

## RAPPORT AU SAVOIR ET ACTIVITES DE DOCUMENTATION SCIENTIFIQUES

*Monique Goffard*

*Institut National de Recherche Pédagogique,  
Département Technologies Nouvelles (TECNE)  
Laboratoire Interuniversitaire de Recherche sur l'Éducation Scientifique et Technologique*

L'inscription d'activités de documentation scientifiques, dans les programmes de Sciences Physiques en France, date des années 1993-1994. Cette dimension nouvelle de l'enseignement scientifique n'est pas un phénomène limité. Les travaux de documentation sont proposés dès le collège et se poursuivent jusqu'aux classes préparatoires aux grandes écoles. En fait, mis à part dans ces dernières où elles se sont développées et font l'objet d'une évaluation aux concours, ces activités n'ont pas encore réellement pénétré l'enseignement et l'on relève dans la littérature fort peu d'articles faisant référence à de telles activités. L'introduction, à la rentrée 2000, de Travaux Personnels Encadrés dans l'enseignement suscite, chez les enseignants, de nombreuses questions et entraînera probablement un développement des travaux de documentation.

Un des buts visés est de faire jouer à ces activités un rôle important dans la formation fondamentale des élèves en ce qu'elles sont préparatoires au métier et à la citoyenneté.

Au métier, parce qu'il n'existe pas aujourd'hui de professions comportant une dimension scientifique, évidente ou non, ne requérant pas des travaux préparatoires ou d'accompagnement-appfondissement qui ne demandent pas la recherche d'une documentation. Les formations données par les Enseignements Technique et Supérieur tendent de plus en plus souvent à intégrer cette dimension documentaire dans les acquis de base. Étant donné la rapidité de l'évolution et de l'accroissement des connaissances fondamentales et techniques, les compétences documentaires sont appelées à tenir un rôle de premier plan.

À la citoyenneté également, parce que, pour contribuer pertinemment à la prise de décisions dans les domaines politiques, économiques et sociaux, les citoyens doivent de plus en plus faire appel à des connaissances scientifiques, quelle que soit leur profession. Un professionnel, comme un citoyen doivent être informés et ne dit-on pas que l'information est à la portée de chacun, qu'il suffit d'allumer l'ordinateur pour avoir accès aux moyens d'information et de communication ?

Encore faut-il savoir ce que rechercher et traiter des informations veut dire. Les activités de documentation scientifiques pourraient ainsi contribuer à la construction de compétences essentielles pour l'accès des élèves à l'autonomie.

## **1. Quelques éléments théoriques**

Les recherches dont nous parlerons s'inscrivent dans un cadre théorique que nous dessinerons rapidement.

### ***1.1. Conceptions de la Science et de l'apprentissage***

En premier lieu, nous considérons que les activités de documentation sont des activités scientifiques. La physique et la chimie sont des sciences qui se pratiquent, évoluent, se construisent tous les jours. Elles s'inscrivent dans l'histoire de la construction des connaissances et des techniques. Elles sont des parties constitutives indispensables, de la culture humaine. Elles interviennent dans la vie quotidienne et leurs applications sont multiples. Ainsi les élèves apprennent-ils dans ces disciplines non seulement pour passer des examens et des concours mais aussi pour participer au monde qui les entoure en essayant de mieux l'appréhender. Les activités de documentation permettent, d'aborder aussi bien des sujets théoriques que des sujets qui ont trait à l'industrie, à l'histoire ou aux diverses applications, elles contribuent à donner de la science une image conforme à ce qu'elle est et non celle d'un corpus fermé de lois et formules que l'élève est contraint d'assimiler.

En second lieu, pour qu'un élève puisse apprendre, il faut le mettre en situation de construire ses connaissances et de les élaborer au travers d'activités mises en place par le professeur. Confrontés à des informations d'origines diverses au cours des activités de documentation, les élèves sont contraints d'interroger les connaissances acquises dans les cours. Par ailleurs, nos différentes recherches (Dumas-Carré, A. et Weil-Barrais, A., 1998) nous ont conduits à penser, avec d'autres, que les connaissances se construisent dans les interactions entre pairs et entre pairs et adultes. La classe constitue une communauté rarement utilisée comme telle.

Dans ces conditions, donner aux élèves l'occasion de travailler en groupes, de construire un produit commun contribue à faire jouer à la classe un rôle déterminant.

