

Élaboration d'une méthode d'analyse des discours d'enseignants ; cas de l'énergie

Elaboration of a method to analyse physics teachers' discourse ; case of energy

Abdelkrim EL HAJJAMI

UMR GRIC Équipe COAST,
CNRS, Université Lyon 2, France et
École Normale Supérieure de Fès, Maroc.

Fouad LAHLOU

Faculté des science Dhar Mehrez
Fès, Maroc et
ICTP, Trieste, Italie.

Salah BENYAMNA

Professeur de l'enseignement supérieur
Ministère de l'Éducation Nationale
Rabat, Maroc.

Andrée TIBERGHEN

UMR GRIC, Equipe COAST,
CNRS, Université Lyon 2, France.

Résumé

Cet article présente une méthode d'analyse du discours de l'enseignant en classe de physique. Cette méthode prend en compte trois dimensions : les niveaux de connaissances physiques, les démarches d'introduction de ces connaissances et le discours d'accompagnement. Pour chaque dimension plusieurs catégories ont été définies. Cette méthode est mise en oeuvre dans le cas d'un enseignement de l'énergie en 1^{ère} S pour les discours de deux enseignants qui ont préparé en commun différentes séquences : sources d'énergie, énergie cinétique, énergie potentielle et rendement énergétique. Les résultats montrent que la méthode élaborée permet de différencier les discours de deux enseignants sur le même thème de physique ainsi que les discours du même enseignant sur des thèmes différents. Une telle analyse constitue une étape importante pour développer des recherches sur les liens entre la pratique de l'enseignant d'une part et son épistémologie relative à la physique d'autre part, ainsi que ses représentations de l'apprentissage.

Mots clés : énergie, modélisation en physique, discours de l'enseignant, enseignement de la physique, démarche d'enseignement.

Abstract

This paper presents a method of analysing the teacher's discourse in physics classrooms. This method takes the following dimensions into account: levels of physics knowledge (theory, model, experimental field), the ways of introducing pieces of knowledge and the accompanying discourse (labelling, explicit rules of the contract...) This method is used in the case of specific course on energy in 1^{ère} S (16-17 year old) for two teachers' discourses who prepared the following teaching sequences together : sources of energy, kinetic energy, potential energy, energy efficiency. The results show that the elaborated method allows differentiation of teachers' discourse in two cases : firstly, when different subjects are taught by a given teacher and secondly, when the same subject is taught by different teachers. Such an analysis is an important step to develop research on the relations between, on one hand, the teachers' practice in the classroom and on the other hand his/her epistemology of physics and of learning.

Key words : energy, physics modeling, teacher's discourse, physics teaching, teaching strategy.

Resumen

Este artículo presenta un método de análisis del discurso del profesor en clase de física. Este método toma en cuenta tres dimensiones : los niveles de conocimientos físicos, los procedimientos de introducción de estos conocimientos y el discurso de acompañamiento. Para cada dimensión varias categorías fueron definidas. Este método fue puesto en práctica en el caso de la enseñanza de la energía en el primer año científico del liceo francés, específicamente considerando el discurso de dos

profesores que prepararon en común las mismas secuencias : fuentes de energía, energía cinética, energía potencial y rendimiento energético. Los resultados muestran que el método elaborado permite diferenciar los discursos de dos profesores sobre el mismo tema de física, así como los discursos de un mismo profesor sobre temas diferentes. Este tipo de análisis constituye una etapa importante para desarrollar investigaciones sobre los lazos entre la parte práctica de la enseñanza y por otra parte su epistemología relativa a la física, así como las representaciones del aprendizaje.

Palabras claves : *energía, modelización en física, discurso del enseñante, enseñanza de la física.*

1. INTRODUCTION

Cet article a pour objectif de présenter une méthode d'analyse du discours de l'enseignant de physique dans sa classe, c'est-à-dire de ce qu'il dit quand il « fait cours ». Cette étude a été menée dans le cadre de l'enseignement de l'énergie en 1^{ère} S.

Des recherches sur le fonctionnement des enseignants se sont développées ces dernières années en didactique des sciences. Une grande majorité est centrée sur les représentations des enseignants concernant leur discipline ou l'apprentissage. Guilbert & Meloche (1993) ont montré que ces représentations sont en majorité à tendance constructiviste lorsqu'il s'agit du contexte de la mise en oeuvre de la science (aspect social), et sont plutôt empiristes quand elles s'expriment sur la nature, les méthodes et les finalités de cette dernière. Robardet (1995) a modélisé les représentations des enseignants en « naturalistes » lorsqu'elles sont proches de la vision empiriste, et « antinaturalistes » lorsqu'elles sont de tendance constructiviste. Brickhouse (1990) a examiné l'articulation entre l'activité des enseignants en classe et leurs idées sur la science. Afin d'orienter les enseignants vers une vision plus constructiviste de la science, Desautels & Larochelle (1994) ont élaboré une stratégie de formation de futurs enseignants, en prenant entre autres, l'approche « science-technologie-société » et l'histoire des sciences.

Bien que la tendance répandue dans ces recherches soit de considérer que les représentations des enseignants influent sur leurs pratiques, peu d'entre elles ont abordé une analyse des discours en classe afin de mettre en relief les aspects qui peuvent être reliés à ces représentations (Gunstone & White, 1998). L'analyse des discours des enseignants est une étape indispensable pour étudier ensuite les relations entre représentations et pratiques. Dans cet article, une méthode d'analyse des discours des enseignants de physique au niveau des lycées est

présentée, afin de discriminer le discours de différents enseignants traitant de mêmes contenus ou d'un même enseignant pour des contenus différents. Pour cela nous avons choisi trois dimensions appelées niveaux de connaissances, démarches d'introduction des connaissances, discours d'accompagnement. Nous avons cherché à mettre à l'épreuve cette méthode dans le cas de l'enseignement de l'énergie en 1^{ère} S. Il s'agit ici d'une première étape de la recherche sur le fonctionnement des enseignants dans la mesure où notre analyse est descriptive.

2. CADRE THÉORIQUE

L'approche théorique présentée vise à analyser plusieurs dimensions du discours d'un enseignant de physique en classe (niveau lycée). Ces dimensions doivent permettre de discriminer le discours de différents enseignants traitant de mêmes contenus ou d'un même enseignant pour des contenus différents. Deux de ces dimensions concernent les connaissances, l'une appelée « niveau de connaissances en physique » fait appel à la modélisation, l'autre spécifie les démarches d'introduction des connaissances. Une troisième dimension concerne les parties du discours qui ne relèvent pas strictement de la physique (injonctions, questions, consignes, etc.) ; nous l'appellerons discours d'accompagnement (Jossé & Robert, 1993).

2.1. Niveaux de connaissances

L'enseignant cherche à transmettre des connaissances qui relèvent de la physique. Pour analyser ces connaissances, une référence est nécessaire et plusieurs choix sont possibles : par exemple un contenu qui relève de la physique de la recherche (savoir savant), il s'agit alors d'en expliciter l'écart avec la physique enseignée, incluse dans le discours de l'enseignant. Un autre choix, compatible avec une démarche de modélisation conduit à distinguer des niveaux de connaissances relatifs aux concepts d'une part (théorie, modèle) et aux objets et événements d'autre part (champ expérimental) (Walliser, 1977 ; Tiberghien, 1994). Ce choix d'analyse des connaissances enseignées a été fait à partir de points de vue sur la physique et sur son apprentissage par des élèves de lycée. Les connaissances peuvent mettre en jeu des éléments de théories ou de modèles physiques ou des aspects relatifs aux objets et événements observables. Le choix de cette catégorisation provient en particulier du fait qu'une des difficultés importantes de l'apprentissage de la physique à ce niveau d'enseignement porte sur la mise en oeuvre par les élèves des

concepts de la physique pour interpréter ou prévoir des événements observables.

