

QUELQUES QUESTIONS SUR L'ÉCRITURE ET LA SCIENCE : UNE VUE PERSONNELLE D'OUTRE-MANCHE ⁽¹⁾

Clive SUTTON
Leicester University School of Education

Résumé : Je propose quatre questions ayant trait aux objectifs de l'écriture dans le domaine scientifique, et aux différentes formes sous lesquelles elle peut se présenter. Dans l'analyse de ces questions, liée au contexte britannique, je souhaite démontrer que des idées reçues sur le langage écrit peuvent comporter des hypothèses non-examinées sur la science en tant qu'activité humaine. Je soulignerai le contraste entre le langage utilisé de manière intentionnelle comme « **système interprétatif** » afin de générer une compréhension nouvelle, et le langage devenu un simple « **système d'étiquetage** » servant à transmettre des informations établies.

INTRODUCTION

Pour ce numéro de *Repères*, je propose un certain nombre de questions à débattre au sein d'un groupe d'enseignants. Elles peuvent également être exploitées par des groupes de travail d'enseignants et d'élèves. Leur tonalité peut paraître anglophone : cela est dû à un remaniement des croyances sur le langage scientifique qui nous semble nécessaire à l'époque actuelle. Le lecteur peut juger par lui-même de leur degré de mise en pratique dans un contexte culturel différent. Dans les écoles britanniques, où l'écriture dans l'enseignement scientifique est principalement associée aux travaux pratiques, nous devons aujourd'hui nous demander pourquoi l'écriture ne portant pas sur des expériences a été négligée. Dans un cas extrême, est-ce que les élèves peuvent mettre en pratique un débat d'idées par écrit plutôt que de rédiger un compte-rendu sur les résultats d'une expérience ? Cette question se pose certainement de façon moins urgente dans les écoles françaises où il existe une forte tradition pour le débat d'idées.

Dans le commentaire de ces questions, j'espère démontrer la pertinence d'études récentes sur l'histoire de la science. Celles-ci ont jeté un doute sur des réponses qui autrefois semblaient « évidentes ». Elles nous permettent de nous apercevoir que les idées sur le travail écrit, avancées par certains, contiennent souvent des suppositions non-discutées sur le statut de la connaissance scientifique et sur la façon dont les scientifiques travaillent.

Voici donc les questions. Avant d'aller plus loin, peut-être souhaitez-vous noter quelques points qui vous semblent importants. Vous pouvez également réfléchir aux réponses qui pourraient être avancées par vos élèves.

1. Quels sont les buts de l'écriture pour les scientifiques ?
2. Est-il important d'écrire de façon impersonnelle ?
3. Quels sont les objectifs du travail écrit pour les élèves en classe de science ?
4. Devrions-nous considérer l'écriture en classe de science comme étant fondamentalement différente de celle des autres matières ?

1. QUELS SONT LES BUTS DE L'ÉCRITURE POUR LES SCIENTIFIQUES ?

Cette question est à la fois la première et la plus importante, car c'est en changeant la perception de la façon dont les scientifiques utilisent l'écriture que nous pourrions éventuellement dégager de nouveaux principes d'action pour les écoles.

1.1. Dans l'imaginaire collectif

Dans l'imaginaire collectif en Grande-Bretagne, on associe principalement « l'écriture scientifique » à l'effort de donner une description objective, et de refréner son opinion et son engagement personnel. Les scientifiques sont perçus comme **faisant l'enregistrement attentif** de leurs observations, **rapportant** les faits, et décrivant le fonctionnement des choses dans la Nature. Cette tradition, qui remonte au dix-septième siècle, provient des vœux d'utilisation d'un langage simple et direct tels qu'ils furent exprimés vers 1660 lors de la fondation de la Royal Society. On considérait comme très importante la conception d'un ensemble d'idéaux sur l'art d'écrire, et les désirs de cette époque continuent de façonner les croyances actuelles concernant le langage dans la science (Sutton 1994).

1.2. En réalité

Toutefois, ce que les scientifiques écrivent réellement est assez différent, et il existe aujourd'hui une bibliographie croissante sur l'étude approfondie de leurs publications couvrant une période d'environ trois cents ans (voir Shapin et Schaffer 1985, Bazerman 1988, Myers 1990, Dear 1991). Bien loin de confirmer l'image « d'enregistrement et de description », ces études montrent une situation bien plus complexe. Premièrement, ce qu'un scientifique est capable de noter et de décrire n'est pas indépendant de la langue disponible. Deuxièmement, plusieurs types d'écriture existent à différentes étapes du travail scientifique, et la forme de l'écriture est adaptée aux besoins d'un ensemble de

finalités plus vaste que le « simple » rapport. Parmi ces fins, on peut mentionner les suivantes :

1. trouver une nouvelle façon de penser concernant une question,
2. persuader les autres de sa valeur,
3. objectiver et cristalliser les concepts pertinents de façon à ce qu'ils puissent être considérés comme admis lors de recherches ultérieures.

Une fois que la branche de la science est arrivée à maturité au point que des traités, des manuels existent, nous pouvons ajouter :

4. transmettre le nouveau savoir, c'est-à-dire le consensus établi sur ce qui est connu et admis, et
5. conserver ces idées dans un état relativement incontesté, de façon à ce que les développements futurs ne soient pas inhibés par une constante rejustification des principes fondamentaux (voir Latour 1987).

