeux avec différents mots-clés (liés aux descripteurs de la TACD : techniques didactiques, etc. – ou bien de l'analyse communicationnelle – dialogique/ « *authoritative* » ; interactif/non-interactif). Un épisode se distingue du précédent ou du suivant par au moins un mot clé différent (Venturini & Tiberghien, 2012).

Cette indexation donne alors deux types de résultats : un tableau dynamique de l'évolution des descripteurs dans le temps de la séance et une caractérisation globale de la séance constituée par différents pourcentages liés à chaque descripteur.

Les différents jeux didactiques (37 pour l'énergie et 51 pour le climat) sont ensuite analysés du point de vue des jeux de langage. Le travail d'analyse est un travail d'interprétation relatif aux transformations des contenus de savoir. Les entretiens ante et post séance servent alors à compléter les inférences faites sur les jeux de langage et à réduire les incertitudes d'interprétation.

4. Résultats

Nous décrivons tout d'abord la pratique de l'enseignant sur les deux séances à l'aide de deux descripteurs qui nous renseignent sur la topogénèse (l'organisation du travail en classe et les formes de communication). Ceci nous permet de dégager quelques lignes de force de cette

¹ Transana (<http://www.transana.org/>) est un logiciel développé par l'Université de Wisconsin (USA) qui permet de traiter des fichiers numériques audio ou vidéo, en découpant temporellement un fichier en épisode et chaque épisode peut être classé dans une banque de données et associé à différents mots-clés définis par l'utilisateur.

pratique. Nous analysons ensuite quelques jeux didactiques, sous l'angle des jeux de langage, afin d'en décrire la mésogénèse et la chronogénèse. Nous nous centrons dans le cadre de cet article sur la manière dont les savoirs scientifiques sont traités dans les deux séances, et sur le rôle joué dans la pratique par les valeurs que l'enseignant attache à son action.

4.1 Caractérisation de la topogénèse des 2 séances

4.1.1 Les formes d'organisation sociale du travail en classe

Nous comparons ici l'organisation sociale du travail en classe pour les 2 séances. La figure n°1, issue des données fournies par Transana, indique la répartition en % du temps de la séance des formes d'organisation sociale que prend le travail en classe (individuel, en classe entière, en groupe, élève au tableau et expérimental) :

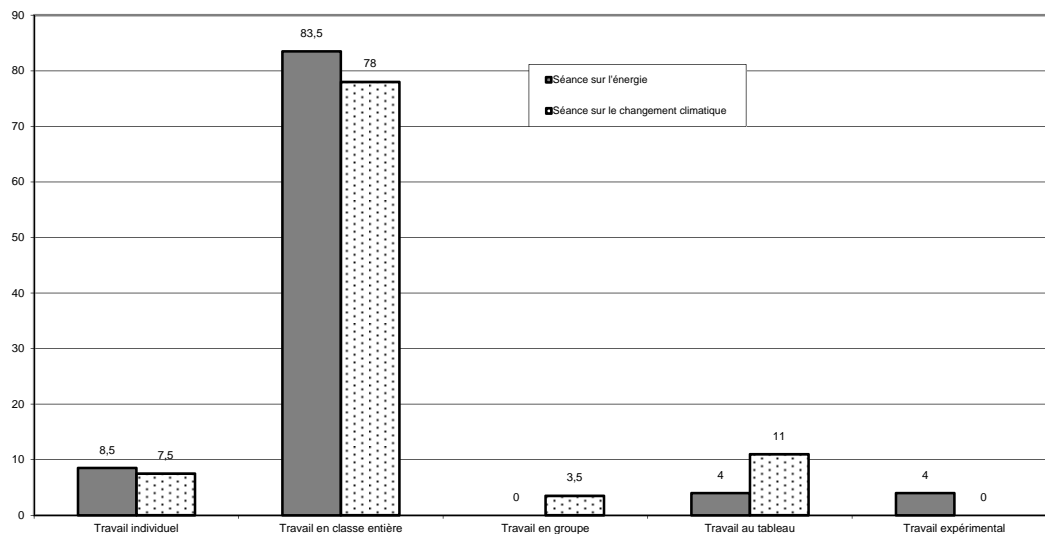


Figure n°1 : Répartition en % du temps de la séance des formes d'organisation sociale du travail en classe.

Nous remarquons sur cette figure la forte prédominance dans les deux séances d'une organisation de la classe en « classe entière », dans laquelle l'enseignant s'adresse à l'ensemble des élèves. Les autres organisations mises en place sont alors marginales.

4.1.2 Les formes de communication

Nous comparons ici les formes de communication mises en place dans les 2 séances. Les résultats sont donnés dans la figure n°2, issue du traitement de Transana.