Il faut noter que le mot « niveau », contrairement à son sens habituel, n'implique pas ici une idée de hiérarchie. Tiberghien (1994) propose un schéma de ces niveaux et de leurs articulations dans l'activité de la modélisation dans l'enseignement et l'apprentissage de la physique (figure 1).

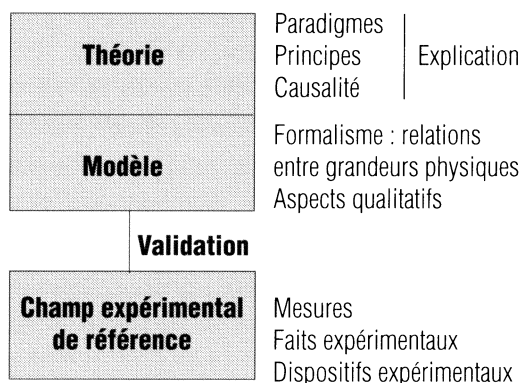


Figure 1 : **Articulation des connaissances : théorie, modèle, champ expérimental (Tiberghien, 1994)**

Le rôle de ces niveaux dans une activité de modélisation est le suivant.

Théorie : la théorie est une construction humaine pour rendre intelligibles les objets et les événements observés. Dans le cas de la physique, cette intelligibilité se fait à partir de paradigmes, de principes et de lois valides sur un large champ expérimental dont fait partie l'expérience ou l'ensemble d'expériences qui sont l'objet de la modélisation (par exemple, le principe de conservation de l'énergie, un des aspects de la théorie, est un principe universel qui est admis dans les différentes branches de la physique).

Modèle : les différents aspects du modèle peuvent être résumés en reprenant les notions de systèmes de signes consistant dans des figures, des graphiques, des symboles mathématiques ou plus simplement des propositions formées avec des mots, systèmes qui seront alors censés représenter la situation (Halbwachs, 1974). Comme le suggère Halbwachs à un tel système de signes, nous donnerons le nom de « modèle » et nous poserons la définition : « connaître une situation, c'est la représenter par un modèle ».

Ici le modèle représente la situation expérimentale, il ne peut exister sans elle. Notons que le modèle relève du domaine du théorique, où une représentation d'une situation réelle est construite dans les termes de la théorie. Ainsi plutôt qu'une distinction nette entre théorie et modèle, nous considérons qu'il y a un continuum.

Champ expérimental : il concerne les situations physiques naturelles ou des situations expérimentales construites relevant du domaine de validité de la théorie choisie. Les relations entre le modèle et la situation physique de référence sont complexes (Halbwachs, 1974 ; Tiberghien & Megalakaki, 1995), les structures internes de ces deux niveaux ne pouvant être systématiquement mises en correspondance terme à terme.

L'articulation de ces différents niveaux dans l'enseignement et plus spécifiquement dans le discours de l'enseignant, lorsqu'il introduit les connaissances, s'effectue (Johsua, 1993) :

– soit en présentant d'emblée le modèle. L'expérience est utilisée alors pour renforcer ce dernier quand il est admis ou le confirmer quand il est mis en doute par les élèves ;

– soit en utilisant en premier lieu l'expérience qui permet la monstration des phénomènes ou la transmission du modèle.

2.2. Les démarches d'introduction des connaissances

Cette dimension concerne l'aspect du discours qui est relatif aux démarches introductives des connaissances physiques, qui peuvent être induites, déduites, décrites ou imposées.

A. Weil-Barais (1993) définit le raisonnement inductif dans le cadre d'une analyse du raisonnement expérimental qui comporte trois aspects : l'énoncé des hypothèses, la recherche des informations, le traitement des informations.

Elle explicite l'induction dans la partie de l'analyse qui concerne le traitement des informations : « *Celui-ci repose sur les comparaisons qui sont faites des données correspondant aux conditions considérées. Ce traitement fait appel à des règles d'inférence ; celles-ci dépendent des informations recueillies et des présupposés retenus sur la nature des phénomènes ; c'est ce qu'on entend par induction* » (Weil-Barais, 1993, p. 495).

Pour la déduction, le sens utilisé est celui du dictionnaire « Petit Robert » : « *Procédé de pensée par lequel on conclut des propositions prises pour prémisses, à une proposition qui en résulte, en vertu de règles logiques* ».

Dans les démarches d'introduction, la sous catégorie « description » a été introduite. Elle correspond aux cas où l'enseignant décrit des objets théoriques (modèle, relation entre concepts, méthode de résolution, etc.), ou expérimentaux (constituants d'un dispositif expérimental, faits expérimentaux, etc.), en explicitant leurs différents aspects et les relations éventuelles.

On parlera enfin de l'imposition des connaissances, lorsqu'il s'agit de connaissances communiquées d'emblée, en particulier sans qu'elles soient introduites via une des trois démarches évoquées ci-dessus. Parmi ces connaissances imposées on trouve par exemple les conventions choisies arbitrairement par les physiciens eux-mêmes.

2.3. Le discours d'accompagnement

Le discours de l'enseignant ne se réduit pas strictement à l'exposé de la physique, il inclut des aspects nécessaires à la communication avec le groupe classe et à la gestion de ce groupe. Il peut avoir plusieurs fonctions telles qu'organiser le travail des élèves, attirer leur attention, les aider à comprendre par des répétitions, des rappels, des exemples, ou des injonctions, ou encore donner des règles explicites du contrat, etc.

Pour spécifier ces aspects, divers travaux portant sur les discours des enseignants ont été repris. Tout d'abord, on peut citer les travaux de Sinclair & Coulthard (1975) qui ont analysé les échanges qui se nouent en classe (solicitation, réponse, réaction, etc.) En didactique des sciences, contrairement aux recherches en pédagogie, peu de travaux se sont intéressés à l'analyse du discours de l'enseignant en classe. Nous pouvons citer surtout des travaux en didactique des mathématiques : Laborde (1982) a étudié les différents registres langagiers utilisés par l'enseignant ; Comiti et al. (1994) ont modélisé des connaissances introduites, en classe, par l'enseignant, dans le cas de la racine carrée arithmétique. Une des dimensions de leur analyse porte sur le comportement de l'enseignant face aux interventions des élèves. Celui-ci ne réplique qu'aux interventions qui sont compatibles avec son projet d'action en classe. Jossé & Robert (1993) ont analysé deux discours d'enseignants dans leur introduction de l'homothétie en seconde, en se centrant sur des parties qui ne relèvent pas strictement du domaine disciplinaire enseigné. Ces auteurs l'ont appelé : discours d'accompagnement. Nous avons repris cette notion ; elle constitue une des dimensions de notre analyse.

Nous venons de présenter différentes dimensions d'analyse du contenu d'un discours d'un enseignant : niveaux de connaissances physiques, les démarches d'introduction de celles-ci, et le discours

d'accompagnement. Ces dimensions permettent de poser les questions spécifiques suivantes visant à caractériser les discours des enseignants. À quels niveaux, théorie, modèle, et champ expérimental, un enseignant traitera-t-il les connaissances physiques ? Comment articule-t-il le modèle et l'expérience ? Avec quels types d'argumentations introduit-il les connaissances physiques ? Quelles sont les fonctions attribuées au discours d'accompagnement ?

3. ÉLABORATION D'UNE GRILLE D'ANALYSE

Les trois dimensions présentées dans le cadre théorique constituent pour nous les trois catégories principales de la grille. Les différentes sous-catégories qui leur sont associées sont présentées ci dessous. Le tableau 1 résume cette grille.

3.1. Catégorie I : niveaux de connaissances

Elle comporte cinq sous-catégories représentant les différents niveaux de connaissances.

La théorie (E) : elle regroupe les différents aspects : paradigmes, causalité, principes et lois (par exemple : « *sachant qu'au départ eh bien il y a le fameux principe de conservation de l'énergie* »).

