

MOUHAMADOUNE SECK

Faculté des sciences et technologies de l'éducation et de la formation (FASTEF)
Université Cheikh Anta DIOP de DAKAR (Sénégal)

Mouhamadoune.Seck@univ-lyon2.fr

Résumé. L'enseignement / apprentissage est une action conjointe entre des acteurs autour d'un savoir qui peut s'interpréter du point de vue conventionnel ou situationnel. Nous optons pour une interprétation conventionnelle dans l'analyse de l'enseignement de l'énergie de deux classes de pays différents : la France et le Sénégal. Cette interprétation se fait en termes de processus de modélisation et de mise en relation de différents registres sémiotiques. Le recours au logiciel Transana permet de caractériser ces deux classes en spécifiant le rôle joué par d'autres disciplines.

Mots-clés. Pratique de classe, action conjointe, interprétation conventionnelle, interprétation situationnelle, registre sémiotique.

Introduction

Les études liées à l'enseignement, à l'apprentissage ou à la performance des élèves sont nombreuses. Elles peuvent prendre des orientations méthodologiques comme théoriques très différentes. Certaines de ces études mettent en jeu une seule ou plusieurs disciplines, d'autres se centrent sur l'évolution des conceptions des élèves avec l'enseignement reçu, ou sur les pratiques d'enseignement, d'évaluation, d'apprentissage. D'autres encore mettent en relation les évolutions des conceptions ou différentes pratiques (d'enseignement ou apprentissage) avec la performance des élèves. Cet article se focalise sur l'analyse des pratiques de classes en première scientifique durant l'enseignement de l'énergie en regardant à la fois les contributions d'autres disciplines telles que le Français, les Mathématiques, les Sciences de la Vie et de la Terre etc.

I. Cadre théorique

La partie théorique permet de donner notre position sur ce que nous entendons par « pratique de classe », elle permet aussi de définir la notion de « savoir », de clarifier ces différentes transformations dans le système éducatif. La mise en œuvre de ce savoir en classe nous donne l'occasion de définir les « types d'actions conjointes » que nous prenons comme unité d'analyse des pratiques de classes. Cette position théorique est clôturée par deux questions de recherche auxquelles nous tenterons de répondre.

I. 1. La notion de pratique de classe

Les recherches sur les pratiques de classes, de plus en plus nombreuses à nos jours, prennent un intérêt scientifique grandissant. L'importance de ces enjeux est liée à la « forte demande sociale en matière de réussite scolaire, de qualité et d'efficacité de l'enseignement d'une part, et le développement et l'ampleur que prend la formation des professeurs afin de faire de l'enseignement un vrai métier dont les pratiques seraient théorisées d'autre part » (Malkoun, 2007, p. 11).

Nous remarquons (TLFI¹) que l'usage du mot « pratique » renvoie à une action quelle que soit la définition prise (substantif ou adjectif). Ainsi, dans l'utilisation du substantif, la définition nous renvoie à des expressions du genre : « exercer une activité particulière », « mettre en œuvre des règles, des principes ou une technique ». Ceci montre que pris comme substantif, le mot est associé à plusieurs autres termes, on parle de pratique d'enseignement, d'apprentissage, d'enseignants, d'élèves, pédagogiques, culturelles, professionnelles, institutionnelles, familiales, sociale etc. Donc une définition univoque n'est pas pratiquement envisageable, mais plusieurs, selon les disciplines, les champs d'application et les problématiques.

I. 2. Le savoir en jeu dans une classe

Nous définissons, en référence à Sensevy (2007), la pratique de classe comme une action conjointe et nous considérons qu'elle est centrée sur un objet précis : le savoir. « Cette perspective de l'action conjointe est une position théorique qui suppose seulement que dans « chaque action du professeur l'élève trouve une place, même minime, et que la même chose peut se dire de chaque action de l'élève » (Sensevy 2007 p. 15). Cette théorie n'implique aucun choix pédagogique particulier. La progression par séance d'enseignement dans la classe se fait en général sous la responsabilité du professeur et de ses élèves. » (Seck, 2008 ; Seck et Tiberghien, 2009) (p.2). Nous nous focalisons maintenant sur ce que nous entendons par « savoir » et sur ce qui différencie ce terme de celui de « connaissance ».

I. 2. 1. Savoir et connaissance

Les deux termes « savoir » et « connaissance » s'emploient indifféremment dans certains cas. Si nous regardons un dictionnaire comme TLFI nous y trouvons : « ensemble de connaissances acquises, d'expériences vécues dans un domaine, dans une discipline, dans une science, dans une profession. » Des articles de vulgarisation les présentent comme ensemble de connaissances ou d'aptitudes reproductibles, acquises par l'étude ou par l'expérience. Ces définitions générales que l'on retrouve dans la littérature française ne distinguent pas le savoir de la connaissance. Cependant trois constantes émergent de ces définitions : le mot savoir, utilisé comme substantif, doit être précisé (dans un domaine, science etc), il est acquis (par étude ou par expérience) et il est reproductible.

Dans le champ de l'éducation, Brousseau (1998) parle du « savoir comme une connaissance institutionnalisée » en distinguant deux formes (déclarative et procédurale). Pour Chevallard (1991), la connaissance représente un certain rapport cognitif et personnel à un objet.