En troisième lieu, les activités de documentation sont à poser comme des activités de communication de groupes ayant l'objectif de mener une recherche aboutissant à une production sociale (puisque s'adressant, au minimum, à la classe). Elles ne prennent tout leur sens qu'à cette condition. En effet, pour que les élèves comprennent les enjeux, il faut que ces activités leur soient présentées comme devant être des productions scientifiques. En effet, les productions scientifiques sont destinées à être publiées. Elles contribuent à l'élaboration des connaissances qui, à terme, devraient être le bien de tous les citoyens. Elles sont d'abord destinées à la communauté des chercheurs, ce qui impose de respecter certaines normes de communication. Elles sont ensuite, plus ou moins rapidement transmises, par diverses voies de vulgarisation, à des communautés plus larges, ce qui se fait en respectant d'autres règles de communication. Elles sont donc diffusées pour être validées par ceux qu'elles concernent et, ensuite seulement, mises en œuvre.

Les règles qui président à ces différentes opérations de production de textes spécifiques sont à enseigner. Nous avons fait l'hypothèse que le regard que les élèves portent sur leurs productions et sur celles de leurs camarades, lorsqu'ils évaluent les travaux, est du même ordre que celui que porte la communauté scientifique sur les communications de ses membres. Ce regard n'est pas de moindre importance, pour la formation des élèves, que celui que porte un directeur de recherches sur les travaux de son laboratoire, rôle ici tenu par le professeur conseiller.

### ***1.2. Rapport au savoir et au pouvoir.***

Nous avons repris et adapté, dans nos recherches sur les activités de documentation, les résultats de nos précédents travaux portant sur la résolution de problèmes de physique,

(Goffard, 1994 et Dumas Carré et Goffard, 1997). Ceux-ci ont été inspirés par les travaux du sociologue M. Lesne (1984) qui a analysé les activités de formation sous l'angle des rapports qu'apprenants et formateurs entretiennent avec le savoir et le pouvoir. Nous avons notamment établi qu'un des moyens de modifier les rapports au savoir d'adolescents de l'enseignement secondaire est de leur proposer des situations d'apprentissage qui prennent sens pour eux en utilisant leurs possibilités.

Modifier signifie que le rapport au savoir existe - rapport au savoir étant compris comme rapport à l'apprendre (Charlot B., 1999), mais :

- soit ce rapport ne permet pas les apprentissages parce que le rapport à l'école, à ce qui se passe au lycée et au collège, n'est pas en leur faveur (Charlot B. & al. 1992). Nous ne développerons pas cet aspect ici. Néanmoins, nos recherches en cours auprès d'enseignants de collèges et de lycées, semblent montrer que les activités de documentation menées dans différentes disciplines et utilisant l'ordinateur peuvent modifier ce rapport et faciliter les apprentissages d'élèves que l'on dit traditionnellement en difficulté avec l'école.
- soit ce rapport permet les apprentissages, les élèves considérant qu'à l'école ils apprennent et se structurent en même temps. Toutefois, les apprentissages scientifiques sont particulièrement difficiles parce qu'ils font entrer les élèves dans des modèles et des constructions abstraits souvent en contradiction avec les idées qu'ils ont développées durant des années.

À partir de quelques exemples, nous essayerons de montrer que les activités de documentation s'inscrivent dans cette dernière perspective et qu'elles permettent de mettre en place des séquences d'apprentissage qui utilisent les possibilités des élèves et les amènent à construire des connaissances scientifiques, tout en favorisant leur autonomie.

## **2. Qu'entendons nous par activités de documentation scientifiques ?**

Certaines activités sont présentées comme étant de documentation en sciences alors qu'elles consistent seulement à fournir à des élèves des extraits de textes suivis de questions auxquelles les élèves doivent répondre, les réponses se trouvant dans le texte. Ce type d'exercice correspond à ce que nous appellerons un exercice à trous, comme on en rencontre en grammaire française, qui ne laisse aucune véritable initiative aux élèves.

En revanche, une activité de documentation est, pour nous, une activité de résolution de problèmes. L'élève doit en effet :

- définir un sujet,
- rechercher des informations pour répondre à une question qu'il a définie,
- construire la réponse qui n'est pas donnée dans les textes, même si ces textes sont choisis par l'enseignant et que l'élève n'a pas à les chercher.

De telles activités sont réalisées en classe, sous la responsabilité du professeur de Sciences physiques et du professeur documentaliste. Elles donnent toujours lieu à une production sociale qui peut aller de la présentation d'un transparent devant la classe à l'élaboration d'un cédérom (ou de pages html) destiné à un large public, en passant par l'écriture d'un fascicule ou la réalisation d'une exposition au Centre de documentation et d'information du lycée.

Toutes ces activités présentent des points communs qui, du point de vue des activités des élèves, sont :

- la recherche d'un sujet et éventuellement des documents à exploiter,
- la délimitation du sujet et la définition d'une problématique,

- la définition des conditions à respecter pour qu'une production soit considérée comme communicable,
- la réalisation d'une synthèse des informations recueillies et l'établissement d'une bibliographie.