Le modèle (F) : ce niveau est constitué des sous-catégories : relations entre grandeurs physiques (par exemple : « *donc le rendement dans ce cas là va être donné par $-\Delta E_2/\Delta E_1$* », règles du modèle (unités, conventions, etc.), ordres de grandeurs, aspects qualitatifs des grandeurs physiques (« *alors bien sûr plus les pertes sont grandes moins bon est le rendement* »).

La situation physique (G) : cette sous-catégorie représente le champ expérimental de référence. Elle est subdivisée en trois sous-groupes : faits expérimentaux, dispositifs expérimentaux, situation relevant de la nature (par exemple : « *puisque ce qu'on veut c'est que l'objet soit soulevé* »).

L'articulation théorie-modèle-expérience (H) : cette articulation peut se faire par association

– d'un élément de la théorie à un élément du champ expérimental (par exemple : « *le réservoir c'est donc initialement la pile* ») ;

Discours d'accompagnement (DA)	Démarches d'introductions de nouvelles connaissances						Niveaux de connaissances				
	A-Induites	B-Déduites	C-Décrites	D-Imposées	E-Théorie	F-Modèle	G-Situation physique	H-Articulation modèle-expérience	I-Niveau Imprécis		
1-Etiquetage	1-Observation	1-Par calcul	1-Choses (objets/événements)	1-Nomenclature	1-Paradigme	1- Ordres de grandeurs	1-Faits expérimentaux	1-Association (ou appariement) de deux éléments	Mots ou groupes de mots qui peuvent être utilisés en physique ou en langage courant		
2-Paraphrase	2-Expérience	2-Par application de propriétés	2-Modèle	2- Définition	2-Causalité	2-Relations entre grandeurs	2-Dispositifs expérimentaux	2-Association de deux relations			
3-Questionnement	3- Traitement de données	3-Par application de modèle	3-Méthode de calcul	3-Dogme	3-Principe	3-Règles du modèle : Unité, convention	3-Situation relevant de la nature				
4-Référence : Manuel scolaire ou document		4-Par analogie		4-Convention	4-Loi	4-Aspects qualitatifs associés au modèle					
5-Contrat didactique		5-Autres		5-Appariement							
6-Investissement				6-Autres							

Tableau 1 : Grille d'analyse du discours du professeur de physique du lycée

– ou bien d'une relation dans la théorie à une relation dans le champ expérimental ou encore d'une relation dans la théorie à un élément dans le champ expérimental ou inversement (par exemple : « *puisque la pile fournit de l'énergie pour soulever le corps eh donc comme le corps va se trouver à une altitude plus grande... il a assez d'énergie sous forme d'énergie potentielle eh...* »).

Le niveau imprécis (I) : certaines formulations ne relèvent pas de l'une des quatre sous-catégories que nous venons de citer. Elles peuvent être utilisées dans le langage courant, ou dans d'autres champs disciplinaires (par exemple : le syntagme « sources d'énergie » peut être utilisé par les physiciens, les économistes et les biologistes). Quand le contexte de ces formulations ne permet pas de déterminer leur sens précis, on les classe dans cette sous-catégorie.

Ces sous-catégories sont résumées dans la grille d'analyse (tableau 1).

3.2. Catégorie II : démarches d'introduction des connaissances physiques

Cette partie concerne les démarches d'introduction des connaissances physiques. On a déjà présenté dans le cadre théorique que les connaissances peuvent être induites (A), déduites (B), décrites (C) ou imposées (D). Ces démarches constituent les sous-catégories.

La grille d'analyse avec les différentes catégories (et leurs sous-catégories) est présentée dans le tableau 1.

3.3. Catégorie III : discours d'accompagnement

Ce discours pouvant avoir plusieurs fonctions telles qu'organiser le travail des élèves, attirer leur attention, les aider à comprendre par des répétitions, des rappels, c'est par un va et vient, entre les transcriptions des discours enregistrés et la grille, que nous avons construit les sous-catégories suivantes.

L'étiquetage (DA1) : il désigne des informations que l'enseignant apporte sans commentaire ni justification telles que l'annonce des titres, de plans, de rappels, de répétitions, des références par rapport au temps (exemple : « *là aussi on y reviendra* »)

La paraphrase (DA2) : il s'agit des interventions qui explicitent de manière différente un même contenu. Ce sont des interventions qui commencent en général par autrement dit, c'est-à-dire, ça veut dire, etc.

Le questionnement (DA3) : par exemple, à travers ces questions l'enseignant demande aux élèves d'explicitier leurs idées sur une notion donnée avant qu'il ne l'introduise (par exemple : « *alors ça correspond à quoi à votre avis cet accroissement d'énergie de d'environnement ?* »), ou s'assurer qu'ils ont compris (exemple : « *vous voyez ça ? ; d'accord ?* »)

La référence aux documents (DA4) : dans certaines séquences d'enseignement que nous avons enregistrées, les enseignants se basent sur les manuels ou sur des feuilles de travail pour construire ou développer une partie du cours. Dans ce cas, l'enseignant recommande aux élèves de se référer à de tels documents (par exemple : « *mais avant tout, je voudrais vous distribuer une feuille sur laquelle on vous présente quelques exemples de bilan énergétique* »).

Contrat didactique (DA5) : il s'agit de l'explicitation de certaines règles du contrat par l'enseignant (exemple : « *... alors souvent aussi à la suite d'une telle étude on vous fera faire un calcul de rendement* »).

Investissement des productions des élèves (DA6) : cette dernière catégorie est très peu fréquente comme nous le verrons. Elle correspond à l'exploitation par l'enseignant des remarques des élèves ou de leurs questions (exemple : « *voilà c'est un petit peu ça l'idée* »).

4. MÉTHODE

4.1. Présentation

Les observations réalisées concernent l'enseignement de l'énergie en 1^{ère} S des lycées. Les enseignants observés travaillaient au sein d'un groupe de recherche-développement. Il faut noter que, dans le programme de 1^{ère} S, l'énergie occupe une place importante : environ 2/3 de la physique enseignée à ce niveau. Dans cet enseignement, l'énergie est introduite par ses propriétés : transfert, transformation et stockage, ce qui permet d'aborder simultanément plusieurs types de phénomènes (électriques, mécaniques, thermiques) (Gaidioz et al., 1998 ; Besson et al., 1998).

4.2. Données recueillies

Nous avons enregistré deux des enseignants du groupe de recherche-développement. Nous présentons les résultats qui concernent les séances d'enseignement relatives aux contenus suivants : sources d'énergie, énergie cinétique, énergie potentielle, rendement énergétique.

Avant de commencer ce cours, les enseignants ont demandé à leurs élèves de faire un travail de documentation sur les différentes sources d'énergie de leur région en les incitant à chercher en particulier dans le centre de documentation (C.D.I.) de leur lycée. Sans attendre que les élèves aient rendu ce travail, les enseignants ont traité les sources d'énergie comme les combustibles, soleil, vent, eau, noyau de l'atome, etc., et ont discuté les types d'énergie (énergie fossile, énergie solaire, énergie éolienne, énergie hydraulique, énergie nucléaire). Les enseignants ont ensuite abordé les propriétés de l'énergie (transfert, stockage et conservation) en utilisant la chaîne énergétique. Puis ils ont introduit les deux formes d'énergie, cinétique et potentielle tout en s'appuyant sur une représentation de la chaîne relative aux systèmes dans leurs états initiaux (avant), et leurs états finaux (après). Le rendement énergétique est abordé dans une étape ultérieure du cours, sa présentation utilise également la chaîne pour représenter graphiquement les différents transferts d'énergie et leur sens ; ceci facilite en particulier l'introduction des conventions utiles pour la formulation mathématique du rendement.

