

DIDACTIQUE DES SCIENCES ET INTERACTIONS DANS LA CLASSE : QUELQUES LIGNES DIRECTRICES POUR UNE ANALYSE DYNAMIQUE.

Christian Buty*
Zeynab Badreddine**
Jean-Claude Régnier***

RÉSUMÉ: Cet article repose sur l'idée suivante : l'analyse des situations de classe doit combiner un ensemble de quatre paramètres pour en démêler la complexité et la richesse. Les paramètres en question sont les aspects épistémologiques contenus dans le discours, la forme des représentations utilisées, le type d'interactions discursives, les formes d'engagement des acteurs dans la situation. Des outils méthodologiques sont proposés pour construire l'articulation entre ces différents aspects. Une situation est analysée, à titre d'exemple, suivant les quatre dimensions.

Mots-clés: analyse des situations de classe ; complexité ; méthodologie.

SCIENCE EDUCATION AND CLASSROOM INTERACTION: SOME DIRECTIONS FOR A DYNAMIC ANALYSIS

ABSTRACT: This paper is grounded upon the following idea: analysing classroom situations makes it necessary to combine a set of four parameters, in order to sort out their complexity and their richness. These parameters are the epistemological aspects in the discourse, the form of the representations, the kind of discursive interactions, the kind of engagement of the participants in the situation. Methodological tools are proposed for articulating the various aspects. A particular situation is analysed, as an example, in accordance with the four dimensions.

Keywords: analysis of classroom situations; complexity; methodology.

DIDÁTICA DAS CIÊNCIAS E INTERAÇÕES EM SALA DE AULA: ALGUMAS DIRE- TRIZES PARA UMA ANÁLISE DINÂMICA

RESUMO: Este artigo trata da seguinte ideia: a análise de situações de sala de aula devem combinar um conjunto de quatro parâmetros para desvendar a complexidade e a riqueza. Os parâmetros em questão são os aspectos epistemológicos contidos no discurso, a forma das representações utilizadas, o tipo de interação discursiva e as formas de engajamento dos atores na situação. Ferramentas metodológicas são propostas para construir a articulação entre estes diferentes aspectos. Uma situação é analisada, a título de exemplo, seguindo as quatro dimensões.

Palavras-chave: análise de situações de sala de aula, complexidade, metodologia.

*EAM ECP (école, cultures, politiques) Université Lyon II, Université Jean Monnet Saint-Etienne, ENS de Lyon
christian.buty@univ-lyon2.fr

**UMR ICAR (interactions, corpus, apprentissages, représentations)
Université Lyon II, CNRS, ENS de Lyon
zeynab_badreddine@yahoo.fr

***UMR ICAR (interactions, corpus, apprentissages, représentations)
Université Lyon II, CNRS, ENS de Lyon
jean-claude.regnier@univ-lyon2.fr

Comprendre l'apprentissage des sciences dans les contextes scolaires des formations sociales modernes est une tâche extrêmement complexe, pour beaucoup de raisons que nous n'allons ni énumérer toutes, ni détailler. Nous nous bornerons à en mentionner brièvement trois, importantes pour la suite de ce texte. En premier lieu, la science, comme théorie, décrit et règle les rapports de l'homme avec le monde réel. Traduire cette caractéristique fondamentale dans un dispositif d'enseignement-apprentissage ne se fait pas sans de nombreuses distorsions, qui constituent une première source de complexité.

En second lieu, l'activité scientifique est un processus historique d'une part, collectif de l'autre : d'une part donc le corpus théorique dont il s'agit de faire apprendre des éléments aux élèves a mis des siècles à être constitué, par des cheminement qu'il serait vain de vouloir retracer pour eux; d'autre part, le fonctionnement des communautés de professionnels qui produisent la science obéit à des règles qui ne sont pas transposables facilement dans le cadre d'un dispositif de formation initiale.

En troisième lieu, l'activité scientifique a pris dans nos sociétés une importance telle que ses avancées et ses conséquences sont discutées dans la cité ; les savoirs scientifiques se trouvent alors confrontés à des valeurs, qui parfois contestent leur légitimité ou leur pertinence. Cette mise en question construit dans le public, et en particulier chez les élèves, une image de la science qui vient souvent brouiller l'image que cherche à construire l'enseignant de sciences dans le contexte scolaire.

Dans ces considérations rapides, on trouve l'origine de directions de recherche bien vivantes aujourd'hui en didactique des sciences au plan international: l'étude des activités expérimentales, la modélisation, la transposition didactique, l'introduction de l'histoire des sciences dans l'enseignement, la classe vue comme une réplique de communauté scientifique, les questions socialement vives, les études sur l'argumentation en classe de sciences, les travaux sur l'image de la science et sur le choix des carrières scientifiques...

Aussi diverses soient-elles, ces différentes directions de recherche, et bien d'autres, ont en commun qu'elles finissent toujours par arriver au même point nodal, qu'on peut formuler ainsi : comment les interactions sociales dans la classe, instaurées en vue de l'apprentissage des savoirs scientifiques, reproduisent-elles et déforment-elles en même temps d'autres interactions sociales, qui constituent ce qu'on appelle à l'extérieur de la classe l'activité scientifique? Autrement dit, comment les interactions sociales dans la classe de sciences préparent-elles les apprenants à tenir leur place dans les interactions sociales de la sphère scientifique, que cette place soit celle de professionnels de la science, ou celle de citoyens confrontés inévitablement à des questions scientifiques pour faire démocratiquement des choix de société ? C'est notre façon de considérer la didactique des sciences.

Une première étape de ce questionnement, qui est l'objet principal de ce texte, est de se donner des outils et un cadre théorique pour analyser les interactions sociales

de la science scolaire. La perspective que nous choisissons est la suivante: comment les apprenants construisent-ils un sens aux événements et aux représentations auxquels ils sont exposés dans la classe ? Nous considérons qu'un élément primordial de la construction du sens est la mise en relation de concepts, de niveaux, de modes de représentations, que l'activité de la classe offre aux apprenants. On permet à quelqu'un de construire du sens à la situation où il se trouve quand on lui permet d'établir des relations entre des éléments de la situation, et aussi avec des éléments d'autres situations dont il a eu, ou dont il aura, à connaître.

