

METTRE PAR ÉCRIT SES IDÉES POUR LES FAIRE ÉVOLUER EN SCIENCES

Anne VÉRIN
INRP - Didactique des sciences

Résumé : Dans une pédagogie de type constructiviste, la production d'écrits par les élèves peut jouer un rôle déterminant d'outil d'élaboration de la pensée, pour faciliter la mise en jeu des idées propres des élèves et leur transformation progressive. Une recherche centrée sur le travail didactique des obstacles à la construction de concepts sur la transformation de la matière a été menée par l'équipe de didactique des sciences expérimentales de l'INRP. Elle a conduit à la mise en œuvre de pratiques d'écriture variées, prenant leur sens dans une interaction avec des actions sur le réel et des échanges oraux dans la classe. Leurs fonctions dans la formation scientifique sont analysées à propos de deux exemples de travail à l'école élémentaire. Le rapport à l'écriture peut s'en trouver modifié.

Prédominants dans la pratique scolaire habituelle en sciences, les **écrits expositifs** (1), pour lesquels la mise en forme est importante, sont réalisés au terme d'un travail et en présentent les résultats de façon reconstruite et réorganisée. Dans une recherche sur les compétences méthodologiques en sciences expérimentales, nous avons particulièrement étudié les caractéristiques des comptes - rendus d'expériences ou de visite et expérimenté différentes modalités d'apprentissage de leur réalisation (Astolfi, Peterfalvi et Vérin, 1991).

Ces écrits peuvent avoir plusieurs fonctions pour la formation scientifique :

- ils constituent un support pour l'activité d'organisation du raisonnement et des connaissances construites, par le travail qu'ils engagent sur la mise en forme du texte, sur l'articulation des séquences descriptives et des séquences explicatives, sur la complémentarité des textes et des schémas ;
- ils permettent de conserver le savoir sous une forme institutionnalisée, qui fournira un point d'appui pour les apprentissages ultérieurs ;
- enfin, par la nécessité de respecter le double système de normes qui les régit, ils familiarisent à deux exigences, l'une étant l'orthodoxie de la méthodologie scientifique - rigueur codifiée dont les lecteurs doivent pouvoir repérer le respect - l'autre étant la correction de l'expression linguistique - qui a pour objet la facilitation de la communication.

Cependant, **une plus grande variété d'écrits peut être produite** en classe de science. Dans une pédagogie constructiviste, qui veut mettre l'élaboration de leurs connaissances par les élèves au centre du processus de la formation scientifique, **des écrits de travail** accompagnant les démarches

d'investigation peuvent jouer un rôle important pour mobiliser la pensée des élèves et engager une dynamique de changement conceptuel. Nous avons étudié également, dans la recherche à laquelle il vient d'être fait référence, comment la production d'écrits peut contribuer à la formation de compétences de raisonnement. Dans les dispositifs expérimentés, l'écriture intervient de façon fonctionnelle, **en interaction** avec des phases de débat, d'observation, d'expérimentation, d'utilisation de documents. Apprendre à écrire se fait dans le même mouvement qu'apprendre à raisonner de façon scientifique, dans un va-et-vient entre produire du sens avec de l'écrit et mettre en place des compétences spécifiques. Certains dispositifs visent plus particulièrement la formation de l'une des compétences en jeu dans les processus rédactionnels : élaboration des idées ; prise en compte du destinataire ; appropriation de types d'écrits descriptifs, explicatifs, argumentatifs ; micro et macro-planification. L'ensemble des dispositifs met en jeu le raisonnement scientifique dans une variété de situations à travers lesquelles les élèves construisent des outils de contrôle de leur propre activité et développent une **attitude réflexive** sur leur démarche tant d'écriture que d'appropriation de connaissances scientifiques.

Bruno Latour (1987) distingue le fonctionnement des chercheurs scientifiques à deux moments qui ne peuvent pas être confondus et qui impliquent des logiques différentes : le moment de la science en cours de construction, incertaine, informelle et changeante et celui de la science toute faite, formaliste, réglée, sûre d'elle-même (voir C. Sutton ici même). Les écrits produits par ces chercheurs se différencient également selon ces deux logiques. Dans le contexte de la formation, on peut penser que des activités définies en référence avec ces deux logiques scientifiques sont nécessaires : des temps où l'on raisonne comme on peut le faire avec les outils conceptuels dont on dispose, tout en mettant à l'épreuve le produit de son raisonnement pour le réajuster, et des temps où l'on organise et on stabilise son raisonnement et les connaissances qu'il a permis d'établir. De même, l'écriture suivra d'abord la pensée dans toute son imperfection sans souci de forme, pour être, dans un temps différent, organisée, rectifiée, et c'est ce double mouvement qui amènera peu à peu la transformation des idées et des façons de penser. Il s'agit alors de faire produire aux élèves des écrits par lesquels **ils donnent une forme écrite à l'état de leur pensée**, mêlant souvent mots et graphismes. Même si la forme, à ce stade, n'est **pas canonique** (ils n'ont pas la forme de textes scientifiques transposés au niveau des élèves, mais sont plus proches des écrits accompagnant la science en construction), ce sont bien des écrits propres à la formation scientifique car il s'agit d'interprétations de la réalité physique qui sont questionnées et modifiées pour avancer : idées, prévisions, organisation et résultats de mises à l'épreuve, argumentations. Ces écrits ne garderont cependant leur caractère fonctionnel que s'ils demeurent **au service du débat scientifique et de la progression des idées** dans la classe et si l'investissement dans l'activité même d'écriture reste assez léger pour ne pas saturer complètement la mobilisation cognitive.