4.3. Catégorisation

Les enregistrements sont transcrits et découpés en unités de signification (appelées aussi interventions). Une unité de signification est un élément de discours qui porte un message précis, et ayant un sens donné, telle que la communication d'une formule, d'un symbole, d'une définition, d'une injonction, d'une question. Ces unités sont ensuite numérotées de manière à faciliter leur repérage, puis catégorisées à l'aide de la grille d'analyse du discours (tableau 1). Les trois dimensions ne sont pas exclusives. Par exemple une unité qui relève du discours d'accompagnement peut relever strictement de cette catégorie mais peut aussi comporter des connaissances. Ou encore une unité relative aux connaissances va être à la fois classée selon son niveau et la forme de sa démarche d'introduction. Différents exemples de catégorisation d'unités sont donnés dans le paragraphe suivant.

5. ANALYSE DES DISCOURS

Dans cette partie, nous présentons l'analyse détaillée des discours de deux enseignants sur l'enseignement du rendement énergétique. Nous donnons ensuite, dans l'étude comparative, les résultats d'analyse des discours menés pendant le traitement des autres contenus étudiés : les sources d'énergie, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle.

5.1. Analyse du discours de l'enseignant 1

5.1.1. Phases du discours

Le rendement a été traité par cet enseignant en 15 minutes. Les phases principales de ce traitement sont présentées avec quelques exemples d'interventions (ou unités de signification).

(1) Introduction au rendement : l'entrée du discours se fait par une brève introduction sur l'aspect utile de l'énergie produite par un système : « *De façon générale quand vous avez un système quelconque que vous êtes en train d'étudier eh bien il est destiné à produire de l'énergie à des fins utiles* ».

Cette énergie utile est comparée avec l'énergie fournie : « *Or souvent l'énergie utile c'est le cas le plus courant est plus petite que l'énergie qui a été initialement fournie eh* ».

Cette dernière assertion est justifiée par l'enseignant : « *Donc ce qu'on utilise vraiment est souvent plus petit que ce qui a été fourni au début parce qu'il y a des pertes en cours de route* » ; il relie le rendement à ces pertes d'énergie : « *Alors bien sûr plus les pertes sont grandes moins bon est le rendement* ».

(2) Référence à l'expérience : le rendement n'est pas encore défini. Pour le faire, l'enseignant va distribuer une feuille de travail qui évoque deux expériences, l'une avec une pile et une ampoule et l'autre avec une pile reliée à un moteur, un objet étant relié à l'axe du moteur par l'intermédiaire d'une ficelle (figure 2). Ces expériences ont déjà été utilisées par les enseignants pour l'étude des propriétés de l'énergie et elles vont illustrer deux situations de calcul du rendement :

– le transfert : l'enseignant choisit, pour ce cas, l'expérience pile ampoule. Le transfert d'énergie entre l'ampoule et l'environnement se fait sous forme de rayonnement et de chaleur (figure 2a) ;

– le stockage : l'expérience « pile-moteur-objet » illustre ce cas. L'objet étant plus élevé à la fin de l'expérience qu'au début, le réservoir « objet + Terre » stocke plus d'énergie potentielle à la fin qu'au début (figure 2b).

Les élèves ont déjà construit une chaîne énergétique de ces expériences. De plus, ils disposent d'une nouvelle représentation appelée chaîne « état initial, état final » que l'enseignant leur a distribuée. Cette représentation permet de désigner, par des symboles, les bilans énergétiques des objets expérimentaux qui sont considérés comme des réservoirs d'énergie (pile, environnement, objet + Terre). La lampe et le

moteur ne sont pas représentés par cette chaîne, car ils sont considérés comme des transformateurs d'énergie. Ainsi leurs niveaux énergétiques restent constants, donc leur bilan énergétique est nul et n'intervient pas dans le calcul du rendement.

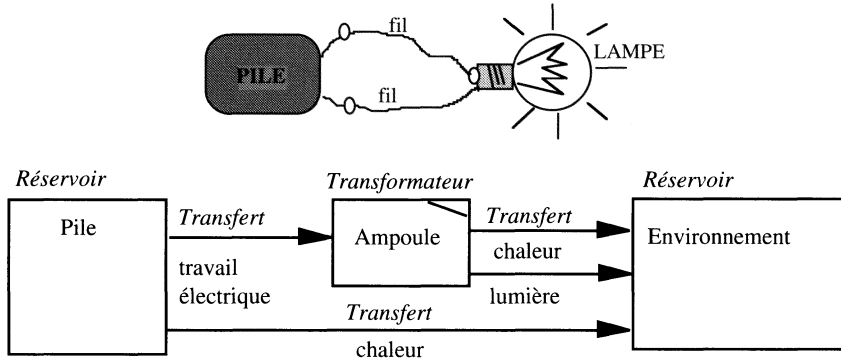


Figure 2a : **Expérience pile-ampoule**

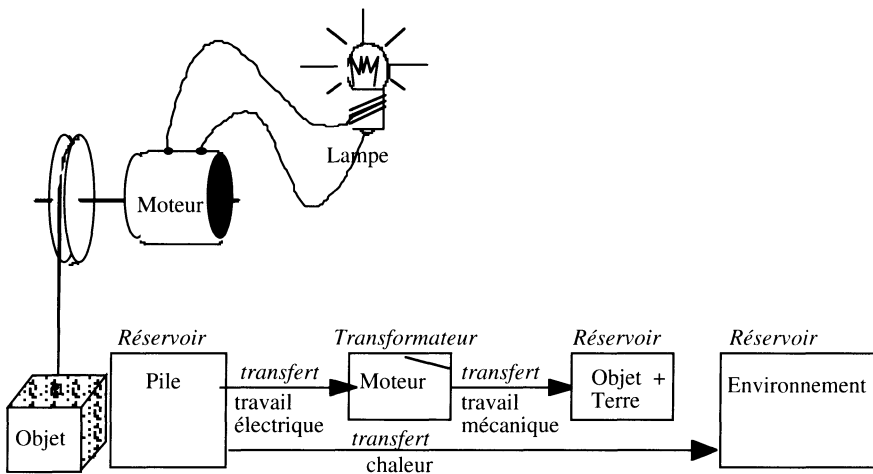


Figure 2b : **Expérience pile-moteur-objet**

Figure 2 : **Expériences et leur représentation par une chaîne énergétique**

5.1.2. Discours d'accompagnement : DA

Après avoir indiqué la part du discours d'accompagnement dans le discours global de l'enseignant 1, nous en présenterons les fonctions en utilisant les différentes sous catégories du discours d'accompagnement (voir grille tableau 1).

Pour ce cours sur le rendement effectué par l'enseignant 1, le discours d'accompagnement représente 44% des interventions totales (tableau 2).

Nombre d'interventions du discours d'accompagnement (DA)	Nombre total d'interventions	Pourcentage (%)
37	84	44

Tableau 2 : **Part du discours d'accompagnement lors du cours de l'enseignant 1 sur le rendement**

Ce discours d'accompagnement est réparti inégalement entre les différentes sous-catégories (tableau 3).

Sous-catégories du discours d'accompagnement	DA1 Etiquetage	DA2 Paraphrase	DA3 Questionnement	DA4 Référence aux documents	DA5 Contrat	DA6 Investissement	Total
Nombre d'apparitions (total : 84)	18	4	3	5	5	2	37

Tableau 3 : **Répartition des interventions lors du discours d'accompagnement de l'enseignant 1 dans les sous-catégories**

Le tableau 3 montre que l'étiquetage (DA1) est dominant (48 %). Il est exprimé sous différentes formes, où on a notamment :

- injonction (« *Vous mettrez de façon générale...* »),
- référence dans le temps (« *Alors ça /ça sera fait sur des exemples.* » ; « *Là aussi on y reviendra.* »),
- précision de cas (« *Première situation celle que l'on peut qualifier d'utile.* »),
- rappels (« *Alors je vous rappelle qu'un transformateur ne stocke pas d'énergie, il la transforme c'est tout.* »).

