

# COMPETENCES METHODOLOGIQUES

Anne-Marie Drouin

*Une recherche actuellement en cours dans l'équipe de didactique des sciences expérimentales de l'INRP étudie les "compétences méthodologiques" susceptibles d'être prises en compte et développées en sciences expérimentales. Cet article ne vise pas à présenter des résultats - ceux-ci seront publiés ultérieurement - mais à prendre comme objet de réflexion l'expression "compétences méthodologiques" en elle-même, en tant qu'elle est révélatrice de présupposés et de projets didactiques qu'il est intéressant de mettre à jour.*

*On est ainsi invité à entrer progressivement dans la problématique de cette recherche en s'attardant tout d'abord sur une analyse de type sémantique qui, par une déconstruction de l'expression "compétences méthodologiques" tente de cerner comment les termes qui la composent se modifient mutuellement dès qu'ils sont associés. Dans un second temps, le sens de cette expression est envisagé à l'intérieur du champ de la didactique des sciences expérimentales et débouche sur l'idée d'une nécessaire prise de recul sur les démarches intellectuelles elles-mêmes, que l'on désigne sous le terme de "métacognition". Et dans un troisième temps, le lien entre compétences méthodologiques et métacognition est illustré à travers la présentation d'une simulation avec des adultes, où la métacognition porte sur les critères implicites par lesquels on peut être amené à juger de la scientificité d'un texte.*

La prise en compte de "compétences méthodologiques" en didactique des sciences expérimentales repose sur un pari, naît d'une association et offre un paradoxe :

1) le pari est qu'en mettant l'éclairage aussi sur ce qui n'est pas le contenu même du savoir, l'acquisition de celui-ci y gagnera en solidité. C'est le sens de cette volonté de mettre l'accent, dans l'apprentissage des sciences expérimentales, sur la nécessaire acquisition de techniques et de savoirs qui sont généralement supposés connus par les élèves et qui ne font pas l'objet d'un apprentissage : lire et interpréter un schéma, savoir rédiger un compte-rendu, se repérer dans un manuel, mettre en place une expérience, séparer et choisir des variables...

2) l'association de l'idée de "compétence" à celle de "méthode", c'est-à-dire d'une qualité individuelle à un comportement objectif, fait apparaître l'acquisition du savoir comme une synthèse entre le développement d'aptitudes personnelles et de procédés associés à un type de connaissances particulier :

l'intérêt pour la notion de "compétences méthodologiques" s'inscrit dans un projet pédagogique...

...repose sur une conception didactique...

...et exprime un paradoxe

**pourtant en tant que telle elle n'apparaît pas comme "entrée" dans les fichiers bibliographiques.**

**Il y a là de quoi justifier une réflexion qui vise à démêler quelques aspects contradictoires d'une expression qui pourrait paraître, illusoirement, claire.**

## **1. A LA RECHERCHE DES SENS DES MOTS**

déconstruire une expression pour en cerner le sens

Si l'on prend globalement l'expression "compétences méthodologiques", son sens est sans doute approximativement assez bien compris comme l'ensemble des savoirs et savoir-faire qu'il faut mettre en oeuvre dans une certaine activité. Pourtant les termes qui la composent, pris isolément, pourraient paraître contradictoires, ou au moins étrangers l'un à l'autre. Une déconstruction de cette expression peut alors permettre de voir comment les mots ont des sens, et comment leur association fait surgir du nouveau et des nuances dont la recherche peut être surprenante. On n'évitera pas ici le recours - traditionnel en philosophie - à l'étymologie, sans prétendre, précisons-le, faire oeuvre de philologie, ni reconstituer un historique complet des évolutions sémantiques. L'objectif est simplement de retrouver, à travers une prise en compte de divers "glissements de sens", une bonne part des implicites véhiculés par le choix de cette expression.

### **1.1. De la compétence aux compétences**

Le verbe latin *petere* d'où est tiré "compétence" signifie "chercher à atteindre" ou "chercher à obtenir" quelque chose ; et *competere* (cum, "avec") c'est "se rencontrer au même point", "s'accorder avec", "revenir à". Etre compétent c'est en quelque sorte convenir à une fonction donnée, être en accord avec cette fonction.

de l'origine juridique de la compétence...

C'est en ce sens que l'on peut comprendre comment la "compétence" est à l'origine un terme juridique : c'est l'attribution, le pouvoir d'un tribunal. Et par extension, cela devient, au sens figuré une habileté dans certains domaines, qui donne un droit de décider. La personne compétente est celle qui sait, ou qui sait faire, qui peut se prononcer, qui peut juger. C'est aussi celle qui est publiquement reconnue comme ayant ce pouvoir ou cette aptitude, mais cette reconnaissance, mêlée parfois d'admiration, ne tient pas lieu d'explication sur l'origine de cette compétence, sur ses fondements ou sa justification. La compétence reste en ce sens un pouvoir, une habileté un peu mystérieuse, de laquelle on peut volontiers se sentir exclu.

Par contre, parler de "compétences", au pluriel, évoque non pas tant l'aptitude elle-même, que ce qui la rend possible, l'en-

...au sens psychologique

semble de ce qui est requis pour pouvoir agir de façon compétente. Il y a dans les compétences une certaine mise à plat de ce qui restait auparavant mystérieux, une publicité de ce qui était intime et caché, une objectivation de ce qui demeurerait subjectif.

les compétences sont du côté du sujet apprenant

De sorte que le cheminement qui va du sens juridique du terme au sens figuré, puis de la compétence singulière aux compétences multiples, ressemble à un va-et-vient quelque peu troublant entre l'idée d'un pouvoir officiellement donné, publiquement attribué (la compétence juridique) et celle d'une aptitude personnalisée, un peu mystérieuse quant à son origine (la compétence comme caractéristique individuelle), puis à nouveau un retour à une dimension objective (les compétences rendant possible la compétence). Mais cette dimension objective, présente dans le pluriel des compétences, se rattache néanmoins à la composante psychologique, elle est du côté de l'individu apprenant.

## 1.2. Méthodes à suivre

la méthode est d'abord un chemin à parcourir, elle est du côté de l'objet

Par opposition à cela, la méthode serait plutôt du côté de l'objet à apprendre. La méthode (du grec *meta*, "vers" et *hodos*, "le chemin") est le chemin à suivre pour arriver à un but. Elle peut être définie comme une suite ordonnée d'opérations à effectuer, sous forme de règles. La méthode a la froideur de l'objectivité, la raideur de la règle, mais aussi le côté rassurant du chemin balisé dont l'aboutissement est certain.

Pour parvenir à un discours vrai, par exemple, Descartes avait énoncé ses quatre préceptes à propos desquels il disait prendre "une ferme et constante résolution de ne manquer pas une seule fois à les observer" (*Discours de la méthode*, seconde partie, 1637) :

rappel des quatre préceptes cartésiens

*"Le premier était de ne recevoir jamais aucune chose pour vraie, que je ne la connusse évidemment être telle : c'est-à-dire d'éviter soigneusement la précipitation et la prévention ; et de ne comprendre rien de plus en mes jugements, que ce qui se présenterait si clairement et si distinctement à mon esprit, que je n'eusse aucune occasion de le mettre en doute.*

*Le second de diviser chacune des difficultés que j'examinerais, en autant de parcelles qu'il se pourrait et qu'il serait requis pour les mieux résoudre.*

*Le troisième de conduire par ordre mes pensées, en commençant par les objets les plus simples et les plus aisés à connaître, pour monter peu à peu, comme par degrés, jusqu'à la connaissance des plus composés : et supposant même de l'ordre entre ceux qui ne se précèdent point naturellement les uns les autres.*

*Et le dernier de faire partout des dénombrements si entiers, et*

*des revues si générales, que je fusse assuré de ne rien omettre".*

On reconnaît dans ce passage célèbre les principes généraux de la démarche méthodique : la volonté de s'en tenir dans les jugements à ce qui se présente clairement et distinctement ; l'analyse ensuite, en autant d'éléments qu'il sera possible ; l'ordre hiérarchisé qui va du simple au complexe ; et enfin la vérification qui consiste à passer en revue l'ensemble des données d'un problème.

décomposer  
recomposer  
ordonner  
hiérarchiser

Cette méthode générale est sous-jacente dans les méthodes particulières qui, pour une activité ou un savoir donnés, proposent des démarches hiérarchisées et ordonnées souvent en étapes linéaires, conçues comme formées d'éléments simples, accessibles, et permettant, grâce à un ordre savamment choisi, de reconstituer peu à peu la complexité de cette activité ou de ce savoir, qu'il s'agisse de la méthode pour apprendre la guitare classique, de la méthode "assimil", ou de la méthode pour reconnaître les champignons.

Autrement dit, ce qui est présent derrière l'idée de méthode, c'est l'idée d'une décomposition en éléments simples, de reconstitution ordonnée de ces éléments dans un cheminement linéaire et exhaustif.

### 1.3. Méthodique ou méthodologique ?

méthodologie et  
prise de recul

Sur le substantif **méthode** se sont formés l'adjectif **méthodique** et le substantif **méthodologie**, qui à son tour a donné **méthodologique**. De ces deux adjectifs issus - directement ou indirectement - d'un même terme, le premier désigne simplement ce qui obéit à une méthode, alors que le second, à travers le suffixe grec **logos** (la "parole", le "discours", la "doctrine"), a un sens réflexif et évoque une prise de recul, un discours au second degré. **Méthodique** peut traduire une attitude naïve et non critique à l'égard d'une méthode. **méthodologique** suppose une réflexion préalable, éventuellement un point de vue critique, ou une méthode pour acquérir la méthode.

## 2. LORSQUE "COMPÉTENCE" FAIT LA CONNAISSANCE DE "METHODE", ET RECIPROQUEMENT

### 2.1. Compétence et méthode, des univers différents

Les compétences, a-t-on dit, sont du côté du sujet apprenant, la méthode est du côté de l'objet d'étude. Les compétences gardent un aspect psychologique et individuel, la méthode est un

chemin à suivre qui a la dimension de l'objectivité. La méthode a un caractère plus général que la compétence : on pourra dire de quelqu'un "il est méthodique", alors qu'on dira moins facilement "il est compétent" sans préciser en quoi il est compétent. La compétence a un caractère descriptif, alors que la méthode a un caractère normatif : l'ordre qu'elle propose est en principe linéaire, et associe son efficacité à la hiérarchisation des difficultés.

un mariage  
étonnant

En sorte que les "compétences méthodologiques" apparaissent comme un mariage étonnant. Que la compétence soit latine alors que la méthode est grecque n'entre pas ici en ligne de compte, bien que cette origine différente ait peut-être préservé l'autonomie de chacun des deux termes, en leur laissant tout loisir de se développer parallèlement sans se gêner mutuellement. Mais cette autonomie cesse, quand, par leur rencontre, non seulement ils deviennent complémentaires, mais ils se transforment l'un et l'autre mutuellement.

## 2.2. Les effets d'une rencontre

Au contact l'un de l'autre les termes de méthode et de compétences perdent certaines de leurs particularités.

Les compétences méthodologiques donnent à la méthode un caractère moins automatique, moins impersonnel, moins normatif. Le chemin balisé est un repère rassurant et non plus un trajet obligatoire.

des modifications  
réciproques

Et inversement, alors que derrière l'idée de compétence se profilait l'ombre du "don inné", les compétences méthodologiques deviennent un ensemble de savoir-faire dont le recensement est nécessaire pour rendre efficace une certaine démarche et qui peuvent faire l'objet d'un apprentissage.

Autrement dit, la rencontre de compétences et de méthode traduit et renforce une vision nouvelle de l'acquisition du savoir.

## 2.3. Un éventail de possibilités

Le sens ici donné au terme "compétence" n'est pas si éloigné du sens qu'il a pris dans le vocabulaire spécialisé de la linguistique : en linguistique, on distingue dans une langue "compétence" et "performance". "Compétence" est l'ensemble des règles syntaxiques et sémantiques permettant un nombre infini d'énoncés possibles ; la "performance" est, pour un sujet parlant, l'ensemble des énoncés qu'il a effectivement produits.

une analogie  
linguistique

On pourrait dire que les "compétences méthodologiques" sont des compétences possibles, offertes à l'apprenant, tout comme les règles syntaxiques et sémantiques sont offertes à celui qui parle une langue. Et de même que toutes les règles syntaxiques et sémantiques ne sont pas mises à l'oeuvre dans tout énoncé linguistique, de même toutes les compétences méthodologiques possibles ne sont pas nécessaires dans toute ac-

quisition. Mais aussi, au même titre que, pour être admis, un énoncé doit suivre les règles syntaxiques et sémantiques, pour être efficace, une acquisition doit passer par la maîtrise d'un certain nombre d'outils, ou "compétences méthodologiques".

### 3. COMPETENCES METHODOLOGIQUES EN SCIENCES EXPERIMENTALES

On voit que si l'on accepte de s'arrêter à tous les sens dont les mots sont porteurs, la complexité de ce que recèlent les "compétences méthodologiques en sciences expérimentales" est l'indice d'une exigence sur les conditions d'apprentissage des sciences, qui pourrait effrayer, ou sembler utopique. Mais ce qui est en jeu ici n'est pas la description d'une prétendue démarche idéale, mais plutôt la prise en compte explicite de l'articulation entre des données psychologiques d'une part, et les spécificités d'un champ disciplinaire d'autre part. C'est cette articulation qu'il est bon maintenant de tenter de penser.

penser l'articulation entre des données psychologiques et les spécificités d'un champ disciplinaire

#### 3.1. Transversalité ou spécificité disciplinaire ?

Certaines opérations ont un caractère transversal, multidisciplinaire, d'autres sont plus spécifiquement liées aux sciences expérimentales. C'est qu'en effet on retrouve ici cette tension entre la spécificité disciplinaire liée à l'idée de méthode, et la transversalité, liée à celle de compétence. La façon de raisonner, de traiter un ensemble de données dans un graphique, de tirer parti d'une observation en choisissant les éléments essentiels par rapport à un problème donné, tout cela pourrait intéresser d'autres disciplines que les seules sciences expérimentales : l'historien, le géographe, l'économiste, le sociologue, le linguiste... se sentiraient tout autant impliqués par ces problèmes. Et on serait tenté de penser que les compétences, fussent-elles méthodologiques, ne connaissent pas de frontières disciplinaires.

Pourtant, il y a dans la démarche des sciences expérimentales un traitement des données de la réalité qui est spécifique. L'absence de frontière n'implique pas forcément la perte de l'identité. La notion de compétences méthodologiques permet de dire à la fois, et sans se contredire, qu'il existe des types de raisonnement, des techniques graphiques etc, communs à de multiples disciplines (le maniement de l'implication par exemple, ou du raisonnement par l'absurde, est transdisciplinaire ; de même la construction d'une courbe de croissance exponentielle, ou un schéma en coupe...), et à la fois que ces techniques ou raisonnements, appliqués à un contenu précis, se voient particularisés dans une forme spécifique à chaque discipline.

une absence de frontière qui n'implique pas la perte de l'identité

Par exemple, lorsqu'un technicien fait un schéma en coupe pour figurer l'intérieur d'une machine, il doit s'occuper de problèmes tels que celui de l'échelle respective de l'épaisseur des matériaux, des divers angles de vue et choisir entre la perspective et la mise à plat etc. S'il s'agit d'un schéma de montage, il devra être particulièrement attentif aux cotes et suivre une codification conventionnellement comprise par tous.

Le biologiste qui fera lui aussi un schéma en coupe, pour figurer la partie interne d'un organe, n'aura pas autant à se poser des problèmes de construction géométrique et de perspective, mais devra trouver un moyen de figurer le caractère dynamique de l'organe, devra suggérer sa fonction, son rattachement solidaire à d'autres organes, justifier l'échelle choisie en fonction de l'information à donner (montre-t-on de l'organe ce qui serait visible à l'échelle macroscopique, ou met-on en évidence des éléments microscopiques), ou tout simplement choisir entre une représentation "réaliste" et une représentation purement topologique qui aurait pour seule fonction de montrer des relations entre organes et non la seule morphologie de l'organe.

### 3.2. Des compétences qui peuvent s'apprendre

Mettre l'accent sur les compétences méthodologiques en sciences expérimentales, c'est analyser toutes les possibilités méthodologiques offertes par un domaine scientifique, pour que des choix individuels, liés à divers styles cognitifs variés, puissent valablement se développer, et de ce fait pouvoir élargir l'éventail des choix méthodologiques, en permettant aux élèves de ne pas s'en tenir uniquement à leur démarche personnelle spontanée. En invitant les élèves à réfléchir sur les mérites et les limites de telle représentation graphique, de tel type de raisonnement, on peut supposer qu'on les aide à mieux maîtriser leurs outils de connaissance et par conséquent, leur connaissance elles-mêmes.

Là est le pari. La réflexion distancée sur les méthodes elles-mêmes serait un élément de progrès dans l'acquisition des connaissances, permettrait une meilleure rectification des erreurs, un enseignement plus diversifié, une pédagogie différenciée... et une approche non seulement des contenus et résultats scientifiques, mais aussi des types de démarches possibles, et des moyens qui ont permis à ces connaissances de s'élaborer. Car dans cette perspective, une véritable formation scientifique ne consiste pas seulement à faire accéder les élèves à des contenus de savoir, mais aussi à les sensibiliser à la démarche des hommes de science, en leur faisant prendre conscience que les résultats scientifiques sont des constructions de l'esprit qui obéissent à des règles précises, tant dans la phase de découverte que dans la phase d'exposition des résultats. Il faudra par exemple apprendre à formuler une hypothèse, à séparer des variables, mais aussi à présenter les

mieux maîtriser les outils de connaissance pour connaître mieux

les effets positifs d'une réflexion distancée

résultats d'une observation ou d'une expérience en vue de la communiquer à d'autres.

### 3.3. Quelques dangers à contourner

Mais il ne faut pas perdre de vue que ce qui semble être source de progrès peut aussi donner lieu à quelques dérives. A trop se regarder marcher, on peut s'emmêler les pieds. Autrement dit, il pourra arriver que la réflexion distancée finisse par être si distante qu'on en oublie l'objet premier et qu'on ne sache plus où l'on va.

Lié à cela, un autre danger peut guetter un travail sur les compétences méthodologiques : celui qui ferait de ces compétences une forme vide de contenu, transdisciplinaire à l'excès, et se réduisant à la formule "apprendre à apprendre" qui véhicule parfois l'oubli des contenus de savoir et des méthodes spécifiques.

L'idée de compétences méthodologiques en sciences expérimentales devrait permettre d'éviter cette dérive puisque d'emblée la réflexion et la recherche s'ancrent sur une discipline dans sa particularité.

Dans cette perspective, il ne s'agit pas de créer une nouvelle discipline qui porterait sur l'acquisition de compétences générales. Il s'agit plutôt de ne pas mépriser les moyens par lesquels une connaissance s'élabore et s'acquiert, en les intégrant à l'apprentissage des contenus. Et ainsi, ce qui était simplement des moyens, supposés connus et non pris en compte en tant que tels, devient non pas une fin en soi, mais au moins un objectif tout autant qu'un objet d'étude qui mérite qu'on s'y arrête.

Cette attitude fait obstacle à une perspective élitiste dans laquelle seuls ceux qui "spontanément" emploient correctement les outils d'acquisition de connaissances peuvent réussir, et fait place à une démarche plus ouverte, qui ne baillonne pas non plus ceux qui "spontanément" maîtrisaient déjà certaines méthodes, puisqu'il s'agira de les inviter eux aussi à réfléchir au second degré sur les compétences qu'ils ont mises en oeuvre.

## 4. DES COMPETENCES METHODOLOGIQUES A LA METACOGNITION

La prise en compte des compétences méthodologiques conduit aux deux remarques suivantes :

1) Une telle perspective fait entrevoir que ce sur quoi l'enseignant fera porter l'accent ne sera pas toujours le "produit fini", le "bon" compte-rendu, le schéma définitif, mais sera aussi le travail intermédiaire et provisoire, l'outil de travail que d'or-

ancrer la réflexion  
sur la spécificité  
d'une discipline  
pour éviter la dé-  
rive des formes  
vides



de la valeur des traces provisoires

comme aide à une prise de conscience des démarches

dinaire on jette, le brouillon, qui prend alors une valeur de trace témoinnant d'une certaine démarche.

2) La prise en compte des compétences méthodologiques s'ouvre sur deux orientations pédagogiques complémentaires, l'une visant surtout à être un apport de compétences nouvelles transmises parfois par l'enseignant lui-même, l'autre se donnant pour objectif d'amener les élèves à expliciter leurs propres démarches, afin de leur permettre de mieux les maîtriser, de les améliorer, et aussi d'être capable de les transmettre à d'autres.

La prise de recul par l'élève sur ses propres démarches correspond à l'ambition de lui faire faire une réflexion de type épistémologique, où c'est la connaissance de la connaissance qui est en jeu, c'est-à-dire la "métacognition".

## 5. UN EXEMPLE DE METACOGNITION : RECHERCHE DE CRITERES DE SCIENTIFICITE

une mise à jour des critères implicites de scientificité sera utile à la maîtrise du discours scientifique

Partons du postulat suivant : pour être capable de produire des textes ayant une pertinence et une rigueur scientifiques, il faut avoir en tête un certain nombre de critères de scientificité. Plusieurs voies sont possibles pour élaborer ces critères (réflexion a priori sur ce qui est attendu, comparaison a posteriori entre diverses productions d'élèves, comparaison entre productions d'élèves et productions de scientifiques etc.). L'une d'entre elles peut passer par l'analyse de textes dont on pourra se demander s'ils peuvent ou non être considérés comme scientifiques, et pourquoi.

écho d'une simulation avec des adultes

On peut prendre comme exemple un exercice proposé à des adultes mis en situation de recherche. L'objectif était double : d'une part dégager, à partir d'un texte donné, des critères de scientificité ; et d'autre part s'exercer à l'analyse de sa propre démarche, c'est-à-dire de la façon dont on s'y est pris pour juger le texte en question.

### 5.1. Un texte du XIXe siècle visant à constituer comme science l'étude de l'homme

Le texte proposé à l'analyse est un passage d'un auteur italien, qui fut Directeur du Museum d'Histoire Naturelle de Florence : Paolo Mantegazza (1831-1910). Son ouvrage *La physionomie et l'expression des sentiments*, traduit en français et publié chez Alcan en 1885, développe le projet de constituer comme science véritable l'étude de l'homme dans son aspect psychologique, mais aussi du point de vue ethnologique. En cela il était intéressant de le proposer à l'analyse d'enseignants en sciences expérimentales dont la pratique est associée à une certaine idée de ce qu'est la science. Le but était



Le commentaire que fait Mantegazza sur les résultats de son enquête est intéressant à citer dans la mesure où il a été un élément important dans le jugement des enseignants à qui a été soumis ce texte :

*"Comme on le voit, c'est sur le jugement moral qu'on s'accorde le mieux, et sur le jugement intellectuel qu'on s'accorde le moins. Le jugement esthétique tient le milieu, et il est naturel qu'il en soit ainsi. (...)*

*Quand il s'agit de porter un jugement esthétique, les influences subjectives apportent un élément perturbateur ; à part les cas de grande beauté ou d'extrême laideur, les désaccords sont fréquents.*

*Deux autres conclusions ressortent de notre tableau. Pour juger les expressions fortes, tout le monde est d'accord : tandis que les divergences sont très grandes quand il s'agit d'expressions incertaines. Ainsi j'ai pu noter que l'accord des jugements est à son maximum quand il s'agit d'un homme de notre race, à son minimum quand il s'agit d'hommes s'éloignant beaucoup de notre type, au point de vue morphologique.*

*Par exemple, neuf jugements sur dix se sont trouvés d'accord pour reconnaître la beauté d'une gentille petite Romaine ; un seul l'a déclarée de beauté moyenne. Thiébaud, au contraire, un des deux Accas<sup>1</sup> qui se trouvent à Vérone, a été déclaré beau par six voix, laid par cinq, ni beau ni laid par deux. Pourtant quand la beauté et la laideur sont excessives, leur influence l'emporte sur celle de l'élément ethnique, et entraîne la conformité de nos jugements. C'est ainsi qu'un nègre de Zanzibar a été déclaré laid à l'unanimité et qu'une petite Japonaise a été jugée belle par sept voix sur neuf".*

## 5.2. Un jugement de non scientificité

D'emblée, il s'avère que le caractère idéologique du texte a été un obstacle à une prise de recul complètement sereine et donc à une démarche vraiment métacognitive. Certes il est difficile de ne pas réagir devant un tel texte, mais est-ce à dire que pour une métacognition efficace il faille un sujet neutre, où aucun investissement affectif ne vienne perturber la réflexion ?

De fait ce texte a été jugé massivement non scientifique, ce qui suppose qu'il existait une idée sous-jacente de ce que doit être un texte scientifique ou tout au moins une idée de ce qu'il ne doit pas être.

Pourtant on y trouve des caractères considérés habituellement comme indices de scientificité : présence d'un tableau, calculs

un texte jugé massivement non scientifique

(1) Les Accas ou Akkas sont une ethnique du Soudan près des sources du Nil, de peau noire et de petite taille.

de pourcentage, mesure d'une variable par une échelle de valeurs préalablement définie, présentation d'une enquête etc. C'est donc qu'il faut se méfier de ce qu'on pourrait appeler des critères "externes".

se méfier des critères "externes"

En effet il a été dit que dans ce texte l'objet est mal défini car il n'est pas précisé si ce qui est étudié est la physionomie des personnages photographiés ou bien si c'est le jugement que portent les étudiants florentins sur ces photos. Les variables constituées par l'auteur (qualités morales, qualités esthétiques et qualités intellectuelles) sont jugées artificielles alors qu'elles ont vocation d'objectivité, et demeurent finalement très subjectives. Quant à l'usage des statistiques il apparaît comme erroné car portant sur un échantillon trop restreint. Enfin, a-t-il été dit, un véritable texte scientifique doit poser un problème et tenter de le résoudre, or ici il n'y a pas de véritable problème posé ni d'objectif clairement défini.

une définition du texte scientifique qui apparaît en négatif

En négatif de ces critiques apparaît une conception du texte scientifique comme étant un texte qui pose un problème, qui met en place un objet précis, qui est capable de délimiter son pouvoir de jugement, sa zone de validité, et qui trie les données sans arbitraire. Ces critères ressemblent d'ailleurs plus à des principes d'action qu'à des indices matériels facilement décelables. On voit qu'il faut garder une extrême prudence dans la catégorisation des textes, car à s'en tenir à des critères externes, on risque fort de faire entrer dans la catégorie "scientifiques" des textes qui ne le sont pas et d'exclure des textes qui le sont.

### 5.3. Epistémologie et méthodologie

Ce texte est jugé non scientifique alors que paradoxalement il marque un effort pour constituer une science de la "physionomie". En fait c'est le projet même de l'auteur qui est mis en question. Il semble y avoir une épistémologie sous-jacente selon laquelle certains objets ne peuvent se prêter au traitement scientifique, quelle que soit la méthode utilisée pour les traiter. Ceci n'excluant pas des reproches sur la **méthodologie**, notamment en ce qui concerne la faiblesse de l'échantillon. Pourtant, même avec une méthodologie plus rigoureuse, le projet lui-même serait contesté sur le plan épistémologique. Inversement, avec un projet mieux défini scientifiquement (qui chercherait par exemple à voir l'attitude de jeunes étudiants florentins devant diverses ethnies), une méthodologie semblable à celle qui est ici mise en oeuvre aurait peut-être été considérée comme acceptable, surtout si elle avait été présentée comme un préalable, un "pré-échantillonnage" - ce qui supposerait d'ailleurs qu'on ne soit plus au XIXe siècle où la méthodologie statistique et les tests de validation n'étaient pas encore développés...

les principes épistémologiques sont-ils premiers par rapport à la rigueur méthodologique

Peut-on penser que la scientificité d'une démarche est moins menacée si l'on greffe une méthodologie tâtonnante - à condi-

tion d'en être conscient - sur des principes épistémologiques sûrs, que si l'on développe une méthodologie techniquement sans reproche mais sur des bases épistémologiques fragiles ? Une seconde question, subsidiaire, porte sur l'éventuelle interférence du jugement méthodologique et épistémologique avec des considérations morales : aurait-on été aussi vigilant et sévère sur un texte moins marqué idéologiquement, ou marqué dans un sens qui serait apparu positif ?

#### 5.4. Quelques questions métacognitives

Analyser la scientificité d'un texte est une chose, s'interroger sur la façon dont on l'analyse en est une autre. Pour mieux cerner la démarche utilisée à propos du texte de Mantegazza, certaines questions métacognitives, dont on peut évoquer quelques-unes, seraient éclairantes.

Pour juger de la scientificité de ce texte, a-t-on pointé les éléments non scientifiques, c'est-à-dire procédé par élimination, par tri ?

S'est-on donné un modèle a priori de ce que doit être un texte scientifique et a-t-on comparé ce modèle au texte ?

A-t-on lu ce texte sans a priori explicite et a-t-on découvert au fur et à mesure de l'analyse la conception que l'on avait de la science, ou tout simplement la conception que l'on avait de ce que n'est pas la science ?

S'est-on surtout attaché à comprendre la démarche de l'auteur pour évaluer la cohérence du texte en fonction des prémisses de départ ?

A-t-on été vigilant sur la nécessaire distinction entre un jugement moral et un jugement d'ordre épistémologique et méthodologique ?

A-t-on porté l'attention avant tout sur le tableau, l'usage des statistiques, la grandeur de l'échantillon ?

Ces questions, on le voit, ne visent pas à juger le texte, mais plutôt à expliciter quelle démarche il est utile d'employer pour s'interroger sur ce qu'est la science. L'attitude métacognitive permet d'échapper à des critères trop figés, et laisse ouverte la voie à une réflexion vivante, modulable et nuancée.

## 6. DU BON USAGE DES COMPETENCES METHODOLOGIQUES

La prise en compte des compétences méthodologiques en sciences expérimentales n'est certes pas un simple apport

un exercice de métacognition s'interroger sur la façon dont on juge la scientificité d'un texte

la démarche métacognitive comme moyen d'échapper à des principes figés

les véritables  
connaissances  
sont celles qui inté-  
grent la façon  
dont elles ont été  
construites

technique pour apprendre plus facilement les sciences, puisque la signification même de ce que peut être cette efficacité, repose sur une réflexion épistémologique.

Mais elle implique l'apprentissage de certains savoirs et savoir-faire particuliers, et ne répugne pas à s'attarder sur ce qui n'est souvent conçu avec une nuance péjorative que comme des moyens. Si l'une des fins de l'apprentissage des sciences est la maîtrise des contenus, c'est-à-dire des résultats de la science, cette fin n'est pas la seule, et elle demeure intimement liée aux démarches qui ont permis l'élaboration du savoir scientifique. Et cela ne signifie pas que l'on se contente du vague "apprendre à apprendre" qui est souvent vide de sens. Mais la question est de savoir s'il peut y avoir de véritables connaissances sans que, au moins implicitement, y soient intégrées la façon dont elles ont été construites. Un savoir incapable de se justifier, ou incapable de retracer les étapes de son élaboration, et d'être conscient des présupposés sur lesquels il s'est construit, est-il un véritable savoir ?

Ce sont ces questions aussi qui ont été l'origine de la recherche sur les compétences méthodologiques en sciences expérimentales. L'efficacité de l'apprentissage passe sans doute par l'acceptation de prendre parfois le temps de s'arrêter à des acquisitions méthodologiques. C'est ainsi que, parmi les directions de recherche qui se sont dessinées, on a vu apparaître, comme ce numéro en témoigne, des tentatives pour cerner comment apprendre aux élèves à écrire en sciences, comment les amener à maîtriser la schématisation et les graphiques divers comme outils de réflexion, et enfin (ce qui fera l'objet du prochain numéro de Aster) comment les amener à penser le savoir scientifique sous forme de modélisation. Les réflexions qui concernent cette recherche sont encore des résultats provisoires, mais elles gardent le souci, présent dans l'expression même de "compétences méthodologiques", de rendre cohérentes les finalités de l'enseignement des sciences et les moyens pour y parvenir.

Anne-Marie DROUIN  
Lycée de Corbell  
Equipe de didactique des sciences  
expérimentales, Institut National de  
Recherche Pédagogique

# APPRENDRE A ECRIRE POUR APPRENDRE LES SCIENCES

Anne Vérin

*Les élèves écrivent en classe de sciences comme dans la plupart des activités scolaires mais cette activité d'écriture fait rarement l'objet d'un apprentissage. Nous essayons ici de caractériser les fonctions spécifiques à l'enseignement des sciences des différents écrits produits par les élèves et de proposer une réflexion sur la façon dont on peut apprendre aux élèves à écrire en sciences à travers l'analyse de situations d'enseignement. Deux points sont particulièrement développés : la diversification des écrits (écrit est pris ici dans le sens de "toute inscription sur une feuille de papier") et la création de situations de prise de distance visant à développer des expériences et des connaissances métacognitives.*

pour réussir à l'école, il faut savoir écrire

dans toutes les disciplines

or l'apprentissage de l'écriture est peu développé

Les élèves écrivent pendant une part importante du temps scolaire. Ils écrivent dans presque toutes les disciplines qui leur sont enseignées et ils sont jugés essentiellement sur leurs productions écrites, que ce soit par leurs enseignants au cours de l'année ou que ce soit dans les examens. Il n'est pas sûr qu'ils auront à écrire beaucoup dans leur vie personnelle ou professionnelle d'adulte mais il est certain que le "métier d'élève" nécessite de savoir écrire et que la réussite scolaire implique la maîtrise des compétences nécessaires pour bien écrire.

De plus des remarques convergentes signalent que c'est au moment du passage à l'écrit que se révèlent des difficultés importantes. Au moment où il s'agit de "s'asseoir", de prendre un crayon et d'inscrire des mots ou des signes dans l'espace d'une feuille de papier, des élèves qui suivaient jusque-là se placent en situation d'échec.

Or cette activité d'écriture passe en général inaperçue, sauf pendant les activités de français. Dans les autres disciplines, elle est le plus souvent considérée par les enseignants comme un moyen commode de faire travailler les élèves à l'acquisition d'un contenu ou d'obtenir une réponse permettant d'évaluer les acquis et ils ne s'intéressent qu'au contenu de la réponse produite.

On ne s'attache à l'activité d'écriture en elle-même, aux compétences qui doivent être maîtrisées pour qu'elle soit réussie, qu'en cours de français, où l'apprentissage de l'expression écrite est un objectif majeur. Là le temps qui y est consacré est important mais la pratique pédagogique courante vise à l'apprentissage des caractéristiques formelles (produire des textes écrits en bon français) et reste dissociée de la pratique d'écriture qui est celle des mêmes élèves dans les autres dis-

et peu diversifié

ciplines, c'est-à-dire qu'on s'intéresse peu à l'aspect fonctionnel des textes et aux situations sociales de communication dans lesquelles ils s'insèrent, qu'on attache rarement de l'importance aux procédures de mise en texte d'un contenu, qu'on travaille un répertoire restreint de textes, des récits surtout. On envisage peu souvent l'apprentissage de la productions des écrits qui ne sont pas des textes mais des phrases ou des parties de phrases, des listes, des tableaux, des schémas.

Des réponses pédagogiques ont été expérimentées<sup>1</sup>, la réflexion sur le thème des caractéristiques des écrits demandés aux élèves et des conditions de réussite dans leur production est en plein essor actuellement, particulièrement parmi les didacticiens du français<sup>2</sup>.

Nous apporterons ici une contribution du point de vue de l'enseignement des sciences expérimentales à l'école et au collège, en nous appuyant sur les travaux d'une équipe de recherche de l'INRP.

une situation privilégiée en classe de sciences

Nous bénéficions en sciences d'une situation privilégiée par rapport aux difficultés du passage à l'écrit que nous signalions plus haut. En effet les écrits demandés aux élèves peuvent être très divers et, pour une bonne part d'entre eux, ils sont fonctionnels : ils aident à réussir la tâche et ne constituent pas un but en eux-mêmes ni ne sont objet d'évaluation. Goody<sup>3</sup> a montré comment le traitement spécifique dont les productions graphiques peuvent faire l'objet constitue une des conditions qui rend possible le travail d'élaboration secondaire propre à la science. Latour<sup>4</sup> a analysé plus spécifiquement comment les "techniques d'inscription" interviennent dans le travail d'élaboration scientifique.

apprendre à écrire aide à apprendre les sciences

Ainsi la production d'écrits par les élèves constitue une aide à l'apprentissage scientifique à l'école, pour peu qu'on en exploite les possibilités. En retour, l'apprentissage de l'écriture, lorsqu'elle est insérée dans cette situation sociale particulière, en est facilité.

- 
- (1) En France, les propositions de Freinet déjà, puis du Plan Rouchette par exemple, sont des réponses à ce problème aussi ancien que l'école. Mais leur mise en oeuvre pédagogique est restée minoritaire dans l'enseignement et le problème est toujours d'actualité.
  - (2) On trouvera des contributions de nombreuses équipes francophones dans les Actes d'un colloque récent : CHISS J.L., LAURENT J.P., MEYER J.C., ROMIAN H., SCHNEWLY B. (sous la direction de). *Apprendre/enseigner à produire des textes écrits*. Bruxelles. De Boeck. Séries Didactiques. 1988.
  - (3) GOODY (1977). *La raison graphique. La domestication de la pensée sauvage*. Paris. Editions de Minuit. Trad. 1979.
  - (4) LATOUR B. "Les "vues" de l'esprit. Une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques". *Culture technique*. 14. 1985.



## 1. QUELLE PLACE OCCUPE LA PRODUCTION D'ÉCRITS PAR LES ÉLÈVES DANS L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ?

### 1.1. Dans la pratique pédagogique courante

dans la pédagogie frontale

En général, à l'école et au collège, l'enseignement scientifique est axé sur une transmission orale du savoir par l'enseignant, complétée par des activités d'application où les élèves utilisent le savoir appris pour comprendre des phénomènes réels (travaux pratiques, observations) ou présentés sous forme orale ou écrite (observations et expériences décrites, tableaux de données). Dans ce contexte, les élèves produisent plusieurs types d'écrits, avec des variantes selon l'âge des enfants et les choix des enseignants.

des écrits pour fixer les connaissances à mémoriser

\* Ils recopient le résumé écrit au tableau ou écrivent le cours sous la dictée de l'enseignant. Ce type d'écrits a pour rôle de contribuer à fixer les connaissances à mémoriser, d'abord par l'action même de les écrire, en second lieu par le support pour une révision ultérieure qu'ils constituent.

des comptes rendus très codifiés

\* Ils réalisent des comptes rendus d'observation ou de manipulation alliant texte et dessin ou schéma. Ils doivent décrire les opérations effectuées, les observations faites, les conclusions trouvées, en appliquant les connaissances transmises précédemment. Il s'agit d'élaborer une description, une explication originale mais souvent en l'exprimant à l'aide d'un modèle d'exposition très codifié.

des exercices

\* Ils répondent à des questions d'exercices. Ces réponses sont souvent brèves : une phrase ou une portion de phrase, dont la structure est pratiquement donnée par la question, un tableau à compléter, un schéma à imaginer ou à légender. Mais ce n'est pas parce qu'elles sont brèves qu'elles sont faciles à produire car elles peuvent impliquer des activités intellectuelles complexes. Elles nécessitent l'acquisition de connaissances, la capacité de décoder les demandes implicites dans la question posée, dans la situation proposée, de retrouver les connaissances qui sont pertinentes et de savoir les appliquer pour comprendre un phénomène nouveau, la capacité de formuler cette compréhension dans le mode d'expression attendu et d'utiliser le vocabulaire ou la symbolisation correcte.

des réponses à des questions de cours

\* Ils rédigent des réponses à des questions de cours où il s'agit de reproduire tout ou partie du cours, pratiquement dans les termes mêmes dans lequel il a été donné. Ces textes ont pour fonction de montrer que l'élève a appris les connaissances transmises.

Pour amener les élèves à rendre compte de leurs observations ou manipulations, on peut leur demander des exposés. Pour vérifier qu'ils ont appris le cours, qu'ils ont compris les connaissances transmises et sont capables de les appliquer,

on demande également des réponses orales. Qu'est-ce que la production d'écrits a de spécifique par rapport à l'oral ?

	fonction	ce que permet l'écrit	exemples d'écrits
écrits instrumentaux	retenir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aider à mémoriser par l'activité même d'écrire</li> <li>- aider à mémoriser en servant de support pour apprendre la leçon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cours écrit sous la dictée</li> <li>- résumé recopié du tableau</li> <li>- notes du cours oral par le professeur</li> </ul>
	comprendre	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prendre un temps de réflexion personnelle</li> <li>- élaborer une réponse personnelle à partir de la traduction dans un autre code de connaissances</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exercices</li> </ul>
écrits explicatifs	faire savoir qu'on sait	<ul style="list-style-type: none"> <li>- élaborer une description et une explication construites</li> <li>- sélectionner la partie du cours pertinente et la reproduire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- travaux pratiques</li> <li>- exercices</li> <li>- questions de cours</li> </ul>

**Tableau 1. Fonction des écrits en sciences dans une pédagogie transmissive**

l'écrit permet un temps de réflexion individuelle

ainsi qu'un contrôle individuel des acquis

Répondre par écrit permet que *chaque élève* consacre du temps à une *réflexion individuelle* pour élaborer sa propre réponse. Cela permet aussi d'*évaluer les acquis de chaque élève*, ce qui serait difficile à faire avec des réponses orales.

Ces apports de l'écrit sont importants. Cependant il faut être conscient qu'il y a transformation des exigences quand on passe des réponses orales aux réponses écrites : ainsi on attend l'utilisation d'un code linguistique plus élaboré à l'écrit qu'à l'oral, on attend une explicitation plus importante. Par ailleurs, alors que dans un travail oral c'est la participation à une construction collective ou la mise en valeur de soi auprès de l'enseignant qui est en jeu, pour tous les écrits évalués c'est la réussite scolaire individuelle qui est impliquée et cela pèse d'un poids différent. Nous reviendrons sur ces points dans le paragraphe suivant.

### 1.2. Dans une pédagogie constructiviste

La transmission du savoir est ancrée sur une appropriation par les enfants du mode de questionnement scientifique et des démarches de construction du savoir, en consacrant une part du temps d'apprentissage à des activités d'investigation inscrites dans un projet d'apprentissage qui est collectif (qui est celui de la classe ou du petit groupe d'élèves).

dans une pédagogie constructiviste

où les activités d'investigation donnent sens aux acquisitions de savoir

*"On peut caractériser les apprentissages par la tension inévitable entre une part d'autostructuration, nécessaire à l'appropriation personnelle, et une part d'hétérostructuration, liée à la distance qui sépare la connaissance scientifique des données empiriques. Cette tension résulte des difficultés (mais pourtant de la nécessité) du croisement entre l'hypothèse constructiviste utile quand on se place du point de vue du sujet apprenant, et les ruptures épistémologiques indispensables pour fonder un savoir contre la "pensée commune". [...] Les moments présentant des notions plus générales, des informations de synthèse, prendront un sens différent si les élèves ont par ailleurs un contact avec la première approche [de résolution de problèmes] ; s'ils ont eu sur certains points et grâce à leur expérience personnelle d'exploitation et d'investigation, une idée de "comment fonctionne la pensée scientifique". Cela leur fait percevoir autrement les présentations, même magistrales, conduisant aux formulations de la science socialisée."*<sup>5</sup>

Cette pédagogie donne une place plus ambitieuse à la production d'écrits par les élèves. Puisqu'il s'agit d'amener les élèves à conduire une démarche de type scientifique, on sera amené à les faire utiliser les techniques d'écriture comme outils pour l'appropriation et la restructuration périodique des concepts. Comme le dit Bruno Latour, "penser est aussi un travail des mains". Il décrit les sept travaux des chercheurs <sup>6</sup> :

par analogie avec le travail d'écriture des chercheurs

1. mobiliser : rassembler les données du monde en un point,
2. fixer immuablement les formes : garder des traces de tous les états successifs d'un même phénomène,
3. aplatir : traduire le trop grand, le trop petit, le trop mélangé sur la surface d'une feuille de papier,
4. varier l'échelle : homogénéiser des phénomènes qui ont des échelles très différentes,
5. recombinaison et superposition des traces : les inscriptions assemblées, fixées, aplaties et ramenées à la même échelle peuvent être mises en rapport, combinées, superposées,
6. incorporer l'inscription dans un texte : la littérature scientifique "est la seule dont le référent soit présent à l'intérieur même du texte qui le commente",
7. fusionner avec les mathématiques : chercher des inscriptions toujours plus simples, passer au diagramme, à l'histogramme, aux chiffres, aux colonnes, aux équations, en ajoutant des informations à chaque étape et en les capitalisant.

(5) Equipe Aster. Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales. Paris. INRP. Collection Rapports de Recherche. 1985. Voir en particulier les pages 7-8 et 49-56 sur la question du modèle pédagogique.

(6) d'après l'article de Bruno Latour cité note 4

les techniques  
d'écriture sont  
des outils

Ces "ruses" ne se transposent pas telles quelles dans le travail scolaire bien entendu. Mais on pourrait proposer de façon analogue, pour les activités de résolution de problèmes en classe, les quatre travaux de l'élève en science :

1. traduire de façon homogène les données obtenues dans des temps et des situations différentes : garder des traces comparables ; opérer des tris, classer ;
2. travailler sur le papier à partir des représentations ainsi construites pour rechercher l'exactitude et la systématisation ;
3. confronter les données diverses obtenues en classe et les données du savoir socialisé qui deviennent ainsi comparables ; rechercher les relations, les régularités, les contradictions ;
4. chercher de nouvelles formes d'organisation des données, en passant d'une liste à un tableau, à un texte, en élaborant plusieurs états successifs d'un texte : simplifier, poser des catégories, généraliser.

pour l'appropriation  
et la structuration  
des concepts

Le tableau 2 propose une classification des différents écrits en classe de science par rapport à leur fonction dans l'apprentissage dans une pédagogie constructiviste.

Les écrits instrumentaux accompagnent l'activité d'un élève ou d'un groupe qui cherche à apprendre : ils sont élaborés pour l'usage de l'auteur lui-même avant tout. Ils obéissent à une logique de la découverte.

des écrits  
d'investigation

Les écrits *pour agir* servent de référence pour organiser l'action et la réguler. Les écrits *pour retenir* permettent de garder des traces, aident à la recherche d'exactitude et de systématisation et permettent de capitaliser le travail fait. Ces deux types d'écrits ouvrent la voie à des formes de traitement graphique des données *pour comprendre* : en particulier la comparaison de données de sources diverses permet la mise en évidence de contradictions et peut être source de conflits cognitifs, moteurs dans l'apprentissage. Le travail de recherche d'organisation et de généralisation soutenu par l'élaboration d'écrits pour comprendre peut être collectif, au moins pour une part de la démarche. L'élaboration et le traitement d'écrits peut ainsi être un instrument privilégié de décentrement et de ruptures intellectuelles nécessaires pour provoquer des réorganisations cognitives. Pour tous ces écrits instrumentaux, ce sont les exigences fonctionnelles qui priment : il n'est pas important que les phrases soient bien construites, il est important que les catégories d'un tableau soient exclusives ou que l'ordre de présentation des résultats soit systématique.

Les écrits expositifs occupent une place à part : ils sont une reconstruction à partir des écrits précédents mais obéissent à une logique différente. Il s'agit de bâtir un discours explicatif cohérent, où tous les éléments du raisonnement sont explici-

des écrits  
d'exposition

tés, et qui soit convaincant pour un destinataire. Il s'agit en général de textes pour lesquels les exigences formelles de type linguistique sont importantes. Ils sont souvent accompagnés de tableaux, de schémas, de diagrammes pour lesquels les exigences formelles sont également importantes.

Travailler par écrit permet lorsqu'on le juge utile la reprise d'états successifs du texte jusqu'à ce qu'on aboutisse à une version satisfaisante. Ce travail de réécriture ne porte pas que sur la "mise en texte", il contribue à la mise au clair des idées que l'on cherche à exprimer et participe ainsi à l'apprentissage conceptuel.

	fonction	ce que permet l'écrit	exemples d'écrits
écrits instrumentaux pour soi	agir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fixer un but à l'action : hypothèses, résultats attendus mis en correspondance</li> <li>- planifier l'action en référence à ce but</li> <li>- prévoir les observations à recueillir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- guide de travaux pratiques</li> <li>- plan expérimental</li> <li>- fiche d'observation</li> <li>- questionnaire avant visite</li> </ul>
	retenir	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aider à mémoriser, ce qui permet de libérer l'esprit pour d'autres activités</li> <li>- garder une trace plus complète que sans support écrit</li> <li>- rendre possible un retour, un contrôle a posteriori</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- notes d'observation</li> <li>- résultats expérimentaux (phrases, relevés de mesures)</li> <li>- notes de lecture</li> <li>- notes de cours</li> </ul>
	comprendre s'expliquer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prendre un temps de réflexion personnelle</li> <li>- faciliter la discussion et la critique collective</li> <li>- rendre synoptiques des observations et des interprétations de sources diverses</li> <li>- trier, ordonner, classer, mettre en relation pour structurer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- notes personnelles sur ses idées, ses questions, ses interprétations</li> <li>- écrits individuels ou collectifs proposant une organisation, utilisant une symbolisation (énoncés, tableaux, schémas, listes, diagrammes)</li> </ul>
écrits expositifs pour d'autres	faire comprendre expliquer à d'autres faire savoir qu'on sait	<ul style="list-style-type: none"> <li>- formuler explicitement (réduire l'implicite, éliminer l'accessoire)</li> <li>- relire pour vérifier l'adéquation avec le projet</li> <li>- retravailler une version provisoire pour l'améliorer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- dossier</li> <li>- compte rendu d'expérience</li> <li>- compte rendu de visite</li> <li>- synthèse sur une question</li> <li>- réponse à des questions</li> </ul>

**Tableau 2. Fonction des écrits dans une pédagogie constructiviste**

## 2. OBSTACLES A L'ECRITURE ET SPECIFICITE DES CONDITIONS DE PRODUCTION D'ECRITS EN SCIENCES

les écrits scolaires sont fréquemment

Ce détour par la description de la diversité des écrits des élèves en sciences montre bien la distance avec les activités d'écriture pratiquées et enseignées généralement en classe de français. On peut donc penser, en revenant à notre question pédagogique de départ, que c'est l'insuffisance d'activités d'apprentissage diversifiées qui est à la source des difficultés d'écriture constatées chez les élèves.

produits dans des situations non fonctionnelles

Mais nous voudrions ajouter une autre hypothèse : en amont de difficultés techniques pour écrire, on peut penser qu'il y a trois *macro-obstacles* qui mettent certains élèves en situation d'échec plus particulièrement au moment du passage à l'écrit.

D'abord les écrits demandés sont, plus que les activités orales, *coupés d'une situation de communication fonctionnelle* : la réaction du destinataire est différée, il faut être capable d'imaginer et de prévoir ces réactions, ce qui est difficile.

soumis à une évaluation-sanction

Ensuite les écrits scolaires sont en général *tous évalués* : à l'oral, on peut tenter une réponse sans être sûr qu'elle soit juste et la corriger le cas échéant, à l'écrit une erreur, une mauvaise réponse est pénalisée par une mauvaise note ; la peur de l'échec peut être paralysante ou la résignation au statut de mauvais élève démobilisante <sup>7</sup>.

avec une forte pression des exigences formelles

Enfin, nous l'avons déjà noté, les *exigences implicites* des enseignants sont plus importantes pour des réponses écrites : on demande l'utilisation d'un code linguistique plus élaboré qu'à l'oral (phrases bien construites, constructions grammaticales plus correctes, vocabulaire plus abstrait) et un degré d'explicitation et d'élaboration des réponses plus important. C'est effectivement plus difficile d'écrire que de parler, il ne s'agit pas pour nous de dire qu'on devrait être moins exigeant, au contraire puisque notre thèse est que l'écriture aide à penser à cause de ses exigences même. Mais le fait que ces exigences soient implicites, qu'on fasse comme si on notait seulement le contenu de la réponse alors qu'on note aussi la qualité de sa mise en texte, brouille le problème et crée un obstacle supplémentaire. D'autant plus que ces exigences sont en général présentes d'emblée pour tous les écrits, qu'il n'y a pas place pour des écrits moins élaborés, ni pour des écrits provisoires faisant l'objet d'un travail de réécriture pour permettre

(7) L'évaluation dont il est question ici est l'évaluation sommative. Nous ne mettons pas en cause l'évaluation sommative en soi (elle est toujours nécessaire), mais son usage généralisé et prématuré qui ne laisse pas place pour un temps d'apprentissage dissocié du temps de contrôle.

la construction progressive d'écrits satisfaisant à ces exigences formelles élevées.

en classe de sciences, la production d'écrits

L'enseignement scientifique occupe une place privilégiée par rapport à ces macro-obstacles à l'écriture. Il est possible, dans le cadre de cet enseignement, de créer des conditions sociales de production d'écrits par les élèves qui rendent cette production signifiante par rapport à un projet d'acquisition de connaissances, qui facilitent un apprentissage progressif de l'écriture et qui échappent, pour une part du temps, au poids de normes contraignantes et au poids de l'évaluation.

peut être insérée dans un projet d'apprentissage

Ce qui fait la spécificité de l'enseignement scientifique, c'est avant tout la possibilité d'instituer des activités de travaux pratiques. Dans la mesure où il s'agit de situations ouvertes où la découverte est possible, dans la mesure où les élèves sont amenés à confronter leurs idées au réel, dans la mesure où ils ont à mener à bien une tâche à plusieurs et ainsi à confronter leurs idées à celles des autres, dans la mesure où l'occasion leur est donnée de passer le temps nécessaire pour réussir cette tâche hors de toute évaluation, on a là une situation assez unique dans le contexte scolaire.

Incluant une réaffectation des tâches

Il est rare à l'école que les élèves soient amenés à collaborer à deux ou quatre pour la réalisation d'une tâche commune, il est rare qu'ils aient à manipuler des objets autres que des livres ou divers supports d'écrits, il est rare qu'ils aient besoin d'attendre qu'un phénomène naturel se produise, il est rare qu'ils aient besoin de circuler dans la classe pour aller chercher du matériel ou de la documentation ou qu'ils aient la possibilité de s'intéresser au travail de leurs camarades et que ce soit utile pour leur travail propre et donc autorisé, au lieu d'être considéré comme perturbateur. Il est moins rare que les élèves puissent prendre l'initiative de demander conseil individuellement à l'enseignant mais ce n'est quand même pas une situation très fréquente.

et un temps d'appropriation individuel

Tout ceci autorise un temps d'appropriation personnel et une possibilité d'essayer de comprendre pour soi, de proposer ses interprétations à différents interlocuteurs et de tenir compte de leurs réactions pour les modifier. Ces interprétations sont également mises à l'épreuve des faits, à condition bien sûr que les observations ou les expérimentations ne soient pas entièrement fermées à la possibilité d'imprévu.

Dans ce contexte, la production de traces et de brouillons prend tout son rôle d'outil accompagnant une démarche de recherche collective.

Encore faut-il que l'écrit ne soit pas vécu comme un retour à la situation scolaire banale, et que ne soit évalué que le produit final, qu'il existe bien des écrits hors évaluation.

L'autre atout de l'enseignement scientifique, c'est qu'il peut instituer un autre rapport à l'erreur. Ce que l'on sait des pro-

Il peut y avoir des reprises,

des réécritures,

pour réussir la tâche

cessus d'apprentissage nous permet de dire qu'une notion n'est pas acquise une fois pour toutes à la suite d'un travail unique, mais qu'au contraire la reprise, dans des contextes nouveaux et des situations différentes, d'une même notion est nécessaire pour son appropriation progressive par les élèves. Ceci implique un état d'esprit où l'apprentissage est conçu comme un processus de rectifications successives où les erreurs ne sont que des étapes du travail, où elles ne sont pas pénalisées mais au contraire sont un point de départ. Il devient possible pour les élèves, sans risque de se placer en situation d'échec, de fixer leurs idées par des écrits provisoires, s'ils ont l'assurance qu'ils pourront les retravailler. Ils savent qu'ils pourront se tromper et qu'au cours du temps d'apprentissage leurs erreurs ne seront pas sanctionnées comme des fautes mais qu'au contraire elles seront la base d'un travail collectif de clarification des exigences par rapport au produit final - ce travail s'appuyant entre autres sur des reprises et des réécritures de leurs écrits provisoires. Ils savent qu'ils seront soutenus par cette réflexion et ces critiques collectives et ils savent enfin qu'ils iront jusqu'à un résultat jugé satisfaisant pour le groupe.

On touche là à quelque chose de très important. Une pédagogie qui implique les enfants dans la construction de leurs connaissances peut, c'est une mise en garde qui a déjà été faite<sup>8</sup>, mettre en situation dangereuse les élèves fragiles scolairement : en effet, on leur demande de prendre le risque de faire des erreurs mais leur expérience passée peut rendre ce risque insupportable. Il n'est tolérable pour certains que si les erreurs deviennent un élément positif et valorisé de l'apprentissage d'une part, et s'ils ont l'assurance qu'ils seront soutenus par l'enseignant et par la classe pour aller au bout du processus d'apprentissage, c'est-à-dire jusqu'à la réussite, avec autant de reprises que nécessaire.

En ce qui concerne la production d'écrit, on est peut-être là au cœur d'une des difficultés premières, la peur d'écrire faux et de se livrer démuni, sans même être en mesure de la pré<sup>10</sup>ue dévalorisante. L'enseignement scientifique, parce qu'il peut permettre à chacun de produire des écrits provisoires et modifiables pour réussir à construire des connaissances à partir de tâches de manipulation, a une situation privilégiée pour lever cette difficulté, s'il en prend les moyens.

---

(8) Intervention d'Amos Dreyfus aux Journées sur l'Education Scientifique. Chamonix. 1988, à paraître.



### 3. COMMENT CONCEVOIR UN APPRENTISSAGE DE L'ÉCRITURE DANS L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE ?

Introduire des séquences méthodologiques dissociées de l'apprentissage d'un contenu ferait perdre le caractère opératoire des écrits par rapport aux activités scientifiques que les élèves ont à réussir par ailleurs. Si au contraire ces processus sont enseignés à l'occasion de travaux scientifiques dont la finalité reste présente, les chances sont plus grandes que l'intérêt en apparaisse plus clairement aux yeux des élèves et que la production d'écrits reste liée aux fonctions qu'ils remplissent par rapport à l'apprentissage scientifique.

Ceci nous conduit à définir deux priorités pour l'apprentissage de l'écriture en sciences : développer des pratiques de production et de traitement par les élèves d'une diversité d'écrits, mettre en place des procédures de distanciation qui rendent les élèves capables de conduire consciemment leur activité d'écriture.

#### 3.1. Produire une diversité d'écrits

des écrits fonctionnels

Il est possible de développer en sciences la production par les élèves d'une diversité d'écrits instrumentaux, qui ne soient pas des textes, mais qui permettent un traitement spécifique et soutiennent le raisonnement, qui donc aident à l'élaboration du contenu avant sa mise en texte<sup>9</sup>.

Ce faisant, il faut être attentif à ne pas réintroduire implicitement des exigences formelles plus élevées que ne le nécessite la tâche, cela irait à l'encontre des buts recherchés qui sont de faire prendre conscience aux élèves que l'écrit peut être un outil pour penser, de leur faire essayer une variété d'écrits et de leur permettre de trouver les formes d'écrits qui leur conviennent. C'est pour ces raisons qu'il est nécessaire de veiller à ce qu'un certain nombre d'écrits ne soient pas évalués comme s'ils étaient des produits finis.

Le premier aspect de cet apprentissage est d'encourager la créativité des enfants et d'augmenter la richesse des techniques d'écriture qu'ils ont à leur disposition.

---

(9) Nous reprenons dans cette perspective des travaux de classe déjà publiés par ailleurs.

élargir la variété  
des écrits produits  
par les élèves

Une façon de procéder consiste à imposer des formes auxquelles les élèves n'auraient pas pensé spontanément. Par exemple, après un travail en classe de 6ème sur la question : "comment montrer par une expérience qu'un animal voit ou ne voit pas ?", l'enseignant demande à chaque équipe d'écrire sur un morceau de carton coloré une "bulle" rédigée sous la forme : "nous avons fait... pour..."<sup>10</sup> (document a, ci-contre).

Une autre procédure consiste à partir des formes adoptées spontanément par les différents élèves d'une classe et à les travailler collectivement. La maîtresse d'un CE2 laisse chaque groupe d'élèves libre de choisir la forme de présentation des résultats obtenus au cours du travail qu'ils ont conduit sur les conditions nécessaires pour obtenir des moisissures<sup>11</sup>.

Plusieurs formes sont adoptées : un texte (document b), un "telex" (document c), un ensemble de deux tableaux (document d : ces documents sont reproduits dans les pages suivantes). La communication de chacune de ces formes à l'ensemble de la classe permet de donner d'autres idées de possibilités à tous les élèves.

Les élèves pourront de cette façon apprendre quelles sont les techniques d'écriture qui leur conviennent bien, car certains manient plus facilement les tableaux, d'autres les textes.

apprendre à les  
rendre plus effi-  
caces

Le deuxième aspect est d'apprendre à élaborer les différents écrits de façon efficace. Dans le travail sur les moisissures, la maîtresse a choisi d'initier un travail collectif d'amélioration des tableaux. Une discussion et des essais au tableau noir conduisent d'abord à une systématisation de la représentation des conditions expérimentales (document e). On peut remarquer que cet effort fait provisoirement perdre de vue la nécessité de noter les résultats obtenus : dans une phase transitoire on peut ainsi observer qu'un progrès sur un point se fait momentanément au détriment d'un autre, mais ce n'est qu'un recul provisoire qui sera être récupéré à la phase suivante. Enfin la classe élabore le tableau définitif qui condense les différents tableaux en un seul et représente de façon synoptique les conditions expérimentales et les résultats obtenus (document f). Ce tableau rend possible la formulation de la conclusion, que les élèves n'étaient pas en mesure d'élaborer auparavant.

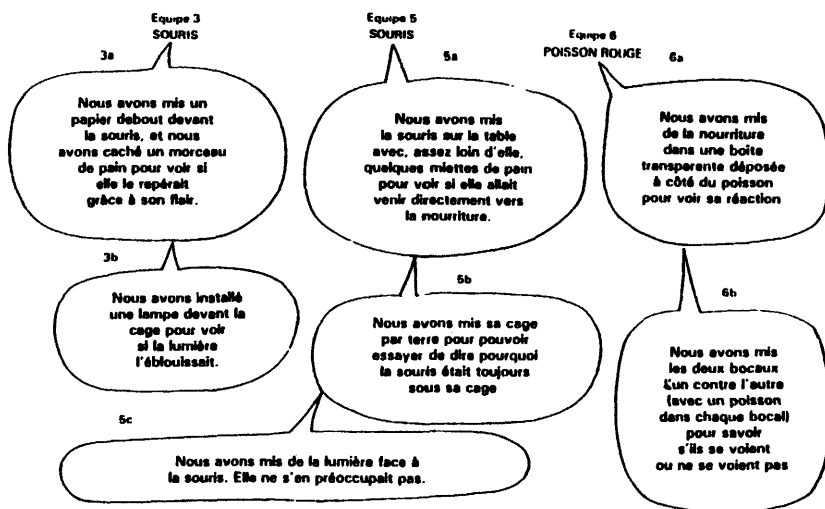
Un travail analogue sur le texte ou le "telex" aurait été possible.

(10) ASTOLFI J.P., CAUZINILLE-MARMECHE E., GIORDAN A., HENRIQUES-CHRISTOFIDES A., MATHIEU J., WEIL- BARAIS A. *Expérimenter*. Toulouse. Privat. 1984, p. 123.

(11) *Eveil scientifique et modes de communication*. Paris. INRP. Collection Recherches pédagogiques, n° 117. 1983, p. 27- 29.



