

QUELQUES LOGIQUES DE CONSTRUCTION D'UNE SÉQUENCE D'APPRENTISSAGE EN SCIENCES

L'exemple de la géologie à l'école élémentaire

Jean-Pierre Astolfi

On invoque souvent un modèle constructiviste d'enseignement, selon une modalité unique et survalorisée. Celle-ci cherche à se démarquer de la tradition transmissive, comme de l'héritage non-directif.

Il serait utile de disposer d'alternatives et de variantes didactiques multiples, également justifiables selon les objectifs du moment.

L'article propose de distinguer quatre modes de commande pour une séquence d'enseignement scientifique. Leur emploi raisonné peut être combiné dans la pratique, contribuant à limiter la monotonie des situations didactiques. Il développe et discute des exemples, empruntés à une recherche récente, relative à l'enseignement de la géologie à l'école élémentaire.

1. COMMENT CARACTÉRISER UNE DÉMARCHE PÉDAGOGIQUE ?

Les travaux actuels de didactique usent beaucoup (et abusent peut-être) de la référence à un modèle pédagogique de type **constructiviste**, sans qu'il soit d'ailleurs toujours précisé si ce que l'on entend par là :

quel
constructivisme ?

- correspond à une modélisation des **processus d'apprentissage** chez les élèves, auquel cas il s'agit de voir quelles applications didactiques sont possibles pour les modèles qui dominent la psychologie (principalement le modèle piagétien et celui du traitement de l'information),
- ou plutôt si cela correspond au développement de **procédures d'enseignement** aujourd'hui en progression, et qui cherchent à se démarquer aussi bien des pédagogies transmissives classiques, que de l'héritage plus récent de l'enseignement programmé ou des pédagogies libertaires.

C'est sur ce second versant, celui des procédures et des dispositifs d'enseignement, que je voudrais me situer, pour proposer une différenciation des modèles disponibles à l'intervention didactique.

quelques
modèles de
formation...

Sans nécessairement user explicitement de ce terme de "constructivisme", un certain nombre de modélisations théoriques de l'intervention pédagogique, qui mettent au premier plan **la question des savoirs dans la formation** et celle du **rapport des formés à ces savoirs**, ont été proposées ces dernières années, et sont succinctement présentées

ici de façon synoptique. Elles concernent aussi bien les situations d'enseignement initial (cf. par exemple les travaux d'Isambert-Jamati et Grospron) que les situations de formation d'adultes (ex : modèles de Lesne et Barbier, de Ferry, de Monteil ...).

On pourra se convaincre, à la lecture des tableaux ci-joints (1), qu'ils ont, dans l'ensemble, été construits afin de **valoriser préférentiellement** l'une des modalités de l'intervention de l'enseignant ou du formateur, modalité à orientation précisément constructiviste, et même souvent socio-constructiviste. En effet, les modalités détaillées par les auteurs **comme des alternatives**, n'en sont pas vraiment, puisqu'elles ne sont pas valorisées de façon également crédible. La visée argumentative y perce vite sous l'apparente neutralité descriptive.

L'analyse de ces modèles souvent ternaires, fait apparaître que l'une des modalités, de type traditionnel et transmissif, sert de "repoussoir" aux auteurs qui cherchent à s'en démarquer, tandis qu'une autre dénote une inspiration non-directive, à laquelle ils ont pu un moment adhérer, mais qu'ils proposent aujourd'hui de dépasser, d'enrichir, de remettre à sa juste place, sans lui conférer toutefois un statut aussi négatif qu'à la première.

On reconnaîtra par exemple dans la première catégorie, dépréciée par les auteurs :

- le "MTP 1", de Marcel Lesne ("*mode de travail pédagogique de type transmissif, à orientation normative*"),
- le "*modèle centré sur les acquisitions*", de Gilles Ferry,
- le "*système pré-programmé S1*", de Jean-Marc Monteil,
- "*la pédagogie élitiste*", de Viviane Isambert-Jamati et Marie-France Grospron.

Se rangent dans la seconde catégorie, moins vivement dépréciée (puisque'elle peut permettre le développement d'une attitude positive à l'égard d'une connaissance personnellement investie), mais malgré tout présentée comme insuffisante pour permettre une compréhension de la signification sociale des savoirs :

- le "MTP 2", de M. Lesne ("*mode de travail pédagogique de type incitatif, à orientation personnelle*"),
- le "*modèle centré sur la démarche*", de G. Ferry,
- le "*système divergent S2*", de J.-M. Monteil,

(1) Ces tableaux synoptiques ont été établis à partir des publications suivantes :

Marcel LESNE. *Travail pédagogique et formation d'adultes*. Paris : PUF. 1979.

Gilles FERRY. *Le trajet de la formation*. Paris : Dunod. 1983.

Jean-Marc MONTEIL. *Dynamique sociale et systèmes de formation*. Paris : Ed. Universitaires / UNMFREO. 1985.

Viviane ISAMBERT-JAMATI, Marie-France GROSPRON. "Types de pédagogie du français et différenciation sociale des résultats. L'exemple du « travail autonome » au second cycle long", in : *Etudes de linguistique appliquée*, 54. 1984.

Bruce R. JOYCE. *Models of teaching*. New York : N.Y. Univ. Press. 1972.

qui se
démarquent de
certaines
pratiques ...

- les pédagogies "libertaire" et "moderniste", d'Isambert-Jamati et Grosprion.

au bénéfice
d'une unique
modalité
valorisée

Du coup, il ne reste dans chaque cas, qu'une seule modalité qui soit valorisée, vers laquelle nous conduit aussi naturellement que possible l'analyse argumentative. Il est clair que M. Lesne penche pour son MTP 3 (*"mode de travail pédagogique de type appropriatif, centré sur l'insertion sociale"*), que G. Ferry préfère son "modèle centré sur l'analyse", que J.-M. Monteil s'identifie à son "système contractuel S3" et qu'Isambert-Jamati et Grosprion valorisent leur "pédagogie démocratisante". Le choix des termes retenus pour qualifier ces pratiques (*"type appropriatif", "insertion sociale", "centration sur l'analyse", "contractuel", "démocratisant"*) est en lui-même assez éloquent quant au positionnement personnel des auteurs. Seul, parmi les exemples proposés, le système de Bruce Joyce échappe à cette analyse, puisque chaque pédagogie s'y caractérise davantage comme une hiérarchisation différentielle de quatre dimensions nécessairement présentes (d'où l'emploi du terme de *dominantes*) que comme un choix alternatif.

De telles préférences sont évidemment légitimes chez les auteurs (encore qu'elles gagneraient à être plus explicites), mais elles présentent l'inconvénient de limiter, dans chaque cas, à la proposition d'une seule modalité positive d'intervention. Or, particulièrement pour la mise en oeuvre d'un modèle constructiviste, il apparaît nécessaire de développer des modèles plus fins, moins schématiques. Car, pour un même projet général de construction personnelle et sociale de la connaissance (excluant aussi bien la simple transmission d'information que les dispositifs de conditionnement), il serait utile de disposer d'alternatives et de variantes multiples, toutes également crédibles et justifiables en fonction d'une hiérarchisation différente des objectifs effectuée à chaque moment.

disposer de
plusieurs
variantes
constructivistes

C'est dans cette perspective que prennent sens les propositions suivantes, élaborées dans le cadre d'une récente recherche-action consacrée aux modalités d'une initiation géologique à l'école élémentaire (2).

Nous examinerons d'abord **divers modes de commande possibles** pour une séquence d'enseignement, chacun entraînant des choix explicites ou implicites et, surtout, une hiérarchisation différente de divers paramètres pédagogiques. Puis nous décrirons de façon assez détaillée quelques exemples didactiques en géologie, et nous tenterons d'y faire fonctionner les distinctions précédentes, en abordant les problèmes que cela nous paraît poser.

(2) La publication originale dont cet article est une reprise adaptée du chapitre 4 s'intitule : Jean-Pierre ASTOLFI, Suzanne DALOUBÉIX, Jeannine DEUNFF, Marie-Annick LE GOUELLEC-DECROP (coord.). *Contribution à la définition de modèles didactiques, pour une approche de la géologie à l'école élémentaire et dans la formation des maîtres*. Rapport d'expérimentation. Paris : Ministère de l'éducation nationale, Direction des écoles. 1990. 170 p.

LES MODES DE TRAVAIL PÉDAGOGIQUE (M.T.P.)

Extrait de : Marcel LESNE. *Travail pédagogique et formation d'adultes*. Paris, PUF, 1977, pp. 178-179.