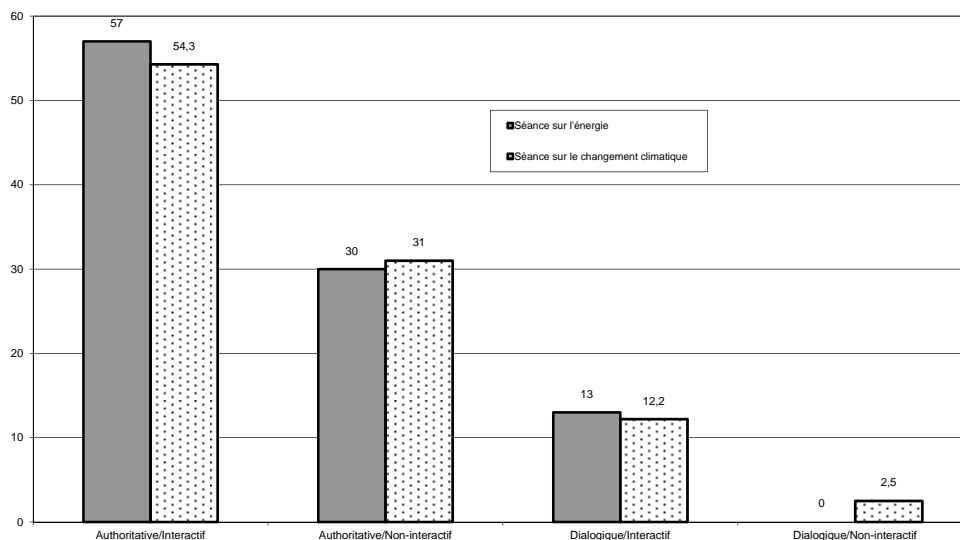


Figure n°2 : Répartition en % du temps de la séance des formes de communication.

Nous observons que la répartition des différentes combinaisons « *authoritative* »/dialogique et interactif/non-interactif est sensiblement identique dans les deux séances. La forme « *authoritative* » est privilégiée, ce qui signifie que les discours sont développés en référence à une norme unique qui est la science « institutionnalisée » par l'enseignant. Les formes dialogiques qui mettent en jeu des conceptions alternatives sont alors minoritaires.

4.1.3 Interprétation des résultats

La répartition de ces descripteurs topogénétiques est similaire dans les 2 séances : l'enseignant travaille très majoritairement en classe entière, de manière interactive et en privilégiant un seul point de vue, celui qui sera institutionnalisé. Nous pouvons déduire de cette perspective globale que l'enseignant est au centre des interactions et dirige de façon « *authoritative* » les échanges vers les savoirs de la physique. On peut alors interpréter le rôle de l'enseignant comme celui d'un passeur de savoirs, qui relaie auprès des élèves une explication physique du monde.

Nous pouvons compléter cette interprétation à l'aide de ce que dit l'enseignant de l'enseignement de la physique (entretien avant la séance sur l'énergie - *ante*). En effet, si l'enseignant interagit beaucoup avec les élèves c'est pour « voir émerger tout ce qu'ils ont déjà à l'esprit pour voir sur cette notion là tout ce que ben les a priori » (*ante* 99²). Il justifie ainsi le souci qu'il a de partir des savoirs ou représentations des élèves pour arriver au savoir à institutionnaliser. En ce sens, il mobilise des conceptions sur l'enseignement / apprentissage, dans lesquelles les savoirs à institutionnaliser et l'interaction avec les élèves sont des éléments centraux. De plus, le chemin « *authoritative* » pris entre les savoirs des élèves et le savoir à institutionnaliser est conforté par les conceptions sur la physique et son enseignement que l'enseignant développe dans l'entretien *ante*. En effet, pour cet enseignant, enseigner la physique c'est « essayer de leur apporter déjà [aux élèves] une vision du monde au niveau de la physique, c'est expliquer c'est essayer d'expliquer les phénomènes naturels qui nous entourent, essayer qu'ils aient une compréhension du monde » (*ante* 20). L'enseignant conçoit ainsi son rôle comme celui qui « apporte une vision du monde », la vision de la Physique, à travers l'explication des phénomènes naturels qu'elle permet. La Physique a pour lui « un rôle à jouer dans ces phénomènes dans les phénomènes quand on parle de pollution d'effet de serre

² Ante 99 signifie le 99^{ème} tour de parole de l'entretien avec l'enseignant avant la séance.

etc. c'est de la physique à la base et c'est vrai que du coup, c'est pas que des connaissances c'est comment *en sachant ça aussi, on peut* trouver des solutions à ces problèmes là aussi » (ante 66). On peut alors expliciter la forme « *authoritative* » de communication : le savoir institutionnel est premier car c'est lui qui participe *in fine* à une explication du monde et à une extension des capacités d'action.

Ces caractéristiques topogénétiques globales se retrouvent en prenant un point de vue plus micro et en analysant la mésogénèse et chronogénèse de quelques jeux didactiques.

4.2 Les savoirs scientifiques dans les deux séances

4.2.1 La séance sur l'énergie : la construction d'éléments langagiers de représentation

Dans cette séance, le concept d'énergie est construit en s'appuyant tout d'abord sur la variété des phénomènes qui ont trait à l'énergie. Quand l'enseignant demande aux élèves d'associer des mots à « énergie », une grande diversité de registres est convoquée : des objets naturels (« le soleil », « le charbon »), une unité de mesure (« la calorie ») ou bien des objets techniques (« l'éolienne », « le panneau solaire »).

Le passage suivant illustre la manière dont l'enseignant et les élèves jouent un jeu didactique dont l'enjeu est la définition de l'énergie (il a été défini et dévolué aux élèves au tour de parole 281) :