## comment montrer par une expérience qu'un animal voit ou ne voit pas



Extrait de : Astolfi et al. Expérimenter. Toulouse. Privat. 1984

document a

la carotte chaud et humide est très moisie. la pomme de terre de terre chaud et sec n'a pas moisie. le citron chaud et humide a très moisie. la carotte au froid et humide des fois trasse moisie. la carotte chaud sec n'a pas moisie. la pomme de terre au froid sec n'a pas moisie. la pomme de terre au chaud sec n'a pas moisie. le citron au froid sec n'a pas moisie. le citron au froid humide des fois trasse a moisie.

document b

fromage	chaud. h.	moisie
fromage	chaud. s.	non
pomme	chaud. h.	non
aliment	étiquette	moisie ou non
pain	chaud. s.	non
fromage	chaud. s.	non
pomme	chaud. s.	non

document d

Extrait de : Evénement scientifique et modes de communication. Paris. INRP. 1983.

chaud humide très moisie (orange)  
 orange chaud. sec légèrement moisie.  
 fromage chaud. humide pas moisie.  
 fromage chaud. sec pas moisie.

orange froid. sec a des traces de moisissures  
 orange froid. humide pas moisie.  
 fromage froid. sec pas moisie.  
 fromage froid. humide pas moisie.

il en a qui est moisie et il en a qui n'ai pas moisie

document c

	C	F	S	H
pain	X			X

	C	F	S	H
pomme	X			X

	C	F	S	H
citron	X	X		X

	C	F	S	H
carotte	X			X

document e

Tableau des résultats

aliments	Conditions												
	C	F	S	H	C	F	S	H	C	F	S	H	
orange	+		+		+				+				
from	X												
carotte	+								X	X			
citron	+									X			
fromage	+												
p. de lune	+												
pomme	+												
résultats	très moisi			très moisi			moins moisi			pas ou pas très moisi			

Légende

- S: sec (dehors avec un couvercle, dedans sans couvercle)
- H: humide (dedans humide ou en couvercle dehors sans couvercle: pluie)
- C: chaud (dans le soleil)
- F: froid (dehors pendant les gelées)

Conditions de présence et développement des moisissures: chaleur + humidité (le plus souvent)

document f

Dans ce contexte de re-travail hors évaluation, on peut se fixer comme objectif d'aller jusqu'à la réussite maximum pour chaque enfant s'il s'agit d'un travail individuel ou pour la classe entière comme dans l'exemple discuté ici. Le tableau du document f n'est pas un tableau optimum ; on aurait pu simplifier la présentation des conditions expérimentales et en revanche noter plus précisément le résultat observé pour chaque condition. Mais tel qu'il est, il a demandé un effort important d'élaboration à ces jeunes enfants et représente un progrès important par rapport au point de départ. L'enseignant a estimé qu'il constituait un niveau de réussite satisfaisant. Il a pu permettre aux enfants de prendre le risque de l'erreur tout en maintenant une exigence forte sur la réussite attendue.

D'autres aspects de cet apprentissage à la production d'une diversité d'écrits ont été mis en oeuvre dans les classes : choix des types d'écrits adaptés aux différentes tâches, reprise de ces écrits successifs (ainsi les fiches d'observation mises au point précédemment par les élèves sont utilisées pour remplir le tableau sur les moisissures, la question écrite après une première étape du travail est reprise pour interpréter ce tableau, il permet d'exprimer une conclusion). L'article de Brigitte Peterfalvi dans ce même numéro analyse le fonctionnement d'un outil écrit de planification d'une manipulation.

### 3.2. Conduire consciemment son activité d'écriture

Nous pensons que les élèves en difficulté n'ont pas une représentation suffisamment correcte de la tâche pour leur permettre de percevoir clairement le sens de l'activité et de se fixer un but adapté, de mobiliser les connaissances et les procédures pertinentes, de planifier et de réguler les actions par rapport au but. Nous faisons le pari qu'en introduisant des moments réflexifs sur cette pratique diversifiée de l'écriture, nous pourrions développer chez les élèves une prise de conscience et une conceptualisation des processus en jeu dans l'écriture qui faciliteront l'acquisition des compétences nécessaires. Il s'agit d'amener les élèves à construire des connaissances métacognitives en relation avec l'écriture en classe de sciences, c'est-à-dire des connaissances sur les actions cognitives en jeu et sur les moyens de les réguler.

Les psychologues ont surtout étudié les savoirs métacognitifs relatifs à la mémorisation et ils ont plutôt étudié les différents types de savoirs existants que la façon dont ils peuvent être construits. Nous tenterons une transposition de leur travaux à l'écriture. Il s'agit de commencer à conceptualiser ce qui se passe quand les élèves apprennent à écrire et à réfléchir sur leur activité d'écriture. Nous avons besoin de cette analyse pour orienter et pour évaluer les dispositifs pédagogiques mis en place. Ce que nous livrons au lecteur est un premier stade de cette réflexion, qui est loin d'être parfaitement élaboré. Mais

une prise de  
distance

pour développer  
des savoirs sur les  
actions cognitives  
en jeu dans l'écrit-  
ture

savoirs sur le fonctionnement cognitif de la personne, sur la tâche et sur les stratégies

nous pensons que, tel qu'il est, il peut contribuer à alimenter le débat sur la métacognition qui se développe actuellement en didactique.

Pour Flavell <sup>12</sup>, les savoirs métacognitifs sont relatifs à la personne, à la tâche, aux stratégies possibles ainsi qu'aux interrelations entre ces trois éléments. Ils permettent le choix et le contrôle de l'activité cognitive. Nous proposons un schéma appliquant ces trois catégories à l'écriture en sciences, pour tenter de désigner quels sont les savoirs métacognitifs en jeu. Les trois cercles concentriques représentent l'activité scientifique, l'activité d'écriture en sciences et l'activité de production d'un écrit particulier. Les connaissances des deux cercles extérieurs permettent d'opérer des choix pour la production d'un écrit particulier et sa régulation.

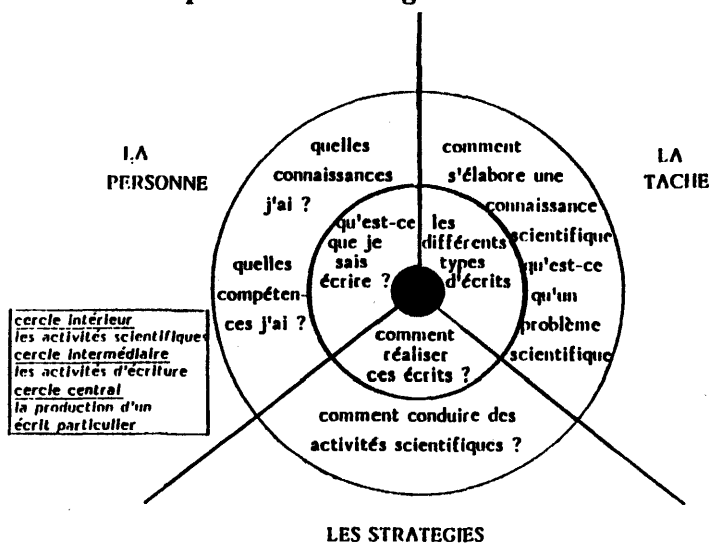


Tableau 3. Les savoirs métacognitifs en jeu pour la production d'écrits en classe de sciences

Melot et N'Guyen Xuan <sup>13</sup> définissent trois niveaux de connaissances métacognitives. Ces niveaux peuvent constituer des étapes acquises successivement au cours de l'apprentissage, mais ils sont également liés au niveau de difficulté de la tâche : pour une tâche simple, il suffit de se représenter les actions

(12) FLAVELL J.H. *Cognitive development*. Englewood Clifts. Prentice Hall. 1977.

(13) MELOT A.M., N'GUYEN-XUAN A. "La connaissance des phénomènes psychologiques" in OLERON et al. *Savoirs et savoir-faire psychologiques chez l'enfant*. Bruxelles. Mardaga. 1981.

trois niveaux de représentation et de contrôle de l'activité cognitive

représentation de la procédure

analyse de la procédure par rapport au but

anticipation, planification et régulation des actions

isolées, pour une tâche automatisée, on n'a pas (ou plus ?) la possibilité de conceptualiser (il n'est pas utile dans ces deux cas de mobiliser même le niveau 1). Par contre une tâche nouvelle et complexe est mieux réussie par un sujet qui peut mobiliser le niveau 3 de connaissances métacognitives.

Voici un bref résumé de ces trois niveaux :

1. le niveau de l'observateur. Il y a représentation du déroulement des actions, non pas des actions isolées mais de l'ensemble des actions constituant la procédure.

2. le niveau de l'observateur qui réfléchit. Il y a analyse des actions, "conceptualisation" <sup>14</sup>.

2a. Le sujet est capable de repérer les éléments efficaces de la procédure : "quand j'ai fait A, j'ai obtenu R".

2b. Le sujet est capable de savoir rapporter une procédure à la finalité qu'implique la situation de problème : "pour obtenir R, il faut faire A". Ce but peut être détaché de la situation particulière, il devient alors possible de concevoir plusieurs moyens pour un but.

3. le niveau de l'observateur qui agit en fonction de ce qu'il observe. Il s'agit d'un contrôle régulateur des actions, ce que Piaget appelle l'"influence en retour de la conceptualisation sur l'action". Nous retiendrons surtout comme caractéristiques de ce niveau une anticipation et un réglage de plus en plus actif des actions, qui amènent à la planification de l'action et au choix entre des moyens différents.

---

(14) PIAGET J. La prise de conscience. Paris. PUF. 1974.



des situations pédagogiques

Pour permettre la construction et l'utilisation de connaissances métacognitives, diverses situations permettant une distanciation peuvent être mises en place. Le tableau ci-dessous propose une mise en relation de connaissances métacognitives avec des situations pédagogiques permettant de les construire, dans les différents temps d'élaboration d'écrits.

	sur quoi portent les connaissances métacognitives	situations favorisant la prise de distance
AVANT anticipation orientation vers la tâche	<ul style="list-style-type: none"> <li>- représentations du contenu à mettre en texte</li> <li>- représentation du type de texte</li> <li>- représentation de la destination sociale du texte (à qui il s'adresse, à quoi il va servir)</li> <li>- représentation des étapes du travail</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse de textes produits par d'autres (textes sociaux, textes de pairs) / de textes produits antérieurement par soi</li> <li>- comparaison entre plusieurs types de textes</li> <li>- discussions collectives pour multiplier les points de vue</li> <li>- utilisation d'un texte prescriptif écrit par un pair pour agir</li> <li>- production de grilles, règles, listes de critères</li> </ul>
PENDANT réalisation contrôle en cours de travail	<p><u>Comment préparer le contenu ?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- travail de sélection, simplification, organisation, sur les écrits instrumentaux</li> <li>- essai oral pour réguler en fonction des réactions des interlocuteurs</li> </ul> <p><u>Comment contrôler la réalisation ?</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- relecture du premier texte, en utilisant plusieurs critères successivement, pour contrôler l'adéquation au projet (contenu, type de texte, type d'utilisation et de public) en vue d'une réécriture</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- produire un texte collectivement pour obliger à définir oralement contenu et plan, et à coordonner les propositions de chacun ; pour rendre utile la relecture par d'autres des premiers écrits</li> <li>- chercher comment surmonter une difficulté répétée par l'utilisation d'une grille</li> <li>- utiliser les grilles/listes pour la relecture</li> <li>- production de plan, squelette de texte, texte provisoire</li> <li>- utilisation et amélioration de grille, liste de critères, règle</li> </ul>
APRES évaluation a posteriori	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sur quels points le texte produit est réussi ou non réussi ?</li> <li>- la procédure de réalisation s'est-elle révélée efficace ?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- production soumise à un public dont on recueille les réactions</li> <li>- relecture collective et évaluation des textes produits en utilisant une grille ou une liste de questions</li> <li>- choix d'un critère dont la réalisation pose problème pour chercher comment le réussir</li> <li>- critique de l'outil d'évaluation</li> </ul>

**Tableau 4. Situations favorables à la construction de connaissances métacognitives sur l'écriture en sciences**

#### 4. TROIS EXEMPLES D'ACTIVITES PERMETTANT DE DEVELOPPER DES CONNAISSANCES METACOGNITIVES SUR L'ECRITURE

A propos de trois activités en classe de sciences, nous examinerons quelques-unes des caractéristiques des situations mises en oeuvre par rapport aux connaissances métacognitives qu'elles permettent de construire. Dans ces trois exemples, le projet d'écriture concerne des textes pour autrui, mais la réalisation du travail appelle dans les deux derniers cas la production d'écrits instrumentaux, pour soi.

##### 4.1. Une fiche-guide de travaux pratiques : un texte écrit collectivement pour être utilisé par d'autres élèves

Le travail en classe se déroule en trois temps organisés par les consignes que donnent les enseignants.

1 : les élèves de la classe de cinquième A qui viennent d'imaginer et de réussir une expérience mettant en jeu la pression atmosphérique (consigne 1) écrivent une fiche-guide de travaux pratiques pour leurs camarades d'une autre classe de cinquième (consigne 2) :

Consigne 1 "Imaginez une expérience dans laquelle l'eau monte dans une seringue sans que l'on touche au piston de la seringue au moment de l'ascension de l'eau."

Consigne 2 "Ecrivez pour les élèves de cinquième B comment il faut faire pour que l'eau monte dans la seringue sans toucher au piston au moment de l'ascension de l'eau et expliquez pourquoi il faut le faire."

2 : les élèves de la classe de cinquième B reçoivent les textes et les utilisent pour réaliser l'expérience (consigne 3). Puis ils écrivent leurs réactions à l'intention des auteurs (consigne 4) et réécrivent les textes en vue de les améliorer (consigne 5) :

Consigne 3 "Réalisez l'expérience proposée et décrite par les 5èmes A."

Consigne 4 "Ecrivez une lettre pour dire aux 5èmes A ce qui vous a aidé à réussir et ce qui ne vous a pas aidé."

Consigne 5 "Réécrivez le texte pour l'améliorer en modifiant ce qui ne va pas et en rajoutant ce qui manque."

3 : les élèves de la classe de cinquième A réécrivent les textes après plusieurs types d'activités, en particulier un retour sur

temps 1 : les fiches sont rédigées par les élèves (A)

temps 2 : elles servent de guide de travaux pratiques à d'autres élèves (B) qui les réécrivent

temps 3 : elles font l'objet de réécritures par les élèves (A)

la notion de pression atmosphérique, une comparaison de quelques textes première version et deuxième version et des réécritures partielles discutées collectivement <sup>15</sup>.

la situation a pour but de faire construire des connaissances sur l'action cognitive de se représenter de destinataire du texte

Une des difficultés que présente la communication écrite par rapport à la communication orale est l'absence de l'interlocuteur et donc l'absence de tout retour permettant d'ajuster son message au destinataire. Il faut arriver à *se représenter le destinataire*, ses connaissances, ses possibilités de compréhension. La situation décrite ici met en place deux moyens de prise de distance et de décentration.

la rédaction collective apprend à prendre le point de vue du lecteur

Tout d'abord la rédaction est collective, chaque fiche-guide est rédigée (dans le premier temps) ou réécrite (dans le deuxième temps) par un petit groupe de quatre élèves. Chacun est ainsi amené à expliciter oralement ses propositions de formulation et à les soumettre aux autres, qui ont alors un point de vue de public et par leurs réactions en retour permettent à l'"auteur" d'ajuster ses propositions au "lecteur". Les rôles sont ainsi partagés entre un "auteur" et un "lecteur" qui sont à ce stade des personnes différentes et chaque élève peut faire l'expérience des deux rôles successivement. Apprendre à écrire suppose qu'il arrive à prendre lui-même le point de vue du lecteur sur son propre texte : on peut penser que cette expérience l'y aidera.

l'utilisation du texte par des élèves situe l'écriture dans un projet de communication

Ensuite le texte produit est utilisé par des pairs. Ceci permet aux élèves de se mettre plus facilement à la place du lecteur et d'imaginer ses réactions. De même, les élèves utilisateurs peuvent plus facilement imaginer les auteurs. Le texte n'est plus pris comme un objet en soi mais est perçu comme inclus dans une interaction sociale et situé par rapport au projet de communication et à la fonction qu'il a dans la situation socialement définie.

la situation a pour but de faire prendre conscience de l'utilité de la réécriture

Par ailleurs les élèves n'ont pas généralement conscience - ils n'en ont guère l'expérience non plus - qu'un *texte se travaille* ; le processus d'écriture se limite en général pour eux à une seule version. Au cours du deuxième temps, les élèves de la classe de cinquième B ont eu l'occasion de réécrire un texte et d'en produire une seconde version pour améliorer la première. Cette réécriture est facilitée par le fait que les nouveaux auteurs ont d'abord lu ce texte pour l'utiliser, pour guider leur action : il est plus facile de prendre de la distance par rapport à un texte que l'on n'a pas produit et d'en avoir une lecture critique, il est plus facile de le juger par rapport à son but lorsqu'on a eu à éprouver son efficacité. La deuxième classe a de ce fait pu se rendre compte que la relecture critique est une

(15) Cette partie s'appuie sur le texte de DURNERIN C., CAPART D., ROBERT A. "Une situation de communication fonctionnelle pour la rédaction de fiches de travaux pratiques." Document interne INRP. 1988.

TEXTE 1 (5ème A)

Pour arriver à faire monter de l'eau à l'intérieur d'une seringue sans actionner le piston sans fais que la seringue est dans l'eau.

1<sup>er</sup> Avoir un cristalloire rempli d'eau, et une seringue.

2<sup>ème</sup> On bouche l'extrémité de la seringue avec un doigt.

Ensuite on actionne le piston comme si l'on aspirait de l'eau pour avoir un vide qui permettra par la suite en plongeant la seringue dans l'eau de faire monter l'eau à l'intérieur de la seringue. Ensuite on la plonge dans l'eau et on lâche l'extrémité bouchée par le doigt sans lâcher le piston et l'eau montera.

TEXTE 2 (5ème B)

Pour arriver à faire entrer de l'eau à l'intérieur d'une seringue.

Matériels : de l'eau, une seringue et un cristalloire.

1) mode d'emploi : remplir le cristalloire d'eau ; boucher l'extrémité de la seringue. Ensuite actionner le piston sans ou avec le doigt de l'extrémité de la seringue. Puis la plonger dans le cristalloire, enlever le doigt de l'extrémité de la seringue, et vous verrez que l'eau monte.

et de se représenter différentes étapes dans la procédure d'écriture

étape de la réécriture. On atteint ici la construction du niveau 1 de connaissances métacognitives de Melot et N'Guyen Xuan, celui de la représentation de l'ensemble des actions constituant la procédure mise en relation avec la représentation du but recherché. Il est alors possible de s'appuyer là-dessus pour comparer collectivement les expériences des uns et des autres et analyser les actions (contribuer à construire le niveau 2).

la première réécriture améliore l'aspect injonctif du texte

La réécriture par les élèves utilisateurs (classe B), dans le deuxième temps, a apporté essentiellement des modifications de forme (suppression de mots superflus ; il subsiste cependant des anaphores dans les secondes versions) et des modifications par rapport au caractère injonctif du texte (précision du but de la manipulation, meilleur découpage du déroulement des actions successives).

Cet aspect injonctif a été relativement bien réussi dans la première version. C'est sur ce point également que portent les améliorations significatives pour la deuxième version. Le texte A comporte une longue phrase de construction complexe où la description d'une action ("ensuite on actionne") est liée à son effet futur ("qui permettra") lors d'une action ultérieure ("en plongeant la seringue"). Les élèves lecteurs ont eu du mal à reconstituer la suite des actions. La version B qu'ils rédigent est faite de phrases courtes indiquant successivement chaque action à réaliser. Le texte est passé du descriptif à l'injonctif, il y gagne en efficacité pour guider une action ; il perd l'aspect explicatif contenu dans la première version ("pour avoir un vide qui permettra").

mais l'aspect explicatif est moins réussi

D'une façon générale l'aspect explicatif n'est pas bien réussi. L'"horreur du vide" semble tenir lieu de principe explicatif, l'action de la pression n'est mentionnée que dans deux textes. La réécriture telle qu'elle a été réalisée dans ce deuxième temps de l'apprentissage n'apporte pas d'amélioration très nette.

Organiser un texte explicatif nécessite la maîtrise d'un ensemble d'opérations complexes : tout d'abord l'identification parmi les connaissances en mémoire de celles qui seront utiles à une explication particulière, puis l'articulation entre les faits constatés ou produits et les éléments utiles d'une théorie en essayant d'apprécier la valeur de cohérence de cette mise en relation faits/théorie, enfin la traduction dans le texte de ces articulations cohérentes (la mise en texte).

sa reprise avec les élèves de la classe (A) engage une procédure complexe

Le problème se situe ici d'abord au niveau de la démarche explicative. La nouvelle étape d'amélioration des textes tentée avec la classe A dans le troisième temps nécessitait dès lors :

- un retour sur la notion de pression atmosphérique
- un travail au niveau de la représentation que se font les élèves de ce que doit être une explication scientifique
- une analyse des caractéristiques des textes explicatifs par rapport aux textes injonctifs

- une sensibilisation au fait que l'écriture d'un texte explicatif exige une planification longue et méthodiquement construite. C'est ce qui a été fait au cours du troisième temps avec la classe de cinquième A. Après des réécritures collectives des parties injonctives et explicatives du texte, il a été demandé une réécriture individuelle du texte intégrant les deux parties dans une rédaction continue (texte C).

#### TEXTE 3 (5ème A)

Pour arriver à faire monter l'eau à l'intérieur d'une seringue sans actionner le piston une fois que la seringue est dans l'eau.

On prend une seringue dont le piston est poussé à fond, on bouche l'extrémité de la seringue avec un doigt. (En gardant le doigt sur l'extrémité de la seringue), on actionne le piston comme si l'on aspirait de l'eau pour que la pression qui est à l'intérieur de la seringue soit inférieure à la pression extérieure ce qui permettra par la suite à l'eau de monter dans la seringue. Ensuite on plonge la seringue dans l'eau en gardant toujours le doigt sur l'extrémité de la seringue; une fois qu'elle est dans l'eau on retire le doigt qui bouche l'extrémité et l'eau monte car la pression exercée sur l'eau est plus puissante que celle qui est dans la seringue donc l'eau doit monter.

#### **4.2. Une grille d'évaluation, écrit instrumental pour guider la rédaction des comptes rendus de travaux pratiques**

En début d'année, une classe de troisième réalise une expérimentation sur l'ébullition de l'eau qui doit donner lieu à un compte rendu <sup>16</sup>.

La finalité du compte rendu est définie par le professeur de la façon suivante : "expliquer à quelqu'un d'extérieur à la classe qui souhaiterait comprendre et refaire l'expérience". Il y a donc

(16) L'analyse qui suit emprunte des éléments à : GOUBE A. "Elaboration de critères d'évaluation du compte rendu d'expérience avec des élèves de troisième et de cinquième". Document interne INRP. 1988.

désignation d'un lecteur du texte, ce qui permet de mieux se représenter l'exigence d'explicitation de toutes les informations pertinentes. Par la suite, chaque compte rendu sera effectivement lu et annoté par un élève d'une autre classe. Il y a d'autre part précision de la finalité : le compte rendu doit permettre de faire comprendre et de refaire l'expérience.

la situation conduit les élèves à élaborer une représentation du texte visé

Le professeur demande à la classe de réfléchir à ce qu'est un bon compte rendu d'expérience et de construire collectivement une grille d'évaluation qui sera utilisée parallèlement par eux et par le professeur pour juger de la qualité de leurs travaux après rédaction. L'intérêt de cette activité est d'amener les élèves à préciser leur représentation du produit qu'ils veulent réaliser, afin d'orienter la tâche d'écriture à laquelle ils vont s'atteler. Il ne s'agit pas tant de construire un instrument à appliquer que d'induire une démarche d'orientation de l'action par rapport au but, de faire éprouver aux élèves son efficacité et de leur faire construire les connaissances métacognitives correspondantes : la définition des caractéristiques du produit attendu permet de mieux se représenter la tâche *avant* de l'entreprendre et de mieux anticiper les actions à réaliser ; elle permet de réguler son action *en cours de réalisation* en fournissant un point de référence ; elle permet *en fin de travail* d'évaluer la conformité du texte par rapport au but et par là les procédures qui ont conduit à ce texte ; elle permet également à ce stade de modifier la représentation du but que l'on avait au départ.

cette représentation permet d'orienter l'écriture par rapport au but

Cette première grille est construite bien sûr à partir de l'expérience que les élèves ont eue les années précédentes et donc de leur représentation en ce début d'année de ce que doit être un compte rendu d'expérience. Voici les rubriques qu'ils définissent (qui sont certes criticables, mais ce sera justement l'objet de la suite du travail de les améliorer) : "*mettre un titre*", "*faire des paragraphes séparés*", "*expliquer le but de l'expérience : ce qu'on cherche*", "*donner la liste du matériel utilisé*", "*faire un ou des schémas : avec légende, au crayon, à la règle, grand, clair, net, propre, lisible*", "*expliquer ce qu'on fait, les consignes, les étapes*", "*mettre les remarques sur ce qui se passe (observations)*", "*mesures et résultats*", "*faire un graphique : au crayon, axes orientés, ce que représente chaque axe, échelle de chaque axe, titre pour le graphique*", "*faire une conclusion*".

la grille élaborée n'est qu'une formulation provisoire de cette représentation

Une fois les comptes rendus réalisés par les élèves, le professeur organise une séance d'évaluation qu'il choisit de centrer sur les schémas, qui n'ont pas été très bien réussis dans ce premier compte rendu. Il photocopie donc et distribue à tous les élèves quatre schémas en leur demandant de les évaluer à l'aide de la grille. La discussion conduit à modifier la rubrique correspondante de la grille. Cette prise de conscience des conditions pour que ce type de schéma soit communicable au-

la grille permet l'analyse critique des schémas du premier compte rendu

ra des effets positifs sur la réalisation ultérieure de schémas de ce type par les mêmes élèves.

critiques : la légende mal disposée rend le schéma illisible.  
modification de la grille : la case "légende" veut dire "légende bien disposée autour du schéma", sans flèches qui se coupent.

critiques : - le dessin en perspective est "jolli" mais long et difficile à réaliser ; il n'apporte rien à la compréhension du montage.  
 - les deux trous du bouchon ne sont pas visibles ; l'épaisseur de la pince et de la tige ne sont pas indispensables.

modifications : - faire des schémas en coupe  
 - éliminer les détails inutiles.

**Deux des quatre schémas analysés collectivement**  
**Les critiques et les critères formulés par la classe**

puis l'analyse de l'organisation des textes pour le deuxième compte rendu

ainsi qu'une réflexion sur les caractéristiques des textes explicatifs et des textes descriptifs

Les élèves réalisent ensuite une expérimentation sur la pression et rédigent le second compte rendu de l'année. L'évaluation de ce compte rendu fait également l'objet d'une séance collective. Le professeur photocopie et distribue à chacun trois comptes rendus d'élèves en demandant de les lire et de les analyser de façon comparative, la grille servant de référence.

Les élèves constatent que les trois textes sont structurés, et que cela en facilite la lecture. Ils remarquent que l'un d'entre eux utilise la grille de façon séquentielle, en répondant d'abord à la première rubrique, puis à la deuxième, c'est-à-dire en la transformant en plan-type de compte rendu. Cette procédure leur paraît efficace pour organiser le texte.

Une difficulté est repérée : les textes produits mélangent les aspects descriptifs ("expliquer ce qu'on fait") et les aspects explicatifs ("expliquer le but de l'expérience"). La grille est modifiée en remplaçant "expliquer le but" par "donner le but", "expliquer ce qu'on fait" par "décrire ce qu'on fait". Une case blanche est complétée par "interpréter". En précisant les différents sens du mot "expliquer", les élèves ont en même temps commencé à préciser dans la discussion les caractéristiques



## Compte-rendus de Sciences Physiques

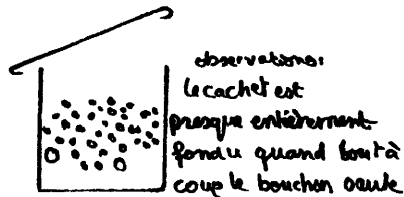
1<sup>ère</sup> expérience: Pression du gaz

But: Si on laisse  $T$  (température) fixe ainsi que  $V$  (volume) et qu'on augmente  $N$  (le nombre de particules), on cherche à savoir ce qui se passe pour  $P$  (pression du gaz), on cherche à savoir si notre modèle permet d'expliquer ce qui se passe.

Matériel: 1 boîte à pilules en verre, eau, 1/4 de cachet d'aspirine, un bouchon en plastique avec la boîte.

explications: On prend la boîte, on laisse rentrer l'air, on met de l'eau, 1/4 de cachet d'aspirine et on ferme vite la boîte avec le couvercle, et on laisse fondre le cachet

schémas:



explications: Comme on n'augmente pas  $T$  on pourrait croire que  $P$  reste fixe car l'agitation augmente avec  $t$  et  $P$  augmente avec l'agitation



départ



fin

En revanche on accroît le nombre de particules en faisant fondre le cachet (quand il fond il fabrique des particules) donc le nombre de chocs contre la paroi va aussi s'accroître.

Conclusion:  $P$  augmente car le nombre de chocs augmente donc le bouchon saute.

des formes linguistiques correspondant à un texte descriptif et à un texte explicatif.

Le projet de construction de compétences est ici assez différent de celui de l'élaboration de la fiche-guide de travaux pratiques décrit dans le paragraphe précédent :

- il vise à placer les élèves dans une situation d'analyse des caractéristiques du produit attendu de façon à les habituer à se construire une représentation du texte à produire avant de commencer à l'écrire ;
- cette anticipation est une condition préalable pour poser la question du "comment faire" ;
- elle va permettre la décomposition de la tâche en sous-tâches, qui pourront chacune être effectuées puis évaluées par comparaison avec la rubrique correspondante de la grille ;
- on pourra pour une des caractéristiques attendues, par exemple la présence d'un schéma, repérer la distance entre l'exigence exprimée et les comptes rendus produits et faire porter l'effort sur les conditions de production de cette caractéristique. La grille permet de choisir un obstacle sur lequel on va tenter d'obtenir un progrès significatif, en commençant par l'obstacle le plus simple à surmonter. Les exigences seront en retour elles aussi affinées.

Pour ne pas se contenter d'utiliser cette grille comme un algorithme à appliquer mécaniquement, il est essentiel que, à un moment donné - mais pas nécessairement en début d'année, les élèves soient amenés à éprouver les limites de la grille dans des situations où elle produira une gêne.

Ainsi la conception-même de cette grille de début d'année, qui a été appréciée par les élèves, on l'a vu, comme guide pour établir un plan avec des paragraphes bien apparents et bien délimités, et qui leur a permis de faire un progrès à ce moment de l'année, devient un obstacle pour un progrès ultérieur car elle tend à occulter les mises en relation et les articulations. Elle conduit à juxtaposer des données et un discours théorique plutôt qu'à élaborer une interprétation.

C'est cette mise en cause de la conception de la grille qui a été tentée à l'occasion d'un travail ultérieur où l'on demandait aux élèves de "*prouver que la combustion d'une bougie est bien une réaction chimique*". Les photocopies des buts et des conclusions rédigés par quelques élèves ont été longuement discutées, les élèves en ont conclu que pour rédiger une conclusion intéressante, il faut rapporter les résultats obtenus au but de l'expérience. Ils ont alors modifié la grille en plaçant la "*conclusion : réponse à la question posée*" juste après le "*but : qu'est-ce qu'on cherche ?*". Cette modification, mineure en apparence, casse le caractère de plan-type de la grille pour aller dans le sens de sa transformation en outil de réflexion.

l'utilisation de la grille a pour but de créer une distanciation afin de construire des connaissances métacognitives

c'est la réflexion sur les caractéristiques du texte et sur la façon de le produire qui importe

elle passe par la mise en cause de l'outil lui-même, ici comme obstacle ou aide à l'élaboration de l'interprétation

### 4.3. Réaliser des panneaux pour une exposition : recherche collective d'une cohérence et réécritures multiples

Des élèves d'une école primaire ont conçu le projet de réaliser une exposition sur les migrations<sup>17</sup>. La réalisation s'étend sur six semaines et comporte :

- une phase de préparation à partir de visites d'expositions dans la ville, de l'explicitation écrite d'une liste d'exigences que les élèves se fixent, d'une planification des différentes étapes de réalisation ;
- une phase de réalisation de chaque panneau par des sous-groupes avec des temps de confrontation en grand groupe et des réécritures jusqu'à ce que les panneaux produits paraissent satisfaisants à tous ;
- une phase au cours de laquelle l'exposition est présentée à un public d'enseignants, d'élèves et de parents et où les auteurs recueillent les réactions et les discutent.

On retrouve dans cette activité plusieurs des procédures mises en oeuvre dans les deux exemples précédents, mais elles sont ici articulées en une démarche d'écriture longue et complexe. Plusieurs points nous intéressent particulièrement par rapport à la construction de connaissances métacognitives. Tout d'abord le projet implique une cohérence entre les productions individuelles par rapport à une conception d'ensemble de l'exposition et ceci oblige à une explicitation des buts et des procédures à tous les moments de la préparation, de la réalisation et de l'évaluation finale. D'autre part, l'exigence de qualité partagée par le groupe conduit à de multiples réécritures. Enfin la prise de distance utile pour les moments de régulation et d'évaluation est facilitée par l'existence de plusieurs niveaux d'examen des productions : le niveau de l'ensemble du groupe, le niveau du sous-groupe chargé d'un panneau et le niveau individuel, éventuellement aidé par le regard de l'enseignant. On peut retenir plusieurs particularités dans les activités que les élèves ont eu à conduire.

. Première particularité : l'anticipation des caractéristiques du produit attendu s'est construite dans ce cas à partir de la visite de plusieurs expositions dans la ville et une analyse de leurs caractéristiques. Les élèves en ont déduit des exigences, assez imprécises à nos yeux, mais qui portaient d'emblée à la fois sur des aspects formels, sur le contenu qu'il s'agissait de transmettre et sur les destinataires :

une démarche  
longue et com-  
plexe d'écriture

l'exigence de co-  
hérence de l'en-  
semble oblige à  
une explicitation  
des buts et des  
procédures

l'exigence de  
qualité oblige à  
des réécritures  
contrôlées par le  
groupe

la phase d'antic-  
ipation aboutit à  
une explicitation  
des exigences...

(17) Une première analyse de cette situation a été proposée par : RUSCIOL-LELI C. "Une exposition sur les migrations à La Villeneuve de Grenoble". Document interne INRP. 1988.

"lisibilité"

"clarté"

"qu'il y ait des dessins, des schémas, des photos"

"examiner la proportion du texte par rapport à celle des dessins et des photos"

"il faut accrocher l'oeil du futur lecteur"

"on doit faire un choix judicieux des animaux".

Tout au long du travail, les élèves utiliseront ces exigences pour juger de la qualité de leurs productions et les affineront progressivement.

... qui servira de référence dans le travail

Ainsi la "clarté" avait été retenue comme une nécessité pour les textes d'une exposition scientifique. Or les enfants ont tendance à vouloir écrire tout ce qu'ils savent, ce qu'ils ont lu, vu, à partir du moment où il existe un rapport avec l'animal choisi, en oubliant que l'exposition porte sur les migrations. En relisant leurs premières productions à l'aune de ce critère, les élèves se sont rendus compte que cela n'allait pas et ils ont modifié la formulation de cette exigence :

et qui sera affinée quand le besoin s'en fera sentir

*"Le texte doit être complet par rapport au sujet. Tout doit apparaître dans le texte, mais sans oublier la fonction de l'exposition et à qui elle s'adresse :*

- pas de détails trop pointus qui pourraient perdre le lecteur néophyte
- ce qui est essentiel doit apparaître facilement
- ce qui n'est pas dans le sujet doit être éliminé
- par rapport au sujet, qu'est-ce que le lecteur attend et qu'est-ce qu'il doit retenir ?"

Bien que le terme "complet" ne soit pas très satisfaisant, la liste d'exigences qu'il recouvre marque un progrès en ce qu'elle est opératoire et peut orienter utilement la réécriture des textes.

Pour le dernier point, les enfants ont précisé qu'il fallait donner au lecteur des réponses aux questions suivantes : qui ? quand ? où ? pourquoi ? comment ? Cette liste de questions sera adoptée pour organiser le contenu des huit panneaux réalisés.

la planification et la régulation de la production sont assurées par le groupe

. Deuxième particularité : le projet était ambitieux et nécessitait une coordination de chacun des sous-groupes (huit panneaux ont été réalisés). Il y a donc eu une planification globale du travail, une réflexion collective sur les procédures adaptées pour le réaliser et des temps de réflexion collective sur la qualité du travail en cours.

les réécritures multiples...

. Troisième particularité : les enfants se sont engagés dans un travail de réécritures multiples. A cela, plusieurs raisons. D'abord, la situation sociale de communication, une exposition ouverte au public, qui demandait un produit de qualité. Les élèves, qui avaient déjà eu l'occasion de voir des expositions d'autres enfants ou d'en produire, connaissaient les attentes d'un public diversifié d'élèves, d'enseignants et de parents et tenaient à les satisfaire. Ensuite une tradition dans l'école de retravail des premiers écrits provisoires, qui faisait que dès le

départ la production était envisagée comme un processus long. Enfin la situation de production mise en place par les enseignants, qui prévoyait des lectures multiples, en cours de travail, à l'intérieur de chaque sous-groupe et avec l'ensemble du groupe.

. Quatrième particularité : les aides à la réalisation de la tâche de rédaction (au sens large, puisque les panneaux comportaient des textes, des cartes, des photos, des représentations graphiques) étaient multiples et permettaient des modalités diverses de prise de distance et de jugement du travail en vue de son ajustement aux exigences définies : critique de chaque production dans le sous-groupe par tous les enfants qui avaient à coordonner leurs productions individuelles et donc à les juger pour les améliorer de façon à réaliser un panneau satisfaisant, travail avec l'enseignante, comparaison avec les productions des autres sous-groupes, contrôle du contenu par référence à une documentation et à l'enseignante, utilisation des critères définis et affinés au fur et à mesure collectivement. Il y a eu sans cesse aller-retour entre "je fais" et "je réfléchis à ce que j'ai fait" : "est-ce que ça convient à mon objectif de départ ? Est-ce que ça convient à la fonction du produit final que je veux obtenir ?"

sont soutenues  
par une analyse  
critique des pro-  
ductions en rela-  
tion avec les buts

En résumé, la rédaction est individuelle mais elle est insérée dans un projet collectif, et qui est même collectif à deux niveaux : chaque panneau est conçu et réalisé par trois ou quatre enfants ; la conception générale de l'exposition est définie et contrôlée par tout le groupe. Les temps de réflexion distanciée collective sont ainsi une condition nécessaire pour permettre la cohérence de la réalisation finale et cette réflexion distanciée porte sur l'ensemble du processus : définition des exigences qu'on se fixe par rapport au type de texte (chaque panneau comporte des textes, des schémas et une carte), par rapport au contenu (choisir les idées importantes, vérifier l'exactitude des informations, définir le plan), par rapport au public (expliciter les informations supposées non connues de tous) et régulation fréquente en cours de réalisation pour vérifier que la production est conforme au projet et mieux définir des règles afin de lui donner une unité (ainsi le plan a été défini en cours de route). Ce contrôle collectif a permis des reprises et des réajustements nombreux, chaque panneau ayant donné lieu à trois maquettes successives en moyenne.

les connaissances  
métacognitives  
construites dans  
cette situation...

Les moments de distanciation ont été aidés par une variété d'écrits instrumentaux : pour l'élaboration du contenu, des notes de lecture, des listes d'idées importantes, un plan sous forme de questions ; pour la régulation du travail d'écriture, une liste d'exigences reprises, précisées et modifiées en cours de travail.

Le projet de construction de compétences est ici plus ambitieux que ceux qui ont été présentés précédemment. Il prévoit :

... portent sur la gestion et le contrôle de la démarche d'écriture dans son ensemble

- une anticipation du produit en référence à des produits de même type existant hors de l'école ;
- une anticipation des attentes des lecteurs par référence à sa propre expérience de lecteur d'expositions scientifiques et à des expériences antérieures d'exposants ;
- une planification de la production en sous-tâches bien identifiées (choisir le contenu, choisir le mode de présentation, réaliser le texte ou le schéma, contrôler le contenu par rapport à l'objectif, par rapport à l'exactitude, éliminer l'accessoire, contrôler la lisibilité...) ;
- des phases de retour et d'évaluation en cours de travail pour chaque sous-tâche avec des réécritures successives ;
- des phases d'évaluation de l'efficacité de la gestion d'ensemble de la tâche avec affinement des exigences, ajustement des différentes productions (par exemple accord sur un plan identique pour tous les panneaux en cours de travail).

### EN GUISE DE CONCLUSION

conduire consciemment son activité d'écriture pour des textes d'exposition

Nous avons cherché à explorer les conditions pédagogiques qui permettent aux élèves de devenir conscients de leurs démarches d'écriture et de s'approprier les règles de l'écrit. Les situations que nous avons analysées portent sur la production de textes finaux, ceux que nous avons appelés textes d'exposition par opposition aux textes instrumentaux. Ce sont en effet ces textes qui sont évalués par les professeurs. Même si leurs critères d'évaluation ne sont pas toujours explicités, ils existent au moins fonctionnellement. C'est une première étape, probablement la plus facile pour les élèves, que de leur faire prendre conscience, par divers procédés de prise de distance, des critères de réussite de ces textes. A partir de là, ils peuvent être conduits à analyser les processus de production de ces textes <sup>18</sup>.

mais aussi pour des textes de découverte

Il reste à analyser les situations où l'écrit fonctionne comme un outil pour apprendre les sciences et les conditions pédagogiques qui permettront de réfléchir avec les élèves à la façon dont ils peuvent produire des écrits fonctionnels efficaces.

Anne Vérin  
Equipe de didactique des sciences  
expérimentales, Institut National de  
Recherche Pédagogique

---

(18) MAS M. "Hors des critères, point de salut". Repères, n° 73. 1987.

# OUTILS GRAPHIQUES, ANTICIPATION DE LA TACHE, RAISONNEMENT

Brigitte Peterfalvi

*Par leur caractère synoptique, les outils graphiques sont susceptibles de constituer des instruments privilégiés de distanciation par rapport aux démarches intellectuelles : ils permettent de se représenter une succession d'opérations comme un tout organisé et de repérer en cours d'action chaque phase séquentielle par rapport à un ensemble qui lui donne sens. C'est dans cette perspective que des enseignants proposent à leurs élèves de construire des outils graphiques pour anticiper une démarche expérimentale avant de la réaliser effectivement. L'examen de tels outils produits par des élèves dans une séquence de classe sur l'identification d'ions dans une solution montre que les outils graphiques, en tant qu'instruments économiques, solidarisent différents aspects de la tâche à réaliser. Il met aussi en évidence de quelle façon l'aide apportée par l'outil graphique pour le raisonnement et la réalisation de la tâche est diversifiée selon les individus.*

Les sciences expérimentales utilisent à leurs différentes phases d'élaboration diverses sortes d'inscriptions ou d'écrits, parmi lesquels les outils graphiques tiennent une place importante. Par "outils graphiques", nous entendons une catégorie large d'inscriptions depuis les dessins, schémas, organigrammes jusqu'aux tableaux et aux graphiques, c'est-à-dire toutes inscriptions pour lesquelles l'écriture ne tient pas la première place et pour lesquelles l'organisation de l'espace et des lignes traduit un sens.

Dans l'apprentissage des sciences expérimentales, quelles fonctions spécifiques remplissent ces outils et plus particulièrement, comment ceux-ci peuvent-ils dans certains cas servir de support au raisonnement ou à la démarche ? De quelle manière apportent-ils une aide spécifique ? Nous nous proposons ici, dans le cas particulier d'une démarche mise en oeuvre dans une classe de troisième, d'examiner les relations entretenues entre des outils graphiques produits par les élèves et la démarche à la fois intellectuelle et pratique inhérente à la tâche à réaliser.

outils graphiques,  
supports à la démarche  
intellectuelle

## 1. CADRE GENERAL DE L'ANALYSE

### 1.1. L'anticipation d'une démarche expérimentale

La séquence de classe qui fera l'objet de cette analyse appartient à un ensemble plus vaste de séquences menées dans différents collèges et à des niveaux de classe différents, mais faisant toutes intervenir des outils graphiques comme instruments anticipatoires avant la réalisation d'une tâche expérimentale.

Il s'agissait avant tout, pour les enseignants engagés dans ce travail, de rechercher des situations où a priori l'utilisation de graphismes pouvait constituer une aide importante<sup>1</sup> : l'anticipation d'une démarche expérimentale semblait conforme à ce projet.

concevoir une expérience avant de la réaliser

Faire réfléchir, avant sa réalisation, à l'aide d'un instrument à la fois économique et structurant, à l'organisation de la démarche, à la signification des manipulations et au sens que l'on peut attribuer à un résultat attendu dans le cadre d'un raisonnement précis pouvait permettre aux élèves de ne pas s'enliser dans l'aspect manipulateur de l'expérience aux dépens de sa signification. Savoir où l'on veut aller avant de s'engager dans l'action, même si l'action et les résultats observés conduisent ultérieurement à d'autres voies que celles qu'on avait prévues au départ, est une des conditions de la mise en oeuvre d'une activité expérimentale. C'est la ligne de démarcation entre une activité "expérientielle" comme celle de l'enfant qui par essais et erreurs se livre aux apprentissages psychomoteurs de la prime enfance et une activité expérimentale, au sens où la science l'utilise en tant que procédure de vérification d'hypothèses. (Mais il ne faut pas oublier cependant que la science elle-même ne reconstitue souvent qu'après coup l'hypothèse correspondant à un résultat expérimental observé.)

et le tâtonnement expérimental ?

Le "tâtonnement expérimental" des élèves dans les activités scientifiques à orientation constructiviste se situe entre ces deux extrêmes. Peut-on, grâce à une anticipation, faire dans une certaine mesure une économie de ce tâtonnement et est-ce par ailleurs souhaitable ? Nous reprendrons cette discussion plus loin, lorsque nous aurons une idée plus nette de la façon dont fonctionne cette anticipation.

---

(1) La valeur d'aide des outils peut néanmoins varier considérablement d'un individu à l'autre en fonction des styles cognitifs



## 1.2. L'emploi d'outils graphiques

une vision globale  
de la démarche

Pourquoi utiliser préférentiellement un outil graphique pour cette démarche ? La raison essentielle de ce choix est qu'en vertu de leur aspect synoptique (c'est à dire la propriété de donner à voir d'un seul coup, de façon synchronique), certains de ces outils constituent des instruments privilégiés de vision globale et par là même de distanciation.<sup>2</sup> Ces instruments permettent donc ce que ne permet ni un discours oral ni un texte écrit, à savoir une vision globale dans un sens quasi matériel, un raccourci de l'ensemble d'une démarche. C'est une distanciation à laquelle le support figural confère un caractère concret, immédiatement disponible.

En outre, ce type d'outil comporte des propriétés structurantes telles que la mise en évidence, par leur matérialisation spatiale de parallélismes, d'oppositions, d'articulations et de distinctions de façon plus marquée que dans un texte écrit. Il donne des repères cadrés, insérés dans une forme d'ensemble, plus faciles à retrouver que dans un discours. Ceci est susceptible de constituer une aide importante à la structuration des idées. Mais il est tout aussi important de garder une vigilance quant aux limites de ces instruments : certains éléments du discours ne peuvent être traduits graphiquement, certaines nuances disparaissent, certaines limites sont trop marquées ; il s'agit en quelque sorte d'éléments simplifiés qu'il convient d'utiliser comme tels, avec précaution, sans perdre de vue cet aspect des choses.

grâce à une re-  
présentation éco-  
nomique et  
structurée

Mais d'un autre côté, plus l'expression est économique, simplifiée et structurée dans son ensemble, plus le report à l'un quelconque de ses constituants est aisé. Ceci intervient de façon essentielle dans la facilité de la mise en correspondance de la vision globale anticipatoire et des différents moments de la réalisation de l'activité correspondante<sup>3</sup>. Au moment de leur réalisation effective, la fonction de chacune de ces phases par

(2) A propos du caractère synoptique des schémas, on peut se reporter aux travaux de J.F. VEZIN, en particulier à "Apport informationnel des schémas dans l'apprentissage". *Le travail humain*. 1984. n°1, ou bien "L'apprentissage des schémas, leur rôle dans l'assimilation des connaissances". *Année psychologique*. 1972 n°1.

(3) On peut à ce sujet évoquer les travaux de MENDELSON et l'idée de "charge cognitive". P. MENDELSON. "Psychologie cognitive et processus d'acquisition des connaissances", à paraître dans *European Journal of Psychology and Education*. Les outils graphiques pourraient permettre de diminuer cette charge, de libérer l'"espace de traitement" et de traiter des unités sémantiques plus globales.

rapport à l'ensemble de la démarche est ainsi maintenue présente à l'esprit, contrairement à ce qui se passe fréquemment lorsque des enfants se livrent à une activité expérimentale ; et ceci, d'autant plus qu'ils sont plus jeunes, et que l'immersion dans chaque élément séquentiel occulte la vision d'ensemble et la raison d'être de chacune des parties<sup>4</sup>.

### 1.3. Les tâches proposées aux élèves

Les démarches proposées dans les différentes classes présentaient donc ce point commun : utiliser un outil graphique polyvalent comme instrument anticipatoire de la tâche et ensuite comme instrument de sa réalisation effective. Mais elles différaient par bien des aspects, en particulier par la nature de la tâche à prévoir, aussi bien au niveau des problèmes abordés qu'au niveau des raisonnements ou des opérations intellectuelles impliquées. Vérifier l'action de la salive sur l'amidon et en déterminer les conditions (dans une classe de quatrième), chercher les aliments dont se nourrissent les escargots et repérer les organes sensoriels utilisés pour leur identification (dans une classe de cinquième), identifier des ions dans une série de solutions (dans une classe de troisième), voici quelques-unes des activités proposées.

### 1.4. Le choix de l'une de ces séquences pour l'analyse des relations entre raisonnement et outils graphiques

C'est la dernière de ces séquences qui sera ici analysée de façon détaillée et il est nécessaire d'expliquer ce choix.

une tâche simple  
et univoque

Cette séquence ne nous paraissait pas intrinsèquement plus intéressante que les autres, que ce soit du point de vue de la démarche engagée ou des problèmes abordés : l'activité qui consiste à identifier des substances chimiques à l'aide de réactifs connus n'est pas à proprement parler une activité expérimentale, puisqu'elle ne vise ni à élaborer ni à éprouver des hypothèses ayant un quelconque caractère de généralité. Il s'a-

---

(4) Pour cette caractéristique de la pensée enfantine, Wallon emploie le terme de "fuite des idées". H. WALLON. *Les origines de la pensée chez l'enfant*. Paris. PUF. 1945.

git plutôt d'une opération technique utilisant un support logique. C'est une tâche peu susceptible de donner lieu à des raisonnements diversifiés, assez simple, fermée et univoque. Contrairement aux autres activités citées, elle met en jeu exclusivement une logique déductive et nous verrons comment la gestion anticipatoire puis effective de l'activité interfère avec cet aspect de la question.

Si nous avons néanmoins choisi cette activité comme objet d'analyse c'est parce que les démarches impliquées dans cette séquence, pour simples qu'elles apparaissent se retrouvent de façon combinée dans des ensembles plus complexes dans d'autres séquences : son analyse peut de ce fait éclairer certains aspects de ces dernières<sup>5</sup>.

pour repérer plus facilement les relations entre raisonnement et graphisme

Ce caractère de simplicité, d'éléментарité de la tâche d'un point de vue logique nous a semblé favorable à une analyse des articulations possibles entre raisonnement et outil graphique : l'ensemble de la tâche était relativement aisé à cerner et du même coup ses relations avec le graphisme plus facilement repérables que dans un ensemble plus complexe. Mais il est tout aussi important de garder présent à l'esprit comment ces caractéristiques de la tâche déterminent un mode de relation particulier avec le graphisme anticipatoire, et il faudra se garder de généraliser les observations menées ici : il conviendra plutôt de les comparer avec ce qui se produit dans d'autres situations.

### 1.5. La démarche d'analyse

L'analyse a consisté à rechercher de façon systématique les relations, les articulations entre outils graphiques produits par les élèves et raisonnement, ce dernier terme étant pris dans

---

(5) Une démarche analogue est employée dans la séquence portant sur l'action de la salive sur l'amidon, mais comme un des constituants élémentaires d'un raisonnement autrement plus complexe, lorsqu'on se propose de vérifier si l'amidon a disparu d'une solution ou si du glucose est apparu. Mais, ce qui dans la séquence sur l'identification des ions aboutit à un simple constat - la présence ou l'absence de l'ion considéré - a un tout autre statut dans la séquence sur l'action de la salive dans laquelle les disparitions ou apparitions de substances ont une signification particulière par rapport à une hypothèse testée.

un sens extensif, proche de "démarche intellectuelle" ou "suite d'opérations de pensée"<sup>6</sup> impliquées par la tâche, et à préciser ainsi les fonctions remplies par l'outil graphique pour la réalisation de la tâche.

décrire une démarche intellectuelle "type"

Pour procéder à cette mise en relation, il était d'abord nécessaire de préciser la démarche intellectuelle concernée : nous nous sommes placés pour cela dans une perspective de reconstitution d'une "démarche-type" pour la tâche concernée, c'est à dire dans une logique intrinsèque à la nature de la tâche et non pas dans une logique du raisonnement individuel dans sa singularité, avec ses aller et retours, ses hésitations, ses reprises et reconstitutions. Cette procédure peut présenter un danger si l'on n'y prend garde : celui de rétablir l'idée d'une "bonne démarche" unique, où les étapes seraient définies une fois pour toutes et par rapport à laquelle toute déviation ne serait conçue que comme imperfection. Aussi, l'on prendra soin de considérer cette "démarche-type" comme référence permettant de situer les productions des élèves, comme point de comparaison et non pas comme modèle. Selon le degré d'ouverture-fermeture et de complexité des tâches proposées aux élèves dans les différentes séquences, une pluralité plus ou moins grande de démarches différentes était possible, avec des cheminements et des hiérarchisations différents dans les étapes logiques. Ce sont souvent les schématisations proposées par les élèves qui nous ont fait prendre conscience de cette diversité possible, à laquelle nous n'avions pas toujours pensé a priori. Néanmoins, pour la séquence présentée ici, comparativement aux deux autres évoquées plus haut, le raisonnement est tout à fait univoque et l'on peut penser que l'ensemble des étapes individuelles de la démarche intellectuelle peuvent être rapportées à la reconstitution que nous proposons.

pour y référer les productions graphiques diverses des élèves

Dans une deuxième étape, nous avons procédé à une comparaison de proche en proche des productions graphiques des élèves, avec recherche systématique des différences et de leur signification possible pour ces derniers. Nous avons cherché par ailleurs une mise en relation systématique entre ces instruments et ce que nous avons appelé raisonnement ou dé-

(6) Comment délimiter ce qu'on appelle "raisonnement" ? Une suite d'inférences déductives apparentée à la logique formelle ou au syllogisme, une induction, une combinatoire beaucoup plus complexe de raisonnements de ce type avec des actions, des prévisions, des observations construites, des mises en rapport des prévisions avec le réel ? Nous avons pris le parti de considérer le "raisonnement" de la façon la plus extensive, comme l'ensemble de la démarche intellectuelle et non pas seulement ses aspects logiques.

marche. Nous avons pu mettre ainsi en évidence une diversité d'articulations entre outils graphiques et démarche intellectuelle selon les individus, traduisant des fonctions différentes de ces instruments.

## 2. LES RELATIONS ENTRE GRAPHISME ET DEMARCHE DANS UNE SEQUENCE DE CLASSE

### 2.1. Le travail proposé aux élèves pour la séquence choisie : identification d'ions

Cette séquence s'est déroulée avec un certain nombre de variantes dans cinq classes de troisième.

comment s'y prendre pour identifier des ions ?

Après une phase de travail collectif sur le principe et la méthode de l'identification d'ions à l'aide de réactifs, les élèves ont été invités à établir un document préparatoire pour l'identification de quelques ions dans six solutions différentes. Ils savaient qu'ils devraient utiliser effectivement ce document au cours d'une séance de TP, pour mener à bien leurs analyses.

Les consignes de travail ont légèrement varié d'une classe à l'autre : le caractère graphique du document préparatoire, notamment, était explicitement indiqué dans certains cas et pas dans d'autres.

Pour les uns, une fiche précisait :

En vous servant de votre cours et de votre livre, établir un DOCUMENT :

- résumant les tests à effectuer pour savoir si une solution renferme les ions  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$
- permettant d'effectuer rapidement ces tests sur 6 solutions inconnues (numérotées de 1 à 6)
- et d'en noter

\* les résultats (apparition d'une réaction ou non)

\* les conclusions (présence ou non des ions recherchés)

ceci pour chacune des 6 solutions

Dans les autres classes, c'est avec une consigne orale moins détaillée que le travail de préparation a été mené.

Pour les uns, une fiche distribuée au début de la séance de TP précisait que les résultats devraient être présentés sous forme de "tableaux" ; pour d'autres, le mot "tableau" avait été remplacé par "le plus clairement possible".

Nous ne développerons pas ici les conséquences de ces variations dans les consignes de travail, simplement, nous noterons ces quelques points :

melleure réussite  
chez ceux qui ont  
utilisé des outils  
graphiques antici-  
pataires

- Que la consigne en ait ou non été donnée, les élèves ont produit autant de tableaux (un tableau des solubilités des sels, présenté et longuement commenté en classe au cours de la phase d'étude du principe des identifications a peut-être fortement influencé ce choix des élèves).

- Plusieurs des élèves qui ont rédigé des textes sans faire intervenir de formes graphiques ne sont pas arrivés au bout de leurs expériences.

- Les meilleurs résultats ont été obtenus dans les deux classes où les élèves avaient déjà préparé le compte-rendu de manipulation sous forme de tableau contenant le résumé des tests à effectuer : la manipulation a alors été très rapide, sans besoin d'aide et les résultats précis et corrects.

## 2.2. Première analyse de la démarche intellectuelle

Examinons donc en quoi consiste la tâche :

Il s'agit de mener un ensemble d'opérations permettant de reconnaître indirectement la présence d'une substance dans une solution, à l'aide d'une coloration spécifique après adjonction d'un réactif. Ce qui est donné ici à propos des raisonnements et des opérations intellectuelles relève, nous le rappelons, de la logique de la tâche et non pas des raisonnements réels individuels. C'est la reconstitution à laquelle nous référerons les productions graphiques des élèves.

une suite  
d'étapes logiques

L'anticipation dont nous avons parlé plus haut ne porte pas sur la globalité de cette démarche : elle n'a pas été sollicitée au début de cet ensemble, mais au cours d'une phase intermédiaire, juste avant la phase de manipulation, alors que certains éléments étaient déjà acquis et utilisables pour la prévision demandée.

Nous avons tout d'abord caractérisé une suite d'étapes nécessaires dans la démarche et que nous avons formalisée comme suit :

OPÉRATIONS 1	OPERATION 1bis	OPÉRATIONS 2	OPERATION 2bis
Etablissement des équivalences réactif r $\leftrightarrow$ présence couleur c de telle substance	Récapitulation des équivalences (regroupement des conclusions des 1)	Utilisation des équivalences établies en 1 pour la mise en évidence d'une substance	Récapitulation des opérations 2
pour permettre la mise en évidence indirecte d'une substance	pour rendre disponibles aux opérations 2 les conclusions des opérations 1	pour la mise en évidence d'une substance	pour connaître au moins partiellement la composition des solutions

L'opération "1", qui correspond à l'établissement du principe qui permettra l'identification de chaque ion particulier a été menée dans des séquences de classe collectives, avec l'aide du professeur. Il s'agissait d'établir une série d'équivalences et ce, en utilisant le tableau des solubilités ("tableau 0"), fourni par le professeur.

TABLEAU "0"

Cation \ Anion	Na <sup>+</sup> sodium	K <sup>+</sup> potassium	Mg <sup>++</sup> magnesium	Ca <sup>++</sup> calcium	Ba <sup>++</sup> barium	Al <sup>+++</sup> aluminum	Ag <sup>+</sup> argent	Cu <sup>++</sup> copper	Fe <sup>++</sup> fer	Zn <sup>++</sup> zinc
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> nitrate										
SO <sub>4</sub> <sup>--</sup> sulfate										
CO <sub>3</sub> <sup>--</sup> carbonate										
OH <sup>-</sup> hydroxyde										
Cl <sup>-</sup> chlorure										



très peu soluble



soluble

### Tableau des SOLUBILITES dans l'eau de quelques sels

*Ce tableau comporte des éléments nécessaires au raisonnement qui permet d'établir ces équivalences, mais ne suffit pas à les établir. D'autres éléments sont nécessaires, comme la spécificité de la coloration des composés. Il ne donne pas non plus les conclusions des opérations "1" (les équivalences elles-mêmes) ; celles-ci seront établies collectivement et, plus tard consignées individuellement dans les outils que construiront les élèves.*

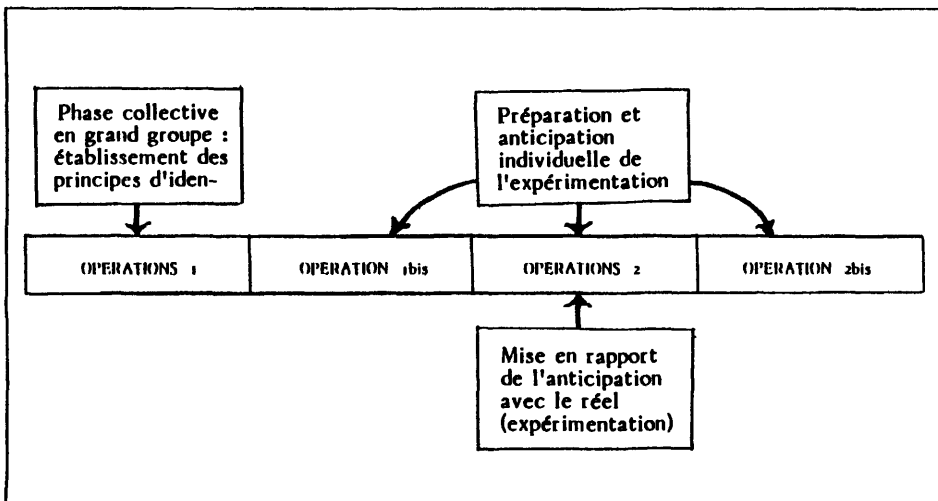
Remarquons que ces conclusions sont simplifiées : l'équivalence considérée n'en est une que si on néglige un certain nombre d'éléments comme l'influence de la concentration de la substance à identifier dans la solution ou la quantité de réactif ; que si on se place dans une situation où l'ordre d'adjonction des réactifs est sans influence sur l'aspect de la solution

une démarche simplifiée

après réaction ; que si on évite les mélanges éventuels de substances réagissant de façon différente au même réactif - ce que le professeur a évidemment pris garde d'assurer dans les solutions proposées aux élèves , mais qui pourrait bien se présenter autrement dans une situation où l'on ne connaîtrait pas à l'avance la composition de la solution à analyser...

Remarquons aussi que les opérations "1bis" et "2bis" n'ont de raison d'être que parce que le même procédé d'identification doit être mené successivement pour plusieurs ions et pour plusieurs solutions. Pour l'identification d'un seul ion, le raisonnement se réduirait aux opérations "1" et "2" : une partie non négligeable de la tâche intellectuelle consiste en la gestion de la multiplicité des démarches d'identification parallèles.

**Les différentes opérations peuvent être situées ainsi par rapport aux différentes phases de l'activité de classe :**



le même raisonnement à deux phases différentes de l'activité

Nous pouvons remarquer que les opérations "2" interviennent au cours de deux phases de l'activité : au moment de l'anticipation de l'expérience avec des données virtuelles et au moment de sa réalisation effective, avec cette fois des données réelles. Nous verrons comment les modalités du raisonnement diffèrent légèrement au cours de ces deux phases.

Nous reviendrons plus loin sur le détail du raisonnement, notamment pour l'opération "2" et sur d'autres aspects de la tâche, en particulier sur sa gestion pratique. Nous allons au préalable examiner certaines caractéristiques des outils graphiques produits par les élèves, par rapport à cette première analyse globale de la tâche intellectuelle.



### 2.3. Les outils graphiques produits par les élèves

une apparente  
uniformité

La première chose que l'on peut remarquer, c'est que tous les outils graphiques produits par les élèves sont des tableaux à double (ou triple) entrée, que la consigne soit ou non donnée de construire un tel outil, contrairement à ce qui s'était passé dans les autres séquences de classe où les outils étaient beaucoup plus diversifiés (certains élèves ont néanmoins produit ici des textes).

mais des construc-  
tions différentes

Ce que l'on peut remarquer ensuite avec quelque étonnement, c'est que, bien qu'il s'agisse d'une démarche relativement simple (le raisonnement l'étant lui-même comme nous l'avons dit plus haut) en regard de celle qui était impliquée dans les séquences sur le rôle de la salive et sur l'alimentation des escargots, les tableaux présentent une grande variété de constructions différentes : bien que le nombre de dimensions sur lequel ils sont bâtis soit limité, ils sont presque tous différents les uns des autres. Nous verrons de quelle manière et comment cela correspond à des fonctions différentes de l'outil graphique par rapport à la démarche.

Notre analyse prendra appui principalement sur les productions de trois élèves, que nous avons choisies pour les contrastes qu'elles présentaient malgré une efficacité sensiblement équivalente pour la réussite de la tâche (ces élèves ont tous trois réussi à peu près correctement leurs identifications) :

-Isabelle a produit un texte, correspondant à l'établissement des équivalences (opération "1"), et un tableau que nous appellerons "tableau A".