<i>Principales caractéristiques</i>	<i>Mode de travail pédagogique de type transmissif à orientation normative (MTP 1)</i>	<i>Mode de travail pédagogique de type incitatif à orientation personnelle (MTP 2)</i>	<i>Mode de travail pédagogique de type appropriatif centré sur l'insertion sociale (MTP 3)</i>
Logique du travail pédagogique	<ol style="list-style-type: none"> 1. Déterminé, l'individu (objet d'influences sociales) est objet de formation. 2. Donner une forme par une action didactique centrée sur l'individu. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se déterminant, l'individu (sujet de sa propre vie sociale) est sujet de sa formation. 2. Induire le développement personnel par des actions de prise de conscience dans le cadre de petits groupes. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Déterminé, se déterminant, l'individu (agent d'influences sociales) est agent de sa formation en même temps qu'il agit socialement 2. Aider à l'appropriation cognitive du réel par une action pédagogique reliée étroitement aux activités réelles des personnes en formation.
Rapport au savoir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existence d'un savoir objectif et cumulatif. 2. Nécessité d'un détour théorique préalable sous la conduite d'un initiateur et d'un guide en vue de mener à des degrés différenciés d'autonomie dans la maîtrise du savoir. 3. Pédagogie du modèle de savoir et de l'écart par rapport au modèle. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existence de différentes formes de savoir et de non-savoir. 2. Nécessité d'une action préalable sur les attitudes et les motivations en vue de dégager ou de renforcer l'autonomie fondamentale de la personne. 3. Pédagogie du libre accès motivé aux différentes sources du savoir. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Existence d'un double statut scientifique et social du savoir. 2. Nécessité d'un cadre et d'outils théoriques en vue de faciliter l'appropriation personnelle du réel dans ses déterminations et ses relations. 3. Pédagogie de la relation dialectique entre théorie et pratique.
Rapport au pouvoir	<ol style="list-style-type: none"> 1. Acceptation du pouvoir pédagogique et exercice direct de ce pouvoir. 2. Délégations mineures de pouvoir aux personnes en formation. 3. Contrôle quantitatif et étalonné des connaissances : la sanction vient de l'enseignant. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Refus de l'exercice explicite du pouvoir pédagogique et exercice de formes non-directes de ce pouvoir. 2. Mise en place de certaines modalités de cogestion et d'auto-gestion des groupes. 3. Contrôle qualitatif et auto-évaluation : la sanction vient du groupe. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconnaissance du pouvoir pédagogique et traitement de ce pouvoir en relation avec les formes sociales du pouvoir. 2. Exercice démocratique du pouvoir dans un travail en commun des formateurs avec les personnes en formation. 3. Évaluation en commun des effets réels dans le cadre des activités quotidiennes : la sanction vient de l'œuvre.

TRAJETS DE LA FORMATION

d'après Gilles FERRY. *Le trajet de la formation*. Paris, Dunod, 1983.

Modèle centré sur les ACQUISITIONS	Modèle centré sur la DÉMARCHE	Modèle centré sur l'ANALYSE
<p>Réduction de la formation à des <u>apprentissages</u> au sens strict (skills)</p> <p>Logique <u>externe</u> à l'activité professionnelle : la formation est "préparatoire".</p> <p>Caractère <u>systematique</u> des apprentissages pouvant s'effectuer dans des modules <u>rationalisés</u>.</p> <p>Rapport théorie - pratique : la pratique est une <u>application</u> de la théorie.</p>	<p>Élargissement de la formation à la valeur formative d'un <u>parcours personnel</u> (insight)</p> <p>Logique du <u>détour</u> par rapport à l'activité professionnelle : la formation est une occasion de vivre des expériences sociales.</p> <p>Pari <u>anti-fonctionnaliste</u>, misant sur la notion d'alternance.</p> <p>Rapport théorie - pratique : la pratique se <u>transfère</u> d'une pratique à une autre pratique sans le besoin d'un passage par la théorie.</p>	<p>Centration de l'apprentissage sur "un savoir analyser" qui accroît la <u>lucidité</u></p> <p>Logique de la <u>prise de distance</u> par l'auto-observation de son activité professionnelle : la formation consiste à apprendre à se regarder comme un autre.</p> <p>Recherche de la <u>production de sens</u> à partir des pratiques.</p> <p>Rapport théorie - pratique : un va-et-vient du type <u>régulation</u> s'établit entre théorie et pratique.</p>
<p>Existence d'un <u>double rapport théorie - pratique</u> : "Théorie théoricienne" "Théorie de la pratique" "Pratique théorique" "Pratique praticienne".</p>		

LES SYSTÈMES DE FORMATION

d'après Jean-Marc MONTEIL. *Dynamique sociale et systèmes de formation*. Paris, Ed. universitaires / UNMFREO, 1985. (adapté)

SYSTÈME PRÉ-PROGRAMMÉ S 1	SYSTÈME DIVERGENT S 2	SYSTÈME CONTRACTUEL S 3
<p>Système sous le primat de l'information.</p> <p>L'INFORMATION est :</p> <ul style="list-style-type: none"> - objective, extérieure au sujet, - quantifiable, stockable (bibliothèque, mémoire, programme), - circulante. 	<p>Système sous le primat de la connaissance.</p> <p>La CONNAISSANCE est :</p> <ul style="list-style-type: none"> - subjective, construite personnellement à partir de l'expérience du sujet, - intransmissible de façon globale (adhérences affectives fortes, absence de langage adéquat). 	<p>Système sous le primat du savoir</p> <p>Le SAVOIR est :</p> <ul style="list-style-type: none"> - le résultat d'un processus d'objectivation, - une construction à partir d'une "perte", de l'abandon des "satisfactions de l'intime" - transmissible dès lors qu'il accepte son caractère partiel, et qu'il prend corps dans un code explicite.
		Il peut se réifier en information.
<p>Les formés sont considérés comme un ensemble homogène, devant faire l'objet d'un <u>traitement standard</u>.</p>	<p>Les formés sont considérés comme un <u>groupe en différenciation</u>, chaque individu étant particulier en ce qui concerne ses références, son vécu, ses représentations...</p>	<p>Les formés sont considérés à partir d'un <u>projet</u> qu'ils seront amenés à construire, par le dépassement assumé de leur subjectivité, et grâce à l'élaboration d'un cadre méthodologique.</p>
<p>La centration s'effectue prioritairement sur la <u>transmission</u> des informations.</p>	<p>La centration s'effectue prioritairement sur l'<u>itinéraire</u> et l'<u>expression</u> de chaque membre du groupe.</p>	<p>La centration s'effectue prioritairement sur la <u>construction de sens</u> à laquelle travaille l'individu.</p>
<p>Dominance de l'<u>émission</u> conforme.</p>	<p>Dominance de l'<u>énonciation</u> par un "je".</p>	<p>Dominance de la <u>production</u> d'une nouveauté.</p>
<p>Juxtaposition d'individus <u>interchangeables</u>, considérés du point de vue de leur <u>fonction</u>.</p>	<p>Expression d'individus considérés comme des personnes <u>globales</u>.</p>	<p>Passage à l'altérité, rendu possible par l'<u>intercompétence</u>.</p>
<p>Évitement des aspects affectifs de la relation.</p>	<p>Interactions <u>impliquantes</u> (empathie, conflits...).</p>	<p>Ascèse, médiatisation de la relation par l'objet d'étude.</p>
<p>Système plus <u>compliqué</u> que complexe : redondance forte, prédiction aisée (répétition de l'identique par la règle instituée).</p>		<p>Système <u>complexe</u> dans la mesure où l'incertitude sur le déroulement du processus est forte (émergence de la nouveauté par l'auto-organisation).</p>

Voir aussi Jacques LEGROUX. *De l'information à la connaissance*. Coll. Mésonance n° 1. IV. 1981

TYPES DE PÉDAGOGIE

Viviane ISAMBERT-JAMATI, Marie-France GROSPIRON. «Types de pédagogie du français et différenciation sociale des résultats. L'exemple du "travail autonome" au second cycle long». *Études de linguistique appliquée* n° 54, 1984, pp. 69-97.

	PÉDAGOGIE MODERNISTE	PÉDAGOGIE LIBERTAIRE	PÉDAGOGIE ÉLITISTE	PÉDAGOGIE DÉMOCRATISANTE
Orientation éducative globale	Constat d'une société "technicienne", dans laquelle une fois les contraintes connues, il faut réaliser une adaptation fonctionnelle.	Rejet global de la "Société de consommation". Refus de l'intégration, primat donné à l'accomplissement des désirs et à la révolte.	Regret devant le niveau actuel de la société. Souhait de dégrader une élite qui dirigerait au mieux dans les différents domaines.	Critique radicale de la société menée par l'argent et la concurrence. Souhait de former une génération capable de transformer cette société.
Conception des savoirs et de la culture	Priorité aux instruments intellectuels qui permettent de choisir, classer et communiquer des informations.	La culture est avant tout source d'accomplissement des désirs et comprend la curiosité, l'imaginaire, la jouissance esthétique et la création.	Être cultivé, c'est avant tout avoir intériorisé un ensemble d'appréciations sur des œuvres qui ont atteint une sorte de perfection.	La culture et les savoirs devraient permettre la maîtrise de la nature et contribuer à l'organisation sociale.
Rôle de l'enseignant (exemple du français)	L'enseignant est un expert en méthode et une source d'informations. Apprentissage de toutes sortes de codes et de l'aide orale.	L'enseignant catalyse la créativité, aide à la libération. Réalisation mettant en jeu l'expression (écrit, oral, mouvements corporels)...	L'enseignant initie au travail, aux efforts, qui mettent le raffinement esthétique. Apprentissage d'une rédaction cohérente. Mémorisation.	L'enseignant ayant conquis des savoirs, suscite leur appropriation par le plus grand nombre. Exercices de critique, notamment de critique idéologique. Structuration des acquis
Attitude à l'égard de l'orientation scolaire	Espoir d'une orientation rationnelle fondée sur des évaluations de compétences.	Pas de préoccupation d'orientation scolaire.	Préférence pour un public déjà imprégné de culture. Sélection souhaitée.	Critique de l'orientation exigée par un système scolaire sélectif, reproduisant des inégalités sociales.

MODÈLES D'ENSEIGNEMENT

d'après Bruce R. JOYCE, *Models of teaching*, New York, N.Y. University Press, 1972. (adapté).

Dominante INTERACTIONS SOCIALES

La dominante, c'est ici que les connaissances apparaissent liées au cadre social. Apprendre est associé à développer les relations humaines, à vivre dans différents milieux, à faire des stages et expériences diverses. La connaissance est acquise grâce à un certain environnement, et l'on pense qu'elle s'y réinvestit : on lui attribue une utilité sociale.

Dans cette conception, ce qui compte ce sont les échanges. C'est pourquoi le travail par groupes y est davantage valorisé que la transmission magistrale du savoir. Dans le groupe, on se trouve collectivement confronté à un problème, et l'on peut mettre en commun ses ressources pour tenter de le résoudre.

