

UNE SITUATION-PROBLÈME EN GÉOLOGIE : UN DÉTOUR DE L'ANECDOTIQUE AU SCIENTIFIQUE

Marie Sauvageot-Skibine

Si "faire des sciences" consiste à résoudre des problèmes scientifiques, il convient de se demander : qui pose le problème ? Il semble que seul celui qui connaît la réponse puisse poser correctement un problème scientifique, et ce ne peut être alors que l'enseignant. Mais dans ce cas, cela risque de rester "son" problème. Si l'élève pose, pour sa part, une question qui l'intéresse, un problème pour lui, il peut le résoudre et rester à un niveau fonctionnel, sans que soit envisagé un problème scientifique. C'est ce double écueil que tentent d'éviter les situations-problèmes, telles que nous les avons testées, et dont nous détaillerons ici un exemple, en géologie. Nous analyserons cet essai, à l'aide d'une grille de critères établie au cours d'une de nos recherches à l'INRP.

faire des sciences :
résoudre
des problèmes,
surmonter
des obstacles

Dire avec Bachelard que faire des sciences, c'est résoudre des problèmes au sens de surmonter des obstacles, est une idée tout à fait acceptée de nos jours. Cerner les obstacles, les reconnaître, est une tâche difficile à laquelle se sont attelés cependant un certain nombre de chercheurs. Les difficultés actuelles concerneraient plutôt l'élaboration de séquences prenant en compte ces obstacles. L'un des traitements pédagogiques appropriés tourne autour de ce que les didacticiens de mathématique et de physique ont appelé situations-problèmes. Celles-ci ont fait l'objet de nombreux articles, depuis le puzzle de Brousseau (1). Ces propositions ont intéressé tous les chercheurs soucieux de trouver une pratique pédagogique cohérente avec leur conception constructiviste de l'apprentissage (2), même si certains ont émis des critiques et fait d'autres propositions (3).

Cependant, il semble que tous les didacticiens ne soient pas d'accord sur leur utilisation, ou la limitent au collège, et que d'autres leur préfèrent des "situations problématiques" en mathématiques au lycée ou dans l'enseignement supérieur (4).

situations-
problèmes
en biologie...

Toutes ces discussions concernent les sciences physiques et les mathématiques. Où en est la situation en biologie ? Dans son livre *"De l'apprentissage à l'enseignement"* (5), Michel Develay donne un exemple de situation-problème, en classe de Troisième. Avant lui, et avec lui, l'équipe de Victor Host avait distingué, pour l'école primaire, les activités fonctionnelles et les activités de résolution de problèmes (6). Plus récemment, l'équipe INRP de didactique des sciences expérimentales a essayé de dégager les caractéristiques d'une situation-problème en biologie, tentant par là, de préciser sa spécificité par rapport à la physique et aux mathématiques (7).

... et en géologie

Reste à analyser des situations-problèmes précises, testées dans des classes et semble-t-il assez réussies du point de vue de l'enseignant et des élèves, à l'aide de cette grille, pour essayer de caractériser une situation-problème en biologie-géologie. Ce sera l'objet de cet article, à l'aide d'une séquence de la classe de Quatrième (élèves de 14 ans, troisième année de collège).

Avant cette analyse nous examinerons les difficultés à poser un problème scientifique avec les élèves, et nous essaierons de montrer que la situation-problème a le mérite, grâce à un détour, de pouvoir apporter des réponses à un problème scientifique, de s'attaquer aux obstacles rencontrés au cours de la construction d'un concept, tout en intéressant les élèves.

1. IL FAUT POSER UN PROBLÈME SCIENTIFIQUE, COMME LE DEMANDENT LES CHERCHEURS ET LES PROGRAMMES.

Cette nécessité apparaît incontournable de nos jours, en France, en ce qui concerne les sciences expérimentales. Chacun a à l'esprit cette affirmation de Bachelard, de 1938 (8) :

toute
connaissance
est une réponse
à une question

"Avant tout il faut savoir poser des problèmes. Et quoi qu'on dise, dans la vie scientifique, les problèmes ne se posent pas d'eux-mêmes. C'est précisément ce sens du problème qui donne la marque du véritable esprit scientifique. Pour un esprit scientifique, toute connaissance est une réponse à une question. S'il n'y a pas eu de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique. Rien ne va de soi, rien n'est donné, tout est construit."

C'est je crois, dans cette optique, que le numéro 117 de *Recherches pédagogiques*, donne une définition du problème :

"On dira qu'il y a problème scientifique chaque fois que la réponse à une question, la poursuite d'une action, se heurtent à des obstacles de nature diverse (moteurs, techniques, psychologiques, épistémologiques...) débouchant sur la construction d'invariants (grandeurs, propriétés, relations qui se conservent), cette construction d'invariants impliquant le recours à l'observation, à l'expérimentation, au tâtonnement expérimental."

toute leçon
doit être
une réponse...

Quand Bachelard parle de poser des problèmes, il parle d'une problématisation théorique, mais plus de quarante ans auparavant, John Dewey, lui, parlait de problème en termes pragmatiques, dans une optique de pédagogie fonctionnelle (9). *"Rien ne peut être fait problème pour quelqu'un, simplement parce qu'on lui accole l'étiquette problème, ou encore parce que c'est une chose difficile et rébarbative... Pour que l'enfant se rende compte qu'il a affaire à un problème réel, il faut qu'une difficulté lui apparaisse comme étant sa*

difficulté à lui, comme un obstacle né au cours de son expérience, et qu'il s'agit de surmonter."

mais on peut
en rester à
un niveau
fonctionnel

Dans un cadre constructiviste, pour que le savoir soit acquis, il faut répondre aux problèmes des élèves. C'est parce que les questions que pose l'apprenant sont des vraies questions fonctionnelles, que le savoir est mieux assimilé par lui. Mais les problèmes posés alors par les élèves sont des problèmes pratiques et non théoriques. Et il y a là une grosse difficulté, celle de rester à un niveau fonctionnel, sans faire un détour par une théorisation. Le bulleur de l'aquarium est en panne ou absent, les poissons vont-ils "crever" ? Il existe un risque de court-circuit possible d'un problème pratique, pourtant lié à un problème scientifique concernant la respiration des poissons. Les élèves peuvent réparer ou installer un bulleur pour un élevage, et empêcher les poissons de mourir, sans faire le détour par le concept de respiration branchiale et d'échanges gazeux. Le problème pratique, fonctionnel, peut très bien se passer de détour théorique.

une question
ne peut être
que mal posée

Bachelard et Dewey situent le problème par rapport au savoir et par rapport à l'élève, et tout irait bien si les élèves posaient eux-mêmes un problème scientifique. Or, avec Canguilhem, nous pouvons dire que, historiquement, le problème n'est pas formulé au début de la recherche. Au cours de son analyse à propos du vitalisme il affirme "... nous estimons que les questions authentiquement importantes sont des questions mal posées. Une question ne paraît jamais bien posée qu'au moment où elle reçoit sa solution, c'est-à-dire où elle s'évanouit comme question... Il faut bien dire qu'une question bien posée n'est déjà plus une question puisqu'elle enferme tous les éléments de la réponse. Sans paradoxe une question ne peut, en tant que telle, être que mal posée." (10)

Un travail de rectification s'opère tout au long de la recherche.

En conséquence, seuls les enseignants dans la classe sont aptes à poser un problème scientifique. Mais dans ce cas, le problème posé par l'enseignant ou le manuel reste bien souvent académique, sans grande signification pour l'élève. C'est une question, posée sans doute légitimement par ceux qui savent, pour faire apprendre. Il suffit d'avoir confiance.

il y a absence
de problème
dans un certain
nombre de cas

Il peut y avoir différents obstacles à l'idée de démarrer le travail scientifique par un problème, il y a même absence de problème dans un certain nombre de cas. Les naturalistes, dont les objectifs peuvent se résumer par les trois verbes "nommer, décrire, classer", ne posent pas de problème. La vision empiriste de la biologie, qui requiert essais et tâtonnements, et pense que la science résulte d'une suite de découvertes accidentelles dues au hasard ou au génie, ne pose pas de problème.