En résumé, nous pouvons dire que le savoir est lié à une institution, en général il est codifié dans des supports (manuels, dictionnaires etc), alors que la connaissance est interne à un sujet connaissant, elle est différente d'un sujet à un autre. La transformation du savoir d'une institution à une autre, transposition didactique (Chevallard, 1991), permet de distinguer d'une part le savoir savant (Communauté des savants pour une discipline donnée) et le savoir à enseigner (la noosphère) et d'autre part le savoir à enseigner et le savoir effectivement enseigné (la classe comme institution).

¹ Dictionnaire électronique en ligne Le Trésor de la Langue Française Informatisée : <http://atilf.atilf.fr/tlf.htm>

1. 2. 2. Le savoir enseigné en classe

Notre orientation suppose que nous accordions une importance particulière au savoir enseigné. Cette importance se manifeste au cours de l'analyse à différents niveaux et dans les relations qui vont émerger entre les autres types de savoir (à enseigner et acquis). C'est en cela que la reconstruction de ce savoir enseigné par le chercheur revêt une importance, car dans la classe, ce savoir effectivement enseigné (gestuel ou oral) est éphémère.

a) La situation de classe

Si selon l'adage, « ce qui n'est pas enseigné en classe a de fortes chances de ne pas être appris », en revanche, l'affirmation contraire, « ce qui est enseigné est appris », n'est pas toujours vraie.

Nous analysons des données vidéographiques en classe, donc l'influence de l'apprentissage hors classe (Joshua et Félix, 2002) ne peut y prendre une grande place. Elle est cependant partiellement intégrée dans l'étude à travers par exemple l'examen des phases de correction d'activités ou d'exercices réalisées à la maison.

L'obligation de se limiter au savoir en classe découle du fait que cette dernière est, à notre avis, un des lieux privilégiés où le savoir scolaire est proposé aux élèves ; ceux-ci peuvent certes le rencontrer ailleurs (visites de musées, activité culturelle et scientifique, dans les revues de vulgarisation), mais ces « situations sont insuffisantes pour l'apprentissage conceptuel » (Tiberghien et Buty, 2007).

b) La reconstruction du savoir enseigné par le chercheur

Pour « reconstruire » le savoir effectivement enseigné, comme chercheur, nous reprenons le choix de Tiberghien et al. (2007 a) qui, à la suite de Bange (1992), dans son interprétation de Grice, distingue la signification conventionnelle de la signification en situation.

La « signification en situation » est celle « *qui est impliquée quand on peut dire de quelqu'un qu'en faisant ceci et cela il a voulu dire ceci et cela* » (p. 14). Cette signification est celle qu'on attribue à un acteur donné en situation. La signification conventionnelle du savoir, appelée aussi « signification indépendante du temps », est référencée à une institution. Elle est impliquée quand on dit qu'une phrase ou un mot ou une tournure est accepté et codifié par les membres d'une institution. La signification en situation est impliquée quand les termes, les tournures sont référencés à un individu ou un groupe d'individus. Pour désigner un système en physique on le nomme par exemple par « objet, solide ou système de masse m », ce qui est une signification conventionnelle. Dans une classe pour nommer ce système, le terme « masse m » est employé soit par le professeur soit par les élèves, on est en présence d'un savoir en situation (que l'on peut même appeler signification sociale). Ces deux significations sont construites à partir d'une même situation observée.

Ainsi la signification en situation est celle re-construite avec le point de vue d'un acteur (ou un groupe d'acteurs) de la situation contrairement à la signification conventionnelle qui est associée à une référence autre que la situation elle-même. La signification conventionnelle correspond à la signification « officielle » du point de vue de l'institution (Chevallard, 1991), c'est aussi celle de l'enseignant en tant que représentant officiel du savoir scolaire en classe.

Notre analyse repose sur cette dernière orientation, car c'est la classe, considérée comme institution, que nous suivons et non un acteur. « La classe est vue ici comme un groupe constitué d'élèves et du professeur, ce dernier assumant

la responsabilité d'enseigner afin que ses élèves acquièrent ce qui est demandé par la société via le curriculum et plus largement les instructions officielles » (Seck et Tiberghien, 2009, p.2)

Nous nous intéressons donc à la reconstruction du savoir enseigné à partir de l'analyse des données issues de la pratique de la classe, ce qui se traduira par une focalisation sur le fonctionnement du savoir en question : le savoir physique.

I. 2. 3. Savoir et mode de fonctionnement de la physique

Tout savoir a ses propres critères de fonctionnement que l'ensemble de la communauté qui s'y identifie utilise pour son mode de communication. En accord avec de nombreux physiciens, épistémologues et didacticiens, nous considérons que la modélisation est un processus essentiel du fonctionnement de la physique.

a) Savoir et modélisation

Ces critères de fonctionnement constituent pour nous des indices pour toute forme de modélisation qui est étudiée par des épistémologues (Bunge, 1975 ; Wallisser, 1977 ; Bachelard, 1979) et des didacticiens (Méheut et al, 1994 ; Tiberghien, 1994-2005).

