

# L'INTERVENTION D'UN EXPERT EN CLASSE FAVORISE-T-ELLE LA CONSTRUCTION D'UNE DÉMARCHE EXPLICATIVE CHEZ LES ÉLÈVES ?

Jacqueline Lacotte  
Catherine Brugière

*Au terme d'une séquence d'activités scientifiques organisée en cycle 3 (9-11 ans) dans le cadre de La main à la pâte et portant sur la fossilisation, l'enseignant avait invité des chercheurs en hydrogéologie de l'université pour répondre aux questions que se posaient encore les élèves. Une étude antérieure de cette séquence consacrée au rôle du « cahier d'expériences » nous avait déjà permis de pointer le rôle important de l'activité langagière orale développée par les élèves dans ce type de dispositif (émission d'hypothèses, proposition d'expériences, discussion, exposé des résultats). L'étude est menée cette fois-ci, à partir de la transcription de l'enregistrement vidéo, sur les interactions orales expert/élèves, puis maître/élèves dans deux séances successives. Une analyse de discours, comparant les deux contrats de communication, est croisée avec une étude didactique des échanges. En cherchant à voir si l'expert a pu créer les conditions d'un véritable « dialogue explicatif », on découvre les limites de l'intervention de chercheurs dans une classe, pourtant préconisée dans La main à la pâte, lorsqu'il s'agit de faire comprendre et formuler par les élèves une chaîne explicative complexe.*

dans la continuité  
d'une recherche  
menée depuis  
plusieurs années

Cet article s'inscrit dans la continuité d'une recherche qui a déjà donné lieu à un article paru dans *Aster* 33, où nous nous étions centrées sur l'utilisation du cahier d'expériences (Brugière & Lacotte, 2001). Nous exploitons à présent un corpus recueilli au cours de l'observation de deux séances de travail organisées, en classe de CM1 (9-10 ans), autour de la venue de chercheurs géologues, pour évaluer si l'intervention d'un expert en classe favorise la construction d'une démarche explicative chez les élèves. Pour faciliter la compréhension, des exemples tirés des échanges sont insérés dans le texte, mais l'ensemble du corpus utilisé est accessible sur le site de la revue *Aster* (1).

## 1. LE CONTEXTE DE L'ÉTUDE

Pour rappeler brièvement le contexte, nous sommes au terme d'une longue séquence de travail en géologie, lancée à partir d'une visite effectuée par les élèves au mois d'octobre dans le

(1) <http://www.inrp.fr/publications/aster>

une séquence  
La main à la pâte  
en trois phases

Parc Régional du Luberon (Vaucluse), où ils ont pu observer et recueillir des fossiles. La séquence, menée sur une période de trois mois (de décembre à mars), suit la démarche préconisée dans le dispositif *La main à la pâte* : question initiale formulée par les élèves (« Pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gordes? »), émission d'hypothèses, construction de dispositifs expérimentaux pour tenter de « fabriquer » des fossiles, retour critique sur les hypothèses formulées. C'est à ce stade, c'est-à-dire en fin de parcours (février-mars), que se situent les deux séances sur lesquelles nous avons mené notre analyse. L'étirement dans le temps de cette séquence explique que l'objet du discours soit devenu familier pour les enfants; il faut cependant noter que chacune des phases a porté sur un aspect différent de la question des fossiles :

- La phase initiale (3 séances au 1<sup>er</sup> trimestre) concernait l'identification du sujet : Qu'est-ce qu'un fossile? (Recherche documentaire)
- La phase suivante, concentrée sur 6 séances rapprochées pendant le mois de janvier, portait sur le processus de fossilisation : Comment se forment les fossiles?
- La phase finale, elle, revenant sur la question initiale - Pourquoi trouve-t-on des coquillages [et non des « fossiles »] à Gordes? -, nécessite explicitement le recours à une démarche explicative pour résoudre globalement le problème posé au départ.

C'est la raison pour laquelle l'enseignant de la classe (désigné désormais par M.), conscient de la difficulté du « problème » scientifique sous-jacent, profite de notre présence en tant que chercheurs dans sa classe, pour nous demander de faire intervenir nos collègues du laboratoire d'hydrogéologie de l'université (désignés désormais par G.). M. procède donc d'abord avec les élèves à l'élaboration de questions qui vont être transmises aux « experts » invités et auxquelles ceux-ci vont devoir répondre lors de la séance de février, la « séance 1 », où ils viennent dans la classe et où nous procédons à un enregistrement vidéo (premier élément de notre corpus).

Enfin, un mois plus tard (délai lié à l'interruption des vacances d'hiver), lors de la « séance 2 », M. revient sur le sujet pour clore la séquence par la rédaction collective - à partir des notes prises par les élèves dans leur « cahier d'expériences » - d'un texte qui figurera, lui, dans leur « cahier de sciences », puis donnera lieu, après transformation par M., à une publication dans le supplément scientifique du journal de l'école. La seconde partie de notre corpus consiste donc dans :

- le relevé des notes prises par les élèves pendant la séance 1 et figurant dans leur cahier d'expériences, à partir desquelles ils s'expriment à l'oral;
- le contenu des interactions verbales relevé par écrit par les observateurs de cette séance 2 (impossibilité technique d'enregistrer ce jour-là);

intervention  
d'un expert  
géologue  
en fin de séquence

– les deux versions du texte final, celle qui figure dans le cahier de sciences et celle qui est diffusée dans le journal de l'école.

double analyse  
des interactions

L'analyse que nous nous proposons d'exposer ici porte essentiellement sur les interactions orales expert/élèves (séance 1) et les interactions maître/élèves (séance 2), sur lesquelles nous menons d'abord une analyse de discours (Charaudeau & Maingueneau, 2002), en mettant en rapport les discours produits avec leurs conditions différentes de production dans chacune des deux situations. Mais cette analyse « communicationnelle » est faite pour être ensuite croisée avec une analyse didactique des interactions, afin de repérer si cette intervention d'un expert facilite la compréhension par les élèves des notions scientifiques en jeu. Cette appropriation peut aussi être en partie évaluée par l'étude des productions écrites et orales, individuelles et collectives des élèves qui ont été recueillies dans la seconde partie du corpus.

« communicationnelle »...

Il s'agit donc de voir si les dialogues qu'établissent successivement l'expert, puis le maître, avec les élèves peuvent être qualifiés d'*explicatifs*, au sens où ce terme est utilisé par Lepoire (1999) : permettent-ils aux partenaires de l'échange de co-réaliser les opérations d'une « démarche explicative », qui se caractérise par l'utilisation des « conceptions intermédiaires » et des obstacles verbalisés par les élèves, pour les amener à modifier leur savoir antérieur en lui intégrant l'explication proposée par les scientifiques ?

...et « didactique »

## 2. LE « CONTRAT » DE COMMUNICATION EXPERT/ÉLÈVES DANS LA SÉANCE 1

La séance 1 introduit dans cette classe un *contrat de communication* (Charaudeau & Maingueneau, 2002) *a priori* bien différent de celui auquel les élèves sont habitués, notamment en termes de statuts – ou plutôt de « positions statutaires » (Vion, 1992) – et de rôles des participants. La géologue G. est clairement là en tant qu'« expert » de statut universitaire pour aider les élèves à répondre aux questions qui restaient sans réponse au terme de leur expérimentation : c'est à ce titre que sa visite a été annoncée et préparée. Le rôle attendu d'elle est donc d'aider les élèves à **comprendre** le phénomène scientifique auquel ils ont été confrontés, en produisant une « explication » fondée sur les questions qu'ils ont formulées, lors de la séance précédente, dans l'ordre qui figure sur leur cahier d'expériences. Au début de la séance, elle s'installe face à eux, au tableau et a l'initiative de la parole, les élèves étant réduits au rôle « complémentaire » qui consiste à prendre en notes ce qu'elle dit. Elle est d'ailleurs soucieuse de laisser du temps aux élèves pour qu'ils puissent écrire ce qu'elle dit ; de nombreuses formules comme : « *J'attends que tout le monde ait fini d'écrire* » sont présentes dans ses tours de parole, ainsi

le rôle attendu  
de l'expert...

que des demandes de répétition de la part d'élèves qui n'ont pas pu écrire à temps ce qu'elle venait de dire. En effet, cette attitude d'écoute et de prise de notes par les élèves faisait clairement partie du contrat posé au départ par le maître de la classe pour cette séance.