L'ANALYSE D'UNE SITUATION D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE

Pour l'analyse d'une situation d'enseignement-apprentissage qui est par nature complexe, un seul angle d'attaque ne suffit pas. Le chercheur doit se doter d'un ensemble de paramètres, dont la combinaison fera la singularité de la situation. L'ensemble des travaux empiriques que nous avons menés, aussi bien que l'expérience d'enseignant de certains d'entre nous, nous conduisent aujourd'hui à privilégier quatre paramètres pour décrire une situation d'enseignement-apprentissage: les aspects épistémologiques, c'est-à-dire à la fois le contenu des savoirs impliqués dans la situation, leur statut, et les processus de modélisation qui articulent ces savoirs ; les formes de représentation de ces savoirs ; les modes de gestion des interactions langagières ; l'engagement psychologique des acteurs dans la situation.

Nous allons maintenant donner quelques précisions sur chacune de ces dimensions ; elles seront extrêmement brèves, faute de place. Puis nous donnerons un exemple d'une analyse croisée d'une situation, suivant les différents paramètres.

Les aspects épistémologiques

La didactique, au sens que prend ce mot dans le contexte culturel français en tous cas, se préoccupe essentiellement des savoirs qui sont introduits en vue d'apprentissage, et discutés, dans des dispositifs institutionnels comme une séance d'enseignement. Il est donc primordial de définir ce qu'on entend par « savoir » dans un tel contexte, et comment on peut le caractériser. Pour nous un savoir est un énoncé, la plupart du temps reconstruit par le chercheur, qui analyse une situation à partir d'observables de cette situation. Les propriétés qui définissent un savoir sont d'une part de permettre aux acteurs de la situation d'agir sur le monde ou sur les relations entre eux, et d'autre part d'être falsifiable, pour reprendre la terminologie bien connue de Popper.

Dans la situation d'interlocution que constitue une séance d'enseignement en général, les significations attachées aux savoirs sont négociées par les interlocuteurs, et c'est cette négociation, pour une large part, qui nous intéresse. Ce que nous identifierons comme savoirs, par conséquent, seront les diverses significations manipulées par les interlocuteurs dans le contexte de leur échange, et non

une signification définie par une référence extérieure, un alinéa d'un programme scolaire par exemple. Bien sûr, il sera utile de mettre en relation un savoir en situation avec un savoir de référence, d'en évaluer l'écart par exemple ; car l'objectif de la situation de classe est bien de faire acquérir une certaine compréhension d'un énoncé qu'on trouve dans le programme. Mais pour étudier les processus d'apprentissage dans leur logique interne, l'histoire de la didactique des sciences, et en particulier tout le travail réalisé sur les conceptions des élèves, nous a appris qu'il est nécessaire d'adopter le point de vue des participants à la situation, et non un point de vue extérieur à ce contexte, pour retracer les étapes épistémiques par lesquelles passent les interactants.

Une conséquence importante de privilégier les significations en situation porte sur la décomposition des savoirs scientifiques scolaires, en général complexes, en éléments plus petits s'articulant entre eux, qu'un courant de la didactique française, reprenant un terme introduit dans un contexte légèrement différent par Minstrell (1992), appelle *facettes* du savoir (Tiberghien & Malkoun, 2007). Quel que soit l'intérêt d'une telle décomposition d'un savoir en éléments plus simples, nous souhaitons attirer l'attention sur le fait que les significations attachées à chaque élément dépendent de la situation dans lesquelles elles sont créées. Par conséquent on ne peut pas sans risque comparer l'apparition d'une facette donnée dans deux séances distinctes d'une même séquence d'enseignement, parce que les acteurs ont peut-être attaché des significations différentes à cette facette, et à ses rapports avec les autres facettes, dans l'une et l'autre séance.

A un niveau plus général que les savoirs identifiés analytiquement, se pose la question de la façon dont ces savoirs s'articulent entre eux, et la question de savoir si on peut les catégoriser. Une catégorisation qui s'est révélée pertinente pour l'étude de l'enseignement scientifique, parce qu'elle porte la trace d'une caractéristique constamment décrite de l'activité scientifique, est la séparation entre monde des objets et des événements/monde des théories ou des modèles, si on reprend la terminologie de Tiberghien (1994), ou entre registre empirique et modèle, si on suit celle de Martinand (1994). En effet, les processus de modélisation sont une modalité fréquemment convoquée quand on décrit le fonctionnement de la science : « one possibility is to define science as a process of constructing predictive conceptual models » (Gilbert, 1991).

Un autre caractère des savoirs scientifiques, dont il faut se demander quel est son correspondant dans la science scolaire, est leur apodicticité, ou leur nécessité : « en sciences, savoir n'est pas seulement savoir que, mais savoir que cela ne peut pas être autrement » (Orange, Lhoste & Orange-Ravachol, 2009). Cette idée est liée à une conception des savoirs comme réponse à des problèmes, et non comme simples énoncés validés, ce qu'Orange (2002, 2005) appelle le cadre épistémologique de la problématisation. Autrement dit, la pleine compréhension d'un savoir suppose qu'on connaisse quel est son statut, à quel problème il répond, et pourquoi c'est, préférentiellement à d'autres, la bonne réponse à ce problème-là.

Il ne faut pas sous-estimer le fait que la perspective théorique d'Orange implique une certaine remise en cause, ou un dépassement, des fondements de la didactique des sciences, dans la mesure où ceux-ci se réfèrent au paradigme du changement conceptuel. En affirmant que le changement d'une conception (« naïve ») en une autre (« scientifique ») ne suffit pas pour construire des savoirs scientifiques, la théorie de la problématisation impose des limites et des contraintes à la recherche en didactique des sciences:

Des limites: il est illusoire, si on adopte ce point de vue, d'élaborer « des ingénieries didactiques fondées sur des principes simples et conduisant à des dispositifs complètement déterminés et reproductibles » (Orange, 2002, page 42). Il faut viser à fournir des repères aux enseignants, qui éclaireront les choix qu'ils auront à faire dans leur classe.

Des contraintes: pour qu'un processus de problématisation soit possible de la part des apprenants, il faut que l'enseignant en crée les conditions. Il faut donc que la didactique pense clairement son objet comme la mise à jour de ces conditions, autant que des mécanismes de problématisation eux-mêmes.

Les formes de représentations des savoirs

Puisque le présent article a fait le choix de s'appuyer sur des caractéristiques de l'activité scientifique pour définir les modalités nécessaires de l'apprentissage scolaire des sciences, et de son analyse, il convient de rappeler que par nature l'activité scientifique est multimodale et plurisémiotique. Comme l'indique Lemke (1998) à partir d'une analyse d'articles scientifiques, « science is not done, is not communicated, through verbal language alone. It *cannot* be. The "concepts" of science are not verbal concepts, though they have verbal components. They are semiotic *hybrids*, simultaneously and essentially verbal-typological and mathematical-graphical-operational-topological... To do science, to talk science, to read and write science it is necessary to juggle and combine in canonical ways verbal discourse, mathematical expression, graphical-visual representation, and motor operations in the "natural" (including human-as-natural) world ».