1. ÉCRITURE ET TRAITEMENT DIDACTIQUE DES OBSTACLES

Dans un travail plus récent (Astolfi et Peterfalvi, 1993 ; Vérin et Peterfalvi, 1994), nous avons utilisé ces formes d'écrits comme supports à un travail sur les obstacles conceptuels à la construction de connaissances scientifiques dans le domaine des transformations de la matière.

La recherche voulait mettre à l'épreuve la notion d'objectif-obstacle (Martinand, 1986) et l'utiliser pour organiser des séquences d'enseignement centrées spécifiquement sur le traitement didactique de quelques obstacles. Cette centration se justifie lorsque des analyses préalables ont permis d'identifier un petit nombre d'**obstacles** qui sont à la fois résistants à l'enseignement, gênants pour des objectifs de construction conceptuels déterminants, et jugés franchissables. La mise en jeu de la pensée propre des élèves est une condition indispensable pour que ce travail puisse se faire.

Dans ce contexte d'orientation constructiviste où les conflits cognitifs font partie des ressorts sur lesquels on s'appuie pour travailler les obstacles conceptuels et obtenir des progrès décisifs de la pensée, on peut penser que l'**écriture** a un rôle important à jouer :

- par rapport aux **confrontations entre les idées des élèves** ; des conflits cognitifs peuvent naître de la mise en relation de traces de pensées d'élèves, dont la divergence apparaît alors qu'elle aurait pu passer inaperçue sans ce retour sur l'écrit ; la confrontation entre les prévisions écrites et les observations peut jouer le même rôle ;
- par rapport à la **confrontation de différents écrits produits par la même personne**, une prise de conscience de sa pensée antérieure dans une phase maintenant dépassée peut conduire à une réflexion méta-cognitive sur les obstacles à la construction de connaissances ; le retour sur les écrits peut faire l'objet d'un travail collectif qui favorisera la construction d'idées générales sur les obstacles.

A travers l'analyse de deux exemples, on verra comment des tâches d'écriture inhabituelles peuvent jouer un rôle clé - pour mettre en mouvement la pensée des élèves.

2. ÉCRITURE ET CONFLIT COGNITIF

Les premières théorisations didactiques constructivistes (par exemple Posner et al., 1982) proposaient un schéma simple du changement conceptuel : en mettant en difficulté les idées des apprenants, on les obligeait à abandonner ces idées et à reconstruire des connaissances scientifiques. Or la mise en contradiction logique ne suffit pas, certaines de ces idées se constituent en obstacle et résistent. Il n'est pas simple d'installer un conflit cognitif (Johsua, 1989 ; Gil, 1993), et, avant de l'accepter, les apprenants mettent en œuvre différentes stratégies pour conserver leurs idées premières, suivant un principe d'économie cognitive. Elles consistent en général à nier un des termes de la contradiction : nier le fait surprenant ou nier son caractère surprenant en le transformant pour l'intégrer au système d'idées existant ; donner une réponse scolaire locale sans y adhérer, tout en conservant ses idées personnelles dans le registre de fonc-

tionnement habituel ; ou, enfin, dévaloriser ses idées et accepter la connaissance nouvelle, mais sans l'intégrer.

2.1. Faire exister un conflit cognitif dans la classe

Plusieurs conditions peuvent jouer un rôle déterminant en réponse à ces stratégies d'évitement du conflit cognitif, telles que de donner un enjeu social en posant un problème à résoudre collectivement, d'impliquer personnellement chaque élève, de trouver des moyens pour rendre saillants les deux termes de la contradiction. **La production d'écrits** intervient comme **l'un des moyens** pouvant favoriser l'installation d'un conflit cognitif. Elle joue en interaction avec des tâches à réaliser par le groupe, qui induisent un débat réel entre la classe et l'enseignant, et c'est dans ce débat d'idées que la production puis l'examen collectif des écrits et les allers et retours entre prévisions, expérimentations, observations interviennent.

La coutume didactique instaurée dans les classes doit pouvoir **garder à la production d'écrits son rôle instrumental** :

- les écrits demandés dans ces moments sont **courts**, « légers », ne mobilisent pas excessivement les élèves ;
- ils ne se suffisent pas à eux-mêmes mais sont **un point d'appui** pour le débat dans la classe et la réalisation d'expériences ou d'observations ;
- ils **ne sont pas évalués** puisque ce sont des écrits exploratoires ; plus généralement, les tentatives d'explication rationnelle - écrites, orales, sous-jacentes aux dispositifs imaginés - n'ont pas le statut d'erreur mais d'essais intelligents partiels ; ils ne sont pas jugés sur des critères formels, mais **mis à l'épreuve de leur efficacité** dans la démarche ou discutés quant à la pertinence de leur contenu ;
- ils sont **pris au sérieux par l'enseignant** qui organise les activités en tenant compte des idées exprimées et les soumet à la discussion collective et à l'expérimentation.