Les autres sous-catégories du discours d'accompagnement (questionnement, paraphrase, référence aux documents, contrat didactique) sont relativement faibles et du même ordre de grandeur (environ 10 %). En particulier l'enseignant 1 pose rarement des questions à ses élèves : seulement trois questions où il cherche à faire identifier par les élèves l'accroissement de l'énergie de l'environnement pour la situation pile-moteur-objet (« *Alors ça correspond à quoi à votre avis cet accroissement d'énergie d'environnement ?* » (DA3, F1). À cette question un des élèves répond : « *chaleur* ». L'enseignant approuve cette réponse en la commentant : « *Oui chaleur probablement eh...* » (DA6). Il pose ensuite deux autres questions où l'une cherche à faire identifier par les élèves la nature des transferts de l'énergie de la situation expérimentale (pile - ampoule) « *Alors quels sont les transferts qui sont en jeu dans un tel cas ?* » (DA3), et l'autre à faire formuler par eux une définition du rendement pour cette même situation : « *Alors comment allez-vous définir le rendement quand on utilise une ampoule ?* » (DA3). Face à ces deux questions, les élèves ne se manifestent pas aussitôt. L'enseignant continue à développer son discours tout en répondant lui-même. On trouve ainsi une interaction verbale négligeable entre l'enseignant et ses élèves, ce qui correspond à une faible proportion dans la catégorie (DA6). Par ailleurs, l'enseignant présente les connaissances tout en paraphrasant certains contenus (DA2). Il s'agit des interventions qui commencent par « *autrement dit* », « *c'est-à-dire* ». Par exemple, l'enseignant exprime le caractère utile de l'énergie d'une autre manière : « *C'est-à-dire pour faire quelque chose de tout à fait utile concret.* » (DA2).

Le discours d'accompagnement comporte aussi des références aux documents, ce qui correspond à la sous-catégorie (DA4). L'enseignant a travaillé avec les élèves sur la feuille qu'il a distribuée en décrivant le modèle chaîne « état initial et état final ». Il se réfère à cette feuille et au manuel scolaire : « *Alors vous pouvez coller ou joindre cette feuille à la suite du cours donc alors on vous signale dans cette feuille qu'on peut distinguer deux types de situations.* » (DA4).

On note que certaines règles explicites du contrat ont été évoquées par l'enseignant : « *Alors souvent à la suite d'une telle étude on vous fera faire un calcul de rendement.* » (DA5, D1, F1).

5.1.3. Les connaissances physiques introduites

Les connaissances physiques introduites par l'enseignant 1 se répartissent entre les différents niveaux de connaissances comme l'illustre le tableau 4.

Niveaux de connaissances	E Théorie	F Modèle	G Situation physique	H Articulation modèle- expérience	I Niveau imprécis	Total
Nombre d'interventions (nombre total : 84)	1	42	4	18	4	69

Tableau 4 : **Niveaux des connaissances physiques introduites par l'enseignant 1 lors du cours sur le rendement**

Les savoirs mis en jeu sont largement marqués par le niveau de connaissances modèle (F : 42 interventions sur 69). L'enseignant utilise différents aspects du modèle tels que : relations entre grandeurs, ordre de grandeurs, et règles telles que les conventions de calcul du rendement énergétique.

En ce qui concerne le niveau « H » (articulation entre modèle et expérience), qui occupe aussi une place importante (18 interventions sur 69), l'enseignant se réfère à deux expériences pour développer l'étude du rendement, et articule celles-ci de plusieurs manières avec des termes qui relèvent du modèle. On trouve ainsi dans le discours :

– l'appariement d'un élément du modèle à un élément de la situation physique : « *Le réservoir c'est donc initialement la pile* » (D5, H1) ;

– l'association de relations entre des éléments de la situation physique et des éléments du modèle : « *Puisque la pile fournit de l'énergie pour soulever le corps eh donc comme le corps va se trouver à une altitude plus grande... il a assez d'énergie sous forme d'énergie potentielle eh...* » (B3, H1). Dans cet exemple, il y a une mise en relation entre des relations internes au champ expérimental (pile, corps, altitude du corps) et des relations au niveau du modèle (énergie, variation d'énergie potentielle).

Le niveau situation physique « G » et le niveau imprécis « I » sont peu utilisés. Pour le premier, l'enseignant préfère articuler l'expérience avec le modèle que d'effectuer des interventions qui ne relèvent que de l'expérience toute seule. Pour le deuxième, son apparition est due à l'utilisation par l'enseignant du terme « énergie utile » qui peut aussi bien appartenir au langage courant qu'au modèle.

5.1.4. Les démarches d'introduction des connaissances

Le nombre d'occurrences de chacune des démarches dans le discours de l'enseignant 1 est illustré dans le tableau 5.

Démarches	A induites	B déduites	C décrites	D imposées	Total
Nombre d'interventions (nbre total : 84)	0	19	3	35	57

Tableau 5 : Nombre d'interventions des types de démarches d'introduction des connaissances pour l'enseignant 1 lors du cours sur le rendement

D'après le tableau 5, l'imposition est dominante (61 % du total des démarches). Ceci peut s'expliquer par la nature du contenu enseigné, qui comprend pour la première fois le rendement énergétique avec ses différents aspects théoriques : définition du rendement à plusieurs reprises par l'enseignant, introduction de symboles de grandeurs : « *On vous l'a appelé delta E_3* » (D_1, F_3), « *qui se lit éta.* » (D_1, F_3), introduction de conventions : « *La convention habituelle sur laquelle on va revenir un petit peu plus tard c'est que toute énergie gagnée eh par un système ou une partie du système donc ce qui est gagné... c'est gagné positivement... ce qui est perdu c'est compté négativement* ». (D_4, F_3). Mais on trouve aussi, dans cette catégorie, des interventions qui sont des associations d'un élément du modèle à un élément de l'expérience : « *Alors le réservoir c'est donc initialement la pile* » (D_5, H_1), « *Entre le transformateur et le réservoir final c'est-à-dire entre l'ampoule et l'environnement l'ampoule elle éclaire donc transfère par mode rayonnement.* » (B_3, H_1). Les connaissances déduites occupent aussi une place importante dans le discours de l'enseignant 1 (33 %). Les déductions faites par ce dernier sont en général internes au modèle. Elles sont notamment effectuées à partir de conventions ou par calcul.

5.2. Analyse du discours de l'enseignant 2

5.2.1. Phases du discours

Le rendement a été traité en cours par l'enseignant 2 en 8 minutes, ce qui représente à peu près la moitié de la durée utilisée par le premier enseignant. Les différentes phases de ce cours sont présentées ci-dessous.

Introduction des propriétés du rendement. L'enseignant commence son discours sur le rendement en précisant comment on le note, son ordre de grandeur, et le présente comme étant une grandeur sans unité.

Annnonce de la définition. Celle-ci se fait par le rapport : « *Énergie utile/Énergie fournie* ». Il faut noter que ces deux notions ne sont pas seulement des connaissances de la physique mais peuvent être utilisées

dans d'autres domaines : biologie, économie, voire même dans la vie courante.

Référence à l'expérience. À ce niveau du discours, l'enseignant évoque l'expérience, et ceci pour rendre opératoire la définition qu'il vient de donner du rendement. Il se réfère à la manipulation : pile-moteur-objet, et se propose de calculer son rendement.

Comme dans le cas de l'enseignant 1, cette manipulation est connue des élèves car ils l'ont pratiquée et en ont construit la chaîne énergétique. Ils disposent aussi de sa représentation par le modèle chaîne « état initial, état final » que l'enseignant leur a distribuée.

Dans ses interventions qui évoquent l'expérience, l'enseignant associe

– l'énergie « utile » à celle qui correspond à l'objet qui monte : « Voilà l'énergie utile c'est ΔE_2 . » (DA6, F4) « Puisque c'est ce qu'on veut, c'est que l'objet soit soulevé. » (DA1, G1) ;

– l'énergie « fournie » par la pile : « Et l'énergie fournie c'est la pile qui la fournit. » (D5, H1) ;

Il précise le cas de l'environnement en annonçant : « Mais vous savez qu'il y a des pertes que l'environnement en a gagné un peu. » (D3, G3).