Lorsque le savoir dérive directement des faits d'observation, même si on parle de méthode comme dans le positivisme, on n'a pas problématisé malgré une apparence de méthodologie

en 1968,
les programmes
demandent
de poser
un problème

scientifique. Enfin, avec le pragmatisme, lorsque le savoir résulte de la résolution de problèmes pratiques, et est validé par l'efficacité de l'action, comme pour l'ingénieur ou le médecin, le résultat peut être acquis sans qu'un problème scientifique soit posé.

Cependant, les programmes demandent aussi de poser des problèmes. C'est dans la circulaire du 17 octobre 1968 que le Recteur Gauthier précisait :

"Les programmes scolaires de la classe de 6ème comportent trois termes : organisation, milieu, biologie. Dans cette trilogie, les études biologiques doivent devenir prioritaires, car elles seules permettent de poser des "problèmes", des problèmes dynamiques même et d'actualité qui intéressent le plus nos élèves."

L'accent est mis indiscutablement sur le fait d'intéresser les élèves, de rendre la classe de sciences vivante et attrayante. Les manuels de l'époque proposent au mieux une question du type :

"Comment les vertébrés se nourrissent-ils ?"

"Comment capturent-ils leur nourriture ?"

"Comment expliquer la variation du régime alimentaire ?"

ou bien

"Que donner à manger à ton animal ?"

Ce qui illustre les deux versants du problème, versant théorique ou versant fonctionnel. Mais le plus souvent, les titres des leçons des manuels ressemblent plutôt à : *"Chasse et repas des carnivores"* ou *"Les prédateurs à la recherche de leurs proies"*, ce qui conduit très facilement à des descriptions de comportements alimentaires, sans problématisation.

en 1993,
des manuels
proposent
des problèmes

En 1993, les manuels de 2^{nde} et 1^{ère} S, des éditions Nathan présentent un encadré intitulé : *"Les problèmes scientifiques à résoudre"* (11).

Examinons le manuel de 1^{ère} S, et essayons de caractériser les problèmes scientifiques posés. Sur vingt-six "problèmes scientifiques à résoudre", concernant les onze chapitres de biologie et de géologie, deux seulement sont posés sous une forme interrogative :

"Comment l'affrontement de deux plaques de lithosphère continentale dans les zones de convergence explique-t-il la formation d'une chaîne de montagnes ?"

"Par quels mécanismes certaines roches de chaînes de montagnes ont-elles pu être enfouies en profondeur puis remises à l'affleurement, déformées et transformées ?"

Une question pouvant cacher une affirmation, et une affirmation être interrogative, la forme ne nous renseigne pas sur la présence ou la nature d'un problème.

Cinq fois sont abordés des problèmes d'origine :

- origines des matériaux constitutifs de l'organisme embryonnaire,
- origine de la diversité des individus d'une espèce et, par là, origine de l'identité biologique de chacun d'eux,

- origine de l'énergie qui met en mouvement les masses atmosphériques et océaniques,
- origine et modalités de la dissipation de l'énergie interne,
- origine des magmas associés à la dissipation de l'énergie interne.

Trois problèmes de mises en relation :

- relation entre la température à la surface de la Terre et les mouvements d'eau et d'air,
- relation entre la dissipation de l'énergie interne et la dynamique des fonds océaniques,
- relation entre les propriétés physiques et chimiques des enveloppes et l'organisation interne du globe terrestre.

Deux fois sont étudiées des influences :

- influence de divers facteurs sur la consommation d'énergie d'un organisme,
- influence des activités humaines sur le cycle du carbone.

Une fois des conditions :

- les conditions de la sédimentation actuelle et passée.

ce ne sont que
des mécanismes

Ce sont donc surtout des **mécanismes** qui demandent à être explicités : le mot mécanisme est utilisé six fois, modalités trois fois ; cinq autres phrases portent sur différents mécanismes, sans contenir ce mot (ce sont des mécanismes de conversion, de transfert, de mise en place, d'ajustement, d'utilisation).

Il est toujours question majoritairement de mécanismes dans le manuel Nathan de Terminale S, publié en 1994. Notons par exemple : *"Les mécanismes assurant le maintien du nombre de chromosomes d'une génération à la suivante"*.

Poser des problèmes reviendrait-il à expliquer des mécanismes ? Ce type d'explication apparaît tout à fait fertile, pour communiquer et faire comprendre des résultats scientifiques. Il sous-entend une certaine docilité intellectuelle de l'élève, et n'aiguise pas automatiquement sa curiosité. On reste dans un exercice scolaire, indispensable pour réussir ses examens.

2. COMMENT POSER UN PROBLÈME SCIENTIFIQUE AVEC LES ÉLÈVES ?

Ou comment faire si on veut concilier la nécessité de poser un problème théorique, en souhaitant que ce problème devienne celui des élèves ?

2.1. La question du démarrage : peut-on toujours démarrer en posant un problème ?

Oui et non, répond Guy Rumelhard (12).

Oui, parce qu'on peut donner ou faire trouver une liste de problèmes que l'on peut poser partout et toujours.

Où c'est ?

Comment ça marche ? Comment ça fonctionne ? Quel est le mécanisme ?

À quoi ça sert ?

D'où ça vient ?

Comment ça se déplace ?

Comment ça évolue ?

À quelle catégorie ça appartient ?

En quoi c'est fait ? Quelle est la composition chimique ?

Ce sont des problèmes très généraux qui ne sont pas reliés à quelque chose que l'on peut faire sur le plan expérimental ou à un modèle explicatif. Il faut trouver une manière d'opérer.

Non, parce que ça ne donne pas la façon de s'y prendre expérimentalement.

Commencer par formuler un problème peut être inopérant.

La simple question "*En quoi c'est fait ?*" est liée à des procédés de séparation et ensuite d'analyse. Or tant que ne sont pas donnés les procédés utilisés pour séparer les protéines sans les dénaturer, on ne sait pas comment faire. La réponse est de type technique. Dans le principe, il faut séparer, mais comment sépare-t-on ? C'est seulement quand on dispose d'un procédé comme l'électrophorèse qui ne dénature pas les protéines, qu'on peut répondre.

Si on examine un problème bien posé comme "*D'où vient la chaleur animale ?*", la question amène à chercher une source de chaleur, un modèle de combustion, etc. On ne peut séparer le problème, des expériences que l'on fait, des modèles qu'on utilise, et de l'analyse que l'on va faire ensuite. Il est impossible de séparer un problème de la résolution de ce problème. Ce qui est important c'est de relier le problème à quelque chose qui est opératoire.

Poser correctement le problème ne suffit pas, car certains le sont parfaitement, mais n'ont pas de réponse à un niveau d'enseignement donné. Comment un lapin qui mange de l'herbe peut fabriquer du lapin ? La réponse implique le code génétique, donc ne peut être comprise avant la dernière année de collège.

souvent le même type de questions au départ

la difficulté : rendre ces questions opératoires

2.2. Différentes façons de commencer un travail

Comment "démarrer" pour que les activités scientifiques apportent des réponses à des problèmes scientifiques et pour que les activités des élèves aient un sens pour eux ?

Examinons les différentes façons de faire habituelles, à la lumière de ces deux exigences. Pour celui qui sait, il semble toujours possible de rattacher les titres à un problème scientifique, mais c'est une chose quasi impossible pour celui qui ne sait pas. Quel sens les élèves peuvent-ils donner à la leçon, à partir d'un titre ?

• 1. Partir des programmes

On peut citer des phrases des instructions officielles :

- *"Les roches conservent parfois des traces de la vie d'autrefois."* (cycle III)
- *"Une manifestation de l'activité du globe : le volcanisme"* (programme de 4ème)

attirait de
l'activité qui n'est
pas évident

Pour les élèves, le sens de l'activité correspond à la volonté du maître ou des programmes ; c'est la maîtresse qui a raison, ou, il faut le faire pour passer dans la classe supérieure, ou pour avoir des bonnes notes ou pour passer un examen. C'est une activité scolaire nécessaire, dont l'attrait n'est pas évident au premier abord, pour la majorité des élèves.

