

LIRE EN CLASSE DE SCIENCES : QUELS PROBLÈMES ?

Yvette GINSBURGER-VOGEL

Yvette GINSBURGER-VOGEL est professeur de sciences naturelles au Lycée La Colinière de Nantes et membre de l'Équipe de Recherche en Didactique des Sciences Naturelles de l'INRP.

Dans le cadre de notre rubrique sur la lecture des "écrits spécifiques" que nous commençons dans ce présent numéro, nous lui avons demandé quelles étaient les particularités des écrits didactiques de sa discipline (de ces messages pluricodés "à forte densité informationnelle" pour reprendre ses expressions) qu'on destine aux élèves et de faire le point des difficultés que peuvent précisément rencontrer ces élèves – dont on sait qu'ils ne sont pas tous bons lecteurs ! – dans leur lecture des documents et des manuels qu'ils sont conduits à utiliser dans l'enseignement des sciences.

La genèse des questions

Dans l'enseignement des sciences naturelles, les documents écrits jouent un rôle tout aussi important que les activités pratiques comme supports d'apprentissages scientifiques. Si les élèves se révèlent astucieux et rigoureux dans les manipulations, le fonctionnement des documents pose des problèmes souvent liés à la maîtrise de la lecture. Depuis plus d'une décennie, des professeurs de sciences naturelles de collège associés aux recherches de l'équipe de didactique en sciences expérimentales de l'INRP s'intéressent aux caractéristiques des écrits scientifiques. Ils ont ainsi été amenés à examiner les manuels scolaires.

Où sont les difficultés rencontrées par les lecteurs ? Quels sont les apprentissages nécessaires pour que les élèves deviennent autonomes dans l'utilisation d'ouvrages écrits pour eux ? Telles furent les questions qui constituèrent le point de départ du groupe de travail qui entreprit l'analyse des manuels dans le but d'apprendre à apprendre à les utiliser. Il faut bien voir que n'ayant jamais eu à expliciter les critères du discours scientifique, nous avons effectué notre propre parcours de formation pour parvenir à la formulation des obstacles repérables¹ et à la conception des situations d'apprentissage nécessaires pour développer les compétences des élèves².

Nous présenterons ici un inventaire rapide des différents types de problèmes que nous avons été amenés à examiner tant à propos de la structure qu'à propos du fonctionnement des écrits didactiques dont la première caractéristique est d'être des messages scripto-visuels dans lesquels écrits et images sont constamment en interaction.

Structure et hiérarchie des écrits didactiques

Les ouvrages scientifiques qu'ils soient universitaires ou scolaires sont hyper structurés ; un plan avec de nombreuses subdivisions met en relief la logique du discours mais cette logique n'est pas évidente dans la lecture continue qu'un lecteur entreprend ordinairement, il faut des retours en arrière pour découvrir les articulations et les différentes directions. Cette structure est importante pour s'approprier le contenu sans se noyer dans les détails, pour comprendre les rapports entre les

¹ Yvette GINSBURGER-VOGEL et Coll. *Apprentissages scientifiques au collège et pratiques documentaires*. Paris, INRP, 1987.

² Des manuels pour apprendre. *Rencontres pédagogiques* n°23. Paris, INRP, 1989.

idées forces et les exemples qui servent à les construire. Bien souvent les exemples (respiration de la grenouille) sont plus frappants pour le lecteur, plus faciles à mémoriser, que les notions qui en découlent (la respiration cutanée). Cette organisation du discours, donnée de lecture, a besoin d'être explicitée, reconstruite avec les élèves pour être efficace.

Les manuels sont beaucoup plus sophistiqués que n'importe quel autre type d'ouvrages. Avec une mise en page en colonnes, les couleurs, les différentes tailles et types de caractères typographiques, les encadrés, les tramés, les soulignés... sont autant de codes de différenciation qui indiquent des statuts différents des éléments du discours impliquant des attitudes diversifiées du lecteur. L'organisation typographique est donc porteuse de sens, elle forme un cadre méthodologique subtil à la fois guide de lecture et facteur de hiérarchie des contenus textuels, des informations. La plupart des ouvrages de sixième comporte une page, ou double page explicitant le mode d'emploi : *"comment l'utiliser"*, *"comment lire une double page de cours"*, *"votre livre est un outil"*... Sans un guidage initial, à entreprendre non pas en dehors mais à l'occasion des activités de classe, l'élève risque de ne retirer aucun bénéfice de cette organisation facilitatrice qui comprend aussi un sommaire, un lexique qu'on oublie trop souvent d'utiliser.