L'enseignant est d'abord ici quelqu'un qui facilite l'organisation collective de la tâche à accomplir, qui est sensible aux liens entre savoir et vie sociale.

Dominante DÉVELOPPEMENT DE LA PERSONNE

La dominante, c'est ici que les connaissances d'un individu sont liées à l'ensemble de sa personnalité. Chacun doit être considéré globalement en fonction de sa complexité, de sa richesse, de son originalité, et non apprécié de façon limitative par la "valeur marchande" de telle ou telle de ses compétences particulières.

Dans cette conception c'est l'acte personnel d'apprentissage, considéré autant dans sa démarche que dans ses résultats. L'accès au savoir est l'un des moyens de développer les potentialités latentes de chacun.

L'enseignant est d'abord ici quelqu'un qui stimule, qui conseille, qui rend possible les évolutions. C'est une personne ressource qui sait aménager un climat positif.

Dominante TRAITEMENT DE L'INFORMATION

La dominante, c'est ici que pour acquérir utilement des connaissances, il faut surtout apprendre à les classer, à les organiser, à les intégrer, au lieu de les considérer comme une succession de choses à mémoriser.

Dans cette conception, ce qui importe c'est la structure du savoir autant que le savoir lui-même, c'est la possibilité de transférer ce que l'on a appris dans un domaine à un autre domaine. Une bonne organisation du travail scolaire peut permettre d'améliorer beaucoup son rendement.

L'enseignant est d'abord ici quelqu'un qui développe des méthodologies efficaces, d'une part parce qu'il sait dominer ce qu'il enseigne, d'autre part parce qu'il s'intéresse aux mécanismes de fonctionnement de la pensée des apprenants.

Dominante MODIFICATION DU COMPORTEMENT

La dominante, c'est ici qu'il faut réussir aussi rapidement que possible, à donner à tous les connaissances et les mécanismes de base, en se donnant les moyens de vérifier à chaque instant, où l'on en est. Pour cela, il faut être précis, savoir exactement ce que l'on veut obtenir de l'élève, et s'organiser en conséquence. Il faut créer de bonnes habitudes, développer de bons réflexes.

Dans cette conception, ce qui importe, c'est la construction rigoureuse de chaque séquence d'enseignement, c'est la sollicitation constante de l'activité des élèves pour parvenir aux comportements que l'on attend.

L'enseignant est ici d'abord quelqu'un qui planifie, qui découpe le travail en petites unités, qui est le garant des réponses correctes. C'est cela qui donnera aux élèves les bases grâce auxquelles ils seront armés dans la vie.

2. QU'EST-CE QUI COMMANDE UNE SÉQUENCE D'ENSEIGNEMENT ?

Nous proposons, de manière sans doute encore schématique et qu'il faudra affiner, de distinguer quatre modes possibles de commande pour une séquence de géologie à l'école élémentaire, ces caractéristiques pouvant sans doute être transposées pour d'autres thèmes et à d'autres niveaux.

quatre modes de commande alternatifs ...

Nous dirons ainsi qu'une séquence peut être commandée soit par une **situation à exploiter**, soit par une **méthode à maîtriser**, soit par un **savoir à acquérir**, soit par un **obstacle à franchir**. On pourrait immédiatement objecter qu'il n'y a nulle contradiction ni concurrence entre ces quatre composantes de tout apprentissage scientifique, et que chaque séquence se doit bien de faire utiliser (ou de faire découvrir) des méthodes par les élèves, pour que ceux-ci parviennent à des connaissances, et cela en prenant appui sur des situations privilégiées, tout en franchissant les obstacles qui apparaissent au cours de l'étude. Effectivement, quel enseignant ou formateur ne rêve-t-il pas de conjuguer à tout moment un tel ensemble de composantes, sans avoir à vraiment choisir ?

Pourtant, il y a probablement là un important obstacle lié aux habitudes de notre formation et de nos pratiques professionnelles, obstacle qui nous empêche d'effectuer des choix raisonnés, de construire un système de priorités, de conceptualiser des alternatives. Nous soutiendrons ici que chaque séquence particulière, si elle se veut efficace par rapport aux apprentissages à obtenir, se doit précisément de construire ses choix, car à défaut, ceux-ci se construiront d'eux-mêmes, à l'écart bien souvent des intentions de leur auteur-acteur. Une plus grande professionnalisation de l'enseignement, dont on parle actuellement beaucoup, est peut-être à ce prix.

ou points de vue directeurs de séquence

Ce qui compte ici, c'est l'idée de **dominante** de la séquence, ou encore celle de **point de vue directeur**. S'il est vrai, par exemple, que toute situation pédagogique d'entrée doit conduire à des connaissances (et inversement que tout projet d'acquisition de connaissances doit bien s'appuyer sur des situations privilégiées), l'économie générale de la séquence risque de n'être pas exactement identique, selon que le point de vue directeur sera celui de la situation ou celui des connaissances. Si les deux ne s'opposent évidemment pas, leur gestion pédagogique ne se confond pas pour autant. Il en va de même, nous le verrons, pour la dialectique obstacles / connaissances.

2.1. Les séquences commandées par l'exploitation d'une SITUATION

Une séquence de géologie à l'école élémentaire peut être organisée autour de situations pédagogiques aussi diverses

que la visite d'une carrière, l'observation d'un affleurement ou d'une falaise, le visionnement d'une émission télévisée, etc.

commande par
une situation

Chacune de ces situations peut être mise en relation avec un nombre important de **notions possibles**, lesquelles sont susceptibles d'être développées de façon alternative, selon l'orientation que l'enseignant donnera à sa progression. Elle est alors l'occasion d'élucider des aspects partiels de ces notions ou de les mobiliser à cette occasion (ex : travail sur la notion de couche, de fossile, de sédimentation, travail sur la chronologie relative, etc.).

Ce qui caractérise la logique d'une séquence commandée par la situation c'est que, si l'on essaie de "l'exploiter notionnellement" au mieux, **on se garde de trop déborder ce qu'elle permet réellement d'établir ou d'illustrer**. Car les exemples qu'elle étudie le sont d'abord **pour eux-mêmes** et non à titre d'illustration d'un concept plus général, lequel serait, lui, le moteur réel de la séance. Son déroulement, ainsi que le mode d'intervention de l'enseignant, restent donc circonscrits à l'analyse d'un "objet" particulier, n'introduisant que les concepts (souvent partiels) qui permettent de l'analyser de manière effective.

En d'autres termes, une situation de ce type **n'est pas un prétexte** à l'introduction générale des différents aspects d'une notion géologique, mais elle conduit à établir ou à faire "travailler" - partiellement - une ou plusieurs notions, à l'occasion de tel ou tel problème géologique que l'on cherche à résoudre.

repérage
conceptuel local

C'est dire que les concepts "abordés" dans ces séquences ne peuvent l'être de manière exhaustive, et qu'ils auront souvent à être repris ultérieurement, pour être systématisés ou institutionnalisés, à l'occasion de séquences relevant d'autres types. On se situe ici dans une logique du **simple repérage conceptuel "local"** pour les élèves, pas encore dans celle d'une maîtrise qui reste à venir. Inversement, on peut tout aussi bien être dans une logique du **réinvestissement**, si la situation géologique nouvelle autour de laquelle s'organise la séquence, nécessite la reprise de connaissances déjà vues antérieurement, ou leur "remodelage" dans un contexte nouveau.

2.2. Les séquences commandées par l'acquisition d'un SAVOIR

commande par
un savoir

Comme pour une séquence du type précédent, l'enseignant part en général d'exemples et il choisit un "point d'accrochage initial". Mais, d'entrée de jeu, celui-ci se trouve **subordonné** à la maîtrise recherchée d'une notion (qui peut, par exemple, être celle de volcan, de fossile ou de succession stratigraphique des couches ...). Autrement dit ici, les exemples sont moins étudiés pour eux-mêmes comme c'était

précédemment le cas (dégageant sans les déborder, divers aspects conceptuels en jeu), qu'ils ne sont l'occasion de **concrétiser** un concept géologique que le maître a en tête d'aborder avec la classe.

le statut différent
des exemples

La fonction des exemples introduits diffère donc sensiblement de celle du cas précédent. Elle peut être soit de type motivationnel (pour "ancrer" la séquence sur les intérêts et préoccupations des élèves), soit de type référentiel (pour l'"ancrer" dans l'expérience antérieure, le local, le déjà connu), les deux aspects se combinant aisément dans la pratique. C'est dire que ces exemples visent à la fois à rendre concrète l'introduction de concepts (on peut parler d'exemples **paradigmatiques**), et à vérifier qu'ils fonctionnent de façon **opératoire** pour les élèves.

Ces exemples étudiés ne l'étant pas pour eux-mêmes, ils ne se comprennent qu'en fonction du **projet conceptuel du maître**, et de son évolution dans le temps. Rien n'oblige donc ici à se restreindre au "local". Surtout, rien n'interdit de **changer d'exemples** en cours d'activité, d'en abandonner un, partiellement inexploité, pour passer à un autre qui fasse davantage avancer la progression didactique. Le travail sur des exemples variés et sur **leur comparaison** est même alors l'un des moyens privilégiés dont dispose l'enseignant. La reprise d'un ancien exemple déjà vu "pour lui-même" dans une séquence du premier type et sa mise en relation ici avec d'autres est évidemment possible, et probablement souhaitable.