1.3. Des interrogations initiales à l'information du public

Une autre façon d'expliquer ceci est de dire que les scientifiques passent graduellement de la **réflexion à voix haute** sur les possibles, au fait d'en **persuader les autres**, pour finir par **informer** le public sur les résultats de leurs idées, expériences et débats antérieurs. Dans cette série d'événements, la voix personnelle de l'auteur qui a mis en avant une idée se perd graduellement, laissant la place à des affirmations impersonnelles et détachées qui sont plus catégoriques dans leur ton que lors des étapes initiales. Ce qui est du domaine de la tentative diminue, alors que ce qui est catégorique s'accroît (voir des exemples dans la figure 1).

Si nous examinons plus en détail la transition entre **penser avec un nouveau langage, persuader, puis informer**, des compléments sont nécessaires pour une compréhension moderne de la nature de la science.

1. Mieux apprécier le rôle du langage figuratif, pas en tant que « l'opposé » douteux de la description littérale, mais en tant que point de départ de l'imagination scientifique (voir Sutton 1993).
2. Avoir conscience de l'importance des revues et des sociétés scientifiques dans le façonnement ce qui devient accepté comme savoir commun.
3. Voir comment de nouvelles structures grammaticales aident au développement de la science. Par exemple, une nouvelle expression telle que « capacité thermique spécifique » crée un nouvel objet d'étude pour la communauté scientifique (ce thème est développé en détail par Michael Halliday qui soutient que pour comprendre ce qui se passe dans le monde de la science, il est nécessaire d'examiner ce qui se passe dans le monde de la grammaire. (Voir Halliday et Martin 1993).

Actuellement, ces aspects ne sont pas bien pris en compte dans l'enseignement. On enseigne aux enfants beaucoup plus de choses sur ce que font les scientifiques dans leurs laboratoires que sur ce qu'ils font quand ils débattent et écrivent en tant que membres de sociétés savantes.

Figure 1 : Le langage à différentes étapes du développement dans le domaine de la recherche

<ul style="list-style-type: none"> • Pour commencer, nous avons un langage indécis, qui est clairement le produit d'une personne qui dit : « Je pense que... », ou « Il me semble que... » • Le langage est analogique ou métaphorique : « Ceci ressemble à... » ou « C'est comme si... » ou « On peut voir ceci comme... » • On entend le scientifique qui LUTTE pour comprendre de ce qui se passe. Il veut PERSUADER les autres d'un nouveau point de vue, et il essaie d'élaborer une nouvelle école de pensées. • Le langage est utilisé en tant que système pour INTERPRÉTER et donner un sens à une expérience nouvelle. 	<p><i>I began to think whether there might not be a motion, as it were, in a circle... William Harvey sur le sang, 1628.</i></p> <p><i>Of the structure of the elastical particles of air, diverse conceptions may be framed, for one may think them to be like the springs of watches... (or) like a lock or parcel of curled hairs of wool...(or... etc)... Yet heat, that is a kind of motion, may make the agitated particles strive to recede further and further... Robert Boyle, sur l'air, 1670, étude plus approfondie dans Sutton 1996.</i></p> <p><i>Il est difficile de concevoir ces phénomènes sans admettre qu'ils sont l'effet d'une substance réelle et matérielle... Lavoisier parlant de la chaleur et du changement d'état, 1789. Un extrait plus long est cité dans cet article.</i></p>
<ul style="list-style-type: none"> • Plus tard, nous avons des assertions plus catégoriques, détachées d'une quelconque pensée personnelle, et énoncées comme savoir universel incontestable. • Le langage apparaît alors direct et littéral "Ce sont les faits... C'est comme ceci..." • L'accent est mis sur la dénomination ou L'ÉTIQUETAGE des <u>choses</u> et des nouveaux concepts abstraits traités presque comme des « choses » et qui sont concrétisés par des noms ou des locutions telles que « <i>capacité thermique spécifique</i> ». • Le langage est utilisé principalement pour TRANSMETTRE une information établie. 	<p><i>Les artères se ramifient dans de petits vaisseaux appelés capillaires...</i></p> <p><i>Les molécules de l'air sont en mouvement constant...</i></p> <p><i>Des substances différentes ont des capacités thermiques spécifiques différentes...</i></p> <p><i>Sous l'influence de la force gravitationnelle, les planètes se déplacent en orbites elliptiques ...</i></p> <p><i>Les métaux se déchargent à la cathode ...</i></p>

2. EST-IL IMPORTANT D'ÉCRIRE DE FAÇON IMPERSONNELLE ?

2.1. L'auteur soutient une idée

Dans les revues scientifiques modernes, malgré les recommandations conventionnelles des rédacteurs visant l'usage de la troisième personne et de la construction passive, il n'est pas difficile de détecter la voix de l'auteur ou des auteurs. Les lecteurs d'un article sont en général un petit nombre de scientifiques effectuant des recherches dans le même domaine. Ainsi, lorsqu'ils lisent l'article, ils ne doutent pas une seule seconde que l'auteur ou le collectif **soutient telle idée**. Ceci est mis en évidence par l'emploi d'expressions qui tendent à localiser le résultat des travaux au sein d'un ensemble croissant de connaissances déjà admises, en se retranchant derrière des expressions telles que « il apparaît que » (Myers 1990). On observe l'usage de pronoms personnels dans la part la plus nouvelle de ce que les auteurs avancent, bien que leur style soit beaucoup plus catégorique dans d'autres parties de l'article.