Les objectifs assignables aux activités de documentation scientifiques sont de deux ordres. Tout d'abord, *disciplinaires*, il s'agit d'enseigner de la physique et de la chimie à des élèves en contextualisant les notions abordées. Mais aussi *méthodologiques*. Par exemple, faire construire un produit multimédia permet d'apprendre à utiliser des techniques complexes diversifiées de communication. Les élèves peuvent apprendre à **utiliser** des outils divers (papiers, multimédia) pour **rechercher** des informations, **trier** les documents consultés, **synthétiser** les informations, en écrivant des textes, pour argumenter sur une problématique définie, **modifier** les documents (textes et images) pour **communiquer** les informations en utilisant les outils multimédia. Ces objectifs sont ceux de tout travail de documentation qui vise à une production. Ils ne sont en général pas abordés dans les activités menées en classe lors de travaux pratiques ou de résolution de problèmes. Un apprentissage spécifique doit être mené en classe.

Dans tout travail de documentation qui vise à une production par un groupe d'élèves, il existe des moments importants, ceux qui structurent la pensée des élèves et permettent leur progression. Nous avons choisi de développer ici quelques unes de ces étapes :

- la recherche d'un sujet et de mots clés
- l'élaboration d'une problématique,
- la mise en commun des travaux pour construire un produit de communication
- la prise en compte de la nécessité de communiquer comme moyen de construire du sens.

### 3. Les étapes importantes

#### 3.1. La recherche d'un sujet et de mots clés

Lorsque l'activité de documentation est menée sur le long terme et dure trois mois, voire un an, elle peut prendre la forme d'une activité de projet. Dans ces conditions, un sujet large est choisi pour toute la classe. Par exemple, dans une classe littéraire nous avons choisi d'aborder, durant une année scolaire, le thème des "Parfums" ; dans une classe de première S nous étudions, durant un semestre, le thème de "l'Espace, le Temps et l'Environnement". Dans les deux cas, il s'agit de faire produire aux élèves un cédérom (ou des pages html) destiné à des élèves de lycée. Le thème étant défini par le professeur, les élèves n'ont pas a priori de connaissances sur le sujet ou celles-ci sont assez vagues. Il leur faut donc délimiter, à l'intérieur du thème, un sujet qui les intéresse et qu'ils sont capables de traiter. Par ailleurs, pour rechercher des informations sur Internet, il leur faut déterminer un ensemble de mots clés.

Comment déterminer cet ensemble si le champ conceptuel n'est pas clair pour l'élève et si le sujet n'est pas délimité ? Il semble que l'on tourne ainsi en rond.

Et pourtant, pour sortir de ce (faux) dilemme, nous avons choisi de mener de pair deux activités : la définition d'un sujet et la recherche de mots clés. Pour cela, avec l'équipe de l'INRP, sur le thème "Espace-Temps et Environnement", nous avons mis au point un dispositif utilisant les connaissances des élèves pour constituer un ensemble de mots clés utilisables.

En effet, les études sur la recherche d'informations (Rouet et Tricot, 1995) ont montré que la recherche était facilitée lorsque la structure des informations est hiérarchisée comme dans une encyclopédie ou à l'aide d'un menu jouant le rôle d'une table des matières, dans une recherche

d'informations sur support papier. Par ailleurs, observant des adolescents recherchant des données sur Internet, Blondel (1999) constate qu'ils utilisent, lors de leurs requêtes, peu de mots clés, un ou deux, rarement plus, et qu'ils ont des difficultés à formuler leurs requêtes.

Partant de là, les élèves étant répartis en groupes, nous leur avons demandé, un mois avant le début de la recherche d'informations, de préciser ce qu'évoquent pour eux les mots "Espace, Temps et Environnement". Ensuite, un représentant de chaque groupe, a écrit au tableau le résultat de la recherche. Les résultats ont ainsi été affichés devant tous les élèves, pour être discutés et classés. Nous communiquons, en annexe, le résultat de ce que nous avons appelé "un remue-méninges collectif". Ce remue-méninges est alors distribué aux élèves.

Peu de temps après, nous avons de nouveau sollicité les élèves en leur demandant, toujours par groupes, de préciser les questions qu'ils se posaient et auxquelles ils souhaitaient, par leur travail, apporter des éléments de réponses. Une centaine de questions ont ainsi été formulées.

Nous avons alors organisé trois séances de travail autour des encyclopédies (Encarta et Universalis), des annuaires et des moteurs de recherche. Cela constituait, pour certains élèves, une première familiarisation avec Internet. Les groupes d'élèves, au cours de ces séances, disposaient :

- de fiches de travail expliquant la méthode de recherche sur les encyclopédies (par l'index et en plein texte), sur un annuaire ou un moteur,
- des fichiers "remue méninges collectif" et "questions que la classe se pose" rassemblant les résultats antérieurs.