284. Camille :	« c'est des réactions chimiques
285. Enseignant (E) :	alors ben là tu as donné un exemple par exemple on peut trouver de l'énergie dans des réactions chimiques alors il nous faut trouver une définition plus large parce qu'il n'y a pas que des réactions chimiques alors comment on peut définir c'est quoi l'énergie est-ce que vous avez une idée ou pas
286. Maxime :	c'est une force
287. E :	alors c'est une force c'est intéressant on a vu la notion de force on verra que c'est pas tout à fait une force
288. Corentin :	c'est une puissance
289. E :	il y a l'idée de force mais il y a aussi l'idée de déplacement donc c'est pas exactement une force
290. Corentin :	c'est une entité
291. E :	donc c'est une entité c'est pas une entité pas exactement est-ce que vous avez une idée non
292. Camille :	c'est un déplacement de particules non
293. E :	alors ça peut être le déplacement de particules dans le cadre de quel type d'énergie oui l'énergie Corentin
294. Corentin :	électrique
295. E :	électrique exactement c'est le déplacement d'électrons non donc est-ce que vous voyez une définition plus large que ça qui englobe tout ça en fait non bah c'est un peu normal parce que c'est quelque chose qui est très difficile à définir bah non mais c'est vrai donc <i>c'est très difficile à définir pourquoi parce que l'énergie c'est un peu tout ça</i> nous <i>ce qu'on voit</i> c'est les effets donc c'est les effets de l'énergie d'accord c'est quelque chose <i>c'est une grandeur physique mais qui est invisible</i> on peut dire d'accord nous on en voit ces effets ».

Dans ce jeu, ce sont les élèves qui proposent des éléments candidats à être des objets du milieu et l'enseignant qui les valide comme tels. Si l'enseignant sollicite les élèves en leur permettant de proposer des définitions pour l'« énergie », la forme de communication est « *authoritative* », car l'enseignant, plutôt que d'explorer les points de vue suggérés par les élèves, les compare à une norme : ce qu'est l'énergie du point de vue des physiciens. L'enseignant rejette de manière « *authoritative* » les propositions des élèves (287-289-291), mais se sert des différents rejets pour montrer que l'énergie est complexe à définir.

La phase d'institutionnalisation du jeu réalise le passage entre les propositions des élèves et le savoir institutionnel (« c'est une grandeur physique ») : le jeu de langage de l'enseignant passe alors par différents « états » épistémologiques. L'énergie est tout d'abord définie comme étant « quelque chose » qui est commun à une diversité. L'enseignant va alors plus loin : « c'est quelque chose c'est une grandeur physique mais qui est invisible ». Deux registres sont ici employés : le registre sensoriel (« invisible ») et le registre propre à la

physique (« une grandeur »). Ainsi, pour un même mot, l'enseignant applique l'évidence des sens et une propriété liée à la capacité d'être mesurée, autrement dit une propriété sensible et une propriété qui nécessite un élément de langage (une règle fixant la manière de mesurer cette grandeur).

La suite du jeu consiste en l'institutionnalisation de la définition de l'énergie : « une grandeur physique qui caractérise un système et qui varie lorsque ce système est le siège de transformations » (suite de 295). Il y a donc passage d'un système où l'énergie est un représenté, une substance invisible commune à tout phénomène ou objet, à une grandeur chargée de décrire l'état et l'évolution d'un système (donc un élément de langage). Cette articulation superpose par conséquent deux perspectives : des éléments de perspective *réaliste*, qui est ce *quelque chose* inaccessible à la vue dont « on voit les effets » mais également des éléments de perspective *empiriste*, ce quelque chose a en effet comme propriété première d'être *mesurable*, c'est-à-dire accessible par la mesure, donc par l'expérimentation.

L'enseignant mobilise donc différentes conceptions de l'énergie pour passer des propositions des élèves au savoir institutionnel. Bien plus, la suite de la séance consiste alors, une fois la complexité des phénomènes naturels réduite, à construire une complexité d'un autre type, qui est celle des éléments de langage permettant de décrire des phénomènes physiques différents de la même façon. Les thèmes abordés représentent alors les différents éléments de ce langage. La rationalité de cette construction est de plus assurée épistémologiquement, d'un côté par la connexion des concepts entre eux (bien établie depuis plus d'un siècle par le champ savant) et de l'autre par les perspectives épistémologiques adoptées par l'enseignant. C'est alors un point de vue épistémologique *rationaliste* qui est finalement développé, où l'énergie s'inscrit dans un réseau conceptuel qui l'englobe : l'énergie est alors associée à « système isolé », on parle d'« énergie totale » ou des « formes de l'énergie ».

4.2.2 La séance sur le climat : la mobilisation d'éléments langagiers de représentation

Les savoirs scientifiques sont essentiellement mobilisés pour étudier la « machine climatique ».

L'extrait suivant est issu d'un jeu didactique dont l'enjeu concerne les propriétés des courants marins :

232. E :	« (...) très bien donc des courants qu'on appelle surfaciques tout à fait et des courants plus profonds les courants surfaciques qu'est-ce qui permet de les mettre en mouvement entre guillemets
233. Lorraine et Adrien :	le vent
234. E :	donc c'est le vent tout à fait et les courants de profondeur alors
235. Coentin :	la chaleur
236. Guillaume :	la température
237. Camille :	bah les variations
238. E :	la
239. Camille :	bah la variation de l'eau chaude avec l'eau froide
240. E :	oui tout à fait donc qui est liée à quoi variation de
241. Coentin :	XXXXXX
242. Camille :	température
243. Adrien :	densité
244. E :	température et donc de densité exactement »

Les savoirs scientifiques sont ici utilisés pour rendre compte de la dynamique des courants marins : la mise en mouvement des courants profonds est justifiée par les différences de température et implicitement par l'association densité – température. Ces savoirs sont dans ce cas des outils langagiers permettant de donner une rationalité aux phénomènes naturels. L'enseignant s'assure dans ce cas que cette rationalité est satisfaisante pour permettre une explication du phénomène.