2.3. Séquences commandées par la maîtrise d'une MÉTHODE

commande par
une méthode

Autre est encore le cas où ce qui prime, dans la conduite de la séquence, est l'appropriation par les élèves d'une méthode scientifique d'analyse, qui leur est proposée ou qui est construite avec eux. Non certes, qu'il ne puisse y avoir d'apprentissages méthodologiques lorsque la séance est commandée par une notion, mais ceux-ci apparaissent alors comme des objectifs dérivés, obtenus de surcroît. De même, et symétriquement, qu'un effet d'acquisition notionnelle est souvent le bénéfice secondaire non négligeable des séquences que nous envisageons maintenant.

Ce qui permet le plus sûrement de distinguer ce type de séquence du précédent, paraît être leur régime contrasté d'interactions didactiques. Quand c'est "la méthode qui commande", alors **chaque** proposition d'élève est - de manière équivalente - écoutée, discutée, et finalement validée ou réfutée, grâce précisément à l'emploi de cet outil que fournit la méthode en cours d'apprentissage (observation, expérimentation, mesure ...). Quand au contraire, c'est l'établissement d'une notion qui "commande", on voit bien com-

mode déductif,
mode régulateur

le rythme plus
lent

commande par
un obstacle

ment un **prélèvement électif** par le maître des réponses qui font avancer son projet, et une mise au second plan des autres, sont la pratique la plus fréquente et la plus facile (3).

Et cela se comprend car on ne donne pas la parole aux élèves exactement pour les mêmes raisons dans les deux cas. Dans le premier, les interactions didactiques obéissent plutôt à un "mode déductif", chaque proposition ou réponse d'élève étant examinée du double point de vue de ses conséquences, comme de ses connexions logiques avec les éléments précédemment énoncés. Dans le second, on fonctionne plutôt sur le "mode régulateur", les propositions émises permettant au maître de s'assurer qu'il est conceptuellement suivi, et lui fournissant un "retour actif" pour le guider dans sa progression.

Les travaux didactiques qui ont analysé les procédures expérimentales qu'utilisent naturellement les élèves, lorsqu'ils ont à résoudre un problème scientifique, montrent à quel point celles-ci s'écartent des procédures canoniques du spécialiste : telles que comparer et mesurer, séparer des variables, émettre et vérifier des hypothèses (4). De ce fait, les séquences orientées par une méthode obéissent nécessairement à un rythme plus lent, et suivent un fil directeur d'apparence plus aléatoire, puisqu'il faut prendre le temps et accepter les détours nécessaires, afin que soit examiné sérieusement, **méthodologiquement**, tout ce qui est produit par la classe. Sinon, il risque de ne pas s'agir d'un véritable apprentissage méthodologique mais plutôt d'une simple technique méthodique dont le sens risque d'échapper aux élèves.

2.4. Séquences commandées par le franchissement d'un OBSTACLE

L'étude des représentations des élèves met en évidence chez ceux-ci des **obstacles** souvent tenaces, qui peuvent expliquer les difficultés d'acquisition d'un concept, malgré les efforts du maître et la rigueur de ses dispositifs d'apprentissage. Un travail spécifique sur une difficulté repérée par le

(3) On pourra ici objecter qu'il est possible de concevoir, pour une séquence centrée sur l'acquisition de connaissances, un régime d'interactions plus proche de celui qui est décrit pour l'acquisition d'une méthode. C'est le cas pour les pédagogies cherchant à faire évoluer les représentations des élèves par l'instauration de conflits socio-cognitifs. C'est aussi le sens des travaux de Guy Brousseau, en didactique des mathématiques, orientés par la recherche d'une articulation fonctionnelle entre divers types successifs de situations didactiques, au cours desquelles le statut de la connaissance se modifie par ruptures successives. Cela correspond à des démarches longues, dans lesquelles connaissances et méthodes s'imbriquent plus étroitement qu'il n'est dit ici.

(4) Cf. l'ouvrage de d'Evelyne CAUZINILLE, Jacques MATHIEU et Annick WEIL-BARAIS (*Les savants en herbe*, Berne : Peter Lang, 1983), qui en fournit de clairs exemples.

maître peut alors s'avérer nécessaire **si on estime l'obstacle franchissable** avec la classe.

Car une présentation notionnelle, aussi logique et cohérente soit-elle, du point de vue de l'analyse de la matière enseignée et de son découpage en éléments, peut ne pas suffire à modifier les représentations des élèves et leur faire dépasser les obstacles repérés. Dans ce cas, on fait l'hypothèse qu'un **noeud de difficulté** est à "travailler", lequel conduira les élèves à un progrès intellectuel décisif, et rendra beaucoup plus faciles ensuite des acquisitions plus ponctuelles.

En géologie, à l'école élémentaire, il peut s'agir d'obstacles du type suivant : faire comprendre que le front d'une falaise ne constitue pas un décor superficiel, et ne résulte pas d'une construction humaine comme le pensent facilement certains enfants. "*Les falaises ont été construites par les Allemands pendant la guerre*" (sic !) a pu dire un élève du pays de Caux ; par analogie sans doute avec les blockhaus voisins, mais plus profondément en raison d'un obstacle artificialiste fréquent à cet âge, renforcé par la difficulté à concevoir la géométrie d'une couche géologique. Et ceci nécessite un important effort d'abstraction, pour passer de la vision d'une falaise comme un mur en deux dimensions (derrière lequel il peut y avoir des cailloux, de la terre, des grottes ...) à la conception d'une limite d'érosion de couche en trois dimensions.

un "saut
conceptuel"
réaliste

C'est à un obstacle de ce type qu'une séquence peut décider de s'attaquer. Mais cela nécessite une condition : c'est que le maître, en fonction des éléments dont il dispose relativement au niveau de la classe et des élèves, estime **réaliste** le "saut conceptuel" demandé. Car, dirait en substance Bachelard, "un obstacle reste un obstacle" et ne saurait se passer "en force", sauf si celui-ci paraît déjà fragilisé, "fissuré", et que la séquence a pour objet d'accélérer et de systématiser une évolution perçue. Des séquences antérieures commandées, elles, par une situation ou par une notion, au cours desquelles la présence d'un obstacle a fait l'objet d'un premier "repérage" par les élèves (à défaut d'avoir été précisément analysée), peuvent avoir été l'occasion d'une telle évaluation des possibles didactiques.

l'obstacle au
cœur du
dispositif

Dans ce cas, tout le dispositif d'apprentissage est conçu autour d'un tel obstacle identifié à franchir, et construit de telle façon qu'il ne puisse être contourné. C'est aux séquences de ce type que s'appliquent probablement le mieux les idées de Philippe Meirieu sur l'*installation de l'obstacle au cœur de la situation-problème* (5). Car, s'il s'agit bien d'un obstacle, les élèves seront dans l'incapacité de voir en quoi celui-ci consiste avant de l'avoir franchi, et l'objectif visé ne peut valablement leur être annoncé (car il a toutes chances de ne pas leur être perceptible).

(5) Philippe MEIRIEU. *Apprendre ... oui, mais comment ?* Paris : ESF. 3è éd., augmentée d'un guide méthodologique. 1988.

Comme le dit Brousseau, le savoir ne peut ici *qu'avancer sous le masque*, et le maître est amené à créer de toutes pièces une situation didactique ad hoc, subordonnée au franchissement programmé de l'obstacle. Une telle situation paraît en quelque sorte une construction calculée, et elle s'oppose assez nettement aux situations plus immédiates, envisagées au premier paragraphe, dans le prolongement du sens commun. Ainsi peut s'expliquer l'introduction ici du terme de **situation didactique**, par contraste avec les **situations pédagogiques** du premier cas (6).

2.5. Classification ou grille d'analyse ?

Qu'on ne se méprenne pas. Le but des quatre distinctions précédentes n'est pas de classer les séquences didactiques en quatre sous-ensembles disjoints ! Si le but était réellement taxonomique, il y aurait à envisager un nombre beaucoup plus important de modalités plus fines.

Ce sont notamment les séquences centrées sur l'acquisition de connaissances qui devraient être davantage spécifiées. Et elles se révéleraient vite bien plus diverses qu'il n'a été dit plus haut. Au-delà des situations de présentation d'une notion, il faudrait envisager les cas d'application d'une notion préalablement enseignée, ou encore la structuration par comparaison et synthèse d'acquis partiels antérieurs, etc. Il y aurait aussi à envisager la variété des modes d'expression et de prise en compte des représentations des élèves. Il faudrait encore étudier les modalités d'appui sur des travaux pratiques ou des activités expérimentales en vue de résoudre un problème notionnel, etc. Cela entraînerait des conséquences du point de vue notamment d'une conduite diversifiée du dialogue, selon ces différentes modalités du travail didactique.

des dominantes
de séquences,
plus qu'une
typologie

Les quatre distinctions précédentes sont plutôt proposées, nous l'avons dit d'emblée, comme des exemples bien typés, à partir desquels on peut se demander, pour chaque cas étudié :

- quel est l'aspect qui y prédomine (car il n'est pas vrai que toutes les séquences soient organisées de manière égale et équilibrée autour d'une situation, d'une notion, d'une méthode et d'un obstacle),
- comment ces divers aspects s'y combinent et s'y organisent cas par cas, de manière spécifique et originale.

Nous nous proposons précisément, maintenant, d'examiner quelques exemples géométriques à la lumière des distinctions précédentes, en utilisant celles-ci comme une grille de lec-

(6) Guy BROUSSEAU. "Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques", in : *Recherches en didactique des mathématiques*, 7.2. Grenoble : La Pensée sauvage. 1986.

ture et d'analyse de ce qui s'y joue, du point de vue de la gestion de la classe comme du point de vue des apprentissages scientifiques (7).

3. DISCUSSION DE QUELQUES EXEMPLES GÉOLOGIQUES, À L'ÉCOLE ÉLÉMENTAIRE

3.1. Etude d'un paysage au CM1 : la colline de la citadelle, à Besançon

Le point de départ de cette étude est l'observation de la colline de la Citadelle de Besançon, vue d'une colline voisine située de l'autre côté d'une cluse creusée par le Doubs.