Une tâche de lecture dense et discontinue

On est toujours frappé par l'abondance du vocabulaire scientifique véhiculé par les textes didactiques. Il est vrai qu'un lexique précis fait partie des objectifs d'apprentissage, encore faut-il qu'il soit raisonnablement dosé pour ne pas être indigeste. Dans les ouvrages qui proposent des bilans lexicaux, on voit trente à quarante mots dont la mémorisation et la compréhension sont jugées essentielles pour un chapitre. Par exemple à propos de la reproduction on trouvera : métamorphose, hermaphrodite, gestation, cotylédon, etc. Certains ouvrages actuellement en usage font l'effort d'introduire la définition quelquefois accompagnée de l'étymologie à la page même où le mot est employé mais le plus souvent une étoile renvoie au lexique en fin de livre. En plus de ce vocabulaire spécifique qui nécessite une attention particulière, une des caractéristiques des textes est l'absence de redondance : chaque phrase contient au minimum une information. Il en résulte une grande densité, une saturation du discours. Voici une phrase d'un manuel, qui pourrait aussi figurer dans un cahier d'élève, où est rassemblé un maximum de notions en un minimum de mots :

*"Lors de l'accouplement, les spermatozoïdes du coq sont déposés dans le cloaque de la poule puis remontent à l'intérieur de l'oviducte. La fécondation, union d'un spermatozoïde (appelé gamète mâle) et d'un ovule (appelé gamète femelle) a donc lieu dans le corps de la femelle : c'est la fécondation interne. Elle se déroule avant la formation de la coquille et du blanc de l'œuf."*³

Ce paragraphe d'un premier chapitre sur la reproduction introduit des notions nouvelles et essentielles, celles d'accouplement, de gamète, de fécondation, évoque des données anatomiques, elles aussi nouvelles (cloaque, oviducte) précisées par l'illustration et enfin la notion de fécondation interne qui peut sembler superflue ou évidente n'a sa place ici que parce qu'il faudra ultérieurement l'opposer à la fécondation externe d'autres espèces et qu'il s'agit d'un critère de classement dans la fonction de reproduction. Des écrits comme celui-ci sont rarement autonomes ; l'illustration sur laquelle nous nous attarderons plus loin, fonctionne avec le texte. Par exemple une phrase expliquant les différences anatomiques entre le taureau et la vache peut s'appuyer sur deux photos elles-mêmes traduites par deux schémas qui nécessitent un arrêt de la lecture. Si l'image peut sembler redondante, elle ne l'est toujours que partiellement. Formes et couleurs, par exemple,

³ Biologie sixième. Nouvelle collection Tavernier. Paris, Bordas, 1986, p. 119.

apportent d'autres informations. La lecture est donc faite de va-et-vient fréquents entre texte et images créant des ruptures, exigeant des retours en arrière. Il ne s'agit aucunement de dénoncer des ouvrages dont la forme est conçue pour favoriser les apprentissages, cette complexité reflète la complexité même des apprentissages et ce qui est transparent pour les enseignants maîtrisant les contenus ne va pas de soi pour l'élève ; la tâche de lecture n'est pas aussi évidente qu'il y paraît.

Les formes du discours

L'expérience de lecteur d'un élève entrant en sixième n'est pas complète. Au collège, il se trouve confronté à des écrits diversifiés : textes historiques, textes d'historiens contemporains sur une époque ancienne, descriptions dynamiques de comportements animaux, descriptions anatomiques statiques, descriptions spatiales de montages expérimentaux, comptes-rendus de résultats d'expériences, confrontations d'observations... autant d'écrits possédant des caractéristiques spécifiques auxquels l'élève peut être livré seul car sa part de travail personnel s'accroît. Les instructions officielles de français mettent l'accent sur les textes narratifs et descriptifs en sixième et cinquième, en respectant une progressivité des apprentissages. Cependant les textes explicatifs et même argumentatifs sont constamment présents en sciences, en histoire. Non seulement les élèves ont à lire mais aussi à produire de tels types d'écrits. Il est donc essentiel qu'à l'occasion de l'utilisation de textes explicatifs, on puisse apprendre aux élèves à identifier la structure linguistique de ces textes qui fonctionnent en "comment" et/ou "pourquoi", qui enchaînent plusieurs phases : problématique (question), résolution et conclusion. Cette façon d'aborder l'écrit n'est en rien divergente avec la construction de la démarche scientifique qui est précisément résolution de problèmes. L'enseignant scientifique ne peut qu'y trouver son compte. En repérant les temps des verbes, en identifiant les connecteurs que les élèves ont tant de peine à utiliser, les reformulations paraphrasiques, les substitutions, on fournit aux élèves des outils essentiels. Une analyse de texte explicatif pourra servir à la production par imitation fondée sur des bases claires et précises. Ce travail méthodologique facilitera la compréhension de notions aussi difficiles et importantes que causes, conséquences, faits, hypothèses... Voici un bref exemple de texte mi-explicatif, mi-argumentatif qui montre que si l'on ne s'arrête pas au seul contenu mais à la forme, on peut guider efficacement les élèves dans la découverte des caractéristiques linguistiques qu'ils auront à utiliser :