La didactique française, des mathématiques d'abord et des sciences ensuite, a depuis relativement longtemps (Duval, 1995) des outils théoriques pour penser en termes de savoirs la question des types de représentation : la notion de registres sémiotiques. Un registre sémiotique est caractérisé par trois propriétés: il constitue une trace perceptible de quelque chose qui peut être reconnu comme la représentation d'autre chose; on peut lui attribuer des règles qui transforment une représentation en une autre, véhiculant d'autres connaissances que la première; à une représentation d'un registre sémiotique donné, on peut associer une représentation relevant d'un autre registre sémiotique, de sorte que cette conversion en question permette l'expression de nouvelles significations sur ce qui est représenté. Duval (1995) considère que la conversion d'une représentation en une autre est simple quand trois conditions sont remplies (on dit alors qu'il y a congruence en-

tre les deux représentations): il doit y avoir correspondance entre les unités de sens qui constituent les deux représentations; l'ordre dans lequel on comprend les unités de sens dans les deux représentations peut être le même ; un élément dans la représentation source correspond à un élément et un seul dans la représentation cible.

On voit que ces conditions de congruence sont assez exigeantes. D'ailleurs Lemke (1998) rejette l'idée qu'on puisse établir une correspondance point par point entre deux formes de représentations (verbale et iconique, par exemple) d'un concept ou d'une idée scientifique. Il est vrai qu'il base ses analyses sur des articles de revues scientifiques (Physical Review Letters, Science...), destinés à des experts qui savent opérer les conversions nécessaires.

Les formes des interactions langagières

Nous considérons que la notion centrale qui permet d'analyser les interactions langagières dans une classe est la notion de point de vue. La façon dont Rabatel (2005, p. 96) définit un point de vue nous semble éclairante : il y voit « un contenu propositionnel dont le mode de donation des référents dénote une manière de voir/penser [...] renseignant sur l'objet et sur le sujet du [point de vue], l'énonciateur qui prend en charge le contenu propositionnel ». Un premier versant de l'analyse est donc d'identifier les points de vue qui sont développés par les différents interlocuteurs, et comment ils renseignent sur la vision du monde du locuteur.

La deuxième étape est alors d'analyser comment les différents points de vue se confrontent et éventuellement se transforment dans le discours de la classe. En nous basant sur la vision bakhtinienne du discours, nous reprenons comme outil théorique fondamental le couple dialogique/autoritatif (Mortimer & Scott, 2003) : un discours dialogique est ouvert à différents points de vue, alors qu'un discours autoritatif se referme sur une seule perspective, le plus souvent celle de la science scolaire, celle de l'enseignant. Cependant, Scott, Mortimer & Aguiar (2006) insistent sur la relation dialectique entre les passages dialogiques et autoritatifs du discours. Ce terme de *dialectique* indique qu'il y a certes opposition entre les deux notions ; mais il marque aussi une unité, une relation nécessaire entre une approche dialogique et une approche autoritative.

Les deux types de moments doivent exister dans une séquence. Le moment autoritatif est inévitable, car « the fact of the matter is that science is an authoritative discourse which offers a structured view of the world and it is not possible to appropriate the tools of scientific reasoning without guidance and assistance » (ibidem) ; il vient obligatoirement un moment où le point de vue de la science doit s'imposer. Cela fonde cette théorisation sur une certaine épistémologie de la science et de son enseignement, qui n'est pas si éloignée de l'apodicticité d'Orange (2002 par exemple).

Dans la tension entre dialogisme et autoritativité, on se focalise sur la transformation des points de vue portés par les apprenants, ou exprimés dans la classe. Dans cette perspective, l'argumentation apparaît comme un moyen langa-

gier de provoquer la transformation des points de vue, quelle que soit la diversité des situations d'interlocution. Il est donc naturel que le développement du courant socio-culturel dans les recherches sur l'éducation scientifique se soit accompagné dans ces dernières années du développement des études argumentatives (par exemple Erduran & Jimenez-Aleixandre, 2007 ; Muller-Mirza & Perret-Clermont, 2009 ; Buty & Plantin, 2009a ; Nascimento & Plantin, 2009).

On ne peut pas cependant sous-estimer une dimension spécifique qu'introduit l'argumentation, et limiter sa nature à l'échange d'éléments rationnels – la notion de point de vue ne se réduit pas d'ailleurs à un élément rationnel, comme la définition de Rabatel citée plus haut le dit explicitement. Les arguments sont une chose, la façon dont les interlocuteurs acceptent de les prendre en considération, de les prendre au sérieux, en est une autre. On peut introduire ici la question de la validation dans des contextes d'enseignement scientifique (Buty & Plantin, 2009b): qu'est-ce qui fait qu'un argument est valide aux yeux des interlocuteurs? De façon plus générale, se jouent ici les questions de la motivation, de l'adhésion et de la conviction des apprenants.

L'engagement productif des acteurs dans le travail sur le savoir

Nous ne croyons pas qu'une étude des processus d'apprentissage fondée uniquement sur des considérations cognitives soit opératoire: la pertinence des apports épistémiques, la maîtrise des formes de représentations, la clarté dans la gestion des interactions langagières dans la classe, ne suffisent pas à donner aux élèves l'envie d'apprendre, même si elles ont des effets sur la motivation et la volonté (Cosnefroy, 2011) individuelle et collective. De nombreuses études ont été consacrées aux phénomènes de motivation dans l'enseignement des sciences, surtout dans la littérature anglophone. La plupart du temps ces études reposent sur des travaux de psychologie tournés vers les aspects individuels de la motivation (Krapp, 2005 ; Ryan & Deci, 2000). Pour qui veut étudier le fonctionnement d'une situation de classe, une vision collective de la motivation est nécessaire ; le cadre théorique de l'engagement productif dans un travail sur le savoir (*productive disciplinary engagement*, Engle & Conant, 2002) peut y contribuer.

Cette perspective vise à développer un engagement des élèves dans la construction du savoir lié à une discipline (les savoirs sur lesquels ces travaux sont basés sont principalement mathématiques ou scientifiques). Le terme *productif* est important : il doit s'agir effectivement d'un engagement qui serve à construire un savoir donné, non simplement à participer de façon agréable et motivée à l'activité de la classe. Les auteurs mettent en avant quatre principes sur lesquels l'enseignant peut s'appuyer pour développer cet engagement productif:

Problématiser le contenu enseigné, du point de vue des apprenants, c'est-à-dire leur présenter des problèmes authentiques qu'ils considèrent comme tels.