...aider les élèves à comprendre

Mais ce rôle lui-même l'amène à modifier le contrat, tel qu'il était attendu par les élèves, car elle ne prend pas pour objet de son « discours explicatif » les questions dans l'ordre où elles ont été posées par les élèves. Elle a en effet besoin de reconstruire une logique conceptuelle conforme à ses propres connaissances scientifiques, où il faut d'abord présenter les différents types de roches qui existent, pour en venir ensuite aux conditions dans lesquelles peut s'inscrire le phénomène de fossilisation, comme le montre le tableau 1 :

**Tableau 1.**

Ordre des questions posées par les élèves	Ordre de traitement des questions par la géologue	Finalités du discours de la géologue
1) Pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gordes? 2) Y avait-il une mer près de Gordes? 3) Si il y avait une mer près de Gordes, comment a-t-elle disparu?	4) Qu'est-ce qu'une roche? 6) Pourquoi la terre est rouge à Roussillon? 5) Comment se forme la roche? 1) Pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gordes?	Construire une explication scientifique
4) Qu'est-ce qu'une roche? 5) Comment se forme la roche? 6) Pourquoi la terre est rouge à Roussillon?	2) Y avait-il une mer près de Gordes? 3) Si il y avait une mer près de Gordes, comment a-t-elle disparu?	Infirmier ou réfuter des hypothèses
7) Pourquoi les fossiles sont enfermés dans la terre? 8) Combien de temps faut-il à un fossile pour se former? 9) Comment les dinosaures se fossilisent-ils?	7) Pourquoi les fossiles sont enfermés dans la terre? 8) Combien de temps faut-il à un fossile pour se former? 9) Comment les dinosaures se fossilisent-ils?	Penser un système en relation avec le milieu

un rôle qui évolue

De plus, le rôle de G. évolue très rapidement. Parce qu'elle s'est mise elle-même à la « place » (au double sens, physique et communicationnel du terme) du maître d'une classe primaire, elle ne fait pas l'exposé monologique continu qu'elle produirait à l'université dans un cours magistral, mais adopte ce qu'elle considère, dans son propre système de représentations, comme le rôle discursif d'un enseignant du premier degré. On voit donc apparaître la forme classique du « cours dialogué ». Ce mode « *interrogatif-informatif* » laisse croire aux enseignants qu'ils peuvent « *évaluer au fur et à mesure la compréhension des élèves, ceux-ci ayant à charge d'induire, à partir des questions posées, le contenu des réponses attendues et, par là, d'acquérir de nouvelles connaissances* » (Sprenger-Charolles, 1983). Elle accomplit ainsi la majorité des « actes directeurs », laissant aux élèves

apparition de la forme classique du cours dialogué

les « actes subordonnés » complémentaires (répondre, terminer la phrase) comme le montrent les premiers tours de parole (1 G-6 G) [nos propres commentaires sont insérés en romain entre crochets] :

1 G :	<i>Dans ce mot « magmatique », qu'est-ce que vous reconnaissez comme mot?</i>
2 E :	<i>Magma.</i>
3 G :	<i>Magma. Vous savez tous ce que c'est que le magma? Oui? Qu'est-ce que c'est? Non?</i> [désignant un élève] <i>Tu sais ce que c'est ?</i>
4 E :	<i>Je sais à quoi ça sert, mais...</i>
5 E :	<i>Ce qu'il y a dans les volcans</i>
6 G :	<i>Oui, effectivement. C'est ce qu'il y a dans les volcans, mais pas seulement dans les volcans.</i> <i>C'est tout simplement de la roche en fusion avec beaucoup de gaz à l'intérieur.</i>

recentrer  
les échanges...

...ou répondre  
aux sollicitations ?

On ne peut donc pas parler « d'interaction » dans la mesure où G. ne prend pas le temps de travailler sur la formulation proposée par l'élève. Mais il se trouve que dès qu'elle a lancé ce mode de fonctionnement, les élèves, retrouvant l'attitude qu'ils ont habituellement avec leur maître, s'en emparent à leur tour et sortent du rôle qui leur était *a priori* assigné dans le contrat de communication pour prendre l'initiative d'actes directeurs. Le discours de G. est donc souvent interrompu par des questions spontanées ou des commentaires venant des élèves, qui l'entraînent même à plusieurs reprises sur des terrains où elle ne prévoyait pas d'aller.

G. est alors tiraillée entre le respect du contrat initial – qui l'oblige à piloter la communication et à recentrer les échanges sur le sujet traité, dans l'ordre des questions initiales (108 M-109 G) – et l'envie de répondre aux sollicitations (118 G-122 G), car cela fait aussi partie du rôle de l'expert que de mettre tout son savoir au service des demandes des élèves :

[À propos de l'exposé initial sur les différents types de roches, des élèves ont posé des questions sur la porcelaine, le goudron, le ciment. M. intervient alors :]

108 M : *Si vous devez répondre à toutes les questions...*

109 G : *Il ne faut pas faire trop de digressions, sinon on n'y arrivera pas sans ça. Donc je vous disais que ce que vous aviez vu à Gargas...*

(...)

[Le propos précédent concerne le 3<sup>e</sup> type de roches vues pendant la sortie : les sables ocreux. Quand G. évoque la couleur rouge de l'ocre vu à Roussillon, un élève évoque aussi la couleur orange :]

118 G : *Voilà oui, est-ce qu'on en reparle tout de suite parce que les questions ne sont pas dans l'ordre, on en reparle tout de suite des sables ocreux?*

119 E : *Aussi il y avait de la terre orange sur la roche.*

120 G : *Oui, alors on en parle maintenant. Par contre ce n'est plus la même question.*

121 E : *C'est « Pourquoi la terre est rouge à Roussillon? »*

122 G : *Oui, pourquoi la terre est-elle rouge à Roussillon? C'est la première, deuxième, troisième, quatrième... sixième, on va y répondre maintenant si vous voulez. Alors ce qu'il faut savoir, c'est que, à l'origine, c'était donc une roche qui s'est déposée dans la mer...*

les élèves transforment  
peu à peu le contrat...

Ce refus de la digression (encouragé en 108 M par le maître, dont c'est l'une des rares interventions pendant les échanges de cette séance), ainsi que les propos sur « l'ordre » des questions peuvent sembler paradoxaux. C'est en effet G. elle-même qui a visiblement adopté cet ordre comme un « conducteur », au sens du terme utilisé par les présentateurs de télévision, et qui semble gênée de le modifier, alors qu'elle a pris l'initiative de commencer la séance par la quatrième question des élèves. On le comprend cependant mieux si on l'analyse comme un révélateur de la « double contrainte » provoquée par la situation de discours où elle se trouve.

...créant un  
espace d'interactions  
ouvert

Si l'on s'intéresse maintenant de plus près aux moments où les élèves prennent l'initiative, on voit qu'il peut s'agir soit d'une demande d'information complémentaire (faire définir une expression inconnue de l'élève, comme « zones marécageuses » en 267 E : « Ça veut dire quoi? »); soit de l'insertion d'une question ou d'un commentaire : « Ce que j'ai pas compris, c'est... » (158 E), « En fait, si j'ai bien compris... » (150 E), « Mais pourquoi on dit que... » (192 E). Ce sont là les traces visibles d'un conflit cognitif, ou d'une activité cognitive de l'enfant qui établit une relation avec sa propre expérience et elles obligent G. à préciser ou à expliciter ses formulations. Toutes ces réactions prouvent la qualité d'écoute manifestée par les élèves, mais surtout leur rôle actif dans la création d'un « espace d'interactions ouvert » propre à la création d'une démarche explicative conjointe avec l'expert (Lepoire, 1999).

Il est également intéressant d'observer, dans l'extrait ci-dessous, deux cas successifs d'interventions intempestives (178 E et 182 E) obligeant G. à des digressions :

[C'est la première réponse explicite formulée par G. à la question « Pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gardes? » :]

177 G : *Tout simplement parce qu'autrefois, il y a des millions d'années, à l'endroit où il y a Gardes maintenant, il y avait la mer.*

178 E : *Pourquoi Venise c'est envahi par l'eau ?*

[Là, G. répond et fournit l'explication :]

179 G : *Alors là, parce que ça s'enfoncé. Le sous-sol de Venise s'enfoncé, alors l'eau gagne. On a l'impression que l'eau monte, en fait l'eau ne monte pas, c'est le sol qui a tendance à s'enfoncer.*

[Une autre intervention d'élève s'ajoute alors sur un sujet connexe, déclenchée visiblement par l'usage du terme « s'enfoncer » :]

182 E : *Le sable là où on peut s'enfoncer dedans comment il est fait ?*

183 G : *Comment il est fait ? Les sables mouvants ? C'est tout simplement un agencement particulier des grains de sable, tout simplement, c'est qu'il y a beaucoup d'eau dedans. Tu aurais un sable sec, tu t'enfoncerais jamais, un petit peu, mais tu t'enfonces pas dedans, c'est pas des sables mouvants.*

les élèves signalent  
leurs difficultés

Ces deux interventions d'élèves, certes décalées par rapport à l'objet du discours, révèlent pourtant l'activité réflexive qu'ils ont effectuée en mettant en relation ce que G. vient de dire avec leurs « connaissances de référence » (Morge, 2001) sur Venise ou sur les sables mouvants, et qui explique pourquoi elles s'insèrent dans l'interaction. Cependant ces remarques permettent aussi de repérer que la proposition énoncée comme une évidence par G. en 177 (« *Tout simplement parce qu'autrefois...* ») est une véritable difficulté pour les enfants : on verra plus loin comment la notion de « retrait » de la mer de la région de Gordes constitue un obstacle fort à la compréhension des conditions ayant permis la fossilisation des coquillages. Malheureusement G. ne s'en rend pas suffisamment compte pour exploiter davantage ces deux interventions dans la construction de l'explication et revient aussitôt après, à la demande d'un autre élève d'ailleurs, à son discours explicatif reformulé de façon quasi identique au précédent (184-185).