• 2. Partir d'un problème scientifique posé historiquement

- *D'où vient la chaleur animale ? (Comment expliquer qu'on soit toujours chaud ?)*
- *Le lapin mange de l'herbe et fabrique de la chair de lapin. Comment faire du lapin avec de l'herbe ?*
- Descartes : *"Comment ont été produites les montagnes, les plaines, les mers ?"* (13)
- *"D'où viennent les coquilles ?"* (14)

souvent des
questions
"vraies",
porteuses

Ce point de départ est porteur, comme il l'a été dans le passé. Les questions historiquement posées l'ont souvent été à partir de constatations que chacun pouvait faire dans la nature, que ce soit la chaleur de notre peau, ou la présence de fossiles. Ce sont des questions qui intéressent les élèves, parce qu'elles paraissent "vraies", au sens où elles sont ancrées dans leur quotidien. Mais ils restent souvent muets parce qu'ils n'ont aucune idée de la réponse, qui ne paraît pas à leur portée.

• 3. Partir du vécu quotidien des élèves

Les questions peuvent être posées par l'enseignant, mais à partir de problèmes rencontrés par les élèves dans la vie de tous les jours.

- *Est-ce que je suis obligé de manger ce que je n'aime pas pour être en bonne santé ?*

- *Qu'est-ce que je risque si je ne me lave pas les dents tous les jours ?*

Il s'avère difficile de poser ce type de questions en géologie pour nos élèves, parce que le domaine étudié est beaucoup moins présent dans la vie quotidienne que les fonctions du vivant, à moins d'être un petit italien habitant sur les flancs d'un volcan, ou un jeune japonais craignant les tremblements de terre.

des questions
légitimes...

La légitimité de ces questions apparaît évidente, l'utilité directement perceptible. L'élève est au centre de la question et le premier bénéficiaire. Le risque est d'apporter une réponse en forme de oui/non ou de règle plus ou moins moralisatrice, sans que soient travaillées les notions scientifiques sous-tendues par ces questions.

• 4. Partir des questions des élèves

... ne conduisant
pas souvent à
un problème
scientifique

Spontanément le plus souvent, les questions des élèves sont demandeuses d'une information ponctuelle, souvent chiffrée et ne portant pas sur un problème à résoudre. Les questions sur les monstres, poissons, reptiles et autres mammifères sont du type : *Combien pèsent-ils ? Quelle est leur longueur ? Est-ce qu'ils courent vite ?*

Comment se forme un volcan ? n'est pas un problème que se posent les élèves et n'a pas la force attractive de *Comment se font les bébés ?*

• 5. Partir d'activités fonctionnelles

Que ce soient les cultures, les élevages ou les sorties sur le terrain, les activités fonctionnelles sont des mines très riches pour poser des problèmes scientifiques. Elles ont le mérite d'exister à tous les âges, de la maternelle au lycée. Elles ont le défaut de se suffire à elles-mêmes, si on n'y prend pas garde, ou si on manque soi-même de connaissances concernant les concepts scientifiques en relation avec la situation.

de même,
les activités
fonctionnelles
peuvent se suffire
à elles-mêmes

Prenons l'activité de faire pousser des fleurs pour les mamans, en grande section de maternelle. Il faut arroser les fleurs, fonction répartie en général entre les élèves de la classe, et rappelée par un tableau. À partir d'une telle activité, un certain nombre de questions peuvent être posées. *Quelle quantité d'eau dois-je donner à la jacinthe ou à l'impatiens pour qu'elle pousse ? À quel rythme : tous les jours, tous les 8 jours ? Quelle eau dois-je prendre : celle du robinet, l'eau de pluie, l'eau minérale ? Où verser l'eau : sur la terre, les feuilles ?* L'enseignant peut ainsi commencer la construction d'invariants, concernant l'alimentation en eau des plantes vertes. Mais il peut dire aussi : "tu verses à la surface de la terre, tous les deux jours, la moitié de ce récipient". Les élèves seront actifs et la plante poussera tout autant.

Quant aux sorties sur le terrain en géologie, permettant des visites de carrières, de mines, de gisement, des études de

paysage, des sorties spéléo, leurs objectifs peuvent se limiter à observer, décrire, nommer, classer, d'autant plus que les élèves adorent casser du caillou et ramasser des fossiles. Au contraire, le travail sur le terrain peut aider à poser des problèmes, et expliquer ce que l'on voit, faire ce va-et-vient demandé par les programmes entre le réel et la théorie. *Pourquoi d'un côté de la route trouve-t-on du grès arkose, et de l'autre côté de la route, à la même hauteur, du granite rose ?*

Pourquoi trouve-t-on des coquilles d'huîtres au milieu des vignes ?

• **6. Partir de l'imprévu et de l'actualité**

Là, on est certain de capter l'intérêt des élèves, en leur montrant une vidéo qui suscite curiosité et peur, comme celle de la dernière éruption volcanique, ou celle du violent tremblement de terre qui a fait beaucoup de morts. Du gentil dinosaure "Gertie", héros d'un des premiers dessins animés de 1909, aux méchantes créatures géantes assoiffées de sang de Jules Verne ou de Spielberg, on est certain de capter l'attention des élèves. Reste à passer de ce monde terrifiant, réel ou fantasmagique, à une perspective scientifique. Le problème didactique et pédagogique reste le même, que l'on parte du savoir ou de l'élève, comment relier les deux ?

• **7. Partir d'une question posée par le professeur mettant en jeu la curiosité des élèves (comme en 3. et 6.) et permettant d'arriver à un problème scientifique (comme en 1., 2. et 5.)**

Cette situation-problème oblige à faire un détour, comme pour les activités fonctionnelles, avant d'arriver au problème scientifique. Les élèves ne cherchent pas une réponse à un problème scientifique, ils répondent à une de leurs questions, et pour ce faire, sont obligés de construire des notions, des invariants conceptuels. Mais ils ne peuvent pas trouver de réponses à leur problème si ce travail n'est pas fait.

la situation-
problème
permet un détour

3. UN DÉTOUR NÉCESSAIRE : LA SITUATION-PROBLÈME

à propos de
la fossilisation,
premiers essais
révélant
des impasses...

La séquence décrite ici concerne la notion de fossilisation en troisième année de collège (15). Les élèves ont 14 ans et la géologie ne figure plus à leur programme depuis la dernière année de l'école primaire, soit 10/11 ans.

De nombreux essais, par différents collègues, avaient mis en évidence un certain nombre d'impasses quant à la situation de départ. Ces différentes situations ont été, par contre, très riches pour mettre en évidence les représentations-obstacles concernant la fossilisation.

Lorsque le problème est ainsi posé : *"Je suis une huître fossile du gisement de marne à huitres, voisin du collège. Comment expliques-tu ma présence à cet endroit ?"*, les élèves indiquent la nécessité de la présence de la mer à un moment, dans cet endroit. *"La mer a recouvert notre région."* Cela leur semble bizarre d'imaginer la mer au cœur de la Bourgogne ou dans le Bassin parisien, mais après tout, pourquoi pas ? La mer va et vient.

À la question : *"Et s'il n'existait pas de fossiles ?"*, ils répondent que ce serait dommage :

*"Les animaux d'avant ne seraient pas connus",
"On n'aurait pas la connaissance de dinosaures",
"On ne pourrait pas faire de collections".*

Une autre façon d'aborder le problème, complète le système explicatif des élèves. *"À l'intérieur de la craie, on peut trouver des oursins ou des ammonites, comment expliques-tu leur présence dans la roche ? Tu peux répondre par un texte, un ou plusieurs dessins."* C'est le modèle de l'empreinte qui est mis en œuvre par les élèves : la mer a plaqué les animaux sur le rocher, petit à petit ils s'encastrent, s'impriment et se transforment en roche.