Conférer aux apprenants une certaine autorité, qui les légitime dans le discours de la classe comme porteurs d'enjeux réels.

Les rendre responsables du savoir, devant leurs pairs et au regard des normes de la discipline enseignée.

Pour tout cela, leur fournir des ressources adaptées et suffisantes.

LA COHERENCE DE L'ENSEIGNEMENT ET DES APPRENTISSAGES

Nous avons dit au début de ce texte que notre perspective pour l'étude d'une situation d'enseignement était le sens que les apprenants en construisent. Mais une situation ne prend son sens pour ses acteurs que parce qu'ils la replacent dans la chronologie d'une séquence. Ils établissent des relations avec d'autres situations portant sur le même sujet, les situations proches mais parfois aussi des situations plus lointaines.

On remarquera qu'Orange (2002) insiste lui aussi sur l'idée qu'une compréhension exacte de la notion bachelardienne d'obstacle, qui selon lui fait disparaître le mythe de situations cruciales, de situations-problèmes, « oblige à penser l'action didactique sur des temps plus longs ». Construire un savoir, c'est l'incorporer à un faisceau de raisons, ou l'inscrire dans un registre explicatif, et ceci ne se réalise pas en une seule séance d'enseignement.

Une remarque très importante sur ce point porte sur le sens des énoncés qu'on peut trouver dans le corpus des interactions langagières d'une situation qu'on étudie, le sens des éléments de savoir qu'on peut y détecter, la compréhension qu'on peut se faire des différents points de vue en présence. Rappelons notre position sur ce point : dans la perspective de l'apprentissage, c'est-à-dire de ce que les apprenants construisent, il faut s'intéresser principalement aux significations que prennent les énoncés, les points de vue, les éléments de savoir dans leur contexte, et non en référence à un corps de savoir constitué à l'extérieur de l'interaction. Que les savoirs soient définis en contexte implique que les mêmes termes peuvent signifier des connaissances très différentes, suivant la situation où on les examine, que ce soit par exemple au début d'une séquence d'enseignement où à la fin.

De ce point de vue, l'enseignant et l'apprenant sont dans des situations très différentes. Quand l'enseignant introduit une notion à la deuxième séance, dans un contexte particulier, il sait ce qu'elle va devenir à la huitième séance, dans un autre contexte ; la signification qu'il lui attribue depuis le départ est cohérente avec ce qu'il va en dire à la huitième séance. Au contraire, pour l'apprenant, lors de la huitième séance, il va falloir qu'il réaménage la compréhension qu'il a construite à la deuxième séance, qu'il construise cette cohérence.

Cette question de la cohérence des contenus enseignés est difficile, et il est évidemment nécessaire, pour la plupart des apprenants, que l'enseignant en prenne en charge une bonne partie. Notre hypothèse est que cette cohérence est un facteur déterminant dans l'efficacité d'un enseignement.

La cohérence est une notion sémantique ; elle ne peut s'apprécier que par le contenu de l'enseignement, en particulier le contenu du discours dans la

classe. Cependant le chercheur dispose de marqueurs linguistiques pour repérer cette cohérence, d'éléments cohésifs dans le discours de la classe pour reprendre la terminologie d'Halliday et Hasan (1976). De son côté, l'enseignant emploie quasi-spontanément des éléments cohésifs pour « maintenir la narration de son enseignement » (Mortimer & Scott, 1999).

Les échelles de temps.

La question de l'organisation temporelle des événements discursifs dans la classe peut être appréhendée à travers la notion d'échelle temporelle (Lemke, 2001).

Tiberghien et al. (2007) définissent trois échelles pour l'analyse du savoir en classe : l'échelle macroscopique qui correspond au *temps académique* (Mercier et al., 2005, p. 143) ; l'échelle mésoscopique, de l'ordre de l'heure et de la minute, correspondant au *temps didactique* (idem) et à la séance de cours ; enfin, l'échelle microscopique qui représente un niveau fin de granularité, de l'ordre de la minute et de la seconde ; cette dernière échelle est celle « des énoncés et des gestes des personnes » (Tiberghien et al., 2007), elle se caractérise par ce que nous proposons d'appeler *temps interactionnel* (Badreddine & Buty, 2007).

Les épisodes.

Le découpage d'un texte de discours en vue de son analyse suppose qu'on ait choisi une unité élémentaire de sens, qui véritablement donne le rythme du discours. Nous utiliserons dans notre travail la notion d'« épisode » développée par Mortimer et al (2007). Ces auteurs définissent un épisode comme « un ensemble cohérent d'actions et de sens produits par les participants en interaction. Il a un clair commencement et une claire fin et peut être distingué des événements antérieurs et postérieurs. Normalement cet ensemble a aussi une fonction distinctive dans le discours ».

DES OUTILS POUR L'ANALYSE DU DISCOURS EN CLASSE DE SCIENCES

Dans cette partie nous proposerons certaines pratiques d'analyse d'un type de discours particulier, celui qu'on peut voir à l'œuvre en classe de sciences. Pour ne pas alourdir la rédaction, nous omettrons la plupart du temps le terme « science » quand nous parlerons de la classe, sans prétendre pour autant que ce qui va être dit est applicable à tout autre enseignement.

Nous l'avons dit : le discours scolaire ne prend son sens complet que lorsqu'il est envisagé sur trois échelles de temps, macroscopique, mésoscopique et microscopique. Les moyens qu'on va prendre pour le décrire doivent aider le chercheur à mener ses analyses à chacune de ces trois échelles, mais aussi à les lier entre elles.

Ainsi, au niveau macroscopique on utilisera l'outil « script de continuité » ; à l'échelle mésoscopique on dispose de l'outil « tableau synoptique » et du dé-

coupage en thèmes et sous-thèmes ; au niveau microscopique on utilisera le découpage en épisodes et la caractérisation des activités par échantillonnage.

Les scripts de continuité (Badreddine & Buty, 2007)

Une séquence d'enseignement est constituée d'un certain nombre de séances, de l'ordre d'une vingtaine. Au cours de chacune de ces séances le chercheur recolte des données de nature variée : enregistrements vidéographiques ou audiographiques, documents papiers, notes prises pendant les séances. Nous supposerons dans la suite qu'il y a toujours des enregistrements vidéographiques: il y aurait une certaine contradiction à soutenir les positions théoriques que nous avons développées sur la nécessité d'analyser le savoir dans son contexte de production, et à ne pas collecter comme donnée principale l'enregistrement de l'activité en classe dans sa durée et dans toute sa richesse, comme un enregistrement vidéographique permet de le faire.