À partir de ces assertions qui précisent l'énergie utile et l'énergie fournie, et à partir de la représentation par la chaîne « état initial - état final » qui donne les symboles pour chacune de ces énergies, l'enseignant va donner aux élèves le rendement de cette situation expérimentale « ... donc le rendement dans ce cas là va être donné par $-\Delta E_2 / \Delta E_1$. » (B3, F2).

5.2.2. Discours d'accompagnement

Le discours d'accompagnement représente 54 % du total des interventions (tableau 6).

Nombre d'interventions du discours d'accompagnement (DA)	Nombre total d'interventions	Pourcentage (%)
39	72	54

Tableau 6 : Part du discours d'accompagnement lors du cours de l'enseignant 2 sur le rendement

Sous-catégories du discours d'accompagnement	DA1 Etiquetage	DA2 Paraphrase	DA3 Questionnement	DA4 Référence aux documents	DA5 Contrat didactique	DA6 Investissement	Total
Nombre d'apparitions (total : 72)	19	1	10	1	5	3	39

Tableau 7 : Répartition des interventions lors du discours d'accompagnement de l'enseignant 2 dans les sous catégories

D'après ce tableau, l'étiquetage (DA1) est le plus important (49% du discours d'accompagnement total). Nous constatons que cette sous-catégorie du discours d'accompagnement apparaît principalement soit sous forme d'injonctions de nature à gérer la prise de cours par les élèves : « *Vous mettez qu'il existe... vous mettez à la ligne.* », « *Vous mettez on peut recourir à la représentation suivante.* », soit pour structurer ce dernier en annonçant les différentes étapes à traiter : annonce de cas « *Il existe deux types de situations deux points...* », de titres « *Petit trois rendement énergétique* », ou d'exemples : « *Exemple, ah je mets toujours en abrégé parce que c'est un peu long : pile-moteur-objet.* »

La sous-catégorie « questionnement » vient en deuxième lieu après l'étiquetage. L'enseignant 2 pose assez fréquemment des questions à ses élèves en les incitant à confirmer la notation grecque du rendement « *Quelqu'un qui a fait du grec au collègue ? Personne sait à peu près ça ?* » (DA3) où à formuler l'expression mathématique de ce dernier, « *Qu'est ce que vous mettez au numérateur vous ?* » (DA3, F2), ou « *Quelle est l'expression du rendement ? Du « éta »... du rendement ?* » (DA3, F2). Il faut noter que ces questions posées aux élèves sont fermées, et exigent que les élèves rendent opératoire la définition du rendement transmise déjà par l'enseignant. L'investissement des réactions des élèves (DA6) par l'enseignant n'apparaît que trois fois lorsque celui-ci répond à l'une des questions des élèves ou approuve l'une de leurs réponses : « *Voilà c'est très bien.* », « *Voilà c'est un petit peu ça l'idée.* »

5.2.3. Niveaux des connaissances introduites

Il s'agit de situer les connaissances introduites par rapport aux différents niveaux de modélisation (tableau 8).

Niveaux de connaissance	E Théorie	F Modèle	G Situation physique	H Articulation Théorie- Expérience	I Imprécis	Total
Nombre d'interventions (total : 72)	1	40	5	2	2	51

Tableau 8 : **Niveaux des connaissances physiques introduites par l'enseignant 2 lors du cours sur le rendement**

Le niveau du modèle est dominant (78 % des 51 interventions relatives à l'introduction des connaissances physiques). L'enseignant transmet les connaissances relatives à ce niveau en considérant différents aspects théoriques du rendement énergétique : définition, notation, unité, convention de calcul, ordre de grandeurs, relations entre grandeurs. Par contre, le niveau situation physique « G » est faible (10 %), l'expérience n'a été évoquée qu'après l'introduction de la définition du rendement et de certains des aspects que nous venons d'évoquer. Cette expérience (pile - moteur - objet) a permis à l'enseignant de rendre opératoire cette définition en la précisant pour les élèves. Son articulation avec le modèle se fait par deux appariements entre les niveaux « F » et « G » : « ... *et l'énergie fournie c'est la pile qui la fournit.* » (D5, H1) et « *E3 c'est des pertes.* » (D5, H1). Pour le niveau « I », son apparition est due à l'utilisation par l'enseignant des notions « énergie utile » et « énergie fournie » qui peuvent être utilisées, comme on l'a déjà précisé, dans le langage courant.

5.2.4. Les démarches d'introduction des connaissances

Rappelons que, d'après la grille d'analyse, les connaissances peuvent être introduites par induction, déduction, description ou être imposées. Les résultats correspondants sont présentés dans le tableau 9.

Démarches	A induites	B déduites	C décrites	D imposées	Total
Nombre d'interventions (nbre total : 72)	0	4	5	22	31

Tableau 9 : **Nombre d'interventions des types de démarches d'introduction des connaissances pour l'enseignant 2 lors du cours sur le rendement**

On remarque que l'imposition est la démarche la plus utilisée (74%). La connaissance imposée par ce dernier est la définition du rendement :

« *Donc c'est un nombre sans dimension compris entre zéro et un défini par le rapport de deux quantités d'énergie / défini par le rapport de deux quantités d'énergie.* » (D4, F2). Les conventions sont évoquées à plusieurs reprises : « *... par convention c'est positif c'est compris entre zéro et un.* » (D4, F3) ; « *ΔE_2 est positif par convention aussi on a décidé que si un réservoir stocke de l'énergie alors on comptait ΔE_2 positivement.* » (D4, F3). L'imposition illustrée ici peut être due à la nature de ces connaissances qui ne peuvent être qu'imposées par l'enseignant. Mais elle peut être aussi due au choix de l'enseignant qui a préféré développer son discours sur des aspects théoriques du rendement. La description et la déduction sont très peu utilisées (13 %). L'enseignant utilise la première en particulier lors de l'évocation de la notation grecque du rendement (η), et ceci à deux reprises : « *C'est une espèce de n avec une longue barre... un « n » et puis vous allongez la dernière patte.* » (C1, F3). La deuxième s'est faite à partir des connaissances déjà introduites sur le rendement comme pour l'intervention : « *Puisque c'est un rendement... l'énergie c'est plus petit en haut* » (B3, F2). En effet l'enseignant avait déjà précisé aux élèves que le rendement est un rapport de deux quantités, et qu'il est inférieur à un.

6. ÉTUDE COMPARATIVE

Nous allons présenter la comparaison du discours des deux enseignants, sur de mêmes contenus. En plus de la comparaison pour le cours sur le rendement énergétique que nous venons d'analyser, nous présentons celles concernant d'autres séquences d'enseignement que nous avons enregistrées et transcrites à savoir : les sources d'énergie, l'énergie cinétique, l'énergie potentielle. Nous comparons également les discours de chacun des enseignants pour des séquences différentes.

6.1. Résultats

La comparaison de ces discours est établie à partir des résultats d'analyse obtenus pour chacun des deux enseignants en déterminant la part de chacune des sous catégories qui caractérisent leurs discours. Nous considérons que lorsque l'écart entre deux proportions correspondantes d'une même sous catégorie est autour de 10 % ou moins, le comportement des deux enseignants se ressemble. Dans le cas inverse, ils se différencient. Les résultats sont présentés d'abord graphiquement pour chaque séquence en considérant séparément les trois catégories principales des discours : discours d'accompagnement, démarches d'introduction des connaissances et les niveaux de connaissances en physique (figures 3 à 6). Nous commentons ensuite ces résultats. **Il faut noter que les proportions sont**

calculées à l'intérieur de chacun de ces trois types de discours, et non par rapport au nombre total d'interventions. Les codages correspondant aux sous-catégories sont donnés dans le tableau 1.

