

# Caractérisation des phases de conclusion dans l'enseignement scientifique

## Characterization of conclusion phases in science teaching

**Ludovic MORGE**

Équipe « processus d'action des enseignants »  
IUFM d'Auvergne  
36-38 avenue Jean Jaurès  
63400 Chamalières, France.

### **Résumé**

*Pour favoriser la construction individuelle des connaissances par l'élève, l'enseignant peut intervenir sur le choix des tâches et la gestion de la séance. Cet article se centre sur ce deuxième aspect, plus précisément sur les phases de conclusion lors desquelles l'enjeu est de contrôler les productions d'élèves générées par la tâche. L'analyse d'extraits d'une séquence d'enseignement a permis de mettre en évidence différentes modalités de contrôle des productions d'élèves. Cette étude de cas contribue à l'objectivation des interactions maître - élèves en situation d'enseignement scientifique.*

**Mots clés :** *enseignement des sciences physiques, interactions, phase de conclusion, validation, formation des maîtres.*

## **Abstract**

*To assist the individual implementation of knowledge by the pupil, the teacher should step in the choice of the tasks and the organization of the session. This article focuses on this second aspect, and more precisely on the conclusion phases whose aim is to check what type of production results from the given task. The analysis of some extracts of a teaching sequence allowed us to bring to the fore different means of controlling the pupil's productions. This case study contributes to the objectivation of the interactions between teacher and pupils in the science teaching context.*

**Key words** : physical science teaching, interactions, conclusion means, validation, teacher's training.

## **Resumen**

*Para favorecer la construcción individual de los conocimientos por el alumno, el docente puede intervenir sobre la selección de actividades y la gestión de la sesión. Este artículo se centra sobre este segundo aspecto, específicamente sobre las fases de conclusión a partir de las cuales lo que se persigue es controlar las producciones de alumnos generadas por la actividad. El análisis de extractos de una secuencia de enseñanza permitió poner en evidencia diferentes modalidades de control de producciones de alumnos. Este estudio de casos contribuye a la objetivación de las interacciones maestro/alumno en situación de enseñanza científica.*

**Palabras claves** : enseñanza de ciencias físicas, interacciones, fase de conclusión, validación, formación de docentes.

## **1. INTRODUCTION**

Dans un premier temps, notre recherche axée sur les phases de conclusion va être située parmi les différentes recherches menées actuellement en didactique des sciences dans le champ des interactions maître-élèves. À la suite de ce premier cadrage, nous définirons la phase de conclusion et les notions de validité et de vérité pour dégager ensuite les grandes caractéristiques d'une interaction du type « guidage dans la construction de savoirs ».

## 1.1. Les interactions maître-élèves en didactique des sciences physiques

Les recherches sur les interactions maître-élèves dans le domaine de la didactique des sciences physiques sont très récentes. Elles s'appuient sur l'hypothèse majeure selon laquelle la qualité des interactions entre le maître et ses élèves conditionne, autant que les tâches proposées, l'apprentissage. Elles trouvent leur origine d'une part, dans le champ du socio-constructivisme (Vygotski, 1985 ; Doise et al., 1978 ; Bruner, 1983 ; Perret-Clermont, 1986) et d'autre part dans des recherches explorant de nouvelles situations d'enseignement scientifique propices à la construction de savoirs par les élèves (Martinand et al., 1992 ; Lemeignan & Weil-Barais, 1993 ; Dumas-Carré & Goffard, 1997). Ces recherches en didactique, centrées sur la relation entre les situations d'enseignement et l'apprentissage des élèves, ont vu émerger de nouvelles questions concernant le rôle du maître dans ces situations : quels sont les processus interactionnels dans lesquels les partenaires sont engagés ? Quels sont les rôles du maître ? Quels sont les enjeux des interactions ? Quels sont les outils adéquats pour décrire les interactions d'un point de vue didactique ? Sur quels savoirs s'appuie l'enseignant pour prendre ses décisions ? Comment se construit le savoir dans l'interaction verbale ?

Dans la plupart des travaux visant l'objectivation des interactions, les auteurs se centrent sur des moments précis renvoyant à des enjeux spécifiques de l'interaction : définir l'espace-problème (Orange, 1999) ; enrôler dans la tâche par la routine de la question ambiguë (Franceschelli & Weil-Barais, 1998) ; faire expliciter des réponses d'élèves par la routine de la fausse incompréhension (Franceschelli & Weil-Barais, 1998) ; partager la signification de codages symboliques (Larcher & Chomat, 1998) ; statuer sur les réponses des élèves pour conclure (Morge, 1997a) ; modéliser en se servant de la routine événement-objet-action (Franceschelli & Weil-Barais, 1998). Deux types de descripteurs peuvent être utilisés pour objectiver les interactions : les descripteurs de type « tutelle » qui rendent compte du rôle du maître, et les descripteurs de type « médiation » qui rendent compte du processus interactionnel dans lequel les partenaires de l'interaction sont engagés. L'objectivation des interactions verbales en situation d'enseignement scientifique constitue un premier axe pour ce champ de recherche.

La formation à la conduite des interactions en classe constitue un deuxième axe de recherche important pour la diffusion des apports de la didactique des sciences. En effet, nous supposons que si les enseignants ne disposent pas de moyens pour gérer des séquences d'enseignement où l'élève peut prendre une part active dans la construction collective du

savoir, ils risquent d'abandonner ce type de séances initiées par la recherche. La perspective d'une diversification des pratiques enseignantes éclairée par la recherche en didactique risque ainsi d'être compromise. De nouvelles questions se posent alors : comment les enseignants interagissent-ils « naturellement » avec les élèves ? Pourquoi utilisent-ils ce(s) mode(s) d'interaction ? Quelles difficultés rencontrent-ils pour interagir avec les élèves ? Comment aider les enseignants à dépasser ces difficultés pour aller vers une interaction visant la construction de savoirs ? Quels outils d'analyse permettraient aux enseignants de prendre conscience des choix qu'ils font ? Quelles articulations pratique-théorie permettraient aux enseignants d'avoir une attitude réflexive sur ces choix ?