L'enseignant se propose de partir de ce paysage, tel que le décrivent spontanément les élèves, pour aller vers une lecture à caractère plus géologique. On cherche ainsi à leur apprendre à faire abstraction des constructions et du couvert végétal (qu'ils privilégient souvent dans leurs descriptions et représentations), pour accorder plus d'importance aux rapports entre deux géométries (morphologique et structurale) ainsi qu'à l'idée d'une évolution du paysage (approche géodynamique implicite).

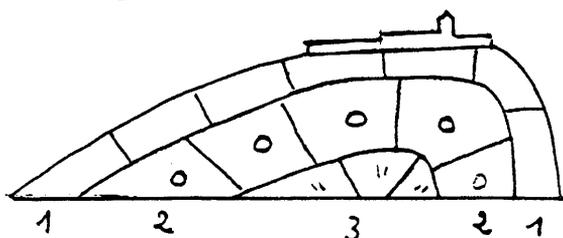
• Description des activités

- **Première étape**

visite sur le terrain

L'introduction se fait par une visite sur le terrain, avec deux arrêts au cours desquels un certain nombre de problèmes se manifestent d'emblée pour les élèves :

- la confusion qu'ils font entre roches et constructions,
- leur représentation géométrique des couches en demi-cercle alors que leur forme est dissymétrique (voir figure ci-dessous),



- (7) Le groupe de recherche était composé d'instituteurs et de maîtres-formateurs, de professeurs d'école normale et d'universitaires géologues. Les développements qui suivent reprennent les éléments du chapitre 4 du rapport de recherche, dont j'ai assuré la synthèse et la rédaction, chapitre intitulé "Les démarches pédagogiques". Les séquences décrites ont été réalisées et analysées, avec la participation de :
- à Besançon : Daniel Contini, Marlyse Guillot, Raymonde Kabantchenko, Jacqueline Michaud, Raymonde Obert et Catherine Wieber ;
 - à Nice : Jean Delteil, Mme Escalier, Edmond Seppecher ;
 - à Rouen : Jacques Gris.

- la continuité des couches en partie masquée par la végétation.

la coordination des angles de vue

Le fait de proposer que des observations du même paysage soient effectuées lors de deux arrêts différents prépare la coordination nécessaire de ces angles de vue, c'est-à-dire le passage d'une appréhension subjective du paysage à un regard plus objectif et décentré. Il conduit également à coordonner les dessins réalisés par les enfants et les photos qui leur sont présentées.

Au cours d'une sortie ultérieure, les enfants verront le paysage de plus près, ce qui conduira à des problèmes d'un autre ordre : ceux des différents niveaux d'analyse, de la coordination de la partie et du tout.

- Deuxième étape

Cette première partie aboutit à une séance où la maîtresse note toutes les remarques des élèves et les cinq centres d'intérêt qu'ils proposent d'approfondir sont :

1. le fort de la Citadelle,
2. l'emplacement de la colline,
3. le rôle joué par le fort,
4. la description de la colline,
5. la description des roches de la colline.

la construction des questions

Les trois premiers de ces points sont rejetés d'autorité par l'institutrice comme relevant de l'histoire et de la géographie, ce qui revient pour elle à inviter les enfants à faire abstraction des constructions, sans qu'il soit certain que cette intention soit bien perçue par la classe.

Restent donc les points 4 et 5, que les élèves précisent sous forme de questions ou d'affirmations :

- "La colline est-elle en arc de cercle ?"
- "L'espace vert ne cache-t-il pas la grotte ?"
- "Les roches sont-elles disposées en ligne, tombent-elles à pic ?"
- "Ce n'est pas des rochers."
- "Les grottes ont-elles un nom, un rôle ?"

La maîtresse rappelle ces questions une à une, et la vision géologique de ce paysage évolue grâce à l'appui de la discussion sur des diapositives. Peu à peu, le paysage est ainsi réduit à un plan, et schématisé. Certaines questions progressent lorsque des moyens nouveaux sont mis en oeuvre, comme : retour sur le terrain, travail sur les diapositives, comparaison entre diapositive et dessin, utilisation du calque sur des photos individuelles, implication du corps pour comprendre.

Ainsi pour la question de savoir si les couches de la colline sont en arc de cercle, on note qu'au départ les enfants les avaient dessinées à l'aide du rapporteur, et que tout le monde avait admis qu'elles étaient disposées en "arc de cercle". Ce n'est que progressivement, par l'utilisation des techniques indiquées ci-dessus, qu'on voit les observations évoluer et les élèves déclarer :

- *"Le début est régulier, mais ce n'est pas un arc de cercle."*
- *"C'est une ligne courbe avec un côté plus raide que l'autre."*

Les termes se précisent, l'anticlinal n'est plus symétrique et la colline non plus.

Se pose aussi, on l'a dit, le problème de la continuité des roches sous la végétation, qui est traité par un travail collectif sur diapositives. La maîtresse suit ce travail des enfants et intervient :

continuité des
couches ?

- *"On suit une ligne, le bord supérieur ou inférieur d'une couche, mais tout à coup, on ne peut plus."*
- *"C'est la végétation qui cache."*
- *"La couche s'arrête là".*

La maîtresse dit :

- *"Quelquefois, on a des indices ; si on n'arrive pas à trancher, que faire?"*
- *"Mettre des pointillés si on pense qu'elle existe."*
- *"Rien, si on pense qu'elle n'existe pas".*

Dans cette approche de la structure, des problèmes géométriques sont rencontrés, nécessitant un vocabulaire spécifique que les élèves maîtrisent imparfaitement : lignes, bandes, ou couches.

La maîtresse : *"Le mot ligne convient-il ? Dessine une ligne au tableau."*

Élève : *"Non c'est plus épais que cela."*

La maîtresse : *"On va essayer de trouver un autre terme."*

Élève : *"Une bande."*

La maîtresse : *"Il y a peut-être un autre mot qui ressemble à bande ?"*

Élève : *"Une couche."*

Ce dernier terme de *couche*, qui implique la troisième dimension, n'est pas accepté par la classe et les élèves ne le reprendront pas à leur compte.

• Caractéristiques de la démarche

Les obstacles que l'on rencontre ici sont nombreux :

obstacles
nombreux ...

- non-distinction entre ce qui est naturel et ce qui ne l'est pas (obstacle qui a été écarté en renvoyant une partie des questions à l'enseignement d'histoire-géographie),
- interprétation artificialiste des grottes,
- coordination des points de vue pour synthétiser des observations différentes,
- compréhension de la continuité des couches lorsqu'elles sont masquées par la végétation,
- difficultés liées à la géométrie des couches et à la maîtrise du vocabulaire correspondant (lignes, bandes, couches),
- problèmes liés à la troisième dimension, etc.

mais primauté de
la situation

Mais, en observant de quelle façon est organisée la séquence, on se rend compte qu'aucun de ces obstacles importants n'en constitue l'objectif prioritaire, ni le centre organisateur véritable. Car la centration s'effectue plutôt **sur la situation géologique** observée, qui fait l'objet d'analyses, qui donne lieu à des travaux d'interprétation, qui permet d'aborder certaines notions sans rechercher leur traitement systématique.

Un certain nombre des obstacles mentionnés ci-dessus se trouvent bien ici "travaillés" grâce aux productions graphiques et aux discussions entre élèves :

- *"Il y en a qui ont confondu couche et maison."*
- *"Des fois, c'est trop détaillé."*
- *"Au lieu que ce soient des lignes courbes, les deux lignes se rejoignent."*
- *"Les lignes s'arrêtent ; y a plus de courbes."*

mais sans faire l'objet d'un apprentissage systématique, lequel déborderait nécessairement le paysage particulier ici étudié. Ce qui n'est pas le cas.

Un certain nombre de concepts géologiques sont donc évoqués dans cette séquence, repérés plus ou moins précisément par les élèves, mais ils ne seront maîtrisés que moyennant d'autres études plus précises, ce qui sera le cas puisqu'il s'agit pour cette classe d'une série d'études successives.

Mais le bénéfice est pourtant non négligeable, dans la mesure où les élèves ont été entraînés à lire un paysage particulier de façon nouvelle par rapport à leurs préoccupations spontanées, et cela modifie la nature des questions qu'ils peuvent se poser. A travers cette séquence, on peut donc dire qu'ils sont restés centrés sur une **situation précise à analyser**, et que celle-ci a été l'occasion d'un premier contact avec plusieurs notions géologiques importantes qui auront à être reprises et re-précisées.

3.2. Découverte de quelques propriétés des roches, au CP

Cette séquence a pour objectif d'amener les enfants à passer du stade des sensations et des représentations :

l'analyse
d'échantillons

- *"C'est la roche la plus lourde parce que c'est la plus grosse",*
- *"Dans la première, y a peut-être des morceaux moins lourds",*
- *"La quatrième, c'est plus épais en bas, le haut est plus léger",*

à un stade plus élaboré d'observation raisonnée et à un début de classement.

Elle vise à les faire passer de l'échantillon personnalisé et unique sur lequel l'enfant travaille (unique par sa forme, sa couleur, ses détails), à l'idée plus abstraite de roche, caractérisée par un certain nombre d'éléments et de propriétés.

La démarche pédagogique choisie s'efforce d'exploiter au mieux les compétences des enfants du CP, et s'organise en deux phases interactives :

- la découverte des échantillons en jouant avec les sens, ce qui permet un investissement physique et psychologique, grâce à l'extériorisation et à la verbalisation des sentiments et des sensations,
- parallèlement, une recherche plus intellectuelle, rendue possible par le dépassement de l'affectif, et facilitée par le travail systématique d'analyse et de comparaison, par l'utilisation de l'écriture fonctionnelle, par les alternances de travail par groupes et en classe entière.