Nous examinerons comment l'une des séquences d'un dispositif, mis en œuvre à plusieurs reprises en cycle 3 (Plé, 1995), s'organise autour du travail d'un obstacle et quels moyens sont mis en œuvre pour installer le conflit cognitif et engager les élèves dans un travail sur leurs idées personnelles. **L'obstacle**, ici, n'est pas une idée particulière qui s'opposerait à la connaissance scientifique, mais l'absence de disponibilité d'une idée, celle que l'air est de la matière. Les élèves expliquent un certain nombre de phénomènes d'une façon économique pour eux, sans faire intervenir l'air, dont l'existence et les propriétés ne sont pas immédiatement disponibles dans leur registre cognitif. Cet obstacle fonctionne en réseau avec **d'autres obstacles** qui le renforcent, en particulier le primat de la perception, c'est-à-dire l'attachement exclusif à ce qui est perçu. L'enseignant, espérant mettre les conceptions des élèves en difficulté, provoque une série de phénomènes où l'air a des effets observables. Or l'obstacle - et c'est bien le signe qu'il s'agit d'un véritable obstacle et non d'une difficulté locale - résiste et cela se traduit par l'évitement du conflit cognitif.

2.2. Écrits 1 : prévision du résultat d'une expérience

Une série d'expériences mettant en jeu de l'air est réalisée devant la classe. Les élèves doivent répondre par écrit à des questions leur demandant d'expliquer les phénomènes qu'ils observent. Dans l'une de ces expériences, un morceau de sucre est collé au fond d'un gobelet en plastique transparent ; celui-ci sera renversé et plongé verticalement dans un récipient plein d'eau. L'enseignante leur demande de prévoir par écrit ce qui va se passer avant de réaliser l'expérience.

Les réponses, dans leur majorité, prévoient que l'eau va monter, ne mentionnent pas l'air et sont focalisées sur le sucre :

Le sucre tombe petit à petit

L'eau ira dans le pot et le sucre se décollera

Dans l'eau le sucre va fondre.

L'écriture de prévisions à ce stade met en jeu les idées que se forment personnellement les élèves dans un climat de recherche collective qui autorise toutes les explorations. Elle joue un rôle important pour préparer l'installation d'un conflit cognitif :

- elle oblige les élèves à **prendre le temps de formuler leurs idées** pour les noter sur le papier ;
- elle donne plus de poids aux idées de chacun en leur donnant le **statut de chose écrite**, et vise à empêcher l'oubli ou la mise à l'écart de ces idées lorsque les arguments des autres ou l'observation viendront les contredire ;
- elle **engage** ainsi **personnellement** les élèves dans une activité de construction de savoir qui se déroule comme un débat où ces idées interviennent comme des éléments décisifs, en interaction avec celles des autres et avec la référence au réel.

2.3. Écrits 2 : première « explication » plus proche du constat

L'enseignante réalise l'expérience puis retourne le pot pour montrer aux élèves l'état du sucre. Un vif débat s'instaure : certes, le sucre n'a pas fondu, mais il y a des gouttes d'eau dans le pot ; peut-être que l'eau s'arrête juste au niveau du sucre ou que l'expérience est mal faite. Bref, beaucoup d'élèves ne se laissent pas convaincre et refusent le fait que l'eau ne monte pas (négation de l'observation), ce qui leur permet de maintenir l'idée implicite que le verre était vide au départ, ou tout au moins que l'air n'a pas vraiment d'existence matérielle suffisante pour s'opposer à la montée de l'eau.

A l'issue du débat cependant, dans l'explication écrite individuelle qui leur est demandée, seuls quatre élèves maintiennent qu'**il y a de l'eau**. La plupart se contentent d'écrire, sans proposer d'explication : ***il n'y a pas d'eau***. Ils s'en tiennent à un **simple constat** et produisent des réponses en cohérence avec l'observation, mais on peut penser que la brièveté des réponses indique qu'ils ne se sont pas véritablement approprié l'idée que c'est l'air qui a produit cet effet. Même s'il est encore trop tôt pour que les élèves soient en mesure d'élaborer une explication, cette écriture individuelle fait exister un **temps de réflexion personnelle**, qui rythme la dynamique du travail entrepris.

2.4. Écrits 3 : invention de dispositifs d'expérience

La contestation exprimée par les élèves au cours de la discussion est prise au sérieux par l'enseignante qui leur propose d'**inventer des expériences** qui rendront perceptible sans ambiguïté le phénomène en question. Les élèves, par groupes, imaginent différents moyens, comme la coloration de l'eau et l'utilisation d'un bouchon comme flotteur. Oralement, ils confrontent leurs idées et les affiches réalisées sont le produit de ces discussions. Les affiches sont ensuite examinées par la classe entière par rapport au projet : présentent-elles des expériences permettant de répondre à la question en suspens ?

Avoir à mettre par écrit au préalable les dispositifs permet d'organiser l'action prévue et d'éliminer à l'avance certaines modalités qui, une fois précisées sur le papier, paraissent non réalisables. L'**examen critique comparatif** renforce la réflexion. Produit d'une discussion en petits groupes et support d'une discussion élargie, dont le but est l'élaboration progressive des idées, l'écrit joue ici comme **support de la confrontation entre la pensée individuelle et la pensée des autres élèves**. Il est finalisé par la **préparation d'une action**.