Cet article ne reprendra pas les amorces de réponses avancées notamment par Boilevin (1997) et Morge (1997b, 1998, 2000) au sujet de la formation aux interactions, mais s'appuiera principalement sur des résultats concernant la description d'un mode d'interaction du type « guidage dans la construction de savoirs » (Morge, 1997a) pour approcher la diversité de ses modalités de mise en oeuvre.

Dans la plupart des recherches menées sur les interactions en classe de sciences et précédemment citées, les interactions analysées résultent de transcriptions de séquences d'enseignement gérées par des chercheurs en didactique des sciences. Pour notre part, les séances ont été menées par des enseignants de sciences physiques en lycée et collège. Les phases de conclusion constituent, pour ces enseignants, une phase délicate de l'interaction. Saint-Georges avait déjà repéré cette difficulté en constatant « *différentes manifestations d'évitement devant la gêne que leur occasionnent les connaissances imprévues de leurs élèves, et ceci d'autant plus qu'ils ne peuvent, sur-le-champ, en déterminer la pertinence* » (Saint-Georges, 1996, p. 210). L'enjeu de ce moment d'interaction est de statuer sur les différentes propositions d'élèves fournies en réponse à la tâche qui leur est proposée. Ce moment est nécessaire pour « faire avancer le cours » et ne pas rester sur une collection de réponses. Il est inhérent à un enseignement basé sur la participation active des élèves à la co-construction de savoirs. La nécessaire présence de phases de conclusion dans un enseignement basé sur la co-construction et les difficultés de gestion qu'elles suscitent chez les enseignants expliquent l'intérêt que nous portons à ce moment spécifique de l'interaction.

## 1.2. Définitions

Avant de proposer notre propre définition de la phase de conclusion, regardons celle donnée par Margolinas dans le domaine des

mathématiques. L'auteur définit la phase de conclusion de la façon suivante : « *Au cours de toutes les situations dans lesquelles l'élève doit fournir un travail personnel existe ce que nous avons appelé une phase de conclusion au cours de laquelle l'élève accède à une information sur la validité de son travail. Cette information doit être pertinente du point de vue du savoir mis en jeu. La phase de conclusion est sous le contrôle du maître, et peut s'analyser selon le rôle qu'y joue le maître.* » (Margolinas, 1993, p. 29). L'auteur dégage ensuite deux possibilités qui s'offrent au maître dans les phases de conclusion : une phase d'évaluation ou une phase de validation. « *Nous dirons que la phase de conclusion est une phase d'évaluation quand, dans cette phase, la validité du travail de l'élève est évaluée par le maître sous la forme d'un jugement sans appel.* » (Margolinas, 1993, p. 30). « *Nous dirons que la phase de conclusion est une phase de validation si l'élève y décide lui-même de la validité de son travail.* » (Margolinas, 1993, p. 31). En comparant ces deux dernières définitions, on peut s'apercevoir que le principal critère de différenciation est la personne, maître ou élève, qui conclut.

Dans le cadre de notre propre recherche, le critère principal de distinction des phases de conclusion porte sur la différence entre validité et vérité, autrement dit sur le mode de contrôle des réponses d'élèves plus que sur la personne qui effectue ce contrôle. Une réponse d'élève est considérée comme valide si la cohérence interne du raisonnement est reconnue, et si l'élève ne se contredit pas sur des connaissances préalablement partagées par lui-même et les autres élèves. Une réponse d'élève est considérée comme vraie si elle est identique à un savoir externe au sujet. Ainsi, dans le cas où un élève part de sa représentation pour élaborer une prévision, cette prévision pourra être valide si elle est cohérente avec sa représentation, bien que fausse au regard des faits. D'une autre façon, une réponse est reconnue comme vraie ou fausse si elle est comparée à un savoir non encore négocié par la classe, par exemple, lorsque l'enseignant se réfère à ses propres connaissances pour statuer sur les réponses d'élèves (figure 1). Ainsi, pour nous, la phase de conclusion, ne correspond pas nécessairement à un moment où l'élève reçoit une information sur la validité de son travail mais, plus généralement, à un moment où l'enjeu de l'interaction est de contrôler les productions d'élèves. Si l'élève reçoit une information sur la validité ou la pertinence de son travail, la phase de conclusion est alors appelée phase de négociation. Dans ce cas, la phase de négociation prend la forme particulière d'une phase de recherche en commun et de co-construction.

### **1.3. Interagir dans une perspective de construction de savoirs**

Le dépassement des limites d'une interaction basée sur l'attente de la bonne réponse - au cours de laquelle le maître décrète la véracité ou la fausseté des réponses d'élèves - ainsi que le dépassement des problèmes pratiques rencontrés par les enseignants - qui doivent gérer sur-le-champ des réponses parfois imprévues - ont permis de cadrer la recherche de ce mode d'interaction. Ce dernier doit permettre aux élèves de participer à la phase de conclusion en ayant la possibilité de négocier les savoirs mis en jeu. Il doit également être fonctionnel et accessible pour que l'enseignant puisse l'adopter et prendre des décisions en temps réel. Les caractéristiques de ce mode d'interaction, explicitées ci-dessous, sont tirées d'une précédente recherche (Morge, 1997a).

Dans les phases de conclusion, les arguments utilisés sont des arguments de pertinence au regard de la question posée (cf. 1, figure 1) et de validité au regard des connaissances préalablement négociées et partagées par les élèves de la classe (cf. 2, figure 1). Les connaissances partagées par les élèves deviennent donc ici des connaissances de référence qui servent de cadre de référence pour fixer consensuellement la validité de ce qui se dit. Ces connaissances de référence peuvent être d'ordre théorique ou empirique. Pour déterminer la validité de la réponse de l'élève, l'enseignant doit connaître le raisonnement tenu par l'élève et l'incite donc à argumenter. À l'issue de la tâche, certaines réponses d'élèves validées peuvent permettre de compléter le modèle utilisé dans les connaissances de référence. Ce complément pourra, à son tour, servir à valider ou invalider d'autres réponses lors de tâches futures. Notons que l'activité des élèves, qui consiste à développer un modèle sans le remettre en cause, est comparable à celle des scientifiques dans le cadre de la science normale (Kuhn, 1983).