... et aussi des
obstacles

Apparaît donc, à l'évidence, l'obstacle de la préexistence de la roche.

Le choix de partir d'une émission télévisée sur les dinosaures a été guidé par l'assurance de déclencher leur curiosité, et le fait que cette situation soit apparue porteuse. Au cours de l'émission : *Savoir Plus* de François de Closets (16), l'invité Pierre Perret pose la question suivante au paléontologue Philippe Taquet :

"Est-il possible que demain, sous mes poireaux, en Seine-et-Marne ou en Normandie, je trouve un énorme tibia de dinosaure ?"

un démarrage
spectaculaire

Dans la situation proposée, l'élève ne cherche pas une réponse à un problème scientifique. Sa curiosité est piquée au vif par une question ; il donne son opinion, ce qui l'amène à la défendre, et pour être crédible dans le groupe, à chercher des arguments et des preuves. Pris au jeu, il découvre qu'il ne comprend pas certains faits, ce qui le motive pour trouver une explication. Il est impliqué dans le

un savoir opérant

problème, et veut savoir. Sa place dans le groupe et son besoin de comprendre vont le pousser à argumenter, à tester les opinions des autres, à consulter des documents, à prendre conscience de faits qui lui apparaissent contradictoires, à poser de nouvelles questions... Cette activité intellectuelle va lui permettre de construire des notions nouvelles, d'en rectifier et d'en relier d'autres, de déboucher sur un nouveau problème. La réponse au problème scientifique sera le résultat de ce travail. Le tableau suivant essaie de résumer les différentes étapes chronologiques, et la relation entre le comportement de l'élève conditionné par la situation-problème et la réponse au problème scientifique.

Versant situation-problème et comportement de l'élève	Versant problème scientifique et construction conceptuelle
Une question-jeu est posée, concernant la présence ou non de dinosaures à deux endroits différents, en France. Elle entraîne les comportements suivants : je donne mon avis, je défends mon avis, je prouve ce que je dis.	Recherche sur documents pour vérification, argumentation, et construction de notions nouvelles.
Je ne comprends pas la présence d'un dinosaure en Normandie et pas en Seine-et-Marne. Je suis la piste donnée par l'indice "présence de l'argile" en Normandie.	Examen des cartes géologiques, qui montrent la présence de terrains différents dans les deux régions, la superposition de terrains, leur âge...
Je suis présent dans le groupe, je dis ce que j'ai trouvé, je défends mon avis, et/ou je veux comprendre (pris au jeu).	Structuration des connaissances établies.
Je trouve la solution à la question : les terrains de Seine-et-Marne n'ont pas l'âge des dinosaures, ceux de Normandie oui.	Construction d'un lien entre fossile et roche, par l'intermédiaire de l'âge. Nouveau problème à résoudre : comment expliquer que les roches ont un âge ?

une grille
d'analyse
d'une situation-
problème, en
dix points

Je propose d'analyser cette séquence, à l'aide d'une grille élaborée par l'équipe de didactique des sciences expérimentales de l'INRP (17), à la suite des travaux de Roland Charnay et Guy Robardet (18). Cette grille regroupe dix caractéristiques d'une situation-problème et se veut plus spécifique à la biologie que celles produites en mathématiques et en physique. J'ai modifié l'ordre de présentation des caractéristiques, pour me permettre de mieux suivre le déroulement pédagogique de la séquence. Chaque caractéristique numérotée sera présentée en caractères gras, et examinée à la lumière de la séquence choisie.

1 - Les élèves perçoivent la situation qui leur est proposée comme une véritable énigme à résoudre, dans laquelle ils sont en mesure de s'investir. C'est la condition pour que fonctionne la dévolution : le problème bien qu'initialement proposé par le maître devient alors "leur affaire".

une énigme
à résoudre assure
la dévolution
du problème

La situation met en jeu des dinosaures, animaux qui suscitent toujours beaucoup d'intérêt auprès des élèves, même ceux de 14 ans, et non pas des ammonites ou des gryphées. L'idée de trouver un énorme tibia dans un jardin a un caractère exceptionnel, une allure de bonne blague. Une émission de télévision avec Pierre Perret ne fait pas penser à un pensum ou à un problème, mais plutôt à un jeu avec énigme, comme les émissions animées il y a quelques années à la télévision, par Dieuleveult.

2 - L'étude s'organise autour d'une situation à caractère concret, qui permette effectivement à l'élève de formuler hypothèses et conjectures. Il ne s'agit donc pas d'une situation épurée, ni d'un exemple *ad hoc*, à caractère illustratif, comme on en rencontre dans les situations classiques d'enseignement (y compris en travaux pratiques).

Que ce ne soit pas une situation scolaire apparaît à l'évidence, elle met en jeu les jardins de Pierre Perret, un gros os, et une question qui n'est pas : *Y a-t-il des fossiles de dinosaures en France ?*, style de question académique trop souvent posée. De plus, si la vidéo et la télévision sont utilisées à l'école, c'est le plus souvent comme documentaire. La figure sympathique et la curiosité réelle de Pierre Perret apportent un petit air d'école buissonnière. La situation a sans aucun doute, un caractère concret, et le problème de la présence ou non d'un tibia de dinosaure dans un ou dans les deux jardins, est formulé à l'aide d'une phrase simple accessible à tous. Il faut noter également que l'une des régions concernées est celle où vivent les élèves. Ce n'est donc pas étonnant que les élèves se sentent concernés, donnent leur avis spontanément et émettent des hypothèses par rapport à la présence ou non des dinosaures.

les élèves
formulent
des hypothèses
à propos
d'un problème
qui les concerne

Les conditions de vie n'étaient pas réunies, ou, l'opinion publique serait avertie, sont les deux familles d'arguments avancés pour défendre l'absence de dinosaures.

"Le climat n'était pas propice aux dinosaures."

"Il n'y avait pas de végétation, pas d'eau."

"Les dinosaures vivaient au sud, à cause de la chaleur, il fait trop froid en Seine-et-Marne."

"Si en Seine-et-Marne il y avait des résidus de dinosaures, nous en serions informés."

"En Seine-et-Marne il y a beaucoup de cultivateurs, de bâtiments, et on n'a rien trouvé."

"Les gens qui travaillent la terre ou creusent le sol les auraient trouvés."

Les réponses d'élèves permettent de mettre en évidence la logique en fonctionnement dans leurs représentations : les fossiles se trouvent dans le sol, qui correspond à l'épaisseur de la terre retournée par la charrue, au maximum à la profondeur des fondations des maisons ou des tranchées ; le climat, la végétation et le paysage actuels sont supposés ne pas avoir changé.

Le deuxième clan défend, lui, la présence de dinosaures dans la région.

"Quand les dinosaures étaient sur terre, ils occupaient toute la surface. Alors que ce soit en Normandie, en Seine-et-Marne, en Inde ou en Amérique, si on creuse on peut trouver des fossiles."

"Pas possible qu'il trouve un os de dinosaures car on sait que ces bêtes ont existé il y a plusieurs millions d'années et donc elles ont été sûrement ensevelies sous plusieurs mètres de terre."

Les partisans de cette affirmation expliquent comment les dinosaures sont morts et ont été conservés : *"La terre à l'époque des dinosaures a été recouverte peu à peu au fil des siècles"* (nature de ce qui recouvre très variable : terre, éboulis, détritiques, poussière, sol, feuilles, cendres...). La profondeur d'enfouissement varie de quelques mètres à deux kilomètres.

"Le dinosaure a été conservé, parce qu'il était dans une roche à l'abri de l'humidité qui l'aurait fait pourrir."

"Des millions d'années après la mort des dinosaures, ils sont remontés à la surface à cause des mouvements du sol (tremblements de terre) ou à cause de l'érosion."