Nous considérons d'une manière générale, au-delà du savoir physique, que la modélisation est un fonctionnement essentiel de tout savoir relatif au monde matériel. Quand un individu explique, décrit, interprète et prédit une situation matérielle, il est dans l'activité de modélisation. La référence à ce processus de modélisation permet d'analyser à la fois le savoir enseigné en physique et le comportement relatif au savoir des élèves en classe de physique (Tiberghien et Vince, 2005).

La description ou l'interprétation d'un phénomène en physique nécessite un modèle qui, en général, dépend d'une théorie physique (Bunge, 1975). Le modèle est donc l'intermédiaire entre ce qui est observable (les objets et les événements) et la théorie que l'on convoque pour donner une interprétation ou une prédiction. Des didacticiens ont utilisé différents modèles pour expliquer des phénomènes que les sujets (élèves ou étudiants) ne peuvent pas appréhender dans le savoir scolaire : le modèle particulière des gaz (Méheut et al., 1994), la chaîne énergétique (Tiberghien, 1994-2005) etc.

b) La reconstruction du savoir « physique » enseigné dans des classes de premières scientifiques.

Le discours en classe est oral et gestuel, il est aussi éphémère. Dans sa reconstruction, pour rendre compte du savoir mis en jeu, le chercheur peut décomposer ce discours en blocs homogènes. Dans ce sens nous utilisons quatre formes de blocs, la première appelée thème (et sous thème), le second bloc, « type d'action conjointe » et les deux derniers sont basés sur l'utilisation de registres sémiotiques et l'approche par les deux mondes (cf ci-dessus).

i) Découpage du savoir en thèmes et sous-thèmes

Pour suivre chronologiquement le savoir mis en jeu dans cette séquence d'enseignement, nous utilisons le découpage thématique. Nous définissons le thème, en référence à Tiberghien (2007 a) comme un ensemble cohérent de savoirs mis en jeu dans la classe, il a en général une introduction et une clôture. Chaque thème délimité, analysé systématiquement (observation de la vidéo et étude de la transcription), est identifié par un titre qui permet de suivre les différents savoirs mis en jeu. Ces thèmes contiennent des savoirs qui parfois peuvent ne pas relever du contenu disciplinaire, par exemple la gestion du travail,

de la classe. Il y a une influence de ces différents savoirs, nous les prenons en compte dans un thème donné. En revanche, pour nous centrer seulement sur le savoir disciplinaire mis en jeu, nous avons utilisé le découpage en sous-thèmes en le définissant comme un ensemble cohérent plus spécifique du savoir en jeu dans un thème donné.

ii) Structuration des sous-thèmes en types d'actions conjointes.

Un sous-thème peut être composé d'un ou plusieurs élément(s) de savoir. Par exemple on peut retrouver dans un sous-thème l'étude de la notion de système (délimitation de ce qui lui est intérieur ou ce qui lui est extérieur) et des caractéristiques d'un système isolé du point de vue énergétique qui constituent deux éléments de savoirs différents. Ces éléments de savoir peuvent se répéter dans d'autres sous-thèmes avec des conditions différentes par exemple le champ d'application peut être différent, dans ce cas nous maintenons la même appellation. Chaque élément de savoir peut être mis en jeu par différents acteurs, ce que nous appelons le type d'interlocuteur : professeur et toute la classe (Pr-CI), professeur et un groupe d'élèves (Pr-Gr) ou professeur et un élève seul (Pr-E). L'interaction, autour du savoir, peut être publique dans le cas où l'enseignant s'adresse à toute la classe (Pr-CI) ou privée dans le cas où il ne s'adresse qu'à une partie de la classe (Pr-Gr ou Pr-E), les autres élèves étant occupés à faire autre chose. La combinaison de l'élément de savoir et du type d'interlocuteurs nous permet d'identifier différents blocs que nous appelons « type d'action conjointe : T.A.C ».

iii) Structuration des sous-thèmes selon les registres sémiotiques ou l'approche par les deux mondes

Le thème renferme donc un ensemble de savoirs plus ou moins homogène. La délimitation de chacun des savoirs spécifiques composant le thème nous permet de définir le sous-thème. Et chaque sous-thème renferme un certains nombres de T. A. C. L'élément de savoir que les interlocuteurs abordent dans chaque T. A. C peut être interprété par le chercheur sous deux angles : celui des registres sémiotiques ou celui de l'approche par les deux mondes.

Les registres sémiotiques (Duval 1995) permettent de représenter différemment un élément de savoir, chaque représentation apportant des informations spécifiques. Elle donne lieu à plusieurs activités cognitives de l'apprenant. Ces représentations sont non seulement indispensables à des fins de communication mais aussi sont nécessaires au développement de l'activité mentale du physicien, du professeur et de l'élève. Le passage d'un système de représentation sémiotique à un autre (qui est aussi un indicateur pour l'enseignement et l'apprentissage) au cours de la négociation du savoir en jeu dans la classe n'est pas évident pour la plupart des élèves ; il leur est difficile de changer de forme de représentation. Trois registres sémiotiques retiennent notre attention durant cette étude :

- la langue naturelle : le langage utilisé par l'enseignant ou par l'élève.
- la représentation symbolique : formules mathématiques ou équations et applications numériques.
- la représentation iconique : dessins, schémas, graphes, etc.