-Caroline a produit un tableau récapitulant les équivalences à utiliser, que nous appellerons "Eb" ("E" pour "équivalences"), et un tableau semblable à "A" du point de vue des informations consignées, mais différent par son organisation, le "tableau B".

-Ludovic a produit un tableau unique, le "tableau C", plus synthétique.

### 2.4. Observations sur le fonctionnement et la structure interne des outils graphiques

Considérons tout d'abord le tableau "A" d'Isabelle :

une dimension du  
tableau ordonnée  
comme les  
étapes logiques

Il se présente comme la figuration d'une série de raisonnements "2", empilés les uns par dessus les autres. Chaque ligne correspond à un raisonnement et l'alignement de gauche à droite à l'ordre logique et chronologique des opérations à effectuer pour chacun de ces raisonnements. Les mises en relation se font toujours de gauche à droite et le tableau n'a aucun intérêt à être lu verticalement, sauf de façon interne dans les cases correspondant à la colonne "réactif" (pour organiser pratiquement l'expérience et ne pas oublier un essai) et dans la dernière colonne récapitulant les conclusions.

n° du tube	Réactif	Résultat	nom de l'ion
6	nitrate d'argent chlorure de baryum soude	rien rien rien	/
5	Nitrate — chlorure — soude	Nuage Blanc rien rien	ion $cl^-$ — —
4	Nitrate chlorure Soude	précipité Blanc rien rien	ion $cl^-$ — —

TABLEAU "A"

La dimension verticale du tableau correspond par ailleurs à deux variables représentées de façon emboîtée : les solutions à analyser d'une part, les réactifs à utiliser d'autre part.

L'ordre apparaissant verticalement sur le tableau est arbitraire : on peut, sans bouleverser la signification du tableau, intervertir les lignes (à condition toutefois, de procéder à la même interversion à chaque occurrence de la même succession : les réactifs interviennent toujours dans le même ordre pour les différentes solutions) ; selon la terminologie de Bertin<sup>7</sup>, on dit que cette dimension est "ordonnable" (ou "différentielle" ou encore "qualitative"). Il en va tout autrement pour la dimension horizontale qui, elle, est "ordonnée" : l'ordre apparaissant graphiquement a une signification précise par rap-

(7) Pour plus de précisions sur le caractère "ordonné" ou "ordonnable" (non ordonné) des dimensions d'un tableau, on peut se reporter à BERTIN et à ce qu'il appelle le "niveau d'organisation d'une composante". BERTIN J. *Sémiologie graphique*. Paris-La Haye, Mouton, Gauthier-Villard, 1967, pp.34-39 et aussi BERTIN J. *La graphique et le traitement graphique de l'information*. Paris. Flammarion, 1977.

port à la variable représentée (ici la succession des données à prendre en compte les unes après les autres dans le raisonnement), et il ne peut donc être modifié dans l'outil graphique. Donc, le tableau d'Isabelle est ordonné selon l'une de ses dimensions et ne l'est pas selon l'autre. Ce principe est loin d'avoir été adopté par tous les élèves.

sans être pourtant une "traduction" du raisonnement

Notons néanmoins que si ce tableau indique dans l'ordre de l'enchaînement logique les éléments à mettre en relation, il n'indique pas la nature de la relation qui est implicitement connue par ailleurs<sup>8</sup>. Les en-tête des colonnes indiquent néanmoins la nature des données à inscrire et donne une idée de leur fonction par rapport au raisonnement.

fonctionnement interne, fonctionnement externe : le rapport avec le réel

Parmi les différentes colonnes, seule la première peut être remplie a priori, avant l'expérimentation. La seconde consigne les données d'expérience, l'insertion du raisonnement par rapport à un réel particulier, observable. La troisième se déduit : de la première, de la seconde (données internes au tableau) et de l'équivalence connue par ailleurs (par opération "1") entre la couleur que prend la solution après adjonction de tel réactif et la présence de tel ion (donnée externe par rapport au tableau, à rechercher en mémoire ou dans le texte qui, pour Isabelle accompagne le tableau). Il s'agit d'un traitement des données internes au tableau, mises en relation avec une donnée supplémentaire qui, elle, est externe.

Au moment de l'anticipation de la tâche, seule la première colonne pouvait être remplie. La place des deux autres pouvait être prévue, mais vide, attendant les données réelles pour être remplie.

(8) On peut se reporter, à propos de l'impossibilité de "traductions" complètes de propositions d'ordre verbal en représentations graphiques ou imagées, aux textes suivants :  
BRÉSSON François. "Réflexions sur les systèmes de représentation." Média. 1973-74. oct-nov 1975.  
DROUIN Anne-Marie. "Des images et des sciences". Aster n4. 1987  
VERIN Anne. "Schématisation d'un texte : Analyse d'un exemple". Compétences méthodologiques en sciences expérimentales, n3. Document interne à l'INRP. Juin 1987.

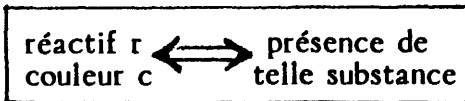
Observons maintenant les tableaux "Eb" et "B" de Caroline  
Tout d'abord "Eb"

	Nitrate d'argent Ag NO <sub>3</sub>	chlorure de Baryum Ba Cl <sub>2</sub>	Soude Na OH	
Sulfate SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		p.p. Blanc		HeP
Cuivre Cu <sup>2+</sup>			p.p. Bleu turquoise	
Zinc Zn <sup>2+</sup>			p.p. Blanc puis rouille	
Fer Fe <sup>2+</sup>			p.p. vert foncé	
chlorure Cl <sup>-</sup>	p.p. Blanc			
Carbonate CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>			effervescence	effervescence

Ce tableau correspond à l'opération "1bis", c'est-à-dire à la récapitulation de l'ensemble des équivalences établies par opérations "1" et visant à les rendre disponibles à leur utilisation dans les opérations "2" qui vont suivre.

Il est construit par croisement de deux dimensions conçues comme équivalentes : les réactifs à utiliser d'une part, les ions à identifier, d'autre part. Mais, ces deux catégories de substances ne sont pas désignées par leur fonction dans un raisonnement ou une démarche quelconque : le tableau indique simplement que la mise en présence de soude par exemple (implicitement réactif) avec l'ion Cu<sup>+</sup> (implicitement une substance à mettre en évidence avec ce réactif), produit un précipité bleu turquoise. L'équivalence

dimensions qualitatives symétriques



ne figure pas en tant que telle, mais doit être reconstituée à partir des trois éléments disjoints dans le tableau.

Considérons maintenant le tableau "B" que Caroline a construit pour organiser ses expériences et pour consigner ses résultats :

TABLEAU "B"

produit / tube rest (noir)	1	2	3	4	5	6
sulfate d'argent	rien ou pas de	p. blanc $Cl^-$	p blanc $Cl^-$	blanc $Cl^-$	blanc $Cl^-$	rien <del>ff</del>
chlorure de Baryum	précipité Blanc sulfate	rien	blanc sulfate	rien	blanc $SO_4^{2-}$	rien
acide chlorhydrique	rien	rien	rien	efferv. $CO_3^{2-}$	rien	rien
Soude	bleu Turquoise couleur	rien	rien	rien	blanc Zinc	rien

Il est équivalent à "A" au niveau des informations figurées : quatre dimensions, correspondant aux quatre colonnes de "A", y sont prises en compte. Mais l'organisation spatiale de ces dimensions est différente : celles qui correspondent aux deux premières colonnes de "A" (le numéro du tube et le réactif) sont croisées entre elles et celles qui correspondent aux deux dernières colonnes (la réaction et l'ion déterminé) figurent en "élévation"<sup>9</sup> dans les cases ainsi définies.

Cette façon d'organiser la figuration des différentes dimensions en jeu fait disparaître l'ordre qui était établi entre celles-ci dans le tableau "A". En fait, une des dimensions d'Isabelle disparaît ici : celle qui figurait horizontalement et qui ordonnait toutes les autres en fonction de la place qu'elles occupaient dans le raisonnement.

Le tableau de Caroline est plus éclaté : les fonctions dans le raisonnement ne figurent pas en tant que telles. Toutefois, les éléments correspondant à une même fonction sont représen-

pas de correspondance directe entre raisonnement et forme graphique

(9) "En élévation" est le terme employé par Bertin pour désigner la figuration d'une troisième (et éventuellement d'une quatrième) dimension dans l'espace à deux dimensions que constitue le plan du tableau, lorsque ces deux dimensions sont déjà mobilisées par la figuration de deux variables ; il s'agit, en somme, de ce qu'on inscrit à l'intérieur des cases (BERTIN *ibid.*).

tés de façon homogène, ce qui montre que la fonction est bien identifiée ; mais l'organisation spatiale de l'ensemble n'assigne pas à chaque fonction une place qui soit en relation avec la spécificité de sa nature : cette place, contrairement à ce qui se passait dans le tableau "A", est arbitraire. Le raisonnement doit être reconstitué à la lecture à partir d'éléments disjoints (comme dans "Eb") dans le tableau ; ceci néanmoins selon une modalité coutumière : par considérations successives d'une tête de colonne, d'une tête de ligne et du contenu de la case correspondant à l'intersection. La chaîne logique est toutefois plus implicite que chez Isabelle.

pas de supériorité  
d'une forme gra-  
phique par rap-  
port à l'autre

Ces considérations ne signifient d'aucune manière que le tableau "A" présente une supériorité quelconque sur le tableau "B" : l'arbitraire dans l'ordre des dimensions du tableau "B" n'est nullement synonyme de "désordre". Ceci signifie simplement que l'ordre apparaissant sur le papier réfère à autre chose qu'à l'ordre logique qui vraisemblablement était suffisamment disponible pour ne pas nécessiter en lui-même une traduction graphique explicite.

Ces tableaux ont par ailleurs tous deux permis d'organiser efficacement l'expérience et les deux élèves qui les ont produits ont également réussi leurs identifications.

Par ailleurs, dans le tableau "B" la disposition des conclusions (les ions identifiés) en deuxième ligne de chaque case ne permet pas, comme chez Isabelle de les considérer d'emblée de façon récapitulative, groupée (opération "2bis"). Pour connaître la composition d'une solution, on doit lire dans l'ensemble d'une colonne en sélectionnant les lignes correspondant bien à des conclusions (on doit éliminer celles qui correspondent à des résultats) et opérer mentalement le regroupement qui était matériellement réalisé chez Isabelle. Néanmoins, un tel regroupement matériel est relativement facile à opérer sur ce tableau (c'est pourquoi nous indiquerons p. 65 qu'il recouvre potentiellement l'opération "2"). D'autres regroupements sont possibles : on peut, par exemple, à la lecture de ce tableau savoir rapidement dans laquelle des solutions se trouve tel ion, ce qui serait plus long à partir du tableau d'Isabelle. Ce tableau "B" se présente donc de façon moins spécialisée par rapport à un raisonnement donné, puisqu'il se prête plus facilement à des regroupements différents.

**Examinons maintenant, de façon comparative le tableau "C", de Ludovic :**

TABLEAU "C"						
	ions sulfate $SO_4^{2-}$ réagissent avec chlorure de Barium	ions carbonate $CO_3^{2-}$ réagissent avec acide chlorhydrique	ion chlorure $Cl^-$ réagissent avec nitrate d'argent	ions zinc $Zn^{2+}$ réagissent avec soude (p.p. blanc)	ions cuivre $CU^{2+}$ réagissent avec soude (p.p. bleu)	ions fer $FE^{2+}$ réagissent avec soude (p.p. vert)
<u>TUBE N°1</u>						
<u>TUBE N°2</u>						
<u>TUBE N°3</u>						
<u>TUBE N°4</u>						
<u>TUBE N°5</u>						
<u>TUBE N°6</u>						

**LEGENDE**

X encore réactif

X signifie  
qu'il a été  
de la colonne  
coché dans  
le titre de  
la ligne  
coché

Nous avons vu qu'il s'agit, pour Ludovic d'un outil graphique unique. Il a intégré dans les en-tête des colonnes les informations des tableaux de type "E" (les équivalences) sous la forme suivante :

ions zinc $Zn^{2+}$ réagissent avec soude (p.p. blanc)
---

un tableau  
condensé

Ainsi, ce tableau se présente comme un condensé des tableaux de type "E" et de type "A", "B"... Il sert de support aux opérations "1bis" et "2".

Ce qui est croisé avec les numéros des tubes est directement le résultat du raisonnement déductif : la conclusion. En effet, les en-têtes des colonnes comportent d'abord les noms des ions à rechercher et c'est cette dimension qui structure horizontalement le tableau.

Ce qui est noté dans les cases, c'est une réponse oui ou non à cette conclusion qui était préfigurée dans l'outil graphique au niveau des en-tête des colonnes. Mais il faut remarquer qu'une des informations n'est pas explicitement inscrite : c'est le résultat observé réellement dans chaque essai, qui doit être immédiatement converti en sa conclusion logique, la présence de l'ion recherché qui, elle, est inscrite aussitôt<sup>10</sup>.

Ce tableau peut donc, d'une certaine manière, être considéré comme lacunaire par rapport à "A" ou "B", puisque ces informations figuraient dans ces tableaux, mais il couvre une plus large part du raisonnement. On peut considérer qu'il procède par condensation d'informations, en opérant des changements de statut de ces dernières, ce qui lui permet d'être plus "extensif" que les autres par rapport au raisonnement<sup>11</sup>.

C'est un procédé économique, mais qui demande une souplesse et un niveau d'abstraction suffisants.

Par ailleurs, comme pour Caroline, aucune des dimensions du tableau n'est ordonnée.

## 2.5. La situation des outils graphiques par rapport à la suite des opérations intellectuelles

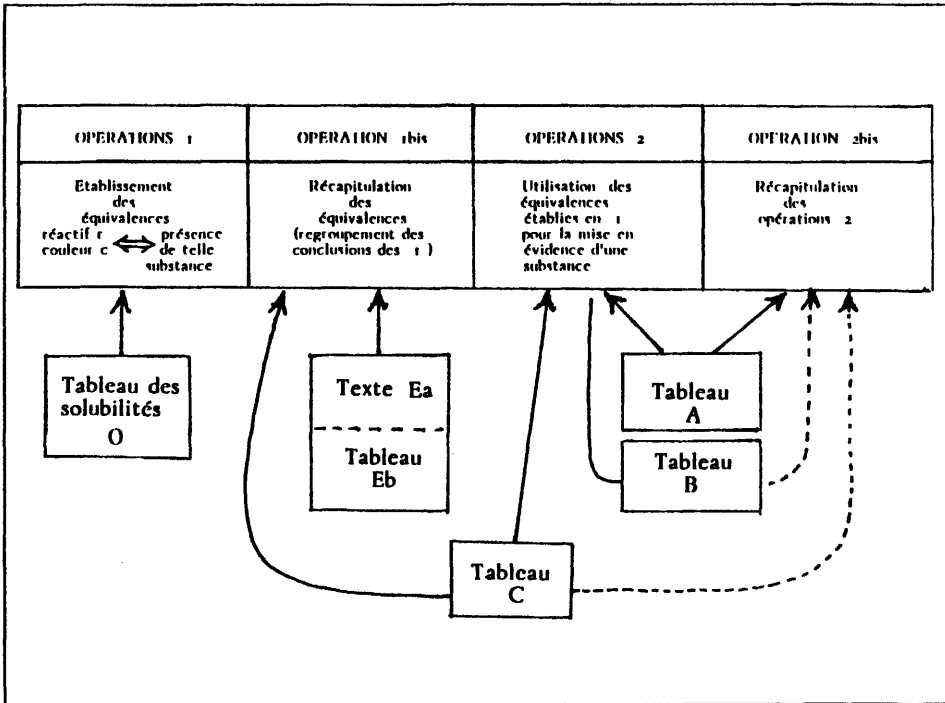
Une première façon de comparer ces différents outils, avant d'examiner plus attentivement leur fonctionnement par rapport à certaines opérations intellectuelles, consiste à les situer par rapport à l'enchaînement que nous avons décrit en 2.2.

---

(10) Si l'information "réagissent avec soude. pp. blanc" figure dans l'en-tête des colonnes, c'est en tant que connaissance générale et non pas en tant qu'observation particulière au cours de l'essai. Il est possible néanmoins que ce fragment de l'équivalence change mentalement de statut pour Ludovic au moment où, après un essai, il consulte les en-tête de colonnes ; il voit peut-être alors "avec soude. pp. blanc" comme le relevé de ce qu'il a réellement observé et non plus, comme au moment où il a construit le tableau comme un fragment d'une proposition "universelle".

(11) Néanmoins, comme pour Caroline dans le tableau "B", l'opération "2bis" (regroupement des conclusions pour une même solution) n'est pas matérialisée. Elle est toutefois matérialisable en ajoutant une colonne à droite.





Insertions différentes par rapport à l'enchaînement des opérations intellectuelles

On peut remarquer que les différents outils graphiques s'insèrent différemment dans l'enchaînement des opérations intellectuelles. Non seulement ils correspondent à des phases différentes du raisonnement, mais leur "extension" est variable. Le tableau "O" correspond à l'opération "1", sans la couvrir entièrement, les tableaux (ou textes) de type "Eb" correspondent à l'opération "1bis" de récapitulation des équivalences, les tableaux "A", "B" correspondent à deux étapes de l'enchaînement "2" et "2bis"; quant au tableau "C", il est le plus "extensif" de tous : il comporte les éléments nécessaires à trois opérations ("1bis", "2" et "2bis").

Pour reprendre le même problème d'une autre façon, on peut examiner de quels outils dispose chaque élève en fonction des étapes du raisonnement :

	1	1bis	2	2bis	
O		texte	A		ISABELLE
O		Eb	B		CAROLINE
O	C				LUDOVIC

On peut remarquer que, outre le tableau "O" qui est à la disposition de tous les élèves, deux d'entre eux ne disposent que d'un seul tableau : ceci pour deux raisons différentes.

Pour Isabelle, le tableau de type "E" est implicite et les informations qui pourraient y figurer doivent être gardées en mémoire (ou recherchées dans le texte qui précédait son tableau, où elles figurent de façon moins systématisée, mêlées aux raisonnements qui permettent de les établir), apprises comme autant d'informations particulières à savoir "par coeur".

Pour Ludovic, les informations des tableaux de type "E" sont intégrées dans le tableau global : il n'a donc pas, comme Isabelle à s'encombrer la mémoire de chacune des équivalences.

On peut déjà constater que si les outils graphiques construits par les différents élèves servent de support à leurs raisonnements, c'est de façon différente, décalée pour chacun d'entre eux.

## 2.6. Implicites et exhaustivité des informations dans les outils graphiques

des reconstitutions  
mentales à faire à  
partir des tableaux

Chaque tableau produit est support au raisonnement, mais ne se superpose jamais entièrement au raisonnement lui-même, car, au minimum la nature des enchaînements de propositions est toujours implicite. Implicites aussi, c'est-à-dire censées être réalisées ou évoquées mentalement et non matériellement, toute une partie du raisonnement et des données traitées. Mais ceci de façon différente pour chaque tableau et chaque utilisateur : **les implicites ne sont pas les mêmes.**

Pour Isabelle, comme nous l'avons vu, c'est la partie correspondant aux tableaux de type "E", c'est à dire à l'opération "I bis" qui doit être gardée en mémoire et fonctionner sans outil ou support matériel (ou bien être reconstituée à partir du texte qui ne donne pas directement les informations à utiliser).

Pour Caroline, c'est l'aspect ordonné de l'enchaînement logique qui doit être entièrement reconstitué mentalement, mais l'ensemble des données à conserver en mémoire et sur lesquelles porte le raisonnement est consigné dans les outils : ce qui manque dans la figuration est de l'ordre d'une **structure générale**, le syllogisme, qui peut être sans doute plus facilement rendue disponible que des **connaissances plus spécifiques** comme les équivalences dont doit se souvenir Isabelle.

mais différentes  
dans chaque cas

Pour Ludovic, qui utilise l'outil apparemment le plus universel, une partie intermédiaire de la démarche et des données reste implicite : celles qui concernent les résultats observés puisqu'elles sont sur le support matériel directement "traduites" en leur conclusion logique. Mais la mise en mémoire de ces éléments particuliers est très brève (contrairement à ce qui se passe pour Isabelle qui doit chercher en mémoire des équivalences établies de façon plus éloignée dans le temps) et les risques de perte d'information sont de ce fait réduits. Par

ailleurs, comme pour Caroline, l'enchaînement logique des opérations doit être reconstitué mentalement.

Pour résumer, on peut noter ainsi ce qui caractérise cet aspect de la question pour chaque élève :

ISABELLE	CAROLINE	LUDOVIC
<ul style="list-style-type: none"> <li>- existence d'un support logique</li> <li>- absence de certaines données à garder en mémoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absence de support logique (confiance en la structure mentale)</li> <li>- données à consulter figurent toutes dans un outil</li> <li>- coexistence de deux outils</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- absence de support logique</li> <li>- absence de certaines données à garder momentanément en mémoire</li> <li>- extension des opérations figurées</li> </ul>

la sélection des informations est une nécessité

Si les implicites dans les outils graphiques peuvent être vus négativement, comme lacunes ou comme sources d'erreurs éventuelles, il convient de modérer ce jugement et d'en considérer aussi les aspects positifs : il ne faut pas perdre de vue qu'une sélection des informations est aussi nécessaire. En effet, pour une lisibilité et une maniabilité acceptable, il est nécessaire que la charge en informations ne soit pas trop grande. Un outil saturé d'informations diverses devient illisible et peut être source d'erreurs aussi bien qu'un outil lacunaire. Il perd sa valeur synoptique et réduit par là même une partie importante de son intérêt. La construction de l'outil graphique comporte une sélection des informations qui seront utiles, c'est-à-dire de celles autour desquelles qui sont absentes pourront être mentalement reconstituées le plus facilement possible. Il doit aussi permettre une saisie visuelle assez rapide et globale nécessaire pour retrouver l'emplacement de chaque information partielle de façon économique.

Ce n'est apparemment pas le cas du tableau reproduit page suivante (réalisé par un élève non cité jusque là), qui comporte un maximum d'informations par rapport à tout ce que nous avons vu jusqu'à présent.

Une grande partie de ce que nous avons noté comme lacunaire dans les tableaux précédents y figure.

éviter un jugement à partir d'un état final

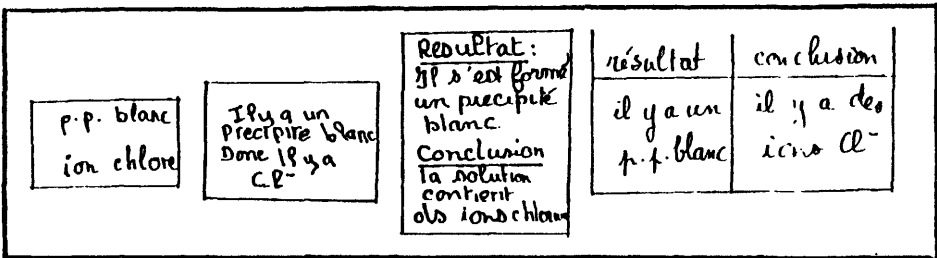
Notons néanmoins que, si le tableau semble confus à la lecture parce que trop plein, pour l'élève qui l'a construit, il a pu être tout à fait fonctionnel : il s'agissait d'organiser a priori l'expérience, de la mener à bien et de noter les résultats, toutes phases où le tableau n'était pas encore rempli, du moins pas entièrement. Il ne devait pas a priori servir à rendre les résultats intelligibles à autrui. Il ne faut pas perdre de vue que ces tableaux sont des instruments évolutifs et que ce qui n'est pas fonctionnel pour une phase donnée peut l'être tout à fait pour une autre.

LUNDI 2.13.15  
11h

Support ?	nitrate d'argent (Ag NO <sub>3</sub> ) (cf)	chlorure de Barium (BaCl <sub>2</sub> )	soude (Na OH)	nitrate de barium (Ba(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ) (carbonate)	conclusion
Tube n° I	Il y a un précipité blanc donc il y a Cl <sup>-</sup>	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions sulfates	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions zinc	Il n'y a pas eu de réaction donc pas de CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	- pas de sulfate - zinc
Tube n° II	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions Cl <sup>-</sup>	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions sulfates	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions zinc	Il n'y a pas eu de réaction donc pas de CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	- pas de sulfate - zinc
Tube n° III	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions chlorure	Il n'y a pas de précipité blanc donc il n'y a pas d'ions sulfates	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions de cuivre	Il n'y a pas eu de réaction donc pas de CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	- ions chlorure - ions de Cu <sup>2+</sup>
Tube n° III	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions chlorure	Il n'y a pas de précipité blanc donc il n'y a pas d'ions sulfates	Il y a pas de réaction donc il n'y a pas d'ions Zn <sup>2+</sup>	Il n'y a pas eu de réaction donc pas de CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	- ions chlorure - ions de manganèse
Tube n° IV	Il y a un léger précipité blanc donc il y a au moins chlorure	Il n'y a pas de précipité blanc donc pas de ions sulfates	Il y a pas de réaction donc pas de ions Fe <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> et Zn <sup>2+</sup>	Il n'y a pas eu de réaction donc pas de CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	- ions chlorure
Tube n° V	Il y a un précipité blanc donc il y a des ions chlorures	Il y a un léger précipité blanc donc il y a des ions sulfates	Il n'y a pas de réaction donc pas d'ions Fe <sup>2+</sup> , Cu <sup>2+</sup> et Zn <sup>2+</sup>	Il y a un léger précipité blanc donc il y a des ions CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	- ions chlorure - ions sulfate - ions carbonate

**2.7. Variantes dans la figuration des articulations du raisonnement. Éléments verbaux dans les outils graphiques. Dominante verbale ou graphique**

Nous avons vu que dans le tableau "A" d'Isabelle, c'est l'organisation spatiale générale de gauche à droite qui rendait compte de l'enchaînement logique du raisonnement et du statut des données par rapport à celui-ci. Or, en observant la variété des tableaux produits par les élèves, on peut repérer des séquences spatiales partielles (à l'intérieur d'une petite case) relevant de la même sorte de symbolisme, mais localement. Nous avons relevé par exemple les variantes suivantes chez des élèves différents :



dans lesquelles le résultat figure toujours en amont de la conclusion (soit plus haut, soit à gauche comme le veut le sens de l'écriture de gauche à droite). Un ordre logique partiel est donc ici aussi respecté. En outre, le statut des données inscrites est parfois explicité verbalement, de façon plus ou moins élliptique, plus ou moins complète : "il y a....donc...", "résultat", "conclusion" etc...

éléments verbaux,  
éléments graphi-  
ques

Cette dernière remarque attire notre attention sur le caractère plus ou moins graphique, plus ou moins verbal des outils produits ; ceci correspond sans doute à des orientations cognitives générales individuelles. Un extrême peut être représenté par le tableau de Ludovic, où le minimum d'informations apparaît sous forme verbale (sauf dans la légende), le contenu de chaque case étant réduit à des croix de deux couleurs différentes. A l'autre extrême, on trouve par exemple le tableau suivant de type "E" :

Ions négatifs (anions)		Ions Positifs (cations)			
de précipité blanc qui norcit à la lumière, n'apparaît que lorsque l'on ajoute du nitrate d'argent aux solutions qui renferment des Ions Chlorure. Le chlorure d'argent est insoluble dans l'eau. Ion chlorure $Cl^-$	pour voir si une solution renferme des Ions sulfate il suffit de lui ajouter des ions calcium ou baryum. On verra apparaître alors un précipité blanc de sulfate de baryum ou de calcium. car ses deux sels son insolubles. Ion sulfate	Pour voir si une solution renferme des Ions carbonate, on peut voir si un solide est carbonate (calcium) on lui ajoute d'acide (acide chlorhydrique) si il s'agit bien d'un carbonate il y aura une apparence de dégagement gazeux. Ion carbonate	$Cu^{2+}$ Pour ces 3 Pour ces 3 Ions le reactif utilisé est le meme, on ajoute des Ions hydroxyde on apporte par la soude (NaOH) Dans ces trois cas il se forme un précipité Bleu turquoise pour le cuivre.	$Zn^{2+}$ " " " " " Vert sombre devenant rapidement rouille par le fer	$Fe^{2+}$ " " " " " Blanc si il s'agit d'ions Zinc

où une organisation spatiale pertinente intervient pour délimiter et situer les unes par rapport aux autres des séquences textuelles complètes. D'une façon plus extrême encore, certains élèves ont produit des textes stricto sensu ; il n'y a plus alors du tout d'instrument graphique. Nous avons vu que ces

productions semblaient moins appropriées à l'organisation de l'expérience, puisqu'elles ont été accompagnées d'une moindre réussite de la tâche d'identification des ions. Pour les formes graphiques, néanmoins, rien ne nous permet pour le moment de conclure à une efficacité générale plus grande des formes plus purement graphiques ou des formes faisant intervenir des éléments verbaux.

### **2.8. Comment s'inscrit plus précisément l'opération "2", qui concerne la phase d'expérimentation proprement dite, dans les outils graphiques des élèves**

Nous avons tout à l'heure situé globalement les différents tableaux par rapport à l'enchaînement des opérations intellectuelles correspondant à la globalité de la tâche. Nous allons maintenant tenter d'analyser de façon plus précise comment ces tableaux fonctionnent par rapport aux éléments entrant en jeu dans l'opération "2". Nous allons pour cela décomposer cette opération, expliciter le raisonnement qui la constitue et la façon dont les données y sont prises en compte. Nous poussons donc ici un peu plus loin l'analyse de la tâche.

#### **• Analyse de l'opération "2"**

Chaque opération "2" est un syllogisme dans lequel interviennent deux prémisses à partir desquelles on infère une conclusion, par exemple :

#### **PREMISSE I :**

Les ions  $\text{Cl}^-$  réagissent spécifiquement avec le nitrate d'argent en donnant un précipité blanc

#### **PREMISSE II :**

On a observé un précipité blanc quand on a introduit du nitrate d'argent dans la solution 2

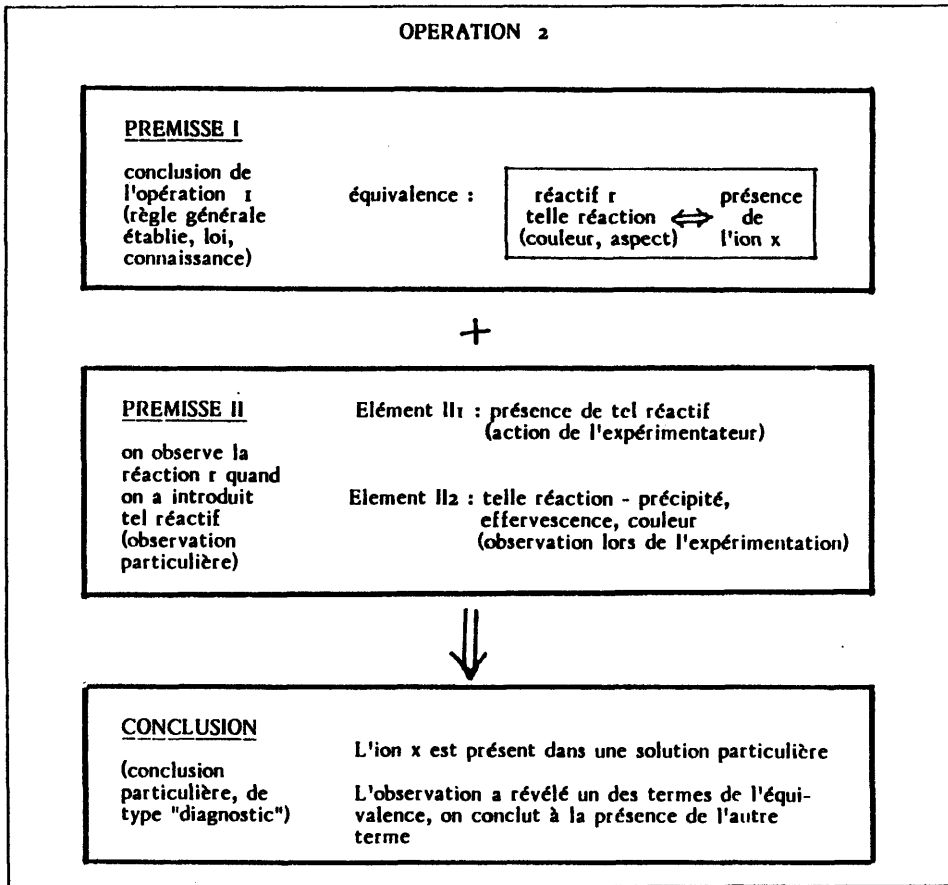
#### **PREMISSE III :**

La solution 2 contient des ions  $\text{Cl}^-$

Mais, du point de vue des données spécifiant l'énoncé de la prémisses II, une nouvelle décomposition est nécessaire pour rendre compte des variables mises en relation : il faut considérer d'une part la présence du réactif (le nitrate d'argent) qui correspond à une action de l'expérimentateur (qui en verse quelques gouttes dans la solution à analyser) et d'autre part la réaction observée. Nous appellerons ces éléments respecti-

vement "élément 1" de la prémisse II et "élément 2" de la prémisse II (ou élément II<sub>1</sub> et II<sub>2</sub>).

On peut globalement présenter le raisonnement de l'opération "2" comme suit :



un syllogisme du type "diagnostic"

Il fait intervenir :

- une action particulière
- une observation particulière
- une proposition "universelle"<sup>12</sup>
- une conclusion particulière<sup>12</sup>.

(12) Sur l'analyse des syllogismes et la façon dont les propositions "particulières" et "universelles" y entrent en jeu, on peut se reporter à BLANCHE. *Le raisonnement*. Paris. PUF. 1973, pp. 138-140.

Il s'agit, mise à part l'évidente simplification, d'une démarche du même type que celle qui est suivie lorsqu'un médecin établit un diagnostic, en mettant en relation un symptôme particulier (ou plutôt d'un ensemble de symptômes) observé chez son patient et une connaissance générale concernant la relation entre ce symptôme et une maladie donnée.

On peut remarquer, pour reprendre plus précisément le problème de l'ordre logique dont nous avons déjà parlé à propos des tableaux des élèves, que les prémisses I et II sont commutatives (on peut changer leur ordre dans le raisonnement sans modifier ce dernier). Par contre les éléments 1 et 2 de la prémisses II sont temporellement dépendants l'un de l'autre et ne peuvent intervenir que dans cet ordre : il en est de même pour la conclusion qui suit nécessairement l'ensemble des prémisses.

Ceci sur le plan logique. Sur le plan du déroulement intellectuel réel, au moment de la réalisation de la tâche, il en va autrement : on fait vraisemblablement appel d'abord à la prémisses I pour sélectionner l'essai à effectuer ; puis, on passe à la réalisation concrète, avec en tête les éléments de la prémisses II ; et, vraisemblablement, on fait de nouveau appel à la prémisses I pour conclure.

• Données, raisonnement, outils graphiques

Pour comprendre la façon dont le raisonnement utilise l'outil graphique, il est nécessaire d'apporter une nouvelle précision : elle concerne la distinction entre raisonnement et données.

En effet, le raisonnement est constitué d'un ensemble de propositions verbales qui s'enchaînent logiquement. Or, ce qui est inscrit dans les tableaux, ce n'est jamais une de ces propositions dans son ensemble, mais seulement certains éléments de chacune de ces propositions : il s'agit de ce qui caractérise une proposition particulière par rapport aux autres propositions homologues dans les autres raisonnements "2" parallèles.

Par exemple, pour l'"élément 1" de la prémisses II (qui n'est lui-même qu'une moitié de la proposition qui constitue la prémisses II), ce qui sera noté ne sera pas "on a introduit du nitrate d'argent dans la solution", mais "nitrate d'argent", c'est-à-dire ce qui distingue cette proposition d'une autre analogue comme "on a introduit du chlorure de baryum dans la solution", qui, elle, sera notée "chlorure de baryum".

Ce qui est noté est le caractère particulier d'une variable qui intervient dans l'ensemble des propositions qui jouent le même rôle dans les autres raisonnements "2".

On pourrait appeler les valeurs de ces variables des "données", mais il faut alors préciser qu'il ne s'agit pas dans tous les cas de "données" d'observation prélevées sur le réel.



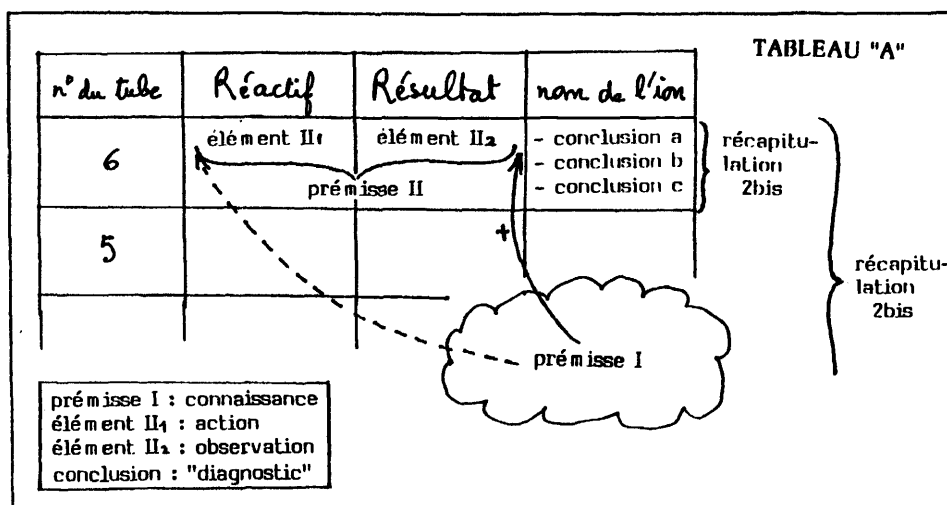
utilisation potentielle pour des raisonnements différents

Cette caractéristique confère aux outils graphiques une souplesse d'utilisation potentielle pour des raisonnements différents, puisque des propositions différentes peuvent être reconstituées autour des mêmes "données" : ceci permet une pluralité de mises en relation différentes et ce d'autant plus facilement que les éléments verbaux sont totalement absents.

• L'opération "2" et les outils graphiques des élèves

Voyons maintenant comment ces éléments se retrouvent dans les outils graphiques des élèves et ce que nécessite leur mise en relation.

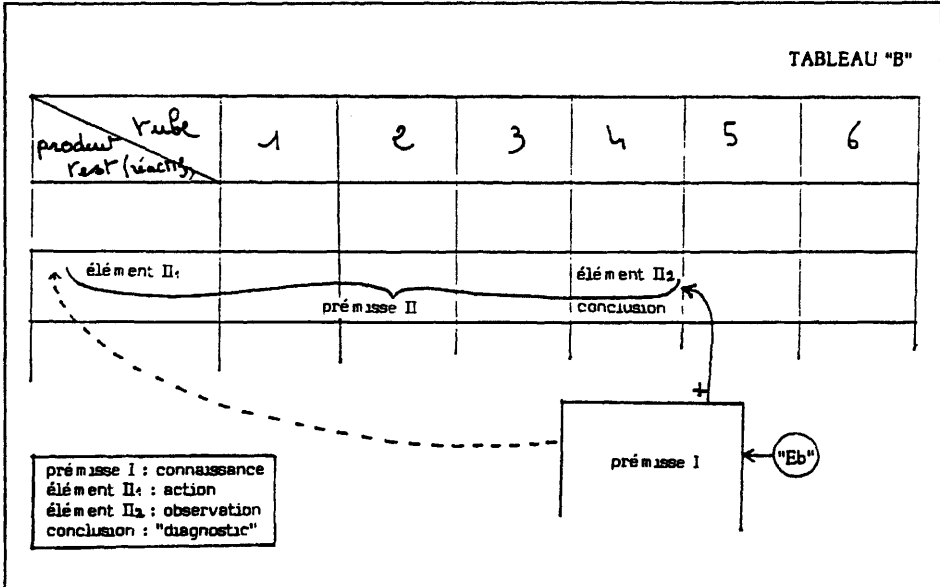
Pour ISABELLE



... un effort de mémoire nécessaire

Ce qui rend pour Isabelle l'opération "2" facile à réaliser, c'est l'ordre "élément 1" de la prémisse II, "élément 2" de la prémisse II, conclusion, de gauche à droite, qui suit l'ordre du raisonnement. Par contre, la référence à la prémisse I exige soit un effort de mémoire, soit une recherche, nécessairement un peu longue et coûteuse dans un texte, au moment du passage à la conclusion.

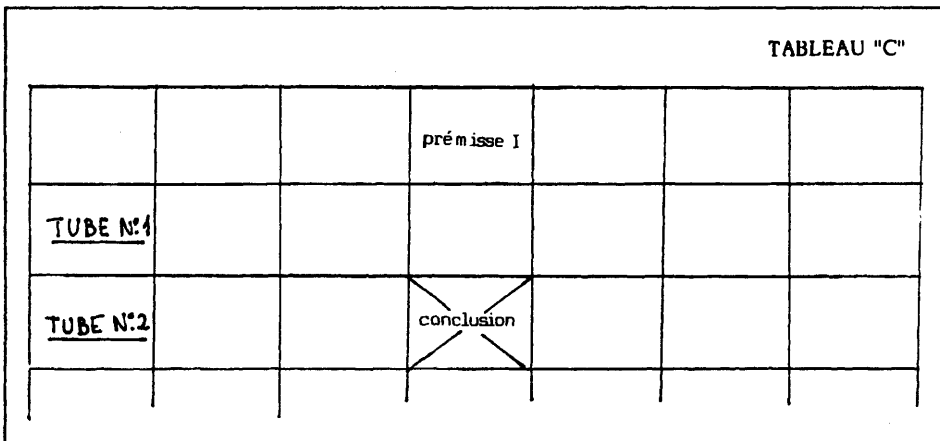
Pour CAROLINE



...rassembler les informations de plusieurs outils

Ce qui peut représenter une difficulté ou une lourdeur pour Caroline au moment de chaque essai et de la réalisation du raisonnement "2" correspondant, c'est la nécessité de rassembler les informations à prendre successivement en compte, dispersées dans deux outils différents et de plus disjointes à l'intérieur d'un même outil.

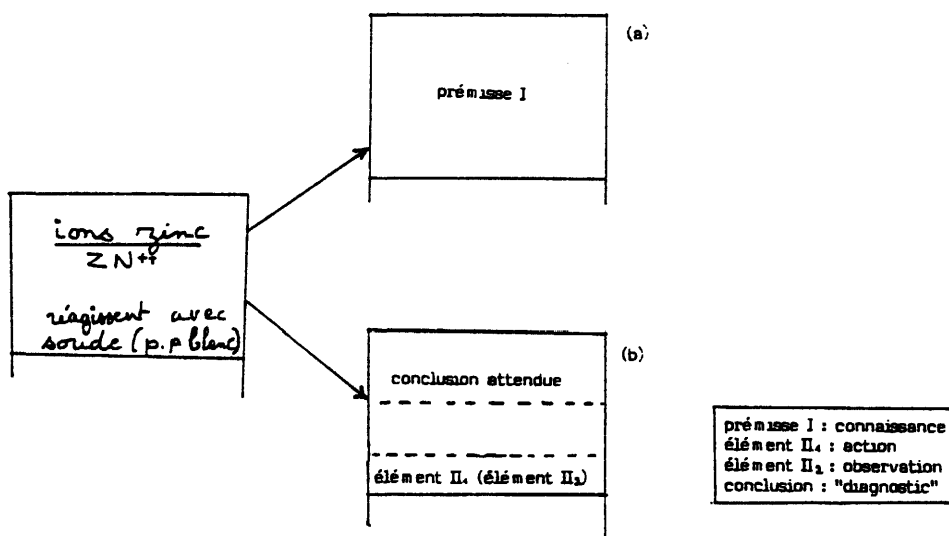
Pour LUDOVIC



Pour l'opération "2", ce tableau est à la fois plus synthétique et plus complexe que les autres : pour lire la conclusion d'une opération "2", il faut deux points de lecture successifs (en haut de la colonne et dans la case considérée), pour ne pas dire trois si on compte le report à la légende donnant la signification de la couleur de la croix.

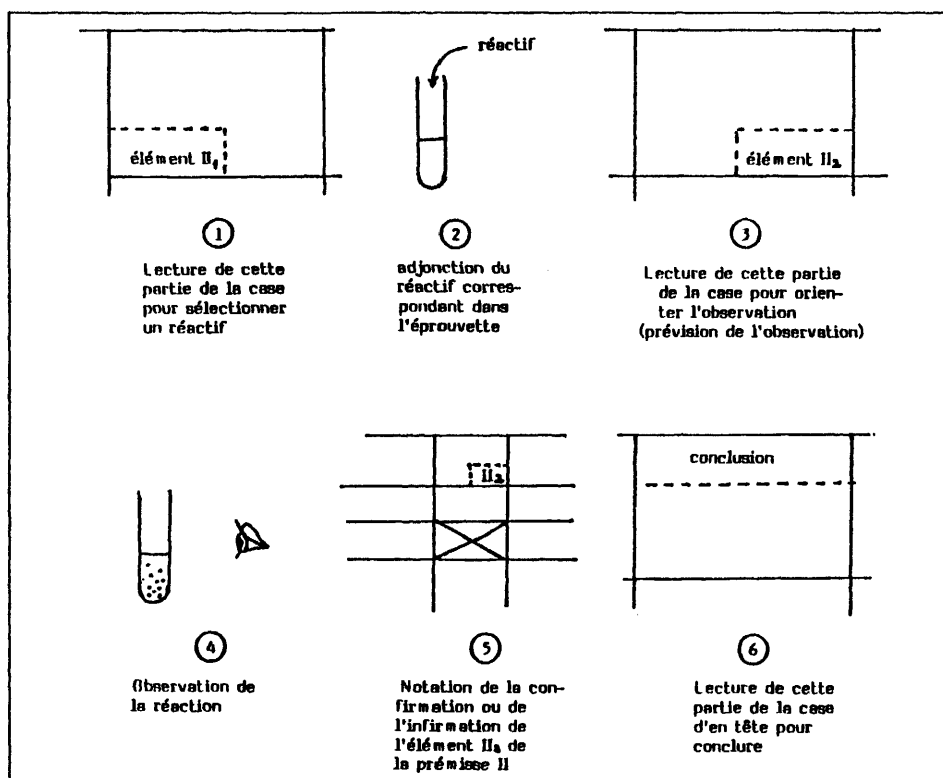
Ce que nous avons indiqué dans le tableau peut être complexifié si l'on se souvient que selon les étapes de la démarche les informations figurant dans la case d'en tête de colonne peuvent être prises globalement ou fragmentairement, ce qui en modifie la signification. Ainsi la case d'en tête de colonne suivante peut être interprétée de deux manières : elle peut être considérée globalement (a), comme l'expression de la prémisse I, au moment où on en a besoin dans le raisonnement, ou bien, au cours d'autres phases du raisonnement, décomposée et lue partiellement (b) :

...changer le statut des informations selon le moment dans le raisonnement .



L'avantage d'un tel tableau est de rassembler dans un même outil les renseignements utiles, mais sa difficulté d'utilisation réside en la nécessité de changer le statut des informations selon les phases du raisonnement.

On peut aussi concevoir que ce qui est inscrit dans les cases cochées par les croix n'est pas directement la confirmation de la conclusion, mais celle de l'"élément I" de la prémisse II (confirmation d'une observation attendue) avec une succession d'opérations du type suivant :



Cette dernière opération suppose à la fois un changement de statut de la croix qui d'abord signifie la confirmation d'une observation attendue et ensuite la confirmation d'une conclusion attendue, et un changement de statut de la partie haute de la case d'en-tête d'une conclusion attendue en une conclusion confirmée.

L'utilisation d'un tel tableau, s'il est économique du point de vue du rassemblement des informations s'avère néanmoins complexe du point de vue intellectuel. Notons néanmoins que toutes ces opérations et lectures différentes dans l'outil peuvent se faire sans une conscience explicite de ces changements de statut des informations ! Et c'est très vraisemblablement ce qui s'est passé pour Ludovic !

## 2.9. Intérêt des outils graphiques par rapport à la tâche

Nous avons noté que le raisonnement s'inscrit, au moins partiellement, dans les outils graphiques produits. Nous avons analysé de quelle manière.

Mais l'intérêt de l'outil graphique n'est pas tellement ici de sou-

gestion de la multiplicité des chaînes déductives

tenir la chaîne déductive qui est relativement simple : d'ailleurs, peu d'élèves ont réalisé un outil où celle-ci est apparente. Il réside plutôt dans la gestion de la multiplicité des chaînes déductives parallèles et le regroupement de leurs conclusions. S'il n'y avait eu qu'une substance à identifier dans une seule solution, avec un seul réactif, il est fort probable que la majorité des élèves se seraient passés sans dommage d'un outil graphique.

L'aide principale de l'outil graphique est ici de permettre :

- de ne pas oublier un essai dans la multitude des essais nécessaires (chaque chaîne déductive ne comportant qu'un essai), autrement dit d'introduire une systématisme
- de ne pas emmêler les différentes chaînes déductives (donner la conclusion correcte par rapport à la solution réellement analysée et par rapport au réactif utilisé ; ne pas donner la conclusion qui correspondrait à un autre réactif ou une autre réaction...)
- de regrouper les conclusions de façon à connaître la composition de chaque solution.

Mais, si l'intérêt de l'outil n'est pas tellement de soutenir la chaîne logique, celle-ci doit néanmoins pouvoir s'y retrouver assez facilement, ne pas se perdre ; sans quoi, le raisonnement ne peut pas se faire.

Nous avons examiné jusqu'ici la façon dont l'outil graphique s'insérerait par rapport au raisonnement et aux opérations intellectuelles nécessités par la tâche. Mais il joue un rôle différent au moment de l'anticipation de la tâche et au moment de sa réalisation effective : il joue aussi un rôle non négligeable dans l'organisation pratique de la tâche. Ce sont ces aspects que nous allons maintenant examiner.

### **3. LES OUTILS GRAPHIQUES COMME ARTICULATEURS DES DIFFERENTS ASPECTS DE L'ACTIVITE**

#### **3.1. Différentes formes d'anticipation dans la construction des outils graphiques**

le raisonnement dans l'anticipation et dans la réalisation de la tâche

Avant la phase expérimentale à proprement parler (ou phase de "manipulation"), le raisonnement doit être préfiguré, ou anticipé sous forme hypothético-déductive, sur des données hypothétiques et non pas réelles puisqu'elles ne sont pas encore connues), avec une formulation du type <sup>13</sup>:

---

(13) Sur le syllogisme hypothétique, se reporter à BLANCHE. *ibid* pp.140-141

comme	Prémisse I (équivalence)
si	Prémisse II (réaction c observée avec réactif r)
alors	Conclusion (présence de tel ion)

Nous retrouvons à peu de chose près le syllogisme décrit précédemment. La différence réside dans le "si" dont est affectée la prémisse II, dont on ne sait pas encore si elle sera réalisée.

Au moment de la construction des outils graphiques, en particulier des tableaux de type "A" ou "B", un tel raisonnement est nécessairement conduit.

Mais la façon dont les différents élèves spécifient à l'avance le raisonnement est variable : ils se projettent à l'avance plus ou moins loin dans la chaîne déductive, et de façon plus ou moins spécifiée pour chacune des variables en jeu dans ce raisonnement. Et, parallèlement, se profile une idée de la façon dont ce raisonnement déductif pourra être mené à bien, "réalisé" sur des données réelles, concrètes, y compris dans les aspects pratiques de l'organisation de l'expérience.

Au moment où la démarche est anticipée, les élèves construisent les cadres des outils graphiques : ils en conçoivent la structure, qui est un reflet du mode d'anticipation adopté et inscrit dans l'outil.

anticipation  
"pragmatique" et  
anticipation  
"intellectuelle"

Ces considérations nous amèneront à comparer les cadres de différents outils, ce qui nous conduira à différencier ce qui relève dans les outils d'une anticipation que nous qualifierons de "pragmatique" et ce qui relève par opposition d'une anticipation "intellectuelle".

Observons les trois structures de tableaux suivantes, rencontrées chez trois élèves. Le premier a la même structure que "B" de Caroline mais, pour des raisons de commodité de comparaison les dimensions horizontale et verticale ont été inversées ; le deuxième provient d'un élève non cité jusqu'à présent ; le troisième reprend la structure de "C" de Ludovic : Ces trois tableaux ont été choisis pour leur similitude d'organisation. Mais un élément important les différencie : c'est la nature de la composante qui est représentée horizontalement dans le tableau.

ce qu'il y a  
à faire ...

- Pour le premier, il s'agit de la succession des réactifs utilisés. En observant la totalité du tableau, on peut remarquer que chaque intersection entre ligne et colonne correspond à un essai à réaliser pratiquement. Ce tableau indique donc parfaitement ce qu'il y a à faire pratiquement ; il est même fort probable que la numérotation de 1 à 6 des solutions pré-

sente une correspondance spatiale directe avec la disposition réelle des éprouvettes dans leur support, et que la succession des réactifs 1, 2, 3 corresponde à la succession réelle de leur utilisation dans le temps. Il laisse la possibilité de réaliser d'abord tous les essais correspondant à une ligne, ou tous les essais correspondant à une colonne<sup>14</sup>.

## DIFFERENTES FORMES D'ANTICIPATION

	réactif 1	réactif 2	réactif 3
1			
2			
3			
4			

anticipation  
"pragmatique"

	réactif 1	réactif 2	réactif 3 réaction a	réactif 3 réaction b	réactif 3 réaction c
1					
2					
3					
4					

	ion 1 réactif 1	ion 2 réactif 2	ion 3 réactif 3 réaction a	ion 4 réactif 3 réaction b	ion 5 réactif 3 réaction c
1					
2					
3					
4					

anticipation  
"intellectuelle"

- (14) Notons que si du point de vue logique il est indifférent de procéder d'abord aux essais correspondant à une ligne ou une colonne, d'un point de vue pratique, il peut en aller tout autrement : si on dispose d'une pipette unique pour tous les réactifs, on a tout avantage à procéder d'abord à tous les essais utilisant un même réactif pour les différentes solutions, réduisant par là considérablement le nombre d'erreurs dues à un mauvais nettoyage de pipette ! Ceci pour préciser que les impératifs des différents plans de l'activité peuvent ne pas se superposer.

à observer...

- Pour le deuxième, l'organisateur horizontal peut sembler proche du précédent, puisque les réactifs figurent en tête de colonne ; mais l'élève qui a produit ce tableau y a inscrit une projection plus en avant dans la chaîne déductive : en effet, pour trois des colonnes, c'est le **résultat des observations** (réaction a, b, c) qui est déterminant puisqu'il les différencie. C'est cet élément qui détermine le nombre de colonnes inscrites. Alors que le tableau précédent utilisait comme organisateur ce qui correspondait à l'"élément 1" de la prémisse II (l'action), celui qui est utilisé ici correspond à l'"élément 2" (l'observation ; ici, l'observation attendue, possible hypothétique), qui est postérieure à l'action dans la chaîne déductive.

à chercher...

- Le troisième projette encore plus loin dans la chaîne déductive, puisque ce qui sert d'organisateur à la dimension horizontale est la phase finale de la déduction : **sa conclusion, l'ion à rechercher**. Les intersections entre lignes et colonnes ne correspondent plus, comme pour le premier à des essais à réaliser, mais à des conclusions possibles. C'est la raison pour laquelle nous qualifions de plus "intellectuelle" l'anticipation dans ce tableau. Ce qui ne veut pas dire pour autant qu'il n'y ait pas de place prévue dans les autres tableaux pour les conclusions, mais celles-ci n'y sont pas spécifiées à l'avance et ne servent pas d'organisateur.

### Quelques remarques

Ce que nous avons appelé ici "projection dans la chaîne déductive" ne se confond pas avec ce que nous avons appelé "extension des opérations intellectuelles figurées" (p. 65) : Effectivement, les trois tableaux dont nous venons de parler permettent, au moment de la réalisation effective de chaque essai, de noter tous les éléments intervenant dans l'opération "2" jusqu'à sa conclusion (l'ion recherché) ; leur "extension" pour l'opération "2" est donc égale. Mais au moment de l'anticipation, et c'est ce qui détermine le caractère "pragmatique" ou "intellectuel" de cette dernière (ou le degré de projection dans la chaîne déductive), ce ne sont pas les mêmes éléments qui donnent aux différents tableaux leur organisation générale, leur structure. Donc ces trois tableaux ont une "extension" égale pour l'opération "2", mais un degré de "projection dans la chaîne déductive" différents.

Il est important de souligner par ailleurs que l'anticipation "pragmatique" ou "intellectuelle" dans l'outil ne doit pas se confondre avec l'anticipation mentale (celle qui se déroule "dans la tête" des élèves) : dans le tableau que nous avons qualifié de "pragmatique", une place est réservée aux conclusions. Caroline avait mentalement prévu, au moment de son anticipation, qu'il y aurait des conclusions aux opérations "2", mais n'avait pas spécifié à l'avance les différentes conclusions possibles, n'avait pas structuré son tableau selon les conclusions. Néanmoins, elle avait prévu qu'il y en aurait, sans éprouver le

l'anticipation manifestée dans l'outil ne se confond pas avec l'anticipation mentale



figuration et disponibilité mentale

besoin de les spécifier à l'avance. Confiante dans sa capacité à reconstituer l'ensemble du raisonnement au moment de l'essai, elle n'a pas matérialisé dans l'outil sa vraisemblable "anticipation intellectuelle" au niveau mental.

La construction d'un tableau "pragmatique" ou "intellectuel" ne dénote pas nécessairement un état d'esprit ou un style cognitif équivalent. On peut, au contraire, faire l'hypothèse que dans les cas où la chaîne déductive est suffisamment structurée et disponible mentalement pour un individu donné, sa figuration est peu utile. Par contre un soutien par un outil peut dans ce cas être utile pour l'organisation matérielle de l'expérience et un tableau plus "pragmatique" être plus efficace. Un soutien "intellectuel" par un outil graphique peut, au contraire, être plus efficace quand cette sphère est moins solidement structurée mentalement, comme c'est peut-être le cas pour Isabelle qui a spécifié toutes les étapes de la démarche.

Considérons en effet le tableau "A" d'Isabelle (p. 58) dont nous n'avons pas encore parlé à propos de ce problème. Nous avons vu qu'il prévoit de façon matérielle (et explicitée dans les entêtes des colonnes) les différentes étapes des opérations intellectuelles à mener. Il s'agit donc en quelque sorte d'un tableau à anticipation intellectuelle. Mais ceci d'une manière très différente du tableau "C" de Ludovic : tandis qu'Isabelle indique toute la suite des opérations intellectuelles à mener, Ludovic se contente de spécifier dans son cadre les différents valeurs possibles correspondant à l'étape finale, manifestant ainsi comme Caroline une confiance suffisante dans sa capacité de reconstitution mentale des étapes manquantes. Donc, si ces deux tableaux peuvent également être qualifiés d'"intellectuels", c'est de façon fort différente puisque l'un spécifie les étapes du raisonnement et l'autre les différentes conclusions possibles.

### 3.2. Articulation entre différents plans de l'activité

Mais si le tableau d'Isabelle donne des indications sur les opérations intellectuelles prévues, il en donne aussi sur les opérations pratiques à effectuer : il matérialise à la fois une anticipation "intellectuelle" et une anticipation "pragmatique".

Nous avons remarqué p. 59 que ce tableau comportait une dimension "ordonnée" (horizontale) et une double dimension non ordonnée ou comportant un ordre arbitraire (verticale)<sup>15</sup>.

(15) Pour le tableau "B" de Caroline, les deux dimensions croisées présentaient également un ordre arbitraire.

étapes successives du raisonnement : anticipation  
"intellectuelle"

n° du tube	Reactif	Resultat	nom de l'ion
6	essais successifs : anticipation "pragmatique"		
5			
⋮			

TABLEAU "A"

disposition des tubes dans le présentoir : anticipation "pragmatique"

Mais examinons plus précisément comment cet ordre arbitraire est choisi : l'arbitraire est-il vraiment entièrement arbitraire ? Pour la dimension verticale d'Isabelle représentant la variable réactif il existe bien un arbitraire à l'intérieur de chaque petite case ; mais il est important de remarquer que cet ordre est toujours le même d'une petite case à l'autre : Nitrate d'Argent, Chlorure de Baryum, puis Soude. Cette répétition de l'ordre, cette systématisation correspond à une **logique de l'organisation pragmatique** de l'expérience. Cet ordre dans l'espace correspond vraisemblablement à l'ordre temporel des essais. Il correspond à la nécessité de ne pas en oublier un, d'une part, de ne pas les mélanger d'autre part et enfin à la nécessité de ne pas se tromper dans la mise en correspondance d'un essai réalisé concrètement et de l'inscription de son résultat dans la case qui lui est réservée dans l'outil graphique, et pas dans une autre.

De même, si l'ordre dans la dimension verticale représentant les différentes solutions numérotées de 1 à 6 est en soi arbitraire, il reproduit vraisemblablement une **disposition spatiale réelle des tubes à essai** contenant les différentes solutions<sup>16</sup>.

(16) Cette correspondance spatiale directe n'est pas absolument indispensable si les tubes à essai sont matériellement numérotés comme les numéros des cases verticales, mais représente une économie substantielle dans l'effort de mise en correspondance d'un essai avec son inscription dans le tableau à la place correcte.

une logique de  
l'organisation ma-  
térielle

Donc si cet ordre est intrinsèquement arbitraire, sa mise en correspondance avec un ordre réel matériel ne l'est pas : il relève de la logique de l'organisation matérielle de la tâche.

médiation entre  
logique d'organ-  
isation intellec-  
tuelle et logique  
d'organisation  
pratique...

Tout ceci permet de dire que, pour Isabelle, le tableau "A" sert de médiation entre une logique d'organisation intellectuelle de la tâche et une logique d'organisation pratique, qui toutes deux sont d'abord anticipées, puis réalisées effectivement. Le tableau lui sert en quelque sorte à convertir l'un en l'autre, à passer de la conception à la réalisation. Nous l'avons montré sur le tableau d'Isabelle, mais ceci se retrouve à des degrés divers dans les autres tableaux qui tous articulent dans des proportions différentes des aspects référés à la logique intellectuelle de la tâche et des aspects référés à sa logique pratique.

Nous avons vu qu'une des fonctions des outils graphiques est l'articulation des logiques correspondant à différents plans de l'activité<sup>17</sup>. Mais les outils graphiques comportent eux-mêmes leur propre logique, liée d'une part aux possibilités et aux contraintes des agencements dans l'espace à deux dimensions et d'autre part aux caractéristiques à respecter pour une saisie visuelle à la fois économique et féconde.

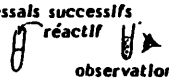
servie par une  
logique d'organ-  
isation graphique

C'est selon cette dernière logique que ce tableau de type "E" (produit par un élève jusqu'à présent non cité), est ordonné :

produit. ion à identifier	nitrate d'argent	chlorure de baryum	ac. de chlorhydrique	hydroxide de sodium		
	précipité blanc	précipité blanc	effervescence	précipité bleu turquoise	précipité vert foncé	précipité blanc
chlorure $Cl^-$	X					
sulfate $SO_4^{2-}$		X				
carbonate $CO_3^{2-}$			X			
cuivre $Cu^{2+}$				X		
Fer $Fe^{2+}$					X	
zinc $Zn^{2+}$						X

(17) A propos de la distinction de plans différents dans l'analyse de la tâche, on peut se référer aux travaux de VERMERSCH (distinction entre "logique conceptuelle" et "logique de l'action" ; les plans que nous distinguons ici se situent de façon légèrement différente). P. VERMERSCH. "Analyse de la tâche et fonctionnement cognitif dans la programmation de l'enseignement". *Bulletin de psychologie*. n.343. 1979

On peut ainsi distinguer trois plans en étroite relation, selon lesquels l'activité des élèves peut être analysée :

	OPERATIONS PRATIQUES	OUTILS GRAPHIQUES	OPERATIONS INTELLECTUELLES
PHASE PREEXPERIMENTALE		Etablissement de l'outil graphique de type "E"  Construction anticipatrice de l'outil graphique de type "A, B, C"	Opérations 1 et 1bis  Anticipation de l'opération 2
PHASE EXPERIMENTALE	disposition ou numérotation des éprouvettes en conformité avec l'outil graphique  essais successifs réactif  observation nettoyage avant essai suivant	repérage dans l'outil "A, B" de l'essai à effectuer  Inscription dans l'outil "A, B" des résultats (après recours à l'outil "E")	sélection des opérations 2 dans l'ensemble  opérations 2 successives  récapitulation des conclusions

succession chronologique des opérations à effectuer

Mise en correspondance des trois plans

Trouver une correspondance, après sélection d'une opération 2 particulière, entre phase de l'opération 2, opération pratique correspondante, case de l'outil où l'inscription doit se faire

La trame de l'analyse ainsi esquissée globalement pourrait être affinée à propos de l'utilisation de chaque outil particulier avec le détail des différentes opérations intellectuelles et pratiques et la façon dont cet outil s'y insère de manière spécifique ; la façon dont il les soutient ou dont il peut éventuellement y faire obstacle ou être source d'erreur.