2.5. Écrits 4 : deuxième explication

Les expériences sont réalisées par les groupes d'élèves, et confortent le fait *a priori* inacceptable. Il est maintenant d'autant plus difficile à refuser que ce sont des expériences qu'ils ont eux-mêmes proposées qui le mettent en évidence. La solution s'impose à tous : pour expliquer que le sucre reste sec, il faut admettre que le verre « vide » contenait de l'air et que cet air s'oppose à la montée de l'eau. Cette idée est exprimée oralement par la classe. Puis une explication écrite individuelle est demandée et, cette fois, les écrits sont plus riches :

Parce qu'il y a de l'air dans le pot

L'air met l'eau sur les côtés

L'eau ne rentre pas car l'air empêche de passer

L'eau ne monte pas parce que l'air est déjà dans le pot et que l'air pousse, l'air forme un bouchon.

On peut voir que maintenant les élèves produisent une **explication**, dans ce nouveau temps de réflexion personnelle. Ils font intervenir l'air, l'idée de son existence matérielle semble bien admise pour eux. La formuler par écrit contribue à la **consolider**, mais cela ne sera pas encore suffisant, comme on le verra.

2.6. Nouveau problème, nouvelle séquence de production d'écrits

Pour faire fonctionner cette idée dans une autre situation, l'enseignante demande aux élèves d'**inventer par écrit des dispositifs pour faire entrer l'eau dans le gobelet**. Or on s'aperçoit que la conception première réapparaît chez certains élèves qui prévoient, dans leurs schémas, de faire des trous sous le niveau de l'eau : ils semblent penser que c'est simplement la paroi du gobelet qui empêche l'eau de rentrer et oublient de nouveau l'existence de l'air ou ne lui attribuent pas assez d'existence pour résister à l'eau et l'empêcher de rentrer par les nouvelles ouvertures pratiquées. C'est sur la base de la variété des écrits

des petits groupes que la classe raisonne et que le conflit socio-cognitif est relancé. Sans la phase de productions d'écrits, les contradictions entre élèves seraient passées plus facilement inaperçues dans la discussion. L'activité continue, et, comme précédemment, elle est jalonnée par la production d'écrits, dont certains jouent le rôle d'interface entre la pensée individuelle, la pensée d'autres élèves, l'expérience et la construction conceptuelle collective et d'autres gardent des traces de la réflexion personnelle.

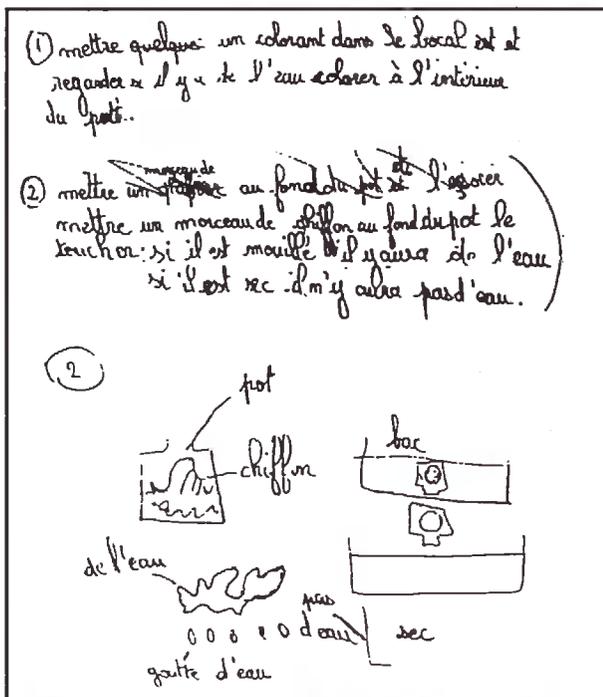
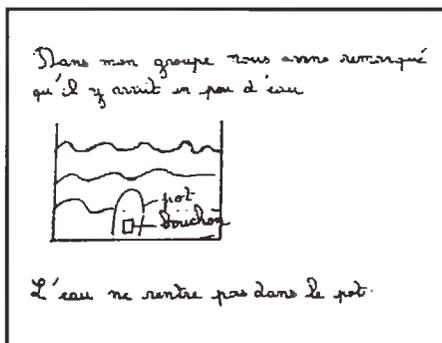


Figure 1 : Dispositifs imaginés par des groupes d'élèves et affichés dans la classe

2.7. Écrit final expositif

Au terme de l'activité, après plusieurs autres débats et expérimentations sur des situations physiques où l'air produit des effets repérables, la classe est en mesure de construire un tableau synthétique des propriétés communes trouvées entre l'air et les solides et liquides - reconnus comme faisant partie de la classe « matière » dès le départ - et de formaliser la nouvelle connaissance construite, qui porte à la fois sur la nature matérielle de l'air et sur un palier de structuration de la classe « matière ».

Comparaison des propriétés de l'air, des liquides et des solides

AIR	LIQUIDE	SOLIDE
<ul style="list-style-type: none"> - on ne peut pas l'attraper - transparent - pèse, mais on ne s'en aperçoit pas - on en respire - ça se comprime 	<ul style="list-style-type: none"> - on ne peut pas le garder dans la main - ça pèse - ça possède un niveau - ça coule - ça se comprime 	<ul style="list-style-type: none"> - on peut le garder dans la main - ça pèse - dur ou mou - plein ou épais - ça peut se tordre - ça fait du bruit quand ça tombe - ne se comprime pas
MATIÈRE <ul style="list-style-type: none"> - c'est ce que l'on sent, ce que l'on touche - ça pèse - ça peut pousser un autre objet 		

Figure 2 : Tableau synthétique construit par la classe et l'enseignant

Il s'agit là d'un écrit de type différent, un **écrit final expositif**, dont la production est cette fois un résultat traduisant la construction conceptuelle à laquelle la classe est parvenue. Les écrits précédents étaient **instrumentaux** dans l'installation et la résolution du conflit socio-cognitif. Leur forme n'avait pas d'importance pourvu que les idées puissent être exprimées, communiquées et transformées. Dans cet écrit au contraire, le respect de contraintes formelles (ici la mise en correspondance partielle des lignes dans les trois colonnes) joue comme support à la structuration des idées (le repérage de propriétés similaires). L'écrit final concrétise l'**institutionnalisation d'une nouvelle connaissance** dont on est sûr à ce moment dans la classe ; il pourra servir de référence ultérieurement, être complété ou remodelé.