L'activité de modélisation des phénomènes physiques (Tiberghien et al. 1994-2005) met en relation deux mondes : celui des objets et des événements (MOE, aspects observables du monde matériel) et celui de la théorie et des modèles (MTM, éléments théoriques : principes, loi, théorèmes, paramètres, quantités, etc). Les éléments de savoirs qu'utilisent les interlocuteurs, dans les différents mondes,

peuvent très bien être des savoirs scientifiques ou des savoirs provenant de leur vie quotidienne. La représentation du savoir selon l'approche par les deux mondes permet au chercheur de reconstruire le discours en adoptant le modèle explicatif que les physiciens utilisent dans leurs description , interprétation (prédiction) des phénomènes physiques. Nous pensons que c'est dans le monde de la théorie et des modèles (MTM) que l'on retrouve la plupart des contributions des disciplines comme les Mathématiques. L'intérêt de cette approche est qu'elle permettrait à l'enseignant de mieux faire comprendre, à ses élèves, le fonctionnement de la physique et de pouvoir interpréter (ou prédire) avec eux les phénomènes physiques. Car c'est dans ces interprétations et prédictions qu'ils pourront faire appel à d'autres disciplines scolaires.

c) L'enseignement de l'énergie en classe de première scientifique

L'énergie étant un concept multiforme, elle est étudiée en physique, dans les deux pays où nous suivons les deux classes en première, dans les lycées. Le fil conducteur de l'étude de ce concept, avec des progressions différentes selon le programme du pays, est le suivant :

i) les modes de transferts d'énergie sont étudiés en premier lieu : transfert par travail (mécanique ou électrique), transfert par rayonnement et transfert thermique (chaleur).

ii) en deuxième lieu, ces programmes s'intéressent à certaines formes d'énergie stockées par un système du point de vue énergétique (énergie cinétique et énergie potentielle).

iii) les transformations d'énergie qui se font au sein d'un système isolé du point de vue énergie sont ensuite étudiées en troisième position (transformation d'énergie cinétique en énergie potentielle ou inversement).

iv) ces différentes études permettront d'étudier la conservation ou la non conservation de l'énergie stockée par un système (isolé ou non).

La reconstruction de cette progression, au cours de sa mise en œuvre dans chacun des deux pays, s'appuie donc sur le découpage de chaque séance en thèmes et sous-thèmes. Ensuite l'utilisation des registres sémiotiques ou de l'approche par les deux mondes, dans les différents « types d'action conjointes », permet au chercheur d'identifier, dans chaque sous-thème, l'apport des disciplines scolaires comme les Mathématiques, le Français etc.

I. 3. Question de recherche

Ce savoir, énergie, enseigné dans les deux pays de façon différente nous sert de prétexte pour l'analyse de la pratique de classe en nous focalisant sur le processus de modélisation et l'utilisation des registres sémiotiques. Ainsi la question que l'on se pose est la suivante.

La mise en relation de registres sémiotiques, à travers le processus de modélisation selon les deux catégories de mondes dans l'enseignement/apprentissage de l'énergie en classe de première scientifique, est-elle fonction des disciplines scolaires comme les Mathématiques, le Français, la Technologie ou les Sciences de la vie ou de la Terre (SVT) ?

En d'autres termes les différents registres sémiotiques utilisés dans l'enseignement de l'énergie dans les deux classes de première scientifique :

(1) sont-ils fonction, du point de vue du processus de modélisation, de l'une des catégories suivantes : monde des objets/événements, monde de la théorie/modèles ou de la relation entre ces deux mondes ?

(2) sont-ils spécifiques à une des disciplines scolaires suivantes : Mathématiques,

II. Méthodologie

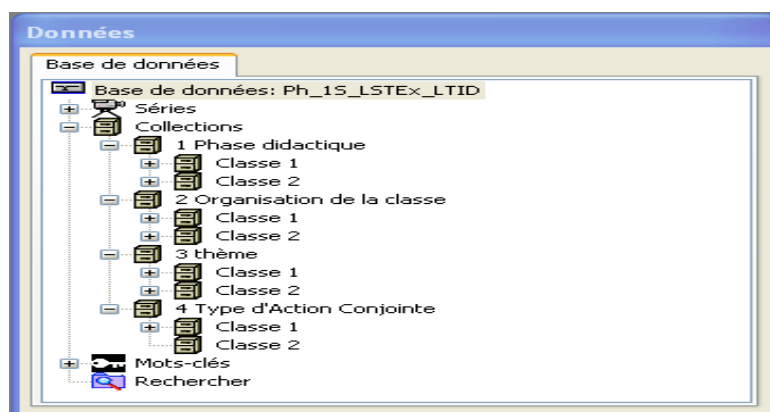
Pour reconstruire le savoir, nous avons d'abord filmé une classe de première scientifique dans chaque pays : une, dans un lycée de la ville de Lyon (Classe 1) en France et une, dans la ville de Dakar (Classe 2) au Sénégal. Deux caméras sont utilisées dans chacune de ces deux classes, une centrée sur le professeur et l'autre sur les élèves (s'il s'agit de cours théoriques) ou sur un binôme (s'il s'agit de travaux pratiques). Tout l'enseignement de l'énergie est filmé, ce qui nous donne : 8 heures 30 minutes de films par caméra dans la classe 1 pendant 7 séances dont les durées officielles varient entre 1 heure et 1 heure 30 minutes et 10 heures de films par caméra dans la classe 2 pendant 8 séances de durées officielles 1 heure ou 2 heures (Seck, 2007).