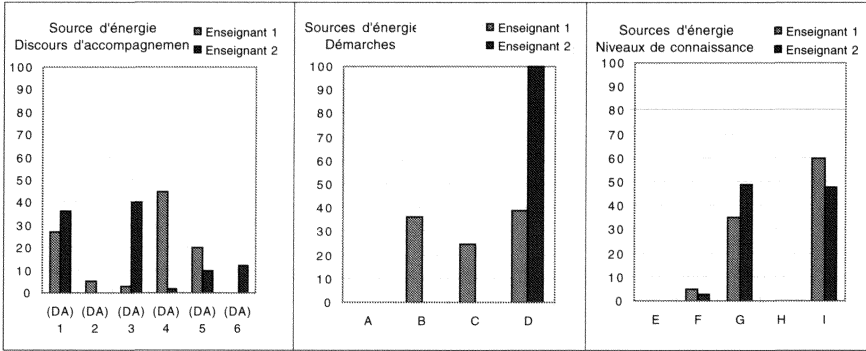


Figure 3 : Discours des enseignants dans le cas du cours sur les sources d'énergie

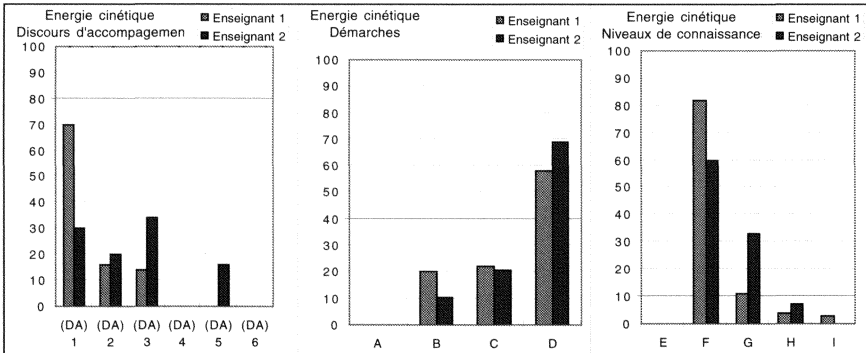


Figure 4 : Discours des enseignants dans le cas du cours sur l'énergie cinétique

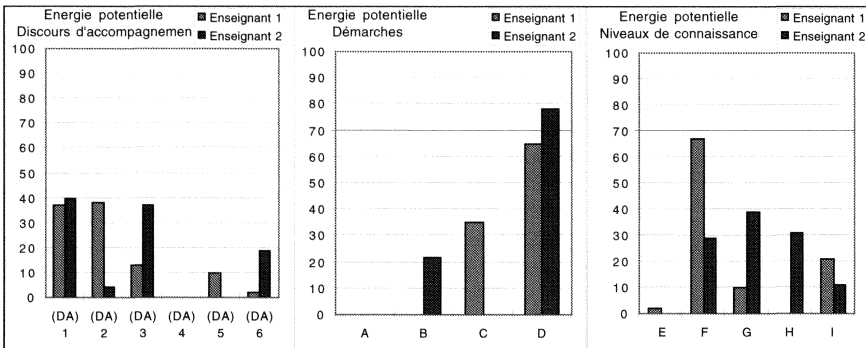


Figure 5 : Discours des enseignants dans le cas du cours sur l'énergie potentielle

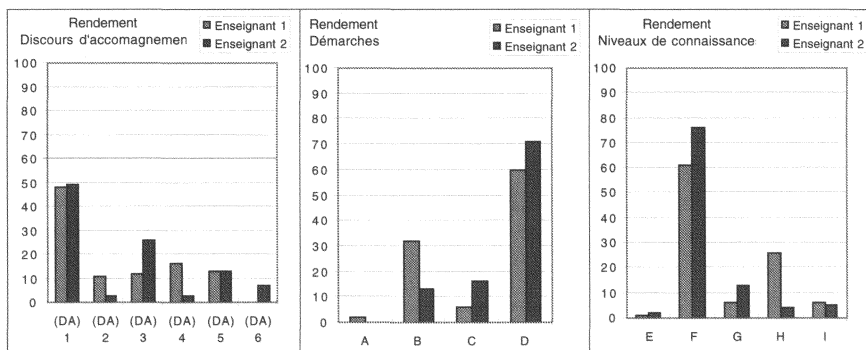


Figure 6 : **Discours des enseignants dans le cas du cours sur le rendement énergétique**

D'après les figures 3 à 6, il apparaît que pour un même enseignant les différentes sous-catégories caractérisant le discours d'accompagnement présentent sensiblement la même importance pour les quatre séquences. Ceci fait penser que ce type de discours dépendrait plus de l'enseignant que du contenu enseigné. Cette observation reste aussi valable pour les démarches d'introduction des connaissances où on peut constater par exemple que l'enseignant 1 utilise davantage la déduction que ne le fait l'enseignant 2, alors que ce dernier utilise plus l'imposition que le premier.

En ce qui concerne les niveaux de connaissances, il apparaît que les deux enseignants modulent leurs discours en fonction des contenus enseignés. Ainsi on peut constater que les discours des deux enseignants relèvent principalement des niveaux « situation physique » (G) et « imprécis » (I) pour la séquence « sources d'énergie » où les deux enseignants font appel fréquemment à des situations relevant de la nature ou de l'industrie. Pour les trois autres séquences, c'est le niveau « modèle » (F) avec ses différentes sous-catégories qui est le plus fréquent dans les deux discours.

Ainsi, il semblerait que la dimension « niveau de connaissances » du discours des enseignants dépend fortement du contenu, alors que le discours d'accompagnement et les démarches d'introduction des connaissances dépendent plus de l'enseignant.

6.2. Discussion

Nous discutons successivement les dimensions du discours de l'enseignant.

Discours d'accompagnement. D'après les résultats ci-dessus, nous pouvons constater que le discours d'accompagnement a pour fonction principale l'étiquetage pour les deux enseignants indépendamment des séquences enseignées (en moyenne plus de 42 % pour les deux enseignants). Pour les autres sous-catégories, il y a une différence entre les enseignants. La paraphrase est utilisée surtout par l'enseignant 1 et ceci d'une manière différente d'une séquence à une autre (DA2 varie de 5 % à 35 %). En revanche, le questionnement est utilisé rarement par ce dernier (en moyenne 10 %), alors que pour l'enseignant 2, cette sous-catégorie occupe une part non négligeable dans le discours d'accompagnement (en moyenne 34 %). De même l'investissement des réponses des élèves est négligeable pour l'enseignant 1 alors que pour l'enseignant 2 il est en moyenne de 9 %. La référence aux documents dépend, pour l'enseignant 1, des séquences enseignées. Ainsi dans les sources d'énergie, cette référence est abondante (45 %), alors qu'elle ne représente que 13 % du discours d'accompagnement dans le rendement énergétique, et n'est pas présente dans les deux autres séquences (énergie cinétique et énergie potentielle). Par contre pour l'enseignant 2, la référence aux documents est faible, et ceci indépendamment des séquences. Il faut noter aussi, dans le discours d'accompagnement mené par les deux enseignants, la présence des règles explicites de contrat didactique. Cependant cette explicitation est relativement faible et ne dépasse pas 20 % ; de plus, elle dépend des séquences traitées.

Démarches d'introduction des connaissances. Il apparaît que dans les séquences traitées l'imposition des connaissances par les deux enseignants est majoritaire (en moyenne 70 %). En ce qui concerne la déduction, son importance varie d'une séquence à une autre. Par exemple, pour l'enseignant 1, la déduction représente 36 % dans les sources d'énergie, mais elle n'est que de 20 % pour l'énergie cinétique. La description des modèles et des situations physiques qui interviennent dans les quatre séquences, reste présente dans toutes celles-ci, mais répartie d'une manière inégale entre elles. Le raisonnement inductif est pratiquement absent des discours des enseignants.