Il resterait également à mettre en correspondance les divers outils graphiques avec le degré de réussite dans la tâche d'identification des ions (étant entendu que ceux que nous avons étudiés ici ont tous été produits par des élèves ayant réalisé correctement la tâche) et à examiner comment l'expérience a été menée par les élèves n'ayant pas construit d'outil graphique.

Ces éléments nous aideraient à porter des jugements sur la valeur spécifique de tel ou tel outil par rapport à la réussite de la tâche. Mais ceci nécessiterait une nouvelle étude et nous en resterons provisoirement ici pour cette analyse qui nous permet déjà d'avancer quelques conclusions.

#### 4. CONCLUSION

Cette étude nous a permis de montrer, sur une activité particulière, certains aspects du fonctionnement d'outils graphiques produits par des élèves par rapport à la démarche intellectuelle. Pour situer cette réflexion dans un contexte plus large et considérer de quelle façon ce travail peut éclairer ce qui se passe dans des situations plus complexes, récapitulons les principaux points émergeant de notre étude.

##### 4.1. Diversité des outils graphiques

Les outils graphiques produits par les élèves sont beaucoup plus diversifiés qu'il n'apparaît au premier abord. Selon les cas :

- ils présentent un caractère synthétique (Ludovic), ils sont découpés en plusieurs unités simples (Caroline), ou sont lacunaires et cohérents (Isabelle) ; ils sont adaptés à des modes de fonctionnement intellectuel différents ;

- les informations sélectionnées, et par conséquent les implicites ne sont pas les mêmes ; les outils graphiques des différents élèves n'interviennent pas aux mêmes moments dans la démarche intellectuelle ;

- ils sont plus ou moins attachés spécifiquement à un raisonnement particulier, qui est plus ou moins explicité dans l'agencement spatial adopté ; certains sont de ce fait plus spécialisés (Isabelle), d'autres se prêtent davantage à une pluralité de raisonnements potentiels, peuvent être "lus" de différentes façons (Ludovic) ;

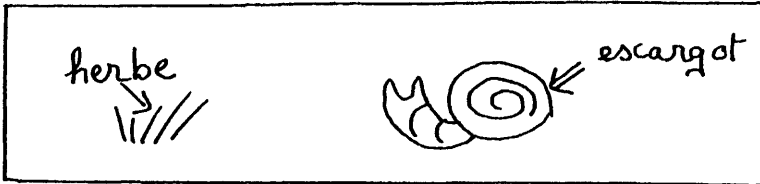
- ils sont plus ou moins orientés vers une prévision des aspects pratiques de la tâche, vers ce qu'il y a à faire (Caroline), ou vers ses aspects intellectuels, vers ce qu'il y a à chercher (Ludovic).

Cet ensemble de divergences traduit la diversité des fonctions jouées par les outils graphiques, pour les différents élèves qui les ont produits, ce qui n'est pas nécessairement perçu dans une situation de classe habituelle où l'on a tendance à privilégier un modèle unique conçu comme le seul correct. Ceci a son importance si l'on fait l'hypothèse que les choix faits par les élèves correspondent, au moins en partie, à une nécessité fonctionnelle par rapport à leur économie cognitive indivi-

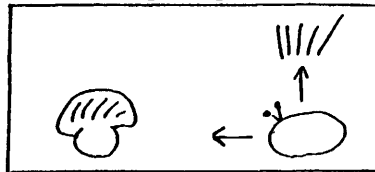
différences dans  
les fonctions des  
outils selon les  
individus

duelle, et que ce ne sont pas nécessairement les mêmes outils qui conviennent le mieux à tous et aux différents moments de la structuration intellectuelle.

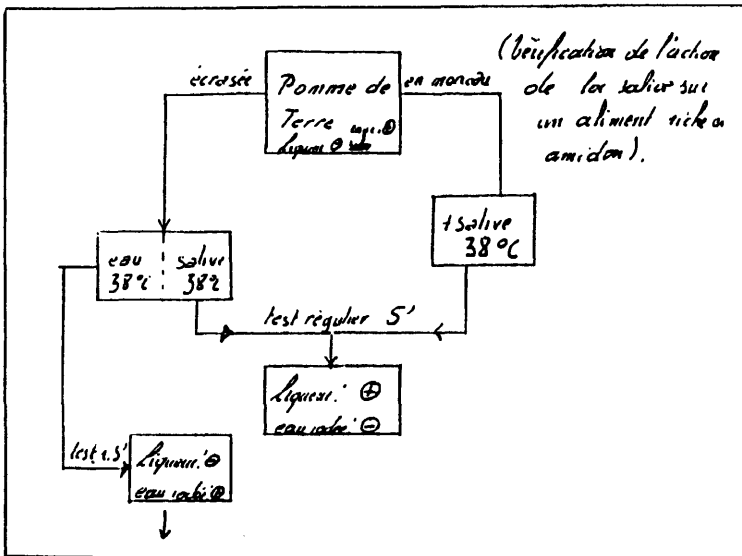
Il faut remarquer également, et ceci renforce le poids de ce que nous venons de dire, que les divergences repérées ici sont minimales par rapport à ce que nous avons rencontré dans les autres séquences de classe, qui mettaient en jeu une activité plus proprement expérimentale et plus complexe : pour ces séquences, nous avons obtenu des schémas séquentiels d'une action isolée comportant des aspects réalistes



des schémas du principe de l'expérience.



des tableaux à double ou triple entrée, proches de ceux que nous avons obtenus ici, des schémas en arbres organisant les différentes variables, des organigrammes récapitulatifs de résultats observés



vraisemblablement accentuées pour des séquences plus complexes

...bref, une variété beaucoup plus grande encore d'outils correspondant à des rôles encore plus diversifiés par rapport à la démarche. Cette diversité est à ramener non seulement aux différentes articulations possibles entre outils et démarche liées aux caractéristiques cognitives individuelles, mais aussi à la multiplicité des démarches possibles pour ces tâches complexes, qu'on peut avoir tendance à sous-estimer.

#### 4.2. Pour juger de la qualité d'un outil

Aux remarques précédentes sur les fonctions différentes jouées par des outils apparemment semblables, il faut en ajouter quelques unes qui incitent à prendre davantage encore de précautions quant aux jugements de valeur que l'on pourrait porter sur ces instruments et leur fonctionnalité.

- Tout d'abord, les trois élèves dont nous avons analysé les productions, malgré des outils très différents ont tous trois correctement réalisé la tâche d'identification qui était demandée. Donc, la réussite de la tâche n'est pas directement liée à une forme plutôt qu'à une autre de façon mécanique et de la même façon pour tous.

- Ensuite, il faut rappeler que le caractère "pragmatique" ou "intellectuel" de l'outil ne correspond pas nécessairement à une caractéristique cognitive équivalente de l'élève qui l'a produit ; il convient donc de se garder de juger hâtivement ce dernier à partir de sa production.

- Enfin, il faut se souvenir que le tableau n'avait pas le même aspect lorsqu'il était vide que lorsqu'il est rempli ; un tableau illisible en fin de parcours peut très bien avoir été fonctionnel pour des étapes antérieures de la réalisation de la tâche.

#### 4.3. Les outils graphiques jouent un rôle de "double articulateur"

- Même dans les cas où l'anticipation manifestée dans la construction d'un tableau semble plutôt orientée vers les aspects pratiques de la tâche ou, au contraire, plutôt vers ses aspects intellectuels, l'outil sert à lier ces deux aspects, il permet de prendre des repères pour leur mise en correspondance et évite ainsi l'enfermement dans l'un d'entre eux seulement, ce qui serait, dans tous les cas, tout à fait néfaste à la réalisation raisonnée de la tâche.

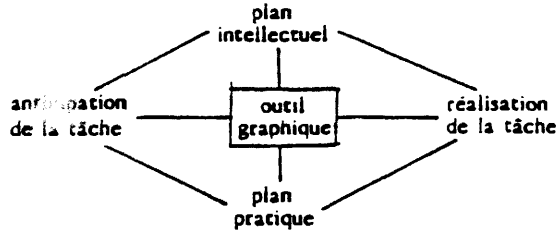
- Par ailleurs, et c'était le principe même du projet de ce travail, l'outil graphique permet d'articuler l'anticipation de la tâche (qu'elle soit pragmatique ou intellectuelle) et sa réalisation effective. Il permet de lier une vision globale a priori (le tableau vide) et la réalisation effective de chaque étape séquentielle (remplissage du tableau avec des données réelles) qui peut ainsi garder tout son sens par rapport à l'ensemble. A chaque étape, on se reporte effectivement à cette trame globale

ne pas adopter une attitude normative

articuler aspects pratiques et intellectuels...

...anticipation et réalisation

qui a d'autant plus de présence qu'elle est simple et perceptible.



#### 4.4. Anticipation et nature de la tâche

La tâche qui était proposée dans cette séquence était comme nous l'avons signalé fermée, simple sur le plan du raisonnement, et uniquement déductive. Tel n'était pas le cas des autres séquences, qui articulaient des phases inductives et déductives de façon complexe. Or, dans ces séquences, la consigne d'anticipation de la tâche a partiellement échoué : les élèves n'ont pas réussi à concevoir a priori tout l'ensemble de la tâche à accomplir. Ceci s'est manifesté par de nombreux tâtonnements sur les outils graphiques anticipatoires, qui étaient remaniés de nombreuses fois et souvent abandonnés au moment de la réalisation effective de la tâche, jetés à la poubelle et perdus pour l'observation... Ceci est à rattacher à la nature de la tâche : en effet, concevoir à l'avance l'ensemble des démarches à accomplir se situe dans une perspective hypothético-déductive où la formulation de l'hypothèse précède la mise en relation avec le réel ; la démarche inductive, qui consiste au contraire à remonter des faits d'observation aux hypothèses (plus générales) qui peuvent les expliquer<sup>18</sup> ne permet pas de prévoir l'ensemble de la démarche avant de faire et d'observer ; elle accorde une part plus grande aux informations données par le réel dans l'élaboration des hypothèses et de la connaissance. Il était donc tout à fait compréhensible que pour des tâches mettant en jeu des aspects inductifs les élèves (émettant de nouvelles hypothèses en cours d'expérience et remodelant au fur et à mesure leur conception générale sur la

une perspective hypothético-déductive...

(18) On peut à ce sujet se reporter à G. GOHAU. "Pour un poppérisme relatif" *Bulletin APBG*, n° 1. 1984 ; "Plaidoyer pour un inductivisme modéré". *Bulletin APBG*, n° 4. 1985 ; "Faut-il raisonner logiquement ?" *Cahiers Pédagogiques*, n° 214 (mai 1983), et aussi, à propos du rôle du hasard dans la découverte scientifique à G. RUMELHARD. "Formation, modification et dissolution du concept d'hormone dans l'enseignement". *Aster*, n5. 1987.



question traitée) n'aient pas pu produire d'emblée des instruments anticipatoires globaux et exhaustifs.

... à moduler en fonction de la nature de la tâche

Il est possible que, ce travail ayant porté sur l'analyse d'une tâche déductive, nous paraissions avoir accordé une importance exagérée aux aspects logiques de l'activité intellectuelle aux dépens de ceux qui se rapportent à la mise en relation de la pensée avec le réel. Mais, telle n'était pas notre intention et il convient de situer ce que nous avons analysé ici par rapport à des séquences faisant intervenir davantage l'induction. En effet, si dans cette séquence, une hiérarchie entre prévision et mise en relation avec le réel apparaît, privilégiant ainsi les aspects logiques de la tâche, cette hiérarchie est souvent à inverser dans les activités expérimentales, au moins au cours de certaines phases.

#### 4.5. Une économie du tâtonnement ?

éviter l'enfermement, laisser une place suffisante à la confrontation avec le réel

En effet, pour des tâches moins fermées et moins purement deductives, de la réalisation de la tâche provient un déplacement des hypothèses et une nouvelle vision anticipatoire d'opérations à réaliser : ainsi, pour les élèves impliqués dans les séquences sur le rôle de la salive et sur l'alimentation des escargots, des visions anticipatoires nouvelles plus ou moins partielles, plus ou moins globales, se sont manifestées par la production d'outils graphiques nouveaux en cours d'activité. Si la consigne de production d'un outil anticipatoire unique a priori avait été plus rigide, les élèves auraient été bloqués dans leur activité. Tout tâtonnement sur les objets leur aurait été fermé dès le départ, ce qui aurait empêché l'émergence d'hypothèses nouvelles par confrontation avec le réel. En fait, selon les activités, le tâtonnement, jamais entièrement absent, s'est situé plutôt au moment de l'élaboration des outils anticipatoires, plusieurs versions étant produites avant toute confrontation avec le réel, ou bien plutôt en cours d'activité manipulative ; ce qui correspond à un effort de structuration de la démarche d'abord au niveau logique dans le premier cas, et plutôt à un aller et retour entre démarche hypothético-déductive et empirique dans le second. Le tâtonnement sur l'outil a priori ne peut pas remplacer le tâtonnement sur les objets, comme on pourrait être tenté de le souhaiter dans une perspective d'économie du temps passé à une activité donnée, puisqu'ils remplissent en fait des fonctions différentes et n'interviennent pas de la même manière selon la nature de la tâche.

#### 4.6. Anticipation, métacognition et outils graphiques

Le dernier point que je voudrais soulever à la suite de ce travail est celui des relations entretenues entre cet ensemble de problèmes et la métacognition, c'est-à-dire la pensée sur la

pensée et sur les démarches intellectuelles : la façon dont elle régule l'activité, la façon dont elle s'élabore.

prise de distance  
a priori ou a poste-  
riori

En effet, l'anticipation d'une tâche intellectuelle constitue une prise de distance a priori, qui suppose des idées préalables sur les différentes manières possibles de procéder : elle est en relation avec une réflexion plus générale sur les procédures qui suppose une certaine expérience préalable de situations partiellement analogues : elle utilise des connaissances métacognitives élaborées antérieurement, mais qui s'actualisent et se structurent de façon plus systématique et plus globale par l'élaboration des outils graphiques. La fonction synoptique des outils graphiques à des fins métacognitives, utilisée ici pour une phase anticipatoire de l'activité, peut aussi l'être en cours d'activité, comme élément régulateur, ou bien encore a posteriori, pour donner une vision globale d'une démarche effectuée et contribuer ainsi à construire une connaissance sur les procédures expérimentales.

Brigitte PETERFALVI  
Equipe de didactique des sciences expérimentales, Institut National de Recherche Pédagogique

Séquence de classe sur les ions :  
Martine FLECHER  
Professeur au collège Pablo Neruda, Gagny

# QUELS TEXTES SCIENTIFIQUES ESPERE-T-ON VOIR LES ELEVES ECRIRE ?

## Quelques exemples de l'utilisation d'une modélisation des textes scientifiques dans un contexte d'évaluation formatrice

Jean Veslin

*Cet article propose une modélisation des textes scientifiques. Ce modèle est un outil, permettant de mettre en place un dispositif qui utilise l'évaluation comme moteur de l'apprentissage (cf. "Evaluation formatrice" définie par Bonniol, Nunziati, Vial et coll.). Il est utilisé pour aider les élèves à s'approprier les critères qui caractérisent les textes scientifiques, et leur permettre ainsi de réaliser de tels textes.*

quels types de  
textes produit-on  
en classe de  
sciences ?

Pendant les cours de sciences, les élèves ont souvent l'occasion d'utiliser l'écrit. C'est parfois pour produire des textes "terminés" ; d'autres fois il s'agit d'ébauches, destinées à être reprises, ou encore de simples traces matérielles d'une activité, pour lesquelles aucune suite directe n'est envisagée.

Il existe de nombreux types de textes, qui ont été décrits par des linguistes et des grammairiens <sup>1</sup>. Parmi ceux-là, les plus fréquemment produits - en tous cas demandés aux élèves ! - en sciences, sont des textes de type descriptif (décrire un animal, une plante, une coupe géologique...), des textes de type explicatif (faire comprendre pourquoi le rythme cardiaque s'accélère quand on a couru), parfois de type prédictif (prévoir qu'une vache aura besoin d'une plus grande quantité de nourriture en hiver), argumentatif (indiquer pourquoi on peut assurer que la vipère repère sa proie en la voyant), voire encore de type narratif (raconter la capture d'une souris par une vipère), ou injonctif (indiquer les détails d'une manipulation expérimentale de telle façon qu'elle puisse être reproduite). Mais il y a des textes descriptifs, explicatifs, argumentatifs, etc... qui ne sont pas des textes scientifiques, même si pour

---

(1) Voir en particulier Jean- Michel ADAM, in *Le Français dans le Monde*, n° 192 et dans la revue *Pratiques* n° 30, 43 et 34 (avec André PETITJEAN). Voir aussi l'ensemble du n° 51 de cette même revue.

écrire un texte scientifique il est nécessaire de maîtriser les règles de production de la description, de l'explication, de l'argumentation.

des textes explicatifs, descriptifs, argumentatifs qui ne sont pas scientifiques...

Certains textes, comme les mythes sur l'origine du monde, ont des caractéristiques de textes explicatifs<sup>2</sup>, mais ne sont pas des textes scientifiques. De même, certains textes se rapportant à de "fausses sciences" ont des caractéristiques de textes descriptifs, explicatifs, argumentatifs, comme les textes scientifiques, et pourtant ils ne sont pas acceptés comme tels par les spécialistes.

C'est le signe que des caractéristiques de scientificité se superposent aux caractéristiques propres à tel ou tel type d'écrit, s'entremêlent, se tissent avec elles.

... pourquoi ?

Qu'est-ce qui fait que des textes sont scientifiques ou ne le sont pas ? Qu'est-ce qui fait qu'une ébauche contient des éléments de scientificité ou non ? Que relever, quelles suggestions faire, pour aider les élèves dans leurs productions ? Que repérer et encourager de façon spécifique dans les ébauches de textes et dans les traces d'une activité ? Comment favoriser le développement de représentations correctes sur ce qu'est une production de nature scientifique ?

modéliser les textes scientifiques et utiliser cette modélisation en classe

Ce sont ces caractéristiques particulières aux textes scientifiques que cet article cherche à mettre en évidence, en proposant une modélisation de ces textes. Cette modélisation est certainement marquée par le fait qu'elle a été conçue pour une utilisation en classe. Des exemples de l'utilisation de ce modèle pour aider les élèves à produire eux-mêmes des textes scientifiques sont décrits dans la suite de l'article.

## 1. ARRIERE-PLANS THEORIQUES ET PRATIQUES SUR LESQUELS S'APPUIE LA MODELISATION PROPOSEE

résultat d'allers et retours entre pratique et culture

La modélisation que je veux proposer ici est le résultat de nombreux tâtonnements, d'allers et retours entre une pratique avec les élèves et une certaine culture scientifique (la mienne, acquise en formation initiale et au cours de longues années d'activités professionnelles, nourrie de discussions, de lectures dûes au hasard ou aux besoins plus particuliers de ce travail).

Dans cette première partie je vais préciser à la fois les points de culture scientifique auxquels je suis conscient de me référer, et les choix de vocabulaire que j'ai été amené à faire pour

(2) Voir *Pratiques*, n° 51. Article d'André PETITJEAN "Des récits étiologiques : les mythes d'origine du monde".

clarifier les difficultés rencontrées en travaillant avec les élèves. Ces choix peuvent être contestables, mais en les précisant, j'espère lever des ambiguïtés qui pourraient faire obstacle à la compréhension de ce qui va être exposé.

### **1.1. La modélisation présentée ici est finalisée**

le modèle de  
texte proposé est  
au service d'un  
projet de forma-  
tion

J'ai choisi d'employer le mot "modélisation" pour désigner la construction d'un système d'éléments mis en relation, simplifié par rapport à la réalité, destiné à être utilisé pour aider à produire en classe des textes scientifiques. C'est donc quelque chose de réducteur (non exhaustif), mais qui se veut fonctionnel et opératoire. C'est dans la mesure où en utilisant cet outil j'ai pu aider les élèves à produire des textes "scientifiques" de meilleure qualité que je l'ai retenu.

Cette modélisation de textes scientifiques est donc finalisée par des besoins didactiques. Elle essaie de tenir compte des points qui seront précisés ci-dessous (paragraphe 1.2.), mais elle se propose surtout d'aider les élèves à :

- acquérir des connaissances, c'est-à-dire des transpositions didactiques des "idées sur lesquelles il y a un consensus de la communauté scientifique",
- utiliser ces connaissances de façon efficace ("nulle connaissance ne porte en soi son mode d'emploi" dit G. Nunziati),
- faire la distinction entre la réalité elle-même et ces idées qui sont une interprétation de la réalité,
- être capable de préciser que ces connaissances sont retenues parce que réfutables et ayant résisté à leur mise à l'épreuve.

Prendre en considération de façon prioritaire les objectifs précédents conditionne sans doute un certain nombre de positions soutenues dans les pages qui suivent.<sup>3</sup>

### **1.2. Que retenir des apports théoriques ?**

Des apports théoriques j'utiliserai ce qui peut se résumer par les points suivants :

---

(3) C'est par exemple ce qui m'amène à considérer un compte rendu de manipulation comme autre chose qu'un simple texte descriptif ; voir paragraphe 2.2.3.

des "modèles"  
dans la tête

\* Chacun essaie de comprendre le monde en se forgeant des idées, associées en modèles interprétatifs. On "comprend" quand les événements<sup>4</sup> qu'on perçoit sont en accord avec les modèles qu'on a en tête<sup>5</sup>. En sciences, les chercheurs proposent des idées (qui peuvent suivant les cas être appelées notions, concepts, lois, théories, modèles...).

les "idées" proposées par les scientifiques sont réfutables

\* La différence essentielle entre les idées proposées par les scientifiques pour donner du sens au monde et les idées "spontanées" utilisées par tout le monde, c'est que les idées "scientifiques" peuvent être soumises à la réfutation (K. Popper). Par exemple, devant un phénomène surprenant, proposer, pour lui donner du sens, l'explication "c'est le diable", c'est proposer une idée qui ne peut être soumise à l'épreuve d'une réfutation, puisqu'on ne peut imaginer un dispositif d'observation organisée ou d'expérimentation pour la tester : ce n'est pas une idée qui peut être prise en compte en sciences.<sup>6</sup>

le modèle scientifique n'est pas confondu avec la réalité

\* Celui qui donne du sens au monde en utilisant des "modèles spontanés", identifie le plus souvent ces modèles à la réalité, les confond avec elle. Au contraire, un chercheur sait (en principe...) que les modèles scientifiques qu'il utilise pour donner du sens à la réalité ne sont pas cette réalité, qu'ils sont des représentations de celle-ci, commodes pour agir sur elle, valables sous certaines conditions, remplaçables par d'autres dans d'autres conditions... ou en cas de découvertes, de création d'idées nouvelles.<sup>7</sup>

\* Les "idées" qui sont à l'usage retenues comme "scientifiques" sont celles que, au moins momentanément, un consensus de la communauté scientifique considère comme ayant résisté à la réfutation après des mises à l'épreuve convaincantes.

### 1.3. Deux approches pour modéliser

Pour réaliser cette modélisation deux approches sont possibles :

- 
- (4) idées, événements : voir paragraphe 1.4. des précisions sur le sens donné à ces mots dans cet article.
  - (5) Voir Frank SMITH. *La compréhension et l'apprentissage*. Montréal. HRW. 1979.
  - (6) Louis LLIBOUTRY. "Petit glossaire méthodologique". Voir quelques détails en 1.4.
  - (7) Michel DEVELAY. "Les rapports de l'opérateur et du figuratif dans les modèles spontanés et les modèles savants" et Daniel GIL PEREZ. "Différence entre modèles spontanés, modèles enseignés et modèles scientifiques".

partir des textes  
d'experts ou par-  
tir des textes d'é-  
lèves

- regarder des textes produits "par des scientifiques" : ceux des découvreurs (les chercheurs) mais aussi ceux des ingénieurs qui utilisent les travaux des premiers. Je me suis pour cela référé aux publications dont j'ai eu connaissance.

- regarder les textes produits par des élèves, en classe, ou du moins les textes produits par les élèves et considérés par les enseignants comme réussis.

ceux des experts  
pris comme "re-  
père"

Certes, à l'école, les textes produits ne sont ni des textes de chercheurs, ni des textes d'ingénieurs ! Mais avoir une idée un peu claire de ce que sont ces textes peut servir de guide, de référence un peu lointaine. Il y a, dans ce qui est attendu des textes d'élèves, une sorte de transposition didactique de ce que produit un chercheur ou un ingénieur. La prise en compte de ce qui a été écrit pour définir le mot "scientifique", pour décrire ce qu'est un travail scientifique, peut aider ; dans ce domaine les publications sont nombreuses ! Quant à la description de ce qu'est un texte écrit par un chercheur ou un ingénieur, une analyse en est faite par R. Bénichoux.<sup>8</sup>

ceux des élèves  
pour relever les  
points qui posent  
problème

En ce qui concerne les productions des élèves, je me suis efforcé d'explicitier ce que j'attends de mes élèves, j'ai cherché à confronter cela à ce que mes collègues de sciences expérimentales attendent des leurs (en sciences naturelles, physique et chimie, principalement dans le premier cycle du second degré pour l'instant) et surtout, j'ai cherché à prendre en compte les difficultés rencontrées par mes élèves lorsqu'ils sont en situation d'écrire des textes en sciences. J'ai analysé leurs travaux, et j'ai essayé d'explicitier leurs difficultés avec eux ; je les ai associés à la réalisation des listes de critères peu à peu élaborées. En bref, je me suis livré à des analyses de tâches, comme on les pratique en "évaluation formatrice".<sup>9</sup>

#### **1.4. Définitions des mots "événements", "idées", "connaissances", "décrire", expliquer" et "interpréter" tels qu'ils seront employés dans cet article. Leur utilisation en classe**

Dans l'exposé d'une modélisation des textes scientifiques qui sera fait plus loin, un certain nombre de mots reviendront souvent. Comme beaucoup de mots, ils peuvent s'utiliser avec des sens variés, suivant les contextes, suivants les choix qui sont faits.

(8) Roger BENICHOUX, Jean MICHEL, Daniel PAJAUD. *Guide pratique de la communication scientifique*. Paris. Gaston Lachurié. 1985.

(9) Voir paragraphe 4.1. : "Quelques mots pour situer l'évaluation formatrice".

des définitions  
pour éviter les  
ambiguïtés

Pour éviter des ambiguïtés, je vais dans ce paragraphe préciser le sens que je donne à six mots qui reviendront souvent dans la suite de cet article : événements, idées, connaissances, décrire, expliquer et interpréter.

définir "événements"...

\* Le mot **événements** désigne des éléments isolés du réel, extraits de ce réel. Par exemple, des phrases comme celles-ci : "*ce chat précis est en train de manger une souris*", ou encore : "*ce châtaigner a des feuilles aux bords dentés*", donnent des indications sur des éléments extraits de la réalité, décrivent des événements. Dans le langage courant on nomme souvent cela des "faits" ; mais les spécialistes<sup>10</sup> préfèrent réserver le terme de "faits" à des événements qui se répètent avec constance. Par exemple : "*Les chats se nourrissent de souris et autres animaux de cette taille*", et aussi : "*les arbres ont des racines, un tronc, des branches et des rameaux feuillés*" sont des faits.

... et "idées"...

\* Le mot **idées** désigne des constructions du cerveau humain ; ce mot est choisi pour marquer que ce ne sont pas des "morceaux du réel". Ce sont des productions de l'esprit qui nous permettent de "comprendre", "d'expliquer" la réalité. Derrière ce terme on peut ranger les faits au sens défini ci-dessus, toutes les notions de classement (mammifère, vertébré, plante à fleur,...); toutes les relations que nous établissons entre les événements : "*mon chat arrive en courant quand il entend le bruit de l'ouvre-boîte*", ou les classes d'événements : "*tout comportement est déclenché par une stimulation*". Toutes les choses de ce genre, élaborées par les êtres humains pour "mettre de l'ordre" dans leurs perceptions du monde qui les entoure, aussi bien ce qui est du domaine de la vie courante, du "bon sens", des représentations spontanées, que ce qui a une valeur reconnue comme scientifique (lois, théories) seront désignées par le mot "idées" dans ce qui suit.

...dont certaines  
sont des "connaissances"...

\* Pour distinguer les idées créées dans la vie courante de celles qui ont une valeur scientifique reconnue, je vais, dans la suite de cet article, appeler ces dernières des **connaissances**. C'est ce terme que j'utilise avec mes élèves ; il a été convenu que cela voulait dire "connaissances scientifiques". Il ne m'a pas semblé utile de faire des distinctions entre ces connaissances en fonction de leur plus ou moins grand niveau de généralité (faits, lois, théories...).

Souvent plusieurs connaissances élémentaires sont associées et entrent en interaction pour former un ensemble cohérent.

(10) Ch. AULT, J. NOVAK, and B. GOWIN. in *Science Education* 68 (4), 1984.



utilisation du mot "modèle"	<p>J'ai employé, avec les élèves, le mot "modèle" pour désigner un tel ensemble.</p> <p>A titre d'exemples :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "la plante a besoin d'eau" a été appelé connaissance ;</li> <li>- "la plante fabrique ses propres matières avec de l'eau et des sels minéraux pris dans le sol" a été considéré comme un modèle ;</li> <li>- "la plante fabrique ses propres matières avec de l'eau, des sels minéraux pris, et du dioxyde de carbone" a été considéré comme un autre modèle.</li> </ul>
transpositions didactiques	<p>En bref, ce qui sera appelé <b>connaissances</b> dans la suite de cet article correspond à la transposition didactique des faits, des lois, des concepts, des modèles, des théories élaborés et dont la validité est reconnue par la communauté scientifique.</p> <p>* Je désigne par <b>décrire</b>, l'action de citer des événements (au sens défini ci-dessus), sans chercher à établir de liens entre eux (du moins explicitement). Une telle description n'est sans doute pas faite au hasard, celui qui la présente a certainement -consciemment ou non- une idée d'organisation en tête. Mais cette idée n'est pas explicitée.</p>
expliquer pour...	<p>* <b>Expliquer et interpréter</b> : expliquer a un sens dans la vie courante et un sens en sciences. L'explication de la vie courante n'est pas forcément considérée comme une explication scientifique.</p>

### Explication, d'après Louis Lliboutry <sup>11</sup>

L. Lliboutry propose les définitions suivantes pour "explication" :

1- sens commun : discours montrant qu'un fait entre dans le cadre de concepts, dogmes, ou lois physiques familiers à l'interlocuteur. Qu'une explication soit satisfaisante est un sentiment subjectif et, selon l'exigence du sujet, il y a plusieurs niveaux d'explication possibles. (Par exemple, si quelqu'un croit au Diable, et qu'on lui donne comme explication : "c'est le Diable", ce sera pour lui une explication valable).

2- sens scientifique : l'explication scientifique consiste en général à réduire un fait survenant à un certain niveau d'organisation et de complexité à un niveau d'organisation et de complexité immédiatement inférieur. Par exemple, en passant de la physiologie d'un organisme à la biologie cellulaire ; ou des propriétés de la cellule à la physico-chimie des membranes cellulaires.

---

(11) Louis LLIBOUTRY. "Petit glossaire méthodologique".

...donner du sens au réel

La différence entre les deux significations données à ce mot est importante, mais dans un cas comme dans l'autre, c'est une tentative pour donner plus de signification au réel.

mise en relation de deux événements ou...

Cette action peut se faire de différentes façons :

- soit en mettant des événements en relation, par des rapports de cause à effet ("*ce chat attrape cette souris parce qu'il l'a vue*" ou "*quand je cours mon coeur bat plus vite parce que je suis essoufflé*"),

... d'un événement avec une idée

- soit en mettant un événement -ou une série d'événements- en relation avec une idée ou un système d'idées ("*cet animal a un corps, une tête reliée au corps par un cou, quatre pattes ; il est couvert de poils ; c'est un mammifère*", ou "*quand je cours, mon coeur bat plus vite parce que mes muscles travaillent. Ils ont donc besoin de plus d'oxygène ; quand mon coeur bat plus vite le sang apporte plus d'oxygène à mes muscles*").

En général les verbes interpréter et expliquer sont employés comme des équivalents, et s'opposent à décrire. Pourtant, dans un cas comme "*cet animal a un corps, une tête reliée au corps par un cou, quatre pattes ; il est couvert de poils ; c'est un mammifère*", je suis en présence d'une sorte de description (énumération d'une suite d'événements sans mise en relation entre eux), mais aussi d'une explication (je leur donne plus de sens en les mettant en relation avec une idée).

utiliser "interpréter" avec un sens précis

Pour organiser cela, j'ai choisi :

- de garder pour **expliquer** son sens de la vie courante, qui l'oppose à "décrire",
- d'utiliser **interpréter** quand consciemment, et explicitement dans un texte, j'utilise une idée (ou des idées) pour donner du sens au réel.

description + interprétation

Par exemple, quand j'écris : "*Cet animal a un corps ; sa tête est reliée au corps par un cou ; quatre pattes ; il est couvert de poils ; c'est un mammifère*", je mets une série d'événements explicitement en relation avec une idée (ici un concept) : celle de mammifère. C'est une description à laquelle on donne "du sens" en la complétant par une interprétation. Il m'a semblé important de faire cette distinction entre la description "pure" dans laquelle aucune idée n'est formulée et celle où il y a une interprétation, par la présence explicite d'une idée.

explication + interprétation

Autre exemple : "*Quand je cours, mon coeur bat plus vite parce que mes muscles travaillent. Ils ont donc besoin de plus d'oxygène ; quand mon coeur bat plus vite le sang apporte plus d'oxygène à mes muscles*". Je propose ici tout un système d'idées que je mets en relation avec les événements cités. Cette fois je ne suis pas dans une description, mais dans une explication, et j'interprète.

• **Utilisation de ces mots en classe**

en classe, on a distingué événement/idée

Ce sont ces termes d'événements et d'idées que j'utilise en classe, et cela ne semble pas créer d'obstacles particuliers. Il me semble même que c'est facilitant. En général les élèves ne se trompent pas quand on a bien défini ensemble ces mots (il faut certes y revenir plusieurs fois, pour que peu à peu ces deux concepts soient maîtrisés, mais cela semble assez facilement correspondre à deux catégories dans leur tête).

Cette distinction événements/idées me semble importante et aidante pour la construction d'une représentation scientifique correcte.<sup>12</sup>

Il en est de même pour la notion de statut des idées (cette idée est-elle un avis personnel -une hypothèse- ou une connaissance ?)<sup>13</sup>

et description/explication

Il me semble, à l'usage, que la distinction description/explication, si elle n'est pas très justifiée d'un point de vue scientifique, (une description est toujours plus ou moins guidée par une explication implicite ; par ailleurs une description qui serait exhaustive serait une explication), ne pose pas de problème à être conservée : elle est utile à connaître car elle renvoie à des problèmes linguistiques qu'il faut prendre en compte pour la maîtrise de l'expression ; cette distinction est en outre relativement familière aux élèves.

La distinction entre explication au sens commun et explication scientifique telle que L. Liboutry<sup>14</sup> la propose est très utile comme repère pour l'enseignant, mais m'a paru trop difficile et non indispensable, au moins avec de jeunes élèves. La notion de mise en correspondance des événements avec un système d'idées (nommée interprétation) m'a semblé plus accessible, et utile dans l'apprentissage, compte tenu des objectifs visés.

Dans la pratique, cela conduit l'enseignant à des interventions du genre suivant.

Devant une description au sens commun, il dit :

*"D'accord, tu as fait une description, tu as cité des événements. Maintenant essaie de les mettre en correspondance avec des connaissances que nous avons déjà rencontrées, essaie d'interpréter".*

(12) Voir fin du paragraphe 1.1.

(13) Voir "connaissances". milieu du paragraphe 1.4.

(14) Louis LLIBOUTRY. "Petit glossaire méthodologique".

exemples d'interventions de l'enseignant

Ou bien, devant l'auteur de *"quand je cours mon coeur bat plus vite parce que je suis essoufflé"*, après que celui-ci ait précisé que *"je suis essoufflé"* veut dire *"mes mouvements respiratoires accélèrent"* :

*"Dans ce que tu nous dis, y a-t-il des événements ? Des idées ? Lesquels ?"*

Ou encore, si cela semble plus à propos :

*"Raconte-nous, à ton avis, ce qui se passe dans ton corps à ce moment-là", ou "cherche dans ton classeur s'il y a des connaissances que tu peux mettre en correspondance avec ces événements-là".*

## 2. ANALYSE DES TEXTES SCIENTIFIQUES

### 2.1. Caractéristiques des textes de spécialistes

des écrits pour "convaincre"

Les chercheurs, produisent des textes dans lesquels ils proposent des "idées" nouvelles pour comprendre, donner du sens à la réalité. Leur écrits sont destinés à convaincre la communauté scientifique de la validité de leurs propositions. C'est une situation de création d'idées, et la démarche est de type explicatif et argumentatif.

d'autres pour "utiliser"

D'autres types de textes existent, qui peuvent être considérés comme scientifiques également : ce sont des textes dans lesquels on utilise les connaissances proposées dans les textes du type précédent. Appelons-les des textes d'ingénieurs, des textes "techniques", (pour les opposer - c'est sans doute un peu trop schématique - aux textes de chercheurs).

Dans ces textes il y a une utilisation, une mise en application de connaissances, en général pour prévoir des événements (penser par exemple aux prévisions météorologiques, ou aux calculs faits avant de construire un barrage).

des événements

Mon propos n'est pas d'analyser en détail ce que sont les textes des "professionnels de la science", mais de signaler ce que j'ai retenu des analyses que je connais. Dans ces textes je retiens donc la présence des éléments suivants :

. **une description d'éléments extraits de la réalité (événements)**

. **un exposé d'idées** qui ont des caractéristiques particulières :

- elles sont réfutables,
- leur validité a été discutée, mise à l'épreuve de l'expérimentation ou de l'observation organisée (elles sont confrontées à la réalité),
- elles doivent prendre en compte les "connaissances" déjà admises par la communauté scientifique.

des idées réfutables validées

situées par rapport à un corpus existant déjà

Elles doivent s'intégrer à ces connaissances, les préciser, les modifier, éventuellement les remplacer, mais en aucun cas les ignorer.

Elles se situent par rapport à un corpus déjà existant, elles doivent participer d'un ensemble construit.<sup>15</sup>

Ce dernier point, (et aussi la définition d'explication scientifique donnée par L. Liboutry), me paraît difficile et non indispensable à prendre en compte dans la pratique de la classe. Je propose de le garder en réserve dans l'expression "idées qui ont un statut", en se disant que si un jour il y a nécessité, avec des élèves plus âgés ou particulièrement formés et curieux de ce côté-là, il y aura moyen de "déplier" cette expression et de chercher des précisions !

transformer des hypothèses en "connaissances"

. une mise en relation entre ces idées et ces événements, avec deux variantes :

- ou bien les idées (qui ont alors le statut d'hypothèses) sont confrontées aux événements (mise à l'épreuve sous forme d'observation organisée ou d'expérimentation) : elles peuvent, si elles résistent à cette mise à l'épreuve de façon convaincante, prendre le statut de connaissances,

prévoir des événements

- ou bien les idées ayant le statut de connaissances sont appliquées à des événements précis : elles permettent alors d'expliquer ces événements, elles donnent du "sens" au monde. On peut donc dire qu'elles sont utilisées pour "expliquer". Mais cette "explication scientifique" a des caractéristiques qui la distinguent de n'importe quelle explication de la vie courante, c'est ce que je propose plus haut d'appeler interpréter. Cette qualité est utilisée pour prévoir des événements, et c'est là leur principale application pratique.

utilisation de procédés

Quels sont les procédés utilisés ici ? Certains éléments du texte ont un caractère descriptif ; d'autres un caractère explicatif, mais avec quelque chose de particulier : une connaissance "nouvelle" non seulement doit être reconnue comme justifiée de façon convaincante (non réfutée), mais en plus elle doit se situer par rapport à un corpus de connaissances reconnues par la communauté scientifique ; d'autres encore ont un caractère argumentatif.

(15) C'est en quelque sorte une chose du même ordre que la même différence entre "démontrer" en mathématiques et "prouver" dans le langage courant (cf Nicolas BALACHEFF, thèse en cours de publication).

## 2.2. Caractéristiques des textes produits en classe

### • Quelques exemples de textes

comme dans les  
textes d'experts

Dans les textes demandés aux élèves, il y a nécessité d'utiliser des procédés descriptifs, narratifs, explicatifs, argumentatifs, prédictifs, voire injonctifs, plus ou moins développés suivants les cas. mais il y a en surimpression les mêmes constantes que dans les textes des spécialistes. Voici une analyse de quelques exemples.

#### Texte n° 1

*"A la tombée de la nuit, une chouette quitte le lieu où elle s'est cachée toute la journée et part explorer son territoire de chasse. Du haut d'un arbre elle scrute soigneusement les environs. (...) Dès qu'elle (a repéré un petit rongeur), elle descend en piqué silencieux et tombe (sur lui) toutes griffes dehors".*

(d'après "La Faune", cité dans Biologie 6ème, Bordas, 1986)

une description...

Ce texte énonce une série d'éléments présentés explicitement comme des événements (même si dans l'esprit de l'auteur ce sont des "faits" au sens défini plus haut) ; c'est une simple description.

Si on ajoute à ce texte... :

#### Texte n° 2

*"Pour repérer, approcher, capturer et manger ses proies, la chouette procède à peu près toujours de la même manière : c'est son comportement alimentaire".*

(phrase d'un résumé construit collectivement en classe, après étude du manuel précédent)

...qui prend une  
dimension scienti-  
fique

...on met les événements précédents en correspondance avec une idée. Cette idée fait partie d'un corpus construit, élaboré peu à peu en sciences. En ajoutant cette idée, on fait entrer cette collection d'événements dans cette construction. C'est toujours une description, mais elle a perdu le caractère anecdotique (même si c'est un artifice de celui qui a écrit) qu'elle avait. Elle gagne ainsi du sens, elle prend une dimension scientifique qu'elle n'avait pas avant. Nous dirons, en utilisant la convention proposée plus haut, dans le paragraphe 1.4., qu'il y a une interprétation.

**Texte n° 3**

*"Je pense que la vipère attaque sa proie et la mord parce qu'elle l'a vue"*  
(texte d'élève)

une explication

Il s'agit ici d'une phrase (ou d'un texte...très court) de nature explicative. Dans ce texte d'élève de 6ème, il y a trois événements (1- la vipère attaque sa proie ; 2- elle la mord ; 3- elle l'a vue), et une idée qui donne du sens au réel (...attaque sa proie et la mord parce qu'elle l'a vue). L'idée, ici, c'est qu'un des événements est la cause des autres. En outre le statut de cette idée est indiqué par "Je pense" : le lecteur est prévenu que ce n'est qu'une hypothèse, qu'il reste à éprouver celle-ci pour qu'elle prenne éventuellement le statut de connaissance.

Mais il y a des choses implicites. Si on analyse plus finement ce texte en le reliant à son environnement pédagogique, on peut distinguer deux cas :

- ou bien c'est une réponse à une question, et le but non explicite de cette question est certainement de mettre l'élève sur le chemin de s'approprier la connaissance plus générale suivante : **un comportement est déclenché par une stimulation,**

- ou bien ce texte est fait en pensant à cette connaissance générale précédente (sans l'explicitier d'ailleurs) : pour celui qui l'écrit, c'est alors une simple application de cette connaissance générale. Pour que ce soit explicite aussi pour celui qui le lit, il faudrait que ce soit ... explicite.

Comme dans l'exemple précédent, il y a une référence - implicite ici - à un corpus de connaissances.

référence implicite à des connaissances

**Texte n° 4**

*"Voici ma manipulation : je frotte une tranche de pomme de terre avec de l'eau iodée. La tranche devient bleu foncé.*

*Voici ma conclusion : si la tranche devient bleu foncé, c'est qu'elle contient de l'amidon. J'ai vérifié, la tranche devient bleu foncé, donc la pomme de terre contient de l'amidon".*

(texte d'élève de 3ème)

une prévision

Ici nous sommes dans le cas où un événement (la tranche de pomme de terre frottée à l'eau iodée devient bleu foncé) mis en correspondance avec une idée qui est implicitement présentée comme ayant le statut de connaissance (l'apparition d'une couleur bleu foncé en présence d'iode indique qu'il y a de l'amidon), permet de prévoir un autre événement : la pomme de terre contient de l'amidon.

Remarquons au passage que la connaissance n'est pas ici accompagnée de sa justification.

la mise en correspondance avec des connaissances est constante

Dans les textes attendus des élèves, cette mise en correspondance d'événements avec un corpus de connaissances reconnues par la communauté scientifique semble constante. Elle est présente, que les textes soient d'un type ou d'un autre. C'est souvent explicite ; c'est d'autre fois implicite, mais cela devient évident pour l'expert dès qu'on se pose la question de la finalité de l'étude de ce cas particulier.

C'est typique dans l'exemple de la vipère : en restant à ce cas précis, concret (*"la vipère attaque sa proie parce qu'elle l'a vue"*), on n'ajoute pas beaucoup de sens au monde. L'explication reste anecdotique, comme la première description. Si on ajoute au texte que ceci est un cas particulier de *"un comportement est déclenché par une stimulation"*, on donne une "explication" plus riche.

Je proposais plus haut d'utiliser le terme interpréter pour nommer cette mise en relation des événements avec un ensemble d'idées. Ainsi la différence entre une description "de la vie courante" et une description de "type scientifique" c'est que la deuxième contient des concepts permettant une interprétation. C'est la même chose dans le cas de l'explication.

Du coup, une description "scientifique" donne plus de sens au monde qu'une description ordinaire. Si on attribue à "expliquer" le sens de "chercher à donner du sens au monde"... la description scientifique est déjà une sorte d'explication : la distinction entre décrire et expliquer ne se justifie plus guère ! Par contre, dans un cas comme dans l'autre, il y a une mise en correspondance d'événements avec des idées, il y a "interprétation" au sens proposé plus haut.

**Mais à l'école des problèmes supplémentaires sont à prendre en considération.**

Revenons sur le texte n° 3 : *"Je pense que la vipère attaque sa proie et la mord parce qu'elle l'a vue"*.

Nous avons vu qu'il y a certainement de l'implicite dans l'objectif visé en demandant la réalisation de ce texte. Le but non explicite est de mettre l'élève sur le chemin de s'approprier la connaissance plus générale suivante : **un comportement est déclenché par une stimulation**, ou bien simplement d'appliquer cette connaissance.

quelle est la finalité de ce texte ?

Ceci permet de faire apparaître un point très important, souvent oublié, peut-être fondamental pour la réussite : **Quel est le sens, la signification de ce texte ? pourquoi a-t-on choisi de le faire construire ? qu'attend-on de l'élève : qu'il applique une connaissance acquise ? qu'il acquiert une connaissance ? qu'il démontre la validité de sa proposition ?**



L'enseignant doit prendre en compte cet aspect ; c'est aussi une question que l'élève a besoin d'envisager s'il veut réussir. Un texte écrit en classe de sciences a une **finalité**, et il vaut mieux savoir clairement laquelle !

C'est un point délicat. Cette finalité est parfois explicitée ; mais même quand elle ne l'est pas, comme dans l'exemple qui vient d'être rappelé, elle est présente et pèse sur la réalisation du texte. C'est souvent un obstacle à la réussite complète de l'apprenant.

Il est important que l'enseignant en soit conscient ; il est important que l'élève apprenne à décoder cette finalité, qu'elle soit explicitée ou seulement implicite.

l'élève est-il en situation d'apprendre (de découvrir) ou d'appliquer ?

Un autre point encore, qui ne se rapporte plus à la description du texte lui-même, mais à la **situation de l'élève qui le produit** : celui qui produit le texte est-il dans une situation d'application d'une connaissance qu'il maîtrise, ou dans une situation d'appropriation de cette connaissance, de construction de son savoir ?

Il peut très bien être mis dans une situation de produire un texte dont on attend qu'il soit une application de connaissances acquises, alors que lui est en train d'acquérir cette connaissance -ou même... n'a pas encore commencé cette acquisition.

Cette distinction ne devrait pas changer le texte à produire "à la fin". Mais elle doit être prise en compte dans l'apprentissage, donc à l'école. Les caractéristiques d'un texte attendu d'un élève qui est en train de construire son savoir ne seront pas les mêmes que les caractéristiques d'un texte produit dans une situation d'application.

En particulier, alors que dans un texte d'application les "idées" attendues seront des "connaissances", dans un texte écrit en phase d'appropriation, d'apprentissage ces idées seront souvent des "idées personnelles". Dans ce dernier cas, on pourra demander, voire exiger, qu'elles soient présentées avec ce statut (c'est-à-dire que le lecteur éventuel soit informé que ces "idées" sont personnelles, qu'elles doivent être considérées comme des hypothèses).

Il me semble que c'est là un moyen de garder une porte ouverte à l'expression des représentations, à la création, tout en poussant à la prise de distance qui commence à engager sur la voie d'une production scientifique.

garder une porte ouverte à l'expression des représentations

encourager l'élève à s'interroger sur sa situation

Il est important que l'enseignant se pose cette question au moment où il propose un travail, ainsi qu'au moment où il évalue. Si on fait l'hypothèse que la métacognition (action qui consiste à se construire des connaissances sur ses propres capacités)<sup>16</sup> est une aide à l'apprentissage, il me semble qu'on doit encourager l'élève à s'interroger sur la situation dans laquelle il se trouve.

à l'école aussi : des événements des idées et une mise en correspondance des deux

En résumé, comme dans les textes de spécialistes, on retrouve les constantes :

- \* description d'événements
- \* utilisation d'idées, qui ont le statut soit d'hypothèses, soit de connaissances
- \* mise en correspondance de ces idées et de ces événements.

Cette mise en relation peut se faire dans le sens idées → événements ; dans ce cas les idées sont des connaissances et on est dans une situation d'application : on utilise des connaissances.

Cette mise en relation peut se faire dans l'autre sens : événements → idées, pour voir si les événements que l'utilisation des idées permettrait de prévoir sont bien en accord avec les événements observables ; pour valider - ou réfuter - le statut de connaissance à cette idée. Dans ce cas on est dans une situation de création de connaissance.

\* La distinction précédente, combinée à la prise en compte de la situation où se trouve l'élève, conduit à chercher une réponse à une question qui peut se formuler de diverses façons : qu'est-ce qu'on attend de moi ? quelle est la finalité de ce texte ? qu'est-ce qui est important ? qu'est-ce que je dois mettre en évidence ?... En un mot : quel type de texte ai-je à produire ?

#### • Procédés utilisés

décrire  
expliquer  
argumenter

Comme dans les textes de spécialistes, il y a utilisation :

- de procédés descriptifs,
- de procédés explicatifs, qui devraient tendre vers une "interprétation",
- et de procédés argumentatifs.

(16) d'après Peter LINDSAY et Donald NORMAN, : "Métacognition, c'est-à-dire connaissance de ses propres capacités. (...par exemple...) la métacognition constitue la connaissance de sa propre aptitude à contrôler une situation".

\* A un niveau "local", dans un texte, quand il s'agit de justifier que telle connaissance (qui a un certain degré de généralité) peut s'appliquer à ce cas particulier (cet événement ou cet ensemble d'événements), en montrant que ce cas particulier présente les caractéristiques de cette connaissance.

Par exemple j'argumenterai si je veux justifier que ce que j'ai décrit chez la Chouette peut s'appeler "comportement alimentaire", ou si je veux justifier que la Chouette peut être classée parmi les Oiseaux, ou encore si je veux expliciter que le cas "*la vipère attaque sa proie parce qu'elle l'a vue*" est un cas particulier de la connaissance "*un comportement est déclenché par une stimulation*". Ici c'est un procédé qui est utilisé pour mettre en relation l'idée (ayant le statut de connaissance) avec les événements pris en considération.

\* A un niveau plus général, si le but du texte est d'établir la validité d'une "idée". On trouve ici toute l'argumentation présente dans un texte scientifique qui prend en compte une démarche expérimentale.

Ici sont mis en correspondance des événements et des idées. Mais cette fois c'est dans le sens contraire des cas précédents : on ne se sert plus d'une connaissance pour faire comprendre des événements, mais d'événements pour justifier qu'une idée peut être retenue, qu'elle peut accéder au statut de connaissance.

dans un texte scientifique, il ne faut pas "tout justifier"

Une précision relative à ce qui se dit souvent des textes scientifiques : on entend parfois "dans un texte scientifique, il faut tout justifier". L'observation de textes scientifiques, textes d'experts ou des textes scolaires, montre qu'il n'en est rien. Souvent des connaissances sont utilisées sans que leur statut de connaissance soit rappelé, ni même sans que le bien fondé de leur utilisation soit explicité : on les utilise et puis c'est tout ! Par contre, on doit apporter ces justifications pour certaines connaissances.

que justifier ?

Dans quels cas une justification doit-elle donc être développée ?

Dans le cas d'un texte de chercheur c'est relativement simple : ce sont les propositions d'idées nouvelles qui ont à être justifiées.

qu'est-ce qui est important ?

Dans le cas de textes faits en classe, c'est plus délicat : rien n'est nouveau "en soi", et ce qui est nouveau pour l'élève n'est pas forcément ce qui est considéré comme nouveau par l'enseignant. Ce qu'il faut justifier dépend du type de texte à produire, et aussi du contexte. Cela va pouvoir être déduit de ce qui est explicite... et de ce qui est implicite dans la consigne. C'est une nouvelle raison, en classe, de percevoir "ce qui est important" pour réussir un texte conforme à ce qui est attendu. On retrouve la question mutiforme posée à la fin du paragraphe précédent.

• **Les principaux types de textes scientifiques produits en classe**

\* **Textes-descriptions** (voir ensemble constitué par le texte n° 1 et le texte n° 2 cités plus haut)

Il s'agit essentiellement de citer des événements, sans chercher à les mettre explicitement en relation les uns avec les autres. Les procédés utilisés sont descriptifs ou narratifs. Ils peuvent se réduire à cela : dans ce cas ce sont des textes purement descriptifs ou narratifs ; mais le plus souvent, en classe de sciences, on attend que ces événements soient mis en relation avec des connaissances : il y a une part d'interprétation. C'est ainsi qu'un compte rendu de manipulation ou un compte rendu d'excursion ne sont pas, en général, des textes typiquement "descriptifs" ou "narratifs" ; la part d'interprétation qu'ils comportent les rapproche des textes "explicatifs".

un compte-rendu qui n'est pas seulement descriptif ou narratif

\* **Textes-applications de connaissances** (voir discussion du texte n° 3 et du texte n° 4)

Les procédés utilisés sont à nouveau de type descriptif - relatifs aux événements pris en considération -, de type explicatif - relatifs à la mise en relation des événements entre eux ou avec des connaissances ; une utilisation de procédés justificatifs est possible, mais pas absolue, cela dépend du contexte.

\* **Textes se rapportant à une appropriation de connaissance par leur auteur**

Du point de vue de la forme, ces textes sont voisins des précédents : il va s'agir de proposer une "explication" à des événements observés ; donc d'établir une correspondance entre événements et idées. Mais du point de vue de celui qui produit le texte c'est très différent : il ne s'est pas approprié les connaissances qui conviendraient pour donner une interprétation scientifique de ces événements.

Le but de sa production est justement de lui permettre d'accéder à cette maîtrise. Une étape dans cette direction peut être de prendre conscience des idées personnelles dont il dispose pour proposer une explication. Dans ce cas, l'évaluateur n'aura pas les mêmes exigences que s'il attendait une utilisation des connaissances adéquates. L'évaluation doit être telle qu'elle encourage l'expression des "représentations" de l'auteur, pour que celui-ci en prenne conscience de façon explicite. Un travail ultérieur pourra se faire à partir de cette production.

Dans un tel texte il y a donc : des événements à citer, des idées à utiliser, en les mettant en correspondance avec les événements, de façon à proposer une explication. Mais ces idées n'ont pas forcément le statut de "connaissances".

s'approprier des connaissances

prendre conscience de ses représentations personnelles

observer, expérimenté  
mais aussi  
...

Il me semble qu'il y a intérêt, dans ce cas, à pousser l'élève à expliciter que les idées qu'il propose sont des idées personnelles, dont il n'a pas pu vérifier la validité soit directement par une observation ou une expérimentation, soit indirectement par lecture d'ouvrages spécialisés (le passage par des tâtonnements expérimentaux réellement effectués par les élèves est certainement une étape fondamentale, essentielle pour leur formation et pour leur permettre de dépasser de façon durable leurs représentations, leurs modèles spontanés ; cependant il ne faudrait pas négliger complètement la possibilité de lectures en rapport avec les situations qui posent des problèmes de compréhension, d'explication, d'interprétation).

... lire

\* Textes ayant pour finalité la validation d'une connaissance  
Ces textes se rapprochent un peu des textes des chercheurs : ce sont ceux qui les miment le plus. Cette fois il y a encore des descriptions d'événements, des idées qui sont citées, mais la part d'argumentation est constante et primordiale : il s'agit de valider l'idée exposée en la mettant en correspondance avec les événements pris en considération.

Justifier qu'une  
idée est une  
"connaissance"

textes-témoins

\* Enfin il y a des textes non "achevés", qui conservent les traces d'un travail, mais ne sont pas forcément destinés à être communiqués. Il est intéressant de repérer les éléments de type scientifique qui y sont présents et de stimuler leur exploitation éventuelle par la suite.

### 3. PROPOSITION D'UNE MODÉLISATION DES TEXTES SCIENTIFIQUES

analyser cette  
tâche en cinq  
questions + une

Lorsqu'on demande aux élèves de produire un texte, on peut, pour analyser la tâche qu'ils auront à accomplir, chercher une réponse aux quatre questions suivantes :

- 1) de quel type de texte s'agit-il ? (autrement dit, que faudra-t-il mettre en évidence dans ce texte ? quelle en est la signification ?)
- 2) quels sont les événements à indiquer dans ce texte ?
- 3) quelles sont les idées à utiliser ?
- 4) quel est le statut de ces idées ? (avis personnels ou connaissances scientifiques ?)
- 5) quelle sorte de mise en correspondance faut-il établir entre événements et idées ? (cela résulte de la réponse à la première question)
- 6) enfin, puisque ce texte est destiné à être communiqué : que faut-il faire pour qu'il soit... communicable !

**Nous proposons, dans le tableau suivant, une modélisation valable pour la plupart des textes produits en classe de sciences par les élèves.**

## **CARACTERISTIQUES DES TEXTES SCIENTIFIQUES PRODUITS EN CLASSE**

### **1. COMMUNICABILITE DU TEXTE**

. Le texte respecte des **CONVENTIONS DE PRESENTATION** (écriture matériellement lisible, règles variables à suivre).

. Il est précédé d'un **TITRE** qui permet de l'identifier. Ce titre est pertinent au texte et à la consigne.

. Il est **SUBDIVISE EN PARTIES**

- ces subdivisions (parties et paragraphes), sont matériellement repérables
- elles sont choisies d'une façon pertinente (en rapport avec ce qui découle de la consigne) et cohérente (accord entre elles).

. Il est éventuellement accompagné d'**ILLUSTRATIONS**

- elles sont insérées dans le texte de façon pertinente,
- elles sont en cohérence avec le texte,
- et respectent des conventions de présentation pour être compréhensibles.

. **CE TEXTE EST REDIGE**

- la rédaction est complète (pas de style télégraphique) et correcte

. **IL Y A MISE EN EVIDENCE DE CE QUI EST IMPORTANT**

- cette mise en évidence peut être matérielle (souligner, encadrer...),
- mais elle peut aussi être indiquée par le choix d'un plan pertinent, avec des parties convenablement choisies -en particulier en accord avec la finalité du texte -, éventuellement une introduction, et une conclusion).

**Remarque 1** : Aucun de ces points n'est spécifique d'un texte scientifique, mais d'une part c'est quelque chose qu'on ne peut écarter, et d'autre part c'est relativement facile à cerner et peut donc être pour les élèves l'occasion d'un apprentissage sur l'utilisation de critères d'évaluation.

**Remarque 2** : Le premier point mérite une attention particulière, car il pose la question suivante : "qu'est-ce qui est important dans le cas particulier de chaque production ? quelle est la finalité du texte ?" C'est souvent un point fondamental à résoudre, avant de se lancer dans la réalisation.

### **2. SCIENTIFICITE DU TEXTE**

. **DES EVENEMENTS SONT CITES**

Le terme "événements" désigne ici les éléments que l'on choisit d'isoler dans la description de la réalité.

- ces événements doivent être "exacts" (entendons par là qu'ils ne sont pas volontairement déformés, modifiés dans la transcription qu'on en donne) ;
- ils sont choisis de façon pertinente au but du texte (c'est "ce qui est important").

#### . DES IDEES SONT EXPOSEES

Nous rassemblons derrière ce mot "idées" tout ce qui est de l'ordre des notions, des concepts, des représentations, des modèles... ; ce qui est du domaine du mental, et qui s'oppose aux événements ci-dessus ;

- ces idées sont exprimées à l'aide de mots dont l'emploi correspond à un certain consensus de la part des scientifiques ;
- ces idées sont choisies de façon pertinente (nouvelle rencontre avec "ce qui est important") ;
- ces idées sont associées entre elles de façon logique.

#### . CES IDEES ONT UN STATUT (EXPLICITE OU IMPLICITE)

(Il a été exposé plus haut que la représentation "dans un texte scientifique il faut tout justifier" ne résiste pas à l'examen de tels textes ; c'est pourquoi il semble plus pertinent de parler du statut des idées exposées ou utilisées).

Ces idées peuvent être :

- des idées personnelles (représentations personnelles, avis, hypothèses) : dans ce cas, ce statut est explicité par "je pense que...", "à mon avis...", "voici une hypothèse" ... (cette rubrique encourage à la création, à la recherche active de suppositions, voir d'hypothèses) ;
- des connaissances, c'est-à-dire la transposition didactique des concepts, modèles, théories admises par la communauté scientifique, parce qu'ils ont été mises à l'épreuve de façon convaincante : dans ce cas, la convention est d'énoncer simplement ces idées ; il est sous-entendu qu'il s'agit de connaissances. Il s'ensuit que toute idée énoncée sans précision sur son statut est présentée implicitement comme une connaissance ! Pas de confusion, donc, entre avis personnel et connaissance ; pas d'erreurs dans l'énoncé des connaissances ;
- des avis personnels ou hypothèses accompagnés de la description de leur mise à l'épreuve, ou des connaissances avec leur justification : c'est dans cette rubrique que se placent les résultats des actions de justifier, d'expérimenter, auxquelles on pense souvent en premier à propos d'un texte scientifique.

#### . LES IDEES ET LES EVENEMENTS SONT MIS EN CORRESPONDANCE

Qu'il s'agisse d'une simple description, d'une application ou de la justification d'une idée pour lui donner le statut de connaissance, cette action me semble toujours être présente dans un texte scientifique ; si elle manque, on reste dans l'anecdote, la dimension scientifique est absente (voir les exemples donnés plus haut). Cette mise en correspondance est faite de façon logique :

- soit pour *interpréter* des événements dans une *situation d'application de connaissance*, pour donner du sens aux événements en les replaçant dans l'ensemble des connaissances admises par la communauté des scientifiques (c'est souvent la

situation choisie pour vérifier qu'une connaissance est maîtrisée), ou encore, ce qui est assez voisin, pour prévoir un événement,

- soit pour *expliquer* (en route vers une interprétation...) des événements dans une situation de découverte, d'émission d'hypothèses,
- soit pour *justifier* : faire passer une idée du statut d'hypothèse au statut de connaissance ou encore pour rejeter cette idée, en comparant ce qu'elle permet de prévoir aux événements observés (décrits, mesurés...).

### 3. PERTINENCE PAR RAPPORT A LA CONSIGNE

En général, en classe, le texte est produit dans un certain contexte, le plus souvent à la suite d'une consigne donnée par l'enseignant : le texte est en accord avec cette consigne. C'est souvent cet accord qui conditionne le type d'écrit scientifique auquel le texte correspond :

- il peut s'agir d'une mise en application de connaissances, d'une expression d'avis personnels (représentations sur le sujet, émission d'hypothèses), d'une découverte ou de la mise à l'épreuve d'une connaissance à exposer ;
- il peut s'agir plutôt d'une description (mise en ordre d'événements : par exemple j'ai à mettre à plat les différents moments du comportement alimentaire d'un animal), d'une "explication" (indiquer pourquoi il n'est pas étonnant que tel et tel événements soient associés dans le temps ou dans l'espace : leur "donner du sens" : par exemple j'ai à indiquer tel stimulus qui déclenche le comportement alimentaire du même animal) ;
- les événements exposés peuvent être déjà désignés dans la consigne ou bien repérés au cours d'une observation.