*"Si toutes les conditions nécessaires sont suffisantes, quand elles sont réunies, la plante doit pouvoir se développer quelles que soient les conditions. Or, en hiver, le gazon par exemple, ne pousse pas, alors qu'il se développe activement en été. Et pourtant, en hiver comme en été, il dispose d'eau, de matières minérales, de lumière, et du dioxyde de carbone de l'atmosphère. Par contre la température n'est pas la même. La température, lorsqu'elle est trop basse, empêche la plante de se développer et donc de fabriquer ses matières organiques."*⁴

La convergence entre la macro-structure des textes explicatifs et la démarche scientifique telle qu'on souhaite la construire au collège s'illustre dans la façon dont sont introduits les problèmes. Dans de nombreux ouvrages, dans de nombreux cours aussi, les titres des paragraphes sont des questions en "comment" amenant des explications fonctionnelles ("comment les grenouilles font-elles des œufs ?") et en "où" amenant des descriptions ("où l'air expiré devient-il air inspiré?"). Les textes de manuels sont donc des instruments de choix pour apprendre les marquages linguistiques. Notons que les questions sont rarement en "pourquoi" car elles induiraient un finalisme embarrassant. Un dernier type textuel mérite d'être examiné : le type injonctif ou instructif.

⁴ Jean-Claude HERVÉ et Coll. **Biologie sixième**. Paris, Hatier, 1977, p. 73.

Caractérisée par des verbes à l'infinitif ou l'impératif, cette forme est fréquente dans les manuels :
"versons dans les deux éprouvettes...",
"réalisons une expérience pour savoir si...",
"observons un fragment de moisissure à la loupe..."

S'agit-il pour autant de passer à l'action ? L'importance des travaux pratiques dans les activités scientifiques ainsi que l'interactivité voulue par ces ouvrages justifient cette interrogation sur la fonction réelle de ce type d'écrit. L'action exigerait plus de précision sur le matériel à utiliser, sur l'ordre des opérations à effectuer. Il semble qu'en réalité il s'agisse plutôt d'une forme langagière destinée à rendre le discours plus vivant, c'est aussi une survivance des guides de travaux pratiques d'autrefois. Toutefois, il y a une ambiguïté car on sollicite également les élèves par de vraies questions :

"analysez ces documents...",
"comparez les pourcentages...",
"faites une liste des organes...",
"décalquez la photo...",

en passant de la première personne du pluriel à la seconde, on passe à l'action ! Ainsi, entre les phrases interrogatives qui introduisent des textes explicatifs, les impératifs qui interrogent, il y a bien des nuances à décoder...

Ces quelques exemples ne constituent qu'un bref aperçu des problèmes relatifs aux écrits ; il y a aussi les images qui constituent des langages porteurs d'informations, des messages qu'il faut savoir lire.

Prééminence de l'illustration

L'image occupe de la moitié aux deux tiers des pages dans les manuels de sciences. Cette importance quantitative correspond, au-delà de l'impact esthétique bien réel, à une importance fonctionnelle. En effet les images sont des données, des preuves, des symbolisations, des traductions du réel. Elles sont descriptives et explicatives mais s'il y a visualisation, il ne faut pas croire trop hâtivement qu'il y a toujours une concrétisation ou une plus grande proximité du réel. La variété des formes de l'illustration implique des codes qu'il est nécessaire de maîtriser pour accéder à l'information.