Ce mode d'interaction est transférable à une situation d'enseignement au cours de laquelle certains élèves partagent une même conception. Dans l'interaction, l'enseignant va considérer cette conception comme étant une connaissance de référence, c'est-à-dire que l'enseignant et les élèves peuvent se référer à cette même conception pour juger de la validité des réponses des élèves (cf. 2, figure 1). La conception constitue la base de l'argumentation commune à l'enseignant et aux élèves. Dans l'interaction, l'enseignant ne valide pas la conception utilisée par les élèves, mais il peut être amené à valider les réponses et raisonnements, relativement à la conception utilisée. Si, par exemple, une réponse d'élève est valide au regard de la conception utilisée mais contradictoire avec les phénomènes observés, la conception est remise en cause. Une fois les limites de cette

conception reconnues, la conception peut être remplacée par une autre plus pertinente. Cette dernière est à son tour introduite dans les connaissances de référence. Lors de tâches futures, les partenaires de l'interaction se réfèrent à cette nouvelle conception pour statuer sur les réponses d'élèves. Il se produit dans ce cas un changement du cadre théorique de référence en partie comparable à un changement de paradigme (Kuhn, 1983).

Précisons que la notion de connaissances de référence utilisée précédemment se distingue de celle de savoirs de référence ou savoirs savants et de celle de prérequis ou connaissances préalables. Les savoirs de référence sont des savoirs scientifiques reconnus par la communauté scientifique, alors que les connaissances de référence sont des connaissances scolaires reconnues par les élèves de la classe. Les contenus et les contextes sont différents. Les connaissances de référence désignent, comme les connaissances préalables, les connaissances nécessaires à l'élève pour rentrer dans la tâche et la résoudre. Mais elles délimitent également le cadre dans lequel l'enseignant peut intervenir pour valider ou invalider, dans l'interaction, les réponses d'élèves. En d'autres termes, les connaissances de référence délimitent l'espace de négociation offert à l'enseignant. La notion de connaissance de référence ajoute une autre fonction à celle généralement attribuée aux connaissances préalables.

L'élaboration de ces nouveaux descripteurs permet une première analyse des interactions enseignant-élèves. Cette analyse s'appuie sur un découpage structurel et emboîté de la transcription en volet, épisodes et phases. Le volet correspond à l'ensemble des interventions relevant d'une même tâche et il comprend un ou plusieurs épisodes. L'épisode correspond à l'ensemble des interventions relatives à une même réponse et comprend plusieurs phases : la phase d'exposition lors de laquelle l'élève présente sa réponse ; la phase de justification où l'élève explicite le raisonnement qui lui a permis d'aboutir à sa réponse ; la phase de conclusion au cours de laquelle les élèves ou l'enseignant statuent sur la réponse de l'élève. L'analyse consiste ensuite à déterminer le type d'argument utilisé dans la phase de conclusion : argument d'autorité (cf. 3, figure 1) ; argument de validité par rapport aux connaissances de référence (cf. 2, figure 1) ; argument de pertinence par rapport à la tâche (cf. 1, figure 1).

Nous allons, dans la suite de cet article, dépasser cette analyse aboutissant à une catégorisation générale des grands types d'arguments pour nous diriger vers une caractérisation plus fine des différentes modalités mises en oeuvre pour valider ou invalider des réponses d'élèves.

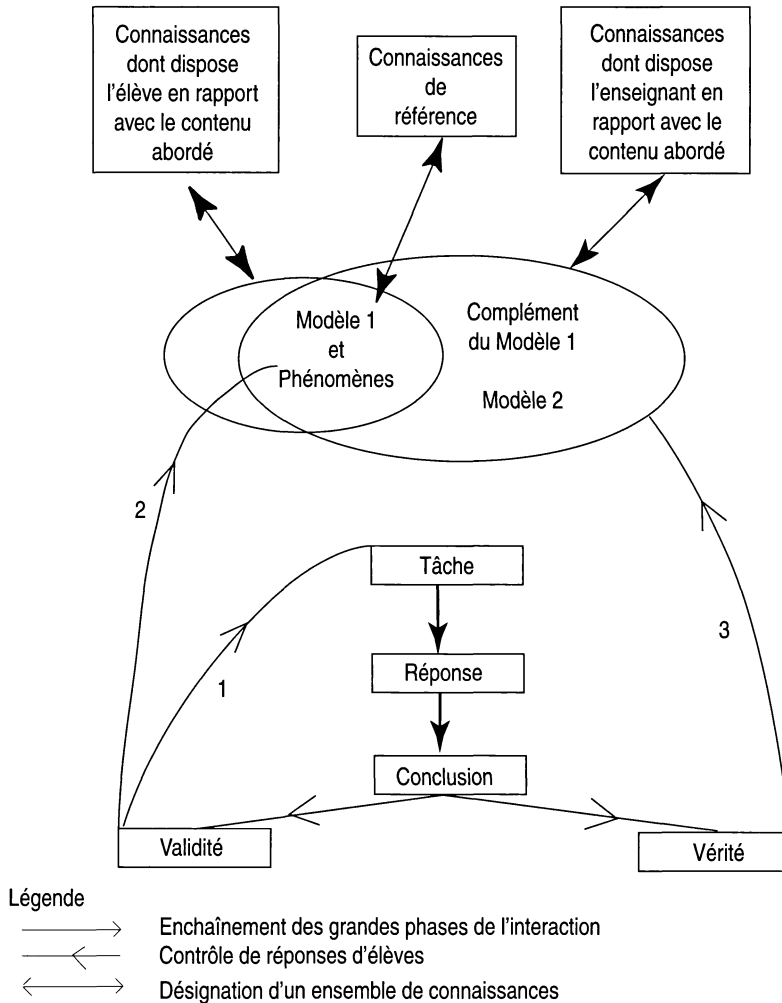


Figure 1 : Le contrôle des réponses d'élèves

## 2. CARACTÉRISATION DE DIFFÉRENTES MODALITÉS DE NÉGOCIATION

Des extraits d'une séance gérée par une enseignante ayant suivi une formation sur les interactions (Morge, 1997a) constituent la base empirique utilisée pour rechercher les différentes modalités de négociation. Ces extraits sont analysés pour en extraire les réponses d'élèves et les arguments utilisés par l'enseignante ou les élèves dans l'espace de



négociation. Les arguments repérés sont ensuite décontextualisés pour faire émerger la nature de l'argumentation. Enfin, nous envisagerons des alternatives au déroulement observé dans le but de repérer le champ des possibles. Nous systématiserons notre présentation de l'analyse en quatre rubriques : 1) réponse de l'élève ; 2) argument avancé par l'enseignante ou un élève pour statuer sur cette réponse ; 3) nature de l'argument ; 4) alternative.