Enfin on trouve même des moments où des élèves adoptent une posture encore plus critique, en mettant en question des affirmations de G. (252 E : « *Tu as dit qu'on pouvait les voir se transformer, mais c'est pas très vrai, parce que tu vas pas rester 20 ans devant le fossile.* ») ou en formulant le point faible des dispositifs qui ont été adoptés dans la phase d'expérimentation avec cette classe deux mois plus tôt (223 E : « *Pourquoi il faut prendre des millions d'années pour faire un fossile et que nous, on peut en faire en une semaine?* ») et qui sont à l'origine de la confusion récurrente entre « fossiles » et « empreintes ». La réplique 223 E montre que cet élève a pu relier mentalement l'explication qui venait d'être donnée par la géologue, à propos du facteur temps dans la fossilisation, à l'expérience qu'il avait lui-même effectuée, et que ce lien provoque en lui une véritable dissonance cognitive. Il révèle par là-même sa capacité à être un véritable partenaire dans l'interaction, ce qui n'était pas le rôle *a priori* qu'il était invité à tenir dans cette situation.

interpréter  
l'implication croissante  
des élèves

Au plan énonciatif, on constate que l'exposé de G. s'est donc vite transformé en séquences dialogales, marquées par la présence croissante d'embrayeurs personnels dans le discours de la géologue. Elle s'adresse fréquemment à un élève en le tutoyant, alors que son rôle premier aurait dû l'amener plutôt à produire des énoncés adressés à toute la classe, portant sur des connaissances déclaratives et relevant de ce fait, du « *plan non-embrayé* » (Charaudeau et Maingueneau, 2002). La comparaison peut être faite, de ce point de vue, entre les deux répliques 179 G et 183 G, où les deux types de « plans » apparaissent successivement. Lorsque est abordé le sujet difficile du mouvement des plaques, on voit même des élèves introduire l'embrayeur *nous* quand l'affectif s'en mêle et que le discours de la géologue les inquiète manifestement sur l'avenir de leur pays, bien qu'elle ait pris la précaution de préciser que l'échéance évoquée (remontée de

la plaque africaine vers le nord) était très éloignée dans le temps (cf. les occurrences de l'embrayeur *nous* soulignées dans l'extrait ci-dessous, jusqu'à la réplique 242 où G. est même gagnée par cette approche bien peu scientifique du phénomène) :

183 G :	[À un élève qui tient à revenir sur « l'histoire des plaques » alors que ce sujet a été abandonné] <i>Alors qu'est-ce que tu veux demander ?</i>
231 E :	<i>Est-ce qu'un jour, l'Espagne elle pourrait disparaître à cause de l'histoire des plaques ?</i>
232 G :	<i>Non, enfin oui, un jour elle finira par disparaître, c'est sûr, mais tu ne seras plus là et <u>nous</u> non plus, il n'y aura plus grand monde pour le voir (...)</i>
233 E :	<i>Mais <u>nous</u>, ça peut nous toucher aussi ?</i>
(...)	
239 E :	<i>Mais pourquoi c'est elle [l'Afrique] qui va <u>nous</u> détruire et pas <u>nous</u> qui allons [interruption par la réponse de G en 240]</i>
(...)	
241 E :	<i>Est-ce que la France, une fois, elle a déjà recouvert un pays ?</i>
242 G :	<i>Non, pas encore, non, <u>on</u> n'a recouvert personne, <u>nous</u>, rassure-toi!</i>

deux moments de dialogue explicatif

Ce dernier exemple illustre la transformation de la situation d'énonciation et l'évolution du contrat de communication au cours de cette séance. Mais pour savoir si cette implication croissante des élèves dans le discours permet la co-construction d'une démarche explicative efficace, il nous faut aussi procéder à une analyse didactique des moments-clés de cette séance.

### 3. ANALYSE DIDACTIQUE DU DIALOGUE À VISÉE EXPLICATIVE (SÉANCE 1)

Dans cette partie plus didactique de notre travail, nous avons extrait les moments d'échanges qui sont marqués par des incompréhensions chez les élèves, parce qu'ils sont susceptibles de créer des interactions explicatives, en considérant deux temps dans la séance :

l'expert interlocuteur incontournable

- un premier temps (1 G à 175 G) au cours duquel la géologue reconstruit l'interrogation des élèves pour expliquer la formation des roches sédimentaires, la présence de fossiles dans ces roches ainsi que le phénomène de tectonique des plaques à l'origine de terres émergées ;
- un deuxième temps (175 G à 261 E) au cours duquel s'élabore, à partir des mécanismes précédents, une explication scientifique en réponse au problème initial.

L'intervention de la géologue (175 G) - « ... Pour revenir à Gordes, parce qu'apparemment ça vous tracasse beaucoup, alors pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gordes? Maintenant je pense que vous avez la réponse? Alors? » - marque explicitement cette rupture entre les interactions qui fixent



les connaissances de base (temps 1) et les interactions suivantes qui prennent appui sur ces éléments préétablis pour construire « la réponse » (temps 2) qui constituera le nouveau savoir (Morge, 2001).

Dans une étude antérieure qui portait sur la même séance (Lacotte *et al.*, 2003), nous avons relevé que le temps de parole est beaucoup plus élevé chez l'expert que chez tous les élèves réunis et que les tours de parole s'instaurent entre l'expert et les élèves, mais jamais entre les élèves eux-mêmes, comme si l'expert était l'interlocuteur incontournable. Par conséquent même si les initiatives sont équilibrées entre les élèves et l'expert, il semblerait toutefois que ce soit l'expert qui garde le contrôle des échanges.

y a-t-il vraiment  
co-construction  
de l'explication ?

On peut se demander alors dans quelle mesure un tel dialogue sert à faire avancer l'explication. Le sens de cette explication est-il négocié entre les interlocuteurs ? Si oui, à quels moments dans le discours et à propos de quels savoirs observe-t-on des confrontations ? Comment alors se restructure le discours ? Peut-on alors parler de co-construction d'une explication ?

Pour répondre à toutes ces questions, nous proposons d'analyser de plus près comment d'une part, l'expert construit une réponse explicative, à partir de quelles connaissances, s'il prend en compte ou pas les difficultés conceptuelles des élèves, et comment d'autre part, les élèves s'approprient cette explication et s'ils mettent en relation les propos de l'expert avec d'autres connaissances. Nous reprenons pour cela une grille organisée par C. Garcia-Debanc (1998) selon trois plans que nous considérons simultanément :

- le rapport entre les difficultés de compréhension des élèves et la construction de connaissances à travers l'architecture explicative de l'ensemble des extraits ;
- la nature des reformulations ;
- la fonction des connecteurs.

### **3.1. Les connaissances de référence établies et négociées (temps 1)**

Au cours de son exposé, la géologue est souvent interrompue par des questions qui révèlent des incompréhensions de la part des élèves. On suppose que c'est dans la gestion de ces discordances cognitives que se jouent des apprentissages conceptuels. La géologue aide-t-elle les élèves à dépasser ces *obstacles intellectifs* (Ducancel, 1991) ? Si oui, quels faits empiriques, quels modèles sont convoqués ?

comment  
les obstacles  
sont-ils dépassés ?

#### **• Formation des roches sédimentaires et présence de fossiles**

Selon un schéma très académique, l'expert commence (12 G) par caractériser les roches sédimentaires : « *Ce sont des roches qui se forment à la surface de la Terre et le plus souvent dans*

un océan, dans le fond de la mer. », ce qui « explique » le fait que l'on puisse y trouver des « coquillages-fossiles ». Notons que le terme *coquillage* (utilisé par les élèves dans la question initiale) est devenu *coquillage-fossile* dans la bouche de la géologue sans toutefois qu'elle justifie ce glissement lexical.

Suite à cette courte présentation surgit une première incompréhension (13 E) qui donne lieu à l'échange suivant :

- |        |  |
|--------|--|
| 13 E : | <i>Donc, c'est un peu le volcan qui avec sa lave, (qui) fait le fossile ?</i>  |
| 14 G : | <i>Non, alors dans les roches magmatiques, les roches qui sortent des volcans, comme tu le dis, il ne peut pas y avoir de fossiles, parce que, tu as déjà vu des films à la télé, je pense, sur les éruptions volcaniques. C'est froid ou c'est chaud, les coulées de lave ?</i> |
| 15 E : | <i>C'est chaud !</i>   |
| 16 G : | <i>C'est chaud, c'est tellement chaud que ça brûle tout sur son passage, donc il n'y aura <u>jamais</u>, <u>jamais</u>, <u>jamais</u> de fossiles dans des roches volcaniques, c'est impossible.</i>   |
| (...)  |  |
| 20 G : | <i>... Donc à chaque fois que vous avez des fossiles, c'est que c'est forcément déjà toujours une roche sédimentaire, c'est-à-dire une roche qui s'est formée en surface de la terre, qui s'est <u>déposée tranquillement</u> dans le fond d'une mer. Oui ?</i>                  |

La géologue répond immédiatement de façon normative à cette déduction erronée en ne reprenant pas la chaîne explicative : roche sédimentaire

→ se forme à la surface de la Terre + au fond d'un océan

→ présence de fossiles

Elle fait appel à un raisonnement par la négative (qui est plus économique, car il suffit de donner un seul argument pour réfuter la proposition de l'élève) en mettant en avant un argument contraire à la possibilité de présence de fossiles dans la lave, à savoir la chaleur qui brûle les fossiles. Ainsi, la géologue a recours à une nouvelle chaîne explicative :

roche volcanique + chaleur

→ absence de fossiles

tout en s'efforçant d'associer l'élève à son raisonnement. Pour cela, elle s'appuie sur des références issues de son quotidien (des images d'éruptions volcaniques vues dans des films à la télé), elle lui pose une question fermée (« *C'est froid ou chaud, les coulées de lave ?* ») dans un registre lexical plus commun. Cet argument « *effet de la chaleur sur les fossiles* » semble tout à fait convaincant pour l'élève qui l'approuve en reprenant le terme « *brûler* » proposé par la géologue, pour traduire leur disparition. Un autre élève parle de « *désintégré* », reformulé ensuite par la géologue en « *fondu* ». Ce jeu d'associations lexicales indique l'étroite coopération qui s'opère très rapidement entre les élèves et la géologue. Est-ce pour autant que l'élève (et les autres élèves) a (ont) compris les critères de présence ou d'absence de fossiles selon les types de roches ? Cette difficulté à mobiliser des critères pour associer type de roche et présence de fossiles resurgit plus tard, à propos du grès en 174 E : « *Est-ce qu'on pourrait trouver un fossile dans un rocher de grès ?* »

gestion normative  
de l'erreur  
par l'expert...