Un autre extrait illustre la mobilisation de savoirs scientifiques vus antérieurement. Il s'agit d'un jeu didactique sur l'action des gaz à effet de serre sur l'atmosphère :

412. E :	« (...) alors est-ce qu'on peut répondre à la question qui apparaît à première vue difficile par rapport à ce qu'on vient de voir la conformation donc tétraédrique de la molécule de méthane lui laisse plus de latitude pour vibrer que la molécule linéaire de dioxyde de carbone pourquoi là il y a plus en fait de liberté pour vibrer que ici oui Laura
413. Laura :	parce qu'il y a devant derrière et sur les côtés
414. Marylène :	elle peut se tourner
415. E :	ouais très bien pas d'autres
416. Elodie :	parce que c'est que des liaisons simples
417. E :	il y a de la liaison simple aussi donc ça peut rentrer en compte et ça peut aussi qu'est-ce que tu disais Marylène je croyais
418. Marylène :	non non
419. E :	donc elle peut aussi oui on peut avoir aussi des rotations qui sont pas permises par là
420. Marylène :	je l'avais dit
421. E :	bah oui c'est ce que tu disais donc je reprends ce que t'as dit en fait par les liaisons doubles okay d'accord donc là il y a plus de latitude pour vibrer vibrer c'est-à-dire bouger les liaisons elles peuvent en fait vibrer ce qui est un peu plus difficile enfin que notre niveau mais c'est juste elles peuvent vibrer d'accord »

L'intérêt de ce passage est que deux explications sont finalement acceptées pour rendre compte de la différence de vibration des molécules : leur configuration spatiale (413-415) et le type de liaisons qui les forme (416-421). Ces deux éléments sont rendus publics mais ne font pas l'objet d'une exploration, ce qui fait que le jeu est conduit de façon « *authoritative* ». Toutefois, ce n'est pas ici la référence à un savoir institutionnel qui guide la forme privilégiée de communication, mais plutôt le degré de rationalité de l'explication fournie. On peut de plus remarquer que le jeu de langage de l'enseignant s'ouvre et se ferme sur une allusion à la difficulté du jeu proposé aux élèves (412 et 421). Tout se passe comme si l'enseignant ne sait pas exactement ce qu'il attend des élèves. Ceci permet également de comprendre le lien implicite température – densité – courants de profondeur du premier extrait : l'explication par la densité est d'une rationalité plus forte que l'explication par la seule température car il y a un concept de plus dans la chaîne du raisonnement. On retrouve alors ici la conception que l'enseignant se fait de la physique comme explication du monde, mais ce sont les élèves qui amènent les éléments de rationalisation. On peut alors interpréter le rôle de l'enseignant comme le garant d'une rationalité *suffisante*, suivant la conception qu'il a de l'apprentissage de ces savoirs par les élèves.

4.2.3 Conclusion : des éléments génériques et spécifiques liés aux savoirs scientifiques développés dans les deux séances

L'enseignant accorde un statut différent aux savoirs scientifiques dans les deux séances. Dans la séance sur l'énergie, le savoir scientifique est constitué par un réseau de concepts et le travail conjoint de l'enseignant et des élèves consiste à en construire l'articulation. Face à la complexité des phénomènes physiques, le travail conceptuel sur l'énergie permet d'en simplifier la description. C'est alors un autre type de complexité auquel sont confrontés les élèves : l'élaboration d'un cadre de représentation, constitué d'un vocabulaire spécifique (énergie totale d'un système, énergie cinétique, chaîne énergétique, etc.) et d'une syntaxe, car c'est un travail « souterrain » épistémologique qui crée du lien dans le tissu conceptuel où chaque élément trouve une place. Dans la séance sur le changement climatique, le savoir scientifique a un statut complètement différent : les outils de représentation sont déjà en place car ils ont été construits antérieurement. Ils sont alors mobilisés pour rationaliser le fonctionnement du climat. Le système climatique peut alors être décrit en utilisant le langage construit dans les séances précédentes. Autrement dit, les élèves parlent le langage de la physique pour représenter les phénomènes climatiques. Alors que dans la séance sur l'énergie, la construction du langage est une fin en soi, dans la séance sur le

changement climatique, l'utilisation de ce langage pour décrire le fonctionnement du climat sert à introduire l'idée de changement et à discuter des résultats scientifiques. La forme de communication « *authoritative* » est privilégiée dans les deux séances mais présente une différence : dans la séance sur l'énergie, c'est le savoir à institutionnaliser qui est la référence du discours de l'enseignant alors que dans la séance sur le climat, la référence est constituée de ce que l'enseignant évalue des capacités de rationalisation des élèves. Ce sont des conceptions épistémologiques propres au savoir qui guident l'enseignant dans sa construction du concept d'énergie et ce sont plutôt des conceptions sur l'apprentissage qui sont à l'œuvre dans la séance sur le changement climatique.

4.3 L'expression des valeurs éducatives de l'enseignant dans les deux séances

4.3.1 La séance sur l'énergie : l'expression marginale des valeurs de l'enseignant

Dans cette séance, la structuration de la séance vient essentiellement de l'enchaînement des concepts entre eux. Les valeurs éducatives qui animent l'enseignant ne sont pas alors présentes dans la structuration de la séance mais plutôt dans les moments où les savoirs scientifiques doivent être appliqués.