Ils devaient, au cours de chaque séance, consigner, sur un document "résultats de nos recherches", les questions que chaque groupe souhaitait traiter et les mots clés qu'ils allaient utiliser dans leurs recherches sur Internet. Ils pouvaient aussi, extraire des paragraphes des encyclopédies ou des pages visitées sur Internet.

Ce dispositif, un peu lourd, nous a permis de recueillir des données sur la quantité de mots clés utilisés dans un premier temps et les sujets définis.

Dans l'ensemble, les élèves n'ont pu préciser partiellement leur sujet qu'au bout de ces trois séances de travail et ceci ne s'est pas fait sans revirements et modifications. Tous les sujets choisis ont été pris dans les questions que les élèves se posaient. Le nombre de mots clés retenus varie de deux à dix. Un groupe ayant choisi de s'intéresser à l'antimatière, l'utilisation de quelques mots "particules ou antiparticule" ainsi qu'"antimatière" a permis d'accéder à un certain nombre de documents. Le groupe s'intéressant à la mesure du temps a défini le plus grand nombre de mots clés puis qu'apparaissent : calendriers, clepsydes, cadrans, pendules, horloges... Deux groupes ne définissent pas de mots clés mais des phrases entières. Mis à part un groupe qui a changé de sujet en cours de travail, tous les autres utilisent comme base les mots clés trouvés dans les encyclopédies ou le remue méninges qui souvent se recourent.

Par cette étude nous arrivons à un premier constat : la délimitation d'un sujet par des élèves qui connaissent mal le champ conceptuel dans lequel se situe leur travail demande, comme tout apprentissage, du temps. Le temps est un paramètre didactique qui doit être pris en compte et ne l'est pas souvent. C'est une première délimitation, le sujet n'est pas encore précisé, seuls les premiers contours sont cernés afin de tenter l'écriture d'une problématique et une recherche d'informations un peu plus ciblée.

Deuxième constat : les élèves relèvent un ensemble de mots clés en choisissant, en priorité, les mots communs au remue méninges collectif et aux encyclopédies. Il nous semble que ce constat confirme les conceptions constructivistes de l'apprentissage, à savoir qu'il est important de prendre en compte ce que les élèves savent et ce qu'ils ont envie de faire. Ils ne

sont pas un terrain vierge et leurs connaissances ne se construisent qu'à partir de ce qu'ils savent déjà.

### 3.2. La problématique

Définir un sujet d'étude et une problématique est une étape fondamentale pour tout travail de documentation. C'est, en effet, lorsqu'un groupe a posé la question à laquelle il décide de trouver des réponses que la prise de notes s'organise ; celle-ci est alors orientée en vue d'une argumentation du point de vue que le groupe a décidé de construire puis de défendre. La problématique n'est pas définie une fois pour toutes, elle évolue dans le temps, se précise au cours de l'étude et nécessite de nouvelles recherches bibliographiques, le groupe réalisant que, sur certains points, l'argumentation est déficiente. La problématique, même en partie posée, est une indication, pour le professeur, que le groupe s'est approprié le problème à traiter, il arrive, en effet, que malgré de nombreuses discussions, le groupe n'arrive pas à formuler une problématique. Cette dernière est importante, car elle intervient aussi tout au long du travail de production d'un document collectif.

Demander à des élèves scientifiques de définir une problématique est en général source d'incompréhension. En effet, la science qui leur est enseignée ne leur paraît pas questionnable. Elle est la "vérité", elle apporte des réponses sûres. Se poser une question de science est donc pour des élèves de première scientifique, un artifice. En revanche, les élèves de première littéraire savent en général ce qu'est une problématique.

Il y a, dans tout travail de documentation, une contradiction à gérer. La demande d'une problématique doit venir assez tôt pour éviter une perte de temps et des recherches inutiles, mais elle ne peut être formulée que si les élèves se sont documentés et ont commencé à réfléchir à leur sujet. Il est raisonnable de demander une première ébauche après deux ou trois séances de documentation, ce que nous avons fait à la suite des trois premières séances lors du travail sur "Espace-Temps et Environnement".

A toute question posée ne correspond pas forcément une problématique en sciences physiques. L'objectif du professeur est, à partir des notes et de la question présentées par le groupe d'élèves, d'orienter le travail vers la physique ou la chimie, c'est à dire exiger d'eux un contenu scientifique de leur niveau.