...qui ne reprend pas  
la chaîne explicative

Or, c'est bien cette chaîne explicative non explicitée qui semble poser problème à l'élève. En effet, la géologue avait usé, auparavant, des mêmes indicateurs à propos des roches magmatiques :

apparition des roches volcaniques

6 G : « ... Alors ces roches magmatiques, on en trouve un peu partout aussi bien sur terre que dans le fond des océans... Effectivement, si le magma arrive à la surface de la terre, ça donne ce qu'on appelle des roches volcaniques. »

L'élève est amené à penser qu'on est en présence du même argument (« surface de la Terre ») et donc que l'on peut trouver aussi des fossiles dans les roches volcaniques. Deux mêmes lieux – surface de la terre et fond des océans – certes, mais qui sont dans le cas des roches sédimentaires des lieux de formation, alors que dans celui des roches volcaniques, d'origine interne, ce sont des lieux où ces roches apparaissent.

La géologue ne cherche pas à saisir les raisons pour lesquelles l'élève pense que « La lave fait des fossiles. », elle cherche à fixer une relation entre présence de fossile et roche sédimentaire en rejetant l'idée d'envisager tout autre type de roche. Elle clôt l'échange (22 G), en répétant cette même explication qu'elle précise par l'idée d'un dépôt qui s'effectue « tranquillement » (sans parler toutefois de sédimentation), ce qui rend implicitement compte d'un processus compatible avec la conservation de fossiles. On retrouve les mêmes arguments lorsque la géologue traitera de la deuxième grande famille de roches sédimentaires rencontrée sur le terrain :

109 G : « ... Donc, je vous disais que ce que vous aviez vu à Gargas (Gordes), où vous avez trouvé des petits fossiles, justement, c'était donc un mélange d'argile et de calcaire, et cette roche donc, s'était déposée dans le fond de la mer, comme la plupart des roches sédimentaires, ce qui explique donc que vous avez trouvé des fossiles dedans... »

formation des roches sédimentaires

La question de la formation de la roche sédimentaire est ensuite reprise non pas à travers le lieu de formation, mais à travers l'idée de transformation des sédiments en roche (157 G), sans que la géologue ne prononce le terme *sédiment*. Pour expliquer ce processus qui prend des « milliers et des millions d'années », elle utilise le mot « tassement » causé par « le poids de tout ce qui va se déposer au dessus ». La transformation est issue d'un tassement successif « d'un certain nombre de choses » qui peuvent être de natures différentes (« grain », « vase ») et qui donneront des roches sédimentaires différentes (« grès » ou « calcaire »). Ces faits empiriques font référence aux observations que les élèves ont pu faire sur le terrain et sont réactivés par la géologue à l'aide d'échantillons qu'elle fait circuler dans la classe. Le facteur temps qui était évoqué précédemment par « tranquillement », est ici précisé comme se situant à l'échelle des temps géologiques, alors que le processus de diagenèse reste limité à l'idée d'une transformation par tassement. Il semblerait que cette explication :

Y a-t-il un processus compatible avec la conservation de fossiles ?

Poids des dépôts → tassement de la vase ou de l'argile  
→ transformation en roche sédimentaires

la transformation  
des sédiments...

reste très vague pour les élèves et cela d'autant plus que l'on sait que d'une façon générale, le facteur temps permet d'éviter de rechercher une explication (ce que feront certains élèves 259 E et 261 E en fin de séance) à cette transformation (Gouanelle et Schneeberger, 1995).

Surgit alors une nouvelle incompréhension (158 E) que la géologue traite en suscitant des faits empiriques disponibles chez l'élève concerné :

- 157 G : ... Alors, généralement, quand vous êtes au bord de la mer, vous avez vu, il se dépose un certain nombre de choses dans le fond de la mer. Ça peut être soit des grains, ce qui après donnera une roche comme celle qui circule, le grès, ça peut être aussi de la vase qui se dépose au fond de la mer. Et cette vase, très souvent, elle est de nature calcaire et comme il va y avoir beaucoup de vase qui va se déposer au-dessus, ça dure très très longtemps, des milliers d'années et des millions d'années, donc qu'est-ce qui va se passer? Ça va tasser la première vase qui s'était déposée dans le fond. Donc cette vase se transforme en une roche qui était les fameux rochers calcaires sur lesquels vous étiez assis pour pique-niquer. D'accord? Donc en fait c'est tassé par le poids de tout ce qui va se déposer au-dessus, dans le fond de la mer, voyez?
- 158 E : Ce que j'ai pas compris, c'est qu'est-ce qui s'entasse en fait?
- 159 G : Tout ce que les fleuves apportent, parce que...
- 160 E : Mais les fleuves, qu'est-ce qu'il y a dedans?
- 161 G : Ah! Tu as l'impression qu'il y a rien, quand le Rhône il coule?
- 162 E : C'est de l'eau?
- 163 G : Oui, il y a de l'eau, oui, mais si c'était de l'eau, ce serait parfaitement transparent comme une bouteille d'eau que tu bois.
- 164 E : Il y a de la vase dedans.
- 165 G : Voilà, il y a de la vase, il y a des particules d'argile quand il pleut beaucoup, il y a aussi des petits graviers...
- 166 E : Des poissons...
- 167 G : Et quand la rivière elle est en crue, il y a même des galets.
- 169 G : Donc les fleuves ils apportent pas que de l'eau hein? Ils apportent énormément de choses, qu'on appelle tout ce qu'il y a en suspension dans l'eau : il y a de la vase, il y a de l'argile, il y a des graviers, il y a même des galets. Quand un cours d'eau il est en crue, il apporte plein de galets. Et tout ça va où? Dans le fond de la mer, c'est entraîné avec l'eau des rivières et des fleuves.

...un processus  
qui bouscule  
les conceptions  
des élèves

La géologue saisit ici à la fois le problème conceptuel sous-jacent et la nécessité de replacer son propos dans un réel dynamique. Elle fait en sorte que dans l'échange qui s'ensuit, la conception erronée s'exprime explicitement (162 E), en demandant à l'élève de considérer un fleuve qu'il connaît bien, le Rhône. Dès lors, l'élève peut imaginer qu'« il y a de la vase dedans » et la géologue peut élargir ensuite avec d'autres exemples de particules en suspension dans l'eau. On remarque ici comment la géologue réussit à ce que l'élève bouscule sa propre conception même si c'est elle qui réalise la chaîne explicative correspondante :

Les fleuves (Rhône)

→ transportent des choses en suspension  
(argile, grain, vase, graviers, galets)

→ qui se déposent au fond de la mer.

### • Déplacement des plaques et terres émergées

Le mécanisme du déplacement des plaques survient lorsqu'est abordée la question : « Pourquoi la terre est rouge à Roussillon? ». L'intervention de la géologue reprend l'histoire géologique de cette roche qui était verdâtre à l'origine lorsqu'elle « s'est déposée dans la mer » (122 G), caractéristique maintenant connue des élèves. Pour expliquer ce changement de couleur, elle développe tout un raisonnement intégrant le mouvement des plaques, les conditions de milieu différentes et un phénomène d'oxydation. Or, ni la notion de mouvement des plaques ni celle d'oxydation ne sont au programme de l'école élémentaire, et elles peuvent paraître difficiles pour des élèves de cet âge. Le modèle d'une terre « découpée en grandes plaques qui bougent toutes les unes par rapport aux autres » (124 G) permet à la géologue d'expliquer comment le mouvement de la plaque de l'Afrique qui « remonte vers le nord » va « emboutir l'Europe » (132 G), ce qui provoque « la formation d'une chaîne de montagnes » (136 G) appelées « terres émergées » (140 G) et le fait que « le niveau donc, remonte... et que ce qui était sous la mer... monte sur les montagnes » (138 G-139 E). On aboutit ainsi à une nouvelle chaîne explicative :

La plaque africaine

→ pousse la plaque européenne

→ apparition d'une chaîne de montagnes = terres émergées

faut-il aller  
jusqu'à aborder  
la tectonique  
des plaques ?