La séance alterne donc des jeux didactiques dont l'enjeu est la construction du savoir scientifique et d'autres dont l'enjeu est l'application de ces savoirs dans des situations à valeur éducative pour l'enseignant. Cette ambition se retrouve dans un jeu didactique situé en début de séance :

251. E :	« Juste un point alors pourquoi l'énergie en ce moment on en parle beaucoup ?
252. Coirentin :	parce qu'il XXXXXX
253. ?? :	XXXXXXXXXXXX
254. E :	oui Joël
255. Joël :	parce que les ressources avec lesquelles on faisait de l'énergie d'habitude elles s'épuisent
256. E :	d'accord est-ce que tu peux donner des exemples
257. Joël :	le charbon, le pétrole,
258. Coirentin :	le pétrole
259. E :	voilà donc qui s'épuisent et donc quel est le problème
260. Joël :	bah on sait plus trop comment on va produire de l'énergie après
261. E :	exactement comment on va pouvoir remplacer ces sources d'énergie d'accord c'est un seul point pourquoi on parle de l'énergie en ce moment aussi euh Adrien
262. Coirentin :	parce qu'on l'a gaspillée
263. Adrien :	parce que ça pollue la planète
264. E :	parce que alors qu'est-ce qui pollue
265. ?? :	les gaz
266. Adrien :	bah la combustion de l'énergie enfin le fait que l'on en consomme
267. E :	oui d'accord donc ça amène donc de la pollution c'est quoi l'incidence au niveau de cette pollution
268. Adrien :	le réchauffement
269. Romain :	le réchauffement climatique
270. E :	donc le réchauffement on en parle beaucoup donc le réchauffement climatique exactement
(...)	
281. E :	(...) donc ça ce problème énergétique c'est ce qu'on appelle le défi énergétique d'accord donc la notion de défi énergétique que vous allez d'ailleurs devoir relever puisque c'est vous les futurs citoyens d'accord donc c'est vous qui allez bien sûr c'est vous qui allez devoir prendre des décisions par rapport à ces choses là donc c'est ce qu'on appelle le défi énergétique d'accord c'est bon pour tout le monde okay donc nous allons maintenant comme je vous l'ai dit nous focaliser sur le sens physique du mot énergie (...) »

L'enjeu est ici pour l'enseignant d'institutionnaliser la notion de « défi énergétique » : cette notion apparaît donc centrale dans le sens qu'il donne au fait d'enseigner / apprendre l'énergie. L'enseignant définit le jeu en référence à l'actualité (251) et régle les échanges de manière « *authoritative* » : ses relances visent à combiner épuisement des sources fossiles d'énergie et changement climatique. Ainsi, il exprime ici ses conceptions sur

l'importance qu'il y a à apprendre l'énergie : apprendre l'énergie est nécessaire pour que les élèves puissent « prendre des décisions » sur le défi climatique. L'enseignant justifie donc son rôle social en mobilisant une question d'intérêt social. Il passe alors en 281 d'un usage « d'actualité » du terme énergie à un usage « physique ». Cet usage du mot « énergie » d'un point de vue de la physique structure alors la séance par l'enchaînement des concepts construits.

On retrouve toutefois cette volonté de responsabiliser les élèves par la suite, quand la construction conceptuelle cède le pas à des applications.

Les valeurs éducatives s'actualisent dans la séance par la sensibilisation sur certaines thématiques, telles que les différences socioéconomiques entre pays (activité sur l'unité d'énergie qu'est la TEP³), la sécurité routière (activité sur l'énergie cinétique) et l'écologie (l'exemple propédeutique de l'éolienne qui revient plusieurs fois dans la séance). Ce n'est pas le cœur de la séance puisque cette sensibilisation s'opère par les exemples qui sont l'objet d'application des savoirs issus de la physique (utilisation de l'unité TEP, calcul de l'énergie cinétique, application du modèle de la chaîne énergétique sur l'éolienne). Cette sensibilisation doit de plus « marquer » les élèves pour l'enseignant [ante énergie 42] : « avec la génération et les élèves qu'on a actuellement qui demandent beaucoup de concret *beaucoup de choses qui marquent l'esprit* ». Cette volonté de « marquer » les esprits se retrouve ainsi présente dans les exemples développées : l'activité sur la TEP s'attache aux consommations d'énergie « extrêmes » entre les USA et les pays d'Afrique, le calcul de l'énergie cinétique pour la sécurité routière renvoie à une analogie avec une chute d'un immeuble.

4.3.2 La séance sur le changement climatique : l'expression « structurante » des valeurs de l'enseignant

L'enseignant commence la séance en présentant aux élèves un dessin de presse (dessin n°1) :



Dessin n°1 : Dessin de presse distribué aux élèves (séance sur le changement climatique).

Le travail conjoint de l'enseignant et des élèves ne conduit à analyser qu'une partie du dessin : la Terre est représentée par une bombe. La discussion des êtres humains « essayons d'aller vite », qui représente la dimension politique de la controverse du changement climatique, n'est abordée ni par les élèves, ni par l'enseignant. Ce qui intéressait l'enseignant dans cette image était l'image d'une planète sur le point d'exploser [ante climat 12], afin de « marquer les esprits » : « oui voilà c'est un moyen d'y aller de manière un peu détournée entre guillemets pourquoi l'histoire d'une bombe qui va exploser ça peut marquer pourquoi on dit ça ».

Cette introduction à la problématique du changement climatique résume en fait assez bien le parti pris de l'enseignant pour traiter la question : le changement climatique en classe de physique est une occasion de sensibiliser les élèves à une autre question : celle de la fin à venir des énergies fossiles. Traiter du changement climatique comme d'une urgence à l'action permet selon lui d'accélérer la prise de conscience de la nécessité d'une transition

³ Tonne Equivalent Pétrole

énergétique.