Le script de continuité vise à donner une structure à l'ensemble de ces données, en les reliant sous une forme succincte aux séances où elles ont été récoltées. Il se présente sous la forme d'un tableau dont chaque ligne représente un moment d'une prise de données : une séance d'enseignement, mais aussi un entretien enregistré avec un des acteurs de la séquence, donneront lieu à une ligne du tableau. Les colonnes contiennent des informations de diverses natures qui caractérisent à une échelle macroscopique la séance, et qui permettent de la situer dans l'ensemble des données dont on dispose. Ces informations peuvent légèrement varier d'une collecte de données à une autre, mais elles sont dans l'ensemble toujours les mêmes. On trouvera ci-dessous une liste de types d'informations qu'on peut trouver dans les colonnes du tableau (d'après Badreddine, 2009).

La date et le nom d'une séance: il est bon de réfléchir, en fonction de la nature de la recherche, à une dénomination rationnelle pour les séances ; c'est particulièrement utile si on prend des données dans plusieurs classes différentes. *Le sujet central de la séance* représente le thème principal de la séance ; ce peut être le nom du chapitre, d'une activité dans un chapitre... *La progression thématique* indique la suite des thèmes qui ont été abordés dans une séance donnée. *Le lieu du déroulement de la séance* représente le lieu dans lequel se fait l'enseignement ; par exemple la salle de Travaux Pratiques et/ou la classe, ou en dehors de la classe... *La durée de la bande* représente la durée de la bande de l'enseignant ou des groupes d'élèves filmés. *Les documents attachés* à la séance peuvent référencer : des données primaires telles que les cahiers des élèves, la préparation d'un enseignant pour une séance donnée, les contrôles ou les tests des élèves... ; des données secondaires telles que les transcriptions des entretiens, les transcriptions des séances. Enfin, *les remarques* concernant une séance donnée peuvent être de différents ordres: des problèmes techniques concernant la prise des données, un manque de documents...

Les divisions thématiques et sous-thématiques

Si on se situe maintenant à l'intérieur d'une séance donnée, à l'échelle mésoscopique, on considérera que l'organisateur principal de l'activité est le contenu épistémique mis en jeu par les interactions entre les acteurs (Tiberghien & Buty, 2007). À un instant donné, ce contenu épistémique est orienté par un sujet principal du discours, qu'on appellera thème. Les thèmes peuvent être éventuellement (en fait très souvent) subdivisés en sous-thèmes, dans une perspective axiologique: pour traiter un thème, le locuteur (la plupart du temps l'enseignant) estime nécessaire de passer par une suite de sous-thèmes.

Sur le plan méthodologique, cela implique que le temps de la classe est découpé en divisions thématiques, elles-mêmes subdivisées en divisions sous-thématiques. Les critères de découpage sont essentiellement sémantiques, puisque la définition du thème réfère à son contenu de sens. Cependant, Badreddine, Buty et Nascimento (2007) ont indiqué un certain nombre de marqueurs langagiers qui peuvent aider à déterminer les frontières d'un (sous-) thème : *alors, ensuite, revenons à, comme je le disais*. D'autres indices, relatifs à l'activité de la classe, peuvent aussi aider : le recours à un chapitre d'un manuel, la distribution de documents aux élèves, l'énonciation d'un exercice...

Les tableaux synoptiques

À l'échelle d'une séance également, l'outil « tableaux synoptiques » permet d'avoir une vue rapide et globale de ce qui s'est déroulé pendant la séance, à la fois sur le plan du contenu et sur le plan de l'organisation de la classe, des ressources utilisées... Dans ce tableau, chaque ligne représente une division (sous-) thématique. Cela traduit la position prise plus haut que l'organisateur de l'activité à cette échelle est le contenu épistémique.

On peut attribuer les colonnes du tableau de la façon suivante, adaptée des caractéristiques que Tiberghien & al (2007, page 105) donnent pour les « synopsis » :

- Temps écoulé depuis le début de la séance et durée.
- Sous-thèmes.
- Description du contenu.
- Organisation de la classe : comment se déroule le travail ? En classe entière, en petits groupes, individuellement...
 - Phase didactique : de nombreuses typologies de phases didactiques existent ; on adaptera la suivante, qui n'est donnée qu'à titre indicatif :
 - Introduction
 - Développement du cours ou du modèle
 - Contrôle oral de connaissances
 - Réalisation de l'activité ou de l'exercice
 - Correction de l'activité ou de l'exercice
 - Etablissement de liens cohésifs

- Synthèse
- Clôture
- Actions de l'enseignant et des élèves.
Ressources matérielles utilisées.

Le découpage en épisodes

À l'échelle microscopique, ce sont les interactions qui organisent l'activité. Le discours des locuteurs dans l'espace public est rythmé par une suite d'épisodes qui chacun forment un tout cohérent, et dont la succession est, elle aussi, la traduction d'une nécessité axiologique dans l'action des interactants. Chaque épisode joue son propre rôle dans cet enchaînement, a ses propres caractéristiques tant formelles que sémantiques. Identifier les épisodes, élucider leurs rôles, reconstituer comment ils s'articulent les uns aux autres, c'est construire une cohérence au discours global de la classe. C'est donc passer de l'échelle de temps inférieure (microscopique) à l'échelle de temps mésoscopique et même macroscopique (Badreddine & Buty, 2010).

L'identification des épisodes

La frontière entre deux épisodes est repérable par un ensemble de caractéristiques de natures diverses mais liées au fait qu'il s'agit d'interactions, donc de phénomènes communicationnels. Mortimer & al. (2007) en donnent une description détaillée.

Les caractéristiques des épisodes sont ainsi :

- Leur contenu sémantique,
- Les actions des participants,
- La nature des interactions entre les participants,
- Le positionnement des acteurs sur l'espace physique d'interaction,
- Les ressources qu'ils utilisent.

Pour déterminer la frontière entre deux épisodes, on peut se servir des marqueurs regroupés dans le tableau 1 :

Tableau 1: indicateurs de changement d'épisode

Verbal	Non-verbal	
Changement de sujet ou transition dans le contenu de discours	Proxémique	Kinésique
Changement de genre; expressions didactiques	Changement de position	Gestes (par exemple: L'action de poser ou prendre des objets)
Changement d'intonation et de rythme; pause		Mouvement de corps (par exemple: Changement de direction du regard)
Changement d'interlocuteur		

Il n'est pas question, pour déterminer la frontière entre deux épisodes, d'exiger que tous ces critères soient satisfaits simultanément ; ce serait d'ailleurs impossible. Il s'agit seulement de dire qu'on peut s'appuyer sur un ou plusieurs de ces indicateurs pour procéder à l'isolement des épisodes avec une relative précision (souvent à la seconde près).