Les élèves marquent une nette distinction entre "ce qui recouvre" les dinosaures qui est un matériau léger, friable, et les roches, dures, vues comme du caillou, sur lesquelles reposent les dinosaures.

la situation-
problème est
organisée autour
du franchissement
d'un obstacle

3 - Une situation-problème est organisée autour du franchissement d'un obstacle par la classe, obstacle préalablement identifié.

Les représentations sur la fossilisation et la sédimentation ont été mises en évidence à maintes reprises par les ensei-

gnants du primaire (19) et du collège (20). Ces conceptions resurgissent à propos de la question posée par Pierre Perret. L'enseignant les analyse pour essayer de cerner ce qui fera obstacle à la construction du concept de fossilisation. Pour ce faire nous avons utilisé le réseau dynamique proposé par Jean-Pierre Astolfi et Brigitte Peterfalvi (21). Cet outil pose des questions fondamentales pour la construction d'une séquence. Ce tableau, très difficile à remplir, est – me semble-t-il – un tournant important entre le recueil de représentations et leur prise en charge dans l'élaboration d'une séquence.

un outil
pour élaborer
une séquence
centrée sur
un obstacle

Essayons de préciser son mode d'emploi. Il demande à l'enseignant de définir le concept scientifique visé au cours de cette séquence, les notions que l'on aimerait faire construire aux élèves, en relation avec le programme. Cette première étape a été clarifiée avant la recherche de représentations, puisque c'est par rapport à ce concept que l'on cherche les conceptions des élèves. La seconde étape est postérieure au recueil des représentations. Leur origine n'est pas évidente, pas plus que leur persistance chez certains élèves, malgré des explications fournies et répétées. On peut sans trop de problèmes cerner une conception d'élève qui révèle un écart à la pensée scientifique, sans pour autant avoir une idée bien précise sur la façon d'agir pour réduire cet écart. Essayer de replacer cette représentation dans un ensemble d'idées, cerner ce que ce réseau explique, préciser le mode de raisonnement de l'élève, va aider l'enseignant à caractériser le point de départ de sa séquence. La troisième étape va tenter de formuler le ou les obstacles qui empêchent un passage sans problème de la représentation au concept, à l'aide d'une explication. La rédaction par les enseignants de courtes phrases, exprimant une idée à la fois, sur ce qui fait obstacle et sur ce qu'il empêche de comprendre, n'est pas chose aisée. Les conditions de possibilité posent le même type de difficultés. Il s'agit de raisonner de façon très abstraite sur des idées, en cohérence et en opposition, de situer une rupture entre deux modes de pensée et d'envisager des possibles pour passer de l'un à l'autre. Ces conditions de possibilité du franchissement de l'obstacle vont aider l'enseignant à choisir une situation, dans laquelle les représentations des élèves vont être prises en compte et éprouvées, la nécessité de les modifier rendue obligatoire, et les possibilités de le faire, présentes.

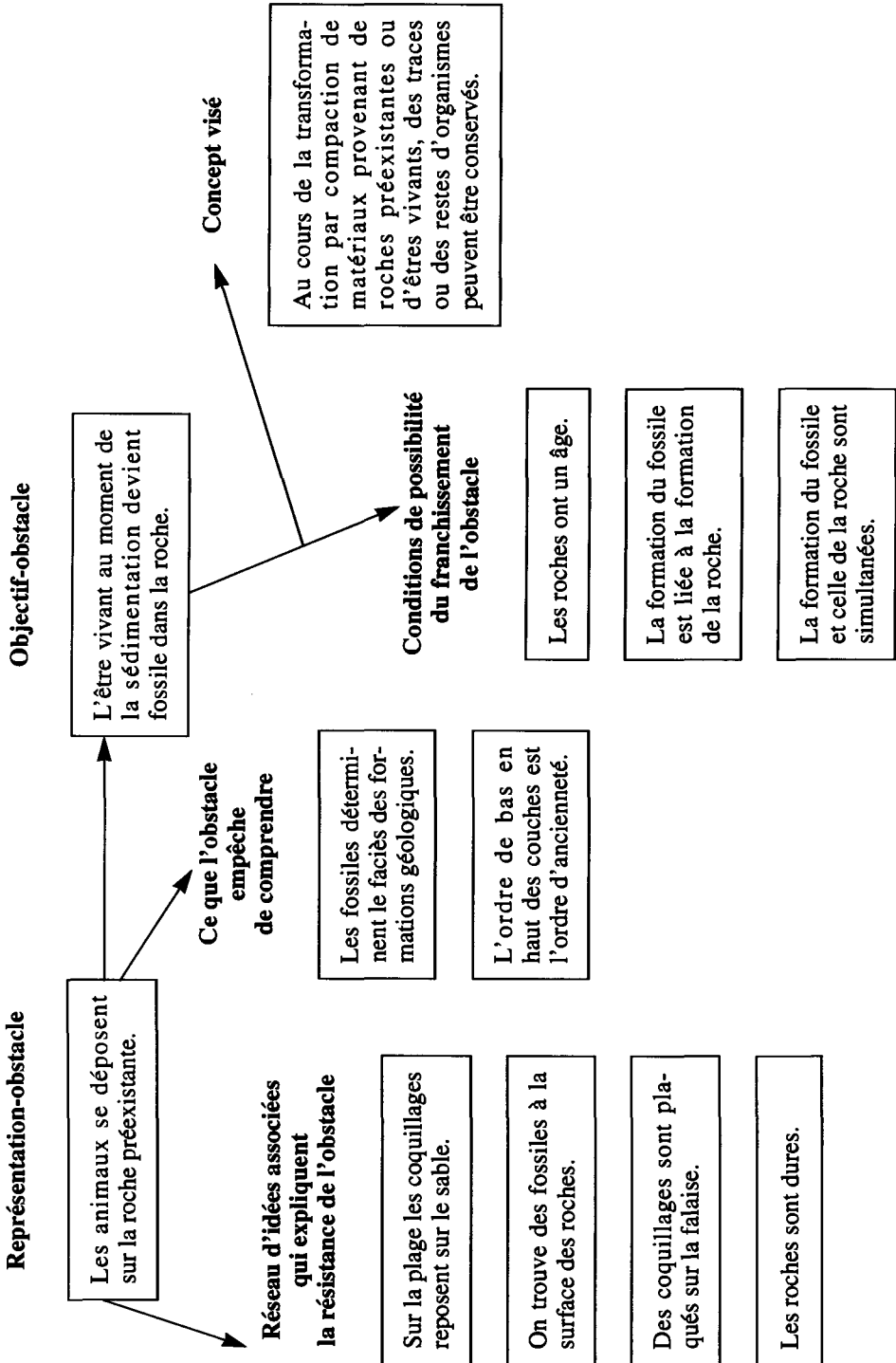
la persistance de
l'obstacle est
due à un réseau
d'idées associées

l'obstacle est
franchissable à
certaines
conditions

Examinons ces différentes étapes, dans l'exemple choisi (cf. schéma ci-contre).

Quel est le concept visé ?

Au cours de la transformation par compaction de matériaux provenant de roches préexistantes ou d'êtres vivants, des traces ou des restes d'organismes peuvent être conservés.



les différents
éléments du
fonctionnement
des obstacles,
dans notre
séquence

Qu'est-ce que les représentations expliquent ?

On peut réunir les conceptions et observations des élèves en un "réseau d'idées associées qui expliquent la résistance de l'obstacle" (22). La présence de certains fossiles à la surface des roches, celle des coquillages sur le sable de la plage, la dureté de la roche et la fragilité actuelle des animaux et plantes laissent penser que les animaux sont morts sur la roche préexistante.

Qu'est-ce qu'elles empêchent de comprendre ?

Si les êtres vivants sont déposés sur les roches, donc après la formation de celles-ci, les fossiles ne peuvent plus déterminer le faciès des formations géologiques, rôle assigné aux fossiles depuis Sténon (23) ; ce qui empêche d'établir le principe de superposition d'après lequel : *"L'ordre de bas en haut des couches est l'ordre d'ancienneté, de la plus âgée à la plus récente."*

Quel est l'obstacle ? L'objectif-obstacle ?