Le volume important d'heures d'enregistrement nous conduit à utiliser le logiciel Transana pour le traitement et l'analyse du discours en classe. L'intérêt de l'utilisation de ce logiciel réside dans ces différentes fonctionnalités : transcription, découpages temporels suivant des niveaux de granularités différents, extraction de clips pour une analyse plus fine et indexation de ces clips par des mots clés etc.

Les films de la caméra professeur sont entièrement transcrits et au besoin nous avons utilisé ceux de la caméra élèves en cas de déféctuosité (bruits de fond, inaudible etc).

Pour suivre chronologiquement la progression du savoir, nous avons découpé chaque séance en thèmes puis en sous-thèmes. Les thèmes sont numérotés de 1 à N pour chaque classe. Un sous-thème i abordé dans un thème I peut revenir dans un autre thème I+J. Pour repérer chronologiquement les sous-thèmes nous avons aussi adopté une numérotation continue et à chaque fois qu'un sous-thème i revient nous lui adjoignons le même numéro. Ainsi nous avons dans chaque classe, en plus du nombre de thèmes N, le nombre de sous-thèmes n qui nous donne une indication sur la structuration des différents savoirs spécifiques. Ensuite chaque sous-thème est découpé en type d'actions conjointes (T. A. C) et numéroté de façon continue. Ce qui nous donne une indication sur la granularité du savoir enseigné. Les différents clips sont rangés dans des collections (de thème, sous-thème et de T. A. C). Le graphique 1 ci-dessous visualise ces différentes collections. Ce graphique montre une façon de structurer les différentes collections qui contiennent les clips, par exemple « 3 thème » et « 4 Type d'action conjointe » qui intéressent cette communication.

Graphique 1. Structuration de la base de données dans Transana



Dans chaque clip d'action conjointe nous repérons maintenant (avec les balises temporelles du logiciel Transana) les différents registres sémiotiques et les éléments de savoirs qui nous permettent d'identifier les catégories de monde (MOE et MTM). Il s'agit d'énoncés dont la durée est environ quelques secondes ou à la limite une minute. Ces énoncés sont aussi classés selon qu'ils appartiennent à une des disciplines scolaires ciblées : la Technologie, les Mathématiques, le Français et les Sciences de la Vie et de la Terre. Ce qui nous permet de donner des indications sur le rôle que chacune de ces disciplines scolaires entretient avec la physique à propos de l'enseignement de l'énergie en classe de première scientifique. Dans les lignes qui suivent, nous donnons quelques résultats en guise d'illustration de cette méthode.

III. Résultats obtenus

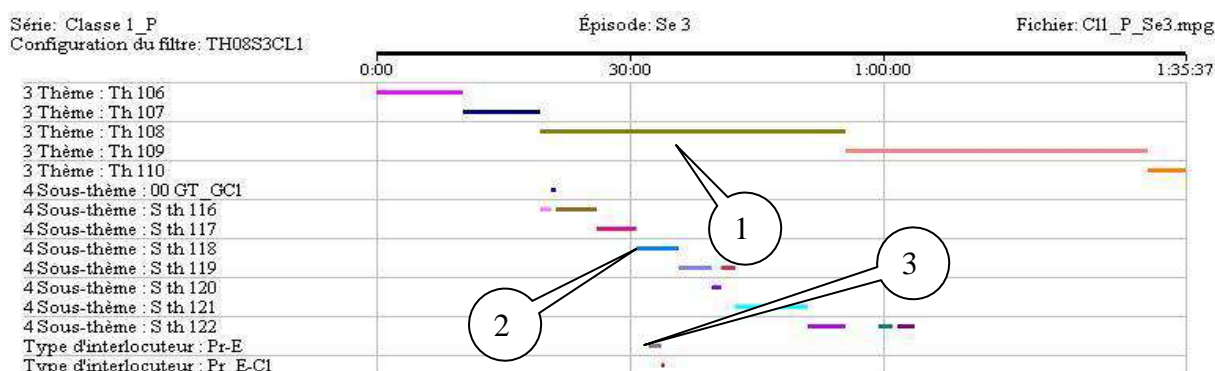
Les résultats que nous donnons dans cette première partie constituent une illustration de la méthodologie que nous avons adoptée. Pour répondre aux questions que nous nous sommes posées, nous nous sommes limité (pour des raisons d'espace) à l'utilisation des interactions publiques (enseignant face aux élèves ou un élève au tableau (aidé par l'enseignant) face aux autres élèves).

III. 1. Illustration de la méthode de classification des différents registres

Le graphique 2 montre la reconstruction des savoirs mis en jeu dans une séance (n° 3) de la classe 1. La chronologie du savoir abordé est visualisée par la succession des différents thèmes. Le thème 08 (légende 1) permet à l'enseignante d'introduire l'influence de l'une des caractéristiques (norme ou valeur) des deux vecteurs (force et déplacement) dans l'expression mathématique du travail d'une force en déplacement.