3. ÉCRITURE ET RÉFLEXION MÉTACOGNITIVE SUR LES OBSTACLES À LA CONSTRUCTION CONCEPTUELLE

Instaurer un **travail métacognitif sur les obstacles** a pour objet de consolider les changements conceptuels et de construire, en même temps que de nouvelles connaissances scientifiques, des connaissances sur des obstacles généraux qui ont pu être dépassés localement mais que l'on retrouvera dans d'autres situations car ils constituent des modes de fonctionnement de la pensée économiques ou utiles à certains moments (Peterfalvi, 1995).

Voyons dans un exemple particulier comment le **jeu entre les écrits des élèves, les écrits du professeur et les paroles échangées** a pu faire avancer l'identification par les élèves d'obstacles communs à la construction de différentes connaissances scientifiques. Nous suivrons les transformations d'une idée-obstacle au cours de ses énonciations successives.

3.1. Un dispositif qui contourne les résistances à l'identification d'obstacles

Il n'est pas facile de faire partager aux élèves un projet métacognitif, qui n'a rien de spontané chez eux. Il suppose un **retour réflexif** sur la démarche conceptuelle, pour comprendre ce qui s'est passé et pour identifier ce qui est généralisable dans le chemin parcouru. En particulier, les obstacles qui ont joué, dans la mesure où ils relèvent de schémas de pensée généraux, risquent de resurgir dans de nouvelles situations. Il vaut mieux en être averti pour pouvoir s'en méfier, construire une vigilance critique. Le moyen utilisé dans cette classe pour donner une utilité immédiate à ce projet pour les élèves a été de leur demander **d'enseigner à d'autres élèves** ce qu'ils venaient d'apprendre à propos de l'évaporation de l'eau. C'est de façon instrumentale par rapport à ce projet d'enseignement que le repérage de leurs propres obstacles passés devenait utile ; prévoir les obstacles probables des futurs élèves permettait de préparer des arguments et des activités appropriés.

Ce type de travail présente une autre difficulté. Demander aux élèves de reprendre leurs écrits successifs et de les comparer les amène à s'intéresser spécifiquement à leurs erreurs. Cela peut être compris comme une demande d'intériorisation d'un jugement négatif porté *a posteriori* sur le travail antérieur – **vous voyez comme vous aviez mal fait** – et être très mal vécu. On a pu constater à plusieurs reprises que, face à des productions qu'ils jugent maintenant erronées, les élèves se sentent dévalorisés par leurs erreurs passées. On a préféré, dans cette situation, leur demander de travailler à partir de l'évocation de leurs souvenirs. La forme de travail adoptée s'avère efficace pour **éviter une auto-dévalorisation** : les élèves écrivent à plusieurs un seul texte et chacun donne aussi bien les obstacles repérés chez soi que chez d'autres. Celui qui a manifesté l'idée autrefois n'a pas d'importance dans cette tâche ; par contre le fait de repérer un obstacle est vécu comme un apport positif pour le travail du groupe.

3.2. Écrits 1 : repérage d'idées-obstacles

L'enseignant propose donc aux groupes de commencer par réfléchir à ce qui les a eux-mêmes gênés au cours de leur travail antérieur. Il est convenu que chaque groupe rédigera un texte qui aidera à la préparation de cet enseignement, et qui portera sur *ce qui nous a gênés* et *ce qui nous a aidés à comprendre*.

Un groupe de quatre enfants repère dans la discussion une idée qui les a gênés pour comprendre le phénomène de l'évaporation de l'eau :
On croyait que l'eau était toujours liquide... que la roche était toujours solide, ça dépend des matières... parce que c'est comme ça qu'on a l'habitude de les voir, c'est une mauvaise habitude (oral, notes d'un observateur).

Le texte produit est le suivant :

On croyait que l'eau était que liquide à force de la voir dans la vie de tous les jours.

On peut noter que le texte reprend l'idée-obstacle qui attribue un seul état à chaque substance, mais l'exprime pour l'eau seulement, c'est-à-dire le sujet de l'enseignement prévu. Le début de généralisation manifesté oralement (*que la roche était toujours solide, ça dépend des matières*) est perdu. Une deuxième idée-obstacle est également exprimée : la compréhension des phénomènes s'appuie souvent sur la seule expérience quotidienne. Mais le jugement métacognitif (*c'est une mauvaise habitude*) disparaît à l'écrit. On retrouvera ultérieurement les idées abandonnées à ce stade.