L'article de recherche représente un genre spécifique d'écriture qui a évolué sur une période d'environ trois cents ans. Ces changements sont largement recensés par Bazerman (1988). L'une des tendances de cette période a été le désaveu marqué de toute voix personnelle dans les parties que nous appelons aujourd'hui les sections Méthodes et Résultats. L'auteur est à même de circonvenir les rejets en suggérant que « ce n'est pas moi qui dit cela, mais mes instruments » (Myers 1990). Au sein des premières sociétés savantes, cela put avoir la fonction utile de faciliter le contrôle de la controverse et de la maintenir dans des limites raisonnables. Très tôt dans leur histoire, les sociétés savantes développèrent des usages visant à ce que les discussions ne s'enveniment pas en séparant les contestations des travaux d'un des membres en plusieurs parties. Par exemple, la fiabilité des appareils du scientifique ou des procédures employées pouvait être questionnée sans remise en cause fondamentale de son système de pensée.

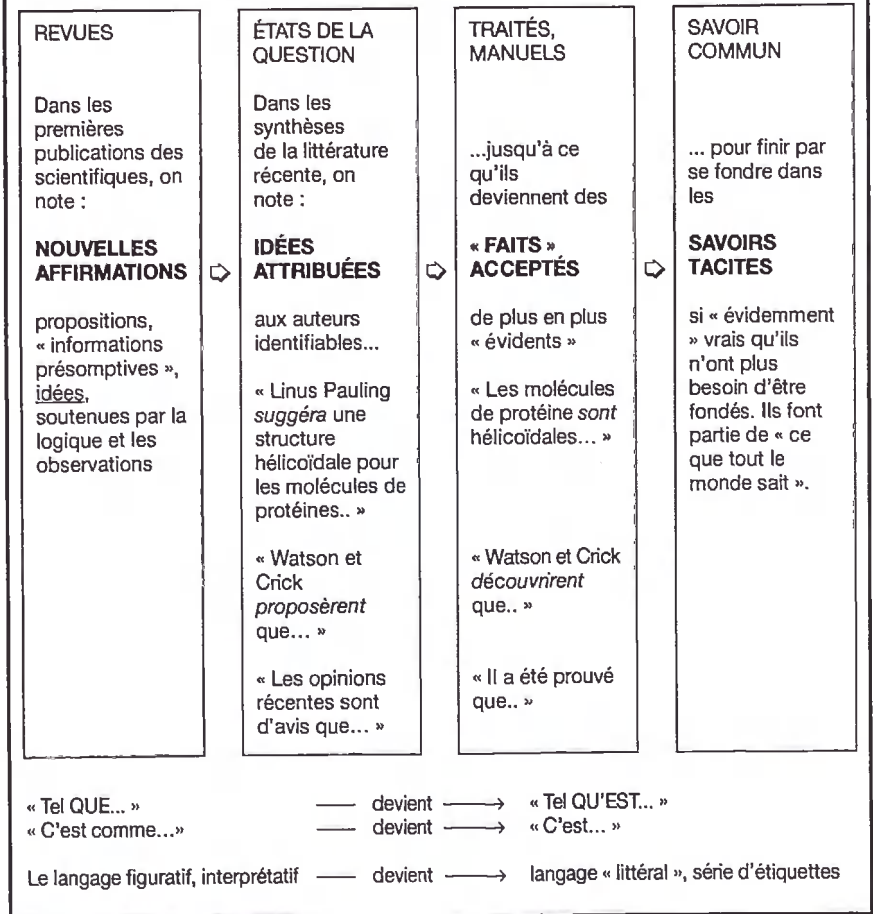
2.2. La séquence des publications successives

Écrire quelque chose comme « La température a été relevée à certains intervalles et les résultats sont présentés dans le tableau suivant » invite très certainement à l'acceptation de cette partie du propos de l'auteur comme un « état de fait ». Cependant, le champ principal de l'établissement de nouveaux faits scientifiques ne se trouve pas dans les rapports de recherche initiaux, mais dans ce qu'il leur advient par la suite. C'est un point qui a été fortement développé par Bruno Latour (1987). Afin de le comprendre, il est nécessaire de se pencher sur la série des différents types de publications qui accompagnent le processus de l'examen minutieux des nouvelles propositions au sein de la communauté scientifique. Certaines de ces propositions survivent au processus et sont de plus en plus citées pour finir par être incorporées dans une structure générale de pensée qui peut constituer une base pour des recherches ultérieures. Fleck (1935/1978) a tracé le processus au travers de la séquence :

REVUE → **ÉTAT DE LA QUESTION** → **TRAITÉ, MANUEL**
(synthèse de la littérature récente)

C'est au long cette séquence de publications successives de plus en plus affirmatives, qu'on note une dépersonnalisation des plus significatives. Des affirmations qui étaient au premier abord contestables et discutables perdent graduellement ces caractères, et de non-contestées passent à un stade où elles ne sont même plus attribuées à un individu. L'action humaine est tue et il semble que ces affirmations se contentent « d'être ». Nous oublions qu'elles ont nécessité une forte dose d'effort humain dans la lutte pour interpréter et comprendre. Ce processus est résumé schématiquement dans la figure 2.