L'obstacle ici peut être résumé par la non simultanéité de la diagénèse et de la fossilisation. La roche préexiste au fossile, quel que soit l'âge de l'animal. Les élèves avanceront donc d'autres raisons que l'époque de formation, pour expliquer la présence du fossile.

"La roche sédimentaire est préexistante."

"Les animaux se déposent sur la roche préexistante."

L'objectif-obstacle prendra en compte l'obstacle énoncé plus haut et formulera la notion dont la construction est visée pendant la séquence : *l'être vivant au moment de la sédimentation devient fossile dans la roche.*

À quelles conditions l'obstacle peut-il être franchi ?

Il semble nécessaire que les roches se forment au cours du temps, qu'elles aient un âge, que la formation du fossile soit liée à celle de la roche, que ces deux formations soient simultanées.

le besoin de
comprendre
pousse l'élève

4 - L'élève ne dispose pas, au départ, des moyens de la solution recherchée, en raison de l'existence de l'obstacle qu'il doit franchir pour y parvenir. C'est le besoin de résoudre qui conduit l'élève à élaborer ou à s'approprier collectivement les instruments intellectuels qui seront nécessaires à la construction d'une solution.

Pour pouvoir résoudre le problème, il faut chercher l'âge et la nature des terrains, connaître l'âge des dinosaures, et en déduire une possibilité théorique de leur présence à un endroit donné, présence qui ne sera confirmée que si des conditions de fossilisation ont été réunies. La question concerne deux endroits géographiques, il faut donc admettre l'éventualité que tout n'est pas pareil partout.

Les élèves, pensant que les roches n'ont pas d'âge et que la fossilisation est postérieure à la diagénèse, n'ont pas de méthode pour déduire d'un raisonnement la présence ou l'absence des fossiles. Ils n'ont donc pas au départ les connaissances nécessaires à la solution recherchée.

Le besoin de résoudre le problème les amène à vérifier leurs affirmations.

5 - La situation doit offrir une résistance suffisante, amenant l'élève à y investir ses connaissances antérieures disponibles ainsi que ses représentations, de façon à ce qu'elles conduisent à leur remise en cause et à l'élaboration de nouvelles idées.

la situation résiste

La résistance de la situation réside dans la complexité due au nombre et à la variété des terrains et des Sauriens. Les élèves voulant savoir qui a raison, sont amenés à établir les limites de validité de leurs représentations concernant le régime végétarien des dinosaures, le climat chaud, leur présence partout en France, leur âge. Ils peuvent le faire grâce à des documents, choisis par le professeur et apportant les informations nécessaires. L'un d'entre eux est extrait du numéro de *Science et vie* d'octobre 1993, et s'intitule : "*Ces 7 dinosaures ont vécu en France*". Les élèves extraient de ces documents des informations qui les surprennent, parce que contradictoires avec ce qu'ils pensent :

- on a retrouvé des dinosaures en Normandie, pas en Seine-et-Marne ;
- certains sont carnivores, d'autres herbivores ;
- la taille, l'aspect et les conditions de vie sont très différents ;
- ils n'ont pas tous le même âge : 220 MA, 140 MA, 160 MA...
- certains n'ont été découverts que très récemment : 1955, 1985, d'autres depuis très longtemps : 1841.

les dinosaures
à un endroit et
pas à un autre

Les élèves sont surtout interpellés par le fait qu'on ait trouvé des dinosaures en Normandie et pas en Seine-et-Marne.

Ils apportent de nouvelles explications.

"C'est par rapport au climat que les squelettes de dinosaures ont été retrouvés." (Autrement dit ça ne prouve rien, ils ont pu exister et disparaître sans qu'on les retrouve.)

La logique de l'élève n'est pas abandonnée parce qu'une information est contradictoire, il essaie de trouver une explication qui ne remet pas en cause ce qu'il pense, tout en intégrant ce que le professeur ou le document dit.

"Les différents dinosaures vivaient là où ils se plaisaient le mieux."

"Ils préféreraient les côtes de Normandie, là où il y avait de l'eau."

À l'aide d'un antropomorphisme fréquent chez les élèves, ils permettent aux dinosaures de choisir leur résidence comme nous. L'animal est doté d'une volonté, d'une possibilité de choisir. Toutes les notions ne sont pas travaillées en même temps. Les informations apportées à propos des fossiles ne remettent pas en cause leurs représentations concernant le terrain. Le paysage inchangé, les côtes françaises permanentes leur permettent de trouver une explication. Certains élèves occultent même la présence de dinosaures dans l'Est de la France, présence pourtant nette sur le document, et affirment :

"Ils vivaient tous au bord de la mer car on y trouve plus facilement de la nourriture."

un nouvel indice

Une deuxième information permet d'avancer : **le Lexovisaurus de Normandie a 160 MA et a été trouvé dans de l'argile**. Est-ce que ce pourrait être un indice pour comprendre pourquoi en Normandie et pas en Seine-et-Marne ? Comment avoir une idée de la nature du sous-sol de Seine-et-Marne ?

L'enseignant propose de nouveaux outils : la carte géologique de Seine-et-Marne et celle de Normandie, ainsi que l'échelle des temps géologiques. Nouvelle prise d'informations par les élèves, à partir du travail sur documents : les deux régions ne se présentent pas de la même façon, plusieurs roches sont superposées, les roches ont un âge relatif et absolu.

un nouveau problème

Les élèves ont du mal à admettre que les roches aient un âge, mais acceptent malgré tout cette information, parce que donnée par un document scientifique et par l'enseignant. Cette notion sera travaillée dans une séance suivante, pour assurer un peu mieux ses fondations, car les élèves disent : *"Je ne vois pas le rapport entre les pierres et les animaux"*. La séance n°2 fera fonctionner le modèle de l'empreinte, présenté par les élèves pour expliquer la formation des fossiles : *"le fossile s'enfonce dans la roche"*. En manipulant, ils arriveront à construire des notions comme : *"les roches ont été formées au fil des années à partir de sédiments et d'eau"*, *"les fossiles ont plusieurs millions d'années et ne sont pas enfoncés mais recouverts"*. Cette seconde partie de l'apprentissage, expliquant la fossilisation et la diagénèse et établissant leur simultanéité, ne sera pas analysée en détail ici, faute de place. La réponse à la question de Pierre Perret interviendra à la fin de la première partie.

la présence des dinosaures est reliée à l'âge des terrains

À cette étape du travail, la présence de certains dinosaures à des endroits différents, l'âge des animaux, la nature et l'âge des terrains permettent à beaucoup d'élèves, de **relier dinosaures et terrains, et de solutionner le problème**.

"C'est selon les roches et leur âge."

"On constate que certains fossiles retrouvés coïncident avec certaines roches."

"Drôle de coïncidence avec les terrains jurassiques et crétacés de Normandie, par contre les terrains sont trop jeunes en Seine-et-Marne pour avoir accueilli les dinosaures."

Il pourra donc y avoir des dinosaures si on constate la présence d'une roche du même âge que l'animal. Les élèves ont trouvé une explication logique et étayée, permettant de répondre à la question posée par le chanteur.

6 - Pour autant, la solution ne doit pas être perçue comme hors d'atteinte pour les élèves, la situation-problème n'étant pas une situation à caractère problématique. L'activité doit travailler dans une zone proximale, propice au défi intellectuel à relever et à l'intériorisation des "règles du jeu".

la solution est accessible

Il faut que les conditions de possibilité de franchissement de l'obstacle correspondent à l'âge, aux connaissances et aux possibilités intellectuelles des élèves. Les questions que l'enseignant se pose sont de deux ordres : est-il possible, pour des élèves de Quatrième, d'établir la simultanéité de la diagénèse et de la fossilisation ? Est-ce que la situation proposée est suffisamment porteuse ?