Prenons l'exemple d'un groupe d'élèves qui devait présenter une note de résumé sur les fusées ou les satellites. Le sujet n'était pas clairement défini lorsque les élèves ont eu à présenter à l'enseignant leur problématique. Le sujet était "les fusées" et la question posée : "Comment l'homme fait-il pour envoyer une charge utile telle qu'un satellite, dans l'espace ?". La réponse tient en deux mots : la fusée. Le texte présenté par les élèves est alors un ensemble de notes décrivant le principe de base d'une fusée (propulsion par réaction), les différents types de moteurs (à ergols solides ou liquides) et la fusée Ariane V (ses caractéristiques et un exemple de mission réalisé par la fusée Ariane). Le groupe avait donc recueilli des informations sur son sujet. L'objectif était de réorganiser ces notes en vue d'une question plus pertinente et de l'argumentation d'un point de vue.

A la suite d'une discussion, le groupe a produit une deuxième version qui s'intitulait : "Le lancement d'un satellite". Les questions qui figurent en premières lignes sont : "Comment mettre un satellite de télécommunications en orbite autour de la terre ? Par quels moyens l'homme surmonte-t-il les principales difficultés rencontrées ?", suivent alors deux paragraphes :

- l'un sur la satellisation, qui cherche à montrer qu'il est nécessaire de lancer le satellite à une vitesse suffisamment élevée pour lui donner une trajectoire circulaire autour de la Terre et que le passage par une orbite de transfert est nécessaire,

- l'autre s'intéresse au lancement d'une fusée Ariane, celle-ci servant à communiquer au satellite une énergie suffisante pour échapper à l'attraction terrestre. Les informations techniques sur une telle fusée sont intégrées dans le paragraphe et ont pour objectif de montrer comment est constituée la fusée pour perdre au fur et à mesure du lancement ses différents étages.

La deuxième version, bien qu'imparfaite, montre une évolution et un travail de structuration des connaissances de la part des élèves. En effet, la question n'est plus de savoir comment marche une fusée. S'interroger sur les difficultés oblige à traiter de l'attraction terrestre et de la manière d'y échapper. Toutes les notes présentes dans la première version se retrouvent dans la seconde, mais finalisées, organisées autour de questions de physique.

### ***3.3. La mise en commun des travaux pour construire un produit de communication.***

Nous choisirons, comme exemple, la production d'un cédérom par des élèves de première littéraire sur le thème du parfum. Cette réalisation s'est faite en la collaboration avec des personnes ressources de La cité des Sciences et de l'Industrie de La Villette (les pages html correspondant au travail des élèves sont installées sur le site de la cité des sciences).

Onze groupes se sont constitués dans une classe de 27 élèves, en fonction des sujets : cinq s'intéressaient à l'histoire des parfums au cours des âges ou des civilisations ; un groupe étudiait la relation entre parfum et littérature ; un autre les questions de communication ; les quatre derniers avaient des sujets en rapport avec l'industrie, la publicité le marketing ou la création d'un parfum. Les élèves ont écrit un certain nombre de textes et travaillé des images, mais pour construire une navigation dans le cédérom, des regroupements entre les textes sont apparus nécessaires, des points communs devaient être trouvés, et ce travail d'élaboration est revenu aux élèves. La problématique, définie et traitée par les groupes, a joué ici un rôle de premier plan. C'est parce que les élèves avaient déjà construit des textes en développant une ou plusieurs idées qu'ils ont été capables de définir très précisément les mots importants de leurs textes, les points qui leurs paraissaient intéressants et qu'ils ont pu discuter avec les autres groupes de leurs apports respectifs.

Pour opérer les regroupements, il avait été décidé, sur les conseils des personnes ressources de La Villette, de faire écrire aux élèves les mots importants de leurs textes sur des "post-it", en quatre exemplaires, de diviser la classe (27 élèves) en quatre grands groupes (d'environ sept élèves) qui devaient associer les " post-it " pour définir des thèmes à traiter dans le cédérom.

Les quatre regroupements construits par les élèves, bien que différents, ont fait apparaître de nombreux points en commun. Par exemple, sans que le professeur le demande, plusieurs groupes avaient intégré la littérature aux autres travaux, si bien qu'elle n'apparaissait plus comme un aspect annexe du parfum. Un des groupes a proposé, pour l'histoire et la civilisation, une présentation synthétique sous forme de tableau à double entrée : période ou civilisation, usages (religieux, sociaux, médicaux). Les élèves ont travaillé seuls durant cette étape, le professeur n'est intervenu que sur les questions d'organisation des groupes. De fait, la discussion et les échanges à l'intérieur des groupes de sept ont permis aux élèves d'envisager leur apport sous un autre angle. Ils leur ont permis une appropriation de leurs connaissances. Communiquer ce que l'on sait, demander des précisions, répondre aux sollicitations, restructurer son travail, le penser comme ayant des points communs avec d'autres domaines qui jusque là paraissaient étrangers, sont des activités de construction des connaissances.