Dans les extraits, les interventions de l'enseignante et des élèves sont placées dans des colonnes distinctes. Si la provenance d'une intervention est attribuée à un élève déjà repéré par un numéro,  $n$ , cette intervention sera précédée de ce même numéro. Si tel n'est pas le cas, le numéro,  $n+1$ , est attribué à l'intervention. Enfin, pour faciliter le repérage des interventions, chacune d'elles est numérotée.

## 2.1. Le contexte des interactions maître-élèves

La séquence porte sur l'électricité statique et se déroule avec vingt-quatre élèves de quatrième.

### Les connaissances de référence au début de la séance

#### *Le germe de modèle*

Dans ce modèle, il existe une électricité négative et une électricité positive. Il est arbitrairement décidé que l'ébonite est chargée - alors que le plexiglas est chargé +. Deux corps qui portent des charges de même signe se repoussent. Deux corps qui portent des charges de signe contraire s'attirent. Un corps, s'il n'a pas été chargé, est électriquement neutre. Il est possible de charger des corps par frottement. Une charge positive est symbolisée par un + et une charge négative est symbolisée par un -.

#### *Les phénomènes*

Une boule d'aluminium est attirée par une baguette d'ébonite. Parfois cette boule est éjectée alors que d'autres fois, elle reste collée.

### La tâche élaborée par l'enseignante

À l'aide du modèle, expliquer pourquoi la boule est attirée par la baguette d'ébonite et expliquer pourquoi, des fois elle reste collée, alors que d'autres fois elle est éjectée.

### Les objectifs

En faisant fonctionner le « germe de modèle » les élèves vont se l'approprier. Pour expliquer les phénomènes observés, les élèves sont amenés à compléter le « germe de modèle » en introduisant l'électrisation

à distance par répartition asymétrique des charges dans le corps neutre et l'électrisation par contact avec transfert de charges.

## 2.2. Analyse des interactions en phase de négociation

### 2.2.1. Extrait 124 à 138 : la boule est chargée positivement

	Enseignante	Élèves
124		8) Heu, quand elle a, heu, quand la boule elle est, heu, attirée c'est qu'il y a autant de charges négatives d'un côté et autant de charges positives de l'autre.
125	Où ça ?	
126		8) Ben sur la boule et sur la barre.
127	Attention, on l'a électrisée l'ébonite. On l'a frottée donc elle est pas neutre.	
128		8) Et ben ouais, mais là, il y a autant de charges positives que de charges négatives.
129	Où ça ?	
130		8) Ben, sur la barre.
131	Sur la balle, sur la barre. Non, attention elle est électrisée. Donc, alors, elle est pas neutre.	
132		8) Bon alors sur la boule.
133	Bon, qu'est-ce tu fais là, Guillaume ?	
134	Et pourquoi elle est attirée dans un premier temps ?	
135		8) Parce que la barre d'ébonite elle est électrisée. Et deux corps qui sont électrisés, ils s'attirent.
136	Attention, c'est pas deux corps électrisés qui s'attirent. Et la boule, elle est électrisée ou pas ?	
137		8) Non.
138	Vous êtes bien parties les filles, il faut creuser un petit peu plus.	

#### Réponse de l'élève

La boule est chargée positivement et la barre est chargée négativement, donc la barre attire la boule (124, 126, 135).

#### Argument de l'enseignante pour statuer sur cette réponse

Par l'intermédiaire d'une question (136) l'enseignante rappelle que la boule n'est pas électrisée au départ de l'expérience (136, 137).

### Nature de l'argument

L'enseignante renvoie implicitement l'élève au modèle préalablement construit (un corps, s'il n'a pas été chargé par frottement, est électriquement neutre) pour statuer sur cette réponse, avançant ainsi un argument de non-validité.

### Alternative

L'enseignante aurait pu s'appuyer sur cette réponse (si la barre attire la boule, c'est que l'une est positive, l'autre négative) pour reformuler le problème : comment expliquer que la boule se comporte comme si elle était chargée positivement, alors qu'elle est neutre ? Ainsi la phase de négociation pourrait déboucher sur une reformulation de la tâche.

#### 2.2.2. Extrait 257 à 277 : l'importance du premier contact

	Enseignante	Élèves
257		25) Quand elle est neutre la boule, là, elle est négative. Elle est négative, ça donne de l'électricité à la boule, et après quand on remet de la peau de chat, négative et négative ça fait /
258	Attention, attention, la boule elle est toujours neutre au départ.	
259		25) Oui, mais vu que dans la première expérience elle est négative, alors ça a donné le négatif à la boule.
260	Non, non, non, c'est pas une première ou une deuxième expérience je pourrais recommencer tout de suite et vous allez voir.	
261		27) Tenez, Madame.
262	Attends, j'arrive.	
263	Regardez, je commence tout de suite.	
264	Vous avez vu, elle a été attirée puis éjectée. Voilà, après on l'arrête. Là, elle a été attirée puis éjectée et puis il y a des fois elle reste collée.	
265	Là, elle est encore attirée puis éjectée.	
266	Vous voyez, là, elle est attirée et elle reste collée.	
267		25) Parce que vous frottez doucement.
268		25) Elle s'est chargée dans le négatif.
269	Ah non, à chaque fois elle est neutre au départ.	
270		28) Oui, mais à force de l'attirer, elle s'est chargée dans le négatif pareille que l'ébonite.

271	Alors, je veux bien qu'elle soit chargée dans le négatif.	
272	Oh! A vos places là- bas.	
273	Je veux bien mais elle a été attirée et elle est restée collée.	
274		29) Parce qu'elles ont autant de charges.
275	Attention des signes de charges contraires de même signe se repoussent. Normalement, elle aurait dû être repoussée.	
276		25) Ben oui, mais elles ont les mêmes charges après.
277	Ben, si elles ont les mêmes charges, elles auraient dû être repoussées et non pas rester collées.	