Aux deux questions, l'expérience répond oui, au moins pour un grand nombre d'élèves. Il faut noter cependant que la réussite avec un groupe-classe n'entraîne pas nécessairement la même réussite avec d'autres classes. Ce sont les élèves qui décident si la situation est à leur goût, et s'ils veulent s'investir. Il est difficile à l'enseignant de le prévoir. Cependant une situation, élaborée en équipe et testée dans un grand nombre de classes avec satisfaction, a plus de chance de réussir. Une situation-problème est construite en essayant de réunir les conditions optimales et structurales pour que "ça marche".

la solution résulte de la situation

7 - La validation de la solution et sa sanction ne sont pas apportées de façon externe par l'enseignant, mais résultent du mode de structuration de la situation elle-même.

La solution est indépendante de l'enseignant : les dinosaures sont absents d'un endroit et présents dans l'autre. La réponse résulte de la structuration des notions construites : les dinosaures vivaient à un endroit précis, ils ont un âge, les terrains sont superposés et différents, les terrains ont un âge... La structuration est exprimée ici par le mot "coïncidence" employée par les élèves. Cette conclusion invalide la préexistence de la roche et le modèle de l'empreinte. La cassette et Philippe Taquet permettent de vérifier la justesse de la réponse.

" Il faut trouver les terrains correspondant à la période où vivaient les dinosaures. Si les terrains sont plus anciens ou plus récents, vous ne trouverez pas."

C'est donc bien le fonctionnement d'un jeu où on vérifie sa réponse à la fin. Les élèves sont très flattés d'avoir trouvé la même réponse qu'un grand paléontologue.

les élèves engagent leur opinion

8 - L'anticipation des résultats et son expression collective précèdent la recherche effective de la solution, le "risque" pris par chacun faisant partie du "jeu".

Les élèves, amusés et partants pour jouer, proposent une réponse dès que la question est posée, et ne commencent pas par analyser, poser des questions, travailler le problème. Ils donnent chacun leur opinion, s'aperçoivent que tous n'ont pas la même, défendent la leur devant les autres, prennent des risques parce qu'ils sont au stade d'une opinion, et non au stade de référence à des résultats de recherche. C'est cet investissement face aux autres qui va les amener à vouloir vérifier ce qui est dit et qui a raison. C'est pour cela qu'il y a dévolution du problème.

9 - Le travail de la situation-problème fonctionne ainsi sur le mode du débat scientifique à l'intérieur de la classe, stimulant les conflits socio-cognitifs potentiels.

L'enseignant ne pouvant pas décider s'il y a conflit ou non dans la tête de l'élève, ne peut que proposer des situations où il est possible que ces conflits aient lieu. Il est évident que ce n'est pas une organisation de la classe en cours frontal qui va permettre le plus certainement les conflits. L'enseignant installe des moments d'expression écrite individuelle, des moments de confrontation en petits groupes et des moments de discussion en groupe-classe. L'alternance de ces différents modes de gestion de la classe a un impact très important sur le travail des élèves.

Deux types de conflits "ont pu" fonctionner au cours de cette séquence.

ce qui peut
entraîner
des conflits
socio-cognitifs...

Le premier a pu avoir lieu, au cours de la confrontation par petits groupes, entre les opinions exprimées individuellement au préalable par écrit. Opinions différentes des élèves au début de la séquence, par exemple, entre ceux qui pensaient qu'il pouvait y avoir des dinosaures dans les jardins, et ceux d'avis contraire. Le fait d'exprimer oralement ces opinions et de les défendre au sein d'un groupe a pu les assoir et les renforcer. L'absence d'enregistrements des discussions des élèves ne permet pas d'affirmer si ces conflits ont lieu. On peut cependant constater qu'après discussion, certains élèves ont changé d'avis et que d'autres conservent la même opinion. Le facteur influent à ce moment étant vraisemblablement du domaine de la crédibilité de tel ou tel élève, de l'effet leader, et non du domaine de la preuve scientifique. Ce qui fait que tel élève, ayant raison au début, peut très bien changer d'avis en se ralliant à l'opinion d'un copain convaincant.

Un autre type de conflit a pu voir le jour, un peu plus tard dans la séquence, au cours d'une discussion dans le groupe-classe, après un travail individuel à l'aide des documents fournis par le professeur (document *Sciences et Vie*). Un conflit cognitif individuel a pu se faire jour, entre la position soutenue par un élève au début de la séquence, affirmant par exemple l'absence de fossiles, et les informations présentes dans le document, comme la présence du *Lexovisaurus* en Normandie et l'absence de fossiles en Seine-et-Marne. La confrontation entre élèves, qui a suivi, a permis de mettre en commun les différentes informations relevées - tous ne voient pas la même chose -, d'exprimer des réactions face aux découvertes, et d'essayer de concilier ce qu'on pensait avant avec les nouvelles connaissances. Ce type de conflit suit une confrontation avec un document, et se situe au niveau d'une structuration des différentes connaissances présentes à ce moment-là chez l'élève.

... rejoignant
le modèle
du débat
scientifique

Le modèle du débat scientifique mis en œuvre ici, est très valorisant pour les élèves, puisqu'il hausse leur opinion au niveau d'une hypothèse scientifique. Non seulement on leur

demande leur avis, mais on le discute, on le confronte à d'autres opinions, ainsi qu'à des documents et des résultats d'expérience. La discussion entre élèves sur le modèle du débat scientifique est très dynamisante. Le travail sur document prend un tout autre sens, il n'apparaît pas comme un exercice scolaire, mais comme un outil au service de cette dynamique.

10 - Le réexamen collectif du cheminement parcouru est l'occasion d'un retour réflexif, à caractère métacognitif ; il aide les élèves à conscientiser les stratégies qu'ils ont mis en œuvre de façon heuristique, et à les stabiliser en procédures disponibles pour de nouvelles situations-problèmes.

les élèves
explicitent
le cheminement
de leurs idées

Il est très intéressant de faire retracer par les élèves le cheminement des idées, pour concrétiser les stratégies mises en œuvre, et les rendre utilisables pour la suite, en les rendant explicites.

"Avant, je ne savais pas que les roches étaient molles. Je l'ai découvert grâce à la pâte à modeler."

"La difficulté pour moi, c'est le fait que la roche est symbolisée par le dur."

On peut penser que si l'élève a pointé que c'est le problème du dur/mou qui lui faisait conclure au modèle de l'empreinte, il ne refera pas la même erreur, et d'autre part il aura à sa disposition un type d'explication à faire fonctionner avec prudence dans d'autres situations.

Ce réexamen apparaît utile autant pour l'enseignant que pour l'élève. Lorsque l'un d'eux affirme : *"Ce qui m'a permis de comprendre, c'est l'expérience avec le sable et le gravier, l'histoire des strates. Grâce à ça j'ai pu découvrir que l'on trouvait des fossiles que dans les terrains sédimentaires."* cela aide l'enseignant à cerner "ce qui marche" pédagogiquement parlant, tout en sachant que ce qui est efficace avec l'un ne l'est pas avec l'autre. Mais la répétition de ce genre d'affirmations augmente les probabilités d'efficacité.