Figure 2 : Changements dans le langage et dans le statut du savoir lorsqu'un champ scientifique s'affirme et que les hypothèses se transforment en faits affirmés



2.3. Le langage finit par taire l'activité humaine

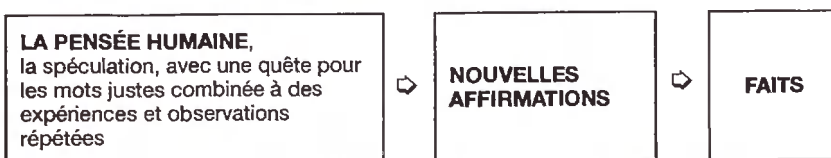
La dépersonnalisation fondamentale ne réside pas tant dans les caractéristiques grammaticales, telles que l'emploi de la troisième personne ou de la voix passive, que dans la représentation du nouveau savoir comme existant « en soi » plutôt que résultat d'un effort humain. On lit : « Les galaxies s'éloignent les unes des autres » en lieu et place du récit plus exact mais plus long : « Les scientifiques ont lutté pour comprendre et interpréter ce qu'ils voient dans leurs télescopes et spectroscopes, et sont arrivés à la conclusion que certaines des "voies lactées" (galaktika) qu'ils observent sont en fait des ensembles organisés d'étoiles, qui (probablement) s'éloignent les unes des autres ».

« L'air est un mélange de deux gaz : azote et oxygène » lit-on dans les manuels. On nous donne un résumé de ce qui n'est plus sujet de débat entre les scientifiques, mais ce dernier omet de remarquer que les mots « mélange », « gaz », « azote », « oxygène » ont tous été inventés par des scientifiques, avec des significations qui n'ont été atteintes qu'après d'intenses efforts d'interprétation et une controverse considérable.

Ceux qui travaillent dans le domaine scientifique savent combien même les affirmations considérées comme les plus évidentes ont impliqué d'efforts humains et de débats. Mais pour le non-initié, ces affirmations apparaissent en tant que résultante directe de la Nature plutôt qu'un ensemble d'idées développées par des hommes. Ainsi, nous sommes dans la situation délicate suivante : le langage, par lequel les produits de la science sont exprimés, donne facilement une impression très erronée de la façon dont les scientifiques travaillent ainsi que du statut du savoir qu'ils produisent. Jay Lemke (1990) pense que ceci est l'une des causes de l'aliénation par rapport à la science de ceux qui n'y trouvent aucun intérêt personnel ni humain. Le langage universel développé fait que le savoir scientifique se tient « en dehors du champ de l'expérience humaine, au lieu d'en être une partie spécialisée » (Lemke 1990, page 134).

2.4. Une fausse idée de la science chez les élèves...

La question de savoir s'il est important d'écrire de façon impersonnelle est donc complexe. Détacher les idées de la personne particulière qui les a mises en avant la première est quelque chose qui ne peut être évité dans l'établissement d'un nouveau savoir admis par accord consensuel. Cependant, si nous transmettons le savoir sous cette forme, nous risquons de présenter une fausse image de la science et des scientifiques. Si on ne présente aux élèves que les produits finis de la science, ils se font très facilement une idée simpliste de la science en tant que processus d'accumulation de faits qui ne soulèvent aucun problème. Driver et al. (1993, 1996) ont montré que nombres d'entre eux ont exactement cette impression, schématisée dans la Figure 3 en 1.

Figure 3 : Deux idées sur un fait scientifique**1. Vue du « sens commun » (les faits en tant que point de départ, prêts à être découverts)****2. Vue alternative (les faits en tant que produits finis de la science)****2.5. ... et une fausse idée du langage**

La vue « du sens commun » de faits collectés incorpore ce que Nadeau et Desautels (1984) appellent « réalisme naïf » et « empirisme béat ». Elle est une combinaison d'une idée trop simple de la science et d'une idée trop simple du langage, et ne reconnaît pas le problème qu'a le scientifique pour **décider** de ce qui a le plus de signification ou pour **choisir** la façon de dire quelque chose d'utile sur ce sujet. Cette vue perpétue l'idée de l'écriture scientifique en tant que « rapport » ou simple « description ».

Une autre difficulté est que les élèves finissent par associer l'écriture scientifique à la transmission de faits plutôt qu'à la discussion d'idées et à la manière de traiter le débat et la controverse. Ceci est également une représentation erronée très grave en ce que la science inclut une controverse intense sur ce qui doit être pris comme factuel.

Si l'on veut que les élèves acquièrent une compréhension plus riche de la nature de la science, les enseignants et les auteurs de manuels doivent, selon moi, redonner une voix humaine là où cela est possible et reconnecter le savoir impersonnel aux êtres humains qui l'ont établi. Si l'expression de l'opinion humaine et la discussion d'interprétations alternatives ne leur sont pas exemplifiées, il est possible que les élèves ne prennent que très peu conscience de ce que le langage peut être utilisé pour dégager de nouvelles idées et persuader autrui de leur valeur.