• Description des activités

Chaque groupe reçoit le même matériel constitué de six échantillons de roches numérotés, choisis par la maîtresse.

- | | |
|------------------|--------------|
| 1 : pierre à sel | 4 : calcaire |
| 2 : granite | 5 : gypse |
| 3 : ponce | 6 : marne |

- **Première étape : exploration sensorielle des roches**

Les élèves observent les échantillons qui leur sont proposés et, avec l'aide de la maîtresse, les décrivent en se référant aux différents organes des sens (*"Avant de toucher, quel est l'échantillon qui vous semble le plus lourd ?"*, puis *"On vient de faire avec les yeux. Est-ce qu'on pourrait continuer avec d'autres parties du corps ?"*)

Ils suggèrent alors d'utiliser :

- les mains *"pour peser, toucher"*,
- la tête *"pour réfléchir"*,
- les pieds *"pour voir si c'est fragile, ce qu'il y a dedans"*,
- les oreilles pour *"écouter s'il y a du bruit dedans"*.
- Avec les ongles, *"on peut griffer, gratter"*,
- avec les dents, *"on peut croquer"* (rires),
- avec la langue *"on peut lécher"* (cris d'horreur !).

La mise en oeuvre de ces propositions montre une libération par rapport à des interdits antérieurs (*"On peut lécher!"*) ; les remarques et mimiques sont révélatrices du niveau des représentations des élèves (répulsion envers la *roche noire*), identification du *gros* au *lourd*, du *brillant* au *diamant* ou au *trésor*. Le *blanc* du gypse, lui, ne peut pas être naturel.

On voit que les référents des enfants sont souvent limités à des alternatives simples (exemple : le goût ne peut être que *salé* ou bien *sucré*), ou bien qu'ils effectuent des associations trop immédiates entre des termes superficiellement ressemblants (confusions liées à des associations entre *brillant* et *lisse*, entre *charbon* et *noir*, entre le *salé* et la *mer*, etc.).

L'ensemble des observations spontanées est mis en forme grâce à l'utilisation d'une grille fournie par la maîtresse :

- je sens,
- j'écoute,

l'exploration
sensorielle...

- je touche,
- je griffe,
- je goûte,
- je regarde.

Les élèves doivent réfléchir en même temps aux observations qu'ils ont effectuées, et à l'opération qui leur a permis de les réaliser. Des difficultés surgissent au niveau de certaines rubriques, mais progressivement le vocabulaire s'affine :

- . *"goût de terre, de farine, de carton",*
- . *"le gypse fait de la poussière, la ponce de la fumée".*

Grâce aux confrontations et à l'occasion d'un bilan collectif, les remarques s'ordonnent selon l'hétérogénéité, la dureté, la texture ... ce qui constitue une approche d'un premier classement.

- Deuxième étape : exploration avec outils

Les élèves prennent conscience du caractère incomplet des observations auxquelles ils sont parvenus (*"On n'est pas sûrs"*), et à une question de la maîtresse, relative à ce dont ils auraient besoin pour approfondir les observations, ils suggèrent d'utiliser *un marteau, une lime, une balance*.

Cet outil demandé se révèle être, pour eux, un prolongement du corps *"pour faire plus"* et pour vérifier ce qu'ils ont trouvé lors de la première phase.

puis outillée

On note progressivement un changement d'attitude, les gestes devenant plus assurés et mieux adaptés (nombre de coups, force ...).

A nouveau, ils utilisent une grille fournie par la maîtresse, qui propose une série d'actions à effectuer :

- je casse,
- je gratte sur une plaque en bois, un couvercle métallique, une plaque en carton, une plaque en verre (dans ce cas, c'est la roche qui est outil),
- je gratte avec un outil (avec une lime, avec un couteau, avec une baguette),
- je pèse puis j'écris dans l'ordre : du plus léger au plus lourd.

Lors de la mise en commun, le vocabulaire s'affine, devient plus précis. Il est question de *rayures, de traces, de marques, de poudre, de grains collés*, etc. Mais des difficultés subsistent au niveau de la discrimination entre dur, doux et mou.

- Troisième étape (synthèse) : comparaison et classement

La maîtresse propose aux élèves de leur indiquer le nom des échantillons étudiés (ils ne les connaissaient jusque-là que par un numéro), et ils manifestent vivement leur satisfaction (*"Ah !"*).

Chaque roche est alors reprise par son nom et les enfants mettent en évidence ses propriétés essentielles.

- Le granite : *"des grains, du noir, du blanc et du brillant"*.

chaque roche
reprise avec son
nom

- La pierre ponce : elle *“ressemble à du carton, légère, dure à casser”*.
- Le calcaire : il est *“dur à gratter”, c’est la roche “la plus lourde de toutes”*.
- Le gypse : il est *“facile à casser avec les mains”, et “tout le blanc s’en va”*.
- La marne, elle, est *“facile comme tout à casser”*.

On peut noter que les élèves ont abandonné l’élément “forme” qu’ils privilégiaient initialement ; qu’ils re-situent parfois les échantillons dans leur milieu naturel (*“le calcaire, on peut le retrouver dans les grottes”*), que certains d’entre eux peuvent replacer l’échantillon dans la roche dont il provient (*“le gypse, il était collé à sa partie, attaché, on l’a décollé, ce qui est dehors était dedans”*).

On note également qu’ils cherchent à comparer et à classer (*“le gypse et la ponce qui font de la poussière, on pourrait les mettre dans la même famille.”*) et qu’ils proposent de nouvelles activités qui peuvent être conçues comme des extensions : *“je pourrais apporter des roches pour faire une collection” ; “on pourrait observer d’autres échantillons”*.

• Caractérisation de la démarche

S’il est clair que les élèves, au cours de ces activités, acquièrent des connaissances géologiques relatives aux roches, connaissances qui sont non négligeables pour un Cours Préparatoire, on peut dire que ce ne sont pas elles qui organisent prioritairement la séquence. Elles apparaissent plutôt comme les retombées positives d’une démarche bien conduite.

centration sur la
démarche

C’est en effet ici, autour de l’**acquisition de démarches scientifiques**, que s’organise principalement le travail de la classe. Et c’est leur élaboration avec les élèves qui paraît commander la façon dont les choses se déroulent.

Le problème proposé par la maîtresse est celui de la comparaison de différents échantillons de roches identifiés seulement par un numéro, et la recherche de critères de reconnaissance et de classement s’appuyant sur la diversité des organes des sens.

La maîtresse prend comme point de départ les expressions spontanément employées par les élèves, ainsi que les représentations que celles-ci véhiculent. Et elle s’emploie à les faire évoluer grâce à la structure de travail qu’elle propose. Cette structure prend appui sur deux éléments qui paraissent ici essentiels :

1. les changements introduits dans le **mode de groupement des élèves** (travail individuel, petits groupes, classe entière) ;
2. le passage par des **phases de travail écrit**, sous forme de tableaux à remplir, obligeant à une plus grande précision dans les réponses produites.

traces écrites et
modes de
regroupement

C'est ainsi que la première séance démarre de façon collective, mais que rapidement, les élèves sont répartis en quatre groupes **parallèles**, effectuant tous la **même tâche** : analyser les différents échantillons et les comparer à l'aide des divers organes des sens. La maîtresse passe d'un groupe à l'autre, encourage les élèves, les pousse à préciser leurs idées et à les exprimer, ce qui est plus facile dans des groupes restreints qu'avec la classe entière. L'enregistrement des travaux avec une caméra vidéo fait apparaître le sérieux des essais comme des discussions ... même quand la maîtresse échange avec un autre groupe de la classe. Ce travail de groupes est finalisé par une fiche que chacun doit remplir, en se mettant d'accord, au sujet de chaque échantillon, pour les six verbes "sensoriels" déjà indiqués : "Je sens, j'écoute, je touche, je griffe, je goûte, je regarde".

Quant à la seconde séance, elle voit aussi s'instaurer un travail par groupes, mais cette fois il s'agit de groupes **complémentaires** et non plus "parallèles". Chacun reçoit la responsabilité de l'utilisation d'un **outil particulier** :

- groupe du marteau ("je casse"),
- de la balance ("je pèse"),
- du couteau, de la baguette, de la lime ("je gratte"),
- des plaques ("je gratte sur").

3.3. Origine et devenir d'un sédiment au CE1 : les galets du Paillon, à Nice

A l'occasion de quelques sorties, les élèves s'intéressent aux alluvions du Paillon. Après la phase de découverte, le travail se met en place, avec pour objectif d'amener les élèves à passer des représentations premières exprimées lors de la phase initiale de découverte des galets, à des concepts géologiques plus actuels.

En effet, aux questions "**Comment ces cailloux sont-ils là ?**", et "**D'où viennent-ils ?**", les élèves répondent d'abord par les propositions suivantes :

comment ces
galets sont-ils là ?

- "De la mer".
- "D'un camion qui les a jetés".
- "D'éboulements".
- "De là où l'eau descend très fort".
- "La rivière les a amenés de l'île ici".
- "De la préhistoire".
- "On a creusé et on a trouvé des cailloux".
- "Sous les cailloux, il y a de la terre et de l'eau".

Mais "**Pourquoi sont-ils là ?**" :

- "Peut-être dans la rivière, il y avait des pierres, on les a ramassées et on les a mises sur les bords".
- "Les cailloux se sont formés ici quand la terre s'est formée".

Comme on le voit, ces conceptions initiales sont très diverses, et bien éloignées des concepts géologiques d'érosion, de transport et de sédimentation fluviales que l'on se

propose de leur faire acquérir. Parallèlement à cet objectif d'évolution des représentations géomorphologiques initiales, on tentera de modifier les conceptions fixistes et anthropocentriques pour parvenir à une attitude plus dynamique.