### Réponse de l'élève

Lors de la première expérience, la boule s'est chargée négativement après un contact avec la baguette ce qui explique que lors de la deuxième expérience la boule est repoussée par l'ébonite chargée négativement (257 et 259).

### Arguments de l'enseignante pour statuer sur cette réponse

- 1) L'enseignante rappelle qu'au départ la boule est neutre (258).
- 2) Par l'expérience, l'enseignante montre que la boule peut être repoussée sans avoir été préalablement en contact avec la baguette lors d'une première expérience (264).
- 3) Elle montre aussi par l'expérience que la boule peut rester collée à la baguette même si elle a préalablement touché celle-ci dans une expérience précédente (266).
- 4) Devant le doute des élèves, elle finit par le raisonnement suivant : si, au départ de l'expérience, la boule était négative, elle n'aurait pas pu être attirée par la baguette d'ébonite elle aussi négative (275-277).

### Nature des arguments

- 1) L'enseignante renvoie l'élève au modèle comme elle l'a fait précédemment en (136).
- 2) et 3) L'enseignante propose ensuite aux élèves deux contre-expériences pour montrer que l'hypothèse selon laquelle la boule s'est chargée négativement au cours d'un premier contact est erronée. Cette hypothèse implique que la boule a eu un contact préalable avec la baguette d'ébonite pour être repoussée. En montrant expérimentalement l'inverse, elle infirme du même coup l'hypothèse d'une boule chargée négativement au début de l'expérience d'éjection.

4) Elle a ensuite repris l'hypothèse de l'élève pour confronter ses implications au phénomène observé montrant ainsi la contradiction à laquelle aboutit le raisonnement de l'élève. Pour prouver à l'élève que la proposition « la boule n'est pas chargée négativement au départ de l'expérience » est correcte, elle montre que la proposition inverse « la boule est chargée négativement au départ de l'expérience » va à l'encontre du phénomène observé. Il s'agit là d'un raisonnement par l'absurde.

### Alternative

Peut-être aurait-il été plus judicieux de présenter aux élèves chacune des expériences sur deux dispositifs distincts. En effet, la présentation des deux phénomènes sur le même dispositif peut laisser penser que les conditions initiales sont différentes. Notons que le fait de toucher la boule avec la main avant chaque expérience pour la décharger n'a pas été discuté avec les élèves.

#### 2.2.3. Extrait 332 à 371 : la boule est relâchée

	Enseignante	Élèves
332		9) Ça dépend comment on frotte.
333	Ça dépend comment on frotte. Alors explique un petit peu plus.	
334		9) (Inaudible) ...si on frotte, vite, plus il va mieux, comment, il va mieux attirer la feuille.
335	La boule.	
336		9) Que si on attire moins, il va juste l'attirer et la relâcher.
337	Alors, si on frotte beaucoup ça va la coller et si on frotte pas beaucoup ?	
338		9) Ça va à peine la coller et ça va la relâcher.
339	Ça va à peine la coller et la relâcher.	
340	Alors, qu'est-ce que vous pensez de ces deux explications ?	
341		1) C'est la mienne la plus juste.
342	Alors, pourquoi, qu'est-ce que vous pensez de celle de Peter ?	
343		10) Et ben je pense qu'il a raison, parce que quand on frotte plus il y a plus de...
344		11) De charges positives
345		10) Voilà, qui restent sur le bâton
346	Sur l'ébonite.	
347		10) Sur l'ébonite, et quand on frotte moins et ben, il y en a moins qui reste sur l'ébonite. Alors ça se fait que la boule elle est moins attirée. Elle est attirée et elle se relâche tout de suite.

348	D'accord. Elle est attirée et elle se relâche tout de suite.	
349		12) Et pourquoi elle est repoussée alors ?
350		13) Ben parce que (inaudible)
351	Tu penses que Peter a raison alors.	
352		10) Ouais.
353	Est-ce qu'il y a quelqu'un d'autre qui a autre chose à dire sur l'explication de Peter ?	
354		14) Pas moi, parce que j'ai pas compris.
355	Alors, déjà, est-ce que vous ne trouvez pas qu'il y a une différence entre l'explication de Peter et l'explication de Louis ?	

L'enseignante va répondre à la question qu'elle vient de poser puisque les élèves n'y parviennent pas.

369	Louis essaye de reprendre le modèle qu'on a commencé à expliquer.
370	Peter montre juste ce qu'on peut voir en fait. Alors que Louis explique vraiment.
371	Ce serait plutôt dans ce sens là qu'il faudrait travailler d'accord.

### Réponse d'élèves

Si la baguette est frottée rapidement, la boule est fortement attirée et reste collée. Si la baguette est moins frottée, la boule est moins attirée puis relâchée (334, 336, 338, 343, 344, 345, 347).

### Arguments utilisés pour statuer sur cette réponse

1) Un élève avance un début d'argumentation pour refuser cette réponse. Il semble avoir repéré que, lors de l'expérience, la boule est repoussée et non pas relâchée (349).

2) L'enseignante attend des élèves qu'ils élaborent une explication en se référant au modèle (369, 371). Or cette réponse relie un phénomène supposé observé (la boule est relâchée) à un autre phénomène (on frotte peu).

### Nature des arguments

1) La description du phénomène donnée par l'élève – la boule est relâchée – ne correspond pas à la réalité de celui-ci, ce qui aurait pu constituer un argument pour refuser cette réponse. Mais ce début d'argumentation initié par un élève ne sera ni repris ni développé.

2) L'enseignante refuse cette réponse car elle ne répond pas à la tâche proposée. L'enseignante a déjà rappelé aux élèves qu'ils doivent

utiliser le modèle et s'appuyer sur des schémas. Cette proposition est refusée par l'enseignante car elle ne répond pas à la tâche proposée.