### 4. DANS LE CAS D'UNE MISE EN APPLICATION DE CONNAISSANCES

Trois points relatifs à ces connaissances sont à considérer :

- elles doivent être choisies de façon pertinentes,
- elles doivent être énoncées de façon "exacte",
- elles peuvent, du point de vue de l'élève qui les utilise, correspondre à \* :
  - . des connaissances "reproduites" (récitées par coeur),
  - . des connaissances "comprises" (reformulée sans erreurs dans un langage autre que celui de son premier énoncé),
  - . des connaissances "appliquées" avec réussite (mises en application d'une connaissance explicitement désignée),
  - . des connaissances "utilisées" de façon judicieuse (même chose que précédemment, mais avec une difficulté supplémentaire : choisir les connaissances qui conviennent).

\* Je me réfère ici à BLOOM, D'HAINAULT et à ROBARDET, membre de la même équipe que moi (IRESP, IFM de Grenoble).



## 4. UTILISATION DE CE MODELE EN CLASSE

### 4.1. Contexte de cette utilisation

le groupe de recherche en sciences expérimentales de l'INRP

La façon dont je travaille avec mes élèves est influencée depuis une quinzaine d'années par mon appartenance à un groupe de recherche INRP en didactique des sciences (les choix pédagogiques que je partage avec les membres de ce groupe ont été décrits dans les numéros précédents de la revue Aster). Je cite rapidement ce qui me semble le mieux caractériser ma démarche :

individualiser

\* chercher à individualiser l'enseignement, sans négliger l'apport des échanges collectifs,

formuler des objectifs

\* maîtriser la formulation d'objectifs, en se centrant sur celui qui apprend, et en étant conscient des limites de la "pédagogie par objectifs",

chercher l'implicite

\* chercher quel est l'implicite qui se cache derrière une information en apparence explicite,

exposer n'est pas découvrir

\* repérer que la démarche décrite par Claude Bernard est une démarche d'exposition mais pas du tout une démarche de découverte ;

utiliser les "représentations"

\* utiliser les "représentations" des élèves (chaque personne a dans sa tête un système explicatif du monde : ce système est un ensemble de "représentations", souvent très éloignées de celle de l'enseignant ; ces représentations sont parfois des obstacles, parfois des points d'appui à l'apprentissage),

l'erreur est une chance

\* utiliser la mise en échec d'une représentation comme occasion d'un apprentissage,

bricoler

\* considérer une erreur comme une chance d'apprentissage, \* faire travailler les élèves à partir de leurs propres essais, en pensant à ce que Seymour Papert a décrit en utilisant les termes "bug" et "debugging" du langage des informaticiens : bricolage pour améliorer ce qui est déjà réalisé, plutôt que démonstration de la façon dont il "faut" s'y prendre, en reprenant tout à partir de zéro.

"l'évaluation formatrice"

Plus récemment, j'ai en outre été influencé par la démarche d'évaluation formatrice proposée par l'Université d'Aix-Marseille (et la MAFPEN de cette académie). C'est dans ce contexte que j'ai construit et utilisé la modélisation de textes scientifiques proposée dans cet article.

### Quelques mots pour situer l'évaluation formatrice<sup>17</sup>

se représenter le but

Cette méthode prend en compte le fait que pour réaliser quoi que ce soit, et en particulier pour apprendre, il faut se représenter le but à atteindre, les caractéristiques du produit attendu. Il y a donc à installer, avant la réalisation, un certain nombre de situations permettant de travailler sur les représentations du produit et sur les critères pris en compte pour l'évaluer. L'hypothèse de cette méthode est que la réussite de l'apprenant passe par l'appropriation de ces critères.

planifier l'action

L'évaluation formatrice se situe dans la mouvance de l'évaluation formative ; celle-ci a pour but d'adapter le dispositif pédagogique à la réalité des apprentissages de l'élève : communication des objectifs et des critères d'évaluation, régulation des démarches d'apprentissage, gestion des erreurs...

Aux objectifs de régulation pédagogique l'évaluation formatrice ajoute les suivants : représentation des buts à atteindre, auto-contrôle, planification de l'action.

Donc, cette méthode installe, avant la réalisation, un certain nombre de situations permettant de travailler sur les représentations du produit : on recherche ainsi l'appropriation des critères d'évaluation par les élèves ; l'évaluation est prise en compte avant de commencer des essais de réalisation et participe de l'apprentissage, d'où son nom.

évaluer pour se faire comprendre

Dans ce contexte, "l'évaluation est ainsi à concevoir moins comme une activité de mesure que comme un effort de communication".<sup>18</sup>

apprendre en réalisant des tâches complexes

Une autre idée centrale de l'évaluation formatrice est que l'apprentissage se fait mieux, les transferts sont plus probables, si l'on travaille à la réalisation de tâches complexes, plutôt qu'à des exercices simples, ne mettant qu'un ou deux types d'actions en jeu.

Une tâche complexe souvent pratiquée en sciences expérimentales et qui me semble englober les autres consiste à produire un **texte scientifique** ; c'est souvent ce qu'on demande de faire à un apprenant, en cours d'apprentissage, ou quand on veut évaluer ses performances, sa maîtrise des connaissances.

(17) Pour plus de renseignements, se reporter aux publications de Georgette NUNZIATI et de Michel VIAL.

(18) Jean CARDINET. "Une évaluation adaptée aux démarches souples", in "L'évaluation". Cahiers pédagogiques. n° 256. 1987. p. 36.

C'est ainsi que j'ai été amené à élaborer la modélisation présentée au début de cet article.

Cette modélisation n'est pas faite pour que les élèves se l'approprient ; elle est faite pour aider l'enseignant à construire avec eux un outil destiné à utiliser l'évaluation comme aide à l'apprentissage. Cet outil est appelé **carte d'étude**. Les élèves s'en servent pour élaborer leurs productions, puis éventuellement pour les améliorer. L'enseignant l'utilise pour évaluer celles-ci.

la "carte d'étude" : un outil

#### 4.2. Exemple d'utilisation

Pour mieux situer les circonstances dans lesquelles cette modélisation a été utilisée, je rappelle ici les principales étapes d'une démarche en évaluation formatrice, telles qu'elles ont été décrites par Michel Vial :

- communication de l'objectif de la tâche,
- analyse de tâches faites,
- formalisation des critères, élaboration de la carte d'étude,
- repérage des critères de la carte d'étude dans des essais d'évaluation de productions,
- plan de formation : repérage des apprentissages à faire,
- travaux d'apprentissages,
- réalisation de productions entières en se centrant sur quelques critères,
- remédiations, nouveaux essais...

J'ai travaillé en utilisant cette méthode avec la même classe, en 6e puis en 5e, particulièrement à l'occasion des notions suivantes : comportements alimentaires ; respiration des êtres vivants ; besoins nutritifs des végétaux ; relations entre conditions du milieu, activité et fonction de nutrition.

A l'occasion de chacun de ces sujets j'ai introduit la même tâche complexe : **produire un texte pour interpréter des événements**. Une carte d'étude a été progressivement élaborée, améliorée. Les premières ébauches ont été faites à partir de l'examen de différents textes pris dans des manuels et de textes produits par des élèves d'autres classes. A chaque reprise de cette tâche sur un nouveau sujet, de nouveaux textes déjà réalisés ont été observés, et la carte d'étude précisée, de nouveaux critères pris en compte.

Ci-dessous, voici la version actuelle de la carte d'étude utilisée avec cette classe de 5e.

Ce n'est pas une transposition intégrale du modèle proposé : elle est liée à l'histoire de cette classe, aux circonstances qui ont fait que tel problème a été soulevé. Mais d'une classe à l'autre, pour une même tâche, les variations sont faibles, le professeur étant le même, avec les mêmes objectifs, le même modèle en tête, pratiquant les mêmes sortes d'interventions, et avec aussi... un certain souci de s'y retrouver d'une classe

un exemple de tâche complexe :

"produire un texte pour interpréter"

à l'autre. C'est plutôt l'absence ou la présence de certains éléments qui peut varier, pas leur nature.

Classe de cinquième

CARTE D'ETUDE :

INTERPRETER DES EVENEMENTS

Première partie : REALISATION DU TEXTE

OPERATIONS (= ce que je fais)	CRITERES DE REUSSITE (=pour que ce soit bien fait)
CONS Réponse à la consigne	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 1 le texte est en accord avec la consigne</li> <li>* 2 rien hors sujet</li> </ul>
<b>Rédiger le texte pour qu'il soit COMMUNICABLE...</b>	
COM 1 Respecter les conventions de présentation	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 1-1 écrit à l'encre, aéré</li> <li>* 1-2 aucune convention oubliée</li> </ul>
COM 2 Identifier le texte (titre)	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 2-1 titre présent</li> <li>* 2-2 en accord avec le texte qu'il annonce</li> </ul>
COM 3 Ordonner le texte en parties	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 3-1 chaque partie est matérialisée</li> <li>* 3-2 chaque partie rassemble les éléments qui vont ensemble</li> <li>* 3-3 parties, titre, texte sont en accord</li> <li>* 3-4 les parties sont cohérentes</li> </ul>
COM 5 Rédiger le texte	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 5-1 phrases complètes</li> <li>* 5-2 ponctuation et orthographe correcte</li> </ul>
COM 6 Mettre en évidence ce qui est important	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 6-1 texte aéré, avec possibilité de groupes de mots soulignés, encadrés...</li> <li>* 6-2 le choix des parties est en accord avec le but du texte</li> <li>* 6-3 l'introduction annonce le but du texte</li> <li>* 6-4 la conclusion indique si ce but est atteint</li> </ul>

<b>...et pour qu'il soit SCIENTIFIQUE</b>	
<b>SCI 1</b> Citer les événements	ils sont : * 1-1 présents dans les texte * 1-2 présentés comme événements * 1-3 sans erreur
<b>SCI 2</b> Utiliser des idées	* 2-1 idées nécessaires présentes * 2-2 seulement celles-là * 2-3 mots spécialisés employés avec leur sens en science * 2-4 idées exposées d'une façon logique * 2-5 sans confusion avec des événements
<b>SCI 3</b> Indiquer leur statut	* pas d'avis personnel présenté comme une connaissance
<b>SCI 4</b> Mettre en correspondance événements et idées	* 4-1 idées permettent d'interpréter les événements * 4-2 événements et connaissances --- : - juxtaposés - ou correspondance expliquée - ou événements pris en compte dans la mise en fonctionnement du modèle * 4-3 mise en correspondance d'une façon logique

Remarque : dans un souci de simplification, je m'efforce d'utiliser le même code d'une classe à l'autre : l'opération "COM 4", qui se rapporte à l'utilisation des schémas, n'avait pas encore été prise en compte dans la classe prise ici en exemple.

**Deuxième partie : CONDITIONS NECESSAIRES POUR REALISER LA PRODUCTION****ANALYSE DE LA CONSIGNE**

<b>! Lire la consigne, car c'est elle qui donne des indications sur le texte à produire</b>	
Repérer les informations données	tout cela est à inscrire sur la feuille de préparation
Repérer ce qu'il est demandé de faire	
Définir ce qui est important	

**PREVISIONS, PLANIFICATION DU TRAVAIL**

<b>! Prévoir les éléments pour rendre le texte communicable</b>	
Choisir le titre	sur la feuille de préparation : * il est inscrit en accord avec la consigne
Choisir les parties	* le titre de chaque partie est inscrit
Choisir l'introduction	* le genre de choses qui y seront dites est indiqué
Choisir la conclusion	* c'est en accord avec ce qui est important

<b>! Prévoir les éléments pour que le texte soit scientifique</b>	
Repérer les événements	sont soulignés dans la consigne
Choisir les idées	sur la feuille de préparation : * les nommer ou faire le schéma du modèle qu'il est prévu d'utiliser
Repérer leur statut	* écrire si c'est : - un avis personnel - une ou des connaissances scientifiques

Cet outil est constitué par une liste appelée ici "opérations" (colonne de gauche) : c'est la liste des actions qui ont été repérées comme devant être faites pour réaliser la tâche. La liste voisine (colonne de droite) permet de savoir si l'opération faite a été réussie ou non ("critères de réussite").

Les élèves, dans un premier temps, avaient observé des productions faites par d'autres. Le but de ce travail était de commencer à repérer certains des critères de réussite de la tâche.

s'approprier les critères...

Les productions observées étaient des productions préalablement corrigées, annotées. Ce n'est pas une obligation : bien sûr, certains critères, certaines opérations peuvent être découverts directement par les élèves sur des productions non corrigées, mais pas tous : croire que les élèves vont être capable de découvrir, de repérer par eux-mêmes les critères qui font qu'un texte scientifique est ou non réussi serait faire la même erreur qu'en préconisant la méthode "de la redécouverte" pour faire acquérir des connaissances. **L'essentiel est que les élèves s'approprient les critères.**

...attention à une prétendue redécouverte !

des indicateurs aux critères

Ce que les élèves repèrent, ce sont des indicateurs de réussite de la production concrète qu'ils ont sous les yeux (par exemple : celui-ci a écrit comme titre "*La Vipère*", et cela n'est pas réussi, il fallait écrire "*Le comportement alimentaire de la Vipère*"). L'enseignant intervient pour aider à exprimer cela en terme de critères de réussite, plus généraux, plus abstraits, pour que cela soit transférable à d'autres tâches du même type. Les opérations correspondantes (actions à faire) sont également peu à peu repérées et nommées.

La mise en forme de cette carte d'étude est faite par l'enseignant.

évaluer avant de réaliser

Il reste ensuite à mettre en place un travail d'appropriation de cette carte d'étude. Pour cela, les élèves sont invités à évaluer des productions, toujours faites par d'autres, mais non corrigées cette fois. C'est un moyen de repérer certaines opérations, certains critères de réussite, de voir à quoi peut finalement bien servir toute cette mise en scène !

un "plan de formation..."

Après ce travail qui peut être accompagné de nombreux échanges, de nombreuses discussions, les élèves commencent un travail individuel : la préparation d'un plan de formation. Il s'agit pour les élèves de repérer les opérations qu'ils pensent être capables de réussir, celles pour lesquelles ils pensent avoir besoin d'un apprentissage.

Les apprentissages sont faits en partie collectivement, en partie individuellement. Par exemple :

...suivi par des ap-  
prentissages

- des recherches en petites équipes ont eu lieu pour trouver quelles sont les matières nécessaires à la vie des plantes, en fournissant des éléments de preuve ; une discussion collective a permis de confronter les différents apports ; une modélisation des besoins des plantes en est sortie ; chacun a dû en faire un schéma.

- les uns ont travaillé à trouver un titre pertinent à quelques textes, d'autres à repérer quelle connaissance, parmi celles récemment étudiées en classe, on pouvait mettre en relation avec tels et tels événements, etc... Cela suppose une grande disponibilité de l'enseignant et de nombreux exercices prêts à être sortis "à la demande".

Puis viennent des essais de réalisation de productions. Chaque élève réalise la tâche complexe en entier, mais en déclarant à quelles opérations et à quels critères de réussite il prête particulièrement attention.

essais : réaliser la  
tâche complexe  
en se centrant sur  
certains critères

L'évaluation porte sur ces points-là : des renvois sont indiqués avec le code figurant sur la carte d'étude : c'est non seulement un moyen de rendre le travail d'évaluation plus rapide pour l'enseignant, mais aussi une occasion de renvoyer à la carte d'étude : une condition pour que les élèves se mettent à utiliser celle-ci est que l'enseignant s'en serve pour évaluer !

Des corrections personnelles (sur certains points précis seulement) sont demandées aux élèves. **Chacun doit annoncer quelle opération, ou quel critère de réussite il essaie de prendre en compte dans son amélioration.**

corrections faites  
par celui qui a  
fait les erreurs, et  
en référence à la  
carte d'étude

D'autres essais sont faits, d'autres améliorations, des modifications des plans de formation également. Des autoévaluations sont proposées, avec la carte d'étude comme référence ("*j'ai réussi cela, j'ai oublié ceci, il y a tel critère que je ne comprends pas...*").

Des temps collectifs sont pris pour ajouter de nouvelles opérations et de nouveaux critères à la carte d'étude, à l'occasion de certaines difficultés rencontrées, ou de réussites correspondant à des choses implicitement perçues par certains et relevées par l'enseignant, ou encore d'exigences nouvelles posées par celui-ci.

Une des conséquences de l'utilisation de cet outil est que petit à petit les élèves arrivent à être dans une situation de demande par rapport à leur besoins.

Lorsqu'ils font tel exercice d'apprentissage après l'avoir repéré comme étant un besoin, ils ont conscience que c'est pour réussir la tâche qui va leur être demandée.



créer la demande de formation

Sans pouvoir crier au miracle, je constate une plus grande motivation chez la plupart des élèves que lorsque je leur faisais faire les mêmes exercices, mais en les imposant moi-même, parce qu'ils avaient besoin de cet apprentissage : j'en étais conscient, mais pas eux.

patience dans la classe !

Il faut du temps pour que les élèves se rendent compte de l'utilité de leur carte d'étude. Certains en voient la signification dès le début ; d'autres, après cinq mois d'utilisation en classe, à l'injonction "pensez à regarder votre carte d'étude" réagissent par un "qu'est-ce que c'est la carte d'étude ?"

Autre exemple, celui de Soraya : après la réalisation de trois productions, d'autant d'améliorations, d'exercices d'évaluation divers, cette élève est en train de peiner avec une mauvaise volonté évidente sur sa quatrième production ; brusquement son visage s'éclaire quand elle regarde sa carte d'étude ; elle déclare : "mais c'est tout marqué ce qu'il faut faire !"

Un autre avantage de cette pratique est qu'elle pousse les élèves à **préparer la réalisation** de leurs productions. La deuxième partie de la carte d'étude, celle qui s'intitule "conditions nécessaires pour réaliser la production", n'a pas été élaborée dès le début. Ce n'est que peu à peu, quand la plupart des élèves ont commencé à s'être approprié la méthode de travail, que cette seconde partie a été prise en considération.

pour anticiper : une "feuille de préparation"

Par exemple, certains ont pris conscience qu'ils avaient besoin, pour "citer les événements" et "utiliser les idées nécessaires", de repérer ces événements et ces idées. Nous avons collectivement cherché quelles étaient ainsi les opérations à faire avant de réaliser la tâche. Il m'a semblé opportun d'introduire alors cette seconde partie de la carte d'étude. Et de proposer la convention suivante : "tu veux que je te dise si tu sais faire telle ou telle opération d'analyse ou de planification ? Il faut alors que tu m'en montres une trace matérielle". D'où la mise au point de la "feuille de préparation", que peu à peu les élèves se mettent à utiliser.

Classe de cinquième

## FEUILLE DE PREPARATION

## ANALYSE DE LA CONSIGNÉ

Dans la consigne on me demande de faire ceci	
Voilà ce qui est important	

## PREVISIONS, PLANIFICATION DU TRAVAIL

Je choisis ce titre	
Je choisis ces parties	
Dans l'introduction je dirai ceci	
Dans la conclusion je dirai ceci	
Voilà quels sont les événements	
Voilà quelles sont les idées que je vais utiliser	
Ces idées sont des connaissances ou des avis personnels ?	

Les besoins d'apprentissage étant repérés, ces apprentissages restent à faire ! Le but de cet article n'est pas de décrire la façon dont on peut s'y prendre.

Je signalerai seulement des pistes qui me servent de point d'appui pour à la fois pour repérer les problèmes qui se posent et trouver des idées de remédiations à proposer aux élèves :

- pour les apprentissages relatifs à des connaissances, la lecture ou la relecture de la revue Aster, ou des Bulletins Aster qui l'ont précédé représentent une mine d'idées,
- pour les apprentissages relatifs à la maîtrise de la langue (en particulier "mettre en correspondance idées et événements", le faire "d'une façon logique"), l'article "Sur la lecture des manuels de biologie", d'Yvette Ginsburger-Vogel et Jean-Pierre Astolfi,<sup>19</sup> ainsi que la revue Pratiques et la revue Repères donnent de nombreuses indications.

les apprentissages ne sont pas réglés !

(19) "Sur la lecture des manuels de biologie", Yvette GINSBURGER-VOGEL et Jean-Pierre ASTOLFI, in Aster n° 4, 1987. Communiquer les sciences.

## Conclusion

Cette modélisation des textes scientifiques est un outil qui peut aider à analyser les tâches demandées, et à clarifier ainsi ce qu'on attend des élèves. Le leur communiquer, puis faire en sorte qu'ils s'approprient progressivement les caractéristiques du produit attendu est un moyen de les aider dans leurs apprentissages.

Cela donne des moyens pour proposer des remédiations plus efficaces aux difficultés des élèves, permet une autoévaluation et fournit des idées pour mettre en place un enseignement différencié.

Il faudrait évaluer l'effet de ce genre de travail : j'ai conservé de nombreuses productions d'élèves, et, pour quelques-uns d'entre eux, la totalité de ce qu'ils ont produit en classe de sciences naturelles pendant les deux années consécutives au cours desquelles ils ont travaillé dans le contexte d'une évaluation formatrice. L'analyse en est en cours : les premiers résultats m'encouragent déjà à persister dans cette voie.

Deux autres raisons me poussent à continuer dans ce sens :

- un choix personnel, que j'espère partager avec beaucoup de mes collègues enseignants : valoriser une formation qui donne du rapport au savoir une vision non dogmatique. Le savoir "scientifique" n'est pas un savoir révélé, mais un savoir qui se construit, qui évolue, constitué par un ensemble d'idées, créé par les humains. Ce savoir est retenu dans la mesure où il est efficace pour donner du sens au réel, pour prévoir, et pour agir sur ce réel ; il est retenu quand, de ce point de vue, il a semblé convaincant à la communauté scientifique.

L'utilisation de l'évaluation formatrice va dans le même sens, en conduisant à se poser des questions sur "ce que je suis en train de faire", sur "le statut des idées que j'emploie". D'autre part, l'outil "carte d'étude" est le résultat d'un travail du groupe ; les opérations et les critères de réussite ne sont retenus que dans la mesure où ils permettent de réaliser une production qui atteint mieux son but : informer et convaincre son éventuel lecteur. Ainsi la relation aux critères d'évaluation est de même nature que la relation au savoir scientifique. Il y a convergence dans la finalité, mais aussi dans les risques : l'enseignant qui utilise ces techniques n'est pas à l'abri d'une "dérive dogmatique".

espoir !

valoriser un rapport non dogmatique au savoir

convergence entre formation scientifique et formation à l'évaluation

De même qu'on risque de donner une image d'un savoir "révélé" si on ne place pas, au moins parfois, l'élève dans une situation authentique de "découverte", c'est-à-dire devant une situation problème, de même la carte d'étude peut apparaître comme "révélée" si les élèves ne sont pas associés à son élaboration. Donner de prime abord à des élèves une carte d'étude toute faite, serait aller à contre-sens de la finalité de cet outil.

- d'autre part, beaucoup de recherches montrent, ce qui peut surprendre de nombreux enseignants, que la réussite des élèves, y compris à un niveau élevé dans leurs études (université), n'est pas reliée aux notions vues, mais aux capacités exercées sur ces notions.<sup>20</sup>

privilégier les capacités exercées sur les notions

L'expression "capacités exercées sur les notions" désigne des choses telles que "dire la même chose avec d'autres mots", ou "identifier ou énoncer la question-problème", ou "dans une situation donnée, appliquer ou tirer les applications d'un principe", ou "rédiger une synthèse écrite structurée", etc... Ces "capacités" correspondent assez bien à ce qui a été nommé "opérations" dans la "carte d'étude" décrite plus haut. L'utilisation d'un outil de ce type, dans le contexte qui a été décrit, doit donc permettre d'aller dans le sens d'un apprentissage à maîtriser ces capacités. Les résultats de ces recherches devraient pousser les enseignants à accorder une priorité à cet apprentissage-là. Il serait souhaitable que les responsables de l'élaboration des programmes d'enseignement soient informés de tels résultats et rédigent des programmes qui en tiennent largement compte. L'importance accordée aux notions modernes et difficiles dans les nouveaux programmes de sciences naturelles pour l'enseignement du second degré risque de ne pas encourager les enseignants à aller dans ce sens. Ce serait certainement regrettable.

Jean VESLIN  
Collège de la Villeneuve, Grenoble

(20) Jean-Marie DE KETELE, communication orale : "Quoique choquant aux yeux de certains, il importe de souligner que la réussite dans l'enseignement supérieur n'est pas reliée aux notions vues dans l'enseignement, mais aux capacités exercées sur ces notions. Ce qui ne veut pas dire qu'il ne faille pas étudier ces notions". Il cite seize "capacités cognitives de base" et précise : "De nombreux résultats expérimentaux confirment le caractère primordial de ces capacités : elles devraient donc orienter l'action pédagogique".

**BIBLIOGRAPHIE**

ADAM J.-M. "Quels types de textes ?" in *Le Français dans le Monde* n° 192 et plusieurs articles dans la revue *Pratiques* (n° 30, 34 et 43).

AMIGUES R., BONNIOL J.-J., CAVERNI J.-P., FABRE J.-M., NOIZET G. Le comportement d'évaluation de productions scolaires : à la recherche d'un modèle explicatif. *Bulletin de psychologie*, 1975, pp. 28, 318, 793-799).

Equipe ASTER :

**Formation scientifique et travail autonome.** Paris. INRP. 1985.

**Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales.** Paris. INRP. 1985.

ASTER (Revue INRP) :

n° 1 **Apprendre les sciences** 1985.

n° 2 **Eclairage sur l'énergie** 1986.

n° 3 **Explorons l'écosystème** 1986.

n° 4 **Communiquer les sciences** 1987.

n° 5 **Didactique et histoire des sciences** 1987.

ASTOLFI J.-P., COULIBALY A., HOST V., **Biologie (initiation expérimentale) en 6ème et 5ème dans les C.E.S. expérimentaux.** Paris. INRP. Coll. Recherches pédagogiques, n° 55. 1972.

AULT Ch., NOVAK J. and GOWIN B. "Constructing vee maps for clinical interview on molecule concepts", in *Science Education* 68 (4), pp. 441-462. 1984.

BENICHOUX R., MICHEL J., PAJAUD D. **Guide pratique de la communication scientifique.** Paris. Gaston Lachurié. 1985.

BLOOM B. **Version abrégée de la taxonomie des objectifs pédagogiques.** 1956.

BONNIOL J.-J. "Influence de l'explicitation des critères utilisés sur le fonctionnement des mécanismes d'évaluation d'une production scolaire". *Bulletin de psychologie*. tome XXXV. n° 353.

BROAD W., WADE N. **La souris truquée. Enquête sur la fraude scientifique.** Paris. Seuil. 1987.

"L'Evaluation". *Cahiers pédagogiques* n° 256. 1987, ensemble du numéro, mais en particulier : CARDINET J. "Une Evaluation adaptée aux démarches souples". p. 36.

DEVELAY M. "Les rapports de l'opérateur et du figuratif dans les modèles spontanés et les modèles savants" in *Modèles et simulation*. 9ème JIES. Chamonix 1987.

D'HAINAUT L. *Des fins aux objectifs de l'éducation*. Bruxelles, Paris. Labor-Nathan. 1980.

GIL PEREZ D. "Différences entre "modèles spontanés, modèles enseignés, et modèles scientifique : quelques implications didactiques", in *Modèles et simulation*. 9ème JIES. Chamonix 1987.

GINSBURGER-VOGEL Y. et ASTOLFI J.-P. "Sur la lecture des manuels de biologie". in *Communiquer les sciences, Aster n° 4*. 1987.

LLIBOUTRY L. "Petit glossaire méthodologique". in *Modèles et simulation*. 9ème JIES. Chamonix 1987.

NUNZIATI G. Pour construire un dispositif d'évaluation formatrice. Dossier du formateur. MAFPEN de l'Académie AIX-MARSEILLE.

PETITJEAN A. "Des récits étiologiques : les mythes d'origine du monde". in les textes explicatifs, *Pratiques n° 51*. autres articles dans cette revue (n 34 en particulier).

PIAGET J. 1941. Le mécanisme du développement mental. *Archives de psychologie*. XXVIII. p. 112, 218-277. 1941.

**PRATIQUES** (revue) n° 30. 1981 ("Les exercices textuels de la description", article de J.-M. Adam), n° 34. 1982 ("Introduction au textes descriptifs", article de J.-M. Adam et A. Petitjean), n° 43. 1984 ("Le sens des mots", article de J.-M. Adam), n° 49. 1986 ("Activités rédactionnelles", article de M. Charolles et Cl. Garcia-Debanc), et n° 51. 1987 (en entier) : "Les textes explicatifs" (Coltier D., Combettes B., Laparra M., Garcia-Debanc. Cl. et Roger Ch., Scheuwly B. et Rosal M.-Cl., Petitjean A.).

**REPERES** (Revue INRP) : n° 69. Communiquer et expliquer au collège. n° 72. Discours explicatif en classe. Quand ? Comment ? Pourquoi ? n° 73. Des critères pour écrire. Elaboration et gestion de critères d'évaluation.

ROBARDET G. Membre de l'équipe de recherche de l'IRESP, IFM de Grenoble : Communications orales.

**SCIENCES ET AVENIR** (Revue) spécial hors série n° 56 : *L'irrationnel face à la science*.

SMITH F. *La compréhension et l'apprentissage*. Montréal. HRW. 1979.

VERMERSCH P. Analyse de la tâche et fonctionnement cognitif dans la programmation de l'enseignement, *Bulletin de psychologie*, tome XXXIII, n 343. 1979.

VERMERSCH P. Observation et problèmes pédagogiques. Laboratoire de psychologie du travail de l'école pratique des hautes études ERA au CNRS. 1978.

VESLIN J. "Une modélisation des textes écrits en sciences : utilisation d'un tel modèle dans l'apprentissage", in *Communication, éducation et culture scientifiques et industrielles*. 10ème JIES. Chamonix. 1988.

VESLIN J. Ecrire en sciences au collège... à paraître dans la revue "Lire au collège". CRDP Grenoble.

VIAL M. "La carte d'étude". in "Pédagogie différenciée". *Pratiques* n° 53. 1987.

VIAL M. A propos du narratif... Un dispositif d'évaluation formatrice en expression écrite, CRDP de Marseille.

S.



vitesse

de vol





# PROPOSITIONS POUR UNE DIDACTIQUE DU TEXTE EXPLICATIF

Claudine Garcia-Debanc

*La démarche scientifique donne souvent lieu à la production d'explications écrites. Or, les textes d'enfants se bornent souvent à juxtaposer des informations sans mettre en évidence les liens explicatifs. Ces difficultés peuvent relever d'une insuffisance des connaissances disciplinaires, mais elles intéressent également une didactique de la production écrite.*

*La recherche INRP Français "Pratiques d'évaluation des écrits" a explicité un certain nombre de critères spécifiques à l'évaluation des textes explicatifs. Ces critères permettent de définir des lieux problématiques pour les élèves, comme par exemple la prise en compte des connaissances supposées chez leurs futurs lecteurs. Les critères ne sont efficaces pour réguler la production écrite que si les élèves sont associés à leur élaboration, sous la forme d'outils, à partir de l'observation de textes ou de critiques de textes de pairs. Ainsi peut être défini un cycle d'apprentissage sur le texte explicatif, comportant des séances de productions de textes et de réécriture, des moments d'observations de textes explicatifs en vue d'en dégager des traits de fonctionnement caractéristiques, des séquences de grammaire ou de vocabulaire. La collaboration de l'enseignant de Sciences et de l'enseignant de Français est ici nécessaire.*

**La production d'écrits en sciences remplit des fonctions diverses selon les moments de la démarche scientifique où elle intervient.**

**Elle peut servir à :**

- mettre en forme des résultats d'observation intermédiaires,
- conserver une information,
- structurer des connaissances,
- communiquer des savoirs acquis,
- évaluer les connaissances.<sup>1</sup>

les types de textes produits en sciences sont divers

**Les types de textes lus et écrits en Sciences sont eux aussi divers. Les élèves peuvent avoir selon le cas à décrire la morphologie d'un animal (texte descriptif), raconter les étapes de ses métamorphoses (texte narratif), l'identifier par rapport à**

(1) Pour une analyse du rôle des langages dans la construction de la pensée scientifique et inversement du rôle des activités scientifiques dans la maîtrise des langages, on pourra consulter *Recherches pédagogiques* n° 117, "Eveil scientifique et modes de communication", INRP, 1983, où sont présentés divers exemples de productions d'écrits dans le domaine scientifique.

d'autres espèces (texte argumentatif), prescrire une suite d'opérations à réaliser pour monter une expérience (texte prescriptif), expliquer le mécanisme de formation des nuages (texte explicatif). Si le texte explicatif n'est pas le type textuel exclusivement pratiqué en Sciences, il y est néanmoins fréquent.

l'élève explique  
ailleurs qu'en  
sciences

Les **textes explicatifs** ne sont pas l'apanage des activités scientifiques : chaque fois que l'élève a à justifier un point de vue, à clarifier une terminologie, à répondre à une question en **pourquoi** ou **comment**, il est en situation de produire un discours explicatif <sup>2</sup>.

qu'est-ce qu'un  
discours explicatif ?

Le discours explicatif vise en effet à **faire comprendre quelque chose à quelqu'un**. Il peut être défini, du point de vue communicationnel, comme "une relation de communication entre deux agents, relativement à un objet : le locuteur A fait savoir ou fait comprendre à son interlocuteur B ce qu'est un certain objet en le décrivant, en l'analysant devant lui, en explicitant éléments ou aspects. Cette façon de parler est didactique, et la procédure en jeu une explicitation". <sup>3</sup> De telles situations sont fréquentes dans les activités scientifiques.

la logique de la  
production dans  
le domaine disciplinaire  
peut rencontrer

La production d'écrits en Sciences obéit donc d'abord à la logique de la discipline : les textes produits, de types divers, répondant à des fonctions diverses, contribuent avant tout à la construction des connaissances ou à leur évaluation dans le domaine concerné.

la didactique de  
la production  
écrite

De son côté, la didactique de la production écrite s'organise selon sa propre logique. Elle vise à la maîtrise par l'enfant de productions d'écrits diversifiés adaptés à diverses situations : "L'ontogenèse du langage correspond à l'appropriation progressive par l'enfant d'une gamme plus ou moins étendue de conduites langagières : le dialogue, l'argumentation, le récit...". <sup>4</sup> Les caractéristiques fonctionnelles de chaque situa-

(2) Jean-Pierre ASTOLFI et Yvette GINSBURGER-VOGEL présentent des applications de la typologie des textes à l'analyse de textes utilisés dans le domaine scientifique dans leur article d'Aster n° 4 : "Sur la lecture des manuels de Biologie", en particulier pp. 45 à 47. Reprenant la terminologie proposée par Jean-Michel ADAM, ils parlent de "type expositif" défini comme associé à l'analyse et à la synthèse de représentations conceptuelles. Nous y substituons ici le terme de texte explicatif, doué d'une acception plus spécifique.

(3) Marie-Jeanne BOREL "Aspects logiques de l'explication", in Travaux du Centre de Recherches Sémiologiques de Neuchâtel n° 38, septembre 1981.

(4) Eric ESPERET "Processus de production : genèse et rôle du schéma narratif dans la conduite de récit", in M. MOSCATO, G. PIERAUT-LEBONNIEC. *Le langage : construction et actualisation*. Presses Universitaires de Rouen, pp. 179-196. Citation extraite p. 180. 1985.

tion de production entraînent l'utilisation de moyens d'expression linguistique spécifiques (nature du lexique, structures syntaxiques...). C'est donc d'abord par la pratique de situations de production de textes diversifiées, l'identification et la résolution des problèmes rencontrés à cette occasion que se construit la compétence de communication.

mettre en place  
un cycle d'apprentissage du  
texte explicatif

Nous proposons ici de croiser les objectifs de la didactique de la production écrite avec les besoins de production de textes explicatifs en Sciences. Les occasions de production de textes en Sciences peuvent être exploitées pour mettre en place un cycle d'apprentissage sur le texte explicatif. Nous définissons un cycle d'apprentissage comme un ensemble organisé de séances de lecture (observation des caractéristiques des textes), d'écriture (et d'évaluation des écrits produits), et de grammaire (construction des outils linguistiques spécifiques à la situation) visant une appropriation des caractéristiques textuelles de ce type de discours. La réalisation de ce cycle d'apprentissage portera sur plusieurs thèmes d'étude en sciences et pourra s'étaler sur une longue période. Il impliquera des activités spécifiques en Français. Il nous semble que l'explicitation d'objectifs de travail linguistiques peut aider à centrer l'exploitation des écrits produits par les élèves dans le sens d'une plus grande maîtrise de l'écriture.

## 1. LES CARACTERISTIQUES LINGUISTIQUES DES DISCOURS EXPLICATIFS

### 1.1. Que faisons-nous lorsque nous produisons un texte explicatif ?

La situation décrite ici a été utilisée en formation des maîtres pour aider les instituteurs à analyser les opérations en jeu dans la production d'une explication écrite. Un ensemble de schémas sur le régime alimentaire du renard<sup>5</sup> est proposé. La tâche est de produire un texte explicatif qui pourrait remplacer ces schémas. La consigne est délibérément floue en ce qui concerne le destinataire et la destination de l'écrit produit. En ceci, la situation proposée n'est pas une situation naturelle d'explication, dans laquelle on chercherait à faire comprendre à quelqu'un quelque chose qu'il n'aurait pas compris. Il s'agit plutôt d'une tâche-problème destinée à faire

(5) Sous la forme de diagrammes en camembert, schématisation classique dans les ouvrages d'Histoire-Géographie et répandue maintenant en Sciences Naturelles, comme l'indiquent Jean-Pierre ASTOLFI et Yvette GINSBURGER-VOGEL in Aster n° 4. pp. 37-38. Document extrait de collection TAVERNIER. Sciences et technologie. CE. p. 35. 1985.

émerger des paramètres à prendre en compte dans la production d'un texte explicatif. Les instituteurs doivent non seulement produire le texte mais aussi analyser comment ils s'y sont pris : une confrontation permet de mettre en évidence les diverses stratégies possibles.

d'abord identifier le problème et le comprendre

La première opération, préliminaire à la production du texte, consiste à lire les schémas, les comparer, comprendre leurs liaisons mutuelles, **identifier le problème à traiter**. Cette phase du travail ne nous intéresse pas directement ici, dans la mesure où nous distinguons la démarche explicative comme élaboration d'une connaissance sur un objet dont on essaie de comprendre le fonctionnement, et l'**explication** proprement dite en tant que **mise en discours d'un savoir préalablement construit**.<sup>6</sup> La lecture des schémas permet de formuler la question à laquelle devra répondre l'explication. Celle-ci peut varier selon le degré de problématisation scientifique : "que mange le renard ?", ou "le menu du renard change-t-il au cours des saisons ?", ou encore "pourquoi le menu des renards change selon les saisons ?". Et, pourquoi pas : "Pourquoi le renard n'est pas aussi dangereux qu'on le dit pour vos poules ?" Dans ce dernier cas, le discours, visant la modification d'un ensemble de croyances, est aux frontières du discours explicatif et du discours argumentatif.<sup>7</sup> Même si elle demeure implicite, cette question guidera l'organisation générale du propos.

ensuite, gérer l'interaction,

Un second problème se pose dès l'amorce de la rédaction du texte explicatif : **à qui est-il destiné ?** La consigne ne le précisant pas, les rédacteurs ont à choisir de l'écrire pour des enfants ou pour des adultes, pour un manuel scolaire ou pour une encyclopédie. Ce choix conditionne l'organisation d'ensemble du texte, la sélection du vocabulaire...

ce qui suppose de prendre en compte les savoirs supposés chez le lecteur

En effet, la production d'un texte explicatif suppose une **prise en compte des savoirs supposés chez le lecteur**. Produire un discours explicatif, c'est aider l'autre à surmonter une difficulté de compréhension. Il importe donc d'analyser la nature

(6) Denis MIEVILLE "Explication et discours didactique de la Mathématique", in *Revue Européenne des Sciences Sociales*. Tome XIX. n° 56. pp. 114-152. 1981.

(7) "Il y a argumentation chaque fois qu'un agent (individuel ou collectif) produit un comportement destiné à modifier ou renforcer les dispositions d'un sujet (ou d'un ensemble de sujets) à l'égard d'une thèse ou conclusion". Michel CHAROLLES (1980) : "Les formes directes et indirectes de l'argumentation", in *Pratiques* n° 28. Argumenter, octobre 1980, p. 7. Lorsque les auteurs du TAVERNIER CM. Bordas, présentent le procès de la grive pp.72-73, c'est bien de texte argumentatif qu'il s'agit.

Le menu change-t-il  
au cours des saisons ?

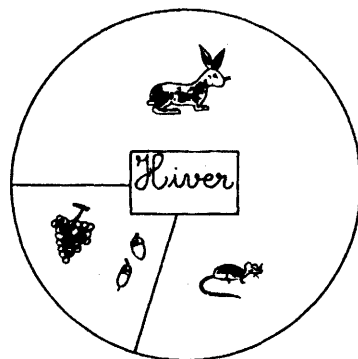
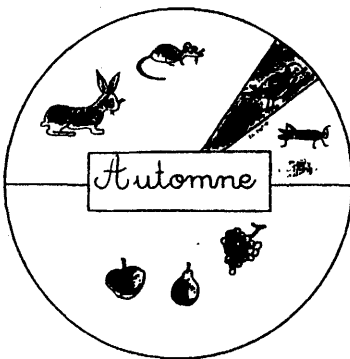
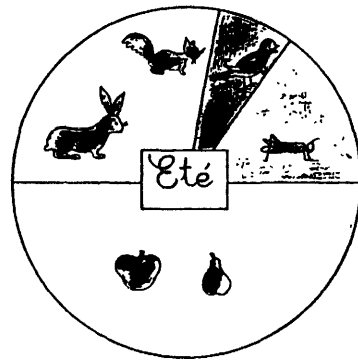
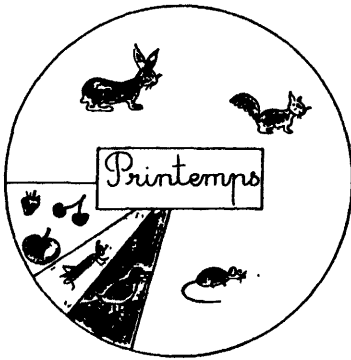


Fig. 1. Extrait de *Collection Tavernier, Sciences et technologie, CE, p. 35.*

de la difficulté rencontrée par l'interlocuteur : il s'agit de gérer l'obstacle de quelqu'un, c'est-à-dire de le rapporter à ce que l'on peut savoir de l'autre.

La situation d'explication orale laisse la place à une régulation permanente du discours explicatif en fonction des besoins de l'interlocuteur : il peut interrompre celui qui explique, poser des questions, demander des précisions sur un point, reformuler ce qu'il croit avoir compris, soulever de nouvelles questions. Le discours explicatif oral s'ajuste donc aux besoins de l'interlocuteur. Par contre, en situation de production écrite, le rédacteur doit estimer a priori les besoins de son lecteur virtuel, essayer de se mettre à sa place pour sélectionner les points qui nécessitent des explications plus développées, les termes qui appellent une définition...<sup>8</sup> Cette décentration est toujours délicate, particulièrement pour les enfants.

organiser le discours

En fonction de ces paramètres, le rédacteur doit opérer un **choix sur l'organisation globale de son discours**. L'exercice proposé ici suppose un "transcodage"<sup>9</sup>, c'est-à-dire la mise en discours d'une représentation graphique. Alors que les schémas s'offrent simultanément à la vie, le texte impose une présentation successive, linéaire, des informations. Plusieurs possibilités existent : le texte peut énumérer les composantes de la nourriture du renard pour les différentes saisons (au printemps, en été, en automne, en hiver) ; il peut dégager d'abord les traits constants tout au long de l'année avant d'étudier les variations ; il peut encore comparer terme à terme certains schémas (en été et en automne... tandis que en hiver ou au printemps...) ; il peut enfin présenter successivement les diverses nourritures du renard en indiquant pour chacune la proportion qu'elle représente dans l'alimentation globale à chaque saison.

formuler clairement le problème à traiter

Ces divers choix conditionnent la mise en texte elle-même. Ainsi, la formulation explicite, en début de texte ou en titre, du problème à traiter peut favoriser la compréhension des enjeux de l'explication par le lecteur.

Pour répondre à cette question, il ne suffit pas de juxtaposer les indications fournies par tel ou tel schéma. Au contraire, un texte explicatif propose une mise en relation entre les divers

(8) Il est ainsi conduit à utiliser des "reformulations paraphrastiques", dont l'étude linguistique a été réalisée par Michel CHAROLLES et Danielle COLTIER, in *Pratiques* n° 49. "Les Activités Rédactionnelles", pp. 51 à 66, mars 1986.

(9) Le processus de transcodage désigne le passage d'un code sémiotique (ici un système tabulaire image/mots/tableau) à un code exclusivement langagier (un texte avec ses enchaînements linéaires). Ces processus ont été étudiés par le Groupe Sémiologie de l'Unité de Recherche Français, par exemple dans *Repères* n° 68, février 1986 ou *Repères* n° 74, mars 1988.

et mettre en évidence les rapports de cause/conséquence entre les éléments retenus

**faits rapportés.** Ces micro-explications constituent autant d'étapes dans la résolution du problème faisant l'objet d'une explication. Elles nécessitent l'emploi de nombreux connecteurs indiquant des relations de cause ou de conséquence (comme, en raison de, compte tenu de...).

Ces marqueurs variés aident à structurer le discours, comme dans cette explication du fonctionnement d'un extincteur pour de jeunes enfants.

### **Extincteurs en tous genres**

Pourquoi emploie-t-on des extincteurs pour combattre le feu ? D'abord parce que la flamme ne peut continuer à s'alimenter et à grandir que si elle dispose de beaucoup d'air. En l'enveloppant d'un nuage de vapeur, on l'étouffe. Et tu sais que le liquide qui s'échappe d'un aérosol, comme d'un extincteur, se vaporise et forme un nuage. Ensuite parce qu'il vaut mieux attaquer le feu en des endroits précis. Or l'extincteur se prolonge par un bec et une lance qui dirigent le jet à la manière d'un fusil qui dirige la balle.

L'extincteur est une arme défensive contre les flammes.

(extrait de BERTON G., MATTRAT J.C. *Dis-moi comment ça marche*. Editions Buissonnières. C'est moi qui souligne les connecteurs)

choisir les informations pertinentes en regard du problème à traiter et des caractéristiques du destinataire

L'emploi de ces marqueurs ne pose pas problème à l'adulte, mais leur maîtrise est tardive chez les enfants. Ils constituent pourtant des jalons très facilitateurs pour la compréhension de l'explication.<sup>10</sup>

La prise en compte des savoirs supposés chez le lecteur virtuel guide également une sélection des éléments pertinents pour l'explication. Par exemple, l'énumération des divers

(10) Bernard Schneuwly regroupe textes argumentatifs et textes explicatifs sous le terme de "textes discursifs", qu'il définit comme "des textes produits dans un contexte avec un but de transformation de savoirs et/ou d'augmentation des connaissances". SCHEUWLY B. *Le texte discursif écrit à l'école*. Thèse. Université de Genève. 1984, p. 66. Si la terminologie est bien fixée à propos des textes narratifs, descriptifs ou argumentatifs, elle est très flottante à propos des textes explicatifs qui peuvent être aussi classés en textes informatifs, documentaires, scientifiques, expositifs, chaque terminologie impliquant un découpage conceptuel différent.

fruits consommés par le renard peut paraître inutile au regard du problème à traiter. L'appellation de "fruits de saison" opère alors une généralisation retenant le trait pertinent dans cette situation.

utiliser le vocabulaire approprié

Nous touchons là à la sélection du lex<sup>10</sup> mination des objets traités dans le discours explicatif. Ici encore, ce sont d'abord les caractéristiques du destinataire qui vont influencer ce choix. Selon les cas, les rédacteurs ont recouru à un vocabulaire spécialisé approprié (alimentation carnée, protéines, rongeurs, baies) ou à des termes plus connus des enfants, quitte à procéder à des énumérations. Le problème a été longuement étudié par les linguistes à propos des discours<sup>7</sup> on scientifique.<sup>11</sup>

utiliser les marques caractéristiques des textes explicatifs, tant du point de vue linguistique...

La recherche d'une précision et d'une économie dans l'explication conduit à opérer souvent des nominalisations, c'est-à-dire à substituer à une phrase le nom correspondant au verbe par dérivation. Pour mimer les textes scientifiques auxquels ils ont eu affaire, les rédacteurs écriront : "En hiver, l'alimentation du renard est essentiellement carnée", plutôt que "le renard se nourrit essentiellement, en hiver, d'animaux". De même, les modalités d'énonciation retenues sont le plus souvent la 3e personne du présent, avec recours éventuel à des passifs.

...que du point de vue de la mise en page

De même, la mise en page signale, du premier coup d'oeil, l'appartenance du texte au domaine des écrits scientifiques : sous-titres organisateurs de l'ensemble de la page, alinéas fréquents, présence de tirets, termes techniques soulignés, reformulations paraphrastiques signalées typographiquement.<sup>12</sup> De plus, la référence aux caractéristiques des discours explicatifs scientifiques autorise le recours à des tableaux, schémas et autres modes de présentation graphiques de l'information. C'est ainsi que plusieurs rédacteurs ont accompagné leurs textes de tableaux présentant des pourcentages.

un modèle pour la description, et non une liste de prescriptions

Ces opérations ne se succèdent pas dans un ordre obligatoire. Elles se réalisent bien souvent à l'insu du rédacteur. Mais leur

(11) On peut trouver des analyses linguistiques des discours de vulgarisation scientifique dans *Langue Française* n° 53 (février 1982) et n° 64 (décembre 1984). Dans *Aster* n° 4, Daniel JACOBI compare plusieurs discours de vulgarisation sur une même notion, destinés à des publics différents (pp. 91 à 113) et donne une importante bibliographie sur le sujet.

(12) La reformulation paraphrastique articule un énoncé-source et un énoncé de reformulation ou énoncé-doublon par l'intermédiaire d'un marqueur de reformulation : c'est-à-dire, autrement dit... Son utilisation n'est pas propre au discours explicatif scientifique. Michel CHAROLLES et Daniel COLTIER en analysent des occurrences dans des textes littéraires ou politiques, in *Pratiques* n° 49, pp. 51-66, mars 1986.



explicitation analytique permet de désigner les divers lieux problématiques dans l'élaboration d'un texte explicatif.

## 1.2. Vers un modèle de la conduite langagière d'explication

La production d'une explication suppose donc la maîtrise de plusieurs opérations que l'on peut situer à trois niveaux :

la production d'un discours explicatif fait intervenir trois niveaux d'opérations,

1) **Gérer l'interaction**, c'est-à-dire repérer l'enjeu de la communication, situer l'ensemble des déterminants de la situation de communication, dégager les attentes du destinataire et ses connaissances, isoler la nature de l'obstacle à traiter pour lui.

2) **Gérer l'objet**, c'est-à-dire mobiliser le savoir disponible sur l'objet et sélectionner les éléments sur lesquels portera l'explication. Ces opérations convoquent essentiellement les connaissances disciplinaires.

3) **Gérer le discours**, c'est-à-dire présenter les informations sélectionnées de la façon la plus efficace possible pour le destinataire. C'est ici qu'intervient la prise en compte et la maîtrise des caractéristiques linguistiques de l'écrit à produire.

et nécessite une maîtrise à la fois conceptuelle et textuelle

Si la gestion de l'objet dépend essentiellement de la construction conceptuelle dans le domaine disciplinaire concerné, les premier et troisième points relèvent d'une pédagogie de la communication, qui suppose la pratique de la production de textes dans des situations diversifiées et leur amélioration, ainsi que l'analyse des caractéristiques linguistiques des textes explicatifs.

L'articulation entre les diverses composantes d'une conduite langagière d'explication peut être schématisée de la façon suivante, selon un modèle d'analyse inspiré par celui que propose Espéret à propos de la conduite langagière de récit<sup>13</sup> :

(13) Eric ESPERET (1985) : op. cit. p. 184. Le schéma initial, paru dans *Pratiques* n° 51, septembre 1986, a été retravaillé à partir de la schématisation proposée par Jean- François HALTE (1987), in *Repères* n° 72, mai 1987, INRP, p. 103.

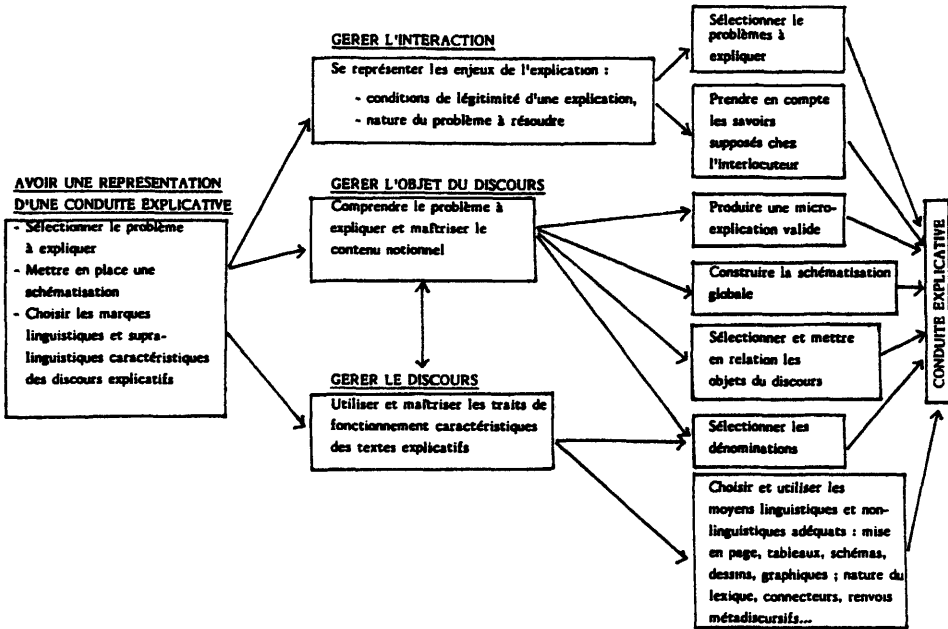


Fig. 2. Opérations en jeu dans la réalisation d'une conduite explicative

Ces trois niveaux d'opérations aident également à recenser les divers critères de réussite d'un texte explicatif.

### 1.3. Critères et indicateurs pour l'évaluation d'écrits explicatifs

qu'est-ce qu'un critère ?

pourquoi expliciter des critères ?

Un critère est une "propriété d'un objet, d'après laquelle on porte sur lui un jugement"<sup>14</sup>.

La lecture d'une production d'enfant est souvent globale et intuitive. Le lecteur peut avoir l'impression que ça ne va pas mais

(14) Gilbert DE LANDSHEERE (1979) *Vocabulaire de l'évaluation et de la recherche en éducation*. PUF. Pour un ample développement sur la fonction des critères dans les procédures d'évaluation formative des écrits et les avancées réalisées par la recherche INRP Français : "Pratiques d'évaluation des écrits", on pourra lire : Maurice MAS (1987) : "Hors des critères, point de salut", in *Repères* n° 73, pp. 1 à 8, octobre 1987. Dimension abstraite sélectionnée comme pertinente par l'évaluateur, le critère aide à extraire les indices pertinents dans le texte à évaluer.

des critères explicites sont utiles à l'enseignant,

et aussi à l'élève

ne sait pas expliciter pourquoi. Bien plus, comme le montre Danielle Coltier à propos d'un texte explicatif d'un élève de 6e noté 2/10<sup>15</sup>, le professeur de sciences peut sanctionner les maladroites de la formulation du texte explicatif dans la mise en relation des faits rapportés, alors que les informations contenues dans le texte, prises isolément sont exactes. La mise à plat analytique des divers critères intervenant dans la production d'un texte explicatif sert à localiser plus précisément les difficultés rencontrées par les enfants.

De plus, l'explicitation des critères permet à l'élève de savoir sur quels points sont évaluées ses productions écrites, d'identifier et d'analyser ses erreurs, et en conséquence d'améliorer ses résultats et ses procédures de travail.

De son côté, l'enseignant voit plus clairement les objectifs spécifiques liés à la maîtrise d'un type textuel donné, construit des situations ou des exercices pour améliorer les points défaillants, régule son action pédagogique en fonction des progrès et des difficultés des élèves. **L'explication des critères joue donc un rôle central dans la mise en place d'une évaluation formative des écrits des élèves**<sup>16</sup>.

La liste des critères et des indicateurs pour l'évaluation d'écrits explicatifs peut être formulée comme nous le proposons page suivante, en conservant la référence aux trois niveaux d'opérations dégagées en 1.2.

comment utiliser les critères ?

Une telle liste ne constitue pas la norme du texte explicatif à produire. En effet, il existe des variations entre les textes explicatifs, et il serait stupide et dangereux de vouloir tous les conformer à un standard. La liste de critères sert plutôt à **guider une interrogation méthodique de l'écrit produit** : "la mise en page adoptée sert-elle la communication ? Comment sont marqués les liens logiques ? Sont-ils appropriés ?" Une évaluation critériée oblige à plusieurs lectures successives du texte pour sérier la prise d'indices. Les appréciations peuvent alors s'objectiver et analyser très précisément les points maîtrisés, en cours de maîtrise ou non acquis. Ainsi pourra s'organiser un repérage et un traitement des difficultés des élèves.

(15) La copie correspondante est analysée en détail par Danielle COLTIER (1986) "Approches du texte explicatif", in *Pratiques* n° 51, septembre 1986, pp. 3 à 22, qui propose des types d'exercices à utiliser au collège pour la maîtrise des textes explicatifs.

(16) Le schéma publié dans *Rencontres Pédagogiques* n° 19, "Problèmes d'écriture", INRP, 1988, p. 73, montre le rôle que jouent les critères dans cette régulation.

GESTION DE L'INTERACTIONEFFICACITE  
COMMUNICATIONNELLE

- Prise en compte de ce que sait/ne sait pas le destinataire

- Pour les termes difficiles : reformulations ou définitions intégrées au texte

PERTINENCE DES INFORMATIONS  
SELECTIONNEES

- Pertinence des affirmations et des propriétés appliquées aux objets du discours

## REGIME ENONCIATIF

- Homogénéité de la perspective d'énonciation des temps verbaux employés (plutôt du discours : passé composé, présent)

- Pertinence des modalisations si nécessaire

## CLARTE DE LA MISE EN PAGE

- Mise en évidence des articulations par
  - . titres et sous-titres
  - . typographie

GESTION DE L'OBJET DU DISCOURS

## EXACTITUDE

- Informations et explications exactes

- Correction des dénominations des objets de discours

## EXHAUSTIVITE

- Mention de tous :

- . les objets de discours nécessaires à l'explication

- . les divers éléments des objets de l'explication

- Inférences facelement réalisables par le lecteur

## CLOTURE TEXTUELLE

- Position explicite du problème à traiter

- Mise en évidence des articulations par des organisateurs textuels

- Pertinence des exemples présentés (éventuellement) :

- . en rapport avec le problème traité

- . scientifiquement exacts

- . utiles pour l'explication

GESTION DES MARQUES LINGUISTIQUES

## OPERATIONS DE DETERMINATION

- Les déterminants \* réfèrent à des éléments

- Les pronoms identifiables en

- Les substituts contexte

- lexicaux \* sont correctement

- employés

## OPERATIONS DE LIAISON

- Explication et pertinence des relations :

- . liens logiques : cause/conséquence, but/moyen

- . espace

- . temps

- Diversité des procédés syntaxiques utilisés :

- conjonctions (donc, parce que, en effet...)

- prépositions (à cause de, du fait de,

- si ... alors), adverbess, moyens lexicaux

- (prouver, entraîner, causer ...)

CORRECTION MORPHOSYNTAXIQUE

- Correction des :

- . nominalisations

- . formes verbales (en particulier le passif)

- . structures des phrases

## 2. LES DIFFICULTES DES ELEVES A EXPLIQUER ET LEUR TRAITEMENT

les reformulations  
des élèves

Les productions des élèves sont très hétérogènes, et les sources des difficultés qu'ils rencontrent très diverses.

### 2.1. Une situation de reformulation de textes explicatifs en 6e

En tout début d'année scolaire, des élèves de 6e ont à comprendre et à reformuler le court texte suivant :

L'augmentation de volume de l'eau, quand elle passe à l'état de glace, peut provoquer la rupture de ce qui la contient. Cela explique les dégâts causés par le gel sur certaines récoltes, l'éclatement des canalisations d'eau mal protégés et qu'on a négligé de vidanger, le bris des pierres dites gélives, etc.  
Le moteur à explosion d'une voiture est refroidi par une circulation d'eau. L'hiver, à l'arrêt, cette eau se solidifiant pourrait provoquer la rupture du moteur bien qu'il s'agisse de métaux très résistants. Pour éviter cela, on mélange à l'eau, en proportion convenable, un liquide appelé antigel (mélange de produits connus sous le nom de glycols).

Les productions obtenues sont très diverses, comme par exemple :

*Texte A : Il faut mettre de l'antigel dans le moteur des voitures, sinon risque d'une explosion.*

*Le gel abîme les récoltes.*

*Texte B : Lorsque l'eau gèle, le volume augmente. La quantité d'eau se gèle, et ça gélifie l'eau. La forme de certains dégâts et les tuyaux de plomberie cassent, ça peut provoquer des éclatements de gros tuyaux et puis l'eau ne peut pas circuler.*

*Texte C : Lorsque le passément de l'eau en gel, il se produit de nombreux dégâts dans les récoltes et pour la canalisation. Et pour la pierre brisée qui se fend au gel.*

*Texte D : Quand l'eau se transforme de l'état liquide à l'état solide, c'est pour cette raison que les récoltes sont détruites, c'est ce qui explique les gelées. Les canalisations d'eau mal protégées qui gèlent. Les moteurs gèlent, donc ils pourraient éclater, on met de l'antigel.*

**Texte E :** *Lorsque l'eau liquide passe en glace, ça augmente de volume, et les dégâts du récipient. Ainsi, on comprend les ruptures d'eau de canalisation qu'il faut vidanger. Le refroidissement de la voiture en hiver risque de geler et casser le moteur, on mélange donc à l'eau de l'antigel.*

**Texte F :** *Quand l'eau se transforme en glace, elle augmente de volume, ce qui peut expliquer les dégâts des récoltes et les canalisations d'eau éclatées. Dans le moteur, il y a de l'eau mélangée avec un liquide qui s'appelle le glycol, cela permet de ne pas faire éclater le moteur quand l'eau prend du volume (on appelle aussi ce mélange antigel).<sup>17</sup>*

Seul le texte F est satisfaisant, dans la mesure où il présente des informations **exactes**, suffisamment **exhaustives** pour mettre en évidence les mécanismes de causalité essentiels pour la compréhension du problème. Les informations sélectionnées sont **pertinentes**, le régime énonciatif homogène (ce qui est d'ailleurs aussi le cas de tous les autres textes), la **clôture textuelle** est satisfaisante, les **marques linguistiques** dans l'ensemble correctement utilisées. De plus, le texte prend en compte les **connaissances d'un destinataire** que l'on peut assimiler à un élève de 6e en présentant les termes difficiles (glycols, antigel) assortis de leur définition. L'élève a donc opéré une vulgarisation satisfaisante du texte difficile proposé.

montrent une difficulté à satisfaire aux critères définis plus haut

La référence aux critères peut aider à localiser pour chacun des textes à la fois les difficultés surmontées et celles qui subsistent, alors qu'une impression globale sur les textes s'attacherait plutôt à leurs côtés négatifs. Ainsi par exemple le texte A identifie clairement la nature du problème à traiter (Pourquoi mettre de l'antigel dans la voiture ?), contrairement aux textes B ou C. Par contre, les informations données ne sont pas exactes, dans la mesure où l'antigel n'empêche pas l'explosion dans le moteur. L'identification défaillante des mécanismes en jeu entraîne une simple juxtaposition d'informations.