3.3. Écrits 2 : balayage de tous les obstacles repérés

Dans la deuxième phase, **l'enseignant écrit au tableau** ce que les élèves disent. Son but est de proposer une vision globale, soutenue par le caractère synoptique de l'écriture, de l'ensemble des obstacles repérés. Par la complémentarité de ce que disent les différents groupes, il s'agit de cerner l'ensemble des difficultés possibles et qui pourront se rencontrer chez leurs futurs élèves. Les élèves reprennent oralement leurs écrits, **l'enseignant écrit sous leur dictée**, efface... L'écrit est évolutif. Les reformulations, les sélections sont négociées dans la discussion collective. L'enseignant a cependant une part déterminante dans l'organisation de l'écrit par l'utilisation qu'il fait de l'espace du tableau (les régions qu'il choisit pour écrire chaque phrase, les proximités avec d'autres phrases déjà écrites préparent une structuration). Cette façon de procéder permet d'aller plus loin dans le degré de généralité des formulations qui seront progressivement construites. En contrepartie, l'adhésion des élèves à ces formulations sera probablement moins forte que s'ils les avaient produites eux-mêmes.

Le même groupe dit dans la discussion :

On croyait que l'eau était que liquide parce qu'on la voit comme ça dans la vie de tous les jours.

L'enseignant écrit au tableau :

L'eau était toujours liquide.

C'est une expression condensée de la première partie de la phrase. L'explication causale par l'expérience quotidienne n'est pas retenue ici, l'enseignant visant d'abord à identifier séparément chaque idée-obstacle.

3.4. Écrits 3 : classement

Le texte écrit au tableau sert ensuite de support pour chercher des jeux d'équivalence entre différentes formulations, entre des exemplifications différentes d'une même idée. Il s'agit de **passer de formulations locales à des formulations plus transversales**. S'appuyant sur la discussion instaurée dans la classe, l'enseignant entoure de couleurs différentes les phrases correspondant aux différentes familles. Ainsi *l'eau évaporée était-elle toujours de l'eau ?* est regroupé avec *l'eau devenait de l'air* et avec une série d'autres propositions sous l'appellation *les états*.

3.5. Écrits 4 : obstacles transversaux

Pour aller plus loin dans le repérage d'obstacles transversaux, **l'enseignant écrit** au tableau, lors de la séance suivante, **trois phrases qu'il a sélectionnées** dans la liste précédente et qui correspondent à trois obstacles conceptuels : ***Une matière qui changeait d'état changeait de matière, L'eau était-elle toujours là quand elle devenait invisible ?, La matière n'était qu'à l'état solide.*** Les élèves sont invités à **rechercher des équivalences** avec les autres phrases données précédemment, **des reformulations, de nouvelles exemplifications**, et par là s'approprient personnellement les propositions d'autrui et mettent en relation les obstacles généraux et leurs manifestations dans des exemples variés. L'enseignant modifie le texte écrit au tableau au fur et à mesure de la discussion.

Ainsi l'idée-obstacle exprimée précédemment par notre groupe est reprise et développée dans la discussion en mettant en relation liquide et gaz :

Quand on voit de l'eau... on savait pas avant que ça pouvait devenir du gaz vu que dans la vie de tous les jours on voyait que l'eau elle était liquide, donc on la voyait moins souvent en gaz,

et reformulée en utilisant le terme état :

On la voyait dans la vie de tous les jours à l'état liquide,

puis rattachée à un obstacle transversal par comparaison avec un autre exemple :

Ben c'est pareil pour la bougie : dans la vie de tous les jours on la voit solide, mais on peut aussi la rendre liquide

Enseignant : *Avant, qu'est-ce qu'on croyait ?*

Qu'il y avait qu'un seul état par matière

Parce que si on changeait d'état, ça changeait de matière.

L'enseignant écrit ***une matière n'avait qu'un état***, puis la discussion fait éliminer cette phrase parce qu'elle rejoint les deux idées qui seront finalement retenues.

A la fin de la séance, deux formulations d'idées-obstacles sont conservées et écrites au tableau par l'enseignant : ***Une matière qui changeait d'état***

changeait de matière et *Ce qui est invisible n'existait pas*, comme désignant ce qui empêchera probablement les camarades de comprendre. Ce sont ces formulations qui seront conservées comme référence commune pour la suite du travail.

L'ensemble du processus, on le voit, est très guidé. Le caractère exigeant de la démarche intellectuelle engagée le justifie. Ce ne sont pas les élèves qui construisent seuls les formulations, mais ils sont **amenés à adhérer** à une construction en train de se faire, et par la suite ils consolideront son appropriation en l'utilisant.

3.6. Écrits 5 : intégration des obstacles dans la préparation du cours

Par groupes, les élèves reprennent leurs premiers écrits, et continuent la préparation de leur *cours* en les complétant et en imaginant des situations qui aideront leurs élèves à surmonter ces incompréhensions.