Les regroupements de mots proposés aboutissaient alors à six thèmes : olfaction et perception, histoire et civilisation, sciences et techniques, l'industrie du parfum, la mode, marketing et publicité.

### 3.4. *La nécessité de communiquer comme moyen de construire du sens.*

Nous avons montré comment, dans les activités de documentation, la délimitation d'un sujet, l'écriture d'une problématique conduisaient les élèves à construire et organiser des connaissances scientifiques. La recherche et le traitement des informations sont orientées vers la production d'un document de communication destiné à un public plus ou moins large. Une étape supplémentaire est franchie dans l'apprentissage scientifique lorsque les élèves doivent produire des documents collectifs. Nous illustrerons cette idée à l'aide d'un exemple : l'écriture d'un texte devant figurer dans un fascicule.

Le thème commun à la classe portait sur le véhicule électrique comme solution aux problèmes de pollution. Le travail d'écriture s'est poursuivi sur trois mois, dans une classe de première S. Les élèves ont, bien sûr, recherché des informations, les ont traitées et, lorsqu'une version à peu près définitive était réalisée, le texte était photocopié et communiqué aux autres groupes afin qu'ils en discutent et proposent des modifications. Nous concentrerons notre attention sur le paragraphe introductif d'un texte écrit par un groupe qui traite des polluants à action de proximité, nous avons de la même façon étudié, avec un linguiste, S. Goffard, les trois versions écrites par les élèves (Goffard, M., 1998).

Nous avons découpé le paragraphe introductif. Les tableaux I, correspondant à la première version, II (deuxième version) et III (version publiée) organisent la progression de l'information dans les trois versions successives. La première version présente les polluants (colonne de gauche) de façon académique. Elle prend, par défaut, le mode d'exposition des manuels pour modèle et reste dans le cadre disciplinaire. Une définition conduit à identifier les produits polluants dans le langage de la chimie et à prendre leur énumération comme étapes du plan (qui ne sont pas respectées, puisque le plan effectivement suivi est : Monoxyde de carbone, Hydrocarbures imbrûlés, Particules en suspension, Oxydes de plomb, Autres sources de pollution et facteurs aggravants). A propos des polluants, le groupe apporte des informations (colonne de droite) sur leur action, les causes de leur nocivité (la première, aussitôt récusée se voit opposer une seconde), leurs identités chimiques.

Après discussion, les élèves remanient ce paragraphe. Ils le présentent comme dans un livre et annoncent un plan, auquel ils se tiendront jusqu'à la publication. Ils traitent des polluants, mais en en distinguant un sous-ensemble (*la plupart*). Les informations apportées sont plus nombreuses (ici, en caractères gras). Ils identifient les polluants du point de vue du citoyen (*déchets de la combustion de l'essence*), sans pour autant sortir du domaine de la chimie. Ils présentent trois causes qui élargissent la réflexion en incluant maintenant le domaine de la physique. Les trois points retenus pour planifier sont homogènes au point de vue précédent (origine, quantification, légalité).

La version publiée, après de nouvelles discussions, assure une meilleure lisibilité et introduit des changements notables. Ils parlent toujours des polluants, mais attirent l'attention sur les défauts de la combustion (*cela*). Les informations apportées sont complétées, toujours des points de vue croisés du citoyen et de la physique-chimie.

## Les polluants à action de proximité

TABLEAU I

version 1

THEMES	INFORMATIONS NOUVELLES
Définition	
Ce sont des polluants qui	ont une action directe sur la santé ou l'environnement :
Ils	ne deviennent pas toxiques à la suite de transformations,
mais ils	ont des effets nocifs dès leur émission.
Ces polluants	sont au nombre de 4 : le monoxyde de carbone (CO), les hydrocarbures imbrûlés, les oxydes de plomb et les particules en suspension.

TABLEAU II

version 2

Ce sont des polluants qui	ont une action directe sur la santé ou l'environnement :
Ils	ne deviennent pas toxiques à la suite de transformations,
Mais	ont des effets nocifs dès leur émission.
<b>La plupart</b>	<b>sont des déchets de la combustion de l'essence, dus aux faits que le mélange de l'essence n'est pas fait dans des proportions stoechiométriques, que la répartition dans le moteur n'est pas homogène et que le moteur ne tourne pas à vitesse constante.</b>
Ces polluants	<b>peuvent être définis par leurs origines, leurs importances et leurs réglementations.</b>

TABLEAU III

version publiée

Ce sont des polluants qui	ont une action directe sur la santé ou l'environnement :
ils	ne deviennent pas toxiques <b>uniquement</b> à la suite de transformations,
mais	ont des effets nocifs dès leur émission.
La plupart	sont des déchets de la combustion de l'essence.
<b>Cela</b>	est dû aux faits que : - le mélange de l'essence <b>et d'air</b> n'est pas fait dans des proportions stoechiométriques. - <b>sa</b> répartition dans le moteur n'est pas homogène. - le moteur ne tourne pas à vitesse constante. - <b>le moteur encore froid pollue davantage.</b>
Ces polluants	peuvent être définis par leurs origines, leurs importances et leurs réglementations.