Niveaux de connaissances physiques. L'importance de ces niveaux varie selon les séquences quel que soit l'enseignant. Pour la séquence « source d'énergie », les discours menés par les deux enseignants sont caractérisés par l'abondance du syntagme « sources d'énergie » qui est une notion utilisée aussi bien en physique que dans d'autres domaines (biologie, économie...) Cela peut expliquer l'importance de la présence du niveau « imprécis (I) » dans les deux discours (en moyenne 55 %). Dans cette séquence, les deux enseignants réfèrent fréquemment aux situations aussi bien naturelles que de l'industrie pour évoquer les différentes sources d'énergie (soleil, combustibles, vent, nucléaire, etc.) Cette référence se

traduit dans les deux discours par la présence du niveau « situation physique (G3) » (en moyenne 43 %). Les autres séquences concernent des concepts purement physiques (l'énergie cinétique, l'énergie potentielle et le rendement énergétique). Les discours des deux enseignants deviennent riches en termes de modèle (en moyenne 70 %), et ceci au détriment des niveaux « imprécis (I) » et du niveau « G » (situation physique). Le premier (I) devient faible (en moyenne 5 %), et le deuxième est aussi assez réduit par rapport à la séquence sur les sources d'énergie (en moyenne 8 % pour l'enseignant 1 et 25 % pour l'enseignant 2). La présence de ce dernier niveau est due à ce que les concepts sont traités par les deux enseignants en se référant à des situations expérimentales. L'articulation des champs théorique et expérimental (niveau « H ») n'est significative que dans le cas du rendement énergétique pour l'enseignant 1 (21 %) et dans celui sur le cours portant sur l'énergie potentielle pour l'enseignant 2 (31 %).

7. CONCLUSION

Le travail que nous venons de présenter permet de caractériser les discours d'enseignants. Il apparaît que les deux enseignants observés n'ont pas développé les mêmes discours pour le traitement de mêmes séquences préparées en commun. Les deux discours d'accompagnement sont marqués par une présence importante de l'étiquetage. Ceci a permis aux enseignants de structurer leurs cours en explicitant à chaque fois les titres de paragraphes, les cas à traiter, les exemples à illustrer. L'importance des autres sous catégories dépend des enseignants. En particulier l'enseignant 2 pose plus fréquemment des questions à ses élèves que l'enseignant 1. En ce qui concerne les démarches d'introduction des connaissances physiques, l'imposition est la plus utilisée par les deux enseignants. Le raisonnement déductif se présente de manière significative par l'enseignant 1 seulement. Les autres modes d'introduction (description et induction) sont faibles dans les deux discours. Concernant les niveaux de connaissances physiques, les deux enseignants se différencient de manière significative pour le niveau articulation des niveaux modèle – situation physique « H ». En effet, nous avons pu constater lors de l'analyse des différentes phases des deux discours, que les enseignants n'ont pas effectué de la même façon l'expérience évoquée. Par exemple, l'enseignant 1 s'est fondé sur l'expérience pour définir le rendement, et a articulé de plusieurs manières des éléments du modèle et les deux situations expérimentales évoquées (pile-ampoule et pile-moteur-objet). Par contre l'enseignant 2 a utilisé d'emblée la définition du rendement ainsi que certaines de ses propriétés avant de se référer à l'expérience, ce qui lui a permis de rendre cette définition opératoire. En plus une seule expérience

a été utilisée par cet enseignant (pile-moteur-objet).

Dans ce travail nous avons construit une méthode d'analyse du discours des enseignants en classe de physique en prenant en considération différentes dimensions qui peuvent intervenir en classe de physique : niveaux de connaissances physiques, démarches d'introduction de celles-ci et discours d'accompagnement. Cette méthode a permis de discriminer les discours (étiquetage, questionnement, types de raisonnement, articulation de la théorie et de l'expérience, etc.) suivant les séquences pour un même enseignant et suivant l'enseignant pour une même séquence. Une telle méthode pourra permettre d'étayer des hypothèses pour des recherches relatives aux enseignants, en particulier les liens entre la présentation des connaissances par l'enseignant et son épistémologie relative à sa discipline et celle relative à l'apprentissage. Notre méthode peut aussi aider à établir des liens entre le discours de l'enseignant et l'activité effective des élèves.

BIBLIOGRAPHIE

- BESSION G., CLAVEL C., GAIDIOZ P. & TIBERGHIE A. (1998). Enseignement de l'énergie : expérimentation du nouveau programme de physique et de chimie en première S. *Bulletin de l'Union des Physiciens*, n° 803, pp. 605-621.
- BRICKHOUSE N.W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, vol. 6, n° 3, pp. 53- 62.
- COMITI C., GRENIER D. & MARGOLINAS C. (1994). Différents niveaux de connaissances en jeu lors d'interactions en situation de classe et modélisations de phénomènes didactiques liés à ces interactions. In G. Arzac, J. Gréa, D. Grenier & A. Tiberghien (Éds), *Différents types de savoirs et leur articulation*. Grenoble, La Pensée sauvage, pp. 93-128.
- DÉSAUTELS J. & LAROCHELLE M. (1994). *Étude de la pertinence et de la viabilité d'une stratégie de formation à l'enseignement des sciences*. Rapport de recherche présenté au conseil des recherches en sciences au Canada. Laval, Faculté des sciences de l'éducation, Université Laval.
- GAIDIOZ P., MONNERET A., TIBERGHIE A., BESSION G., CLAVEL C., COLLET G., LE MARÉCHAL J.-F. & ROBINAULT K. (1998). *Enseignement de l'énergie en classe de première S (documents A et B)*, « Appliquer le programme ». Lyon, CRDP de Lyon.
- GUILBERT L & MELOCHE D.(1993). L'idée de science chez des enseignants en formation : un lien entre l'histoire des sciences et l'hétérogénéité des visions ? *Didaskalia*, n° 2, pp. 7- 30.
- GUNSTONE R.F. & WHITE R.T. (1998). Teachers' attitudes about physics classroom practice. In A. Tiberghien, E.L. Jossem & J. Barojas (Éds), *Connecting Research in Physics Education with Teacher Education*. [http://www.physics.ohio-sate.edu/~ jossem/ICPE/BOOKS.html](http://www.physics.ohio-sate.edu/~jossem/ICPE/BOOKS.html).
- HALBWACHS F. (1974). *La pensée physique chez l'enfant et le savant*. Genève, Delachaux et Niestlé.
- JOHSUAS. & DUPIN J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris, PUF.
- JOSSÉ E. & ROBERT A. (1993). Introduction de l'homothétie en seconde, analyse de deux

- discours de professeurs. *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 13, n° 1-2, pp.119-154.
- LABORDE C. (1982). *Deux codes en interaction dans l'enseignement des mathématiques : langue naturelle et écriture symbolique*. Thèse d'État, Université de Grenoble I.
- ROBARDET G. (1995). *Didactique des sciences physiques et formation des maîtres : contribution à l'analyse d'un objet naissant*. Thèse de didactique des sciences physiques, Université de Grenoble 1.
- SINCLAIR J.M. & COULTHARD R.M.(1975). *Towards an Analysis of discourse : The English used by teachers and pupils*. London, Oxford University Press.
- TIBERGHIE A. (1994). Modeling as a basis for analysing teaching-learning situations. *Learning and instruction*, vol. 4, n° 1, pp. 71- 87.
- TIBERGHIE A. & MEGALAKAKI O. (1995). Contribution to a characterisation of a modelling activity in the case of a first qualitative approach of energy concept. *European Journal of Psychology of Education*, vol. 10, n° 4, pp. 369- 383.
- WALLISER B. (1977). *Systèmes et modèles, introduction critique à l'analyse des systèmes*. Paris, Seuil.
- WEIL-BARAIS A. (1993). *L'homme cognitif*. Paris, PUF.