Une façon de démontrer par l'exemple de telles utilisations est de remonter au commencement d'une nouvelle idée ou même au début d'idées qui ne sont plus la version « officielle » telle qu'acceptée par la science moderne. Dans la Figure 4, par exemple, on lit Lavoisier réfléchissant, essayant de persuader le lecteur du caractère raisonnable et utile d'une idée particulière (utile à l'époque mais abandonnée par la suite). Il nous invite à penser avec lui, pas seulement à

recevoir l'information. Notez le ton personnel ainsi que la rétion du caractère indécis de la pensée à la fin du passage. Devons-nous considérer le « calorique » comme matière réelle ou non ?

Document 4 : Traité Élémentaire de Chimie 1789, par Lavoisier
(extrait du premier chapitre)

On en peut dire autant de tous les corps de la nature : ils sont ou solides ou liquides, ou dans l'état élastique et aériforme, suivant le rapport qui existe entre la force attractive de leurs molécules et la force répulsive de la chaleur, ou, ce qui revient au même, suivant le degré de chaleur auquel ils sont exposés.

Il est difficile de concevoir ces phénomènes sans admettre qu'ils sont l'effet d'une substance réelle et matérielle, d'un fluide très-subtil, qui s'insinue à travers les molécules de tous les corps et qui les écarte ; et, en supposant même que l'existence de ce fluide fût une hypothèse, on verra dans la suite qu'elle explique d'une manière très-heureuse les phénomènes de la nature.

Cette substance, quelle qu'elle soit, étant la cause de la chaleur, ou, en d'autres termes, la sensation que nous appelons chaleur étant l'effet de l'accumulation de cette substance, on ne peut pas, dans un langage rigoureux, la désigner par le nom de chaleur, parce que la même dénomination ne peut pas exprimer la cause et l'effet. C'est ce qui m'avait déterminé, dans le mémoire que j'ai publié en 1777, à la désigner sous le nom de fluide igné et de matière de la chaleur. Depuis, dans le travail que nous avons fait en commun, M. de Morveau, M. Berthollet, M. de Fourcroy et moi, sur la réforme du langage chimique, nous avons cru devoir bannir ces périphrases qui allongent le discours, qui le rendent plus traînant, moins précis, moins clair, et qui souvent même ne comportent pas des idées suffisamment justes. Nous avons en conséquence désigné la cause de la chaleur, le fluide éminemment élastique qui la produit, par le nom de *calorique*. Indépendamment de ce que cette expression remplit notre objet dans le système que nous avons adopté, elle a encore un autre avantage, c'est de pouvoir s'adapter à toutes sortes d'opinions ; puisque, rigoureusement parlant, nous ne sommes pas même obligés de supposer que le calorique soit une matière réelle.

3. QUELS SONT LES OBJECTIFS DU TRAVAIL ÉCRIT POUR LES ÉLÈVES, EN CLASSE DE SCIENCE ?

Bien que l'écriture de Lavoisier dans le Document 4 ne nous donne pas la version aujourd'hui acceptée de la chaleur, elle élargit le concept de la façon dont le langage peut être utilisé par rapport à ce que nous tirons d'un manuel. Rien que pour cette raison, de tels passages pourraient être considérés comme valables dans l'éducation des citoyens quant au travail scientifique. Ils pourraient aussi inspirer les élèves lorsqu'ils écrivent eux-mêmes.

3.1. Explorer sa propre compréhension

Néanmoins, la situation dans laquelle se trouve l'élève n'est pas la même que celle du scientifique en train de développer une théorie plus ou moins nouvelle. Il s'agit plus d'apprécier et d'explorer des idées qui sont déjà bien établies en tant que résultat du travail d'autres personnes. Le document 5 donne un exemple, toujours sur la chaleur et le changement d'état, mais cette fois avec un ensemble différent de conjectures sur ce qui se passe. L'enseignant a cherché à stimuler chez les élèves l'exploration de leur propre compréhension de la théorie particulière (corpusculaire) et donc, a proposé la question suivante : **De quelles manières la foule assistant à un match de football est comparable à et différente d'un liquide ?**

Document 5 : Extrait de l'écrit d'un élève de 15 ans

De quelles manières la foule assistant à un match de football est comparable à et différente d'un liquide ?

They flow in through the gates into the stadium, which can be compared with the containing vessel.

Secondly they all sit together, like in a liquid which will assume the shape of the vessel as much as it can, and can only take up a certain volume, like a small crowd can only take up a certain volume. It can also be argued however that if one compares each person as a molecule a crowd is not at all like a liquid since the crowd can be evenly dispersed thus seeming to use up all the stadium, like a gas. However the crowds seem to join together in a dense group, thus a crowd is more like a liquid. Also as in a liquid this bunch does not have any specific shape.

If one would also compare a liquid to a crowd and heat it, the actual match! being the source of heat, then the molecules, compared to people would start to vibrate.

Le type d'écriture donné en exemple dans la Figure 5 est beaucoup moins commun à l'école aujourd'hui que l'assemblage de notes factuelles ressemblant au style du manuel. Exemple : « Dans les solides, les particules sont rapprochées les unes des autres ; elles vibrent en position moyenne » etc. Ces deux styles poursuivent différents buts. Dans l'un des cas, les buts sont :

- de vous aider à dégager votre propre compréhension d'une idée et
- de vous aider à entrer dans le processus de pensée d'un scientifique, par empathie.

Dans l'autre cas, il semble qu'il s'agisse principalement :

- de réassurer l'enseignant en montrant que vous avez acquis les faits.