- |         |  |
|---------|--|
| 124 G : | ... On est obligé d'en dire un petit peu plus – que la terre, l'ensemble de la terre est découpé en grandes plaques qui bougent toutes les unes par rapport aux autres [G. fait un geste des deux mains].  |
| 126 G : | ... Alors les plaques bougent parce qu'il y a du magma dessous, c'est vrai, tout à fait, mais ça on va y revenir aussi après.  |
| (...)   |  |
| 132 G : | Donc <u>l'Afrique a tendance à remonter vers le Nord</u> , donc elle vient emboutir l'Europe puisqu'on est juste au nord et donc au fur et à mesure que l'Afrique remonte, ça va faire – je vais prendre cette feuille de papier – regardez, imaginez que ça, ce soit l'Europe, ça c'est l'Afrique, l'Afrique pousse [elle plie vers le haut la feuille en poussant en sens inverse avec chaque main] donc qu'est-ce qui va se passer? |
| 133 E : | Ça va <u>faire monter</u>  |
| 134 G : | Ça va <u>faire monter</u>  |
| 135 E : | Tout ce qui était au centre de (inaudible), ça va <u>monter</u> sur des...   |
| 136 G : | Ça fait ce qu'on appelle une <u>chaîne de montagnes</u> . Or la chaîne de montagnes qui est ici, comment ça s'appelle, pas loin d'ici? Les Alpes! Les Pyrénées et les Alpes. Donc en fait les Pyrénées et les Alpes, c'est lié, si vous voulez, à l'Afrique qui pousse, qui pousse, qui pousse, qui remonte.   |
| (...)   |  |
| 138 G : | ... Donc puisque l'Afrique pousse et que le niveau donc remonte, ce qui était sous la mer...   |
| 139 E : | ... <u>monte sur les montagnes</u> .   |
| 140 G : | Voilà, donc maintenant c'est ce qu'on appelle <u>des terres émergées</u> , quand c'est sorti de la mer.  |

les élèves  
peuvent-ils adhérer  
à une explication  
qui pose pourtant  
problème ?

Au cours de cet échange, les élèves adhèrent aux propositions de la géologue en donnant de plus amples interprétations (125 E et 131 E) et en terminant de façon redondante les phrases du géologues (133 E, 135 E, 139 E). Aucune incompréhension, aucune critique ne s'exprime, mais nous verrons que « *l'histoire des plaques* » (229 E) n'est pas sans poser problème aux élèves. Une des raisons provient du fait que le terme de plaques est remplacé par le continent : « *la plaque de l'Afrique* » devient « *l'Afrique* » ; la plaque européenne devient « *l'Europe* ». Cela s'explique, sans doute, par le fait que la géologue se réfère à une carte géographique accrochée dans la classe pour situer les plaques. La géologue prendra conscience de ce glissement terminologique lorsqu'un élève (199 E) fait cette confusion, à la suite de quoi elle s'appliquera à toujours parler de plaques et non de continents. En revanche, les élèves persistent dans ce chevauchement lexical.

L'analyse de ces moments-clés nous montre que les chaînes explicatives évoluent, dans leur formulation et dans leur relation causale, au cours des échanges dès lors que les élèves interviennent en marquant des incompréhensions. En revanche, lorsque les notions en jeu sont complexes comme celle de tectonique des plaques, l'explication est répétée de façon identique comme si cela renforçait l'effet explicatif. Le plus souvent, c'est la géologue qui réfute les propositions erronées des élèves sans chercher à les conduire dans un travail personnel de remise en cause.

l'expert ne fait-il  
qu'expliquer  
ou réfuter les  
propositions fausses ?

Cherchons à savoir maintenant si les échanges sur la formation des roches sédimentaires, la présence de fossiles, le déplacement des plaques et l'apparition de terres émergées constituent un réel espace de connaissances négociées pour les élèves. Si tel est le cas, les élèves devraient être capables de co-construire une explication scientifique en mettant en relation l'ensemble de chaînes explicatives préalablement établies.

Nous nous demanderons, plus particulièrement, comment sont établies – et qui, effectivement, établit – les relations entre les différents objets de savoir discutés et si la géologue conserve un mode transmissif normatif ou incite les élèves à revenir sur les connaissances de référence pour valider leurs propositions.

### 3.2. Une explication scientifique (temps 2)

quand les élèves  
produisent  
eux-mêmes  
l'explication

La géologue suppose que si les élèves ont compris les phénomènes qui ont fait l'objet des échanges précédents, alors ils sont capables de produire par eux-mêmes une explication qui justifie la présence actuelle de coquillages fossiles à Gordes. C'est la raison pour laquelle elle les invite à faire explicitement des propositions. Ainsi, un élève (170 E) avance l'existence initiale d'un « *océan* » et de « *deux pays qui étaient séparés* » et justifie le soulèvement de « *tout ce qui était au fond de la mer* » par le déplacement des continents (et non des

la chaîne explicative  
peut se construire  
et évoluer

plaques) causé par le magma. La géologue s'accommode de cette explication qu'elle va reprendre pour la réduire à une cause essentielle : « *la présence d'une mer il y a des millions d'années* » (185 G). De la même façon, les élèves se contenteront d'invoquer une seule cause pour expliquer la disparition de la mer : soit « *à cause de l'évaporation* » (196 E), réponse qui correspond à une des hypothèses antérieures d'élèves (cf. le corpus accessible sur le site de la revue), soit « *à cause des déplacements des pays* » (199 E). Cette explication sera ensuite reformulée de façon plus précise par la géologue : « *à cause du déplacement des plaques* » (200 G) ou encore « *à cause du mouvement des plaques* » (206 G). Cette approche cloisonnée des différentes causes tient sans doute au format imposé par la fiche que les élèves ont à remplir où chaque question est envisagée séparément. Même si la réponse dictée par la géologue (204 G) est un peu plus complexe :

présence d'une mer + mouvement des plaques

→ terres émergées + mer retirée ou rejetée

elle omet de mentionner les fossiles. D'où l'échange suivant :

- 209 E : *Et les coquillages, comment ils ont fait pour rester accrochés ?*
- 210 G : *Alors... On va y arriver, attendez que tout le monde ait fini de noter. Donc il y en a un qui me pose une question, attends, baisse un petit peu la main, trente secondes; il y en a un qui me pose une question, qui me dit : « Comment les coquillages, ils ont fait pour rester ? » Quand un coquillage meurt dans la mer, qu'est-ce qui se passe ?*
- 211 E : *Il va au fond.*
- 212 G : *Voilà, il tombe dans le fond. Dans un coquillage, qu'est-ce qu'il y a ? Il y a généralement deux parties, il y a la partie dure, qui est la coquille, et la partie molle, avec ses intestins, ses poumons, etc., enfin tout ce qu'il lui faut pour vivre. Alors les parties molles, elles, elles sont tout de suite pourries, elles disparaissent, on ne les retrouve jamais.*
- 213 E : *Elles se décomposent.*
- 214 G : *Oui, elles se décomposent, comme tu dis. Par contre, les parties dures, c'est-à-dire les coquilles, elles, elles ne sont pas détruites si facilement, parce que c'est beaucoup plus dur, donc elles vont être enfouies en même temps que la vase ou les grains de sable qui se déposent dans le fond de la mer, et elles vont être enfouies dans ces matériaux qui se déposent au fond de la mer. Et c'est là, à ce moment-là donc, que la coquille va se transformer en fossile. Alors quelle différence à votre avis y a-t-il entre une coquille, comme une coquille d'escargot que vous pouvez trouver – vous en avez là [geste vers le fond de la classe] – et un fossile comme ceux que vous avez ramassés à euh Gargas, enfin à Gordes ? Alors quelle différence ?*
- 215 E : *La coquille, on peut la casser plus facilement que le fossile.*
- 216 G : *Oui, c'est plus fragile.*
- 217 E : *Le fossile, c'est fait avec un peu de roche.*
- 218 G : *Eh bien voilà, donc en fait le fossile, ...*
- (...)
- 222 G : *Donc effectivement une coquille, c'est quelque chose qui est d'origine animale, alors que le fossile s'est transformé en minéral, s'est transformé en pierre. Donc on parle de fossile quand la coquille s'est transformée en pierre, si vous voulez, on appelle ça une coquille tout simplement. C'est pas du tout la même matière, si tu veux, c'est de la pierre.*

C'est en resserrant le propos sur l'histoire de vie du coquillage et en relançant une question au lieu de donner immédiatement la réponse que la géologue (214 G) va faire rentrer l'élève dans sa logique de raisonnement. Cela lui permet d'expliquer, sans susciter de nouvelles controverses, que la fossilisation est simultanée au processus de diagénèse et que le fossile provient de la transformation minérale d'une coquille.

difficulté d'effectuer  
la distinction entre  
coquillage et fossile

Pour autant, la distinction entre un fossile et un coquillage, qui est fondamentale pour que les élèves puissent s'approprier le problème scientifique de cette longue séquence sur les fossiles, n'est pas totalement opérée. Certains élèves sont capables de donner quelques différences sur la matière : « *c'est plus fragile* », « *c'est fait avec un peu de roche* », mais aucun d'entre eux ne verbalise la relation de transformation qui les unit même si la géologue (222 G) insiste sur cette idée. Il en résulte que la formulation initiale de la question-problème ne sera pas remise en cause pour évoluer en : « Pourquoi trouve-t-on des coquillages-fossiles à Gordes ? » au moment de la production d'un texte explicatif (séance 2), alors même que la géologue (12 G) l'avait fait spontanément dès le début de la séance. Le concept de simultanéité qui représente un des obstacles majeurs à la compréhension du processus de fossilisation (Gouanelle et Schneeberger, 1995) aurait mérité un long travail didactique.