UN EXEMPLE D'ANALYSE COMBINÉE D'UNE SITUATION D'ENSEIGNEMENT

La situation d'enseignement que nous allons présenter à titre d'exemple d'analyse multi-paramétrée se déroule dans une classe de sciences physiques, au grade 7 dans un collège libanais de Beyrouth¹. C'est un court extrait de la deuxième séance d'une séquence d'enseignement qui porte sur l'électricité élémentaire. Cette séquence a été entièrement construite par l'enseignante observée, qui possède quelques années d'expérience professionnelle, mais dont c'est la première expérience à ce niveau.

La première séance a porté principalement sur la nécessité de faire des schémas conventionnels, et non des dessins, pour représenter de façon non ambiguë les circuits électriques simples. Le thème principal de la deuxième séance porte sur la nécessité qu'un circuit soit fermé pour que le courant y circule. Après un rappel sur les schémas, l'enseignante distribue aux élèves le matériel (pile, ampoule avec un support, fils de jonction) nécessaire pour répondre en groupes de quatre à la question : « comment faut-il faire pour que l'ampoule brille sans la tenir à la main ? ».

Une fois l'expérience réalisée par tous les groupes, l'enseignante travaille avec les élèves, en classe entière, directement sur les objets, pour leur faire expliquer le rôle du support de l'ampoule, en explicitant la fonction des différentes parties métalliques qui se trouvent dans le support et qui assurent la continuité électrique avec les deux bornes de l'ampoule.

Quand ce travail collectif est terminé, l'enseignante institutionnalise, en écrivant au tableau, que le circuit doit constituer une boucle fermée pour que la lampe brille et que le courant passe.

Un élève pose alors une question : « que devient l'électricité dans les fils si on coupe le circuit ? » ; il émet l'idée, un peu surprenante, que la pile continue à émettre de l'électricité qui sort des fils et va se perdre dans l'air. C'est la scène didactique de quatre minutes ouverte par cette intervention, scène très riche, que nous allons maintenant décrire, en trois mouvements successifs.

Premier mouvement, l'explicitation :

L'enseignante commence par comprendre ce que l'élève veut dire, en discutant avec lui sur son montage expérimental, à sa table. Puis elle revient au tableau et reprend la question pour toute la classe. Elle commence par expliciter le point de vue de l'élève. Elle le fait en dessinant au tableau un schéma du circuit, sur lequel elle effectue des transformations graphiques (elle coupe le circuit en effa-

çant le trait de craie) pendant qu'elle dit : « *donc ça c'est votre pile, ça c'est votre lampe. Ahmad dit : « si je détache de là le courant ne passe plus ». Ahmad a dit que si que si j'enlève le fil, donc si j'ouvre ma boucle, le courant ne passe plus, il ne passe plus dans la lampe, il ne fait plus le circuit entier mais quand même il sort de là dans l'air, ou de là je ne sais pas, il sort dans l'air* ».

On peut faire une analyse de ce premier mouvement, qui en quelques secondes illustre déjà l'ensemble des dimensions théoriques que nous avons mises en avant.

On peut d'abord faire remarquer que l'enseignante adopte, vis-à-vis de cette question un peu étrange, une approche communicative dialogique, dans la mesure où elle prend au sérieux le point de vue de l'élève, et l'expose à toute la classe pour le discuter. Cependant, il est intéressant de noter que son exposé est une reformulation de ce que l'élève a dit, et comme toute reformulation, le procédé n'est pas neutre. D'abord l'enseignante parle de *courant* alors que l'élève avait parlé d'*électricité* ; à cette notion floue d'électricité elle a substitué un mot du langage de la physique, pertinent dans ce contexte ; elle a donc procédé à une correction de vocabulaire. De plus, la dernière phrase citée opère un déplacement d'un autre niveau, puisqu'elle passe du monde des objets et des événements (« *si j'enlève le fil* ») au monde des modèles (« *si j'ouvre la boucle* »), ce qui renvoie à la schématisation et à la connaissance en jeu à ce moment-là.

Une troisième dimension est évidente, c'est le mode de représentation utilisé pour faire cette présentation: l'enseignante appuie ses verbalisations du point de vue de l'élève sur un schéma, qu'elle met en correspondance avec ce qu'elle dit ; elle assure donc la conversion entre deux registres sémiotiques, le langage et le schéma.

Du point de vue de l'engagement collectif dans la tâche, on peut considérer que l'enseignante satisfait à l'un des critères mentionnés par Engle & Conant (2002), à savoir qu'en exposant le point de vue de l'élève par un schéma au tableau devant la classe, en le prenant au sérieux et en le discutant (sans le dévaloriser), elle rend cet élève responsable devant ses pairs de l'avancée du savoir. Cet aspect d'engagement est lié à d'autres dimensions : à la forme de l'interaction par l'attitude dialogique qu'adopte l'enseignante ; au type de représentation choisi, graphique, au tableau devant la classe, qui renforce la visibilité et la permanence du point de vue discuté.

Deuxième mouvement, la réfutation:

Après avoir présenté le point de vue de l'élève, l'enseignante le réfute immédiatement et sans s'y attarder, en disant que « *effectivement c'est pas le cas puisque même si je place ici une lampe à côté elle ne va pas briller donc il [le courant] ne passe pas dans l'air* ».

Si on se place donc du point de vue des approches communicatives, après avoir explicité le point de vue de l'élève, elle l'a infirmé : elle a effectué un glissement du dialogique à l'autoritatif. Pour cela, elle a utilisé le registre schématique comme arme : elle aurait très bien pu rester dans le registre du langage naturel, et réfuter le point de vue de l'élève verbalement. Mais en représentant le point de

vue de l'élève dans un schéma électrique normalisé, elle place la discussion sur le terrain de la physique enseignée : elle se place sur son terrain pour exposer son point de vue à elle comme réfutation de celui de l'élève.