3.2. Construire leurs conceptions du langage

L'expérience répétée du travail écrit dans un sens plutôt qu'un autre pourrait amener les élèves à se construire des concepts très différents du but de leur écriture ainsi que de la place de l'écriture dans la science. Une préférence dans l'une ou l'autre direction pourrait même corroborer deux idées radicalement différentes sur le langage de façon générale : Figure 6 (pour une discussion plus ample de ces deux idées sur le langage, voir Sutton, 1992, chapitre 7).

Figure 6 : Deux conceptions possibles du langage tirées de leur expérience par les élèves à l'école, en science

	LE LANGAGE : SYSTÈME INTERPRÉTATIF pour donner sens à l'expérience	LE LANGAGE : SYSTÈME D'ÉTIQUETAGE pour transmettre de l'information
1. Ce que l'auteur (enfant, enseignant ou scientifique) semble faire	Persuader, exprimer une idée, explorer, suggérer, conceptualiser de nouvelles idées.	Décrire, raconter et rapporter.
2. Ce que le lecteur ou l'auditeur semble faire	Comprendre le sens voulu par une autre personne, décoder.	Recevoir, noter, accumuler l'information.
3. Comment le langage est supposé agir dans l'apprentissage	Le procédé principal est l'interprétation active et la reformulation des idées par l'élève.	Le procédé principal est une transmission claire de l'enseignant à l'élève.
4. Comment le langage est supposé agir lors de découverte scientifique	Les scientifiques choisissent des mots qui influencent la façon dont ils voient un sujet donné, et dont ils en parlent.	Les scientifiques découvrent un fait et trouvent les mots pour le décrire.

En fait, la Figure 6 montre un contraste d'idées quant à la science et quant au langage. La façon dont l'écrit est utilisé dans les leçons de science a de sérieuses implications sur les concepts des élèves quant au langage et à la science.

Parmi les autres buts possibles du travail écrit dans les cours de science, tels qu'envisagés par les enseignants et les élèves eux-mêmes, nous pouvons mentionner les suivants :

- aider à prendre confiance dans l'usage du savoir scientifique lors de discussions publiques, et
- aider à prendre l'habitude d'écrire « comme un scientifique ».

3.3. Préparation aux carrières scientifiques et éducation des citoyens

En Grande-Bretagne, la question de l'équilibre entre ces différents objectifs reste dans son ensemble un sujet de désaccord. Elle est également en rapport avec l'éternelle question de savoir comment obtenir un équilibre entre la préparation des élèves aux carrières scientifiques et le rôle plus général de la science à l'école dans l'éducation des citoyens.

Durant de nombreuses années, le but *de facto* du travail écrit dans les cours de science était d'acquérir la discipline et les routines pour écrire « comme les scientifiques », mais avec une conception plutôt étroite de la façon dont ces derniers écrivent, n'incluant aucun des éléments abordés précédemment dans l'article. En chimie analytique pratique, la routine était l'usage des titres « Test, Observation, Déduction » qui faisaient essentiellement partie de la formation pré-professionnelle du chimiste (on peut noter que la Science n'obtint ses lettres de noblesse dans le cursus des écoles secondaires prestigieuses qu'à la fin du dix-neuvième siècle avec le soutien de la communauté scientifique dont les membres étaient tout à fait conscients de la professionnalisation de leur travail). Ces intitulés particuliers de l'analyse avaient l'intérêt de développer comme une routine un certain type de travail de laboratoire (mais pas beaucoup de validité en tant que témoin de la pensée scientifique). Mais une structure figée peut être d'un grand soutien pour les enseignants et les élèves, d'où le fait que cette approche « se conserva » dans les écoles avec de nombreuses variantes essayant d'imiter les idéaux des rapports de recherche par des titres tels que But, Méthode, Résultats, Conclusion (pour un compte-rendu plus complet de cette période, voir Sutton, 1989).

Avec l'insistance récente sur les tentatives d'enseigner l'art de la recherche scientifique, des systèmes « modernisés » sont utilisés, qui sont perçus par ceux qui les mettent en place comme reflétant une vue plus « à jour » des méthodes scientifiques. On offre également une structure d'écriture au moyen d'intitulés. On invite les élèves à indiquer clairement ce qu'ils essaient de résoudre, à exprimer des prédictions (« ce que nous pensons voir arriver par la suite »), ainsi qu'à expliquer « les éléments que nous conserverons tels quels » et « ceux que nous modifierons » au cours de la recherche. Tous ces systèmes ont fait l'objet de questions de la part de ceux qui doutent que l'art de la recherche puisse être mis en boîte de façon si nette, mais ils sont employés de manière croissante en raison de l'évaluation des besoins du cursus scolaire et parce que les enseignants et les élèves apprécient un guidage structuré du travail écrit (2) .

Dans les systèmes plus récents, ainsi que dans les plus traditionnels, l'écriture est principalement associée aux travaux pratiques, mais dans le contexte de la science pour le public, cette connexion s'affaiblit peu à peu. Ainsi, quelques uns des travaux écrits les plus importants effectués par les élèves aujourd'hui n'ont rien à voir avec des travaux pratiques. On leur demande de débattre de questions portant sur l'éducation en matière d'hygiène et de santé, de protection de l'environnement, de politiques énergétiques, et cetera. Ce type d'écriture nécessite une plus grande variété de formats - par exemple, voir comment composer un article de journal, un opuscule, une brochure ; faire le script d'un programme de radio, ou encore écrire à l'attention de personnes âgées ou d'enfants. On pourrait appeler cette écriture non-scientifique ou moins technique ; il n'en résulte pas moins qu'elle demande une clarification de la compréhension scientifique. Dans cet article, je ne peux qu'indiquer brièvement le domaine d'une telle écriture.