Pour les élèves de la classe considérée, savoir expliquer pourquoi on trouve des coquillages à Gordes, c'est lever le paradoxe posé par le problème scientifique de la présence actuelle de coquillages sur une montagne comme Gordes. Cela nécessite de leur part, de dépasser un certain nombre de difficultés conceptuelles et de savoir organiser les chaînes explicatives récapitulées dans le tableau 2 ci-dessous.

au lieu d'expliquer...

Or, il semble que même si les élèves ont conscience du champ de connaissances couvert par le problème posé et tentent de faire construire par la géologue une réponse qui relie l'ensemble des phénomènes discutés, aucun d'entre eux ne s'engage dans une telle démarche explicative. Les élèves ont des difficultés à passer d'une approche linéaire des phénomènes à une approche plus complexe mettant en jeu plusieurs causes. Les raisons essentielles, nous semble-t-il, proviennent de la difficulté de certaines notions sollicitées et d'une absence de travail didactique de la part de la géologue, dont la posture est celle d'un expert. Même si les obstacles sont verbalisés et que la géologue donne beaucoup d'exemples concrets très parlants, en ayant recours à un langage commun, les élèves semblent rester dans « l'histoire » des fossiles de Gordes sans pouvoir fonctionner dans une logique véritablement explicative.

...l'expert raconte  
« l'histoire »  
des fossiles

les élèves ne  
fonctionneront pas  
dans une logique  
explicative

Lorsque dans la séance suivante, les élèves devront restituer à l'oral ce qu'ils ont retenu du discours de la géologue pour produire une explication cohérente du phénomène identifié, ils seront face à la même difficulté.



Tableau 2.

Chaînes explicatives	Difficultés conceptuelles
Roche sédimentaire → se forme à la surface de la terre + au fond d'un océan → présence de fossiles  Roche volcaniques + chaleur → absence de fossiles	La présence des fossiles dans la lave (13 E)
Les fleuves (Rhône) → transportent des choses en suspension (argile, grain, vase, graviers, galets) → qui se déposent au fond de la mer  Le poids des dépôts → tassement de la vase ou de l'argile → transformation en roche sédimentaire (calcaire ou grès)	Les fleuves ne transportent que de l'eau (158 E)
La terre est découpée en plaques qui sont en mouvement La plaque africaine → pousse la plaque européenne → apparition d'une chaîne de montagnes = terres émergées	
Déplacement des plaques → la région de Gordes se soulève → la mer est rejetée	La mer s'évapore (196 E)
Coquillages enfouis en même temps que la vase → se transforment en fossiles	Les coquillages présents dans la mer restent des coquillages (209 E)

#### 4. UN TOUT AUTRE CONTRAT DE COMMUNICATION DANS LA SÉANCE 2

Pour évaluer plus précisément l'impact de l'intervention de la géologue, nous avons étudié ce qui se passe lors de la séance suivante, où l'objet du discours reste partiellement le même (formuler une réponse à la question initiale : « *Pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gordes ?* »), mais où des changements notables apparaissent dans le contrat de communication, concernant les partenaires, la finalité et les enjeux des échanges, ainsi que l'utilisation des supports.

##### 4.1. Partenaires et enjeux

la séance 2  
se déroule  
en l'absence  
de l'expert...

Tout d'abord, on peut remarquer qu'il y a en réalité trois partenaires de la communication dans chacune des deux séances. En effet, M. est présent dans la séance 1, mais n'intervient jamais, bien que la géologue lui destine quelquefois son discours explicitement lorsqu'elle utilise un vocabulaire qu'elle juge visiblement trop difficile pour des élèves de cet âge. En revanche, dans la séance 2, G. n'est plus physiquement là, mais son discours revient en scène sous deux formes : *via* ses formulations, que les élèves ont prises en notes à la séance 1 et qu'ils proposent en réponse aux sollicitations de l'enseignant, et *via* la médiation de la cassette vidéo dont M. fait visionner un extrait par les enfants.

...sous la conduite  
du maître

Alors qu'il s'était complètement effacé au profit de l'expert géologue dans la séance 1, M. reprend sa place et pilote la communication dès le début de la séance 2 en formulant une consigne d'organisation du travail qui révèle qu'il a prévu un dispositif de communication bien précis définissant son rôle et celui des élèves. Les embrayeurs soulignés dans l'extrait ci-dessous permettent de repérer les références énonciatives à cette communauté discursive dont ne pouvait relever la géologue : à côté de *je* et *vous*, apparaissent le *nous* et le *on* qui regroupent maître et élèves (avec toutefois l'ambiguïté du *on* de la dernière phrase qui reflète plus probablement une des finalités de la séance pour M. seul) :

*Par rapport à cette question et aux notes que vous avez prises, notamment pendant l'interview des géologues de la Fac, êtes-vous maintenant capables de répondre à cette question en la reliant à votre hypothèse? Nous allons d'abord donner des explications orales, puis on organisera collectivement un résumé. On visionnera une partie de la cassette enregistrée ce jour-là pour compléter et je vous donnerai à la fin un dessin. On va voir si vous avez compris.*

des rôles inversés...

Cette fois, les rôles sont donc inversés : le questionneur est le maître, qui cherche à faire formuler les explications par les élèves pour évaluer leur compréhension, alors que dans la séance 1, la géologue était là pour apporter ses réponses aux questions exprimées par les élèves, sauf à une ou deux reprises, lorsqu'elle considérait que les élèves avaient eu suffisamment d'informations préalables pour être capables de formuler eux-mêmes la réponse à la question (175 G). M. laisse s'exprimer plusieurs élèves et attend qu'ils aient fourni leurs réponses parce que son but n'est plus de construire une explication avec ses élèves, mais de vérifier leur niveau de compréhension du phénomène scientifique et de choisir la formulation qui va pouvoir figurer dans le résumé collectif. Il va donc favoriser le plus possible la prise de parole des élèves, mais comme G., il se heurte à la difficulté de recentrer la discussion sur la réponse à la question initiale (on le perçoit à des interventions commençant par : « *Revenons-en à Gordes* » ou « *On part dans tous les sens là* »). Or ces digressions sont dues en fait à la complexité du phénomène à expliquer, dans la mesure où très vite, les élèves mettent en jeu des éléments touchant à la tectonique des plaques. C'est probablement la raison pour laquelle la majeure partie de cette séance ainsi que le texte collectif produit portent sur ce thème plutôt que sur la fossilisation, puisque le terme de *fossiles* n'est quasiment jamais prononcé dans cette séance 2 et n'apparaît pas dans le résumé écrit au tableau. Alors que ce sujet difficile n'est pas au programme de l'enseignement primaire, il est évoqué dans ces deux séances parce qu'il intervient dans l'explication du phénomène sur lequel se sont interrogés les enfants : la disparition de la mer à Gordes. L'enjeu cognitif est sûrement disproportionné pour des élèves de CM1.

...et des enjeux  
très différents

## 4.2. Entre oral et écrit : le rôle des supports de communication

au cours de la  
première séance...

Les supports écrits jouent aussi un rôle très différent dans les deux séances. Avec la géologue, les élèves utilisaient l'écrit (sur leurs cahiers d'expérience) comme trace des explications produites par G. Cette fois, c'est l'inverse : ils sont invités par M. à utiliser leur écrit individuel pour produire à l'oral une explication cohérente. Mais comme ils ne disposent pas d'une logique conceptuelle aussi aboutie que celle de G., ils auraient besoin d'un délai pour relire leurs notes et reconstituer la chaîne explicative, ce que M. ne leur laisse pas faire par manque de temps. Mais qu'ont-ils noté exactement pendant la séance ?

### • De l'oral vers l'écrit : les traces du discours explicatif de la géologue dans les cahiers d'expériences

...peu  
d'explications  
notées  
dans les cahiers  
d'expériences

L'enregistrement permet de comparer les notes prises par les élèves sur leur cahier d'expériences avec ce qui a été effectivement formulé par G. Plusieurs éléments intéressants ressortent de cette confrontation à propos des questions 1 et 3 (la réponse à la question 2 étant incluse dans la précédente, les colonnes sur les cahiers sont en général vides ou comportent seulement une flèche renvoyant vers la question 1).

### Question 1 : Pourquoi trouve-t-on des coquillages à Gordes ?

la disparition  
de la mer est  
le phénomène  
le mieux expliqué

Lorsque G. a produit, en réponse à une question, un discours expositif long et bien identifiable (comme en 185 G), ou redondant lorsqu'elle dictait des membres entiers de phrase, on retrouve sans surprise ces éléments dans la quasi-totalité des cahiers : il en est ainsi de la présence d'une « mer » (ou d'un « océan ») et de la date ancienne du phénomène. Mais la variété des expressions utilisées révèle des différences importantes de compréhension : seule une élève (Léa) reprend la formule exacte de 185 G (« il y a des millions d'années, à la place de Gordes, il y avait un océan »), alors que certains écrivent que « Gordes était un océan ». De même la date très ancienne du phénomène est mentionnée partout, mais le tiers des élèves seulement reprend le quantificateur : « il y a des millions d'années », les autres se contentent de formules beaucoup moins précises comme : « autrefois », « avant » ou même de la seule utilisation de l'imparfait (« il y avait »).