• Description des activités

La démarche est dominée par le dialogue maître-élèves. Sur le terrain, les élèves n'ont pas d'idées relatives au rôle possible de l'eau dans l'origine des galets. Mais ils évoquent malgré tout l'existence d'un cycle de l'eau : rivière, mer, évaporation, pluie sur la montagne, rivière, mer :

l'attention attirée
vers l'amont

- *"L'eau a été faite par la pluie ; la pluie vient des nuages ; ils viennent de l'eau qui s'évapore ; c'est ma mère qui me l'a dit."*

La maîtresse les suit, et cette évocation du cycle de l'eau **attire leur attention sur l'amont** comme origine possible des alluvions, l'origine de l'eau pouvant renseigner sur celle des roches.

- *"D'où vient cette eau qui s'évapore ?*
- *De la mer.*
- *Et la mer, d'où vient-elle ?*
- *Des rivières.*
- *Et les rivières ?*
- *Des montagnes, de la neige et de la glace.*
- *D'où viennent les montagnes ?*
- *Il y avait des géants qui poussaient les galets et ça a fait les montagnes. J'ai vu ça dans un dessin animé."*

Pour tenter de faire évoluer les représentations artificialistes exprimées, la maîtresse essaie de faire élucider la différence entre "naturel" et construit", avec un succès mitigé !

- *"Qu'est-ce qui est naturel ?*
- *Les maisons sont faites par l'homme.*
- *Mais alors, qu'est-ce que l'homme a fait ?*
- *Maisons, camions, barrières, fils de fer, ponts. Ils ont planté les arbres."*

un détour
théorique : le
cycle de l'eau

La compréhension d'une situation concrète (l'origine des galets) est rendue possible par un détour théorique : le cycle de l'eau. Ce détour, malgré les ambiguïtés notionnelles qu'il contient, permet de formuler une hypothèse qui tranche par rapport aux représentations évoquées : l'origine "amont" des galets du Paillon.

Une hypothèse complémentaire s'exprimera lors d'une sortie ultérieure.

- *"Les cailloux que vous avez ramassés se ressemblent-ils ?*
- *Non, il y a des ronds et des carrés. Des rouges, blancs, jaunes, gris, roses. Il y a des brillants. Il y en a qui ont des trous, des creux, des bosses."*
- *Où en avez-vous déjà vus ?*
- *Sur la plage de Nice."*

Cette séquence met ainsi en oeuvre deux hypothèses complémentaires, que l'on va s'efforcer sinon de vérifier, tout au moins de corroborer :

- la première : l'origine des galets doit être cherchée en amont du lieu de récolte (à cause du cycle de l'eau),
- la seconde : les galets de la plage de Nice doivent provenir du Paillon (puisque'ils sont semblables).

L'origine de ces deux hypothèses est, on l'a vu, assez différente. La première est laborieuse, pratiquement imposée par la maîtresse qui s'appuie sur les connaissances familiales des élèves et leurs réminiscences scolaires (le cycle de l'eau) pour provoquer un **détour** par rapport aux représentations artificialistes. La seconde est, au contraire, presque **trop naturelle** puisqu'elle s'appuie sur la ressemblance et sur le sens du courant, une fois le premier point admis.

Il n'y a d'ailleurs pas de vérification véritable de la validité de ces hypothèses - ce qui serait sans doute hors de portée de ces élèves de CE1 -, mais plutôt des **indices** qui conduisent à les étayer, de manière plus ou moins probante, mais probable.

pas de "preuves" expérimentales

A l'issue de ces sorties sur le terrain, on n'aboutit donc pas à des "preuves expérimentales" au sens fort du mot, mais cela ne paraît pas gênant dans la mesure où les enfants en sont tout à fait conscients.

- *"Mais avons-nous vu une pierre se déplacer pendant le temps qu'on était à l'Escarène ?*
- *Non, il faut qu'il y ait beaucoup d'eau, du courant pour emporter les pierres". (...)*
- *Toutes les pierres se cognent, roulent et ainsi elles roulent".*

Quelle est la nature de ces indices ? Les élèves ont vu des blocs anguleux et le courant est rapide. L'aspect anguleux évoque la cassure ; la rapidité du courant évoque le transport et l'usure. Quant à l'altitude, le mot "montagne" évoque immédiatement le gel.

mais des indices

- *"Entre les blocs vient de l'eau qui gèle. Elle grossit, prend plus de place. La glace pousse les pierres qui éclatent et tombent ; puis la pluie les emmène au Paillon.*
- *Comment sont ces pierres par rapport à celles du Paillon ?*
- *Les pierres sont pleines de pointes ; celles de la rivière sont arrondies.*
- *Donc, d'où viennent les galets du Paillon à Nice ?*
- *Elles viennent de la montagne.*
- *L'eau entre dans la montagne, fait éclater les pierres. Les morceaux vont dans le Paillon.*
- *Le Paillon les roule, les use. Le courant les emporte.*
- *Quand ?*
- *Quand il y a de la pente.*
- *Quand il y a beaucoup d'eau, qu'il pleut ou qu'il neige, il y a alors des inondations et les pierres sont emportées. Les pierres voyagent, mais lentement".*

Les élèves, sur place, ont idée que la diversité des roches en place peut expliquer la diversité des galets rencontrés.

- Où va le Paillon ?
- Il va à la mer.
- Toutes les rivières vont à la mer.
- Elles apportent des galets.
- C'est pourquoi les plages de Nice ont des galets.
- Les pierres du Paillon sont-elles toutes les mêmes ?
- Non, il y en a des rouges, des jaunes, des blanches, des grises, des lisses, des rugueuses ; il y en a qui brillent.
- Pourquoi ne sont-elles pas toutes pareilles ?
- Elles ne viennent pas de la même montagne.
- Peut-être qu'une montagne est faite de plusieurs sortes de pierres.
- Peut-être qu'il y a des familles de pierres.

On retournera voir le Paillon à Nice depuis la passerelle et à son arrivée dans la mer. Sur la plage de Nice, à l'embouchure du Paillon, on reconnaît que les galets sont semblables à ceux du lit. Des élèves évoquent l'idée que les galets peuvent évoluer vers le sable.

• Caractérisation de la démarche

Tout au long de ce travail avec les élèves, on voit à l'oeuvre une "pensée par couples", c'est-à-dire la prégnance d'oppositions binaires entre :

pensée par
couples

l'amont	l'aval
l'avant	l'après
les blocs	les galets
le Nord	le Sud
la source	l'embouchure
étroite	large
rapide	lent

Tout cela est en jeu dans le système et s'organise autour d'un axe général spatio-temporel introduit par l'idée de cycle de l'eau.

Du coup, on voit de nouvelles représentations des élèves se substituer aux premières, ou du moins s'y ajouter et les déplacer un peu. L'artificialisme initial de certains élèves est ainsi tempéré par de nouvelles relations de cause à effet dans l'érosion et le transport. Mais ces causes restent vives et violentes : ce sont les chocs qui usent les galets, ou bien l'eau qui "entre dans les pierres et les fait éclater", les morceaux se retrouvant dans le Paillon. Quant au transport, il est vu lui aussi sur le mode excessif de l'inondation.

Il n'apparaît aucune idée d'usure lente sur place, ni d'actions à un niveau d'analyse microscopique. De telle sorte que le "catastrophisme" n'est pas loin, c'est-à-dire un type d'action "naturel", conçu sur un mode proche de celui de l'homme et du "camion qui a jeté là les pierres".

Cela fait penser qu'en dépit de l'émission d'"hypothèses" par la classe, et d'excursions pour les corroborer sur le terrain, cette séquence de classe ne s'organise pas principalement

autour de la maîtrise de méthodes scientifiques, mais plutôt autour de l'**introduction de notions géologiques** (érosion et sédimentation fluviales, en relation avec le cycle de l'eau), notions dont les exigences organisent la nature des échanges avec les élèves.

argumentaire au bénéfice d'une hypothèse privilégiée

En effet, les représentations initiales des élèves sont bien sollicitées et s'expriment oralement dès le début, mais il ne s'effectue pas de véritable travail de transformation à leur sujet. La maîtresse ne cherche pas à les "éprouver" (au sens où elle les ferait mettre "à l'épreuve"), ni en organisant des "conflits socio-cognitifs" entre élèves ayant des conceptions différentes, ni en les confrontant au réel observé. C'est sans doute pour cela d'ailleurs qu'on n'a pas affaire ici à une véritable démarche expérimentale, mais seulement à des ébauches d'hypothèses. Au lieu d'une argumentation de type "si ... alors", qui entraînerait vérification, on établit un **argumentaire** au bénéfice de l'hypothèse qui, d'emblée, est présentée comme valide, sans être pour autant affirmée dogmatiquement. Les excursions ont donc dès lors une fonction d'appropriation et d'application notionnelles, bien plus qu'un statut d'administration de la preuve.

Il serait erroné de lire ceci comme une analyse critique de l'action pédagogique de la maîtresse, puisqu'il s'agit d'un choix assumé, explicité avec les élèves, et donc tout à fait justifié. L'analyse proposée fait seulement observer que la séquence fonctionne suivant une modalité assez nettement distincte du travail précédent sur l'analyse des roches (cf. 3.2.), et permet d'identifier sur quoi porte principalement cette différence. Après quoi, chacun dispose d'éléments pour opérer ses choix didactiques personnels, étayer ses préférences, varier la construction de ses dispositifs.

3.4. La falaise crayeuse de Dieppe, au CM2

Après observation de la falaise sur le terrain, confrontation et bilan, le travail prend deux directions :

- l'étude des roches et de leur structure,
- l'étude de l'évolution morphologique de la falaise.