4. DEVRIONS-NOUS CONSIDÉRER L'ÉCRITURE EN CLASSE DE SCIENCE COMME ÉTANT FONDAMENTALEMENT DIFFÉRENTE DE CELLE DES AUTRES MATIÈRES ?

Ma réponse globale à cette question est à présent « non » parce que dans l'éducation scientifique générale des citoyens, les élèves ont besoin de faire usage de leurs connaissances dans des contextes moins techniques aussi bien que plus techniques ; parce qu'également, le contexte moins technique offre souvent une meilleure approche pour mettre en forme les pensées.

4.1. Enseigner l'écriture scientifique

Néanmoins, lors de tâches techniques et moins techniques, beaucoup plus pourrait être fait en cours de science pour enseigner l'art de l'écriture plutôt que de laisser faire le hasard.

Astolfi et al. (1991) remarquent que pendant les cours de science, on attend des élèves qu'ils écrivent avec habileté de leurs sujets scientifiques, et cependant, on n'explique pas les chemins à suivre. L'écriture ne fait l'objet d'aucune analyse qui aiderait les élèves à mieux comprendre au juste ce qui est impliqué lors de l'explication de quelque chose par écrit. Ils ont suggéré des méthodes pour améliorer la situation par exemple, que les enfants annotent leur travail et celui des autres de façon à ce que des sujets spécifiques soient discutés et mieux compris.

En Grande-Bretagne également, les enseignants qui ont expérimenté le processus consistant à faire composer et recomposer des plans pour aider les élèves à affiner leurs premières idées se sont rapidement rendu compte que la préparation des élèves aux travaux écrits demandait bien plus que ce qu'on supposait jusqu'alors. Nous devons les aider à clarifier le but de leur travail écrit et leur appréciation des lecteurs à qui ils s'adressent, afin qu'ils soient mieux à même d'effectuer des choix quant au contenu et à la tournure de ce qu'ils disent. L'enseignant doit aussi avoir un rôle dans le dialogue avec les élèves en

ce qui concerne l'efficacité de leur communication, et non une simple évaluation de la correction de leur travail (voir Benton, 1980, sur le rôle du dialogue de l'enseignant en classe).

4.2. Élargir le contexte

Sous l'influence du mouvement pour l'« enseignement STS » (Science, Technologie et Société) plutôt que « science » seule, la tendance ici est à une diversité de tâches et une diversité de publics, en accordant plus d'attention aux produits moins techniques. Au cours d'une séquence consacrée aux travaux sur les minéraux en chimie, par exemple, les élèves (14 ans) peuvent avoir à effectuer une argumentation pour ou contre l'extension d'une carrière de calcaire dans une enquête d'utilité publique simulée. Tout en assimilant la chimie des procédés importants dans lesquels le calcaire joue un rôle, ils ont à considérer les points de vue des propriétaires de carrière, acquéreurs, fermiers, éventuels employés ou autres. Ils doivent aussi réfléchir à la manière d'argumenter lors d'une enquête visant à accorder une autorisation. La première étape consiste à prendre des notes pour ensuite produire une version plus finie incluant des lettres, des diagrammes illustrant le cas, et des copies de toute forme de documents qui pourraient être reçus lors d'une véritable enquête.

Pour certains enseignants, ceci a la résonance d'une leçon sur les affaires courantes plutôt que de science. Je voudrais donc revenir un moment sur la vue traditionnelle de l'écriture scientifique comme étant fondamentalement différente de celle employée dans d'autres matières à l'école. Certes, l'écriture scientifique porte sur des expériences et des faits. Elle est davantage concernée par l'objectivité que par des opinions subjectives. Vraiment ? Le travail abordé dans le précédent paragraphe inclut nettement l'expression de valeurs et d'opinions à côté de celle des faits. Cela entraîne un respect de l'objectivité et l'acceptation d'une certaine incertitude. Maintenant que la science est une partie obligatoire du cursus scolaire pour tous, il semble impossible de ne pas répondre au besoin d'aider les élèves dans la compréhension de ce mélange. Les études historiques mentionnées au début de l'article encouragent également cette approche en ce que l'écriture des scientifiques est également impliquée par des situations d'incertitude.

4.3. Codages et choix

Un autre sujet de discussion portant sur cette quatrième et dernière question est que la structure et la grammaire caractéristiques d'une communication scientifique évoluée rendent le travail des cours de science différent de ce qui se fait en histoire ou dans les autres matières. À coup sûr, l'apprentissage de la science doit comporter la maîtrise des technicités, la compréhension de constructions telles que les « diagrammes d'ondes interférentes multiples » et les « caractéristiques de l'alternateur triphasé » ? Récemment en Australie, il y a eu un mouvement pour enseigner aux élèves les structures linguistiques des genres rencontrés dans l'écriture scientifique évoluée. Les défenseurs de cette approche (voir Halliday et Martin, 1993) suggèrent que pousser les élèves à rédi-

ger en se centrant davantage sur eux-mêmes est quelque peu condescendant. La faiblesse de cette approche est que, là encore, il semble qu'une formule pour écrire d'une certaine manière soit requise : un genre d'écriture entièrement codé. On oublie le principe que pour une communication réelle entre êtres humains le langage est question de choix quant à l'expression d'une idée.