Les notions scientifiques introduites par G. comme celle de « milieu » ne sont que très peu reprises (une fois entre parenthèses); si la faible présence d'oxygène est mentionnée par un tiers des élèves, le lien de causalité avec la faible taille des fossiles n'apparaît que deux fois, dans les seuls cahiers où on voit s'élaborer un discours à visée explicative, mais qui n'utilise pas les marques caractéristiques de ce discours, en particulier les connecteurs logiques. Les éléments y sont juxtaposés ou liés par « et » :

[Cahier de Justine] : *il y a des millions d'années, Gordes, c'était une mer très profonde et il y avait très peu d'oxygène. Les animaux devenaient tout petits, il y avait très peu d'oxygène dans l'eau*

[Cahier de Julien] : *parce qu'autrefois il y avait l'océan et c'était un océan très profond et il n'y avait presque pas d'oxygène et il arrive pas à vivre et ils sont tout petits parce qu'il avait coquillages*

la chaîne  
explicative n'est  
pas reconstituée...

On voit donc que la longue explication fournie presque en fin de séance par G. a permis aux enfants de retenir quelques éléments, mais peut-être parce que le discours de G. a comporté dans cette réplique (185 G) beaucoup d'incises et de reformulations, la très grande majorité des élèves n'a pas pu reconstituer véritablement une chaîne explicative en réponse à la question « *Pourquoi?* ».

### Question 3 : Comment la mer a-t-elle disparu ?

...malgré la présence  
de nombreux  
connecteurs logiques  
dans les notes des cahiers

On se rappelle que pour répondre à cette question (en 195 G sq.), G. était revenue sur le sujet qu'elle avait déjà abordé précédemment (124 G-140 G). Elle avait de plus insisté sur la nécessité d'utiliser des termes précis et scientifiquement corrects (« *déplacement* » ou « *mouvement* » des « *plaques* » et non des « *pays* ») et avait réfuté explicitement des hypothèses proposées par les élèves (« *évaporation* »). La présence d'interactions plus nombreuses sur ce point que sur le précédent, dans la séance 1, explique peut-être que les termes validés par G. soient présents quasiment partout (17 sur 18) dans les notes des cahiers d'expériences. On peut de même établir un lien entre la présence, dans le discours de G., de nombreux connecteurs logiques (200 G, 204 G, 206 G) avec le fait qu'on en retrouve aussi beaucoup dans les notes des élèves (*comme, à cause de, parce que, donc, alors*). Cela prouve en tout cas qu'ils ont perçu que la question en « *comment* » cachait ici une question en « *pourquoi* ».

reprise  
de l'activité  
explicative à l'oral

Là où la confusion est plus grande, c'est dans la formulation du mode de disparition de la mer : G. avait elle-même employé plusieurs termes (200 G : « *elle est restée au pied* », un *petit peu plus loin* ; 208 G : « *elle a été rejetée sur le côté, plus au Sud* »). Les cahiers révèlent une variété encore plus grande de termes désignant ce phénomène (« *s'est rejetée* », « *s'est soulevée* », « *s'est projetée* », « *est descendue* »), alors que le soulèvement de la région est exprimé de manière beaucoup plus uniforme. Mais l'ambiguïté de l'anaphorique « *elle* » dans le discours de G., où il désignait tantôt la mer tantôt la région, est probablement à l'origine de rédactions incompréhensibles chez certains élèves (Antoine : « *un déplacement de plaques, la région s'est soulevée et restée au pied* »).

Il est sûr que la tâche de prise de notes demandée aux enfants pendant la séance 1 pouvait rendre plus difficile leur activité cognitive de compréhension des explications orales apportées par G. Néanmoins on peut constater que certains d'entre eux sont parvenus à reproduire des éléments importants de son discours et qu'il est intéressant de voir se construire cette capacité de recueil d'informations à partir d'un discours oral dès le cycle 3.

**• De l'écrit individuel vers l'oral collectif  
dans la séance 2**

exploitation  
des notes

Au début de la séance 2, le support écrit individuel du cahier d'expériences n'est utilisé que pour susciter les interventions orales successives de plusieurs élèves, parmi lesquelles le maître pourra choisir une formulation qui figurera dans le texte inscrit sur le support collectif. Les interactions maître/élèves ont donc pour but d'offrir à M. une variété de formulations orales qui s'inspirent des notes prises auparavant, mais ne leur correspondent pas toujours, ce qui signifie qu'est relancée, chez les élèves, une nouvelle activité cognitive à partir de cet écrit antérieur.

confrontations  
encouragées  
par le maître

Ainsi Manuel, qui n'a rien écrit sur son cahier en réponse à la question 1 lors de la première séance, produit néanmoins à l'oral pendant la séance 2 une explication comportant deux erreurs [soulignées ci-dessous], mais aussi des éléments correctement mémorisés : « *Il y avait une petite rivière. Les fossiles ne pouvaient pas survivre, c'est pour ça qu'ils étaient tout petits, comme les ammonites qu'on a trouvées* ». Sarah, qui n'avait mentionné que trois éléments juxtaposés sur son cahier (« *Avant il y avait la mer à Gordes. La mer était très profonde et il y avait très peu d'oxygène.* »), produit à l'oral une phrase complexe explicative : « *L'eau était profonde, donc les coquillages étaient petits parce qu'il n'y avait pas beaucoup d'oxygène.* »

On assiste aussi à de fréquentes interactions élève/élève, soit parce que l'un d'entre eux conteste la proposition d'un autre, soit parce qu'elles sont encouragées par le maître pour que celui qui a compris explique aux autres oralement ou en allant faire un dessin au tableau, comme le montrent les passages soulignés dans les trois échanges transcrits ci-dessous :

[Formulation proposée par Manuel] : *Il y avait une petite rivière. Les fossiles ne pouvaient pas survivre, c'est pour ça qu'ils étaient tout petits, comme les ammonites qu'on a trouvées.*

Sarah : *Manuel se trompe parce que moi, j'ai noté qu'il y avait un océan à la place de Gordes.*

(...)

Vérane : *C'est la plaque qui a monté, donc la mer est redescendue.*

M. : *Explique aux autres.*

(...)

David : *J'ai pas compris ce que c'était, les plaques.*

M. : *Quelqu'un lui explique?*

**• Le recours du maître aux supports visuels**

Assez rapidement, devant la difficulté rencontrée pour faire expliquer par les élèves le retrait de la mer, M. est contraint de reprendre le pilotage et de tenir à son tour le rôle explicatif. Un nouveau dialogue s'enclenche donc, où M. utilise des comparaisons ou des gestes, en interaction permanente avec

les élèves pour qu'ils réactivent ce qu'ils ont entendu la fois précédente. D'autres supports visuels jouent alors un rôle important dans le fonctionnement des explications : ce sont les dessins successifs que M. produit lui-même au tableau pour réexpliquer aux élèves le mouvement des plaques et pour répondre le mieux possible à ce qu'il désigne lui-même comme une difficulté majeure de compréhension.

M. [tout en dessinant un schéma au tableau] :

*Nous sommes sur la terre. Dessous il y a le magma. Qu'est-ce que c'est que le magma? On vous l'a donné, le terme exact...*

Él. X : *De la roche en fusion. C'est liquide et c'est chaud.*

M. : *Au-dessus de ce magma, il y a une couche refroidie sur laquelle on marche et qui flotte sur le magma.*

Él. X : *Comme un bateau.*

M. : *Oui, comme un radeau [geste]. Au lieu d'une grande croûte, c'est des petits morceaux séparés, collés les uns aux autres, mais qui se frottent [geste], c'est ce qui cause les tremblements de terre. En fait je vous résume vachement, c'est plus compliqué que ça.*

Él. Samir : *C'est ça qui produit des volcans.*

malgré la projection  
d'un extrait  
de la cassette vidéo  
de la première séance...

Enfin, le support vidéo s'inscrit dans la même perspective : M. l'introduit au bout d'une demi-heure consacrée à l'élaboration de la réponse « scientifique » à la question initiale, mais surtout au moment où les élèves se sont remis à poser des questions sur le magma et sur la notion de « flottement », sans que la difficulté puisse être levée par la réalisation d'un nouveau schéma au tableau. Il est présenté comme un recours ultime au discours de l'expert pour se le remémorer et proposer une formulation valable : « *On part dans tous les sens là. Je vous montre un peu la cassette pour qu'on puisse répondre à cette question. Samir a donné une explication qui a de bonnes chances d'être juste. Elle est à confirmer par nos amis géologues.* »

... le recours au  
discours de l'expert  
reste limité

Pourtant le passage choisi pour le visionnement correspond aux six minutes analysées plus haut (175 G à 212 G) où G. reprenait précisément les questions 1 à 3, qui ne portent pas sur la question du flottement des plaques sur le magma. Ce recours à la trace vidéo permet donc surtout au maître de recentrer l'activité et de revenir à la construction orale du résumé : il veut que les élèves utilisent de nouveau les textes de leur cahier d'expériences pour proposer des formulations.