3.7. Écrits 6 : classement des idées locales dans des catégories d'obstacles transversaux

L'organisation de la séance d'enseignement est mise au point collectivement. Elle comporte des phases d'expérimentation et des phases de **cours dialogué**. Il est décidé que deux élèves dans chaque groupe seront chargés d'enseigner dans chaque groupe, et les deux autres seront des **surveillants d'obstacles**. Ils devront écouter les *élèves* et consigner les difficultés de compréhension manifestées en les classant dans deux colonnes dont les intitulés reprennent les formulations générales d'obstacles retenues. Ce dernier type d'écriture joue un rôle **d'entraînement à la mise en relation du particulier au général et au repérage d'obstacles**. Certains élèves font fonctionner correctement les catégories. D'autres, ne parvenant pas à reconnaître les obstacles dans ce que disent leurs élèves, relèvent élève par élève la suite des propositions. Deux groupes ne remplissent pas la grille, soit que la tâche se soit avérée trop difficile pour eux, soit qu'ils se soient trop identifiés aux élèves-professeurs pour être capables de prendre du recul. On peut voir, dans les difficultés rencontrées par certains élèves à repérer les obstacles, la manifestation d'une appropriation incomplète de la construction collective, fortement guidée par l'enseignant, comme on l'a vu. Cependant, à la suite de cette séance, lors d'entretiens avec une partie des élèves, ceux-ci ont spontanément axé leur discours sur les idées, qu'ils jugeaient étonnantes, de leurs *élèves*, signe d'une *reconnaissance* et en même temps d'une *mise à distance des obstacles* - petite étape, mais étape significative néanmoins, dans le cheminement jamais terminé de l'apprentissage scientifique.

Sur ce deuxième exemple, on a pu décrire des pratiques langagières qui, même si elles ne sont pas complètement abouties dans la dernière phase, montrent comment il est possible d'engager les élèves dans une démarche réflexive sur leur évolution conceptuelle. L'écriture peut y aider si elle est fonctionnelle dans un débat qui a du sens pour les élèves. Pour que les élèves acceptent ce

travail, il fallait les persuader qu'être capables de reconnaître dans des idées antérieures des erreurs est un signe de progrès : leur donner la responsabilité d'enseigner le signifiait implicitement.

4. UNE DYNAMIQUE D'APPRENTISSAGE DANS LAQUELLE LA PRODUCTION D'ÉCRITS « À LA PREMIÈRE PERSONNE » JOUE UN RÔLE-CLÉ

Dans des activités telles que celles qui viennent d'être décrites, les élèves s'entraînent à utiliser l'écrit pour exprimer leur pensée personnelle et pour communiquer une pensée en cours de construction dans un débat (sans souci de mise en forme). Des compétences d'élaboration du contenu de la communication se mettent en place, mais **l'écriture reste secondaire**, c'est un moyen. **Les dimensions linguistiques et culturelles** (types de textes attendus en sciences par différenciation avec d'autres types de textes) **sont renvoyées à d'autres moments de l'apprentissage**. Tout en reconnaissant la nature pluri-dimensionnelle de l'acquisition de compétences d'écriture, ce qui est travaillé de façon privilégiée, ce sont les dimensions cognitives et sociales de l'écriture.

Les élèves sont engagés dans une écriture « à la première personne », au sens où c'est la **pensée propre** de ceux qui écrivent qui est en jeu - et non pas des connaissances scientifiques existant comme un corps de connaissances extérieur à l'apprenant. Il ne s'agit pas pour autant d'une écriture seulement individuelle. Dans la mesure où la dynamique de construction est collective, l'élaboration par oral d'un écrit collectif, la reprise d'écrits individuels par un groupe et l'inverse jouent tout autant. Les discours fonctionnent de façon dialogique, dans un contexte qui répond aux deux conditions didactiques définies par Gilbert Ducancel (1991) : le mode de travail adopté est de type constructiviste, et l'enseignant assure « une interlocution commandée par l'intellection » qui se joue entre plusieurs instances sociales : chaque élève qui est engagé dans un changement conceptuel, les groupes, la classe et l'enseignant qui participent à la construction collective de nouvelles connaissances, les deux dernières instances jouant en outre un rôle de légitimation et de validation des discours.

Ce faisant, **le rapport qu'entretiennent les élèves avec l'écriture peut s'en trouver modifié**. L'une des difficultés et causes de blocage par rapport à l'écriture scolaire vient du fait que la situation est souvent fautive d'un point de vue communicationnel. Claudine Garcia-Debanc (1988) note que dans la plupart des demandes scolaires d'explication, « l'écrit explicatif est le plus souvent exclusivement destiné à l'enseignant qui, lui, comprend déjà très bien le phénomène sur lequel il demande des explications. Il vise avant tout à vérifier l'état des connaissances de ses élèves. » Les élèves, qui ont à apprendre des compétences de gestion de l'interaction, et en particulier de représentation du destinataire, se trouvent doublement mis en difficulté. Par ailleurs, les écrits mis en forme collectivement ou notés sous la dictée du maître dans les cahiers représentent avant tout une trace formalisée du savoir à retenir, et participent de son institutionnalisation, pour reprendre le terme de Brousseau (1986). Ils n'aident pas à construire cette compétence.

Or ici, les élèves expérimentent **une écriture insérée très immédiatement dans une communication** qui s'intrique avec l'oral, avant la production (élaboration collective orale), après (lecture, commentaires, reprises orales) et avec l'action. Les lecteurs ne sont pas virtuels mais bien présents et leurs réactions sont plus facilement prévisibles. La mise à l'épreuve des écrits ne se fait pas par référence à des critères formels mais par référence à ce travail avec le réel et cette communication dans la classe dont on peut avoir des **feed-back** assez rapidement. Dans ce contexte on observe l'absence de problèmes de blocages ou de refus. On peut faire l'hypothèse qu'il en restera au moins une certaine levée de l'appréhension et de la dévalorisation personnelle face au passage à l'écrit.