Les genres d'écriture scientifique doivent certainement être compris, mais pas comme des systèmes obligatoires et figés pour toujours. Ils forment plutôt un ensemble de pratiques qui ont évolué pour certains de leurs objectifs et peuvent être appréciées en fonction de ceux-ci. Les élèves qui continueront des études scientifiques doivent être capables de lire et comprendre les écrits techniques, et devraient pratiquer ce type de rédaction, mais pas être dominés par lui. Dans le même temps, les autres membres de la population scolaire devraient être protégés de l'idée qu'il n'y a de science que si l'on écrit d'une certaine façon.

4.4. « Comment savons-nous que... ? »

En plus de celles déjà mentionnés, il existe pour une écriture moins technique, bon nombre d'autres formes éprouvées, mais toutes requièrent une bonne préparation. Certaines peuvent avoir été utilisées avec excès, par exemple les intitulés populaires pour écrire des fictions (« Comment ça serait si l'on était un globule rouge voyageant dans le corps ? ... ou une particule de fumée soumise à un mouvement brownien ? ... ou une molécule d'eau à la surface de l'océan ? » etc.). L'une des mes préférences actuelles est de faire écrire en réponse à la question : « Comment savons-nous ? » (« Comment les scientifiques savent de quoi est fait le soleil ? Comment quelqu'un peut savoir l'âge de la Terre ? Comment est-on arrivé à "connaître" l'atome ? »). Une telle tâche demande au moins à l'élève de réfléchir à la science en tant qu'activité humaine et de considérer à la fois les preuves et les incertitudes.

NOTES

- (1) Nous remercions l'auteur qui a assuré la traduction de son article et Gilbert Ducancel qui a relu celle-ci. (NDLR)
- (2) « Il est possible qu'un ensemble d'intitulés soit meilleur que rien du tout. Il y a peu, un jeune garçon de dix ans me remit une rédaction. Il avait ramassé accidentellement un plan de travail sur "la recherche scientifique" alors qu'il était supposé utiliser celui concernant une "conduite inacceptable". Il n'eut aucune difficulté à en employer la majeure partie. "Ce que je crois qui arrivera" et "ce que je changerai" apparurent particulièrement justes ! » - C.G. Carré, 1995, communication personnelle.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ASTOLFI, J.-P., PETERFALVI, B. et VÉRIN, A. (1991) : *Compétences méthodologiques en sciences expérimentales*. Paris, INRP.
- BAZERMAN, C. (1988) : *Shaping Written Knowledge - the genre and activity of the experimental article in science*. University of Wisconsin Press.
- BENTON, P. (1980) : "Writing : how it is received", in Sutton C.R. (Ed.) *Communicating in the Classroom*. Hodder and Stoughton.
- DEAR, P. (Ed.). (1991) : *The Literary Structure of Scientific Argument*. Philadelphia, University of Pennsylvania Press.
- DRIVER, R., LEACH, J., SCOTT, P. et MILLAR, R (1993) : The fact-finder fiction. *Times Educational Supplement*, 31 Dec 1993 (rééd. 28 Janv 1994)
- DRIVER, R., LEACH, J., SCOTT, P. et MILLAR, R. (1996) : *Young People's Images of Science*. Buckingham, Open University Press.
- FLECK, L. (1935, 1978) : *Genesis and development of a scientific fact*. Première édition en allemand. Traduction en anglais en 1978, par Th. Trenn, publiée par University of Chicago Press, avec une introduction de T.S. Kuhn.
- HALLIDAY M.A.K et MARTIN J.R. (1993) : *Writing Science ; Literacy and Discursive Power*. Falmer Press.
- LATOURET, B. (1987) : *Science in Action* Buckingham, Open University Press.
- LEMKE, J. L. (1990) : *Talking Science : Language, Learning and Values*. Norwood, New Jersey, Ablex Publishing Corporation, pp 133-134.
- MYERS, G. (1990) : *Writing Biology*. University of Wisconsin Press.
- NADEAU, R. et DESAUTELS, J. (1984) : *Epistemology and the teaching of science*. Ottawa, Science Council of Canada.
- SHAPIN, S. et SCHAFFER S. (1985) : *Leviathan and the Air Pump : Hobbes, Boyle and the Experimental Life*. Princeton, Princeton University Press.
- SUTTON, C.R. (1989) : Writing and reading in science : the hidden messages, in R. Millar (Ed), *Doing Science : Images of Science in Science Education*. Falmer Press.
- SUTTON, C.R. (1992) : *Words, Science and Learning*. Buckingham, Open University Press.
- SUTTON, C.R. (1993) : Figuring out a scientific understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (10), 1215-1227.
- SUTTON, C.R. (1994) : Nullius in verba and nihil in verbis : public understanding of the role of language in science. *British Journal for the History of Science*, 27, 55-64.
- SUTTON, C.R. (1996) : Beliefs about science and beliefs about language. *International Journal of Science Education*18 (1), 1-18.