Le tissu de controverses est alors passé sous silence. Il fait en effet déduire aux élèves l'origine anthropique du changement climatique par la comparaison de la courbe décrivant l'évolution des températures moyennes de la Terre depuis le milieu du 19^{ème} siècle et celle de l'évolution de la concentration en gaz à effet de serre sur la même période. Les élèves associent très vite activité humaine et augmentation récente de la température. Le raisonnement des élèves est d'ordre *logique* : la température augmente or il y a un lien entre effet de serre et température (vue dans la partie sur la « machine climatique ») et l'activité humaine rejette des GES⁴ du fait de l'industrialisation donc c'est l'activité humaine qui est responsable du changement climatique.

L'extrait suivant illustre la manière dont l'enseignant s'y prend pour institutionnaliser l'origine anthropique du changement climatique tout en prenant des précautions oratoires vis-à-vis de son caractère controversé :

736. E	« (...) est-ce qu'on peut relier alors ça c'est une question aussi est-ce qu'on peut relier ces courbes de gaz à effet de serre avec la courbe qu'on vient de voir avant sur la température depuis les années 1800-1850
737. Elodie :	oui
738. Laura :	oui
739. E :	est-ce qu'on peut avoir une corrélation c'est-à-dire un lien entre les deux
740. Laura :	oui
741. E :	c'est-à-dire Laura comment
742. Laura :	ben parce que ils montent tous eux aussi enfin à partir des années 2000 il y en a plus
743. E :	donc voilà donc on a une augmentation tout à fait de cette température en même temps qu'une augmentation des gaz à effet de serre donc ça c'est actuellement <i>on pense</i> que l'homme a une influence sur le climat (...) donc origine anthropique du changement climatique donc ça veut dire origine anthropique hein que <i>c'est l'homme qui serait la cause</i> donc du réchauffement climatique et donc ça <i>on peut étayer donc cette thèse avec des arguments</i> comme Elodie l'a évoqué il y a l'industrialisation donc il y a eu plus de rejet de gaz à effet de serre comme l'effet de serre qui est un phénomène qu'on a vu peut permettre le réchauffement donc <i>ça expliquerait</i> que la température augmente d'accord »

Le choix des documents fait que les élèves ne peuvent conclure autre chose que l'origine anthropique : l'enseignant contrôle ainsi fortement l'évolution du milieu. En ce sens, le discours de l'enseignant est essentiellement « *autoritative* », aussi bien dans sa manière de réguler les interactions avec les élèves que dans le choix des documents proposés. Toutefois, l'enseignant prend la précaution d'utiliser le conditionnel : « c'est l'homme qui serait la cause », « ça expliquerait ». L'origine anthropique est alors présentée comme une thèse qui fait l'objet d'un consensus : « on pense », « on peut étayer cette thèse avec des arguments », dont la finalité est d'expliquer les observations.

Lors de l'institutionnalisation écrite, l'origine anthropique du changement climatique est affirmée (tête de chapitre au tableau) et l'enseignant qualifie de « massif » les rejets de GES dus à l'industrialisation. Si l'enseignant prend des précautions oratoires, la situation créée et le savoir institutionnalisé font que l'élève déchiffre dans le jeu de langage de l'enseignant qu'il n'y a pas de controverse sur l'origine anthropique du changement climatique.

L'enseignant revient en fin de séance sur la controverse, en introduisant un jeu didactique qui met en avant les valeurs « structurantes » de l'enseignant :

1114. E :	« (...) <i>je vous ai fait l'hypothèse</i> d'un changement climatique donc des conséquences que ça peut avoir mais il faut avoir aussi à l'esprit que ces conséquences et cetera certains hommes que ce soient <i>des hommes politiques des scientifiques remettent en cause ce phénomène</i> d'accord donc ils remettent en cause ils disent que l'homme n'a peut-être pas une influence malgré <i>bien que les modèles en fait montrent que c'est une alliance de l'homme de l'effet de l'homme et de la nature qui est au plus proche de ce qu'on constate</i> si vous voulez actuellement d'accord mais est-ce que c'est si important que ça que par exemple si ça existe pas si c'est une fumisterie
-----------	---

⁴ Gaz à effet de serre

entre guillemets le réchauffement climatique si c'est des conneries entre guillemets est-ce que c'est vraiment important

1115. Corentin : bah oui
1116. Lorraine : bah oui
1117. E : oui pourquoi c'est important pourquoi ça
1118. Romain : bah parce que après ce sera trop grave
1119. Elodie : bah parce qu'après on pourra même plus agir
1120. Maxime : mieux vaut prévenir que guérir
1121. E : alors déjà très bien première chose mieux vaut prévenir que guérir c'est-à-dire mieux vaut anticiper et se tromper sur quelque chose en faisant des choses positives autre chose
1122. Elodie : si on laisse partir après on pourra plus rien faire pour arrêter
1123. E : donc déjà aussi si on laisse partir après on pourra plus
1124. Corentin : rattraper
1125. Camille : rattraper
1126. E : rattraper on pourra plus rattraper et cetera donc dans les solutions qu'on a proposé donc c'est les énergies renouvelables qui s'opposent à quoi
1127. Elodie : le charbon
1128. Corentin : les fossiles
1129. E : voilà aux énergies fossiles qu'est-ce qu'il se passe aussi par rapport aux énergies fossiles
1130. Camille : dégagement de CO₂
1131. Elodie : pollution c'est pas renouvelable
1132. E : et donc
1133. Elodie : forcément elles s'épuisent
1134. E : elles s'épuisent très bien et si forcément elles s'épuisent il va falloir qu'on trouve de toutes façons autre chose donc *si c'est pas le réchauffement climatique qui nous fait agir maintenant ce sera l'épuisement des énergies fossiles* qu'on utilise pour se déplacer et cetera ou pour produire de l'électricité donc dès maintenant *il faut qu'on essaie de trouver des solutions d'avoir une démarche entre guillemets scientifique comme tu as dit pour pouvoir essayer de trouver des solutions qui seront totalement bénéfiques* de toutes façons pour les énergies pour pallier la baisse des énergies fossiles qui est inéluctable puisque ce sont des énergies fossiles limitées »