Le texte B n'identifie pas correctement le problème d'ensemble à traiter et ne satisfait pas non plus de ce fait au critère d'exhaustivité, puisqu'il ne rend compte que d'une partie du texte d'origine. Par contre, la micro-explication concernant les dégâts provoqués par la gelée est correcte dans le texte B. En

(17) L'orthographe correcte a été rétablie, pour éviter les parasitages à la lecture. Collège de Florac, Lozère, classe de M. PERSICOT. Le texte proposé à la reformulation est extrait d'un ancien manuel de 6e.

effet, la reformulation supposait le développement d'un fragment de phrase très dense en informations utilisant la nominalisation, selon un procédé fréquent dans les textes explicatifs : "l'augmentation du volume de l'eau peut provoquer la rupture de ce qui la contient", peut se réécrire sous la forme de deux phrases :

*"L'eau augmente de volume lorsqu'elle passe à l'état de glace".  
"La dilatation de l'eau peut endommager le récipient".*

C'est précisément l'emploi de la **nominalisation** qui a fait problème pour l'auteur du texte C : problème de construction syntaxique (il utilise la nominalisation dans une proportion subordonnée sans verbe), mais aussi de dérivation lexicale (il crée le mot de **passement** qui n'existe pas dans la langue française), et surtout de compréhension des rapports cause/conséquence : en effet ce texte ne spécifie pas le mécanisme qui produit des dégâts.

Les textes D et E sont satisfaisants du point de vue de l'**exactitude** et de l'**exhaustivité** de l'information. Le texte D abonde même en **marques linguistiques** signalant l'explication (c'est pour cette raison que..., c'est ce qui explique, donc). Pourtant, il ne propose pas à la lecture une explication satisfaisante dans la mesure où l'abondance même des marques de surface masque une absence d'explicitation du mécanisme explicatif. Ceci montre, du point de vue méthodologique que l'évaluation d'un texte explicatif ne peut pas s'opérer par un comptage de tel ou tel type de marque linguistique de surface. Le texte D souffre donc essentiellement d'une absence de **clôture textuelle** et de la **non-pertinence** des informations sélectionnées.

Enfin si l'auteur du texte F a probablement bien compris le contenu notionnel convoqué, la **gestion des marques linguistiques** (pronoms, substituts lexicaux...) est tellement défailtante que l'ensemble apparaît très confus.

A des degrés divers, et pour des raisons différentes, la plupart des textes obtenus ne présentent pas une explication facile à comprendre par le lecteur. Quelle représentation peuvent se faire les élèves de cette situation d'explication ? Il s'agit avant tout de prouver au professeur que l'on a compris. On est loin d'une situation naturelle d'explication.

Nous avons vu qu'expliquer, c'est faire comprendre quelque chose à quelqu'un qui ne le comprend pas. Celui qui expli-

peut-être parce que les situations scolaires d'explication ne sont pas fonctionnelles...

et aussi parce que les enfants ne peuvent pas assurer la régulation de leurs discours en fonction des réactions de leurs interlocuteurs

pour les y aider, l'enseignant peut mettre en place des situations intermédiaires

que est donc dans une position supérieure à celui qui demande des explications <sup>18</sup>. Or qu'en est-il 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. L'élève doit donc prouver qu'il a bien compris et non aider un pair à mieux comprendre un problème. Son explication est dénuée de destinataires et d'enjeux véritablement fonctionnels.

Il n'est donc pas surprenant que les enfants, qui ont déjà, dans des situations de productions d'écrits fonctionnelles, beaucoup de difficultés à prévoir les réactions de leurs lecteurs virtuels, ne parviennent pas à produire des explications aisément compréhensibles, dans des situations fausses d'un point de vue communicationnel.

La difficulté principale provient du fait que le **producteur de l'explication écrite ne dispose pas d'un contrôle sur les effets de compréhension/non compréhension entraînés par un discours**. Les récepteurs ne sont pas là et ne peuvent pas désigner, par une moue ou par des questions, les points sur lesquels ils ont besoin d'un développement supplémentaire.

Alors que la production d'une explication orale peut être polygérée, c'est-à-dire assurée conjointement par les partenaires de la conversation, l'organisation du discours écrit suppose une gestion du discours par le seul énonciateur, et donc une prévision plus complète des points nécessitant explicitation.

Il peut être utile pédagogiquement d'organiser des **situations intermédiaires**. Celles-ci mettent en jeu des situations de communication différée (l'élève doit rédiger une explication pour un destinataire absent), mais elles laissent la possibilité au destinataire d'intervenir sur le discours produit grâce à des questions. Les procédures d'échanges peuvent être diverses : communication télématique, échanges des textes avec questions écrites adjointes au texte de départ, lecture des textes écrits en présence des producteurs de textes, muets dans un premier temps. Il s'agit, pour les producteurs du texte de constater les effets de sens produits par leurs discours. La ré-

(18) "La dissymétrie est au départ du discours explicatif, tant au plan du savoir - celui qui explique est celui qui sait - qu'au plan du pouvoir - celui qui explique est légitimé à expliquer : il est parfois mal venu d'expliquer -, mais sa mise en oeuvre est orientée nécessairement vers la recherche de symétrie tant au plan du savoir que la compréhension". Jean-François HALTE (1987) : "Vers une didactique des discours explicatifs", in *Repères* n° 72, INRP, p. 14, mai 1987.



ponse aux interrogations et l'intégration des remarques permet d'améliorer le texte explicatif initialement produit.

## 2.2. Le traitement des difficultés à expliquer par écrit : quelques exemples de situations intermédiaires

rédiger une fiche technique de construction pour les correspondants :

Les élèves de ce CM <sup>19</sup> ont eu à monter des dispositifs expérimentaux utilisant l'énergie de l'eau courante. Chaque équipe de trois élèves a construit une machine différente, capable de tracter une boîte d'allumettes sur 30 cm.

une situation fonctionnelle d'explication

Après avoir réalisé son objet, chaque équipe rédige une fiche de construction qui sera communiquée à un autre groupe. La situation est bien ici une situation fonctionnelle d'explication : le groupe rédacteur, qui a acquis un savoir sur l'objet à construire, le communique à un autre groupe qui n'en dispose pas encore. La production attendue est aux frontières entre l'injonctif et l'explicatif : en effet, la fiche comportera une liste de prescriptions (type de texte injonctif)<sup>20</sup>, mais sa rédaction suppose également de prévoir les informations dont peut avoir besoin le récepteur et de disposer dans le texte les explications qui lui seront nécessaires<sup>21</sup>.

un dispositif d'échange

Un échange de textes entre les équipes va permettre aux rédacteurs de prendre conscience de la précision et de l'exhaustivité nécessaires. Chaque groupe reçoit la fiche d'un autre groupe et a pour tâche de construire le dispositif, à l'aide de cette seule fiche. Il peut demander au maître le matériel nécessaire. S'il rencontre des obstacles dans la réalisation à cause de l'imprécision des formulations, il peut formuler par écrit, sur une fiche jointe, la liste des questions qu'il adresse au groupe de rédacteurs. Celui-ci y répond ensuite, également par écrit. Ainsi s'instaure une communication entre rédacteurs et lecteurs, mais celle-ci s'opère de façon différée<sup>22</sup>, ce qui permet de garder témoignage des étapes de l'élaboration du texte.

(19) Classe de Pierre JOUVE. Ecole de Chabrits, Lozère.

(20) Le discours injonctif est centré sur un faire faire. Une notice de règle de jeu, un mode d'emploi, des instructions de fabrication, une recette de cuisine sont de bons exemples de textes injonctifs.

(21) Daniel BRIXHE et Annick RETORNAZ (1988) analysent comment une démarche d'instruction de la règle d'un jeu s'interrompt pour laisser place à des boucles explicatives, séquences d'explications enchâssées dans le discours injonctif, ayant pour but de faire comprendre à l'autre la stratégie de certains coups. *Pratiques* n° 58, juin 1988.

(22) C'est-à-dire sans qu'il y ait coprésence physique des rédacteurs et des lecteurs.

Voici des exemples de ces échanges à propos de deux productions d'équipes :

**Equipe Francis, Raphaël, Fabrice :**

**FICHE D'EXPERIENCE**

**Matériel**

Un bac avec un peu d'eau, une petite planchette, une ficelle, une boîte d'allumettes, et une bouteille d'eau.

Vous mettez la petite planchette dans le bac, sur celle-ci vous accrochez une ficelle qui ira en dehors du bac pour aller s'accrocher sur la boîte d'allumettes. Vous faites couler l'eau de la bouteille dans le bac et la planchette avancera et fera remorquer le bateau.

**QUESTIONS POSEES**

- comment faut-il accrocher la ficelle ?
- comment faut-il placer le bac ?
- où faut-il verser l'eau ?
- est-ce que la boîte d'allumettes est sur l'eau ?

**Equipe n° 3 :**

**FICHE D'EXPERIENCE**

**Matériel**

Il faut : du papier carton, des ciseaux, un couteau, une pomme de terre, une aiguille à tricoter.

Vous coupez des bandelettes de papier carton de 4 cm de largeur et 10 cm de longueur, vous coupez une rondelle sur la pomme de terre et vous l'arondissez, vous faites des fentes pour y mettre les bandelettes en verticale et vous enfoncez l'aiguille à tricoter au centre de la rondelle.

*(Le texte est assorti d'un schéma très rudimentaire de l'objet fini).*

**QUESTIONS POSEES**

Je demande à l'équipe n° 3 :

- combien de bandelettes de papier faut-il ?
- comment coupe-t-on la pomme (la tranche) ?

pour améliorer les textes

Les remarques ainsi collectées, assorties d'une observation de fiches techniques sur la fonction du schéma et les caractéristiques de la mise en page pour ce type d'écrit, ont permis de réaliser une réécriture de ce texte avant son envoi aux correspondants.

Comme le montrent les deux textes cités ci-dessus, les textes obtenus constituent plutôt une liste d'injonctions à suivre pour réaliser l'objet souhaité qu'un texte explicatif à proprement parler. Il resterait à expliquer le mécanisme de traction de la boîte d'allumettes. Le texte ainsi produit répondrait aux questions : Pourquoi et comment avance la boîte d'allumettes dans les divers cas ? L'interlocuteur pourrait dire s'il a ou non compris l'explication. Cependant l'évaluation des effets produits par son discours sont plus faciles à constater dans le cas du texte injonctif : le lecteur accomplit ou pas les actions escomptées. Le rédacteur peut ainsi prendre conscience des critères de précision et d'exhaustivité à respecter dans un texte injonctif, et qui interviennent au même titre pour un texte explicatif.

la production individuelle d'un texte explicatif donne au maître l'occasion

Dans d'autres cas, la procédure d'échanges peut servir à l'amélioration d'un texte explicatif en vue de son archivage dans le cahier de sciences. Des élèves de CM2<sup>23</sup> ont travaillé sur la digestion.

Le maître leur demande de rédiger individuellement un texte explicatif quant les mécanismes de la digestion. Tous les enfants ont la même tâche. Voici deux des textes produits<sup>24</sup> :

*Elise : La bouche broie les aliments. Après, ça passe par l'estomac et l'estomac le malaxe et le liquéfie, puis ça passe par l'intestin grêle qui le transforme en produits solubles puis dans le gros intestin qui le transforme en bactéries.*

*Cédric : Pour digérer il faut que l'aliment passe par la bouche et il faut le broyer. Il faut que ça passe par l'estomac, par l'intestin grêle et par le gros intestin et il faut aller au cabinet.*

de vérifier les paliers d'intégration conceptuelle chez ses élèves

Ces textes fournissent des renseignements intéressants pour le maître sur les paliers d'intégration conceptuelle atteints par chacun des élèves à propos du phénomène étudié<sup>25</sup>. Cela suffirait à en justifier la production.

(23) Classe de J.-P. DEBANC, Ecole de Buzeins, Aveyron.

(24) L'orthographe correcte a été rétablie

(25) Les paliers d'intégration permettent d'analyser la progression des apprenants à l'intérieur de chaque sujet d'étude. Ce concept a été défini par André GIORDAN et Gérard DE VECCHI in *Les origines du savoir : des conceptions des apprenants aux concepts scientifiques*, Delachaux et Niestlé. 1987, en particulier pp. 178 à 183. Voir aussi Équipe ASTER. *Procédures d'apprentissage en sciences expérimentales*. INRP. 1985.

Pour aider chacun à prendre conscience de ses erreurs et/ou des insuffisances de ses explications (les trois niveaux de gestion des opérations cités plus haut ne sont pas ici dissociables), l'enseignant organise une confrontation entre les écrits produits. Ceux-ci sont recopiés sur une affiche et lus individuellement par d'autres élèves, qui inscrivent leurs remarques ou leurs questions.

les remarques des camarades

Cet échange aboutit aux résultats suivants pour les deux textes cités plus haut :

La bouche broye les aliments, après ça <sup>?</sup> passe par l'estomac et l'estomac le malaxe et le liquéfie puis ça <sup>?</sup> passe par l'intestin grêle qui le transforme en produits solubles puis dans le gros intestin qui le transforme en bactéries. NON

Tu as oublié ce qui part dans le sang.

les matières non digestibles?

Pour digérer il faut que l'aliment passe par la bouche et il faut le broyer il faut X ça passe par l'estomac par l'intestin grêle et par le gros intestin qui <sup>?</sup> (grêle) et il faut aller au cabinet.

le sang?

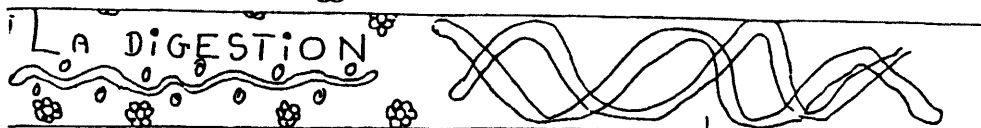
le rôle des sucs.

toutes les parties sont dites.

À quoi ça sert de manger?

permettent aux enfants de réaliser une réécriture

Forts de ces remarques, les élèves rédigent à deux une nouvelle mouture du texte, qui sera, à son tour, amendée à l'aide des suggestions des autres élèves :



Les aliments passent dans la bouche où ils sont broyés par les dents, dans l'œsophage puis dans l'estomac qui les transforme en liquide. Ensuite elle passe dans l'intestin grêle où elle est mêlée à la bile (produite par le foie) et au suc pancréatique (produit par le pancréas). La dernière phase de la digestion se fait dans le gros intestin; l'évacuation se fait par l'anus.

X une partie du liquide va dans le sang.

qui marque un progrès vers la formulation conceptuelle

Du point de vue de l'acquisition conceptuelle dans le domaine disciplinaire, l'activité de confrontation organisée par le maître correspond à une phase de structuration aux fins de produire une formulation du concept acceptable par tous. A l'issue de cette phase, les élèves parviennent à un niveau de formulation du concept.

et l'intégration des critères de réussite des textes explicatifs

Pour ce qui est de l'organisation du discours explicatif écrit, cette réécriture marque un très net progrès par rapport aux textes initiaux. Ceux-ci étaient construits de façon purement énumérative (après ça passe, et, et, puis, puis...). Ils ne mettaient pas en évidence le rôle respectif des divers organes et sucs de la digestion.

Le but du texte étant mal défini, les lecteurs ne comprenaient pas à quoi ça sert de manger, comme le souligne la remarque de l'un des lecteurs. Par ailleurs, du point de vue de l'exhaustivité et de la pertinence des informations, des points importants étaient omis, qui seront rétablis dans la version finale. Ces insuffisances au regard de l'objet du discours se dou-

blaient d'une désignation ambiguë des éléments du discours, par les termes de **ça, le, elle**. Ce problème, qui subsiste encore dans la seconde version, a été résolu dans la dernière réécriture.

**La double réécriture du texte a donc permis de mettre les élèves en situation d'identifier et de résoudre des problèmes à la fois de l'ordre de l'acquisition des concepts et de l'organisation des textes.**

Cette démarche d'élaboration peut paraître longue et coûteuse, mais il faut voir les gains d'apprentissages réalisés par les élèves à cette occasion.

Tout d'abord, la production du texte explicatif a obligé à un **affinement des connaissances dans le domaine disciplinaire**. C'est parce que l'élève doit produire une explication qu'il se rend compte des points qui lui posent encore problème. La confrontation avec les remarques de ses pairs le conduit à une réorganisation de ses connaissances. D'un point de vue disciplinaire toujours, les textes produits donnent à l'enseignant des renseignements précieux pour ajuster son action pédagogique.

En prenant conscience des effets de lecture produits par leurs textes, les enfants ont réalisé un **apprentissage méthodologique** qui leur sera utile chaque fois qu'ils auront à rédiger des textes : lorsqu'on écrit un texte, il faut essayer de se mettre à la place de celui qui le lira, prendre du recul pour localiser les points qui peuvent poser difficulté, fournir les explicitations nécessaires.

L'échange des textes entre les enfants permet donc à la fois d'améliorer les productions en elles-mêmes, qui satisfont mieux à des **critères de réussite du produit textuel attendu** (le texte archivé dans le cahier de sciences est un texte explicatif satisfaisant) et d'aider les élèves à prendre conscience des **opérations à réaliser** et à s'approprier ainsi les **critères de réalisation** propres à cette tâche (à l'occasion d'une production ultérieure, on peut s'attendre à ce que l'élève se pose, au cours de la rédaction, un certain nombre des problèmes qu'il a rencontrés ici et qu'il se réfère aux solutions qu'il a apprises).

Pour apprendre à produire des textes explicatifs, comme d'ailleurs tout type de texte, il faut donc que les élèves :

- rédigent des textes explicatifs s'inscrivant dans des situations de production diverses : textes pour les correspondants, panneaux d'exposition, brochure destinée aux parents, cahier de sciences...

- rédigent, individuellement ou par tout petits groupes de deux ou trois, un premier état de texte,

- échangent ces productions avec des pairs pour repérer les points posant difficulté de compréhension,

- améliorent les textes produits en intégrant les remarques des lecteur.

pour apprendre à rédiger des textes explicatifs, il faut rédiger et améliorer des textes

mais aussi lire des textes et pratiquer des analyses métalinguistiques

Ils apprennent ainsi à écrire parce qu'ils rencontrent, identifient et résolvent des problèmes d'écriture. La production de textes et leur amélioration doit être complétée par des séances centrées sur l'appropriation des moyens linguistiques de résoudre ces problèmes : observations d'écrits sociaux, élaboration de critères par les élèves pouvant aboutir à la construction d'outils, activités grammaticales portant sur les structures linguistiques caractéristiques des textes explicatifs. C'est cet ensemble de séances qui constitue un cycle d'apprentissage.

### 3. UN CYCLE D'APPRENTISSAGE SUR LE TEXTE EXPLICATIF

Pour que les élèves progressent dans la production de textes explicatifs, il faut qu'ils aient à :

#### 3.1. Produire des discours explicatifs dans des situations diverses

Les exigences des élèves par rapport à leurs propres productions sont à la mesure des véritables enjeux de la communication. Ainsi, par exemple, l'équipe INRP Français d'Agen<sup>26</sup> a comparé les remarques d'élèves de CE2 dans deux situations :

- dans la situation A, les élèves doivent écrire ce qui leur semble important sur la boussole, après une analyse de son fonctionnement. Ce texte est destiné au classeur de sciences.
- dans la situation B, ces mêmes élèves doivent écrire ce qui leur semble important sur l'horloge à eau. Ce texte sera envoyé à une classe de CM1 d'une école de la ville.

les exigences sur le produit textuel sont à la mesure des enjeux de la communication

Les enfants se satisfont d'une qualité médiocre de l'explication dans la situation A : ils estiment que *"c'est assez précis", "le texte est bien expliqué", "le texte est facile à comprendre pour nous, c'est sûr, puisque c'est nous qui l'avons écrit"*.

Les mêmes élèves, dans la situation B, se posent des questions sur l'intelligibilité de leurs discours : *"nous, on le voit dans notre tête, tandis qu'eux !"* Cette situation les aide ainsi à prendre conscience des effets de mauvaise compréhension possibles chez le lecteur, ce qui les conduit à :

- s'interroger sur la pertinence de leurs schémas (faut-il ou non représenter fidèlement les bouteilles en plastiques ?),
- légènder ces schémas (*"il faut que ceux qui le regardent sa-*

---

(26) André SEGUY et l'équipe d'Agen. Classe de Claudine LARTIGUE. Ecole Joseph Bara. Agen. Compte-rendu interne à la Recherche INRP Français "Pratiques d'évaluation des écrits" : "Deux moments d'évaluation au CE2 : deux textes à statut différent".

chent à quoi sert ce trait. Il n'y aura qu'à écrire : niveau d'eau"),  
 - définir les termes techniques difficiles ("ils ne savent pas ce que c'est superposé"),  
 - être attentif aux problèmes d'orthographe et de mise en page.

Ces exigences apparaissent plus nettement dans la situation B que dans la situation A. **La fonctionnalité de la communication permet donc d'améliorer la qualité des écrits produits.**

De plus, la variation des destinataires peut aider les enfants à prendre en compte la nécessaire adaptation aux caractéristiques de l'interlocuteur. Après une étude sur l'électricité, les élèves de cette classe rurale de CE/CM<sup>27</sup> décident de présenter les résultats de leurs recherches d'une part aux camarades du Collège voisin, d'autre part à des élèves de CE1. Pour les petits, ils préparent une exposition avec présentation de jouets à animer. Pour les collégiens, ils réalisent une bande-vidéo comportant un reportage sur une centrale électrique et des dessins d'animation. Les enfants sont conduits à élaborer un commentaire aisément compréhensible et des dessins d'animation attrayants. **Les exigences de la communication entraînent une réélaboration conceptuelle.** Cette situation est d'autant plus efficace que les enfants peuvent expliciter, au fur et à mesure de la réalisation de la tâche les critères auxquels doit satisfaire la production.

### **3.2. Elaborer des critères pour l'évaluation des textes explicatifs : pourquoi ?**

Nous désignons sous le terme d'**élaboration des critères** l'ensemble des opérations psycholinguistiques par lesquelles les élèves construisent peu à peu en critères d'évaluation des faisceaux de traits de reconnaissance des divers types de discours qu'ils ont à lire/produire. Pour cela, ils sont conduit à **expliquer, inventorier, définir et classer des indicateurs.**

L'explicitation des critères par l'enseignant ne suffit pas à une appropriation efficace des critères par les élèves. Pour intégrer les critères, les élèves doivent avoir été placés en situation de participer à l'élaboration de ces critères, ce qui constitue une procédure d'évaluation formative.

l'élaboration des  
critères

---

(27) Classe de Marie-Thérèse BONNAL. Saint-Martin de Lansuscle. Lozère.



En effet l'évaluation formative se donne pour tâche d'"aider les élèves à découvrir les caractéristiques de sa propre activité et à orienter sa démarche lorsque des problèmes surgissent"<sup>28</sup>. Or cela suppose que l'apprenant ait été amené à dégager lui-même les dimensions pertinentes des tâches à réaliser. En effet, comme le souligne Bonniol<sup>29</sup>, la formation "comporte une phase d'appropriation des critères de réussite relatifs au produit" mais aussi des "autres critères, les outils à utiliser directement au cours de la construction, de la réalisation du produit". Ainsi l'élaboration des critères correspond à une analyse de plus en plus précise de la tâche.

permet de gérer  
les tâches d'écriture

La référence à des critères qu'il a progressivement élaborés permet à l'élève de repérer les réussites et les insuffisances d'un texte, avant d'en engager la révision. En phase de production, elle aide l'élève à être vigilant sur certaines dimensions du fonctionnement des textes qui peuvent lui faire problème, donc à réguler son activité.

des situations d'élaboration des critères

Il existe deux types de situations qui permettent l'élaboration de critères :

- les unes consistent à *observer des écrits sociaux* (manuels de Sciences, documentation scientifique, textes de vulgarisation...) pour en dégager des règles de fonctionnement linguistique :

- les autres consistent à faire dégager des *critères de réalisation*, à partir des difficultés observées dans les textes des pairs.

### 3.3. Elaborer des critères par observation d'écrits sociaux : le tri de textes

le tri de textes  
mode d'emploi

Il est plus facile de dégager les propriétés d'un objet en le comparant à d'autres qu'en l'observant isolément. Aussi proposons-nous aux élèves des activités de tris de textes<sup>30</sup> Plusieurs textes sont proposés simultanément aux enfants, de préférence sur un même thème (afin d'éviter un classement thématique, le plus spontané chez les enfants, qui négligerait les marques linguistiques).

(28) Linda ALLAL (1979) : "Stratégies d'évaluation formative : conceptions psycho-pédagogiques et modalités d'application" in ALLAL L., CARDINET J., PÉRRENOUD P. : *L'évaluation formative dans un enseignement différencié*. Peter Lang. p. 136.

(29) BONNIOL J.-J. (1984) : "Dossier : Evaluation formative et formation par l'évaluation". Revue Collège n° 2. CRDP Marseille.

(30) La démarche de tri de textes est présentée avec ses diverses variantes et des exemples de réponses d'enfants dans un chapitre de la brochure *Objectif : écrire*, réalisée par l'équipe INRP Français de Lozère et publiée au CDDP de Mende, pp. 21 à 43.

Les enfants ont pour tâche de regrouper ces textes en ensembles et d'en expliciter les traits communs. Diverses modalités de classement sont possibles : par supports (livres, journaux, dictionnaires, encyclopédies, affiches, dépliants...) par domaine (littéraire, scientifique...), par types de textes (narratif, descriptif, explicatif, injonctif, argumentatif...)

Les enfants réalisent individuellement ou par petits groupes leur classement puis confrontent leurs solutions. Dans l'exemple analysé ici, les élèves de ce CE1<sup>31</sup> disposaient de six textes sur le vent : deux contes merveilleux (textes 3 et 5 : *Ma-chibouzou*, *grand vent d'ouragan* et *Monsieur le Vent*, deux textes poétiques (textes 2 et 4) et textes explicatifs (texte 1 et 6 : un extrait de manuel de Sciences expliquant, schéma à l'appui, la formation des vents et un article de dictionnaire encyclopédique). Ces textes sont trop difficiles pour que des élèves de CE1 puissent les lire exhaustivement et les comprendre. Ils sont seulement l'objet d'une prise d'indices sélective.

des élèves de CE1  
distinguent les  
textes explicatifs

Les classifications spontanées des enfants, par groupes de 2, laissent apparaître une identification typologique intuitive correcte, même si elle n'est pas explicitée :

*Sébastien : Moi, j'ai pris ceux qui expliquaient. Après ceux qui étaient gentils, le vent qui était gentil, le vent qui était méchant.*

*Patrice : Alors, moi, j'ai mis ensemble le n 1 et le n 6 parce que le n 6 c'est l'explication et le n 1 c'est des images ; après j'ai classé le 5 et le 3, c'est le vent gentil ; après j'ai classé le 4 et le 2 ensemble, c'est le vent méchant.*

mais ont des difficultés à en expliciter les indicateurs

Les enfants distinguent aisément les textes explicatifs, qu'ils appellent aussi "explications" ou "textes explicateurs". Cette catégorie de textes est opposée à un tout indifférencié regroupant textes narratifs et textes poétiques, dans lequel la partition s'opère selon des oppositions anthropomorphiques entre vent gentil et vent méchant. Il semble bien que les enfants distinguent des textes qui mettent en scène le personnage du vent et ceux qui donnent des renseignements sur le vent. Cependant les indicateurs de reconnaissance du type textuel explicatif restent flous : beaucoup d'enfants, en CE1, ont des

(31) Classe de Jean ALBOUY. Ecole Annexe de Mende.

difficultés à justifier leur classement. D'autres essaient tout de même de citer un indicateur : "c'est des images" : l'enfant désigne par là les schémas explicatifs dans le texte 1, puisque les textes 3 et 4 sont eux-aussi accompagnés d'un dessin, cette fois à valeur illustrative.

qu'ils définissent  
par une observa-  
tion ultérieure

Dans la phase suivante, la comparaison systématique de deux types d'écrits différents, les textes 1 et 2<sup>32</sup> a permis aux enfants de faire la liste des traits qu'on ne trouve que dans l'un des deux.

#### Texte 1

On dit des choses vraies sur le vent  
On explique pourquoi il y a du vent.

Des schémas expliquent mieux.  
Le texte est au présent.

#### Texte 2

On raconte ce que le vent fait.  
On invente des aventures du vent.  
Le vent parle.  
Le vent a un nom amusant :  
il s'appelle Machibouzou.  
Les images servent à faire joli.  
Le texte est dans le temps des  
contes.

Les critères ainsi élaborés par les enfants, à partir des indicateurs qu'ils ont relevés leur serviront de guides lorsqu'ils auront eux-mêmes à rédiger des textes explicatifs.

Les élèves peuvent également prendre conscience de ces critères par l'observation des écrits produits par leurs camarades.

### **3.4. Elaborer des critères par l'observation d'écrits de pairs : les divers degrés d'élaboration des critères**

Les élèves de CM1<sup>33</sup> ont étudié la reproduction de la buse à partir d'un dépliant édité par la Fédération de la Chasse. Pour l'exposition qu'ils organisent dans la BCD de l'école, ils décident d'accompagner ce document d'un texte explicatif destiné à mettre en évidence les raisons de l'importante mortalité chez les jeunes buses. Chaque enfant produit un essai. Les textes

(32) Lily BOULAY (1977) : "P'tit homme et Machibouzou grand vent d'ouragan" in *Magie du Conte*, Armand Colin/Bourrelier. pp. 66 à 83. TA-VÉRNIER Guide Méthodologique pour le maître. CE. Bordas.

(33) Classe de Christiane ROGER. Ecole de la Coustarade. Marvejols. L'exemple est largement analysé dans *Objectif : Ecrire*, CDDP de la Lozère, pp. 82 à 85.

lorsque des élèves de CM1 explicitent leur appréciation sur le texte d'un pair

sont ensuite tous affichés dans la classe et les enfants doivent en choisir un pour l'exposition en explicitant les raisons de leur choix. Leur sélection nous importe moins ici que les critères auxquels ils se réfèrent pour l'opérer. Cette explicitation est écrite. Voici quelques exemples de réponses :

Jean-François : *Je prends le texte de Véronique parce qu'il dit pourquoi il y a moins de petits.*

Barbara : *Véronique, elle dit tout, elle explique bien, les phrases sont dans l'ordre.*

Cyril : *J'ai choisi Véronique parce qu'elle a écrit un bon texte et parce qu'il répond à toutes les questions qu'on peut se poser, mais elle a oublié de dire qu'est-ce que c'est un ornithologue.*

Stéphanie : *J'ai choisi le texte de Véronique parce qu'elle dit que l'ornithologue avait compté 20 à 30 oeufs et elle dit qu'ils sont morts et elle dit que sur 20 à 30 petits, beaucoup sont morts.*

ils se réfèrent à des critères

Les justifications sont de natures très diverses : certains enfants, comme Stéphanie, sont incapables de justifier leur jugement ; ils se bornent à une paraphrase du texte sans référence à des indicateurs de critères. D'autres reconnaissent intuitivement, sans pouvoir encore l'analyser, la présence d'un critère important : pertinence des informations en fonction de la visée du texte (*il dit pourquoi il y a moins de petits*), exhaustivité (*elle dit tout, il répond à toutes les questions qu'on peut se poser, elle a oublié de...*), ordre des informations. Ces remarques sont sur la voie d'une désignation des indicateurs caractéristiques du texte explicatif, elle-même source d'une formulation plus généralisante des critères des textes explicatifs.

à des degrés divers d'élaboration

Nous distinguons en effet cinq degrés dans l'élaboration des critères, qui peuvent se définir par la capacité à :

- reconnaître intuitivement la présence/absence d'un trait caractéristique, indicateur potentiel d'un critère à construire, sans pouvoir le localiser. Ces opérations de reconnaissance s'appuient sur des savoirs d'ordre expérientiel et se manifestent dans des jugements comme : "*Véronique, elle a tout expliqué et elle a bien expliqué*". Choix effectivement judicieux d'un texte satisfaisant mais sans justification de ce jugement.

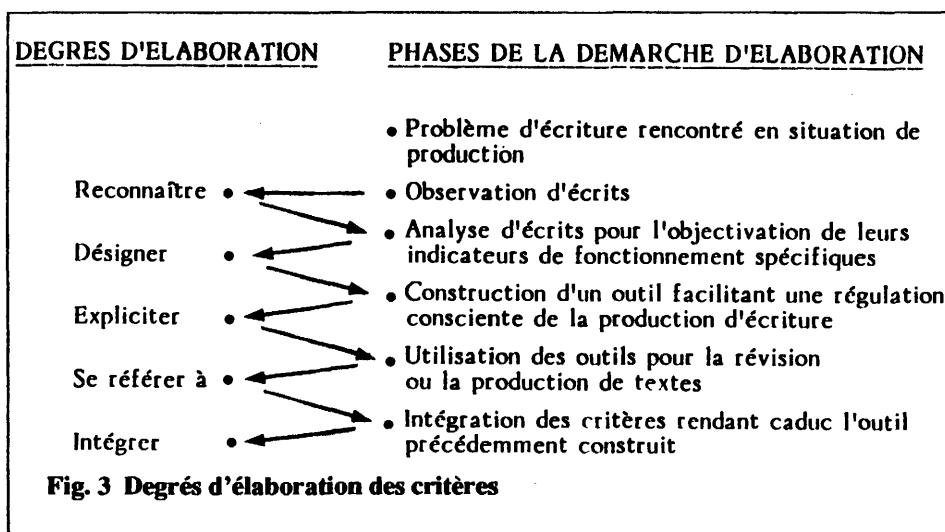
- désigner des indicateurs pertinents, c'est-à-dire localiser l'origine d'un effet de compréhension dans un cas particulier. Par exemple, j'ai choisi Cyril, parce qu'il a mis des choses justes, un peu dans le désordre". La désignation comporte un premier degré de justification. Elle procède d'une discrimination analytique partielle, propose une solution et une seule pour les difficultés rencontrées dans l'élaboration des textes. Elle im-

plique des savoirs opératoires. A ce degré, des indicateurs sont relevés mais ne sont pas encore organisés en critères.

- **expliciter**, c'est-à-dire organiser un ensemble d'indicateurs en critères. Ces opérations de critériation proprement dites impliquent des savoirs conceptuels. Elles s'expriment dans des jugements comme "le texte de Véronique répond à toutes les questions qu'on peut se poser", critère d'efficacité communicationnelle valable pour tout texte explicatif.

- **se référer à des critères** préalablement explicités, c'est-à-dire identifier les paramètres d'une situation de production de textes et les rapporter à des cas antérieurement rencontrés. Par exemple "*il faut expliquer les mots que les élèves de l'autre école ne vont pas comprendre*".

- le degré supérieur de maîtrise est obtenu lorsque les élèves ont **intégré** les critères, c'est-à-dire les utilisent de façon plus ou moins automatisée. Dans ce cas, de nouveaux critères devront être formulés.



Dans la phase d'explicitation des critères, les critères peuvent être organisés sous la forme d'outils.

### 3.5. Construire des outils

Nous définissons les **outils** comme des "outils matériels facilitant la production ou l'amélioration d'un texte, résultant d'une mise en cohérence d'observations dispersées voire incidentes".

qu'est-ce qu'un outil ?

à quoi sert un outil ?

Ils sont fabriqués dans la classe, le temps de construction de l'outil paraissant plus déterminant dans l'apprentissage que

son utilisation. Ils sont provisoires et seront abandonnés dès que les élèves auront automatisé les exigences qu'ils objectivent ou lorsqu'ils risqueront d'entraîner une standardisation des productions. Ils évoluent au fur et à mesure des nouvelles observations. Pour ces raisons, ils ne sont directement utilisables que par la classe qui les a élaborés.

Ainsi, cette classe rurale de CE2/CM a fabriqué un questionnaire applicable aux diverses productions d'écrits en Sciences ou en Histoire.

CRITÈRES TYPES DE TEXTES	Choix de l'information EXHAUSTIVITÉ*		LIBELLITÉ*		DECENTRATION*	COHESION*	
	Y a-t-il des choses inutiles ?	Manque-t-il quelque chose ?	Y a-t-il des choses fausses ?	Y a-t-il des imprécisions ?		L'ordre est-il voulu et logique ?	Les éléments du texte sont-ils bien reliés ?
I COMMENT C'EST	Tout ce qu'on dit intéresse-t-il le lecteur ?	Dit-on tout ce qu'intéresse le lecteur ?	Mots ?	Mots précis ?	Le texte irait-il dans un livre pour informer ?	LIEU/TEMPS à côté de, près de, sous, autour, devant, précéder, suivre, dominer	
	De quoi aurai-je besoin pour relire ?	Pourrait-on le relire ?	Construction de phrases ? Présentation Renvois Schémas	Comprend-on à quoi renvoient les pronoms ? (il, ils, elle, elles, ça, le, la, les...)	Le mot choisi est-il précis ?	Le texte explique-t-il bien comment il faut procéder ?	TEMPS/MANÈRE après, avant, ensuite, puis, pour
III DIRE POURQUOI	Y a-t-il des raisons non-valables ?	A-t-on donné toutes les raisons ?	Mise en page			CAUSE/CONSEQUENCE car, parce que, puisque, comme, or, donc, prouver...	

(\*) A. Pérozian, ces formulations ne sont pas celles qui sont utilisées en classe.

Cet outil <sup>34</sup> peut servir à produire un texte ou à le relire de façon critique afin de l'améliorer. L'expérience montre que les enfants l'utilisent plus facilement dans ce dernier cas <sup>35</sup>. Le tableau aide le rédacteur à se poser un certain nombre de questions :

- tout d'abord sur le **type textuel** concerné de façon dominante dans cette production : texte descriptif (*comment c'est ?*), texte injonctif (*comment faire ?*) ou texte explicatif (*dire pour quoi ?*)

- ensuite sur le **choix des informations** et leur pertinence : critères d'exactitude (*Y a-t-il des choses fausses ?*), d'exhaustivité (*A-t-on donné toutes les raisons ?*) de pertinence (*Y a-t-il des raisons non valables ?*)

- ainsi que sur l'**agencement des informations** retenues en vue de leur efficacité communicationnelle : ordre des informations, absence d'ambiguïtés dans les dénominations et l'emploi des pronoms, mise en page...

Cet outil correspond à l'état des observations dans cette classe à ce moment de l'année. Il est donc incomplet, provisoire et évolutif. Il aide l'enfant à dégager certains lieux problématiques pour engager une amélioration de son écrit. Celle-ci ne peut s'opérer que dans une situation fonctionnelle de communication. Elle nécessite parfois une étude spécifique de certains éléments linguistiques, menée dans le cadre d'une séquence de grammaire.

### 3.6. S'approprier des procédés linguistiques

Certaines des marques linguistiques du texte explicatif nécessitent une observation organisée de leur fonctionnement et un travail spécifiquement linguistique. Je prendrai ici l'exemple de la nominalisation.

(34) Equipe INRP Français de Fontenay-Le-Comte, Classe de Michel BOCQUIER. Montreuil. Compte-rendu par Josette GADEAU, Pierre FLEURY, Francette DELAGÉ. Document commenté plus longuement, en particulier du point de vue de ses utilisations par les élèves dans *Rencontres Pédagogiques* n° 19. Problèmes d'écriture. INRP. 1988, pp. 82 à 85.

(35) Francette DELAGE, Pierre FLEURY, Josette GADEAU. "Des critères, des outils. Une gestion tâtonnante" in *Repères* n° 73, octobre 1987, pp. 53 à 61.

La nominalisation est la transformation qui fait passer d'une phrase avec un verbe conjugué à un nom. Par exemple :  
Le tour de France est arrivé → Arrivée du tour de France <sup>36</sup>

Les nominalisations sont fréquentes par exemple dans les titres de presse, les titres de chapitres des encyclopédies, ou les index.

Nous avons vu plus haut (en 2.2) que des élèves de 6e avaient des difficultés à comprendre et à utiliser correctement ce procédé linguistique.

Voici l'exercice proposé aux enfants <sup>37</sup>:

Pour présenter la salamandre, les sous-titres peuvent être formulés de plusieurs façons :

- en phrases interrogatives :

1. A quelle famille appartient la salamandre ?
2. Comment est-elle ?
3. Où vit-elle ?
4. De quoi se nourrit-elle ?
5. Comment vit-elle ?
6. Comment naissent les petits ?

- ou, de façon plus rapide, par des noms précis :

Locomotion

Description

Reproduction

Moeurs

Alimentation

Habitat

Classification

Relier chaque phrase interrogative au nom qui veut dire la même chose. Classer ensuite les titres de parties.

Ce travail amène les enfants à des remarques orthographiques sur les finales de noms en **tion**.

(36) Voir les activités proposées dans COMBETTES B., BRESSON J., TOMASSONE R. (1979) : *De la phrase au texte* 4. Delagrave. Chapitres 11 et 123. pp. 77 à 91.

(37) A l'intérieur d'une démarche d'initiation méthodique à la prise de notes, décrite en détail dans *Objectif : Ecrire*. 1987. CDDP de Lozère. Exercice cité p. 120-121.



Ils jouent ensuite à trouver d'autres mots formés de la même façon :

exemple : du verbe au nom :

se reproduire	→	reproduction
expliquer	→	explication
noter	→	notation...

Cet apprentissage sera utile pour la prise de notes <sup>38</sup> ou pour la recherche rapide dans un index.

D'autres activités métalinguistiques pourront compléter cette recherche :

- relevé et classement des nominations dans un texte scientifique,
- recherche du sens d'un mot difficile à l'aide des informations données dans le contexte.
- texte-puzzle : on donne en désordre des fragments de textes et des titres de paragraphes. Il faut retrouver le bon ordre.

- A. SOCIABILITE  
 B. Le régime de granulés convient comme régime de base pour les lapins.  
 C. ALIMENTATION  
 D. Les deux sexes doivent être séparés car il se peut que la femelle attaque le mâle. Des groupes ou des couples d'un même sexe peuvent cohabiter, s'ils ne montrent pas de signe d'animosité.

- inventions de nominalisations pouvant titrer des paragraphes d'un texte explicatif...

en conclusion,  
 l'apprentissage  
 de la production  
 des textes explica-  
 tifs : un apprentis-  
 sage précieux et  
 souvent négligé

#### **Pour conclure, des pistes de travail interdisciplinaires**

La maîtrise de la production des textes explicatifs est un **acquis méthodologique** précieux pour toutes les disciplines au Collège. En effet, la plupart des interrogations écrites demandent aux enfants d'expliquer et de justifier leurs réponses. Elles impliquent donc, outre les connaissances disciplinaires, des capacités à produire des textes explicatifs.

(38) Sur cet apprentissage méthodologique, voir **Objectif : Ecrire**. 1987. CDDP de Lozère (78,00 F).

Or nous avons vu les difficultés des élèves à réaliser ces opérations, d'autant plus que ce type de texte ne fait généralement pas l'objet d'un apprentissage programmé. L'enseignant de Français en a bien assez avec les textes fictionnels ou poétiques, l'enseignant de Sciences avec les contenus disciplinaires à traiter...

Pourtant, comme pour tout autre type textuel, l'apprentissage de la rédaction de textes explicatifs, se réalise selon un schéma que la recherche INRP Français "Evaluation des écrits" a mis au point pour décrire les dispositifs d'enseignement qu'elle promet :

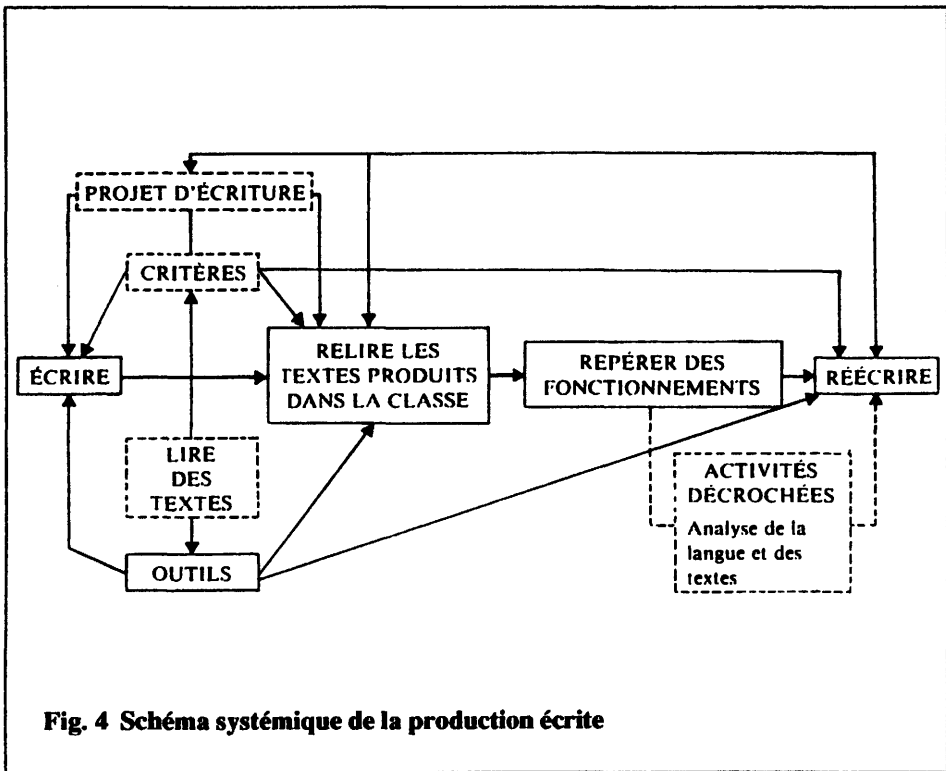


Fig. 4 Schéma systémique de la production écrite

qui nécessite une collaboration entre l'enseignant de Français et l'enseignant de Sciences, en termes d'intégration des horaires

La gestion d'un tel dispositif implique une **intégration des travaux de Sciences et de Français** sur une période de l'année : ainsi une même situation sera exploitée selon les objectifs spécifiques de chacune des deux disciplines. En effet, l'enseignement des sciences ne laisse pas suffisamment de temps pour permettre les diverses étapes de l'élaboration d'un texte explicatif. De plus, certaines difficultés nécessitent des activités de grammaire ou d'observations linguistiques de textes. De son côté, l'enseignant de Français ne peut pas faire observer le

avec des objectifs  
spécifiques aux  
deux disciplines

fonctionnement de textes de Sciences indépendamment d'un projet d'apprentissage dans le domaine disciplinaire concerné. La même situation devra donc être exploitée selon les objectifs spécifiques des deux disciplines.

Les interventions peuvent être **conjointes** (la co-intervention est, bien sûr, la solution idéale) ou **convergentes** (les deux enseignants se mettent d'accord sur des objectifs d'apprentissage méthodologique). A l'enseignant de Sciences de favoriser l'élaboration conceptuelle sur l'objet du discours de mettre en place des situations fonctionnelles de productions de textes explicatifs, de contrôler l'exactitude et la pertinence des informations utilisées aux diverses étapes de l'élaboration du texte. L'enseignant de Français peut se réserver l'observation du fonctionnement linguistique des discours explicatifs, l'aide à l'élaboration des critères par les enfants par contraste avec d'autres types textuels travaillés à d'autres moments, certaines phases de la réécriture. La mise en évidence des fonctions des schémas et leur réalisation nécessitera peut-être un travail commun. Les apprentissages seront d'autant plus efficaces pour les enfants qu'ils seront vécus en situation, dans un **double projet d'apprentissage en Sciences et en production de textes, lui-même inséré dans un projet de production fonctionnel.**

Claudine GARCIA-DEBANC  
Ecole Normale de Lozère  
Chercheur Associé INRP.  
Co-responsable de la Recherche INRP  
Français "Pratiques d'évaluation des écrits".







# ECRIRE EN SCIENCES A L'ECOLE ELEMENTAIRE

## Référents théoriques pour une didactique

### Exemples d'activités d'écriture en classe de sciences

Gilbert Ducancel<sup>1</sup>

*Si la linguistique et la psycho-linguistique permettent de caractériser le discours scientifique, elles sont incertaines en ce qui concerne l'existence d'un type textuel scientifique. On peut cependant mettre à jour des invariants dans les structures des textes scientifiques.*

*Ces travaux sont des référents précieux pour les didacticiens et les enseignants, quoiqu'ils ne suffisent pas pour permettre le choix et la programmation des contenus d'enseignement.*

*Des exemples d'activités en classe de sciences illustrent le traitement des problèmes d'écriture qui s'y présentent et les modalités d'évaluation formative des écrits.*

Les activités scientifiques à l'école élémentaire suscitent des situations où les élèves sont conduits à projeter et à produire des écrits au service de leur investigation. Une recherche interdisciplinaire déjà ancienne a montré, entre autres, que "le passage à l'écrit" est une action indispensable à la clarification et l'explication des hypothèses, de la méthodologie, des résultats, des conclusions, et que les formulations successives se confondent souvent avec les "sauts qualitatifs" d'ordre scientifique chez les élèves.<sup>2</sup>

Pendant, du point de vue de l'enseignement du français, les maîtres sont confrontés à un problème, dont on peut dire sommairement que les données essentielles sont les suivantes :

- . quelle est la spécificité des situations d'écriture en sciences, des écrits qui y sont produits ?
- . comment articuler ces situations, ces activités d'écriture, les écrits produits, aux autres situations, activités et écrits relevant du champ disciplinaire du français ?

---

(1) Groupe "Résolutions de Problèmes de Français" INRP.

(2) INRP-ESCIEX et Unité Français : "Eveil scientifique et modes de communication". *Recherches pédagogiques* n° 117. 1983. INRP - Unité Français. "Interdisciplinarité Française. Eveil scientifique" *Repères* n° 58. 1980.

. comment assurer le transfert des compétences et des connaissances en matière d'écriture et d'écrits scientifiques vers d'autres formes d'écriture et d'écrits, et réciproquement ? Ces transferts supposent une nouvelle compétence qui consiste à savoir différencier ce qui convient à l'une ou l'autre situation.

La recherche en didactique du français cherche à apporter des éléments de solution à ce problème d'enseignement. Elle s'appuie sur des référents relevant de la linguistique et de la psycholinguistique discursives et textuelles, ainsi que de la psychologie cognitive. Nous insisterons ici sur les premiers.

## 1. DISCOURS DES SCIENTIFIQUES ET DISCOURS SCIENTIFIQUES

on peut caractériser les discours scientifiques

On peut définir le discours comme une action langagière d'un sujet consistant à effectuer un ensemble d'opérations sur le contexte de l'action (paramètres physiques et sociaux pris en compte linguistiquement) et sur les référents qu'elle sélectionne (objets "de pensée" transformés en objets "de discours"). Il s'inscrit dans le cadre d'une zone d'interaction sociale donnée, et dans celui de formations discursives produites par l'histoire et la culture, et qui sont connues et reconnues dans cette zone<sup>3</sup>. Les discours se réalisent en écrits ou en énoncés oraux. Ce sont les deux faces d'une même réalité. Seul l'éclairage change : éclairage sur l'action langagière/éclairage sur le produit langagier.

Il existe indéniablement des discours des scientifiques, c'est-à-dire de personnes ayant un statut et un rôle social de scientifiques, reconnues comme pouvant tenir discours en tant que telles. Cependant, ces discours sont extrêmement variés<sup>4</sup> : discours prenant la forme d'une Note à l'Académie des Sciences, d'une thèse, d'un ouvrage faisant l'état d'une question pour d'autres scientifiques, ou pour des étudiants, d'un manuel du secondaire, d'un article pour une revue "grand public éclairé", pour un hebdomadaire à grand tirage, pour un quotidien, pour une revue pédagogique, etc... Ils poursuivent des buts variés : présenter les résultats d'une recherche, retracer l'histoire

(3) J.-P. BRONCKART. *Le fonctionnement des discours*. Neuchâtel. Delachaux et Niestlé. 1985.

(4) G. DUCANCEL. "Lire dans les activités scientifiques. Approche linguistique, textuelle et discursive". Publication Inspection Générale de la Formation en Sciences Naturelles. 1986. M.E.N.



d'une grande découverte, philosopher sur un thème impliquant telle science, intervenir dans un débat de société, enseigner, etc... Un certain nombre de ces discours peuvent d'ailleurs être tenus par des non-scientifiques (philosophes, enseignants, journalistes, ...). Autrement dit ces discours ont en commun des référents ayant à voir avec un ou plusieurs champs scientifiques, ils sont tenus parfois par des scientifiques, **mais sont-ils tous scientifiques ?**

A partir des caractéristiques du "discours quotidien", celui que l'on tient dans la rue, au bureau, chez soi, chez des amis, telles que les formule J.B. Grize<sup>5</sup>, j'ai essayé, par opposition, de formuler celles du discours scientifique<sup>6</sup>. On peut résumer ainsi (voir page suivante) l'opposition.

(Soulignons que l'opposition fonctionne aussi bien à l'oral qu'à l'écrit : exposé dans un séminaire, échanges dans une table ronde de scientifiques...)

---

(5) J.-B. GRIZE. "Pour aborder les structures du discours quotidien" dans *Langue française*, n° 50, 1981.

(6) G. DUCANCEL. Article cité. S'y reporter pour un exposé complet.

**discours quotidien**

l'interlocuteur est un individu ou quelques individus particuliers et le discours doit en tenir compte.

on parle, on dialogue. L'interlocuteur peut objecter, répliquer, refuser...

dans une situation commune

le discours quotidien est un discours d'action. Il s'inscrit le domaine des faits et des séquences des faits, dans le "factuelo-déductif".

le discours quotidien ne vise qu'une validité locale et actuelle :

- . il n'est d'action que du particulier.
- . l'émetteur note les circonstances particulières, use de modulateurs ("quelques unes", "rarement", "presque tous") et modalise ses énoncés comme crédibles ou non, étonnants ou non, comiques ou non, etc...
- . rien ou peu de chose n'est préalablement défini : la connivence, le vécu ou le sens communs, les exemples, etc... définissent.

**discours scientifique**

l'interlocuteur est collectif. Il peut cependant avoir des caractéristiques particulières (être, par ex., aussi ou moins savant (sachant) que l'émetteur). Le discours doit à la fois en tenir compte et dépasser les particularités pour présenter des contenus généraux.

on dit, on énonce. C'est ainsi que l'interlocuteur est le mieux conduit à écouter, approuver. Pourtant...

la situation est fondamentalement non commune et inégalitaire : l'émetteur présente des informations, des faits scientifiques, etc... à un public qui les ignore ou les connaît moins bien que lui. Mais le discours tenu, pour aller à son terme, être reçu, doit être reconnu par ce public comme valable scientifiquement et comme respectant les règles du discours scientifique.

le discours scientifique est du domaine hypothético-déductif. Les faits sont dans des faits scientifiques qui n'ont d'existence et de sens que par rapport à un corps d'hypothèses, un cadre théorique de référence, un état de la recherche.

le discours scientifique vise une validité générale et éternelle, dans un domaine scientifique et un état de la théorie et du débat scientifique donnés.

- . il n'est de science que du général.
- . les circonstances, quand elles sont notées, sont celles de la recherche rapportée, de telle connaissance, etc... par rapport aux autres recherches, aux connaissances antérieures, au cadre théorique de référence.
- . les modulateurs renvoient aux conditions d'expérience, aux limites de la généralisation... La quantification, les mesures, les traitements statistiques sont propres au discours scientifique.
- . la modalisation renvoie au critère du vrai, réfère à l'hypothético-déductif, mais aussi à la valeur que, par exemple, peut avoir la recherche rapportée par le discours.

Cette opposition, qui est fortement schématisée, vise à faire apparaître les caractéristiques du discours scientifique. Certaines de celles-ci lui sont propres : caractère hypothético-déductif, cadre scientifique de référence, critère vrai/faux... D'autres sont communes aux discours théoriques (philosophique par exemple) : on dit, on énonce, pour un interlocuteur collectif...

## 2. LES TEXTES SCIENTIFIQUES, EST-CE QUE CELA EXISTE ?

Puisqu'il semble possible d'établir l'existence de discours scientifiques, d'en formuler des caractéristiques, la question de l'existence de textes scientifiques paraît réglée. Pourtant, les choses ne sont pas si simples...<sup>7</sup>

Les opérations discursives produisent des écrits et des textes. Quelle différence ? Les écrits sont des objets à la fois matériels et sociaux. Ils ont une matérialité, un support, une surface, voire un poids et un volume. Ils ont une valeur, un rôle, une fonction dans la zone d'interaction sociale où ils circulent, voire une valeur marchande. On peut les classer en types, selon différents critères : medium "véhiculant" l'écrit (revue scientifique spécialisée, revue scientifique grand public, encyclopédie, collection d'ouvrages synthétiques pour étudiants,...), fonction sociale (information des pairs au plan national et international, collation d'un grade universitaire, enseignement, vulgarisation...) etc...

**Et les textes ?** Julia Kristeva a une formule éclairante. Se plaçant dans le domaine des discours littéraires, elle écrit : "l'oeuvre se tient dans la main, le texte se tient dans la langue". C'est-à-dire que le lieu d'existence du texte est la langue. Le texte est une structure linguistique, un ensemble organisé et complet d'unités linguistiques plus petites que lui, et réalisant linguistiquement un discours. C'est la face linguistique du discours à l'écrit. Les écrits en sont la face matérielle et sociale.

Linguistiquement, peut-on isoler et caractériser les textes en lesquels se réalisent les discours scientifiques ? Rien n'est moins sûr.

J.P. Bronckart<sup>8</sup> voit dans le discours scientifique "la forme extrême du discours théorique", qui a d'autres formes (philosophique...).

y-a-t-il un type  
textuel scientifique  
que que l'on  
puisse caractériser  
linguistiquement ?

(7) Nous n'analyserons maintenant que les textes écrits.

(8) article cité note (3)

pour Bronckart, les unités linguistiques de surface ne permettent pas de caractériser les textes scientifiques

**Du point de vue textuel.** J.P. Bronckart et ses collègues ont analysé statistiquement les unités linguistiques de surface (noms, verbes, pronoms, déterminants, adverbess...) des textes théoriques et d'autres textes. Ils en ont trouvé peu qui soient spécifiques des premiers. Les plus discriminatives paraissent être celles qui jalonnent et repèrent le texte "de l'intérieur" (organisateur lexico-syntaxiques comme "d'une part", "d'autre part", "par ailleurs", reprises non-pronominales : "cette conclusion peut...", moyens supra-langagiers : soulignements, italiques, numérotation, tirets d'énumération...) et celles qui rendent possible une énonciation anonyme (impersonnels, indéfinis, passives, nominalisations...). Le système des temps verbaux (Présent, Passé composé, Futur simple) en lui-même ne distingue pas les textes théoriques, même si certaines de leurs valeurs ne se trouvent pas souvent représentées ailleurs (par exemple valeur a-temporelle du Présent). Les pronoms sujets **on** et **nous**, les pronoms objets et les possessifs correspondants ne distinguent pas non plus les textes théoriques mais y ont aussi des valeurs qu'on ne rencontre guère ailleurs (**nous** de majesté, **nous** d'énonciateur universel...). Pour Bronckart donc, les écrits scientifiques ne se distinguent, textuellement, des écrits théoriques que par leur champ référentiel.

On peut se demander si, pour ce qui nous préoccupe, l'analyse statistique d'unités de surface des textes peut permettre de caractériser clairement les textes scientifiques. L'approche de la "grammaire des textes" peut paraître plus prometteuse. C'est celle de linguistes qui prennent à la lettre, en quelque sorte, la définition du texte comme une unité linguistique, comme une phrase, mais plus étendue et plus complexe. Ils sont conduits à analyser et schématiser la super-structure des textes, en s'efforçant de distinguer ses constituants et les relations de succession et de dépendance qu'ils entretiennent. J.M. Adam<sup>9</sup> distingue ainsi des types textuels-séquentiels conventionnels (narratif, descriptif, argumentatif...) parmi lesquels le type **expositif** associé à l'analyse et à la synthèse de représentations conceptuelles. Les textes expositifs visent "à expliquer quelque chose ou à donner des informations à son propos. Ce type recoupe à la fois le sous-type explicatif (avec sa variante justificative) et le compte-rendu d'expérience".

On note d'abord qu'ici non plus n'apparaît pas un type textuel scientifique à part entière. Les écrits scientifiques peuvent, linguistiquement, s'analyser semble-t-il comme des juxtapositions de textes différents (par exemple, un article de

(9) J-M. ADAM. *Le récit*. Paris. PUF. Que Sais-Je ? n° 2149. 1984.  
*Le texte narratif*. Paris. Nathan- Université. 1985.

la "grammaire des textes" ne permet pas non plus de définir un type textuel scientifique

revue comprenant un exposé-résumé du débat scientifique, une présentation - description de l'institut de recherche et de l'équipe de chercheurs dont il est question, une narration de la recherche rapportée, un exposé des avancées accomplies par cette recherche,...) ou comme des textes (structures complètes et organisées) articulant ou non des séquences différentes typologiquement (récit, exposé, argumentation...).

D'autre part, le **type expositif** dans lequel devraient entrer, semble-t-il, des textes scientifiques, est **hétérogène** : expositif proprement dit, explicatif, compte-rendu d'expérience. Si J.F. Halté<sup>10</sup> distingue le discours explicatif comme visant à lever un obstacle communicationnel en se greffant sur un discours tuteur, il note que celui-ci peut être de n'importe quelle nature, que l'obstacle peut être réel, supposé ou anticipé, que l'explication peut être à dominante objective, mais aussi subjective, ou incitative. Enfin, dit-il, "au point où nous en sommes, nous ne savons pas s'il existe une superstructure explicative caractéristique" textuellement.

Le **sous-type textuel compte rendu d'expérience** semble se voir, par contre, attribuer une super-structure claire. C'est celle, archétypique, que L. Sprenger-Charolles<sup>11</sup> décrit ainsi : Introduction, Méthodologie, Résultats, Discussion. "Introduction et Discussion seraient énoncées sur un mode subjectif (celui qui écrit parle au présent et à la 1ère personne du singulier)" et constitueraient la partie "Commentaire". Méthodologie et Résultats seraient énoncés objectivement et constitueraient le "Récit". Elle note cependant que les comptes rendus américains n'opposent pas aussi nettement Récit et Commentaire et ajoutent une Conclusion. Ces nuances et l'emploi du conditionnel montrent que la super-structure n'est pas aussi fixée qu'il y paraît. D'autre part, l'opposition Commentaire/Récit peut conduire à se demander si, textuellement, le compte rendu est un type ou s'il s'agit d'un texte articulant des séquences relevant les unes du type narratif, les autres du type argumentatif.

(10) J.F. HALTE "Vers une didactique des discours explicatifs" dans *Re-pères* n° 72, 1987.

(11) L. SPRENGER-CHAROLLES. "La compréhension du langage" dans "Signes et discours dans l'éducation et la vulgarisation scientifique" VIe journées internationales sur l'éducation scientifique. Chamonix. 1984.

le discours scientifique peut être caractérisé en tant que tel ; c'est plus difficile pour le texte scientifique

**En résumé,** s'il existe un type de discours caractérisable comme scientifique, les textes qui le réalisent ne semblent pas constituer un type textuel spécifique. Ils se rangent, pour certains auteurs, dans des types textuels plus larges (textes "théoriques", par ex.). D'autres analyses autorisent à la fois à les englober dans un type plus large ("expositif") et à les considérer comme articulant des séquences textuelles typologiquement différentes, mais dont la typologisation est souvent incertaine.

### 3. DES INVARIANTS STRUCTURELS, CEPENDANT ?

Au delà de la variété des écrits scientifiques et du flou typologique et superstructurel des textes scientifiques, on peut essayer de dégager, prudemment, des constantes, ou plutôt des invariants structurels, c'est-à-dire des traits, des caractéristiques, des modes de fonctionnement qui sont repérables ne varient dans la pluralité des textes produits par les discours scientifiques<sup>12</sup>.

#### 3.1. Énonciations et énoncés

une énonciation spécifique

Chaque énoncé produit est le fruit d'un acte d'énonciation accompli par une personne physique qui a un statut et un rôle social, dans une situation matérielle et d'interaction sociale. Or, "certaines classes d'éléments linguistiques présents dans l'énoncé ont pour rôle de "réfléchir" son énonciation, d'intégrer certains aspects du contexte énonciatif"<sup>13</sup>. On se bornera ici à ce qui paraît le plus caractéristique des textes scientifiques.

**Les marques de personne** (pronoms personnels, adjectifs et pronoms possessifs, désinences verbales) ont un fonctionnement complexe. D'une part, elles tendent à s'effacer derrière la 3ème personne (la "non-personne" énonciative) présentant ainsi les énoncés comme n'ayant pas d'énonciateur ni de destinataire, s'énonçant par la seule force de leur "objectivité", de leur "vérité" ("il est clair que ...", "le lecteur comprend ..."). D'autre part, et apparemment contradictoirement, le destinataire est souvent intégré à l'énonciation comme co-énonciateur ("nous comprenons donc...", "notons que..."). Enfin, ces premières personnes sont polysémiques. Presque toujours plurielles (sauf dans le cas du je didactique : "je pose que..." "je

(12) G. DUCANCEL. Article cité note (4).

(13) D. MAINGUENEAU "Approche de l'énonciation en linguistique française". Paris. Hachette. Université. 1981.

conclus donc que..."), elles réfèrent parfois à un énonciateur réellement collectif, parfois à un énonciateur singulier parlant au nom d'un groupe, se présentant comme tel, ou se campant dans la majesté du pluriel, parfois, on vient de le voir, à une co-énonciation fictive incluant le récepteur.