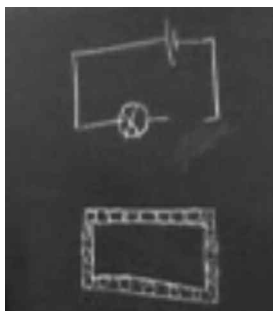
Du point de vue du contenu épistémologique de sa réponse, il faut bien reconnaître que son argumentation est assez faible. Elle introduit une expérience de pensée, consistant à placer une ampoule là où sortirait le courant, et à affirmer qu'elle ne s'allume pas. Qu'est-ce qui peut valider une telle affirmation, ou que cette expérience de pensée est pertinente, sinon le contrat didactique qui suppose, dans une clause élémentaire, que l'enseignant dit la vérité ?

Ici se pose la question de ce qui peut entraîner l'adhésion des élèves à ce que dit l'enseignant, leur engagement envers le savoir qu'il cherche à construire. Sans doute peut-on supposer que la réfutation qu'elle vient d'énoncer ne serait pas suffisante à elle seule pour y parvenir. Mais le troisième mouvement de notre scène va apporter un élément nouveau, en proposant aux élèves un modèle explicatif du fonctionnement d'un circuit électrique, basé sur une analogie avec une réalité de la vie quotidienne. Autrement dit, la force de conviction de l'argument de l'enseignante vient de ce qu'elle propose un remplacement à la vision qu'elle vient d'écarter.

Troisième mouvement, l'analogie:

L'enseignante dessine au tableau, exactement sous le premier schéma, un chemin de fer fermé (figure 1). Sur ce chemin de fer, une cohorte ininterrompue de wagons circule, chaque wagon poussé par des personnes qui se tiennent au bord de la voie, et qui obéissent aux ordres d'un « chef de gare ». Elle établit donc une analogie entre cette référence à la vie quotidienne des élèves, ou du moins à des réalités hors de l'école qu'ils connaissent suffisamment, et le circuit électrique qui est en discussion. Les rails sont analogues aux fils de conduction, le chef de gare et les troupes qu'il dirige sont l'analogue de la pile, les wagons sont analogues aux électrons (ou au courant). On peut critiquer la pertinence de cette analogie, qui d'ailleurs ne sera pas reprise dans la séquence ; mais ce n'est pas notre propos ici.

Figure 1: les deux schémas que dessine l'enseignante au tableau devant la classe entière ; en haut le circuit électrique coupé par une brèche « où sort l'électricité » ; en bas l'analogie qu'elle propose, le chemin de fer.



Si on s'intéresse aux savoirs mis en jeu, ce qui oriente cette analogie est la cohérence du discours que tient l'enseignante en vue de réfuter l'idée émise par l'élève : elle estime probablement avoir éliminé l'hypothèse de la fuite d'électricité par la coupure du circuit, elle n'utilise pas son analogie pour y revenir ; elle va se concentrer sur l'autre versant de l'argument de l'élève, à savoir que la pile continue à faire circuler l'électricité quand le circuit est coupé. C'est pourquoi l'enseignante insiste sur le rôle de la pile, analogue au rôle de la personne qui donne les ordres pour pousser les wagons, et qui cesse quand la voie de chemin de fer est coupée. Le schéma et le dessin qu'elle dessine l'un en dessous de l'autre au tableau sont un appui indispensable à son raisonnement ; ce sont leur présence simultanée au tableau (qui permet aux élèves de les comparer), la similitude de leurs formes, et leur comparaison effective par le langage de l'enseignante, qui permettent à l'analogie de fonctionner.

De plus, l'enseignante appuie son utilisation des schémas sur une gestuelle démonstrative. Une fois qu'elle a tracé les schémas, elle fait avec les bras deux gestes : le premier indiquant un mouvement circulatoire circulaire; le second le geste de pousser quelque chose de lourd (les wagons), en même temps qu'elle verbalise l'élément correspondant de son analogie. Ses gestes servent ici à indiquer les éléments importants des schémas qu'elle a tracés.

Cette conduite multimodale de l'enseignante atteint son but, semble-t-il, qui est de renforcer l'engagement de la classe : plusieurs élèves interviennent, l'un d'eux propose même une reformulation qui développe l'analogie. On peut interpréter ces interventions comme la marque d'un assentiment et d'une compréhension du discours de l'enseignante par une majorité d'élèves.

Nous avons donc pu observer ici d'une part la liaison intime entre gestion des registres sémiotiques utilisés et gestion de l'approche communicative, et d'autre part le jeu entre la plurimodalité du discours de l'enseignante et l'engagement dans la construction du savoir qu'elle parvient à obtenir de sa classe. Un point essentiel à notre avis, relatif au contenu du discours, est par ailleurs que le schéma introduit naturellement dans le discours de la classe, sans qu'on y prenne presque garde, le point de vue de la physique enseignée, car ses règles de construction et d'interprétation incorporent les savoirs qu'il s'agit de faire admettre aux élèves, et *in fine* de leur faire apprendre. C'est donc un guide puissant pour le raisonnement collectif.

Les différents paramètres que nous avons voulu mettre en exergue dans l'analyse du discours dans la classe se renforcent donc mutuellement et s'articulent les uns aux autres, pour produire cet événement complexe qu'est le déroulement de cette petite partie d'une séance d'enseignement.

CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Le titre de ce texte comporte le mot « dynamique ». La perspective analytique que nous voulions présenter nous semble mériter ce terme à un double titre.

A une première échelle, si on se limite à la durée relativement limitée de la situation d'enseignement, l'option que nous avons choisie d'articuler plusieurs dimensions théoriques pour décrire l'essentiel de cette situation impose de tenir compte du rythme temporel des événements de divers ordres qui s'y déroulent, de sa dynamique ; cette dynamique est décrite dans une certaine mesure par la succession des épisodes.

A l'échelle plus vaste de la séquence d'enseignement, il s'agit bien aussi d'une dynamique, puisque la succession temporelle et conceptuelle des situations modifie en permanence le paysage conceptuel, aussi bien au niveau interpersonnel (l'histoire de la classe) qu'au niveau intra-personnel (ce qu'a construit chaque apprenant).

Nous entendons à l'avenir étudier ces questions de la cohérence de l'enseignement, et de ses conséquences sur l'apprentissage. Cela impose deux élargissements des méthodes que nous avons utilisées jusqu'à présent : d'une part il faut prendre des données auprès des apprenants pour évaluer les conséquences de la cohérence ou du manque de cohérence sur les apprentissages ; d'autre part il faut dépasser le cadre de l'analyse de discours ou même de l'activité en classe, car les moyens d'action de l'enseignant comportent également un certain nombre d'artefacts (traces écrites, exercices, contrôles) qu'il faut prendre en compte si on veut évaluer la cohérence de cette action.