Ce qui marque la différence avec d'autres études de paysages où l'érosion paraît avoir peu d'influence actuelle, c'est qu'à Dieppe, les facteurs d'évolution sont très actifs. La séquence est donc plus directement centrée sur l'étude de ces agents d'érosion.

objet vécu, objet géologique

L'objectif géologique principal consiste à faire passer les élèves d'une perception de la **falaise comme objet vécu**, dangereuse, attaquée par la mer, à l'idée d'une **falaise comme objet géologique**, formée de couches de craie superposées, dérivant d'anciennes boues marines transformées, émergées, aujourd'hui attaquées par la mer et par les eaux d'infiltration, constituant ainsi une limite d'érosion évolutive.

• Description des activités

Après une visite à la falaise, le travail commence par une recherche des représentations des élèves, sous forme d'une question posée par écrit :

“Selon toi, la falaise, comment a-t-elle pu se former ?”

De nombreuses réponses font intervenir la mer.

- C'est grâce à la mer.
- La mer a empilé, amassé, poussé ... des galets.
- C'est une montagne que la mer a creusée.

mais fréquemment aussi l'homme :

- Elle a été construite avec des pierres et du calcaire.
- Les gens l'ont fabriquée avec des cailloux et ils ont mis de l'herbe dessus.
- Elle s'est formée avec de la craie et du calcaire, et d'énormes grues.
- Les hommes l'ont mis là pour s'abriter du vent.
- Ce sont les Allemands qui l'ont faite, la preuve il y a encore des blockhaus. (!)

Il faut signaler que pour certains enfants habitant les “hauts” de la ville, c'était la première fois qu'ils venaient jusqu'au bord de la mer. On leur demande, sur place, de **dessiner la falaise**, sans donner de consigne précise. Seul commentaire : ne dessiner que ce qui intéresse la falaise, en éliminant les maisons, les barques, etc.

dessine une falaise !

De retour en classe, toutes les productions sont exposées et les élèves sont invités à rechercher “celles qui représentent le mieux la falaise”, en disant pourquoi. Accord quasi-unanime pour dire qu'aucun dessin “ne représente bien”, qu'il y a des choses à prendre sur tous. On analyse alors les éléments qui doivent nécessairement figurer, et il en ressort :

- l'empilement des couches de craie,
- l'alignement des lits de silex,
- la “terre” (argile à silex) et ses “dégoulinures” le long de la falaise,
- la présence d'éboulis au pied.

Après une seconde visite et un nouveau dessin, on complète les observations en classe à l'aide d'une diapositive. En recensant et reprenant les remarques des élèves, on voit se dégager trois problèmes géologiques, constituant des directions de travail possibles :

1. D'où vient la craie ? Comment a-t-elle pu se former ? Comment peut-il y avoir des fossiles dedans ? (la maîtresse avait ramassé quelques Oursins et aussi des échantillons de craie avec traces de fossiles - Inocérames -) ;
2. D'où vient la terre qu'il y a dessus ?
3. Comment se font les éboulements, et pourquoi y en a-t-il tant ?

La maîtresse propose “d'essayer de faire une petite falaise”, et les enfants ... plus intéressés que par le dessin précédent,

proposent de "faire de la poussière de craie", de la mettre dans un récipient et de "voir si ça va durcir". D'autres suggèrent d'ajouter de l'eau et "faire de la bouillasse". Certains précisent qu'il faudra faire cette bouillasse "avec de l'eau de mer".

Au bout d'une dizaine de jours, le dépôt crayeux est devenu consistant, et parfois même très fendillé. Les enfants font facilement le rapprochement avec la falaise, mais plusieurs problèmes les intriguent :

- Comment la mer a-t-elle pu se retirer de la "bouillasse" (qui finalement a été appelée sédiment) ?
- Comment a-t-elle pu monter si haut, jusqu'au sommet de la falaise ?

Et encore :

- Pour avoir trois petites couches de craie dans notre récipient, il a déjà fallu beaucoup de temps, alors ... ?

Certains suggèrent que les falaises doivent être anciennes, que leur formation remonte peut-être même ... jusqu'au Moyen Age !

Une petite fille explique que dimanche, elle est allée voir la maison de son oncle en construction, maison située à une trentaine de kilomètres de Dieppe, et qu'elle a vu le trou creusé pour son implantation : "C'est tout de la craie comme celle de la falaise !". Rires ..., mais elle en a rapporté un morceau, et c'est bien de la craie. Certains remarquent qu'"ils ont apporté la craie pour construire la maison", mais elle affirme que la maison, elle, est "en ciment". "Il est impossible que la mer soit allée aussi loin ...".

• Caractérisation de la démarche

Il apparaît au travers des déclarations et remarques des élèves, que leur compréhension géologique de la falaise et de sa genèse, se heurte à des **obstacles**, qui sont ici au coeur de l'apprentissage à réussir.

d'importants
obstacles

Ces obstacles peuvent être caractérisés de la manière suivante :

a) **La falaise n'est qu'une façade** en deux dimensions, comme un décor qui viendrait masquer la terre et les cailloux se trouvant derrière. C'est bien pourquoi la petite fille ne parvenait pas à imaginer que la maison de son oncle, à 30 km de la mer, puisse être construite sur la craie.

Cet obstacle semble combiner une **origine géométrique** (difficulté à concevoir une couche en trois dimensions, dont la falaise n'est qu'une limite d'érosion) et une **persistance artificialiste** (manifeste à travers l'explication proposée d'une construction de la falaise par les Allemands pendant la guerre).

b) **L'âge de la falaise et celui de la craie sont mal distingués.** Cela se voit à travers les remarques relatives à la façon dont la mer a pu quitter "la bouillasse", à l'impossibilité que la mer soit montée jusqu'au sommet de la falaise, etc.

C'est l'ordre de succession des phénomènes qui fait problème, la montée du niveau de la mer - (trop) facilement admise - étant conçue comme postérieure à la sédimentation, et expliquant la présence de **fossiles à la surface de la roche**, mais pas en son sein.

Et s'il s'agit d'un obstacle intellectuel à franchir, cela signifie qu'il ne suffira certainement pas d'une explication d'adulte - même lumineuse - pour y parvenir. La difficulté se démultiplie ici, puisqu'il s'agit d'une falaise maritime, où se conjuguent le rôle ancien (sédimentation) et le rôle actuel (érosion) de la mer.

c) **Le temps est facilement considéré comme une variable causale**, au même titre que la température ou la pression, et non comme une des modalités d'action des variables. C'est probablement ainsi qu'il faut interpréter la remarque relative au "Moyen Age".

"à force du temps"

Dans d'autres séquences de classes analogues, on voit des élèves expliquer la présence des fossiles à l'intérieur des roches par leur imprégnation progressive "*à force du temps*", imprégnation que l'on peut tenter d'accélérer puisqu'on n'a pas, nous, la possibilité d'attendre si longtemps, en appuyant dessus avec une planche ou un bâton pour que ça pénètre. Mais la pensée de Voltaire n'en était-elle pas assez voisine lorsqu'il interprétait la présence de coquillages dans les montagnes ... par les restes de repas pris par les pèlerins se rendant à Compostelle ?

4. CONCLUSION

En proposant ainsi une diversification des modes d'intervention didactique, et la construction d'alternatives selon les priorités qui sont mises en fonction du moment de l'apprentissage, nous souhaitons éviter, nous l'avons dit une certaine réification d'un modèle constructiviste auquel beaucoup se réfèrent sans contenu toujours précis.

états,
transformations,
outils, éclairages

Il est probable que si toutes ces situations didactiques peuvent conduire à accroître - d'une manière ou d'une autre - les savoirs scientifiques disponibles pour les élèves, la nature de ces savoirs en jeu se révèle assez variée, et fournit une palette disponible à l'intervention didactique. On pourrait dire par exemple que si les séquences commandées par l'acquisition de connaissances mettent l'accent sur des **états cognitifs**, celles qui s'organisent autour d'un obstacle à franchir, accordent une importance plus grande aux **transformations cognitives** des élèves. Les séquences orientées par la maîtrise d'une méthode proposent, elles, plutôt des **outils cognitifs** qui auront à être établis et réinvestis. Quant à celles qui exploitent une situation privilégiée, on pourrait plutôt parler à leur propos d'**éclairages cognitifs**.

En réalité, un assez grand nombre de paramètres, hétérogènes entre eux, peuvent être mis au service d'un enseignement de type constructiviste, et la gestion de ces paramètres laisse apparaître une large gamme d'alternatives, selon la façon dont on les hiérarchise. J'en citerai rapidement quelques uns en conclusion :

- la prise en compte de représentations initialement exprimées, et que l'on se propose de modifier,
- l'appui sur des situations d'action, pour faciliter le passage à la conceptualisation,
- la proposition d'un processus d'abstraction empirique, afin que la conceptualisation corresponde à la construction d'un invariant au-delà de la diversité,
- l'introduction de contraintes graphiques, de codages iconiques, à travers lesquels les élèves doivent retraduire des résultats empiriques,
- le silence (relatif) que s'impose l'enseignant pour favoriser des interventions plus individualisées du type reprise, reformulation, demande d'explicitation de ce que dit un élève, mise en relation ou prolongement d'interventions,
- le respect de durées didactiques, telles que les introductions notionnelles (y compris magistrales) puissent prendre appui sur un fonds expérientiel commun à la classe, et jouent sur la rupture entre modes d'activités didactiques.

Ces divers éléments sont présents à des degrés divers dans les situations qu'a évoquées cet article ; et ils s'y hiérarchisent selon des modalités variables qu'il resterait à analyser avec précision.

Jean-Pierre ASTOLFI
Équipe de didactique des sciences
expérimentales, INRP