De ce survol, nous tirons deux conclusions. La première, c'est que les élèves sont passés de l'univers de la chimie scolaire (version 1) à celui des sciences physiques comme agent social. La science concerne la vie quotidienne et ils s'engagent. Nous en voyons le témoignage dans l'apparition du jugement de valeur personnel : les *déchets* sont des restes mais aussi des souillures dangereuses, à éliminer. La seconde, c'est qu'ils ont appris, outre de la chimie et de la physique, à devenir des acteurs dans la communication. Leur présentation prend en compte le lecteur et ses préoccupations ordinaires (santé, environnement, utilisation de voiture). La lisibilité est améliorée : logique et enchaînement des phrases, typographie. Le lecteur est

interpellé dès la première rédaction : mise en relief des polluants (*ce sont...qui*), des effets (*directe*).

L'étude des différents textes nous montre que, parvenus à une première globalisation, les élèves ont tiré bénéfice de la discussion des travaux des autres groupes et des remarques du professeur. Ces moments de réflexion sont aussi décisifs pour qu'une évolution positive ait lieu. Une véritable reconversion des informations s'opère alors. Les élèves s'approprient la problématique commune, scientifique et communicationnelle, la reconstruisent en fonction de leur propre sujet et recomposent leur texte en l'enrichissant. Le résultat est appréciable, mais il n'a pu être obtenu que parce que les élèves ont eu le temps de penser et d'intégrer à leur réflexion informations et remarques. Les informations ne suffisent pas à faire un texte, encore faut-il donner le temps de les discuter et de se les approprier.

#### 4. Conclusion

Les activités de documentation, considérées comme des activités de recherches suivies d'une production sociale sont des activités de formation qui modifient les rôles du professeur et des élèves.

Ces activités sollicitent les possibilités des élèves au cours des différentes étapes du travail. Les sujets à traiter, ne sont pas imposés par l'enseignant dans une liste préétablie, mais sont choisis, à l'intérieur d'un thème large, défini par le professeur, en fonction de l'intérêt des élèves. L'enseignant peut donner son avis ou un conseil sur la difficulté à traiter le sujet, mais il ne décide pas.

Dans la recherche d'informations, l'enseignant peut conseiller des lectures ou des sites à consulter, il peut attirer l'attention des groupes sur la différence entre les informations fournies par un organisme de recherche ou par un particulier, mais le groupe d'élève reste maître de ses choix.

Lorsque les pages de cédérom sont écrites ou illustrées, ou lorsque des textes sont écrits, les élèves demandent, le plus souvent, conseil mais autant à leurs camarades qu'à leur professeur ou aux personnes de l'équipe pédagogique.

L'autonomie des élèves est plus grande que dans d'autres activités scolaires et le rapport au pouvoir change. L'enseignant n'est plus le seul à prendre des décisions, il devient conseiller, personne ressource. Il organise le travail des groupes et les aide dans l'élaboration de leur problématique ou la présentation des textes. Il suit l'avancement des travaux, maintient l'intérêt pour un travail qui a lieu sur le long terme. L'enseignant vérifie que, du point de vue scientifique, les sources utilisées sont fiables mais, jusque dans l'évaluation le rôle des partenaires est modifié. L'ensemble de la classe participe à l'évaluation des écrits ou des pages présentés par les groupes. L'enseignant indique des critères d'évaluation sur la problématique traitée ou non, sur l'apport d'informations, sur la présentation qui peut être claire ou confuse mais il arrive que la classe décide de la non publication d'un texte lorsqu'un groupe en présente un, en fin de parcours, illisible ou qui n'apporte que peu d'informations.

Nous avons vu que, au cours du travail, le temps était un des facteurs important de l'apprentissage. Il faut laisser du temps aux élèves pour qu'ils s'approprient un sujet, du temps pour rechercher des informations, du temps pour écrire et réécrire des textes. Ce temps est une des conditions pour que les élèves construisent et structurent des connaissances. Il ne s'agit plus, en effet pour les élèves, d'apprendre et de mémoriser un certain nombre de résultats, il leur faut construire du sens pour pouvoir communiquer ce qu'ils ont compris et appris. En même temps que se modifie le rapport au pouvoir, se modifie aussi celui au savoir. L'aide et

l'encadrement du professeur sont nécessaires mais ne permettent pas une accélération des processus.