Nous considérons que cette étude de la cohérence, et surtout de ses conséquences sur l'apprentissage, est un domaine de recherche qui peut avoir d'importantes retombées sur l'efficacité de l'enseignement, et donc sur la formation professionnelle des enseignants.

NOTAS

¹Ce corpus fait partie de la thèse de Zeynab Badreddine (Badreddine, 2009).

REFERENCES

- Badreddine, Z. (2009). *Etude des décisions chronogénétiques des enseignants dans l'enseignement de la physique au collège*. Unpublished Thesis, Université Lyon II, Lyon
- Badreddine, Z., & Buty, C. (2007). Effets retro-interactifs dans les décisions chronogénétiques d'un enseignant. In J.-M. Dussault (Ed.), *Actes des 5èmes Rencontres de l'ARDIST* (pp. 17-24). Montpellier.
- Badreddine, Z., & Buty, C. (2007). *Le script de continuité, un outil méthodologique pour analyser les pratiques enseignantes*. Paper presented at the AREF 2007, Strasbourg.
- Badreddine, Z., & Buty, C. (2010). Discursive reconstruction of the scientific story in a teaching sequence. *International Journal of Science Education*, 33(6), 773-796.

- Badreddine, Z., Buty, C., & Nascimento, S. S. d. (2007). Análise Temática e Análise de Discurso em Sala de Aula de Ciências: Utilização do Software Transana®. In E. F. Mortimer (Ed.), *Atas do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências* (pp. CD ROM). Florianópolis: ABRAPEC.
- Buty, C., & Plantin, C. (Eds.). (2009a). *Argumenter en classe de sciences ; du débat à l'apprentissage*. Lyon: INRP.
- Buty, C., & Plantin, C. (2009b). Variété des modes de validation des arguments en classe de sciences. In C. Buty & C. Plantin (Eds.), *Argumenter en classe de sciences ; du débat à l'apprentissage* (pp. 235-280). Lyon: INRP.
- Cosnefroy, L. (2011). *L'apprentissage autorégulé - entre cognition et motivation*. Grenoble: Presses Universitaires de Grenoble.
- Duval, R. (1995). *Sémiosis et Pensée Humaine : registres sémiotiques et apprentissages intellectuels*. Berne: Peter Lang.
- Erduran, S., & Jimenez-Alexandre, M.-P. (2007). *Argumentation in science education: perspectives from classroom-based research*. Dordrecht: Springer.
- Gilbert, J. (1991). Model building and a definition of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(4), 73.
- Halliday, M. A. K., & Hasan, R. (1976). *Cohesion in English*. London: Longman.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15(5), 381-395.
- Lemke, J. L. (1998). Multiplying Meaning: Visual and Verbal Semiotics in Scientific Text. In J. R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading Science*. (pp. 87-113). London: Routledge.
- Lemke, J. L. (2001). The long and the short of it: comments on multiple timescale studies of human activity. *Journal of The Learning Sciences*, 10(1&2), 17-26.
- Martinand, J.-L. (1994). *Nouveaux regards sur l'enseignement et l'apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris: INRP.
- Mercier, A., Schubauer-Leoni, M.-L., Donck, E., & Amigues, R. (2005). The Intention to Teach and School Learning: The Role of Time. In A.-N. Perret-Clermont (Ed.), *Thinking Time: a multidisciplinary perspective on time*. USA, Canada, Switzerland: Hogrefe & Huber.
- Minstrell, J. (1992). Facets of students' knowledge and relevant instruction. In R. Duit, F. Goldberg & H. Niedderer (Eds.), *Research in physics learning: theoretical issues and empirical studies* (pp. 110-128). Kiel: IPN.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (1999). Analysing discourse in the science classroom. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving Science Education: the contribution of research* (pp. 126-142). Buckingham: Open University Press.
- Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead, Philadelphia: Open University Press.
- Mortimer, E. F., Massicame, T., Tiberghien, A., & Buty, C. (2007). Uma metodologia para caracterizar os gêneros de discurso como tipos de estratégias enunciativas nas aulas de Ciências. In R. Nardi (Ed.), *A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes* (pp. 53-94). São Paulo: Escrituras Editora.
- Muller Mirza, N., & Perret-Clermont, A.-N. (2009). *Argumentation and education*. New York: Springer, 2009.

Nascimento, Sylvania Sousa Do (Org.) ; Plantin, C. (Org.) . *Argumentação e ensino de Ciências*. 1. ed. Curitiba: CRV, 2009. v. 1.

Orange, C. (2002). Apprentissages scientifiques et problématisation. *Les Sciences de l'éducation, pour l'ère nouvelle*, 35(1), 25-42.

Orange, C. (2005). Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation, pour l'ère nouvelle*, 38(3), 69-93.

Orange, C., Lhoste, Y., & Orange-Ravachol, D. (2009). Argumentation, problématisation et construction de concepts en classes de sciences. In C. Buty & C. Plantin (Eds.), *Argumenter en classe de sciences, du débat à l'apprentissage* (pp. 75-116). Lyon: INRP.

Rabatel, A. (2005). Les postures énonciatives dans la co-construction dialogique des points de vue : coénonciation, surénonciation, sousénonciation. In J. Bres, P. P. Haillet, S. Mellet, H. Nolke & L. Rosier (Eds.), *Dialogisme et polyphonie ; approches linguistiques* (pp. 95-110). Bruxelles: De Boeck-Duculot.

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development and well-being. *American Psychologist*(55), 68-76.

Scott, P. H., Mortimer, E. F. ; Aguiar, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(7), 605-631.

Tiberghien, A. (1994). Modeling as a basis for analyzing teaching-learning situations. *Learning and Instruction*, 4, 71-87.

Tiberghien, A. ;Buty, C. (2007). Studying science teaching practices in relation to learning. Times scales of teaching phenomena. In R. Pintó & D. Couso (Eds.), *Contributions from Science Education Research, ESERA Selected Contributions* (pp. 59-75). Berlin: Springer.

Tiberghien, A., & Malkoun, L. (2007). Différentiation des pratiques d'enseignement et acquisitions des élèves du point de vue du savoir. *Education & Didactique*, 1(1), 29-54.

Tiberghien, A., Malkoun, L., Buty, C., Souassy, N., & Mortimer, E. F. (2007). Analyse des savoirs en jeu en classe de physique à différentes échelles de temps. In G. Sensevy & A. Mercier (Eds.), *Agir ensemble. L'action didactique conjointe du professeur et des élèves* (pp. 93-122). Rennes: Presses Universitaires de Rennes.

Data de recebimento: 25/01/2012

Data de aprovação: 25/02/2012

Data da versão final: 20/03/2012