**Les marques des lieux et des temps** fonctionnent selon l'opposition mise à jour par E. Benveniste entre lieux et temps de l'énonciation ("*Nous cherchons maintenant dans notre laboratoire...*") et de l'énoncé, par exemple du récit effectué ("*En 19..., X et Y se demandèrent... Auparavant, on pensait...*"). Cependant, la spécificité tient à ce que souvent ici, maintenant (et termes du même ordre), ainsi que les temps-verbaux réfèrent à l'énoncé actuel ou à des énoncés précédents pris comme lieux et temps de l'énonciation des informations ("*Nous pouvons dire maintenant... Ici, l'on voit... Nous avons dit précédemment... On verra plus loin...*"). Du point de vue des temps verbaux, cet emploi du présent de l'énonciation ayant comme référence l'énoncé s'élargit à celui d'un présent étendu ("*Lorsque l'on sait, on voit tout l'intérêt... Il semble donc possible de dire...*") voire "de vérité générale", tels parfois que l'on oublie qu'ils sont le fruit d'une énonciation située et datée.

### 3.2. Structures des énoncés scientifiques

des structures spécifiques

On peut essayer d'approcher, dans les énoncés, les caractéristiques de la sélection des "contenus" par le discours, et leur mise en forme linguistique<sup>14</sup>.

**La logique et l'organisation des "contenus"** se repèrent par le thème ou les thèmes successifs et ce qu'on en dit. L'ancrage du thème consiste à le situer dans ou par rapport à une/des classes d'objets ("*l'environnement est le nom que l'on donne à tout ce qui influe sur la vie d'un animal ou d'une plante dans son entourage immédiat : climat, qualité du sol et de l'eau, présence d'autres animaux ou végétaux*"). L'enrichissement y ajoute des éléments, ("*il existe différentes formes (ou espèces) d'animaux ou de plantes. La raison en est que toutes les créatures vivantes évoluent diversement, afin de s'adapter au milieu naturel qui les entoure*"), alors que la spécification sélectionne des aspects particuliers. ("*Le climat est un facteur important. (...) L'eau et la terre sont un autre élément essentiel de l'environnement*"). Il peut, enfin, y avoir abstraction à partir de notations particulières. ("*L'écureuil trouve sa nourriture dans l'arbre, et le renard mange l'écureuil. (...) Ainsi se perpétue le cycle de la vie*").

(14) M.-J. BOREL. "L'explication dans l'argumentation" dans *Langue française* n° 50. 1981.

En ce qui concerne la mise en forme linguistique, les énoncés peuvent avoir différents statuts. Il peut s'agir de simples constats, sans renvoi à un cadre théorique, à un corps d'hypothèses. Il peut s'agir de l'énoncé de faits scientifiques quand il y a ce renvoi, ou le renvoi à d'autres recherches : "Nous avons montré (C.R. 276.D.1973) que... dont la présence a été réemment confirmée par...". Les énoncés peuvent avoir une dimension argumentative : ils ne sont pas, alors, supposés être acceptés sans autre forme de procès, et en portent les marques linguistiques. Il s'agit alors de thèses et d'hypothèses. Les thèses ne se distinguent pas toujours nettement des hypothèses. Ou bien il s'agit d'affirmations ayant une telle généralité qu'elles peuvent engendrer plusieurs hypothèses, ou bien il s'agit d'affirmations ne contenant pas de références qui en fassent une hypothèse. Ces thèses donnent lieu à l'énonciation d'un certain nombre d'arguments et d'explications, de justifications. Les hypothèses, elles, posent l'existence de faits scientifiques, de relations entre variables spécifiées. Elles sont suivies d'autres énoncés concourant à la démonstration de cette relation, de cette existence.

### 3.3. Structures textuelles

Au delà du flou typologique que nous avons souligné, il semble qu'on puisse, à partir de propositions d'A.J. Petroff<sup>15</sup>, repérer des invariants structurels tenant à la fonction des unités linguistiques qui constituent les textes au plan super-structurel.

On peut ainsi distinguer trois types d'unités, plus ou moins étendues, plus ou moins complexes :

- **unités noyaux** qui assurent l'articulation logique du texte. On ne peut ni les modifier, ni les supprimer, ni les déplacer. Elles sont signalées par des indices logiques : "la raison en est que... afin de... et comme..."
- **unités catalyses** qui favorisent, facilitent la production du sens assurée par les unités noyaux. Elles actualisent, illustrent, prolongent. Elles peuvent être modifiées, déplacées, supprimées. Elles sont signalées par des indices de redondance : "par exemple", "on pourrait formuler cela d'une autre façon...", "pour faire une comparaison...". Ils peuvent être non-linguistiques : relation de contiguïté entre encadrés iconiques ou textuels et texte principal, par exemple.

---

(15) A.J. PETROFF propose de transférer aux textes scientifiques les catégories d'analyse énoncées par R.BARTHES pour la structure du récit. "Sémiologie de la reformulation dans le discours scientifique et technique" dans *Langue française*, n° 64, 1984.



- **unités structurantes** qui structurent le discours scientifique comme un texte, qui projettent et organisent les autres unités dans la successivité linguistique, la séquentialité et la configuration textuelles. Il s'agit par exemple de la disposition typographique, du système des titres, sous-titres, la numérotation des parties, les chapeaux, résumés, soulignements, phrases d'introduction, de transition... Ces unités peuvent être supprimées, modifiées, mais, une fois choisies, elles ne peuvent être déplacées.

Ces trois type d'unités ne sont pas spécifiques des textes scientifiques, caractérisent au moins tous les textes théoriques. Cependant, certaines de leurs formes sont propres aux textes scientifiques (choix et fonction des "images", système des titres, sous-titres, soulignés, encadrés, numérotations, références...).

#### 4. TRANSPOSITION DIDACTIQUE ?

Si l'on définit grossièrement la transposition didactique comme la transformation d'objets scientifiques, de savoirs savants, en objets d'enseignement, en savoirs à enseigner, une telle transposition se heurte à **une première difficulté**. Nous avons vu qu'on ne dispose pas de savoirs savants complets ni clairs sur les discours, les écrits, les textes scientifiques, de modèles linguistiques de description et d'analyse suffisamment puissants et suffisamment opératoires, mais plutôt d'une juxtaposition de modes d'approche entre lesquels il n'est pas facile d'établir des articulations, des complémentarités.

un concept qui  
fait difficulté

**Une seconde difficulté** tient au fait, qu'en français, comme en EPS ou dans les disciplines artistiques, il s'agit d'abord d'enseigner des savoir-faire, en l'occurrence ayant trait à des pratiques d'écriture. La double question est alors de savoir en quoi et comment la connaissance que peuvent avoir ou acquérir les maîtres et les élèves des caractéristiques des discours, des écrits, des textes scientifiques peut les aider à enseigner leur écriture, les aider à maîtriser progressivement cette pratique d'écriture. La réponse ne va pas de soi, et nous avons des raisons de penser qu'elle ne se réduit pas à la relation simple connaissance  $\Rightarrow$  compétence, même s'il existe une relation (à éprouver et analyser).

## 5. DES REFERENTS POUR LES RESOLUTIONS DE PROBLEMES D'ECRITURE ET L'EVALUATION FORMATIVE DES ECRITS

Il nous paraît, par contre, que les travaux de linguistique et de psycho-linguistique que nous avons résumés, que les analystes que nous avons essayé de dégager à partir d'eux, sont **des référents indispensables** pour que les maîtres mettent en place et analysent les situations de discours scientifiques, conduisent les élèves à prendre conscience, formuler et résoudre collectivement leurs problèmes d'écriture, les conduisent à élaborer, formuler et reformuler, dans l'évaluation formative, des critères de réalisation de la tâche et des critères de réussite portant sur le produit de l'écriture <sup>16</sup>. Prenons quelques exemples.

une double dactylographie

La distinction discours des scientifiques/discours scientifique, la caractérisation de celui-ci (par opposition ou discours quotidien, mais aussi à d'autres discours comme le discours poétique...) peuvent aider les maîtres à distinguer l'écriture de **textes scientifiques proprement dits** (énoncés d'hypothèses, compte-rendu d'observation et d'expérimentation, formulation de faits scientifiques...) et l'écriture à **propos d'activités scientifiques** (écrits divers et variés pour le journal scolaire, une exposition pour l'école et les parents, un album, etc...).

La distinction écrits/textes scientifiques peut attirer l'attention des maîtres sur deux types de caractéristiques des produits de l'écriture : **caractéristiques matérielles et sociales, caractéristiques linguistiques**, et les aider à les prendre en compte, à se donner des objectifs des deux types, à les distinguer et à les articuler.

Quant à la difficulté à faire entrer les textes scientifiques dans un type textuel précis, elle est au moins de nature à faire reculer l'idée qu'il y a en la matière **une norme textuelle**. Au-delà, elle peut permettre aux enseignants d'analyser l'apparente hétérogénéité textuelle des écrits des élèves, de repérer les différentes séquences textuelles réalisées ou ébauchées, de conduire les élèves à en prendre conscience, à les reprendre, les achever.

Plus généralement, les référents théoriques linguistiques et psycho-linguistiques (analyse des opérations discursives) permettent de **prévoir les lieux d'émergence des problèmes d'écriture et le choix par le maître des entrées pertinentes** pour conduire les élèves à les résoudre. On l'a vu, ces lieux et

---

(16) Pour une synthèse de la recherche sur ces points : INRP. Equipes Français. "Problèmes d'écriture" *Rencontres pédagogiques* n° 19. 1988.

ces entrées présentent des spécificités en matière de discours scientifiques, et ceux-ci ne peuvent être traités comme d'autres discours. Les critères de réalisation et de réussite sont eux-mêmes spécifiques.

Terminons en soulignant le rôle des référents théoriques dans **le choix des contenus d'enseignement de l'écriture scientifique, de leur programmation en classe**. La connaissance des caractéristiques des discours, des écrits, des textes scientifiques aident le maître à se donner des objectifs d'enseignement, de l'ordre des savoir-faire et des savoirs sur le faire, sur les discours et les produits des discours. C'est ce que nous appelons **une première didactisation**. La mise en oeuvre de situations, d'activités et de tâches d'écriture scientifique suscitent émergence et résolutions de problèmes d'écriture, s'accompagnent d'une évaluation formative permettant l'élaboration et l'explication de critères de réalisation et de réussite. Les résolutions de problèmes et l'évaluation formative permettent le repérage et la formulation par les élèves d'invariants discursifs, textuels et linguistiques. L'observation et l'analyse de ces invariants est ce qui peut permettre à l'enseignant de programmer la suite de son enseignement pour une période donnée, de se donner, pour cette période, des objectifs précis visant à faire évoluer ces invariants par ajustement, extension, scission.<sup>17</sup> C'est ce que nous appelons la **seconde didactisation**.

Nous allons maintenant prendre quelques exemples d'activités d'écriture en classe de sciences à l'école élémentaire.

## **6 . EXEMPLES D'ACTIVITES D'ECRITURE EN CLASSE DE SCIENCES (Avec la collaboration de C. RINGOT, chercheur-associé, INRP)**

### **6.1. De la salade à la graine : du narratif à l'explicatif**

**(Contribution de l'équipe INRP Français d'Abbeville-Vimeu, classe de CE1-CE2 de J.P. Verecque, oct-nov. 1987)**

**Résumé** : En juin dernier, les CE1 ont repiqué de la salade. Les vacances passées, devenus CE2, ils ne se préoccupent guère des salades, jusqu'à ce qu'ils s'aperçoivent qu'elles montent puis fleurissent. Le maître met alors en place une observation continue, jusqu'à la formation des graines.

---

(17) G. DUCANCEL, dans *Repères* n°75, 1988. G. DUCANCEL, "Apprendre en résolvant des problèmes de français". INRP, collection Rapports de Recherche. A paraître.

construire l'explication

Puis, il demande aux observateurs : "Racontez ce que vous avez vu et expliquez avec vos connaissances scientifiques le passage de la salade à la graine". Deux groupes produisent chacun un écrit accompagné de dessins (T.1). Ces écrits sont communiqués aux CE1 de la classe et critiqués. Tous ensemble, les CE2 réalisent un second écrit (T.2) qui est à nouveau communiqué aux CE1 et critiqué. On note ce qu'il faut faire pour améliorer le texte. Les CE2 réécrivent en deux groupes (T.3), et les dessins d'accompagnement sont réalisés séparément. On en est là à la date où ces lignes sont écrites.

### T.1 : 1er groupe

*De la salade à la graine*

*Printemps. On a planté des salades. (dessin)*

*Été. Les salades ont grossi. (dessin)*

*Automne. On a vu des petites branches en haut des salades. On a enlevé quelques tiges de ces légumes de ces légumes et il y avait quelques fleurs, mais au bout on a vu des toutes petites graines. Mais n'oubliez pas qu'il y avait du duvet autour des graines.*

*Les élèves du CE2.*

### 2d groupe : De la salade à la graine

*Au printemps 1987, on a planté des graines de salade (dessin)*

*Pendant les grandes vacances, les graines ont poussé (dessin)*

*En revenant à l'école, le 5 septembre, les salades avaient poussé et devenues des fleurs.*

*Le vendredi 8 octobre, les fleurs sont devenues des graines que nous allons planter par exemple le 7 juin 1988. (dessin)*

*C'était l'histoire de la salade à la graine.*

*Les élèves de la classe de M. Vercque.*

En-dessous, sous forme de bande dessinée, quatre vignettes de juin à juin.

Nous n'analyserons pas les dessins et leur rapport avec le texte, faute de place. Disons qu'ils offrent un mélange de traits narratifs (dessin d'un enfant repiquant une salade) et descriptifs (salades en fleurs) et qu'ils le resteront pour la plupart jusqu'à T.3 inclus.

Les deux textes sont narratifs. Ils répondent au début de la consigne du maître ("Racontez..."). Cependant, les deux récits sont lacunaires, incomplets, voire inexacts, ce que ne manqueront pas de dire les CE1 qui les liront. Ce sera une première direction de réécriture (voir T.2).

A l'intérieur du type narratif, les deux groupes se sont efforcés de réaliser ce qu'ils connaissent du sous-type compte-rendu narratif.

Ce sont les notations chronologiques qui structurent les textes. Dans les deux groupes, ces notations façonnent la silhouette du texte (succession verticale contre la marge) et commandent la segmentation de la chaîne écrite par les alinéas. Au plan syntaxique, la solution du second groupe est celle des compléments circonstanciels en début de phrase, celle du premier groupe isole le nom des saisons des phrases correspondantes par un point.

Cela fait que le début du texte du premier groupe est proche du relevé d'observations pur et simple, mais, à partir de "*On a enlevé...*", c'est la chronologie des observations des tiges qui s'impose : "*et*" consécutif, "*mais*" ambigu, équivalant à peu près à "*et en plus*". Cet emploi des deux conjonctions dénote clairement, avec "*nous*" et "*on*" ayant la même valeur, la présence des énonciateurs et les sortes de commentaires qu'ils font. C'est vraisemblablement ce qui entraîne le glissement, pour finir, vers une phrase typique d'un autre discours, le discours conversationnel ("*Mais n'oubliez pas que...*").

On trouve un autre glissement dans le texte du second groupe. En effet, les élèves en viennent à raconter des événements futurs, tout en les datant, à la fois exactement et de manière clairement fantaisiste : "que nous allons planter par exemple le 7 juin 1988". Cela montre que le récit est traité par eux comme une histoire, ce qu'indique d'ailleurs clairement "*C'était l'histoire de la salade à la graine*". Le texte tel qu'il est semble le résultat d'un compromis entre le récit qui leur est familier, et ce qu'ils connaissent du compte-rendu narratif et qui se manifeste par un souci de dater exactement.

La rectification de ces glissements, de ces ruptures discursives va constituer la seconde direction de réécriture.

**T.2 : les deux groupes ensemble**

De la salade à la graine

Au printemps | On a repiqué des salades dans notre petit jardin d'école.

En été : Les salades ont grossi.

En revenant à l'école le 8 septembre les salades commencent pousser  
et on a vu des petites branches avec des petites fleurs jaunes.

Elles ont fané : entre le 8 et le 9 octobre 1960.

Il y avait du duvet blanc autour de ces fleurs.

Le 9 octobre les fleurs sont devenues des petites graines.

Les graines sont ovales et il y en a entre 25.

Dans ce second état du texte, on note que la réécriture a abouti à rectifier les inexactitudes (par exemple "repiqué"), à supprimer les incohérences temporelles, à compléter et préciser les informations.

Par ailleurs, si les notations chronologiques jouent les mêmes rôles que dans T. 1, la distribution de celles qui sont empruntées au premier groupe et de celles qui le sont au second montre un affinement de leur fonction : noms de saisons et point pour ce qui n'a pas été observé précisément ; dates en position de compléments circonstanciels pour ce qui l'a été.

Les dates sont plus nombreuses, sont exactes, et rendent compte, non plus des moments de l'observation par les élèves, mais de la durée des processus. Dans le même sens, "on" et "notre" de la première phrase disparaissent au profit d'énoncés à la troisième personne ou impersonnels.

La réécriture, enfin, a abouti à la disparition des incohérences du point de vue des types textuels. Nous avons maintenant, tout du long, un compte-rendu narratif. La première partie de la consigne du maître est respectée. Pas encore la seconde.

L'évaluation collective de T.2 a porté sur les quelques lacunes, inexactitudes, imprécisions qui subsistent. Elle a surtout porté, à partir du rappel de la consigne du maître, sur le fait que, si le texte "raconte bien, il n'explique pas".

L'évaluation de T.2 aboutit à l'écriture d'une fiche. "Pour améliorer notre texte explicatif" qui contient, à côté de demandes de précision (ex. : "ce n'est pas en deux jours que les fleurs se sont fanées"), des demandes d'explication :

- *"Parler du fruit. Quand se forme-t-il ?*
- *D'où provient le duvet ? A quoi il va servir ?*
- *D'où viennent les graines ?*
- *Expliquer comment vous avez vu les graines".*

La réécriture dans le texte T3 montre l'émergence d'énoncés explicatifs :

Les explications portent à la fois sur les circonstances de l'observation ("car il n'y avait plus de pétales", "en ouvrant le fruit, nous avons vu les graines") et sur les phénomènes observés. Mais surtout il est frappant de voir que l'explication est en quelque sorte gérée "pas à pas" : les élèves expliquent en suivant l'ordre de la fiche et quand, ayant écrit une phrase ou un groupe de mots, ils pensent que le lecteur ne va pas comprendre, va leur poser des questions. Le caractère dialogique du compte-rendu est donc tout à fait perçu et pris en compte. Mais le discours explicatif vient se greffer sur le discours narratif de manière essentiellement aléatoire. Il n'y a pas encore émergence d'une gestion planifiée de l'explicatif et de sa relation avec le narratif. C'est l'objectif du maître pour la dernière réécriture (non réalisée à la date où cet article est écrit).

T.3

De la salade à la graine:

et en printemps 1987, on a repiqué des salades.  
 En été, elles ont grossi.  
 En novembre à l'école. Le 1<sup>er</sup> septembre, les salades avaient  
 poussé. On a vu des tiges avec au sommet quelque fleur.  
 Le neuf octobre 1987, mais nous sommes aperçus que les fleurs  
 étaient fanées car il n'y avait plus de pétales.  
 Cette plante comme toutes les plantes avaient un fruit,  
 celui-ci était très sec. Il y avait du duvet blanc qui  
 dépassait de ce fruit. Le fruit se forme grâce aux grains  
 de pollen, qui est une graine qui sert de l'étamine,  
 les graines étaient attachées à ce duvet, elle étaient  
 entre 25 ° de duvet. serve au graines pour s'émouvoir  
 les graines viennent du fruit.  
 En avant le fruit nous avons vu les graines.  
 les passages explicatifs sont soulignés par nous

### 6.2. Que mangent nos hamsters ? D'une liste de notations à un tableau à double entrée

(Contribution de l'équipe INRP Français de la ZEP de HAM, classe de CE1 de C.LECLERCQ, 1987-88).

Les élèves ont acheté deux hamsters, qu'ils baptisent Belle et Malabar. Ils s'interrogent sur la nourriture à leur donner. Ils dressent une liste d'aliments et les leur donnent un par un. Les résultats sont consignés sur des grandes feuilles. Le caractère d'expérience est présent : schématisation du dispositif (non reproduite ici), titre des panneaux consignants les résultats : "L'expérience sur la nourriture", date des observations.



Dans un premier temps, les élèves, sous forme de liste, consignent les résultats : "oui" quand les deux animaux ont mangé, personnalisation dans le cas contraire :

"une carotte oui  
une poire oui  
un gâteau non Malabar oui Belle  
etc..."

L'évaluation collective aboutit à une réécriture de la liste répondant au souci de bien distinguer le comportement alimentaire des deux hamsters quand il n'est pas identique. Ils écrivent en haut d'une grande feuille, "Malabar" à gauche, et "Belle" à droite, et recopient leurs notations en deux colonnes :

"Malabar                      Belle  
une tomate oui              une tomate oui  
etc..."

Ayant écrit quatre ou cinq lignes, ils manifestent que c'est long, et qu'ils écrivent deux fois la même chose. Décision est prise de barrer ce qui est répété. Ils barrent tout ce qui est sous "Belle", puis, très vite, rétablissent les "oui" et les "non".

La seconde évaluation fait apparaître que les lecteurs s'y retrouvent mal, mélangent les lignes. On tire donc des traits horizontaux entre les aliments, mais aussi deux traits verticaux :

le 13/10  
les expériences sur la nourriture

Malabar	Belle
une tomate oui	<del>une tomate</del> oui
une pomme de terre oui	<del>une pomme de terre</del> oui
une carotte oui	<del>une carotte</del> oui
une pomme oui	<del>une pomme</del> oui
du fromage oui	oui

traits horizontaux d'abord, puis, d'une autre couleur, verticaux

On remarquera que la première forme prise par la notation des résultats est celle d'une liste. La conscience claire qu'ont les élèves de la fonction de leur écrit explique que n'apparaissent pas des textes, par exemple narratifs ("*Quand on a donné un gâteau à ..., il..., elle...*").

La première réécriture de la liste procède non pas d'un souci linguistique mais d'un souci cognitif. Cependant, la solution des deux colonnes est linguistique : regroupement et séparation en deux listes de la notation des observations. La solution s'affine par la critique de la tâche d'écriture qu'ils se sont donnée lors même de l'exécution de celle-ci : économie de la redondance du nom des aliments. C'est l'évaluation de ces deux listes qui, par les difficultés de lecture qu'elle provoque, fait prendre conscience aux élèves qu'en fait, ils ont maintenant écrit trois séries verticales de mots et qu'il faut les séparer matériellement. Et c'est la matérialisation de ces séparations par des traits verticaux et horizontaux qui leur fait prendre conscience qu'ils ont réalisé un tableau à double entrée.

### **6.3. Les phasmes. De l'énumération d'observations à un texte expositif-explicatif et à un outil collectif d'écriture**

(Contribution de l'équipe INRP Français de la ZEP de HAM - classe de CE2 de C. Leclercq, 1986-87).

- Observation continue et lettre aux correspondants

Chaque enfant possède un bocal "aménagé" contenant un phasme. Il observe et prend des notes (nombre d'oeufs pondus, ce qu'ils mangent, les mues,...). Au bout d'un temps, une lettre collective annonce aux correspondants que la classe a des phasmes. On joint une mue et on leur demande ce que c'est. Réponse : un phasme mort. Il est alors décidé d'envoyer un compte rendu précis des observations "pour leur expliquer les phasmes".

- Les premiers écrits

Quatre groupes sont constitués. Les élèves utilisent leurs notes personnelles et les commentaires collectifs qui ont pu être faits.

L'analyse des quatre écrits montre que :

- . Il s'agit essentiellement d'une juxtaposition de phrases (accompagnées de dessins schématiques dans trois cas sur quatre), suivant de près les notes personnelles, sans qu'on décèle un ordre dans les notations (ex : "*ils ont six pattes et deux antennes*" est au début dans un écrit, à la fin dans un autre).
- . on relève cependant des amorces linguistiques de textes :

structurer textuellement l'exposé

écrire

- liaisons inter-propositionnelles :

Les phasmes ont 6 pattes.  
 Ils ont 2 antennes.  
 Et ils font des œufs.  
 Et ils nous font pas mal.

- spécifications du thème : "Les phasmes".

La vieille peau se  
<sup>décroche</sup>  
~~décroche~~, ils ont une  
 nouvelle peau plus grande.  
 Ils muent. Leurs œufs  
 (ils) sont noirs avec un  
point blanc à un bout.

- par ailleurs, les temps verbaux, s'ils sont centrés sur le moment de l'énonciation, incluent les temps réels des observations, surtout par l'emploi du présent "étendu" :

"les phasmes mangent du lierre"

"quand un phasme

monte sur un bout de bois, il devient marron" etc...

La critique collective débouche sur la prise de conscience de la nécessité de regrouper et d'ordonner les observations rapportées, mais aussi d'expliquer ce que les correspondants risquent de ne pas comprendre.

Les amorces de textes laissent présager que les élèves n'en resteraient pas à l'énumération d'observations. La prise en compte des paramètres de la situation de communication, en particulier des représentations des informations et des réactions des correspondants et l'explicitation des buts du discours : exposer et expliquer, conduisent à se fixer comme

objectif de structurer le texte thématiquement et à y enchâsser des séquences explicatives quand cela paraîtra nécessaire, quand on craindra que les lecteurs ne comprennent pas.

• Réécriture

Collectivement, à partir des quatre écrits initiaux, les élèves repèrent et formulent quatre sous-thèmes :

réécrire

- . "leur corps
- . les générations de phasmes
- . la santé
- . le mimétisme".

Les termes "générations" et "mimétisme" sont donnés par la maîtresse, mais non pas l'idée. Les informations sont regroupées par sous-thème. Les formulations sont discutées longuement, dans un souci de précision, de rigueur, mais aussi d'économie. Ainsi, à propos du mimétisme, à partir de propositions individuelles différentes comme "Ils deviennent blancs quand ils vont sur du blanc", "quand un phasme monte sur un bout de bois, il devient tout marron"..., on parvient à une formulation qui abstrait : "Quand ils sont dans un endroit, ils deviennent de la même couleur que l'endroit".

Le même souci de précision et de rigueur apparaît dans la mise au point de l'explication du phénomène des mues (sentie comme tout à fait nécessaire !). Une première formulation "Ils muent pour grandir" est mise en cause : le finalisme du "pour" est senti comme gênant par certains. Un débat s'instaure :

- "- Ils muent et après ils grandissent.  
 - Il faut leur expliquer comment ça se passe, la mue.  
 - Les phasmes muent quand leur peau est trop petite.  
 - Quand leur peau est trop petite, elle se décroche, et ils ont une nouvelle peau.  
 - C'est vrai, quand leur peau se décroche, ils grandissent.  
 - Nous, c'est nos os qui grandissent.  
 - Eux, c'est leur peau qui s'enlève. C'est comme si elle craquait parce qu'elle est trop petite. (...)  
 - Et ils ont une nouvelle peau.  
 - M : Explique ! Une nouvelle peau ?  
 - Oui. Une nouvelle, plus grande, qui a poussé.  
 - Pendant ce temps-là".

Le texte suivant, de type expositif, avec des séquences explicatives, est finalement écrit, et envoyé aux correspondants (accompagné de dessins schématiques, il figurera dans le journal de l'école, sera déposé à la BCD) :

~ LES PHASMES ~

Leur corps :

Ils ont 6 pattes, 2 antennes.

Les phasmes muent pour grandir. Quand leur peau est trop petite, elle se décroche et se dessèche, et pendant ce temps, une autre peau plus grande se fait.

Les générations de phasmes :

Il n'y a que des femelles. Leurs oeufs sont noirs avec un point blanc au bout. Ils pondent beaucoup d'oeufs : 96 oeufs depuis 1 mois et demi.

La santé :

Ils mangent du lierre. Ils ont besoin d'eau et de chaleur.

Le mimétisme :

Quand ils sont dans un endroit, ils deviennent de la même couleur que l'endroit. Ils se transforment en bâton pour qu'on ne les repère pas.

( C E 2 )

Nous passons sur les traces de finalisme qui subsistent, sur l'indice du goût pour les grands nombres qu'ont les jeunes enfants. Ajoutons seulement que l'ordre des sous-thèmes n'est pas dû au hasard. En premier, ce qu'on voit, ce qui permettrait aux correspondants de les reconnaître, et l'explication des mues. En dernier, ce qui est le plus surprenant, le plus spectaculaire ; un peu comme un point d'orgue, comme s'ils disaient "Quelles drôles de bêtes, quand même !"

- Vers un outil collectif d'écriture

construire un outil  
d'écriture

L'écrit terminé et adressé à ses destinataires, la classe s'est demandée si l'on pouvait trouver d'autres renseignements sur les phasmes autrement que par l'observation. Les élèves ont, pour cela, lu un texte d'un ouvrage de la collection Tavernier. Ils l'ont lu aussi pour vérifier que leur propre texte était convenable, comparer celui du livre et le leur, et faire une synthèse des deux, sur le plan proprement textuel. Un outil collectif est ainsi rédigé. En résumé, on y mentionne l'existence d'un titre, le fait que les renseignements soient regroupés par thèmes, avec des sous-titres, la présence de dessins et de schémas ("nets, sans décor, sans choses en trop") avec des flèches, des légendes, des numéros,.... Cet outil d'écriture est inscrit dans le cahier individuel qui réunit les règles d'écriture découvertes au fil de l'année concernant les textes narratifs, argumentatifs, incitatifs, etc... On s'en réservera, on le complètera, voire on le réécrira complètement si besoin est.

Gilbert DUCANCEL

Ecole Normale, Amiens

Groupe "Résolution de problèmes de  
français"

Département de didactique (DP1), INRP

# EVALUATION DE L'EXPLOITATION D'UNE VISITE AU ZOO PAR LE TRAITEMENT GRAPHIQUE

Yves Girault  
Thérèse Rukingama<sup>1</sup>

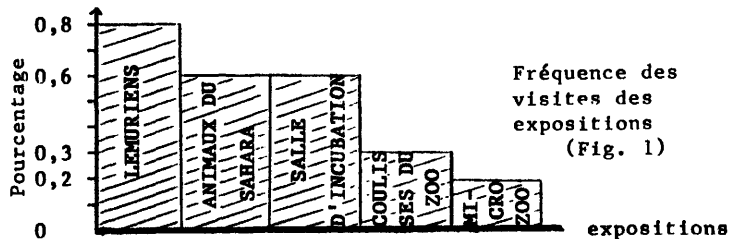
*Il paraît important d'orienter les visites de Parc Zoologique sur un programme pédagogique centré notamment sur l'observation. La collecte de données peut poser des problèmes d'utilisation en classe pour les enfants. Nous avons donc expérimenté le logiciel "Matrix" de traitement graphique pour envisager les possibilités de son utilisation avec des enfants de l'école primaire.*

Le Parc Zoologique de Paris accueille en moyenne 87 000 scolaires par an. La grande majorité des élèves qui le fréquentent sont issus des classes maternelles et primaires de la région parisienne.

Chaque année, nous observons une fluctuation importante du nombre des scolaires entre les mois d'hiver (décembre, janvier, février, mars = 15 % de visiteurs annuels) et les mois d'été (mai, juin = 68 % de visiteurs annuels dont 50 % pour le seul mois de juin).

Nous avons donc en tant que responsable du service pédagogique du Parc, comme principal objectif, de lutter contre les visites de fin d'année qui ne s'inscrivent bien souvent pas dans un programme pédagogique. Le Parc Zoologique, ancien lieu de promenade et d'exotisme doit pouvoir remplir pleinement sa fonction pédagogique.

le Parc Zoologique, un outil pédagogique

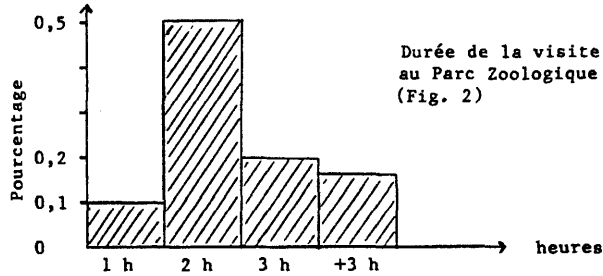


Fréquence des visites des expositions (Fig. 1)

Etant donné la richesse de cet établissement et le temps moyen de deux heures passé au Parc, nous tentons de promouvoir au

(1) Avec la collaboration de Mme Sonnois et de Mme Toumade, institutrices à l'école Pasteur, Brie Comte Robert.

maximum chez les enseignants l'organisation de visites thématiques.



Tenant compte des contraintes matérielles liées à l'organisation d'une visite au Parc Zoologique (coût des transports notamment), il faut absolument utiliser ce lieu au maximum de ses possibilités et tirer parti de son originalité. C'est pourquoi nous engageons vivement les enseignants à centrer leur travail sur l'observation du vivant.

une visite axée  
sur l'étude du vivant

En relation avec des enseignants, nous effectuons donc un travail de recherche et d'évaluation d'activités scientifiques qui peuvent être réalisées au sein du Parc Zoologique de Paris ou en exploitation d'une visite. Les résultats de ces travaux sont diffusés notamment dans des stages de formation d'instituteurs (F.I.C., DEUG, recyclage, journées pédagogiques) sur l'utilisation pédagogique des Parcs Zoologiques et devront permettre la réalisation d'une maquette pédagogique sur les Parcs Zoologiques.

Dans ce cadre de recherche, nous avons effectué une évaluation du logiciel matrix (traitement graphique), mis au point par R. Gimeno<sup>2</sup> et fonctionnant sur TO 7 et MO 5 de Thomson. Les enfants l'ont utilisé après une visite au cours de laquelle, suite à une observation, ils ont dû noter selon une grille pré-établie les caractères de certains animaux. Nous souhaitions savoir si ce logiciel, qui conduit à un travail méthodologique de traitement de l'information, pouvait permettre aux enfants de découvrir, parmi les caractères sélectionnés par l'enseignant, ceux qui sont pertinents pour déterminer la classification animale : Mammifères, Reptiles, Oiseaux<sup>3</sup>. Après avoir rappelé les principes du traitement graphique, nous ferons une évaluation expert du logiciel (convivabilité) et l'évaluation en situation avec la classe de Madame Sonnois (CE1) et de Madame Tournade (CM1).

- (2) Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, Laboratoire de Graphique.  
 (3) Le Parc zoologique ne présentant pas de Poissons, ceux-ci n'ont pas été retenus.



## 1. LA GRAPHIQUE

Le langage graphique a été mis au point par le Professeur Jacques Bertin qui dirige le laboratoire graphique de l'École Pratique des Hautes Études.

Cartographe et géographe de formation, Bertin a utilisé de nombreux blocs diagrammes pour représenter le relief en perspective, pour comprendre la géographie. Mais "l'augmentation du nombre des variables prises en considération par la science moderne ont rendu inévitable l'évolution de la méthode de travail. Ce fut l'origine de la sémiologie graphique, c'est-à-dire l'emploi des propriétés de la perception visuelle dans le cadre d'un ensemble fini de données" (Bertin, 1974). Il s'agit donc d'établir un diagramme modulable permettant la mise en évidence des relations entre les diverses données.

En effet, on ne lit pas un graphique comme on peut lire un signal routier mais on lui pose des questions. Or, nous savons que "l'homme n'intègre tout au plus qu'environ sept concepts combinatoires autour d'un même problème" (Bertin, 1982).

Il s'agit de ramener tout tableau à ce nombre accessible de concepts. Devant un tableau, nous nous posons donc successivement les questions :

- De quoi s'agit-il ?
  - Quelles sont les relations entre ces choses, ces ensembles ?
- Peut-on répondre à ces questions en lisant ce tableau de données ?

	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
2	0	1	0	1	0	1	1	0	1	1
3	0	1	0	0	0	1	0	1	0	1
4	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
6	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0
7	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1

La graphique nous permettra de répondre à ces questions. En effet :

- Une différence entre deux choses est transcrite par une différence entre deux formes ou deux couleurs :

on ne lit pas un graphique, mais on lui pose des questions

- Un ordre entre plusieurs choses est transcrit par l'ordre du plan ou l'ordre du blanc ou noir ;
- Une proportion entre diverses choses est transcrite par une proportion dans le plan ou une quantité proportionnelle de noir. (Bertin - 1983).

la graphique met en évidence la hiérarchie des questions pertinentes

Cette utilisation de la graphique peut, comme dans l'exemple suivant, donner "une perception instantanée des groupes en x et des groupes en y. Elle a donc mis en évidence la hiérarchie des questions pertinentes et a permis l'interprétation complète du tableau de données" (Bertin - 1982).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	■	□	■	□	□	□	□	□	■	□
2	□	■	□	■	□	■	□	■	□	■
3	□	□	□	□	□	□	■	□	□	■
4	■	■	□	□	□	□	□	■	□	□
5	□	□	□	□	□	□	■	□	□	■
6	□	□	□	■	□	■	□	■	□	□
7	■	□	□	□	□	□	■	□	□	■

la matrice non classée n'est pas lisible

	A	C	H	B	F	J	D	G	I	E
1	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□
4	■	■	□	□	□	□	□	□	□	□
3	□	□	■	■	■	■	■	□	□	□
7	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
5	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□
2	□	□	□	■	■	■	■	■	□	□
6	□	□	□	□	□	□	□	■	■	■

le classement par la graphique permet une lecture aisée des relations qui existent entre les caractères et les objets étudiés.

## 2. ANALYSE GENERALE DU LOGICIEL

Le didacticiel "Matrix" (Programme de traitement matriciel) est produit par le CNDP. Il est écrit en Basic du TO 7 et MO 5 de Thomson. Il est accompagné d'un document annexé de quarante pages détaillant le programme et ses différentes utilisations.

## 2.1. Contenus et Objectifs

- Type de didacticiel

Matrix est un programme de traitement graphique

Le programme de traitement matriciel "Matrix" permet de traiter graphiquement des informations pour découvrir des typologies ou des chronologies. Il permet de réaliser sur micro-ordinateur des opérations de classement.

- Caractéristiques du mode d'emploi

Ce programme a été conçu pour être utilisé par les enseignants lors de la préparation de leur travail pédagogique et pour les élèves dans leur démarche de recherche. Il ne remplace pas la réflexion, son utilisation exigeant au contraire que celle-ci soit plus systématique et rigoureuse.

- Accès au didacticiel

son utilisation nécessite une réflexion rigoureuse...

La plupart des instructions adressées à l'opérateur du programme sont inscrites sur l'écran. En plus, un livret guide de quarante pages est à la disposition de l'utilisateur. Celui-ci peut agir sur la machine soit par l'intermédiaire du clavier, soit en utilisant le crayon optique. La progressivité et la coordination entre les étapes sont affichées au fur et à mesure sur l'écran.

## 2.2. Caractéristiques pédagogiques

Le programme "Matrix" permet d'afficher sur l'écran une *matrice* (tableau à double entrée) comprenant jusqu'à 20 objets et 20 caractères.

- Démarche proposée

... et un choix des objets d'étude et des caractères qui les définissent

Au début, un thème d'étude est délimité. Les questions de départ et les hypothèses sont formulées avec précision.

Ensuite, il s'agit de faire un choix des objets d'étude et des caractères qui les définissent par un travail d'observation. Cette réflexion ne peut pas être réalisée par la machine.

*Exemple* : soit un ensemble d'animaux (a). Nous étudierons plus spécialement leurs régimes alimentaires (x) leurs biotopes (y) et la structure de leurs pattes (z).

le traitement graphique consiste à classer les objets...

Dans un troisième temps, les objets et les caractères sont donnés à l'ordinateur et le traitement matriciel consiste à classer par l'opérateur ces objets d'après l'ensemble des caractères qui les définissent. Cette matrice peut être classée, corrigée, sauvegardée sur cassette sous forme de fichier et rappelée en mémoire centrale pour l'afficher ou la soumettre à de nouvelles opérations.

Par la suite, une option "traitement automatique" existe et donne une image résultant du traitement graphique. Cette image présente de manière structurée l'ensemble des informations découvertes.

- Objectifs

.... pour rechercher des corrélations et faire des propositions de généralisation

Il s'agit surtout d'un travail d'éveil et de recherche fondé sur l'observation minutieuse.

. l'attribution de caractères liés à des objets,

pour pouvoir tirer des conclusions, pour rechercher des corrélations et faire des propositions de généralisation.

Ce programme peut s'appliquer à différents niveaux de l'enseignement, suivant le choix et la complexité du thème, des objets et des caractères considérés (classement des verbes, les déterminants, loi de formation du futur, etc...) (Gimeno - 1979).

Le temps minimum d'utilisation est de vingt minutes avec un maximum de soixante minutes mais tout dépend de la préparation préalable du sujet d'étude et de son contenu.

Le nombre d'élèves pouvant travailler simultanément sur ce programme dépend du type de travail d'observation effectué (individuel ou en groupe) sur le terrain et/ou en classe. Mais pour des raisons d'efficacité, il conviendrait de ne pas dépasser 2 à 3 élèves par écran.

Le déroulement des opérations à effectuer est directif, les questions sont posées de façon fermée. Il y a possibilité de retour en arrière et de rectification en cas d'oubli ou d'erreur.

### 2.3. Critiques générales

- Acquis observables

ce programme favorise l'observation, l'interprétation et la synthèse des données

Ce programme est un outil d'apprentissage favorisant l'observation, l'interprétation et la synthèse des données. Il favorise l'observation car l'enfant, pour remplir le tableau à double entrée, doit chercher avec précision la présence ou l'absence du caractère choisi. Il faut donc s'attarder sur le choix des objets et des caractères car, dans le cas contraire, les enfants seraient perdus dans une observation trop confuse. Il s'agit en fait, comme le remarque Gimeno de "résoudre l'un des problèmes les plus difficiles de la pédagogie, faire poser les bonnes questions et seulement les bonnes".

L'interprétation des résultats est rendue possible par la vision d'ensemble du sujet traité que facilite le traitement graphique. Cette interprétation sera d'autant plus aisée si ce traitement met en évidence des caractères communs. Il apparaît donc important à l'enseignant de guider l'enfant dans sa démarche, non pas en l'aidant dans le traitement graphique mais en lui proposant un choix de caractères pertinents par rapport à la question posée, à observer et à étudier.

les caractères choisis doivent être pertinents

La synthèse des résultats découle tout à fait naturellement du traitement graphique. Elle pourra s'effectuer en classe et permettra ainsi de souligner la relativité de nos connaissances et la pertinence de certains caractères. Enfin, elle permettra soit de découvrir, soit de vérifier des informations nouvelles (ex : les mammifères sont des animaux recouverts de poils) voire même de formuler des nouvelles hypothèses de recherche.

- Accès à la machine

*Le document annexe* expliquant la démarche à suivre est très lourd et n'est pas pratique pour l'utilisation : 40 pages, c'est bien volumineux pour un guide proposé à des jeunes élèves. Les informations sont libellées en vrac, et il manque une certaine structuration du contenu, et des objectifs. Il n'est pas bien lisible, les caractères très petits et étant très serrés. Les consignes ne sont pas mises en relief, il faut fouiller dans le texte pour les retrouver.

Il n'y a *pas de présentation générale du logiciel sur l'écran*. On ne sait pas comment rentrer les données ni continuer correctement la suite des opérations sans consulter l'annexe qui est déjà elle-même vague. Ceci poserait un problème en cas de perte du document annexe et rend l'accès difficile aux élèves des classes élémentaires et aux adultes pour une première utilisation.

- L'option "traitement automatique"

Notre expérience de l'utilisation de cette option n'a pas été du tout concluante. Un entretien avec l'auteur nous a permis d'observer une convergence d'opinion sur cet aspect. En effet, l'algorithme de classement automatique présente quelques inconvénients que souligne Gimeno.

*"Il effectue un classement des lignes et des colonnes sans tenir compte des degrés de pertinence des différents caractères. La recherche de liens existant entre certains caractères, pour répondre à des questions précises du chercheur, n'est possible que par des classements manuels.*

*Quand l'une des composantes du tableau est ordonnée (par exemple : périodes de temps), le classement automatique détruit cet ordre. Le traitement doit se faire manuellement.*

*L'algorithme de classement automatique n'effectue pas un regroupement optimal des lignes et des colonnes. Des permutations manuelles sont indispensables pour obtenir une image présentant le maximum d'information.*

*L'option "traitement automatique" ne doit donc pas, à notre avis, constituer "un premier élément" de communication des résultats de l'étude.*

*En outre, l'observation des réactions d'enseignants et d'élèves montre qu'ils sont souvent "attirés" par cette option qui ne permet d'obtenir qu'un résultat intermédiaire, sans se poser les*

le traitement automatique ne tient pas compte des degrés de pertinence des différents caractères

*questions pertinentes et sans suivre les démarches qui constituent la spécificité du traitement matriciel et sa valeur pédagogique".*

L'expérimentation effectuée avec Matrix par ses auteurs montre qu'il est souhaitable :

- d'effectuer une première approche du traitement matriciel avec les moyens traditionnels : papier, ciseaux, colle, dans une situation simple (peu d'objets, peu de caractères, une typologie finale sans ambiguïtés) ;
- d'utiliser par la suite les fonctions manuelles pour aborder des situations de complexité croissante ;
- de ne se servir de l'option "traitement automatique" que lorsque la maîtrise du traitement matriciel est acquise, et cela pour une première mise en ordre de l'ensemble des lignes et des colonnes".

- Convivialité du didacticiel

le travail est difficile dans un premier temps

La compréhension globale des activités et des questions, la compréhension du langage ne sont pas accessibles à tous les niveaux à qui le programme est proposé, les élèves dans une première utilisation réalisent difficilement ce travail.

Par contre, la compréhension des graphiques est plus facile et l'interprétation des réponses est très commode - si bien sûr le thème, les objets et les caractères en jeu, sont adaptés au niveau de connaissance des opérateurs.

- Intérêt du didacticiel pour l'apprenant

mais Matrix facilite l'interprétation des résultats

L'usage de ce programme fait suite à un travail d'observation de l'utilisateur et le valorise. L'opérateur est motivé par "Matrix" qui suscite la volonté d'interpréter, de trouver des corrélations, de classer, de faire la synthèse des observations recueillies pour communiquer les résultats.

En effet, l'option "traitement automatique" devient un premier élément de communication des résultats de l'étude, constituant un support concret sur lequel peut se construire aisément la rédaction du discours d'interprétation qui doit l'accompagner. En outre, la réflexion de l'utilisateur peut être orientée naturellement vers des problèmes de mise en page, titre et légende, relations texte-image, afin de transmettre de manière efficace les résultats obtenus.

- Apport du matériel d'appoint

La compréhension des modes d'emploi et des instructions est très difficile, le menu est mal présenté, mal ordonné et il n'y a pas de cohérence entre le menu figurant sur l'écran et celui détaillé dans le document annexe, ce qui dérouté l'opérateur et exige un long moment de préparation pour discerner le déroulement des opérations.

## 2.4. Bilans

Ce logiciel qui, par des manipulations, facilite la communication de données est d'un grand intérêt pédagogique. Il faudrait néanmoins y apporter quelques modifications :

- rendre les conditions d'accès plus faciles notamment pour une première utilisation ;
- prévoir un "programme d'entraînement" avec une matrice à 5 ou 6 caractères pour expliquer le principe du traitement graphique ;
- envisager une correction du programme pour ne pas avoir des inversions de termes (voir p. 14) ;
- enfin il faut être très vigilant car les enfants n'ont pas d'esprit critique envers les données rentrées dans l'ordinateur (voir p. 14).

Cependant, par son utilisation, la formation de l'esprit scientifique de l'opérateur se voit renforcée dans la mesure où il prend conscience que "toute connaissance est une réponse à une question", et que, "s'il n'y a pas de question, il ne peut y avoir connaissance scientifique" (Bachelard G.).

Son utilisation présente des avantages tels que la réalisation et la prise en compte d'un travail personnel par l'apprenant.

Ce didacticiel est polyvalent en ce sens qu'on peut varier les thèmes et les disciplines : les données ne sont pas figées, il n'y a pas une recette fixe toute faite, ce programme peut servir toutes les activités d'observation et de classement dans différentes branches de l'enseignement (histoire, géographie, biologie...).

ainsi que la maîtrise du travail personnel et sa prise en compte

## 3. EVALUATION EN SITUATION

Le travail s'est effectué dans la classe de Cours Élémentaire 1ère année de Madame Sonnois et dans la classe de Cours Moyen 1ère année de Madame Tournade.

### 3.1. Préparation de la grille d'observation

Comme nous l'avons déjà précisé, ce travail s'inscrit dans une recherche appliquée sur les activités scientifiques qui peuvent précéder ou suivre une visite dans un Parc Zoologique. Il s'agissait de tester la pertinence de Matrix pour traiter des données recueillies par les enfants.

En accord avec les enseignants et en fonction des programmes de biologie pour les classes élémentaires, il nous a paru intéressant de travailler sur la classification animale. C'est pourquoi nous avons choisi de façon très directive une liste de caractères pertinents (présence de poils, plumes, écailles...).

limiter le nombre de caractères retenus...

et apprendre à sélectionner ceux qui sont pertinents

Si nous avions disposé de plus de temps, nous aurions pu bien évidemment laisser les enfants choisir librement les caractères. Après observations au Parc Zoologique, à l'aide de la graphique, ils auraient pris conscience de l'intérêt de limiter leur étude sur certains caractères et certains animaux ce qui aurait abouti à la notion de caractère pertinent. La graphique a en effet pour principal but de dévoiler une information d'ensemble (notion de groupe en rassemblant les caractères pertinents).

Par la suite, nous avons également fixé la liste des animaux à étudier en tenant compte de la facilité d'observation au sein du Parc Zoologique de Paris.

Pour faciliter l'observation approfondie, tout en ayant un nombre important d'animaux, nous avons prévu de former six groupes par classe. Chacun de ces groupes devait étudier trois animaux dont au moins un oiseau et un mammifère (il n'existe pas assez de reptiles au zoo).

### 3.2. Préparation de la visite

Avant d'effectuer la visite au Parc Zoologique de Paris, les enseignants ont effectué en classe un travail de révision sur les tableaux à double entrée. Ils ont par la suite explicité clairement aux enfants le vocabulaire utilisé pour définir les caractères (caractères sexuels secondaires, pattes palmées). A l'aide de photos, ils ont pu vérifier l'acquisition de ces notions par leurs élèves.

Alban Sylvie Frédéric Maud Christelle Michel

porte des lunettes	■	■	■	■	■	■	■
ne porte pas de lunettes	□	□	■	■	□	□	□
garçon	■	□	■	□	□	□	■
fille	□	■	□	■	■	■	□
cheveux longs	■	■	□	■	■	■	□
cheveux courts	□	□	■	□	□	□	■
pantalon	■	■	■	□	□	□	■
jupe	□	□	□	■	■	■	□

Sans présenter la grille réelle préparée pour la visite, ils ont, par la suite, introduit les notions de l'analyse graphique en travaillant sur un exemple appliqué aux élèves de leurs classes. Durant cette séance, les enseignants ont notamment insisté sur le fait que dans certains cas le choix d'un caractère annule obligatoirement l'autre.



### 3.3. La visite au parc zoologique

une visite au zoo :  
un équilibre nécessaire entre les aspects ludiques et pédagogiques

Nous avons souligné précédemment l'importance que nous accordons au développement de l'aspect pédagogique des visites au Parc Zoologique. Il ne faudrait pas pour autant passer d'un extrême à l'autre, c'est-à-dire d'une visite tout à fait ludique et notamment pour des jeunes enfants, la transformer uniquement en séquence pédagogique. De nombreux enfants viennent encore pour la première fois au zoo dans le cadre d'une visite scolaire et il est important qu'ils puissent y découvrir divers exemples de la faune africaine, asiatique... même si l'instituteur a décidé de travailler sur les oiseaux du littoral. C'est pourquoi nous suggérons une visite en deux temps : la phase sauvage (le matin) qui permet de prendre contact avec les lieux, de découvrir les animaux, et la phase thématique (l'après-midi). Notre visite s'est donc articulée selon ce schéma.

- Visite libre du matin

Le matin, les élèves furent divisés en six groupes. Chaque groupe qui réunissait quatre élèves de CM1 et trois ou quatre élèves de CE1 était guidé par un animateur (les maîtresses, les parents et nous-mêmes). La matinée a été consacrée à une visite libre de tous les animaux de zoo. Cette visite était très passionnante, un certain nombre d'enfants n'avaient jamais vu certains animaux du zoo (éléphants, lions...). Ils étaient très intéressés, des questions affluaient de toute part ; les élèves échangeaient leurs points de vues.

- Visite thématique l'après-midi

un travail de collecte de données en cochant les cases correspondant à l'animal

Les enfants de chaque groupe étaient séparés en deux en fonction de niveaux CE1 et CM1. Chaque groupe devait examiner le régime alimentaire, le déplacement, la protection du corps... de trois animaux. Une feuille du questionnaire ci-dessous était distribuée par groupe. Les enfants devaient cocher les cases d'intersection des lignes et colonnes s'ils pensaient que le caractère déterminé s'observait chez l'animal choisi. Il s'agissait donc d'un travail d'observation et de rappel des connaissances, de collectes de données de groupes qui a entraîné dans certains cas de vives discussions entre les élèves. L'animateur, pour ce travail, ne faisant aucun commentaire, ne donnait aucune orientation ni indication.

Les données récoltées par les différents groupes ont été rassemblées en classe en un seul tableau à double entrée (reproduit page suivante).

Comme lors du recueil des données, aucune correction n'a été faite. Les observations ont été fidèlement rapportées telles qu'elles avaient été établies par les différents groupes.

<b>Animaux</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b><u>Protection</u></b>			
<b><u>Poil</u></b>			
. Plume			
. Écaille			
. Peau nue			
<b><u>Reproduction</u></b>			
. Oeufs			
. Les petits naissent vivants			
<b><u>Nutrition (il mange)</u></b>			
. Viande			
. Poisson			
. Herbe			
. Fruit			
<b><u>Déplacement</u></b>			
. Marche			
. Nage			
. Vole			
. Saute			
. Rampe			
<b><u>Caractères sexuels secondaires</u></b> (come, couleur, défense, taille...)			
<b><u>Mamelles</u></b>			
<b><u>Support meuble</u></b> (sable, neige, vase, boue)			
<b><u>Support ferme</u></b> (tout ce qui reste)			
<b><u>Pattes palmées</u></b>			

### **3.4. Evaluation du logiciel en situation de classe**

Les enseignantes, avec notre concours, ont rentré les données dans l'ordinateur.

Afin d'avoir de bonnes conditions d'utilisation des ordinateurs, nous avons organisé quatre séances pour douze à quatorze élèves (soit une demi-classe). Au préalable, la maîtresse de CE1, Mme Sonnois, avait appris sur d'autres tableaux aux enfants le principe du changement de lignes et/ou de colonnes.

pour les CE1,  
nous avons réduit  
la matrice de 20  
caractères à 6  
caractères

Après avoir appris la manipulation des ordinateurs, les enfants ont travaillé pendant environ une heure. Etant donné les difficultés qu'ont rencontrées les élèves de CM1 à manier une matrice à vingt caractères, nous avons réduit volontairement la matrice des élèves de CE1 à six caractères bien qu'ils aient au Parc Zoologique travaillé sur la même grille d'observation. La maîtresse a utilisé le reste des données collectées dans un travail effectué ultérieurement.

• Les difficultés d'utilisation du logiciel

Le premier handicap, notamment pour les élèves de CE1, provient du fait qu'ils ont du mal à comprendre que lorsqu'on inverse une ligne, toute la ligne s'inverse et non pas un ou deux caractères.

(Fig. 1)

	1	2	3	4	5
A					
B					
C					
D					

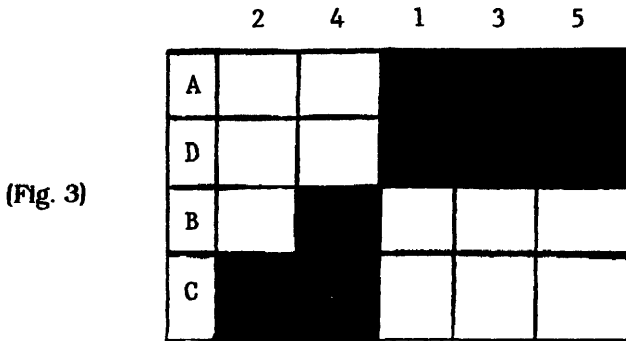
**Exemple :** Si j'ai cette matrice (fig. 1) sur mon écran d'ordinateur, à l'aide du crayon optique, je vais tout d'abord sélectionner une ligne ou une colonne. Si je veux montrer la ligne D à côté de A, je vais donc sélectionner D et puis sur l'écran à l'aide du crayon optique, je pointe deux fois sur H pour faire monter progressivement la ligne D qui va tout d'abord s'inverser avec la ligne C puis prendre la place de B qui descendra d'un cran. C'est précisément cette opération qui gêne les élèves non pas tellement au début du traitement mais quand on s'approche d'une solution finale.

(Fig. 2)

	1	2	3	4	5
A					
D					
B					
C					

le maniement de la matrice nécessite des notions de géométrie dans l'espace et une bonne latéralisation

A ce stade, en effet, de nombreux enfants veulent "boucher les trous" A2 et A4 en permutant la ligne C : ils ne comprennent pas que dans ce cas la ligne A va elle-même descendre. Ces opérations nécessitent en fait des acquisitions dans des domaines très variés. Il faut tout d'abord que l'enfant observe de façon très approfondie le déplacement des lignes et des colonnes. Cela fait appel à des notions de géométrie dans l'espace et à une bonne latéralisation. Dans la fig. 2, le traitement graphique n'est pas du tout optimum, les enfants peuvent encore déplacer les colonnes.



Le déplacement des colonnes conduisant à la figure 3 est souvent difficile pour les enfants et nous avons pris ici un exemple très simple. Il faut enfin souligner que tous les enfants auraient cassé leur traitement si nous n'étions pas intervenus. A un degré important du regroupement des caractères, ils n'arrivent plus à saisir si le changement d'une ligne ou d'une colonne apporte un gain d'information ou au contraire va limiter la lecture de la matrice. Il faut souligner cependant que les enfants utilisaient le traitement graphique pour la première fois. Il ne faut donc pas attribuer à l'utilisation du logiciel des difficultés liées plus directement à la démarche qu'implique le traitement graphique. En effet, une condition nécessaire à tout traitement matriciel est la compréhension de la structure à double entrée qui est accessible selon les travaux de Piaget à l'enfant à partir de l'âge de six ans.

Comme le souligne Gimeno : *"Des situations de découverte du tableau à double entrée, suivies de la construction sur papier et du traitement par découpage, classement et collage des lignes et des colonnes permettent d'éviter les difficultés rencontrées dans une première approche du logiciel"*.

Un deuxième problème provient de l'inversion sur l'écran des mots définissant les caractères. On obtient rapidement un texte quasi-illisible :

"Peau palmée" au lieu de peau nue,

"Pattes meubles" au lieu de pattes palmées, etc...

L'auteur nous a donné quelques informations à ce sujet :

*"L'inversion sur l'écran des mots définissant les caractères pro-*

Il ne faut pas attribuer au logiciel des difficultés liées à l'analyse graphiques

*vient d'une erreur dans le transfert sur nanoréseau. La correction ne doit pas présenter des difficultés. Mais il est utile de savoir que, tant que cette correction ne sera pas faite, il suffit de retourner au menu principal et réafficher la matrice pour obtenir un affichage correct des identifications".*

Il s'agit d'un travail de recherche et non de la confirmation d'un savoir préalablement acquis

On peut à ce stade du travail se demander si les enfants qui utilisent ce traitement graphique bénéficient totalement de tous les acquis dus à cette démarche (réflexion sur les variables, choix des caractères, pertinence des caractères, ouverture à de nouvelles recherches...) ou s'ils ne connaissent pas déjà la réponse et donc regroupent les oiseaux, les mammifères... Nous pouvons tout à fait catégoriquement rejeter la deuxième affirmation car dans le traitement matriciel le nom des animaux est remplacé par un numéro et les enfants ne possèdent pas la liste qui permet de les identifier. Il s'agit donc bel et bien d'un travail de recherche et non de confirmation d'un savoir acquis<sup>4</sup>.

Enfin, les enfants ont du mal à avoir un esprit critique sur les données rentrées dans l'ordinateur. Ils sont persuadés qu'elles sont bonnes puisque c'est l'ordinateur qui les leur donne. Ils semblent avoir oublié que ce sont leurs observations au Parc Zoologique qui sont transmises à l'ordinateur et que celui-ci ne facilite en fait que le travail de traitement graphique. Cette observation soulève deux questions :

- les enfants ont du mal à comprendre que l'ordinateur effectue des opérations logiques et que donc s'il y a des erreurs elles sont dues soit au programme, soit à la personne qui a rentré les données (erreur de données) ;
- si les enfants avaient eux-mêmes rentré les données dans l'ordinateur, ils oublieraient peut-être moins facilement qu'il s'agit en fait de leurs observations.

### **3.5. Exploitation en classe**

En collaboration étroite avec les institutrices, nous avons mis au point la démarche à suivre pour l'exploitation des résultats. Nous n'étions pas présents dans les classes et nous relatons donc ici leur travail.

Pour faciliter le travail d'analyse des résultats en groupe, les enfants vont d'abord ensemble sélectionner cinq grilles sur les seize issues de leurs travaux avec Matrix. Dans un deuxième

---

(4) En effet, si des enfants de 6 ans distinguent aisément par l'observation un mammifère d'un oiseau, ils ne sont pas capables de désigner des caractères pertinents pour les identifier (poils, plumes...).

une analyse  
conduite en  
groupe

temps, ils vont essayer de ne sélectionner qu'une seule grille. En fait, dans une classe, ils ont préféré en garder deux. A ce stade, les grilles sélectionnées ont été photocopiées et retranscrites sur le tableau.

Nous ne prétendons pas ici qu'il s'agisse de la meilleure utilisation du travail graphique des élèves mais nous avons choisi cette méthode qui était relativement rapide et qui permettait pour une première approche de mieux faire saisir aux enfants les possibilités d'utilisation de ce travail. Il nous paraît évident qu'avec de l'expérience, il serait beaucoup plus pertinent de laisser chaque élève analyser son propre tableau.

• Classe de Madame Sonnois (CE1)

Ces élèves ont donc retenu dans un premier temps les tableaux 16 - 11 - 1 et 10 pour ne garder finalement que le 1 et le 10.

L'institutrice, après avoir reproduit les matrices au tableau, inscrit la liste des animaux étudiés sans préciser la correspondance entre l'animal et sa colonne. Les élèves commencent leur analyse par la grille de Maud (n°1). Auparavant, la maîtresse s'assure que les enfants n'ont pas oublié le sens de cette matrice.

A quoi correspond un nombre ?  
"à un animal"

Que peut-on donc dire sur l'animal 16 ?

1ère réponse : il y a des oeufs et des plumes.  
2ème réponse : c'est pareil que 8 - 2 - 11 - 18.  
3ème réponse : ce sont des oiseaux.

L'institutrice énonce les numéros des oiseaux et les enfants vérifient donc leur affirmation. Les enfants cherchent une autre partie du tableau sur laquelle il serait facile de travailler. L'un d'eux choisit l'animal 10 :

"il a des petits vivants et des poils"  
"c'est pareil que 1-4-5-7-9-10-12-15"  
"c'est des mammifères, c'est comme nous".

Les enfants cherchent sur la liste les animaux qu'ils classent dans les mammifères puis l'institutrice donne les numéros :  
"Loup 15 - Babouin 10 - Lémurien 5 - Eléphant 14 - Cerf 9 - Hippopotame 3 - Guib d'eau 12 - Lion 7 - Ours blanc 1 - Girafe 4".

Les enfants pensent que 3 (hippopotame), 14 (éléphant), font partie des mammifères mais pourtant, ils apparaissent différemment dans la grille informatique (il n'avait pas été dit qu'ils étaient comme le 10).

Où est l'erreur ?

Les enfants regardent la grille. On trouve hippopotame = peau nue. Réponse d'un élève :

"Au zoo, il aurait fallu cocher peau nue et poils, d'ailleurs on avait vu des poils, mais comme il y avait davantage de peau nue, la case n'avait pas été cochée. C'est pareil pour l'éléphant".