Enfin on peut remarquer que M. avait préparé une feuille comportant trois schémas où apparaissaient le mouvement des plaques et l'émergence progressive de la région de Gordes. Ce dernier support est distribué par M. à la fin de la séance 2, assorti de commentaires humoristiques sur le temps qu'il a passé à les produire. Il s'agit là d'un support didactique qui ne donne pas lieu à des interactions verbales. C'est aussi le document qui figurera dans le supplément scientifique du journal de l'école.

### 4.3. Le statut des deux productions écrites « collectives »

Pour clore cette étude, il faut enfin dire quelques mots sur les deux textes écrits qui représentent l'aboutissement des deux séances sur lesquelles nous nous sommes interrogées dans cet article.

#### 1. Texte élaboré collectivement en classe

*À la place de Gordes, il y avait un océan. Cet océan a aujourd'hui disparu, ce qui explique la présence de coquillages. La disparition de cette mer est due au mouvement des plaques, ce qui a provoqué un soulèvement de la plaque européenne, mettant hors de l'eau le site de Gordes.*

#### 2. Texte paru dans le supplément scientifique du journal de l'école (2)

*Pour répondre à notre question, nous avons fait venir des géologues de l'Université d'Avignon. À la suite de leur intervention, nous nous sommes aperçu que la mer était présente il y a longtemps, mais que les hypothèses que nous avions faites sur sa disparition étaient toutes fausses.*

*Voici la véritable histoire de Gordes et de ses fossiles marins : la disparition de la mer est due au mouvement des plaques. La plaque africaine a tendance à avancer et à passer sous la plaque européenne. Celle-ci se soulève, le niveau des terres augmente mettant le site de Gordes hors de l'eau. Ce soulèvement a notamment créé la chaîne des Alpes. Les coquillages que nous avons ramassés étaient tout minuscules. Les géologues nous ont expliqué qu'à l'époque la mer était très profonde et très pauvre en oxygène. Les animaux marins mouraient très jeunes et n'avaient pas le temps de grandir.*

On s'aperçoit, en lisant le texte du « résumé » progressivement écrit au tableau par le maître au cours de la séance 2, qu'il tient finalement peu compte des formulations proposées par les élèves. Des éléments importants pour l'explication n'y figurent pas (pauvreté en oxygène) et – plus grave étant donné le thème de cette longue séquence – le terme de *fossiles* lui-même est absent. De plus, la longue phrase finale utilise des procédés (nominalisation, rôle du participe présent) qui sont introduits par M. et non par les élèves dans la rédaction.

rédaction finale

On ne peut donc pas dire que ce texte résulte véritablement d'une construction collective. En revanche, il est sûr que la séance 2 a été l'occasion pour M. de mesurer les difficultés de compréhension qui subsistaient chez les élèves. Mais son autre finalité (aboutir à une production unique pour qu'elle figure dans le cahier de sciences, support de la mémorisation pour les élèves) a joué ici comme une contrainte plus forte, qui l'a entraîné à privilégier un discours explicatif sur le mouvement des plaques, au détriment de la conclusion globale qu'on aurait pu attendre sur le phénomène de fossilisation à la fin d'une telle séquence.

(2) Il s'agit d'un extrait de ce texte, dont l'original complet (2 pages comportant la fiche distribuée par l'enseignant avec ses 3 schémas) figure dans le corpus complet.

limites du recours  
aux experts

En revanche, le texte paru dans le supplément scientifique du journal de l'école – bien qu'il soit rédigé et signé par M. seul – est une nouvelle rédaction, plus complète, qui reprend plus d'éléments émanant des interactions verbales étudiées dans ces deux séances, puisqu'il a davantage recours aux propos de G. et cite des extraits de cahiers d'expériences (mais ce sont des passages antérieurs sur les hypothèses des élèves). L'embrayeur « nous » y est omniprésent, reconstruisant *a posteriori* une aventure collective dont les deux séances étudiées ici n'étaient effectivement qu'un épisode.

## 5. CONCLUSION

nécessité d'une  
médiation conjointe  
maître et expert...

La question qui reste posée, à l'issue de cette analyse portant à la fois sur la confrontation de deux situations de discours et sur la façon dont un expert et un enseignant essaient de résoudre les difficultés conceptuelles d'élèves de l'école élémentaire devant un apprentissage scientifique, est celle de la médiation adaptée à une démarche socio-constructiviste. Indéniablement la présence d'un expert dans la classe a généré une activité cognitive importante chez les élèves, qui se traduit par le volume croissant et la variété des interactions qu'ils exercent avec lui et par la création d'un véritable espace de négociation. Mais un paradoxe apparaît aussi, car la découverte par les élèves, lors de leurs échanges avec l'expert, de la complexité et de l'intrication des notions scientifiques, en jeu dans la réponse à la question qu'ils s'étaient posée initialement, rend difficile leur compréhension globale du phénomène. Contrairement à ce que pensait l'enseignant en faisant appel à lui, l'expert n'est donc pas le médiateur idéal, car les interactions entre lui et les élèves ne peuvent faire naître que de la complexité.

... pour garantir  
une compréhension  
globale  
du phénomène

De plus, dans la mesure où, dans les deux séances, très peu d'interactions portent sur les hypothèses émises par les enfants, et où leur question initiale n'a pas été préalablement reformulée pour prendre la forme d'un « problème » scientifique, la construction de la connaissance ne peut pas se faire dans de bonnes conditions. On peut donc se demander si l'instauration d'une situation de « trilogie », lors de la séance 1 entre G., M. et les élèves n'aurait pas permis à M., qui avait en mémoire tout le travail antérieur, d'exercer la médiation nécessaire. Une autre possibilité aurait été l'exploitation plus grande, lors de la séance 2, des notes écrites sur les cahiers d'expériences, pour faire préparer par les élèves – individuellement ou à plusieurs – le texte final, en faisant porter plus systématiquement les interactions verbales entre eux et le maître sur le rapport entre leurs hypothèses initiales et les explications de la géologue. Dans les deux cas, sur un sujet aussi complexe, une double médiation – scientifique et didactique – était nécessaire : il fallait donc trouver une solution,



soit pendant la séance 1, soit *via* les supports écrits ou vidéo dans la séance 2, pour que les compétences des médiateurs puissent se compléter.

travailler  
conjointement,  
en amont, les  
obstacles repérés

Enfin cette étude permet d'alerter les utilisateurs du dispositif de *La main à la pâte* sur les limites du recours aux experts, qui y est pourtant encouragé. Il ne suffit pas de faire intervenir un expert pour que les élèves s'approprient des notions scientifiques complexes, même si cet expert tente de les associer à une démarche explicative et que leur maître revient ensuite avec eux sur les notions difficiles. Un travail conjoint entre le maître et l'expert, en amont, sur les obstacles repérés, nous apparaît comme indispensable. Les efforts actuels pour créer une « *Charte de l'accompagnement scientifique* » vont aussi dans ce sens.

Jacqueline LACOTTE  
Laboratoire « *Culture et Communication* »  
de l'université d'Avignon

Catherine BRUGUIÈRE  
IUFM de Lyon,  
Laboratoire « *Culture et Communication* »  
de l'université d'Avignon

## BIBLIOGRAPHIE

BRUGUIÈRE, C. & LACOTTE, J. (2001). Fonctions du cahier d'expériences et rôle de la médiation enseignante. *Aster*, 33, 135-161.

CHARAUDEAU, P. & MAINGUENEAU, D. (2002). Dictionnaire d'analyse du discours. Paris : Seuil.

DUCANCEL, G. (1991). Expliquer à l'oral, à l'écrit, en sciences. *Repères*, 3, 117-141.

GARCIA-DEBANC, C. (1998). Une argumentation orale dans une démarche scientifique au cycle 3. Ce que les reformulations et les connecteurs nous disent des spécificités d'une interaction en situation scolaire. *Repères*, 17, 87-108.

GOUANELLE, C. & SCHNEEBERGER, P. (1995). Enseigner les fossiles à l'école élémentaire. *Aster*, 21, 81-107.

HALTÉ, J.-F. (1999). Les enjeux cognitifs des interactions. *Pratiques*, 103-104, 71-88.

LACOTTE, J., AUGER, N., BRUGUIÈRE, C. & DUMAS-CARRÉ, A. (2003). Co-construction d'un espace langagier entre experts, enseignants et élèves. Quand des géologues universitaires interviennent dans un CM1. *Actes du colloque « Construction des connaissances et langage dans les disciplines d'enseignement »*. Bordeaux, avril 2003. Université Bordeaux 2. CIRCEM. cédérom.

LEPOIRE, S. (1999). Aspects cognitifs de la conduite d'un dialogue explicatif. *Pratiques*, 103-104, 173-192.

MORGE, L. (2001). Former sur les aspects pratiques et théoriques des interactions enseignant-élèves en classe de sciences. *Aster*, 32, 41-61.

SPRENGER-CHAROLLES, L. (1983). L'analyse d'un dialogue didactique : l'explication de texte. *Pratiques*, 40, 51-76.

VION, R. (1992). *La communication verbale, analyse des interactions*. Paris : Hachette Supérieur.