Le sous-thème 18 (légende 2) permet aux élèves, en privé, de décrire l'expérience en vue de saisir l'influence de la distance quand la valeur de la force de lancer est supposée constante. La légende 3 est un clip T. A. C où un élève, aidé par l'enseignante, tente de découvrir cette influence dans l'action de lancer et de réception. L'encadré 1 est une transcription donnée grâce au logiciel Transana.

Graphique 2. Visualisation des différents découpages avec le logiciel Transana



Encadré 1. Transcription des interactions conjointes entre un élève et l'enseignante autour d'un élément de savoir : distance de lancer

(Début à 0:32:06.2) (Pr-E)

167. P (...) E_ Même opération on lève les bras plus rapidement même opération on lève encore plus rapidement/ Même opération on lève les bras toujours plus rapidement/ C'est ça c'est/
 168. P_ (debout près de l'élève) Oui Heu mum/ On peut affiner encore/ Maintenant vous avez fait peut être / Vous avez peut être remarqué que qu'une seule chose/ Mais on les lève plus rapidement/ Mais est ce que/ Quand vous parlez de lever les bras c'est jusqu'où/ Comment vous levez les bras/
 169. E_ Oui c'est ça je lève les bras/ (il répète l'expérience)/ C'est raté/
 170. P_ Mais si tu veux les lever moins ça marche ou pas/ Si je te demande de les lever moins/ Mais en lançant ?aussi haut/
 171. E_ En lançant ?aussi haut mais non justement/
 172. P. (Rires)/
 172. E_(Refait l'expérience)/
 173. P_ Oui/ Bien t'as réussi là/
 174. E_ Mais non parce que/ Non parce que j'ai poussé avec mes doigts là/ (rires)/ Parce que c'est tricher/
 175. P_ Ah mais vous avez le droit de pousser avec les doigts hein/ C'est pas interdit hein
 176. E_ Mais avec les doigts c'est que/ C'est juste on va dire...(il se retourne pour mieux reprendre l'expérience)/
 177. P_ Disons/ vous pouvez/ Y a différentes façons de lancer haut/ On n'est pas obligé de lancer obligatoirement plus vite quand tu peux faire varier.../
 178. E_ Pour moi ça dépend uniquement de la vitesse et de la hauteur à laquelle on lève les bras hein/ Enfin de la vitesse/
 179. P_ Ah là t'as introduit quelque chose de nouveau la hauteur à laquelle on lève les bras/
 180. E_ Moi j'ai mis la vitesse là dedans/ On lève les bras plus rapidement /
 181. P_ Oui tu vois là hum/ Pardon/ Tu viens de me parler de hauteur /(0:33:40.5) (Pr-CI) (L'enseignante, debout près de l'élève, s'adresse maintenant à toute la classe (...))

Du point de vue mathématique, le travail d'une force en déplacement est donné par la formule $W(\mathbf{F}^2) = \mathbf{F} \cdot \mathbf{AB}$ ou $W(\mathbf{F}) = F \cdot AB \cdot \cos \alpha$ (avec α , angle entre les vecteurs \mathbf{F} et \mathbf{AB}). L'encadré 1 met en œuvre l'influence de la distance AB si F et $\cos \alpha$ sont des valeurs constantes. Nous voyons que dans cet enseignement privé, le registre langage de la vie quotidienne est uniquement utilisé par les deux acteurs. Du point de vue de la modélisation, nous sommes dans la catégorie du monde des objets (le médecine-ball qui est manipulé) et événements (des lancer et des réceptions). C'est cette méthode qui nous permet de classer, dans les différents T. A. C, les différents registres selon les deux mondes.

Comme nous l'avons dit, pour des raisons d'espace nous donnons dans les lignes qui suivent seulement la partie concernant les interactions publiques.

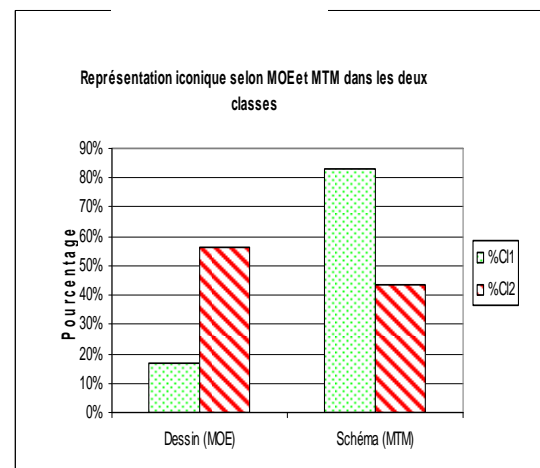
III. 2. Résultats de l'analyse du savoir dans les interactions publiques

Le tableau 1 et le graphique 3 donnent les résultats issus de l'analyse du savoir dans les interactions publiques dans les deux classes. Les énoncés qui permettent de classer les différents registres sont de 1245 en cl₁ et 2034 en cl₂. Les représentations iconiques recensées sont 48 pour cl₂ et 11 pour cl₁.