Par ailleurs, les élèves peuvent mettre en œuvre des procédures complexes d'écriture, impliquant des **reprises** et des **réécritures** motivées de façon fonctionnelle; et expérimenter cette **élaboration des idées à travers l'écriture**. Ils peuvent par là comprendre que l'écriture n'est pas un simple processus en deux étapes (penser / écrire) mais au contraire un processus long et comportant des allers et retours multiples. Söter (1987) a montré l'importance de cette compréhension pour l'amélioration des compétences de scripteur.

Pour Sutton (1995 et ici même), les conceptions sur la nature du langage comme système d'étiquetage sont liées aux conceptions positivistes de la science. Des conceptions constructivistes de la science impliquent à l'inverse que la **langue** soit considérée comme **système d'interprétation**. En renversant cette proposition, nous pensons qu'engager les élèves dans une écriture fonctionnellement insérée dans la formation scientifique, au service d'un projet de construction d'une compréhension du monde, peut contribuer à **faire évoluer les représentations** qu'ils se forment **de l'activité scientifique**. L'image de la science comme un corps de connaissances désincarné est remplacée par une image de l'activité scientifique comme activité de création d'idées.

Enfin, les pratiques que nous avons décrites peuvent participer à la **désacralisation de l'écriture** (David, 1994), déterminante pour faciliter sa maîtrise. Les enseignants trouveront dans ces activités conduites en sciences un point d'appui fortement investi. Cependant, on s'aperçoit que les élèves ne rattachent pas spontanément ce type de travail au domaine de l'écriture, qui pour eux comporte essentiellement les textes mis en forme, et de façon privilégiée les textes narratifs. **La prise de conscience de ce qui se joue là par rapport à l'écriture ne va pas de soi**, elle doit être provoquée. Les liens sont à construire. Les transferts à d'autres situations de production d'écrits doivent être pris de front dans l'enseignement.

NOTES

- (1) E. Werlich (cité par ADAM, 1985) distingue cinq types de textes structuraux liés à des processus cognitifs particuliers, parmi lesquels « le type expositif est associé à l'analyse et à la synthèse de représentations conceptuelles ». Jean-Michel Adam reprend cette typologie, mais déplace le type expositif dans le sens du type textuel explicatif, s'appuyant sur la définition donnée par le Littré de l'explication : « discours par lequel on expose quelque chose de manière à en donner l'intelligence et la raison ». Nous avons préféré utiliser le terme expositif à cause de sa connotation de présentation construite, qui nous permet ici de l'opposer aux écrits de travail à visée explicative également, mais pour lesquels les exigences formelles sont secondaires. Nous reprenons la définition de Ducancel (1986), qui distingue le discours informatif, le discours explicatif et le discours expositif, appartenant tous trois au même univers de référence, celui de la cognition. Les discours expositifs présentent une organisation conceptuelle, qui est fréquemment affichée, et réfèrent aux connaissances supposées des destinataires.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAM J.-M. (1985) : Quels types de textes ?, *Le français dans le monde*, 192.
- ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B., VÉRIN A. (1991) : *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris, INRP.
- ASTOLFI J.-P., PETERFALVI B. (1993) : Obstacles et construction de situations didactiques en sciences expérimentales, INRP, *Aster*, 16.
- BROUSSEAU G. (1986) : Fondements et méthodes de la didactique des mathématiques, *Recherches en didactique des mathématiques*, 7, 2.
- DAVID J. (1994) : La réécriture au confluent des approches linguistique, psychologique et didactique, INRP, *Repères*, 10.
- DUCANCEL G. (1991) : Expliquer à l'oral, à l'écrit, en sciences (Cours Moyen 1 et 2), INRP, *Repères*, 3.
- GARCIA-DEBANC C. (1988) : Propositions pour une didactique du texte explicatif, INRP, *Aster*, 6.
- JOHSUA S. (1989) : Les conditions d'évolution des conceptions d'élèves. In BEDNARZ N. et GARNIER C. (Eds) (1989) : *Construction des savoirs, obstacles et conflits*. Ottawa, CIRADE, Agence d'Arc.
- LATOUR B. (1987, 1989) : *La science en action*. Paris, La Découverte, édition française 1989 ; édition originale publiée en anglais en 1987.
- MARTINAND J.-L. (1986) : *Connaître et transformer la matière*. Berne, Peter Lang.
- PETERFALVI B. (1995) : Activités réflexives d'élèves en classe de sciences : des compétences méthodologiques au travail sur les obstacles. In GIORDAN A., MARTINAND J.-L. et RAICHVARG D. (Eds) (1995). *Actes JIES XVII*. Paris, DIRES-Université Paris 7.

- PLÉ É. (1995) : Attaquer un obstacle par ses différentes faces : « l'air n'est pas de la matière » à l'école primaire. In GIORDAN A., MARTINAND J.-L. et RAICHVARG D.(Eds) (1995). *Actes JIES XVII*. Paris, DIRES-Université Paris 7.
- POSNER G. J. et al. (1982) : Accommodation of a scientific conception : towards a theory of conceptual change. *Science Education*, 66.
- SÖTER Anna (1987) : Recent research on writing : implications for writing across the curriculum. *Journal of curriculum studies*, vol. 19, 5, 425-438.
- VÉRIN A., PETERFALVI B. (1994) : Fonctions de l'écriture dans le travail d'obstacles en classe de sciences. In GIORDAN A., MARTINAND J.-L. et RAICHVARG D.(Eds) (1994). *L'alphabétisation scientifique et technique*, *Actes JIES XVI*. Paris, DIRES-Université Paris 7.