L'enseignant implique ses valeurs dans la phase de régulation : à la question « est-ce important ? », il rebondit sur les « oui » des élèves en validant leur réponse par une relance « oui pourquoi c'est important ? » (1117). Le recours à la forme « *authoritative* » caractérise une topogénèse du côté de l'enseignant et sa relance (1126) conduit même à « forcer » les liens concernant le sens à donner à la controverse : elle n'est pas importante car de toute façon il faut passer aux sources renouvelables d'énergie. La régulation qu'il met en œuvre peut être considérée comme une technique mésogénétique dont le but est de conforter le point de vue qu'il a initié lors de la définition du jeu.

L'enseignant dévoile en effet sa position dès la définition du jeu (1114 : « je vous ai fait l'hypothèse de ») : *il a fait l'hypothèse du changement climatique*, ce qui signifie que ce changement n'est pas certain. De plus, c'est lui qui met en avant sa responsabilité dans le choix qu'il a fait de passer sous silence la controverse. Il affirme que cette incertitude n'est pas portée uniquement par des scientifiques mais aussi par des politiques. Toutefois, il se justifie en émettant un jugement de valeur : « les modèles montrent », « on » constate (il indiquera lors de l'entretien post que ce « on » est la communauté des experts du climat). Il indique aussi que le choix qu'il a fait même, si c'est une hypothèse probable, a une autre finalité que celle de rendre compte d'un phénomène. Il agit ainsi pour sensibiliser les élèves à une prise de conscience que la science, dans ses méthodes et dans ses techniques, est nécessaire pour changer le monde d'un point de vue *favorable*. L'enseignement du changement climatique sert alors à marquer les élèves, en les sensibilisant à l'urgence qu'il y a à changer de modèle énergétique. Finalement, la conclusion de cette séance met en avant le lien entre démarche scientifique, développement technique et changement de modèle énergétique.

4.3.3 Conclusion : une même logique, l'intention de responsabiliser les élèves, mise en œuvre différemment

Dans la séance sur l'énergie, l'enseignant s'empare de la notion du « défi climatique » pour problématiser sa séance puis saisit marginalement des opportunités pour sensibiliser les élèves à des problématiques qui lui semblent importantes, lors des applications des éléments de langage introduits. Le moyen qu'il privilégie est alors de « marquer » les élèves. Le choix des activités est par conséquent un moyen pour l'enseignant d'éduquer les élèves par la physique. Cette intention éducative est par contraste centrale dans la séance sur le changement climatique. Aborder cette thématique est une occasion pour l'enseignant de sensibiliser les élèves à la problématique de la fin à venir d'un monde fondé sur l'exploitation et l'utilisation d'énergies fossiles. C'est en ce sens que la controverse du changement climatique n'est pas exploitée en classe. Autrement dit, le savoir controversé n'est pas refroidi ici par la conscience d'un « risque d'enseigner » mais plutôt par une « volonté d'enseigner », dans laquelle la controverse représente un obstacle à l'idée qu'il se fait de son rôle social [post 34]: « (...) donc une controverse c'est toujours intéressant parce que etc. mais là d'être controversé par rapport à ça est-ce que c'est pas aussi freiner une avancée scientifique qui pourra servir à autre chose ». Les valeurs éducatives sur lesquelles l'enseignant fonde sa fonction sociale structurent ici profondément la séance alors qu'elles n'ont qu'un rôle secondaire dans la séance sur l'énergie. Elles se légitiment de plus en couplage avec des conceptions « technophiles » sur le progrès social induit par le développement scientifique et technique.

5. Discussion des résultats

L'analyse des jeux de langage et des descripteurs de la TACD nous permet de comprendre quelques éléments de la pratique de l'enseignant, qui sont des résultats spécifiques aux deux séances observées.

Tout d'abord, notre description montre des éléments de continuité dans la pratique d'enseignement. Les descripteurs « organisation du travail en classe » et « forme interactif / *authoritative* de communication » indiquent en effet une structure topogénétique similaire dans les deux séances. De même, la science « établie » est privilégiée pour construire la référence (savoirs conceptuels / explications à institutionnaliser), si bien que les controverses sont absentes des deux séances. Enseigner la physique, c'est, pour cet enseignant, apporter des connaissances scientifiques aux élèves (d'où le point de vue « *authoritative* ») et c'est concevoir des situations où ils peuvent les utiliser afin de leur apporter une certaine vision du monde. S'il peut, l'enseignant choisit de plus des situations marquantes pour les élèves : il y a donc l'idée que l'apprentissage est lié à la capacité pour un élève d'être « choqué ».