CONCLUSION

la situation- problème, ça marche mais ce n'est pas une panacée	<p>Les caractéristiques proposées pour définir une situation-problème en biologie semblent performantes, du moins pour cette situation. Il conviendrait de faire de même avec les autres situations que nous avons testées, dans plusieurs classes de collège, d'un même niveau : en Sixième à propos des besoins nutritifs des plantes vertes, en Cinquième de la communication animale (24) et en Troisième de l'immunologie. Une première analyse semble répondre favorablement. Il apparaît donc possible d'élaborer de telles séquences, à différents niveaux d'enseignement au collège, et par rapport à différents concepts scientifiques. Cependant le petit nombre d'essais connus à ce jour commande la prudence. De plus, ce n'est certainement pas le seul dispositif didactique possible, et d'autres situations peuvent être inventées.</p>
les élèves aiment travailler	<p>La satisfaction des élèves impliqués dans cette forme de travail est spontanément exprimée, et n'est pas due qu'à l'attrait d'une situation nouvelle : <i>"c'est nous, qui à peu près faisons le cours", "j'étais impatient de savoir la réponse juste", "elle nous donne un but", "c'était un bon sujet"...</i> On peut cependant rencontrer auprès de certains élèves, le plus souvent ceux qu'on qualifie de "bons élèves", une certaine réticence due à l'insécurité dans laquelle les plonge cette façon de faire. Ils disent préférer un bon cours magistral, ou au moins un guidage net de l'enseignant.</p>
l'enseignant peut être déstabilisé	<p>Quant aux réactions des enseignants ayant testé ce type de séquences, elles expriment à la fois une satisfaction certaine, en même temps qu'une inquiétude évidente. <i>"J'étais déstabilisée et ils l'étaient aussi, mais cela s'est atténué au fil des séances. Nous expérimentons ensemble..."</i></p> <p>La plus grosse difficulté pour les enseignants vivant ce type de situations est l'insécurité occasionnée. On est très loin du cours, même lorsque les élèves sont actifs, où tout est prévu. Ici il faut faire des hypothèses de cheminement, prévoir des possibilités, des documents qui peut-être ne serviront pas, ou réagir à l'imprévu, vu les circonstances, en trouvant une solution à un cas de figure non envisagé au cours de la préparation.</p> <p>Le statut du document n'est plus le même : dans un cours traditionnel, il est là avant tout pour permettre à l'enseignant de suivre l'enchaînement construit et prévu par lui avant la séquence, dans un ordre donné. <i>"L'usage habituel que je faisais de la carte géologique a pris ici une toute autre dimension. Les élèves cherchaient une réponse à la question de Pierre Perret et pas simplement un inventaire d'informations."</i> L'enseignant ne sait pas ce que les élèves vont extraire du document d'une part, et le chemin de la réponse à la question n'étant ni tracé ni identique pour tous les élèves, il ne peut pas établir de façon certaine le lien entre le problème et le document d'autre part. C'est là toute la difficulté qui consiste à suivre la logique de l'élève plutôt qu'une</p>

un parfum
d'aventure

un autre objectif

logique préétablie. Cette façon de faire a donc aussi un parfum d'aventure, pour peu qu'on ne soit pas trop insécurisé. On assiste à un changement d'objectif : il ne s'agit plus d'accumuler du savoir factuel, mais de rendre le savoir opérant. Et c'est ce caractère opérant, qui se manifeste dans le constat d'une difficulté, la formulation d'une question, la mise en œuvre d'une expérience, la recherche d'une réponse qui donne sa signification à la situation. Comment passer d'un cours magistral ou dialogué, ou même d'un cours où les élèves sont actifs, mais dans un déroulement prévu par le professeur, à une situation-problème où la logique en œuvre fait une place à celle de l'élève ? C'est un pari intéressant, tenu par un certain nombre de collègues, qui demande encore beaucoup de recherches pour arriver à surmonter tous les obstacles occasionnés par ce changement.

Marie SAUVAGEOT-SKIBINE
Attachée linguistique,
Service culturel de l'Ambassade
de France au Caire, Égypte

NOTES

- (1) BROUSSEAU Guy. "Les obstacles épistémologiques et les problèmes en mathématiques", in *Recherches en didactique des mathématiques*, 4.2. Grenoble, La pensée sauvage. 1983.
- (2) CHARNAY Roland. "Apprendre (par) la résolution de problèmes", in *N* n° 42. Grenoble, CRDP. 1987.
ARSAC Gilbert, GERMAIN Gilles, MANTE Michel. *Problème ouvert et situation-problème*. Villeurbanne, IREM, Université "Claude Bernard". 1988.
ROBARDET Guy. "Enseigner les sciences physiques à partir de situations-problèmes", in *Bulletin de l'Union des physiciens*, 720. 1990.
- (3) DUMAS-CARRÉ Andrée, CAILLOT Michel, MARTINEZ TORREGROSSA Joaquin, GIL PEREZ Daniel. "Deux approches pour modifier les activités de résolution de problèmes en physique dans l'enseignement secondaire : une tentative de synthèse", in *Aster* 8, *Expérimenter, modéliser*. Paris, INRP. 1989.
- (4) LEGRAND Marc. "Débat scientifique en mathématiques et spécificité de l'analyse", in *Repères IREM*, n°10. 1993.
- (5) DEVELAY Michel. *De l'apprentissage à l'enseignement*. Paris, ESF Éditeur. 1992.
- (6) HOST Victor, MARTINAND Jean-Louis (dir.). *Activités d'éveil scientifiques à l'école élémentaire. V. Démarches pédagogiques en initiation physique et technologique*. Paris, INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, 108. 1980. p. 94.
ASTOLFI Jean-Pierre (dir.). *Éveil scientifique et modes de communication*. Paris, INRP, Coll. *Recherches pédagogiques*, 117. 1983. p. 13.
- (7) *Documents de ressource en didactique des sciences*. Paris, INRP. 1992. (Document interne).
- (8) BACHELARD Gaston. *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, Vrin. 1938.
- (9) DEWEY John. "L'intérêt et l'effort" (première publication en 1895), in *L'école et l'enfant*. Neuchâtel, Delachaux et Niestlé. 6ème édition 1962.
- (10) CANGUILHEM Georges. *La formation du concept de réflexe aux XVIIème et XVIIIème siècles*. Paris, Vrin. 1977. p. 122-124.

- (11) DEMOUNEM Régis, GOURLAOUEN Joseph, PÉRILLEUX Éric. *Sciences de la vie et de la Terre, 1ère S*. Paris, Nathan. 1993.
- (12) Propos extraits d'une intervention orale dans un stage de formateurs IUFM.
- (13) GOHAU Gabriel. "Extraits originaux", in *Les sciences de la terre au XVIIème et au XVIIIème siècles*. Paris, Albin-Michel. 1990. p. 94.
- (14) Ibidem p. 50.
- (15) Ce travail a été élaboré au cours d'une formation UNAPEC, puis testé dans la classe de Martine Delrue à Lagny-sur-Marne.
- (16) CLOSETS François de. *Savoir plus*. "La saga des dinosaures". Antenne 2. 1993.
- (17) Ibidem note (7)
- (18) Ibidem note (2)
- (19) DEUNFF Jeannine, LAMEYRE Jean et al. *Contribution à la définition de modèles didactiques pour une approche de la géologie à l'école élémentaire et dans la formation des maîtres*. MEN. Direction des Écoles. 1990. Réédité au CRDP de Poitou-Charentes. 1995.
- (20) SAUVAGEOT-SKIBINE Marie. *Des séquences centrées sur un obstacle*. MAFPEN-CRDP de Bourgogne. 1994.
- (21) ASTOLFI Jean-Pierre, PETERFALVI Brigitte. "Obstacle et construction de situations didactiques en sciences expérimentales", in *Aster 16, Modèles pédagogiques 1*. Paris, INRP. 1993. p. 112.
- (22) Ibidem note (21)
- (23) GOHAU Gabriel. *Histoire de la géologie*. Paris, La Découverte. 1987. p. 67.
- (24) Ibidem note (20) p. 7 à 50.

BIBLIOGRAPHIE COMPLÉMENTAIRE

FABRE Michel, ORANGE Christian, RIDAO Christian. *Le problème et l'obstacle en didactique des sciences*. Documents du CERSE. Université de Caen. N°60. Octobre 1993.

FABRE Michel. *Didactique IV : Statut et fonction du problème dans l'enseignement des sciences. Les sciences de l'éducation pour l'ère nouvelle*. CERSE. Université de Caen. N° 4/5 1993.

MEIRIEU Philippe. "Guide méthodologique pour l'élaboration d'une situation-problème", in *Apprendre... oui, mais comment ?*. Paris : ESF Éditeur. 3ème édition : 1988.

ORANGE Christian et Denise. "Mise en œuvre d'une situation-problème en géologie", in *Biologie Géologie* (Bulletin de l'APBG) n° 3-1993.