### Alternatives

Une autre phase de conclusion peut consister à vérifier expérimentalement sans modifier le protocole – il ne s'agit donc pas d'une contre-expérience – qu'un frottement important engendre une répulsion de la boule après contact, contrairement à ce que pensent quelques élèves. La conclusion s'effectue alors en vérifiant expérimentalement que le lien de variation concomitante suggéré par l'élève (si je frotte beaucoup, la boule reste collée à l'ébonite alors que si je frotte peu, la boule est relâchée) est l'inverse de celui constaté expérimentalement. L'influence du facteur « qualité de frottement » ayant été repérée expérimentalement, elle peut être aussi expliquée sur le plan du modèle. La proposition du modèle, selon laquelle un corps peut être électrisé par frottement, peut être affinée en reliant la qualité du frottement avec la quantité de charges présente sur la baguette d'ébonite.

L'explication du phénomène de relâchement de la boule constitue une nouvelle tâche dans laquelle les élèves peuvent s'engager selon la décision de l'enseignante. Le modèle sera ainsi complété en faisant intervenir la déperdition des charges sur la baguette d'ébonite.

#### 2.2.4. Extrait 441 à 455 : le passage des charges dans l'air

	Enseignante	Élèves
441	Oui, il y a un peu de positif sur le bâton.	
442		11) Et ben alors, quand on approche la boule, quand on approche le bâton à la boule, la boule, elle devient tout de suite positive, avec le moins, elle arrive à se coller.
443	Alors comment est-ce qu'elle va être, comment est-ce qu'elle va être ?	
444		7) Positive.
445	Positive, ouais.	
446		11) Et bien c'est parce que comme y'a autant. Parce que si le bâton est positif et qu'on frotte avec la peau, il y a autant de positif que de négatif.
447	Non, si je frotte avec la peau, ça devient négatif, donc il y a plus de négatif, il y a un peu de positif.	
448		11) Alors le positif, il va sur la boule et ça attire la boule.
449	Comment est-ce qu'il va y aller sur la boule ?	

450		7) Avec l'air.
451	Ça va se déplacer dans l'air ?	
452		7) Non, je veux dire avec... La boule va attirer le positif.
453	Comment ?	
454		11) Ben, le neutre attire le positif.
455	Non, c'est le moins qui attire le positif, attention.	

### Réponse de l'élève

Les quelques charges positives de la baguette passent à distance sur la boule qui va se charger positivement (442 et 450). Cette dernière est ensuite attirée par la baguette chargée négativement.

### Arguments de l'enseignante pour statuer sur cette réponse

1) L'enseignante, par l'intermédiaire d'une question (451), remet en cause l'idée que les charges puissent passer dans l'air.

2) Elle demande à l'élève d'expliquer comment les charges positives sont attirées par la boule (453) et s'appuie sur le « germe de modèle » (455) pour refuser la proposition selon laquelle le neutre attire le positif (454).

### Nature des arguments

1) Elle s'appuie sur le « germe de modèle » établi pour l'instant afin de refuser cette proposition. Plus précisément, l'argument consiste à dire que la proposition « les charges passent dans l'air » ne fait pas partie des propositions du « germe de modèle ». Notons que si le germe de modèle ne prend pas en compte le passage des charges dans l'air, il est prévu que cette proposition soit introduite ultérieurement dans le modèle. En s'appuyant sur le « germe de modèle » pour refuser cette réponse, l'enseignante vient donc de refuser ce qu'elle va introduire plus tard. Le deuxième argument avancé par l'enseignante évite cet écueil.

2) L'enseignante demande à l'élève d'expliquer ce qui attire les charges positives sur la boule. Cette question permet de reposer le problème initial de l'attraction entre un corps neutre et des charges, problème qui n'est toujours pas résolu par la réponse de l'élève. Cette phase de conclusion consiste à repérer une étape de l'interprétation du phénomène qui n'est pas expliquée à l'aide du modèle. Dans ce cas particulier, la faille dans l'interprétation du phénomène correspond au problème initial.

### Alternative

Une phase de négociation, proche de la seconde avancée par l'enseignante, consisterait à demander pourquoi les charges négatives ne



se déplaceraient pas à distance sur la boule neutre. Cette phase de conclusion consiste à faire émerger le caractère aléatoire d'un choix effectué lors de l'interprétation.

Nous remarquerons que les connaissances mises en jeu dans ces différentes argumentations sont partagées par les élèves. C'est, selon nous, une condition nécessaire à la co-construction de savoirs. Cette condition délimite l'espace de négociation offert à l'enseignant et aux élèves. Dans cet espace, l'analyse de ces quelques extraits a permis d'entrevoir la diversité des modalités de contrôle des productions d'élèves.

### **3. CONCLUSION**

Donner aux enseignants les moyens de gérer les interactions verbales dans des situations d'enseignement lors desquelles l'élève participe à la co-construction des savoirs constitue un enjeu important pour une diversification des pratiques enseignantes éclairées par la recherche en didactique. Pour l'apprentissage des élèves, ces phases de conclusion sont des moments cruciaux pendant lesquels ils vont pouvoir ressentir un déséquilibre interne à condition qu'ils puissent s'approprier et faire fonctionner à leur tour les arguments qui leurs sont avancés. Le but de cette analyse est de contribuer à la caractérisation des phases de négociation en repérant les modalités de contrôle des productions d'élèves.

#### **3.1. Les modalités de contrôle des productions d'élèves**

L'objet de cet article se situe dans le prolongement d'une précédente recherche (Morge, 1997a) qui avait permis de déterminer les caractéristiques générales d'une phase de négociation. Pendant cette phase, l'enseignant et/ou les élèves recherchent la validité des réponses et raisonnements proposés. Les connaissances de référence délimitent l'espace de négociation dans lequel les partenaires de l'interaction sont engagés.

Dans cet article, nous avons poussé plus loin nos investigations en recherchant comment sont validées ou invalidées les réponses d'élèves pendant les phases de négociation. L'analyse de plusieurs extraits, tirés de la transcription d'une séquence d'enseignement, a permis de dégager différentes modalités de contrôle des productions d'élèves. Ces modalités sont reprises ci-dessous sous une forme synthétique.