	2	16	8	11	18	1	7	4	5	13	14	3	6	10	12	9	17	15
C																		
F																		
A																		
E																		
B																		
D																		

**Tableau 16**

ECAILLE  
 PETITS VIVANTS  
 POILS  
 OEUFS  
 PLUME  
 PEAU NUE

	8	2	16	11	18	13	6	1	4	5	7	9	10	12	15	14	3	17
B																		
E																		
D																		
C																		
A																		
F																		

**Tableau 11**

PLUME  
 OEUFS  
 PEAU NUE  
 ECAILLE  
 POIL  
 PETITS VIVANTS

	16	8	2	11	18	13	17	3	14	6	1	4	5	7	9	10	12	15
E																		
B																		
C																		
D																		
F																		
A																		

**Tableau 1**

OEUFS  
 PLUME  
 ECAILLE  
 PEAU NUE  
 PETITS VIVANTS  
 POIL

	3	14	6	7	5	4	10	12	15	9	1	17	13	2	18	11	16	8
B																		
E																		
C																		
A																		
F																		
D																		

**Tableau 10**

PLUME  
 OEUFS  
 ECAILLE  
 POIL  
 PETITS VIVANTS  
 PEAU NUE

Les enfants se sont aperçus que lors de leur observation au zoo, après avoir hésité entre deux cases, ils avaient coché la mauvaise. Cette erreur est peut-être due à notre questionnaire qui n'était pas suffisamment précis. Nous aurions dû opposer "peau avec poils" à "peau sans poils" au lieu de "peau nue" et "poils".

Les enfants s'aperçoivent que le 6 (le phoque), se retrouve dans la grille à côté du 3 et du 14.

*"Normal, c'est un mammifère marin".*

Delphine dit : "Il y a un problème car 3, 14, 6 sont pareils sur la grille mais 14 (l'éléphant) n'est pas un mammifère marin".

Les élèves pensent que le 14 aurait dû se trouver à côté des autres mammifères, c'est-à-dire après le 6 au lieu d'être avant.

Reste le 13 (crocodile) et le 17 (fouette-queue). Sur la grille on a pour le crocodile 13 : oeufs - écaille, pour le fouette-queue 17 : écaille - petits vivants.

Séverine précise : *"oeufs et écailles ça va ensemble", donc il y aurait eu une erreur pour le fouette-queue. On a eu tort de cocher "petits vivants".*

La maîtresse donne la définition de reptile.

L'analyse des résultats du traitement graphique a permis aux enfants de remettre en cause des connaissances supposées acquises, et de retrouver les caractères pertinents qui permettent de classer les espèces.

Les enfants qui ont eux-mêmes retrouvé ces caractères en comprennent mieux l'intérêt et savent partiellement définir un reptile, un mammifère et un oiseau, ce que de nombreux adultes ignorent.

- Classe de Madame Tournade (CM1)

Cette séquence se déroule avec un groupe de quinze "bons élèves" qui vont eux-mêmes se diviser en groupes de cinq élèves.

Après avoir effectué un bref rappel de l'objectif du traitement graphique, l'institutrice demande aux élèves de choisir le ou les tableaux qui correspondent le plus à la consigne initiale.

Les trois groupes hésitent entre celui de Vincent et celui de Gilles et David. A l'unanimité, c'est celui de Vincent qui sera choisi car, selon l'expression des enfants, les taches noires sont plus importantes.

La grille choisie est recopiée au tableau, chaque groupe dispose également de la grille agrandie au photocopieur. A la demande des enfants, deux taches sont repérées : la tache 1 et la tache 2.

#### Tache 1

"Si cette tache est importante, c'est qu'elle représente des caractères communs".

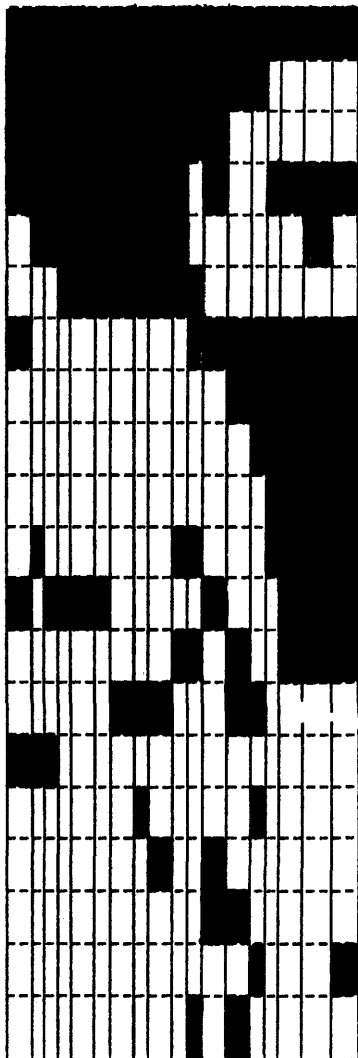
des connaissances supposées acquises sont remises en cause



Ils prennent 9, 7, 10 qui sont en fait le wapiti, le lion et le babouin (les enfants ne le savent pas).  
*"Ils sont sûrement de la même famille".*  
*"Mais ils ne vivent pas dans l'eau".*  
*"C'est la famille des mammifères".*  
 Un enfant fera remarquer que la baleine est un mammifère et vit dans l'eau.

tache 1

1434912515710161711382161118

P		CARACTERES SEXUELS
T		AUTRES PATTES
F		PETITS VIVANTS
K		MARCHE
R		SUPPORT FERME
A		POIL
Q		SUPPORT MEUBLE
E		OEUF
B		PLUME
S		PATTES PALMEES
H		POISSON
I		HERBE
L		NAGE
G		VIANDE
D		PEAU NUE
N		SAUTE
J		FRUIT
C		ECAILLE
M		VOLE
O		RAMPE

tache 2

Tableau de Vincent

Tache 2

A propos du 2, 16, 11, 18 (flamant, pélican, canard, oie), mais les enfants ne le savent pas.

*"Ils ont des plumes et font des oeufs".*

*"C'est la famille des oiseaux, des volatiles".*

Deux enfants feront remarquer qu'on a oublié de parler de la "famille poisson", et en réfléchissant diront que c'est normal car dans les animaux proposés, il n'y en avait pas.

Avant de terminer la séance, je leur demande s'ils pensent qu'en observant ces deux taches, ils n'ont rien oublié.

*"Les taches éparpillées correspondent à une famille qui n'est pas nombreuse".*

*"On aurait pu encore aménager la grille".*

*"On a dû oublier les reptiles".*

Dans cette première séance, les enfants de CM n'ont pas été capables d'aller plus loin dans les analyses. Ils auraient pu, en effet, mettre en évidence quelques corrélations entre le milieu de vie, le régime alimentaire et la forme des pattes. Il est vrai, cependant, que l'effectif trop faible d'animaux ne facilite pas ce regroupement notamment en tenant compte de la durée de la séance : environ trois quarts d'heure.

**CONCLUSION**

Globalement, ce travail nous a paru très positif pour les élèves car, sous un aspect ludique, ils peuvent acquérir quelques éléments d'une démarche scientifique. Hormis les difficultés liées au logiciel lui-même et sur lesquelles nous ne reviendrons pas, il apparaît très clairement que les élèves tiraient un grand bénéfice d'une utilisation plus régulière de celui-ci. En effet, après ce travail assez bref ils ont mieux saisi ce que l'on attendait d'eux. Ils doivent être devenus capables d'améliorer considérablement leur traitement et vraisemblablement leur analyse.

Yves GIRAULT  
Museum d'Histoire Naturelle,  
Parc zoologique de Paris,  
DEA de Didactique de la Biologie,  
Paris VII

Thérèse RUKINGAMA  
Bujumbura, Burundi  
DEA de Didactique de la Biologie,  
Paris VII

**BIBLIOGRAPHIE**

**BACHELARD G. La formation de l'esprit scientifique.** Paris. Vrin 1988

**BERTIN J.** Interview par Marc Emery. *Métropolis*. n° 9. octobre 1974. pp. 56-60.

**BERTIN J.** "Le test de base de la graphique. Théorie matricielle de la graphique et de la cartographie." *Bulletin du Comité français de Cartographie*. n° 19. 1979. pp. 1- 16.

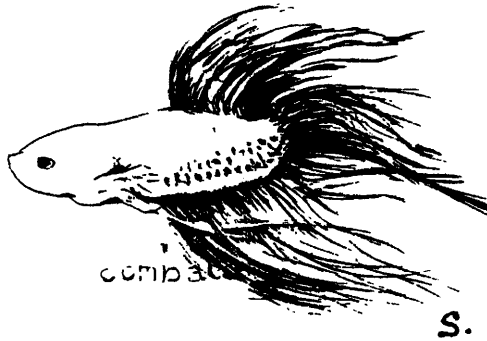
**BERTIN J.** "Informatique et méthodes graphiques". *Informatique et Sciences humaines*. n° 52. 1982. pp. 10-23.

**BERTIN J.** "La graphique" in *L'image fixe espace de l'image et temps du discours*. Colloque organisé par la Bibliothèque Publique d'Information du centre Georges Pompidou. Edition La Documentation française. 1983. pp. 20-27.

**GIMENO R.** "Apprendre par la graphique". in *Les dossiers de la graphique*. Paris. Edition Ecole pratique des Hautes Etudes en Sciences Sociales. 1979.

**GIMENO R.** *Apprendre à l'école par la graphique*. Paris. Retz. 1980

**GIORDAN A.** "Evaluation de didacticiels en sciences". *Feuilles d'épistémologie appliquée et de didactique des sciences*. n° 7. 1985. pp. 101-108.





# REPRESENTATIONS DES ENFANTS A PROPOS DES FOURMIS ET CONCEPTION D'UN OUTIL MUSEOLOGIQUE

Jack Guichard

*Une analyse des représentations des enfants à propos des journées a servi de base à la conception d'une fourmière d'exposition pour l'Inventorium de la Cité des Sciences et de l'Industrie de Paris. Cette étude a joué un rôle fondamental dans la fabrication d'un objet muséologique répondant à la fois aux objectifs visés et à leur appropriation par les enfants. Elle a d'autre part montré comment l'observation directe d'une fourmière peut faire évoluer les conceptions des enfants en suscitant leur curiosité scientifique et en induisant un certain nombre de découvertes, notamment sur la morphologie, l'habitat et le mode de vie des fourmis.*

L'analyse des représentations spontanées n'avait pas pour but d'en éditer un catalogue, elle permettait d'une part de définir le niveau réel des enfants qui arrivent devant notre fourmière, les obstacles et les blocages éventuels liés au message à faire passer et d'autre part de bien définir le cadre de référence du public.

les conceptions  
des enfants : un  
cadre de réfé-  
rence...

Cette étude a servi de base à l'élaboration d'un élément de représentation conçu comme un outil de développement de la curiosité et à celle des connaissances à propos des fourmis ; elle a permis de repérer les obstacles par rapport à tel ou tel type de représentation<sup>1</sup>.

## 1. PROBLEMATIQUE

Il est essentiel dans la conception d'un élément de présentation de bien connaître le public afin de mieux cibler les objectifs à atteindre. En effet, le degré d'intérêt pour tel ou tel aspect de la question, les connaissances préalables permettent de définir quel est le point d'accroche du message que l'on veut faire passer, le niveau conceptuel auquel il faut se placer et le type de langage à utiliser. Un élément muséologique s'adresse au

---

(1) Cet article reprend l'essentiel d'un mémoire de thèse réalisé dans le cadre du L.D.E.S. à l'Université de Genève.

... indispensable pour la création d'un élément de présentation muséologique

public le plus large possible, mais dans ce cas à un public bien ciblé du point de vue de l'âge : des enfants de 6 à 12 ans. Afin d'évaluer l'impact de l'élément de présentation, il faut d'abord bien cerner le niveau d'intérêt que présente le sujet étudié ainsi que le niveau initial des connaissances et des idées préconçues, l'ensemble émergeant à travers les représentations. La construction de l'élément de présentation prendra en compte ces représentations préalable.

D'autre part, seule l'étude préliminaire de ces représentations peut servir de référence afin de contrôler les acquis des enfants après une observation de la fourmière. Il faut donc considérer cette connaissance préalable comme un outil de travail servant de base de départ pour évaluer l'impact des prototypes de l'élément de présentation.

Il ne s'agit pas ici de faire une analyse des représentations pour découvrir les racines et la structuration des connaissances, mais simplement de les connaître afin d'en tenir compte dans la réalisation de l'outil muséologique.

## 2. METHODOLOGIE

### 2.1. Le public

Cette partie de la recherche s'est déroulée en 1982 et 1983.

Elle a concerné les enfants de deux écoles élémentaires parisiennes. Pour Paris, il s'agissait de deux écoles du 17<sup>ème</sup> arrondissement : l'une rue Boursault (annexe de l'Ecole Normale d'Instituteurs de Paris/Batignolles) et l'autre rue Lecomte. Les élèves concernés avaient entre 6 et 12 ans. Ces écoles de Paris ont été choisies car elles servaient aussi au test de fourmières expérimentales grâce à la collaboration des instituteurs et des directeurs.

une analyse en milieu scolaire

Dans les classes en question, la place donnée aux sciences était très variable.

Le milieu socio-culturel était très varié en particulier dans l'école de la rue Lecomte qui est située derrière la place Clichy. Il se décompose comme suit du point de vue socio-professionnel :

- 1/3 d'enfants de cadres, commerçants, professions libérales,
- 1/3 d'enfants d'ouvriers ou petits employés,
- d'autre part, les classes comprennent 1/3 d'enfants de migrants dont certains viennent d'arriver en France (réfugiés asiatiques) et parlent à peine français.

Le relevé des représentations a été effectué dans ces écoles, avant tout travail sur les fourmis<sup>2</sup>.

## 2.2. Méthode

Le relevé des représentations préalables des enfants s'est effectué à partir :

- d'un questionnaire écrit (prétest) standardisé dans toutes les classes, comprenant la réalisation de deux dessins (il a été suivi d'un entretien très court avec les enfants les plus jeunes pour leur faire expliquer leurs dessins) ;
- d'un entretien avec le groupe classe enregistré.

## 2.3. Les outils pour le recueil de l'information<sup>3</sup>

Nous avons choisi des éléments précis permettant de juger des acquisitions des enfants et de leur adéquation aux objectifs que nous nous étions fixés en analysant l'évolution des représentations des 6 à 12 ans.

Les questionnaires du prétest ont tous été proposés sans aucune préparation préalable ni introduction du sujet, afin de vérifier si notre élément de présentation favorisait une amélioration des détails morphologiques représentés par l'enfant.

La compréhension de la structure générale de la fourmillière expérimentale demandait à connaître leur représentation, aussi nous leur avons demandé un dessin de fourmillière.

---

(2) *Ont-ils déjà parlé des fourmis ?* Sur les 250 enfants interrogés (tous niveaux confondus), aucun n'a entendu parler de fourmis à l'école. Mais 20% d'entre eux (8 à 10 ans) ont étudié des insectes les années précédentes. A la question, "as-tu déjà parlé de fourmis avec tes parents ?", le pourcentage est de 2 % (cas individuels dispersés dans tous les niveaux de classe). Par contre, à la question "as-tu déjà vu des fourmis dans la nature ?", les résultats varient peu selon les niveaux de classe et se situent autour de 56 %. Ces chiffres indiquent que les enfants ont peu exploité ce thème dans les classes étudiées et sont donc assez vierges par rapport à la découverte des fourmis. Quant à l'observation de ces animaux dans la nature par une majorité d'enfants, elle montre *l'intérêt spontané des enfants pour la découverte de la vie des fourmis*. Il convient de prendre en considération que le prétest a été effectué sur des enfants vivants en milieu fortement urbanisé où les seules fourmis connues sont celles des appartements ou celles rencontrées exceptionnellement en vacances ou week-end à la campagne.

(3) *Préalable* : dans tout ce qui suit, nous avons utilisé des pourcentages pour la clarté de l'exposé. Mais nous sommes bien conscients qu'ils ne sont pas représentatifs vu le faible nombre d'enfants testés : 250 en tout (et 50 par niveau de classe).

... à partir des dessins des enfants

L'analyse de l'évolution de ce dessin permettra de savoir si la présentation a été bien analysée (partie souterraine-milieu extérieur). Nous avons fait appel aux dessins car ils intéressent les élèves et sont bien adaptés aux moyens d'expression des jeunes enfants de 6-8 ans. A chaque fois, nous avons précisé qu'il s'agissait d'un dessin explicatif et non d'un dessin d'imagination.

et de leurs réponses à des questions ouvertes

L'acquisition de certaines notions pourra se constater par comparaison avec les réponses à la question du prétest : *"Que sais-tu sur les fourmis et leur vie ?"*

Enfin, la capacité à se poser des questions, la curiosité scientifique seront analysées à partir de la question suivante : *"Quelles questions te poses-tu à propos des fourmis et de leur vie ?"*

Ces deux questions ouvertes sur leur savoir et leur questionnement ont été traitées soit sous forme de questionnaire écrit proposé par le maître, soit (pour les plus jeunes) sous forme d'entretien adulte-enfant semi-directifs ; ils ont permis aux jeunes enfants de pouvoir exprimer davantage d'idées que par écrit et de leur faire préciser leur pensée.

Notons d'une part que l'**analyse des dessins** se justifie dans la mesure où, à partir de 4-5 ans, l'enfant éprouve le besoin de signifier la réalité en usant de schémas graphiques (stade du "réalisme intellectuel" de Luquet) ; d'autre part, nous n'avons retenu que des critères morphologiques pour le dessin de la fourmi et des détails matériels pour la fourmilière. Nous avons éliminé toute interprétation subjective.

**Les questions** étaient très ouvertes afin de limiter au maximum des réponses suggérées par le questionnement. Elles nécessitaient des réponses par une série de phrases courtes et précises afin d'éviter une fabulation pour le plaisir... Il est vrai que dans certains cas elles ont fait appel à leur croyance spontanée sortie tout droit de la littérature et des croyances populaires : "fourmis travailleuses..."

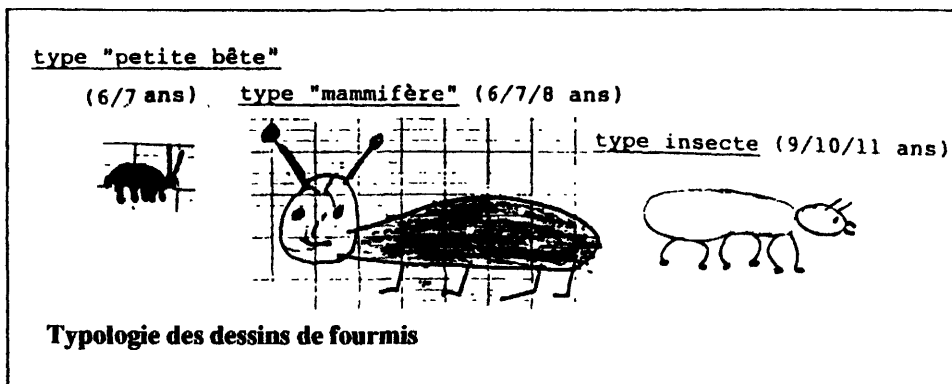
### 3. LES REPRESENTATIONS PREALABLES DES ENFANTS

#### 3.1. Connaissances morphologiques à propos des fourmis

une évolution de 6 à 11 ans

L'analyse des dessins et des explications complémentaires des enfants a porté sur un certain nombre de critères que nous pouvons regrouper principalement en fonction de trois stéréotypes.





- Assimilation des fourmis à un animal minuscule au corps allongé avec beaucoup de pattes

Elle recouvre trois indices :

- . dessin minuscule de la fourmi.
- . corps allongé (en une partie ou en nombreux segments type anneaux de chenille...),
- . pattes nombreuses (plus de trois paires).

Ces trois critères se trouvent très souvent regroupés en particulier pour les enfants les plus jeunes : 34 % à 6-7 ans et 26 % à 7-9 ans, ce qui correspond, semble-t-il au vu de l'interrogatoire, à la première vision qu'ils ont sans observation vraiment structurée.

la fourmi : pour les CP (6 ans), une petite bête avec beaucoup de pattes

Cette vision disparaît progressivement vers 9 ans (12 %) et 10 ans (6 %), en particulier par la modification de deux critères : d'abord, on passe à un corps en deux parties à 8-9 ans (66 %) puis à trois parties à 10-11 ans (38 %). D'autre part, à partir de 8-9 ans un pourcentage de plus en plus important d'enfants (48 % en CE2, 60 % en CM1 et 2) connaissent le critère de trois paires de pattes pour les insectes.

Une étude détaillée des critères pris en compte dans ce stéréotype montre :

- pour la taille des dessins

la représentation des fourmis par un tout petit dessin correspond à la vision qu'en ont les enfants et leur habitude de représenter les choses comme ils les voient. A partir de 8-9 ans, sans doute à cause de l'âge des enfants et de certains acquis de l'école au niveau des dessins, les enfants passent à un mode de représentation graphique différent et dessinent les fourmis en plus grand.

- pour la forme du corps

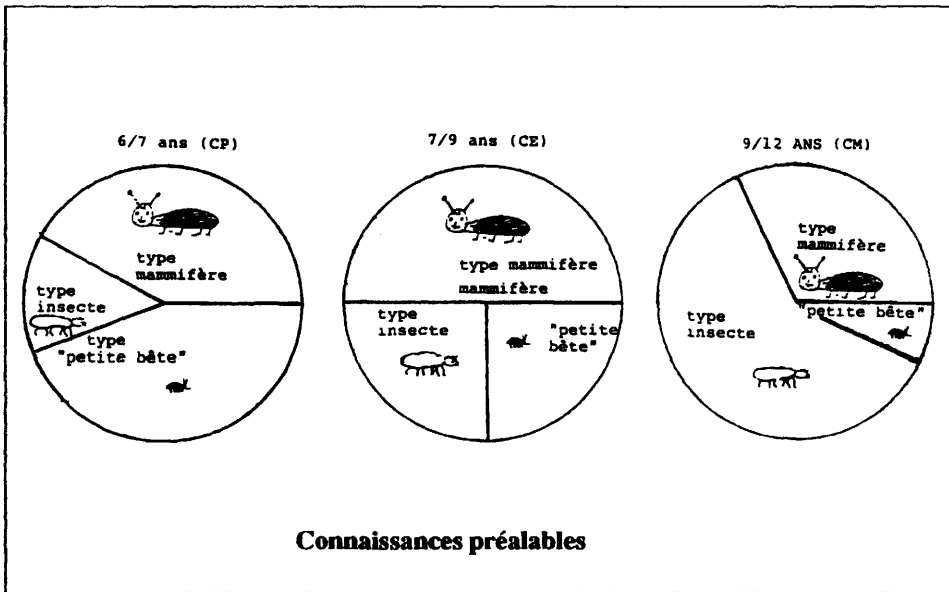
il reste très allongé pour les 6-8 ans (CP, CE), soit sous forme d'une seule partie (pas de tête distincte) (18 %), soit sous forme

de corps allongé et annelé comme celui d'une chenille (24 % en CP).

Cette interprétation diminue dès 9 ans (8 %) pour faire apparaître la tête de façon distincte (92 %).

• pour le nombre de pattes

il est élevé (plus de 8 pattes) pour les 6-8 ans (45 %). Il diminue vraiment à partir de 8 à 10 ans (18 %) au profit de la notion de trois paires de pattes pour les insectes dont le concept commence à prendre corps.



• Assimilation de la fourmi au schéma stéréotype du mammifère

Ce schéma représente les animaux les plus connus des enfants, comme nous l'a montré une enquête sur Minitel (jeu "zoologique" sur SEVIL, le serveur télématique de La Villette ; publication à venir).

Nous définirons ce stéréotype comme animal à quatre pattes, au corps présentant une tête différenciée. On retrouve cette association de caractères dans plus de 30 % de dessins d'enfants de 6 à 9 ans. De plus, ces dessins présentent alors presque toujours la bouche en trait, des petits yeux ronds.

Ce stéréotype diminue à 9-11 ans puisqu'il ne représente plus que 12 à 18 % des dessins.

A 9-10 ans (CM1) ce stéréotype de mammifère se mélange avec la notion de trois paires de pattes pour les insectes.

... pour les 7-9 ans (CE), un petit mammifère (à quatre pattes)

Ainsi, on retrouve le corps en deux parties dans 45 % des cas alors que seulement dans moins de la moitié des cas, on trouve les quatre pattes. L'autre moitié des dessins y a associé trois paires de pattes (critère retenu comme critère d'insecte) les enfants de ce groupe ayant déjà étudié un insecte.

- Assimilation des fourmis à des insectes

Les critères choisis ont été :

- . présence de trois paires de pattes,
- . corps en trois parties,
- . antennes.

Le caractère le plus connu est la présence de trois paires de pattes. Cette connaissance semble issue de l'enseignement dispensé en CE2. En effet, le taux d'enfants ayant représenté trois paires de pattes passe de 15-20 % à près de 50 % à partir du CE2 et, dans les classes supérieures, il monte à 60 %.

L'interrogatoire complémentaire a d'ailleurs montré que la grande majorité des enfants ayant représenté trois paires de pattes à 6 ans l'ont fait par hasard. Ainsi la première analyse la base de 20 % représente un seul correspondant au hasard du dessin pour ce critère et le complément un véritable acquis (comme l'interrogatoire l'a d'ailleurs montré chez les 9-11 ans).

Le corps dessiné en trois parties est un critère très peu maîtrisé des enfants : 10 à 20 % pour toutes les classes de 9-11 ans. L'entretien a d'ailleurs montré que les enfants n'en étaient pas certains et étaient prêts à le dessiner autrement.

Pour les antennes, 40 à 50 % des enfants en connaissent la présence, et cela dès 6 ans. 86 % des 10-11 ans (CM2) les dessinent.

La présence de mandibules est peu connue (même si elles ne sont pas nommées, elles sont dessinées) : 5 % des 6-8 ans et 10 % des 10-11 ans.

La connaissance des yeux à facettes reste l'exception même après 10 ans. Elle est totalement inconnue chez les plus jeunes. Il en est de même pour le positionnement des pattes sur le thorax.

Une représentation correspondant aux "fourmis ailées" se retrouve dans 7 à 10 % des cas.

- Evolution de ces représentations

La représentation première des enfants est, pour les fourmis, celle d'un animal allongé de toute petite taille (35 % chez les 6-7 ans). Elle est progressivement remplacée par celle du type "mammifère" (animal à quatre pattes avec le corps en deux parties avec tête séparée, yeux et bouche en fente), 43 % chez les 7-8 ans.

La morphologie des insectes n'est pratiquement pas connue avant 9-10 ans : 25 % (CM1) à 36 % (CM2) seulement des en-

... pour les 10/11 ans (CM) un insecte au corps de mammifère

fants connaissent la forme générale du corps, la présence de trois paires de pattes étant plus connue (50 à 60 %).

### 3.2. Connaissances préalables des enfants à propos des fourmis

- Ceux qui savent, ceux qui ne savent pas et ceux qui croient savoir !

A tous les niveaux étudiés, 30 à 36 % des enfants affirment ne rien savoir sur les fourmis.

Pour les autres, "**ceux qui savent**" ou "**croient savoir**", le nombre d'éléments connus est très variable : de 1 à 3,5 par enfant en moyenne, avec un maximum au niveau des CE1, ce qui tient sans doute au programme de sciences fait par les instituteurs : les enfants les plus jeunes (CP) sont particulièrement prudents quant à leurs affirmations (une affirmation en moyenne par enfant et 36 % d'enfants disent ne rien savoir).

Un certain nombre d'enfants dans chaque classe font des affirmations erronées, en particulier concernant la nourriture : beaucoup croient que les fourmis mangent des feuilles, des fleurs et même des vêtements. On peut penser qu'ils associent l'endroit où ils ont vu des fourmis et leur nourriture ; on les voit en particulier, souvent sur les feuilles et la plupart des enfants ignorent que c'est pour y "traire" des pucerons. Les autres erreurs concernent des idées reçues, comme "travailleuses", "gourmandes", "pas prêteuses". On retrouve ces idées reçues particulièrement à 8 ans (CE2), où elles semblent correspondre à la lecture de récitations et de textes littéraires sur les fourmis.

Dans leurs affirmations, la part d'anecdote personnelle est plus importante chez les jeunes enfants (16 % à 6 ans) ; elle constitue pour eux une part non négligeable de leurs connaissances disponibles sur le sujet.

Pour les autres, de 7 à 12 ans, elle se stabilise autour de 6 % et ne représente donc qu'une petite part des connaissances des enfants ; ceci ne veut pas forcément dire qu'ils ne font plus référence à ces sources mais simplement qu'ils sont davantage capables de s'en dégager pour exprimer des faits de façon moins sensible et plus rigoureuse.

beaucoup  
d'idées reçues et  
d'erreurs

• Que savent-ils ?

Nous avons regroupé leurs affirmations en plusieurs rubriques.

• L'habitat et la fourmilière

Les savoirs concernant l'habitat des fourmis représentent dans tous les cas un peu plus du tiers des affirmations des enfants (de 33 % à 44 %)<sup>4</sup>. Elles se réfèrent souvent à leur vécu personnel : "dans ma maison...".

peu de connaissances préalables

La fourmilière est présentée par les plus jeunes, 3-6 ans, comme la maison des fourmis alors qu'après 8 ans, les enfants ont une attitude plus rigoureuse : "elles vivent sous la terre..." ou "dans un trou".

• Les fonctions

La fonction de nutrition est celle qui intéresse le plus les enfants et celle qu'ils croient le mieux connaître.

La locomotion est peu citée et encore avec des erreurs : "les fourmis marchent lentement". La respiration ne l'est pas du tout. C'est, en effet, un concept abstrait pour les enfants avant 10-11 ans.

Quant à la reproduction, elle se résume à l'existence et dans certains cas, à la ponte des oeufs par la reine. Elle ne représente jamais plus de 8 % des affirmations (à 11 ans). Des enfants de 10-11 ans font parfois (4 %) aussi référence à l'existence de fourmis ailées dont ils ne connaissent d'ailleurs ni le rôle, ni le rapport avec les autres fourmis de la colonie.

Le taux de connaissance varie de façon aléatoire entre 6 et 12 ans de 30 à 60 %. Il est curieux de constater que dans tous les cas il correspond à 30 % de connaissances exactes. Les 20 % en plus chez les 7-9 ans correspondent en partie à une représentation erronée au sujet de l'alimentation des fourmis : "elles mangent des feuilles...", "elles font des trous dans les habits...", "on les voit manger les fleurs".

• La structure de la société des fourmis

Le taux de connaissance d'une terminologie propre aux individus constituant la société des fourmis varie entre 6 et 23 % de façon aléatoire d'une classe à l'autre .

(4) Ces pourcentages n'ont été utilisés que pour la clarté de l'exposé (cf 2.2.) Pour leur calcul, toutes les affirmations de l'ensemble de l'échantillon (250 enfants du CP au CM2, sauf indications contraires) ont été regroupées selon les catégories définies dans ce paragraphe ; le pourcentage est indiqué par rapport au nombre total de critères cités par l'ensemble des enfants.

Les indicateurs en sont les termes concernant les fonctions de certaines fourmis. Les enfants en citent seulement trois : reine, ouvrière, garde.

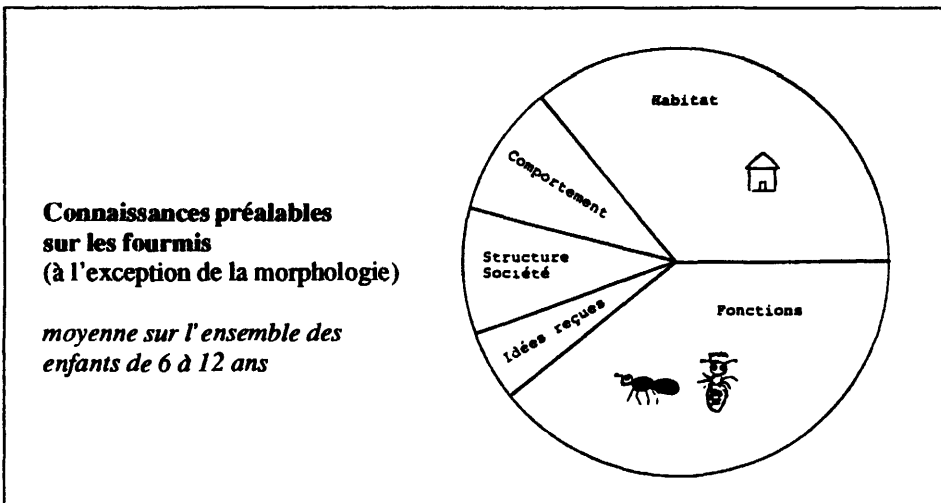
Des entretiens complémentaires ont montré une référence en particulier à certains dessins animés à la télévision, surtout chez les plus jeunes. Les CM2 (10-12 ans) semblent avoir une meilleure connaissance du rôle des individus.

• Les comportements

Les enfants ne connaissent pas du tout les comportements intra et extra-spécifiques des fourmis.

La seule connaissance est une généralisation de ce qu'ils savent ou ont vécu à propos des fourmis rouges c'est-à-dire qu'elles piquent : 10 % pour les enfants les plus jeunes (CP, CE1) et 6 à 7 % pour les enfants les plus jeunes (CP, CE1) et 6 à 7 % des plus âgés (CE2,CM).

Certains comportements cités sont, en fait, des idées reçues, séquelles de quelques récitations bien connues "travailleuses" "pas prêteuse". Seuls quelques 10-12 ans (9 %) ont des idées plus précises (communication, provisions, transport).



### 3.3. Analyse du questionnement des enfants

Cet aspect de l'enquête préliminaire pratiquée au niveau des enfants avant tout contact avec la fourmilière est fondamental par rapport à nos objectifs d'attitude. Il va nous servir de référence pour évaluer le taux de curiosité scientifique des enfants et leur capacité à s'étonner, à se poser des questions.

*Nous n'analyserons pas ici la motivation des questions des enfants : les ont-ils posées pour faire plaisir au maître, pour se faire valoir, par jeu ou par intérêt pour la question ?*

*Le contenu de leurs questions s'appuie sur leur vécu et leurs représentations antérieures, aucun support nouveau ni aucun dialogue n'étant intervenu.*

Nous distinguerons deux aspects du questionnement.

- Analyse de la forme du questionnement des enfants : comment se posent-ils leurs questions ?

Des publications récentes<sup>5</sup> ont analysé en détail cet aspect du sujet. Notre but n'est pas ici d'en faire un double. Il s'agit seulement de situer dans quelles habitudes, dans quelles méthodes d'enseignement s'inscrivent les enfants des classes test.

#### **Pourquoi ? Comment ?**

En effet, la question "pourquoi ?" est le plus souvent posée spontanément en particulier par les jeunes enfants. Dans une démarche scientifique, on tend à transformer et à faire reformuler le questionnement par une analyse qui conduit à passer du "pourquoi" au "comment".

Dans l'échantillon d'enfants étudié, nous notons un taux relativement élevé de questions relevant des "pourquoi" et "comment" confondus (39 à 49 %). Mais il est intéressant de noter une diminution régulière des "pourquoi" (de 39 % chez les 6-7 ans à 12 % chez les 10-12 ans) corrélative à une augmentation des "est-ce que". Les chiffres vont tous dans ce sens ; même si toutes les classes citées ne pratiquent pas des activités scientifiques, l'esprit d'analyse et la rigueur n'en semblent pas absents.

#### **Est-ce que ?**

On remarque une proportion constante (40 %) de questions du type "est-ce que" dans toutes les classes et quel que soit l'âge des enfants (36 à 42 %). Ces questions sont directement opératoires et pourront servir de base à une observation ou une recherche dès que les enfants seront en face de la fourmilière.

---

(5) GIORDAN A. Des représentations à la transposition didactique. Actes des 6e journées sur l'éducation scientifique. 1984.  
GIORDAN A., DE VECCHI G. Les origines du savoir. Delachaux et Niestlé. Neuchâtel. 1987.

du "pourquoi" ...

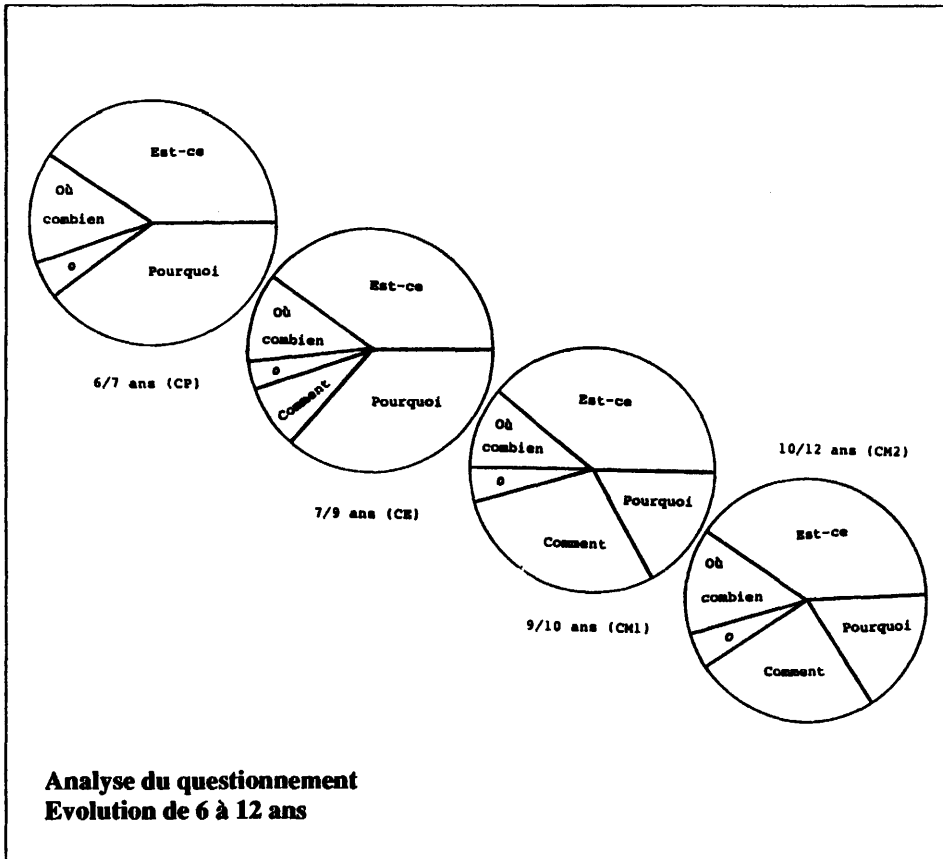
... au 'comment'

**Combien ? Où ?**

Les enfants les plus jeunes sont très intéressés par des questions de ce type (21 % en CP, 23 % en CP, 18 % en CE2 et CM1). Ce type de questionnement diminue vers 9 ans (10 % en CM1). Les jeunes enfants ont un engouement très fort pour les chiffres dont ils découvrent le maniement à 6-8 ans et posent souvent ces questions pour le plaisir : "combien y-a-t-il de fourmis ?" ; "combien de temps elles vivent ?" ; "combien de pattes ont-elles ?"...

Si ces questions sont motivées plus par un véritable intérêt que par le jeu des nombres, elles pourront souvent être directement opérationnelles par une observation directe, un comptage, une recherche spatiale de localisation d'une fourmi particulière, d'un lieu spécifique etc...

Autres questions : les affirmations déguisées et les questions qui ne relèvent pas directement de la typologie précédente restent l'exception (0 à 6 % maximum).





• Analyse du contenu des questions

Nous avons regroupé les questions selon les mêmes grands thèmes que pour l'analyse des affirmations : ces thèmes correspondent aux objectifs conceptuels que nous nous sommes fixés au départ.

**Morphologie**

Le taux de questions varie de 0 % à 6 ans à 10 % environ vers 10-12 ans avec un maximum au CE1 (8 ans) où 22 % des questions d'enfants relèvent de cette préoccupation. Ceci est à mettre en relation avec l'analyse des dessins où les enfants de ces classes de CE1 avaient une bonne approche du concept morphologique d'insecte, liée à des études dans l'année d'autres insectes.

**Espèces**

L'interrogation à propos des espèces de fourmis ne commence qu'à 9-10 ans (16 %).

**Où elles vivent : la fourmilière**

Cette préoccupation est souvent présente chez les 6-7 ans (14 %). Dans les autres classes (7 à 12 ans), elle représente seulement de 3 à 6 %. La fourmilière sera une vraie découverte pour eux.

Il faut noter que seuls les 6-7 ans ont représenté, à côté du dessin de fourmi, des éléments du milieu où elles vivent.

**Comment elles vivent**

Ces questions représentent 67 % chez les 6-7 ans et environ 50 % dans les autres classes, à l'exception des 10-12 ans où cette question n'intéresse que 26 % des enfants.

La principale question concerne en particulier la nourriture. Vient ensuite le sommeil, la question "dorment-elles" se retrouve dans le tiers des cas à 7-9 ans. Cette question de nature anthropomorphique (comme celle sur les métiers des fourmis que l'on trouve chez les enfants ayant plus de connaissances) est bien caractéristique de la pensée de l'enfant.<sup>6</sup>

Par contre, les enfants se posent peu de questions pour connaître le détail des activités des fourmis.

**Cycle de vie**

Cette question, peu présente à 6 ans (3 %), apparaît à partir de 7/8 ans et se maintient ensuite avec un taux voisin de 20 %.

les principales questions des enfants

comment vivent les fourmis ?

(6) PIAGET J. *La représentation du monde de l'enfant*. Paris. PUF. 1926.  
 PIAGET J. *L'explication des sciences*. Paris. Flammarion. 1973.  
 LAURENDEAU A., PINARD A. *La pensée causale*. Paris. PUF. 1962.

Les deux interrogations essentielles correspondent aux oeufs et surtout à la durée de vie.

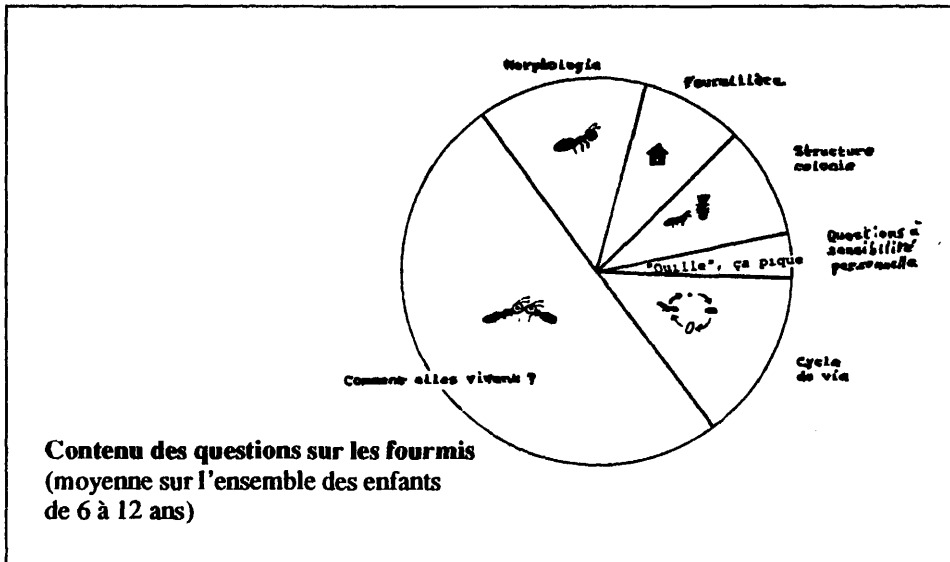
#### Structure de la colonie

Des interrogations à ce sujet débutent à 7-8 ans et se maintiennent dans les classes supérieures au taux de 8 à 10 %. On trouve encore un vif intérêt pour les nombres à 7-8 ans : "combien de fourmis... ?"

Les questions concernant la communication restent rares : "est-ce qu'elles parlent ?"

#### Méchantes/gentilles

Cette moralisation est le corrolaire de l'anthropomorphisme des enfants et diminue avec l'âge. Ce type de question est assez présent (14 %) en CP et diminue ensuite en-dessous de 5 %. Leur principal intérêt est : "font-elles mal ?", suivi de questions : "sont-elles gentilles ?".



## 4. ADAPTATION DES OBJECTIFS AUX REPRESENTATIONS

### 4.1. Les objectifs

- Les objectifs cognitifs

L'analyse précédente fait apparaître les principaux centres d'intérêt des enfants au sujet des fourmis. Ces centres d'intérêt se retrouvent aussi bien dans leurs affirmations que dans

...leur principal  
centre d'intérêt

leurs questions. On trouve une très nette convergence entre les thèmes des questions et des affirmations.

Les principaux centres d'intérêt sont, par ordre décroissant :

- comment elle vivent et, en particulier, ce qu'elles mangent,
- la morphologie des fourmis,
- la reine et les oeufs,
- la fourmilière.

Ces questions correspondent en grande partie aux objectifs que nous nous sommes fixés pour la création de la fourmilière.

• Les objectifs méthodologiques

des questions  
opératoires

Etant donné que 60 % des questions des enfants sont directement opératoires ("est-ce que, combien, où), on peut espérer que la simple mise en présence de la fourmilière, même sans mise en condition par l'enseignant, devrait aboutir à une véritable observation-recherche des enfants pour répondre aux questions qu'ils se posent.

Le passage des "pourquoi" au "comment" est un plus long apprentissage et nécessite la médiation d'un intervenant extérieur.

• Les objectifs d'attitude

assez peu de  
questions spon-  
tannées

Notre prétest va servir de référence pour tester la curiosité et la capacité des enfants à s'étonner et à se poser des questions. De plus, un tiers des enfants disent ne rien savoir sur les fourmis et ont donc tout à apprendre à ce sujet. Ils se posent assez peu de questions : une en moyenne par enfant, à l'exception des 7-9 ans qui sont plus inspirés (deux questions) à la suite des autres travaux qu'ils ont fait sur les insectes ce qui confirme que plus on a de connaissances sur le sujet, plus on se pose de questions.

Il est intéressant de noter que dans tous les cas le rapport du nombre de questions sur le nombre d'affirmations reste voisin de 0,6 quels que soient les enfants, leur âge et leur taux d'information sur le sujet. On note ici une bonne homogénéité. Ce taux est à comparer à celui trouvé après observation de la fourmilière afin de juger de son impact par rapport à cet objectif.

Nous n'avons pas analysé ici les réactions très complexes des enfants, de nature affective et fantasmagique autant que de nature intellectuelle<sup>7</sup>. Les fourmis portent certainement une part de craintes inconscientes ("est-ce qu'elles piquent ?") mais elles ont surtout un poids fantasmagique important : les enfants inventent volontiers beaucoup d'histoires fantastiques...

(7) ZLOTOWICZ M. Etude des peurs enfantines. *Bulletin de psychologie*. 1971. p. 336-345.

et les poètes aussi dans de nombreux contes et histoires enfantines.

Dans notre étude, nous nous sommes bornés à observer et constater qu'aucune réaction de rejet n'empêchait les enfants d'approcher des fourmis... bien au contraire.

#### 4.2. Présentation de prototypes de fourmillières

Les prototypes de fourmillières ont été présentés à un public d'élèves, et l'étude de ce paramètre "public" s'est appuyée sur des enquêtes auprès des enfants après présentation dans des écoles mais dans un contexte non contraignant (salle polyvalente, pendant les récréations). Son analyse a été effectuée par comparaison avec les représentations initiales des enfants. Pour 50 % du public concerné, il s'agissait d'évaluer leur impact auprès des mêmes enfants que ceux ayant effectué les prétest et de 50 % d'autres enfants avant implantation à la Cité des Sciences. Il fallait néanmoins réfléchir à différents facteurs.

- L'observation directe des fourmis

C'est la condition fondamentale de la présentation. Si le choix d'une espèce de fourmis de grande taille est nécessaire pour une bonne attractivité, il l'est aussi pour optimiser la visibilité.

S'il est alors facile de repérer les fourmis à l'oeil nu, il reste difficile d'observer les détails de leur comportement (ex : contacts antennaires, échanges de nourriture...)<sup>8</sup>

Il convient donc alors d'interposer entre fourmis et enfants un outil pour faciliter sa visibilité : la loupe. Dans ce cas la loupe n'intervient que pour répondre aux questions que se posent spontanément les enfants hors de l'observation directe.

- L'épaisseur du nid

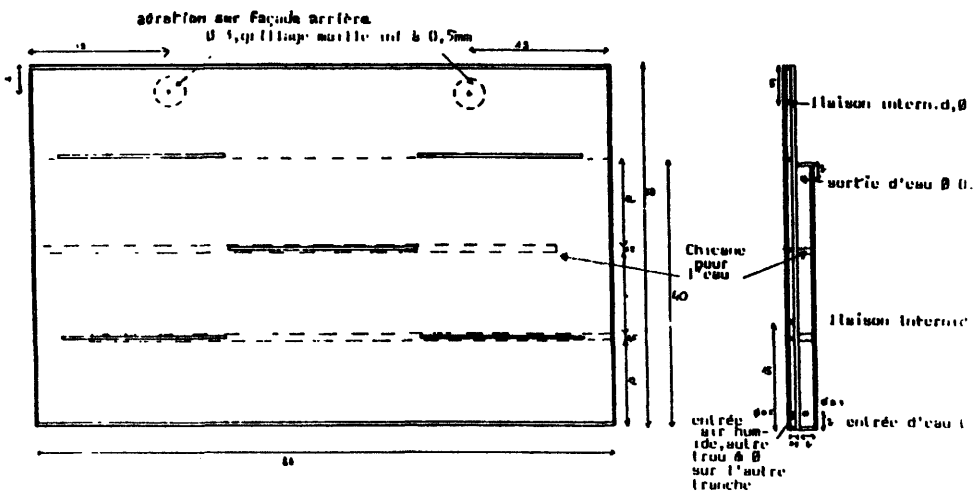
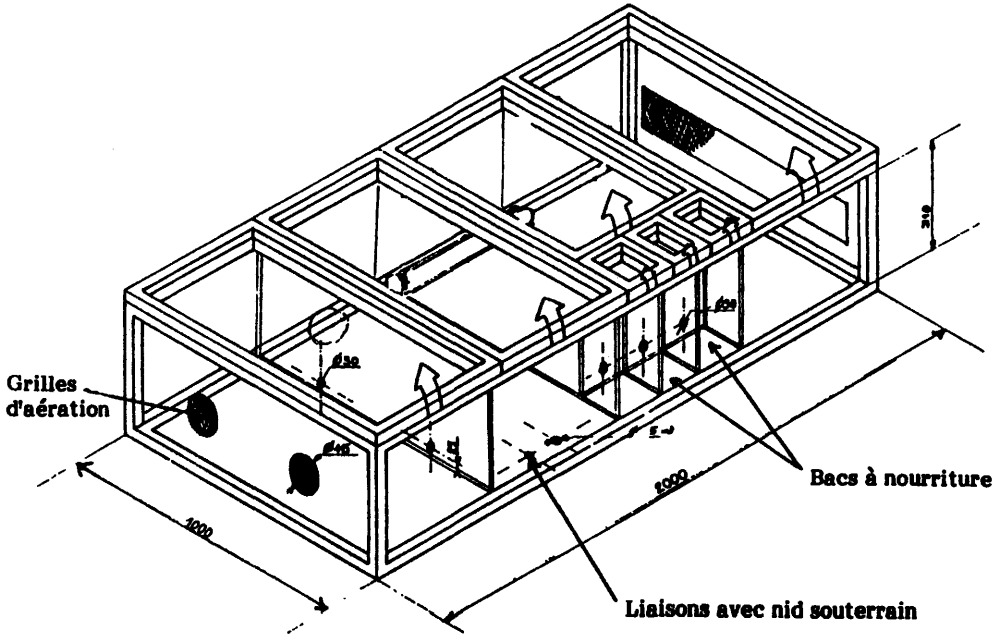
Le nid des fourmillières artificielles existantes était trop épais pour permettre une vision permanente de la reine et du couvain. Il fallait donc réduire son épaisseur. Nous avons créé un nid entre deux plaques de plexiglas disposées horizontalement. La taille d'un cocon de fourmis major pouvant atteindre 4,5 mm de circonférence, la dimension minimum était de 5 mm d'épaisseur entre les deux plaques de verres.

des enseignements pour une fourmière d'observation

...un nid de 5 mm d'épaisseurs

(8) PASSERA L. *L'organisation sociale des fourmis*. Bios. Université Paul Sabatier. Paris. Privat. 1984. RAMADE F. *Le peuple des fourmis*. Paris. PUF. 1972. CHERIX D. *Les fourmis des bois*. Lausanne. Payot. 1986.

PLAN DU "JARDIN DES FOURMIS"



Tous les trous Ø 0,5cm sont entendus Ø intérieur = 0,5 cm  
 Les trous d'arrivée et de sortie d'eau sont munis d'embouts  
 plastiques permettant un branchement facile de tuyaux souples.

SCHEMA DU NID DE FOURMIS

• Le nid vertical ou horizontal

La limitation de l'épaisseur à 5 mm pose un problème technique important : si l'on remplit l'espace avec du sable, lorsque les fourmis creusent leurs galeries, on s'expose à des éboulements permanents si le nid est en position verticale. Ce fait est accentué par la réaction spontanée des enfants qui tapent sur la vitre pour exciter les fourmis et les voir réagir.

Un nid horizontal résoud ce problème d'éboulement et est la solution techniquement la plus facile. Mais l'exposition d'un nid de ce type aux enfants de deux écoles a soulevé des problèmes de communication et de fausses représentations. En effet, dans les observations spontanées des enfants, comme d'ailleurs des adultes, on note dans plus de 35 % des cas des réflexions du type "ça ne paraît pas naturel", et dans 30 % des cas des questions du type : "est-ce que leur nid s'étend à plat, juste sous le sol, dans la nature ?", voire de fausses représentations (10 %) : "elles vivent sur le sol (dans la nature)". Cette réflexion repose sur le fait que la structure horizontale ne donne pas l'idée d'enfoncement des galeries dans le sol.

Cette présentation provoquait deux attitudes contradictoires : fausse représentation de la structure du nid dans la nature ou rejet de cette présentation comme trop artificielle.

Cette analyse des réflexions des enfants nous a donc conduit à rechercher une structure verticale correspondant mieux à l'idée de coupe du sol.

• Le choix des matériaux de l'intérieur du nid

Le principal problème dans un nid vertical de 5 mm d'épaisseur avec des galeries creusées dans de la terre est le danger d'éboulement ensevelissant les fourmis. Ce fait nous a conduit à rechercher une autre structuration du nid en utilisant de la mousse mélangée à la terre afin de limiter les éboulements.

• Un nid extra-mince pour optimiser la visibilité

Un point essentiel du message à faire passer était de faire observer tout ce qui se passe dans la partie cachée de la fourmilière. La solution technique a consisté à réaliser un nid extra-mince. En effet, la comparaison des observations sur des fourmilières de type épais et extra-mince est très caractéristique à cet égard.

...un nid vertical pour ne pas induire d'idées fausses

... un nid extra-mince pour tout observer

OBSERVATION DE	DANS FOURMILIERE EPAISSE (100 mm)	DANS FOURMILIERE EXTRA MINCE (5 MM)
Reine	0	66 %
Oeufs	0	42 %
Larves	0	8 %
Cocons	42 %	92 %
Echanges entre fourmis	6 %	24 %

Test sur 122 enfants (6 à 11 ans) sans consignes particulières.  
 Colonie de fourmis rousses des bois.

Ce résultat était d'ailleurs prévisible étant donné que dans la fourmière épaisse les fourmis déplacent les cocons qui auraient pu se trouver visibles dès que l'on écarte le papier noir collé sur la vitre. La lumière les fait alors fuir rapidement vers l'intérieur. Il devient alors impossible de proposer une vision continue de ce qui se passe sous la terre. Seule la création d'un nid extra-mince permet de résoudre ce problème de visibilité mais il introduit bien des difficultés.

### EVOLUTION DE LA TYPOLOGIE DES DESSINS DE FOURMIS

	6/9 ANS	9/12 ANS
REPRESENTATIONS SPONTANÉES		
OBSERVATION DIRECTE DE FOURMIS		
OBSERVATION AVEC LOUPE		

1 : type "petite bête" 2 : type "mammifère" 3 : type "insecte"

## 5. EVOLUTION DES REPRESENTATIONS

L'analyse des représentations des enfants à partir de la présentation du prototype de fourmilière extra-plate dépend de la présence de consignes, de signalétique ou d'animation. Nous ne nous référons ici qu'à l'analyse des réactions des enfants en face de la fourmilière sans aucune consigne ni élément annexe. Les résultats par rapport aux objectifs de départ mettent en évidence les acquis suivants.

### 5.1. Par rapport à l'observation

La présence de loupe provoque une observation plus fine. En effet, par rapport aux représentations spontanées (cf. paragraphe 3), sans loupe, on observe :

	<table border="1"> <thead> <tr> <th>ENFANTS 6/9 ANS (CP/CE)</th> <th>ENFANTS 9/12 ANS (CM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>80 % type "mammifère" 8 % "petite bête" 12 % type "insecte"</td> <td>70 % type "insecte" 28 % type "mammifère" 2 % type "petite bête"</td> </tr> </tbody> </table>	ENFANTS 6/9 ANS (CP/CE)	ENFANTS 9/12 ANS (CM)	80 % type "mammifère" 8 % "petite bête" 12 % type "insecte"	70 % type "insecte" 28 % type "mammifère" 2 % type "petite bête"
ENFANTS 6/9 ANS (CP/CE)	ENFANTS 9/12 ANS (CM)				
80 % type "mammifère" 8 % "petite bête" 12 % type "insecte"	70 % type "insecte" 28 % type "mammifère" 2 % type "petite bête"				
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>chez les 6/9 ans (CP/CE)</th> <th>chez les 9/12 ans (CM)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>70 % type "insecte" 28 % type "mammifère" 2 % type "petite bête"</td> <td>80 % type "insecte" 20 % type "mammifère" 0 % type "petite bête"</td> </tr> </tbody> </table>	chez les 6/9 ans (CP/CE)	chez les 9/12 ans (CM)	70 % type "insecte" 28 % type "mammifère" 2 % type "petite bête"	80 % type "insecte" 20 % type "mammifère" 0 % type "petite bête"
chez les 6/9 ans (CP/CE)	chez les 9/12 ans (CM)				
70 % type "insecte" 28 % type "mammifère" 2 % type "petite bête"	80 % type "insecte" 20 % type "mammifère" 0 % type "petite bête"				
sans loupe					
avec loupe					

une nette évolution des représentations morphologiques

Dans tous les cas, notre incitation à l'observation par la présentation d'une fourmilière semble porter ses fruits. L'adjonction de loupes sur la manipulation est indispensable pour une observation précise. En effet, la proportion d'enfants représentant les fourmis comme des insectes à trois paires de pattes et avec le corps en trois parties est multipliée par 7 au CP-CE et doublée au CM.

### 5.2. La découverte de la fourmilière souterraine

La proportion d'enfants soupçonnant la vie souterraine des fourmis varie selon les types de présentation.













Au départ, un quart des enfants environ pense que les fourmis vivent sous la terre. Après la présentation de la fourmilière épaisse creusée dans la terre entre deux plaques de verre, cette proportion passe à trois quart.



des connaissances qui s'arrêtent à l'entrée sous la terre...

Par contre, pour les prototypes extraplats horizontaux ou en matériau synthétique, cette affirmation n'est que de 30 à 40 %. Seule, la présentation verticale avec de la terre entre les deux plaques de verre permet de faire percevoir ce phénomène à 90 % (lors des tests de prototypes).

### EVOLUTION DES TYPES DE CONNAISSANCE DES ENFANTS (moyenne sur 250 enfants de 6 à 12 ans)

	CONNAISSANCES PREALABLES	APRES OBSERVATION LIBRE DE FOURMILIERE EPAISSE	APRES OBSERVATION LIBRE DE FOURMILIERE EXTRA-PLATE
<u>nutrition</u>	 37 %	 95 %	 92 %
<u>reproduction et cycle de vie</u> (oeufs, ouvrières, nourrices, gardes...)	 20 %	 36 %	 92 %
<u>Structure de la société</u> (reine, ouvrières, nourrices, gardes...)	 12 %	 35 %	 62 %
<u>comportement</u> (transport de charges, communication...)	 10 %	 26 %	 56 %

### 5.3. La découverte de la société des fourmis et de leur vie cachée

C'est l'objectif prioritaire du projet de présentation de la fourmière. L'analyse des connaissances des enfants en fonction des prototypes présentés donne les résultats indiqués sur le tableau ci-contre. Dans chaque cas, on considère que le critère est validé si au moins un des éléments écrit entre parenthèses est cité.

à la découverte  
de la vie soufer-  
raïne de la colo-  
nie des fourmis

Alors que la nutrition est repérée quel que soit le prototype, la découverte de la structure de la société, du comportement et du couvain évoluent en fonction du type de présentation. Le résultat est particulièrement net pour l'observation du couvain qui est peu visible sur la fourmilière épaisse dont la paroi vitrée est restée assez longtemps exposée à la lumière à cause du nombre d'enfants voulant la regarder. Par contre, le couvain est parfaitement visible et est observé par 9 enfants sur 10 dans la fourmilière extra- plate, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y a pas confusion entre oeufs et cocons par exemple.

#### 5.4. Evolution de la formulation du message

trouver des outils  
pour améliorer  
l'observation

Dans toute la phase de préexpérimentation, le message prioritaire n'a pas été modifié en fonction des réactions du public. En revanche des solutions techniques ont dû être trouvées pour améliorer la communication (loupes, nid extra-plat). L'étude détaillée des résultats laisse apparaître des zones d'ombre dans les observations des enfants. Citons les principales :

- morphologie des fourmis : un tiers des enfants de 6 à 9 ans n'a pas repéré les trois paires de pattes et le corps en trois parties ;
- couvain : 90 % des enfants confondent oeufs et cocons et 96 % n'ont pas observé les larves ;
- la reine : si plus de la moitié des enfants ont cherché une reine, moins de 10 % l'ont vraiment observée ;
- structure de la société : 40 % des enfants n'ont pas signalé différents types d'individus ;
- comportement : les contacts antennaires ne sont observés que par 26 % des enfants.

Nous pensons qu'ils est possible d'améliorer ces résultats par des questions (type "avis de recherche") et un graphisme associé à la présentation. Ce travail a été réalisé sur l'élément définitif pour des raisons de délais à respecter, même si des essais avaient déjà été réalisés. Nous ne pouvons pas modifier sur ces points le message mais infléchir les observations des enfants par l'environnement graphique.

#### CONCLUSION

Cette analyse des représentations des enfants a permis de définir le cadre de référence du public : comment les enfants de 6 à 12 ans se représentent-ils les fourmis, où s'arrêtent leurs connaissances.

UNE FOURMI  
(élève de 10 ans)

avant

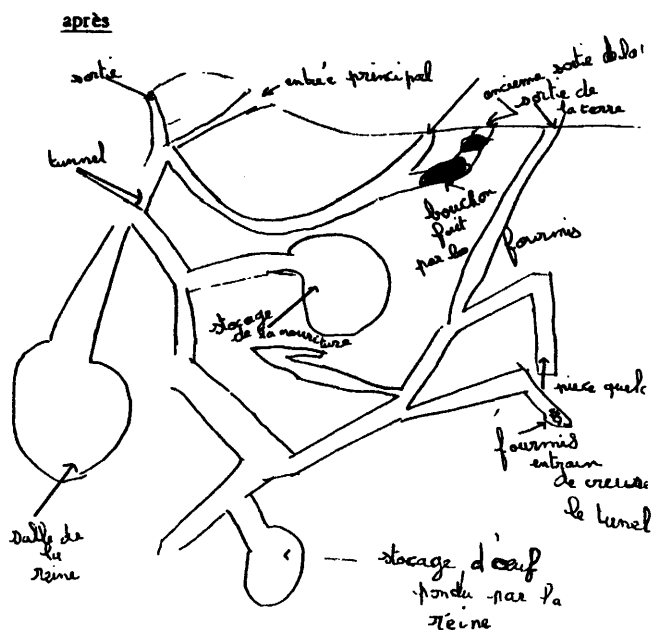
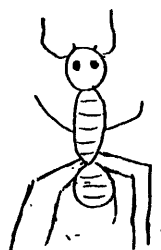


DESSIN D'UNE FOURMILIERE  
(élève de 10 ans)

après



après



**Evolution des dessins après visite de la fourmilière**

Cette étude a montré l'intérêt de la connaissance de ces représentations pour la conception d'un élément d'exposition. Ainsi seule cette étude préalable pouvait faire apparaître la nécessité de présenter en position verticale un nid extra plat.

de le remplir de terre plutôt que de matériau synthétique. De même la structuration architecturale a été induite par ces test de prototypes. Cette étude des conceptions d'enfants a donc eu un rôle essentiel pour la fabrication d'un objet muséologique répondant à la fois aux objectifs visés et à leur appropriation par le public. Elle a aussi permis de montrer que la vision concrète, et induite par un élément de présentation approprié, d'une société de fourmis pouvait à elle seule faire évoluer les conceptions des enfants en suscitant leur curiosité scientifique et en induisant un certain nombre de découvertes. Une phase complémentaire de ce travail analysera comment et quelles types d'interventions complémentaires peuvent faire passer de ces observations à un concept plus structuré.

Jack GUICHARD

Département Jeunesse, Cité des Sciences  
et de l'Industrie,  
Ecole Normale, Paris