Les pratiques d'enseignement dans ces deux séances se distinguent toutefois, par les objets d'enseignement mais aussi par l'ordre chronologique de leur succession. En effet, la séance sur l'énergie se caractérise par un travail de type épistémologique, alors qu'une vision sociale des sciences est davantage mise en avant dans la séance sur le changement climatique. La construction du concept d'énergie dans sa trame rationnelle passe ainsi dans la séance par différentes perspectives épistémologiques qui sont autant d'étapes dans la construction d'un langage. Des étapes réalistes, empiristes, rationalistes sont ainsi dégagées pour aboutir à un modèle de description des transformations d'un système physique. L'enseignant mobilise par conséquent en situation un éventail de conceptions épistémologiques liées à la notion enseignée, qui sont autant de moyens didactiques dont le rôle est de modifier le tissu conceptuel des savoirs enseignés. Le point de vue développé par l'enseignant sur la manière d'aborder le changement climatique peut être interprété par une confiance importante dans les capacités des sciences et des techniques à trouver une solution au problème du défi énergétique. Cette confiance est également guidée par la conception que les sciences sont une

source de progrès sociaux. C'est également dans cette conception sociale de l'activité scientifique que l'enseignant puise les éléments qui donnent du sens à ce qu'il fait faire aux élèves. L'ordre des deux séances est également un élément important à prendre en compte, dans la mesure où le travail conceptuel sur l'énergie est réinvesti dans la séance postérieure sur le climat : l'enjeu n'est alors plus d'introduire les éléments de langage mais de les utiliser dans un cadre différent.

La controverse est ainsi « refroidie » dans cette pratique d'enseignement, car elle est envisagée uniquement à travers le prisme de savoirs scientifiques stabilisés (et positifs). Elle est alors un champ d'application de ces savoirs, porteur de leur efficacité et de valeurs similaires. La description que nous faisons de ce refroidissement dans cette étude de cas nous montre donc le chemin à parcourir pour « réchauffer » la controverse : s'appuyer sur un champ où les savoirs stabilisés s'appliquent afin d'assurer une continuité thématique et conceptuelle à l'enseignement, et dans le même temps faire de la dimension épistémologique et sociale de l'activité scientifique un objectif d'enseignement/apprentissage. Nous percevons donc que ce travail implique nécessairement différents types de savoirs (stabilisés, controversés, épistémologiques, sociologiques, etc.) dont l'articulation est dépendante du sens que l'enseignant accorde à son enseignement.

6. Conclusion

L'action de l'enseignant sur ces deux séances peut être rendue intelligible en faisant intervenir des conceptions sur la physique, sur son enseignement / apprentissage, ainsi que des valeurs que l'enseignant accorde à sa fonction sociale, i.e des éléments qui permettent de modéliser son épistémologie pratique.

Cette étude de cas relatif à une analyse de la pratique d'enseignement montre ainsi que l'épistémologie pratique de l'enseignant fait intervenir un enchevêtrement de conceptions, qui sont mobilisés différemment suivant la situation. L'analyse montre une continuité dans les théories implicites de l'enseignement/apprentissage de la physique mobilisées. Des conceptions de type épistémologique sont davantage présentes lors de la séance sur l'énergie, alors que ce sont des conceptions sociales qui dominent dans la séance sur le climat. D'une part, c'est l'intention explicative, due à sa conception de la physique comme somme de connaissances, qui est mise en avant, de l'autre c'est l'intention éducative, empreinte de valeurs, qui agit en structurant la séance sur le changement climatique.

Bibliographie

- Albe, V. (2008). Pour une éducation aux sciences citoyenne : Une analyse sociale et épistémologique des controverses sur les changements climatiques. *Aster* 46, 45-70.
- Bourdieu, P. (1984). *Questions de sociologie*. Paris : éditions de Minuit.
- Callon, M. (1999). Ni intellectuel engagé, ni intellectuel dégagé. La double stratégie de l'attachement et du détachement. *Sociologie du travail*, 41, 65-78.
- Guedj, M. (2003). L'introduction du principe de conservation de l'énergie dans l'enseignement secondaire français vue à travers quelques manuels. *Tréma*, 22, 50-63.
- Hervé, N. (2012). *Analyses de pratiques d'enseignement de savoirs de la physique stabilisés (l'énergie) et controversés (le changement climatique)*. Thèse de doctorat, Université de Toulouse 2.
- Hottois, G. (2006). La technoscience : de l'origine du mot à son usage actuel. In J.-Y. Goffi (Ed.), *Regards sur les technosciences* (pp. 21-38). Paris : Vrin.
- Leutenegger, F. (2003). Etude des interactions didactiques en classe de mathématique : un prototype méthodologique. *Bulletin de Psychologie*, 466, 559-571.

- Mortimer, E.F, & Scott, P. (2003). *Meaning making in secondary classrooms*. Maidehead : Open University Press.
- Sauvé, D. (2001). Wittgenstein et les conditions d'une communauté linguistique. *Philosophiques*, 28-2, 411- 432.
- Sensevy (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy & A. Mercier, (2007) (dir.), *Agir ensemble : l'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 13-49). Rennes : Presses Universitaires de Rennes.
- Sensevy, G. (2011). *Le sens du savoir. Eléments pour une Théorie de l'Action Conjointe en Didactique*. Bruxelles : De Boeck.
- Urgelli, B. (2008). Éducation aux risques climatiques : premières analyses d'un dispositif pédagogique interdisciplinaire. *Aster*, 46, 97-122.
- Venturini, P., & Tiberghien, A. (2012). Mise en œuvre de la démarche d'investigation dans le cadre des nouveaux programmes de sciences physiques et chimiques : étude de cas au collège. *Revue Française de Pédagogie*, 180,95-120.
- Wittgenstein, L. (1953). *Recherches philosophiques*. Paris : Gallimard.