Les modalités de contrôle des productions d'élèves repérées sont les suivantes :

– le renvoi au modèle préalablement construit

Exemple : analyse de l'extrait 124 à 138

Réponse : un élève suppose que la boule est chargée positivement ce qui explique qu'elle soit attirée par l'ébonite chargée négativement

Argument : la boule est neutre car elle n'a pas été frottée ;

– la réalisation d'une contre-expérience

Exemple : analyse de l'extrait 257 à 277

Réponse : l'élève pense que la boule s'est chargée négativement lors du contact avec l'ébonite pendant la première expérience, ce qui explique que la boule négative est repoussée par la baguette lors de la deuxième expérience

Argument : il est possible de vérifier expérimentalement que la boule peut être éjectée sans avoir eu de contact préalable avec la baguette d'ébonite ;

– le raisonnement par l'absurde

Exemple : analyse de l'extrait 257 à 277

Réponse : identique à celle qui est précédemment citée

Argument : si, au départ de l'expérience, la boule était négative, elle n'aurait pas pu être attirée par la baguette d'ébonite négative.

Donc, la boule n'est pas négative au début de l'expérience ;

– le repérage d'une inadéquation entre la réponse de l'élève et la question posée

Exemple : analyse de l'extrait 332 à 371

Réponse : si la baguette est frottée rapidement, la boule est fortement attirée et reste collée, alors que si la baguette est moins frottée, la boule est un peu attirée puis relâchée

Argument : cette réponse ne correspond pas à la tâche proposée qui consiste à expliquer le phénomène à l'aide du germe de modèle ;

– la réalisation d'une expérience

Exemple : analyse de l'extrait 332 à 371

Réponse : identique à celle précédemment citée

Argument : l'expérience montre que la variation concomitante suggérée par l'élève est l'inverse de celle qu'il est donné de voir ;

– l'identification d'une étape de l'interprétation inexpliquée avec le modèle

Exemple : analyse de l'extrait 441 à 455

Réponse : un élève explique que les quelques charges positives de la baguette passent à distance sur la boule qui va se charger positivement. Cette dernière est ensuite attirée par la baguette chargée négativement

Argument : comment expliquer que les charges positives soient attirées par la boule neutre ? ;

– l'identification du caractère aléatoire d'un choix effectué lors de l'interprétation

Exemple : analyse de l'extrait 441 à 455

Réponse : identique à celle présentée dans l'exemple précédent

Argument : expliquer pourquoi ce sont les charges positives et non pas les charges négatives qui se déplacent vers la boule neutre.

La phase de conclusion peut donner lieu à une relance :

– par une reformulation de la tâche

Exemple : analyse de l'extrait 124 à 138

Comment expliquer que la boule se comporte comme si elle était chargée positivement, alors qu'elle est neutre ? ;

– par la formulation de nouvelles tâches

Exemple : analyse de l'extrait 332 à 371

Expliquer comment la qualité du frottement intervient sur la quantité de charge présente sur la baguette d'ébonite.

Le renvoi au « germe de modèle en construction » peut, dans certaines circonstances, générer des contradictions à venir.

Exemple : analyse de l'extrait 441 à 455

L'enseignante remet en cause l'idée que les charges puissent passer dans l'air puisque cette proposition ne fait pas partie du « germe de modèle ». Mais, dans quelques séances, l'enseignante sera amenée à introduire cette même idée.

## 3.2. Perspectives de recherche

Dans le cadre de l'étude des phases de conclusion, nous envisageons trois perspectives de recherche : étudier les phases de conclusion pour elles-mêmes, c'est-à-dire continuer à mieux les connaître ; repérer les liens qu'entretiennent les phases de conclusion avec d'autres moments de la séance ; cerner la reproductibilité des réponses d'élèves face à une tâche donnée pour pouvoir anticiper en partie le déroulement d'une séance.

### 3.2.1. *Objectiver les modalités de conclusion et les critères de choix entre ces différentes modalités*

L'analyse que nous venons de mener a permis de dégager différentes modalités de contrôle de productions des élèves. Or, il s'agit d'une étude de cas et nous pensons que d'autres modalités peuvent encore être dégagées en élargissant le champ empirique d'investigation c'est-à-

dire en diversifiant non seulement le type de tâches mais également les enseignants en charge de mener ces séances et les niveaux d'enseignement.

La diversité des modalités de contrôle de productions d'élèves pose maintenant la question de la pertinence du choix entre ces différentes modalités. Il semble que les critères de choix soient à chercher non seulement dans les caractéristiques de la situation (tâche, connaissances de référence, objectifs), mais aussi par exemple dans les caractéristiques de la réponse de l'élève voire même dans celles de l'élève.

### ***3.2.2. Explorer d'autres fonctions à l'analyse des interactions en phase de conclusion***

Les phases de conclusion peuvent être analysées pour poser la question de leur adéquation à la réponse de l'élève et au projet de l'enseignant. Mais d'autres fonctions peuvent être attribuées à ce type d'analyse. En effet, l'analyse des phases de conclusion peut permettre d'interroger la pertinence de la tâche dans la perspective d'en faciliter la gestion sans perdre de vue les objectifs qui lui sont assignés. À titre d'exemple, nous avons suggéré de présenter les deux expériences avec deux boules distinctes, pour ne pas laisser croire aux élèves que la boule s'est chargée négativement lors de la première expérience.

L'analyse des interactions en phase de conclusion peut aussi permettre d'interroger le déroulement d'autres moments de la séance d'enseignement : la dévolution du problème, la description du phénomène ou le rappel des connaissances de référence.

### ***3.2.3. Rechercher une reproductibilité des réponses d'élèves***

Dans les phases de conclusion, l'enjeu de l'interaction est de contrôler les réponses d'élèves. Pour aider l'enseignant dans cette phase délicate liée à l'aspect imprévisible des réponses d'élèves, deux possibilités se présentent. Soit l'enseignant dispose de plusieurs modalités de conclusion et il choisit, dans l'action, la plus adaptée, soit l'enseignant connaît à l'avance certaines réponses et arguments d'élèves. Cette deuxième piste repose sur l'hypothèse selon laquelle certaines réponses et justifications d'élèves sont reproductibles et limitées en nombre afin de permettre leur anticipation pour une tâche et un niveau d'élève donnés. Cette supposition questionne le postulat selon lequel « *la notion d'inconnu, de surprise, d'inattendu [est] au coeur de tout projet éducatif et de toute transmission de savoir.* » (Yerles, 1992, p. 80). Une adhésion trop rapide à ce dernier point de vue, limiterait nécessairement la préparation des séquences à

l'élaboration de situations propices à l'apprentissage et exclurait une prise en charge précise de ce qui pourrait se passer dans la classe. Il n'est pas possible de réduire totalement l'imprévu, ce qui serait une bien triste perspective, mais nous ne voulons pas non plus, sous couvert de ce postulat, abandonner tout espoir de restreindre la part d'imprévu autrement qu'en limitant la participation des élèves. La reproductibilité de certaines réponses d'élèves reste à établir.