Tableau 1. Registre sémiotique (langue naturelle et représentation symbolique) selon les deux mondes et par classe

Type de registre	%Cl1	%Cl2
MOE termes vie quotidienne	21,2%	13,7%
MTM termes physiques déjà enseignés	25,6%	35,6%
MTM termes vie quotidienne	1,6%	0,6%
MTM termes réf Energie	44,1%	39,2%
MTM Formule	5,4%	7,9%
MTM Application numérique	1,5%	2,5%
Autres	0,5%	0,5%
Total	99,9%	100,0%

Graphique 3



Le tableau 1 montre que les termes utilisés, les formules et applications numériques sont classés dans la catégorie du monde de la théorie et des modèles (MTM), ils prennent dans les deux classes plus de 80% des registres. Ce résultat explique le caractère abstrait que les enseignants en physique donnent à ce concept. Les représentations iconiques (graphique 3) qui accompagnent ces registres sont différemment utilisées par les deux classes suivant les deux mondes. Le tableau 1 nous a suscité de nous intéresser aux trois pourcentages les plus élevés pour avoir une idée sur les disciplines contributives à l'enseignement de l'énergie dans les deux classes.

III. 3. Rôle des autres disciplines scolaires dans la construction du savoir « énergie » en classe de physique

Nous nous sommes intéressé aux clips T. A. C. qui contiennent des registres avec au moins un pourcentage de 10%, ce qui nous limitera à trois types de registres : « MOE termes utilisés dans la vie quotidienne », « MTM termes physiques déjà enseignés » et « MTM termes faisant référence à l'énergie ».

L'observation de ces différents clips T. A. C. a permis de montrer que les registres « dessin » accompagnent les registres « MOE faisant référence au langage de la vie de tous les jours ». Et du point de vue des disciplines contributives, ce sont les disciplines comme la technologie ou le Français qui sont les plus privilégiées. Des petits appareils comme moteurs électriques, des poulies sont utilisées ou dessinées au tableau. Les événements accompagnant ces objets sont observés puis explicités, d'où l'intervention de la discipline « Français » pour clarifier les termes comme observation, explication et description en physique.

C'est dans le monde de la théorie et des modèles (MTM) que la discipline Mathématique est plus présente. C'est surtout dans l'utilisation des « termes physiques déjà enseignés » et ceux « faisant référence à l'énergie » que l'on retrouve cette discipline : le produit scalaire de deux vecteurs (force et distance), les notions de direction, de sens d'un vecteur ou d'angle. Ces registres occupent respectivement 60% et 80%, de l'ensemble des registres classés dans la catégorie « MTM physique déjà enseigné », pour les classes 1 et 2. Dans cette catégorie les autres disciplines sont pratiquement inexistantes du point de vue de l'enseignement. Dans la catégorie « MTM faisant référence à l'énergie », la discipline Mathématique occupe 20% des registres là où la technologie est pratiquement absente et la SVT faiblement représentée (moins de 5% dans les deux classes) : cette dernière est vue dans le cadre du transfert par rayonnement. La répartition des disciplines contributives en fonction des registres est donnée par le tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2. Affectation des registres selon les deux mondes et selon les disciplines scolaires contributives

Mondes	Registre		Disciplines qui y contribuent
	Langue naturelle	Symbolique et iconique	
MOE	Termes faisant référence à la vie quotidienne	Dessin	Technologie (Français)
MTM	Termes utilisés en physique et qui sont déjà enseignés dans les classes antérieures	Schéma Formule mathématique Autres	Mathématiques
	Termes physiques faisant référence au concept d'énergie		Français et SVT

L'observation de ces différents clips nous permis donc de classer ces différentes disciplines selon leur utilisation dans l'enseignement de l'énergie, ainsi :

- la technologie est présente dans la catégorie du monde des objets et événements (MOE) de même que le Français. Ces derniers interviennent dans l'enseignement du fonctionnement de la physique.
- les mathématiques, les SVT et le Français se retrouvent dans l'utilisation des registres sémiotiques qui sont classés dans le monde de la théorie et des modèles (MTM). Ces disciplines scolaires donnent des outils nécessaires à l'interprétation de certains événements en physique.
- Les mathématiques interviennent dans la construction des savoirs comme le « mode de transfert par travail » et la « conservation ou non conservation de l'énergie d'un système » par l'intermédiaire des concepts de « produit scalaire », de « vecteur », « d'angle entre deux vecteurs » etc
- Les SVT interviennent dans la construction du savoir « transfert par rayonnement » à travers l'explicitation de la photosynthèse et à travers l'utilisation d'autres unités d'énergie, la calorie.
- Le Français intervient de nouveau dans l'explicitation du fonctionnement de la physique avec les termes comme « interprétation », « prévision » des événements en physique.

Les Mathématiques contribuent en fournissant des outils nécessaires à l'interprétation des phénomènes physiques, la SVT dans des explications par analogie dans le transfert par mode rayonnement. La technologie intervient dans l'utilisation des objets ou l'explication de certains phénomènes physiques (schéma ou petits appareils).

Conclusion

Nous voyons que la construction des concepts faisant référence à l'énergie (et en général la plupart des concepts physiques) n'interpelle pas seulement le professeur de physique. Ce qui prouve que l'acquisition de connaissances ne se fait pas à travers des disciplines scolaires parcellaires. La discipline scolaire Mathématique fournit la plupart des concepts que l'enseignant de physique et même le physicien utilisent pour trouver les résultats numériques qui lui permettront d'interpréter les événements ou les phénomènes physiques. C'est

pour cela que nous interpellons les acteurs de l'enseignement à une autre forme de collaboration pour l'apprentissage efficace de la physique. Dans les classes de physique, ne faudrait-il pas initier ce que certains appellent un co-enseignement : un professeur de mathématique et un professeur de physique dans une même classe au moment de l'enseignement de notions physiques faisant intervenir des notions mathématiques ? L'expérience a montré que le professeur de physique est obligé de reprendre ces notions au moment où il les aborde en physique. L'orientation de la formation initiale des professeurs doit être axée sur la collaboration : formation de professeurs spécialisés en co-enseignement dans le secondaire et un approfondissement de la formation de professeurs multidisciplinaires à l'image des PCEM³ à la FASTEF⁴.