Si ces activités qui laissent une grande part d'autonomie aux élèves se développent, la question de la formation des maîtres se pose. La formation dans la discipline et en didactique de la discipline sont nécessaires car il s'agit bien de mettre en place des situations d'apprentissage de physique et chimie, mais elle ne suffit pas. L'enseignant doit être capable de traiter, au sens le plus fort, des informations dont il ne maîtrise ni l'afflux, ni les sources et, dans le même temps, d'enseigner ce traitement aux élèves. De plus, l'enseignant n'est plus le seul à décider, il y a, notamment, des moments inconfortables à gérer. Si le temps est à prendre en compte, cela signifie, par exemple, qu'une fois le thème général décidé, des semaines se passent sans que l'enseignant puisse planifier le travail, qu'il ne sait pas comment les élèves vont réagir face au thème et au travail demandé, qu'une grande incertitude demeure et qu'il faut être préparé à gérer l'impression d'inutilité ou d'inefficacité.

Comment penser une telle formation ? Une initiation à la recherche en sciences ou en sciences de l'éducation n'est-elle pas nécessaire ? Il est nécessaire, pour l'enseignant, de savoir chercher de l'information, proposer des pistes de travail, orienter une problématique, gérer l'incertitude. Ces compétences ne sont-elles pas celles qui se pratiquent dans des laboratoires de recherche ?

### **Remerciements**

Ce travail a été réalisé avec la collaboration de François-Marie Blondel et Serge Goffard.

### **5. Références**

- BLONDEL, F., M., (1999). Pratiques documentaires en sciences avec Internet, outils de recherche et compétence des élèves. In actes IN-TELE 99 (à paraître)
- CHARLOT, B., (1999). *Du rapport au savoir : éléments pour une théorie*. Paris : Anthropos.
- CHARLOT, B., BAUTIER, E., & ROCHEX, J. Y., (1992). *École et savoir dans les banlieues... et ailleurs*. Paris : A. Colin
- DUMAS CARRE, A., & GOFFARD, M., (1997). *Rénover les activités de résolution de problèmes en physique*. Paris : Colin.
- DUMAS CARRE, A., & WEIL-BARRAIS, A., (dir) (1998). *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique*. Berne : P. Lang.
- GOFFARD, M., (1998). *Les activités de documentation en physique et chimie*. Paris : Colin.
- GOFFARD, M., (1994). *Le problème de physique et sa pédagogie*. Paris : ADAPT
- LESNE, M., (1984) *Lire les pratiques de formation d'adultes*. Paris : Edilig.
- ROUET, J. F., & TRICOT, A., (1995). Recherche d'informations dans les systèmes hypertextes : des représentations de la tâche vers un modèle de l'activité cognitive, *Sciences et Techniques Éducatives*, vol 2, n°3, p. 307-331.

## Annexe

## Remue-méninges collectif

Environnement	Espace	Temps
causes de la pollution et conséquences	Corps célestes, planètes, météorites,	Qu'est-ce que le temps?
(maladies pulmonaires, patrimoine mal conservé, détérioration de la planète, comment diminuer la pollution ? voitures moins polluantes, nouvelles technologies, limitation de la circulation, usines moins polluantes)	Fusées, propulsion Conquête de l'espace Voyages interstellaires Colonisation des planètes Découverte spatiale	Le temps, notion arbitraire, qu'est-ce réellement au niveau de la nature
Place de l'Homme dans l'environnement,	Vie sur Mars	Notion de temps suivant les civilisations
Ampleur selon les pays	Étoiles, galaxies et amas, nébuleuses	Vitesse de la lumière
couche d'ozone, couche d'ozone et UV, ozone	Big bang et expansion de l'univers, big bang et la matière	Big bang
carburants et pollution	Trous noirs	Théorie de l'évolution
écosystème, écologie, géologie, nature,	Configuration de l'univers,	Evolution de la mesure du temps à travers l'histoire
Recyclage	Distorsion spatiale, vide spatial	Instant présent
Pluies acides	Relation espace	temps et vitesse
Les sols, utilisation d'engrais	antimatière	infini
Réchauffement de la planète	Théorie de la relativité d'Einstein, $E = m.c^2$ , Physique quantique	Notion de temps, vieillissement
nucléaire	Satellites (naturels, artificiels, communication, Hubble...)	
Respect de la nature	Lumière	
Déchets de satellites	Extraterrestres	
forêts, faune, flore,	Année-lumière, (distance)	
biosphère,	Science fiction	
remembrement	Matière molle	