### 3.3. Perspectives d'innovations dans la formation

Le développement des axes de recherches précédemment cités permettrait d'entrevoir des perspectives d'innovation dans la formation des maîtres à travers des activités de simulation et d'anticipation.

Les activités de simulation consisteraient, pour les enseignants, à analyser des réponses d'élèves, à envisager différentes modalités de conclusion pour interroger leur adéquation. La maîtrise de critères d'analyse des réponses d'élèves et de critères de choix entre les modalités de conclusion constituerait un atout supplémentaire dont l'enseignant disposerait pour gérer des séances.

Les activités d'anticipation consisteraient, pour les enseignants, à envisager la gestion de certaines réponses d'élèves connues à l'avance pour une tâche donnée en vue de préparer la gestion en temps réel de cette même tâche. Cette anticipation pourrait être un moyen d'accroître artificiellement l'expérience professionnelle de l'enseignant sur une séance donnée.

Ces simulations et anticipations furent mises en oeuvre (Morge, 1997a), mais restèrent très limitées du fait qu'elle reposaient uniquement sur des réponses imaginées pendant la préparation. Cette perspective de formation ne relève pas de l'ingénierie didactique dans la mesure où l'enseignant n'applique pas des recettes élaborées par une personne extérieure. Au lieu de prendre des décisions dans l'urgence, l'enseignant peut anticiper certaines d'entre elles en dehors du temps d'enseignement, les analyser, tout en restant maître des décisions qu'il prendra « *in vitro* » et « *in vivo* ».

## BIBLIOGRAPHIE

- BOILEVIN J.-M. (1997). Accompagnement à l'analyse des pratiques enseignantes centrées sur l'idée de médiation dans l'enseignement scientifique. In J. Gréa (Éd.), *Actes du Sixième Séminaire National de Recherche en Didactique de la Physique, de la Chimie et de la Technologie*. Lyon, LIRDHIST, pp.141-151.

- BRUNER J.-S. (1983). *Le développement de l'enfant. Savoir faire, savoir dire*. Paris, PUF.
- DOISE M., DESCHAMPS J.-C. & MUGNY G. (1978). *Psychologie sociale expérimentale*. Paris, A. Colin.
- DUMAS-CARRÉ A. & GOFFARD M. (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique*. Paris, A. Colin.
- FRANCESCHELLI S. & WEIL-BARAIS A. (1998). La routine conversationnelle comme stratégie de changement conceptuel : apprendre à modéliser en mécanique. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Dir.), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne, Peter Lang, pp. 163-184.
- KUHN T.-S. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*. Paris, Flammarion.
- LARCHER C. & CHOMAT A. (1998). Médiation dans des situations d'entretiens avec des élèves de collège à propos de la modélisation des propriétés thermoélastiques des gaz. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Dir.), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne, Peter Lang, pp. 135-162.
- LEMEIGNAN G. & WEIL-BARAIS A. (1993). *Construire des concepts en Physique*. Paris, Hachette.
- MARTINAND J.-L., ASTOLFI J.-P., CHOMAT A., DROUIN A.-M., GENZLING J.-C., LARCHER C., LEMEIGNAN G., MÉHEUT M., RUMELHARD G. & WEIL-BARAIS A. (1992). *Enseignement et apprentissage de la modélisation en sciences*. Paris, INRP.
- MARGOLINAS C. (1993). *De l'importance du vrai et du faux dans la classe de mathématiques*. Grenoble, La Pensée sauvage.
- MORGE L. (1997a). *Essai de formation professionnelle des professeurs de sciences physiques portant sur les interactions en classe. Étude de cas en formation initiale*. Thèse, Université Paris 7.
- MORGE L. (1997b). Former professionnellement des enseignants de Sciences Physiques à interagir avec les élèves en classe. In J. Gréa (Éd.), *Actes du Sixième Séminaire National de Recherche en Didactique de la Physique, de la Chimie et de la Technologie*. Lyon, LIRDHIST, pp. 229-242.
- MORGE L. (1998). Prendre en compte les difficultés des enseignants à interagir avec les élèves : impact sur les choix d'une formation en Sciences Physiques. In A. Giordan, J.-L. Martinand & D. Raichvarg (Éds), *Les Sciences, les techniques et leurs publics. Actes des XXes journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles*. Paris, UF de Didactique/Université Paris 7, pp. 361-366.
- MORGE L. (2000). Former les enseignants à interagir avec les élèves en classe de sciences. *Recherche et Formation*, n° 34, pp. 101-112.
- ORANGE C. (1999). Débats scientifiques dans la classe et espaces-problèmes. In C. Fabre-Cols & E. Triquet (Éds), *Actes du deuxième colloque international « Recherche(s) et formation des enseignants » : De la recherche aux modèles et outils opératoires en formation : Quels liens ? Quelles interactions ?* Grenoble, IUFM de l'académie de Grenoble, (C.D. Rom).
- PERRET-CLERMONT A.-N. (1986). *La construction sociale de l'intelligence*. Berne, Peter Lang.
- SAINT-GEORGES M. (1996). *Formation des professeurs de sciences physiques par la didactique*. Thèse, Université Paris 7.
- VYGOTSKI L.-S. (1985). *Pensée et Langage*. Paris, Messidor / Éditions sociales.
- YERLES P. (1992). Pour une tactique didactique. *Spirale*, n° 8, pp. 77-86.

Cet article a été reçu le 5/10/99 et accepté le 29/08/2000.