Bibliographie

BACHELARD, S. (1979). *Quelques aspects historiques des notions de modèle et de justification des modèles*. In P. Delattre & M. Thellier (Eds.), *Elaboration et justification des modèles*. Application en biologie. (Vol. 1, pp. 3-19). Paris: Maloine S.A.

BANGE, P. (1992). *Analyse conversationnelle et théorie de l'action*. Paris: Hatier et Didier.

Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble: La pensée sauvage.

BUNGE, M. (1975). *Philosophie de la physique*. Edition du Seuil. Traduction de Bunge, M (1973). *Philosophy of physics*. D. Reidel Publishing Company. Dordrecht. Holland.

CHEVALLARD, Y. (1991). *La transposition didactique* (2ème ed.). Grenoble: La Pensée Sauvage.

DEVELAY, M. (Ed). (1995). Le sens d'une réflexion épistémologique. In *Savoir scolaire et didactiques des disciplines*. Une encyclopédie pour aujourd'hui (pp.17-31). ESF éditeur : Paris.

DUVAL, R. (1995). *Sémiosis et pensée humaine, registres sémiotiques et apprentissage intellectuels* [Semiosis and human thought, semiotic registers and intellectual learning]. Berne : Peter Lang.

DYKSTRA, D. I. (1992). Studying conceptual change: Constructing new understandings. In R. Duit & F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: Theoretical issues and empirical studies*. Proceedings of an international workshop (pp. 40-58). Kiel: Institut für Die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN).

JOHSUA, S., & FELIX, C. (2002). Le travail des élèves à la maison : une analyse didactique en termes de milieu pour l'étude. *Revue Française de Pédagogie*, 141, 89-97.

MALKOUN, L. (2007). *De la caractérisation des pratiques de classes de physique à leur relation aux performances des élèves: étude de cas en France et au Liban*. Doctorat, Université Lyon 2 / Université libanaise, Lyon/Beyrouth.

³ Professeur de Collège d'Enseignement Moyen (deux disciplines)

⁴ Faculté des Sciences et Technologies de l'Éducation et de la Formation/ Université Cheikh Anta Diop (Dakar).

MEHEUT, M., CHOMAT, A. & LARCHER, C. (1994). Construction d'un modèle cinétique de gaz par des élèves de collège : jeux de questionnement et de simulation. *Actes du quatrième séminaire national de la recherche en didactique des sciences physiques*, IUFM de Picardie : Amiens.

SECK, M. (2007). *Comparaison des pratiques de classes dans le cas de l'énergie en première scientifique (grade 11). Analyse à l'aide du logiciel Transana*. Unpublished Doctorat, Université Lyon 2, Lyon.

SECK, M. (2008). Analyse de la « vie » du savoir en classe de physique. Cas de l'énergie en 1^{ère} S. *Didaskalia*, n° 33 (à paraître). INRP.

SECK, M. ET TIBERGHIE, A. (2009). Utilisation du logiciel Transana pour analyser les temporalités des pratiques d'enseignement dans deux classes de physiques appartenant à deux pays de cultures différentes. *Actes du premier colloque international de l'association pour des recherches comparatistes en didactique (ARCD)*, Université de Genève.

SENSEVY, G. (2007). Des catégories pour décrire et comprendre l'action didactique. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble : Eléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes (PUR).

TIBERGHIE, A. (1997). Learning and teaching: differentiation and relation. *Research in Science Education*, 27(3), 359-382.

TIBERGHIE, A. (2005). Causalité dans l'apprentissage des sciences. *Intellectica*

TIBERGHIE, A., & BUTY, C. (2007c). Studying science teaching practices in relation to learning. Times scales of teaching phenomena. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *ESERA Selected Contributions book* (pp. 59-75). Berlin: Springer.

TIBERGHIE, A., & VINCE, J. (2005). Étude de l'activité des élèves de lycée en situation d'enseignement de la physique. *Cahiers du Français Contemporain*, ENS Editions, 10 (numéro coordonné par V. Pugibet et N. Gettliffe-Grant.), 153-176.

TIBERGHIE, A., MALKOUN, L., BUTY, C., SOUASSY, N., & MORTIMER, E. (2007 a). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble : Eléments de théorisation de l'action conjointe du professeur et des élèves* (pp. 93-122). Rennes: PUR.

WALLISSER, B. (1977). *Systèmes et modèles. Introduction critiques à l'analyse des systèmes*. Edition Seuil. Paris.

MOUHAMADOUNE SECK

Faculté des sciences et technologies de l'éducation et de la formation (FASTEF)
Université Cheikh Anta DIOP de DAKAR (Sénégal)
Mouhamadoune.Seck@univ-lyon2.fr