L'imagerie scientifique

L'imagerie scientifique s'est profondément diversifiée avec l'évolution des sciences elles-mêmes. Depuis la photographie "classique", reproduction analogique d'un référent (par exemple un paysage) aux macro et microphotographies de microscopie optique (avec colorants artificiels) ou électronique (jusqu'à des grossissements supérieurs à 100 000 fois), aux chronophotographies, ou encore aux images satellitaires à l'infra-rouge..., des techniques sophistiquées dont la mise en œuvre n'est possible que par des spécialistes, produisent des images dans lesquelles la part de reconstruction du réel est importante car ce réel n'est pas directement accessible. En introduisant toute cette imagerie dans les ouvrages scolaires comme DOCUMENTS D'APPRENTISSAGE, on doit pour le moins s'interroger sur leur signification pour l'élève à quelle réalité doit-il se référer ? D'ailleurs devant des photos de préparations microscopiques on trouve, en lycée, des élèves qui s'interrogent sur la façon dont elles ont été obtenues puisqu'ils n'ont pas eu l'occasion de faire eux-mêmes des coupes microscopiques et que les techniques les plus simples dans ce domaine leur sont

inconnues. L'imagerie est centrale dans le discours scientifique. L'exemple des inscriptions⁵ introduites en cinquième avec les sonogrammes, en quatrième avec les sismogrammes⁶, en troisième avec les physiogrammes est caractéristique. Il s'agit d'enregistrements de signaux obtenus avec un appareillage spécifique de chaque type d'enregistrement. Ces images ont en commun de traduire un fonctionnement, de témoigner d'une activité. Mais surtout, elles ne sont pas la traduction graphique d'un discours, c'est le discours (des scientifiques) qui est la traduction de ces images qui sont loin d'être transparentes pour les non-spécialistes. Si on observe le sismogramme (fig. 1), il apparaît indispensable de connaître comment il a été obtenu pour percevoir sa signification ; mais au-delà, son interprétation exige le discours du spécialiste. Aujourd'hui c'est sur l'analyse de telles images que des élèves abordent des problèmes scientifiques.

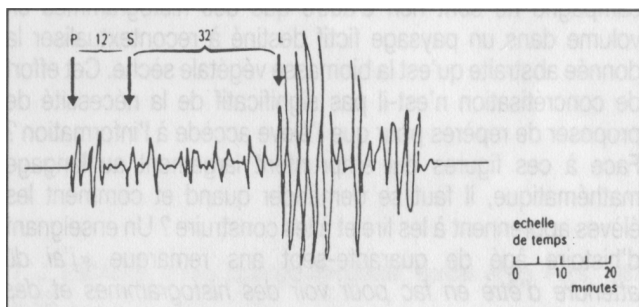


Figure 1.

Sémiologie graphique

Regardons aussi les procédés graphiques utilisés en sciences, en géographie, en économie pour traduire des données afin de les rendre analysables : les graphes, les histogrammes, les diagrammes abondent. Que faut-il d'abord maîtriser pour lire ces documents comme cette représentation graphique (aujourd'hui banale) de données climatologiques⁷ (fig. 2) ? À la base, une mise en relation de données :

– douze soleils dans lesquels le disque représente les vingt-quatre heures d'une journée, le quinze de chaque mois. On doit en extraire la durée des jours et des nuits, l'heure de lever et l'heure de coucher du soleil ;

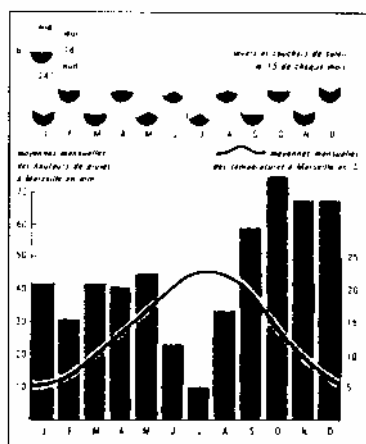


Figure 2

– la courbe (évolution continue) représentant les moyennes des températures à Marseille qui doit se lire en fonction de l'axe des ordonnées de droite ; notons à cette occasion un détail" : la

⁵ Bruno LATOUR. *Les "vues" de l'esprit*. Une introduction à l'anthropologie des sciences et des techniques. Culture technique n°14. 1985.

⁶ Jean-Claude HERVÉ et coll. *Sciences et techniques biologiques et géologiques*. Quatrième. Hatier, Paris, 1988, p. 54.

⁷ J. ESCALIER et coll. *Biologie cinquième*. Bordas et fils, Paris, 1987, p. 23.

réduction des documents entraîne des difficultés de lecture précise, ici l'échelle est de 6 mm pour 5C ;

– l'histogramme (discontinuité d'un phénomène) de pluviosité suppose une lecture en fonction de l'axe des ordonnées de gauche. Le même document suppose donc l'analyse de trois types de données qui, puisqu'elles sont présentées ensemble, devront être comparées. On trouvera encore des histogrammes avec les pyramides des âges (en troisième) où ce qui est en ordonnées dans l'exemple décrit, sera placé en abscisses par renversement de la figure.

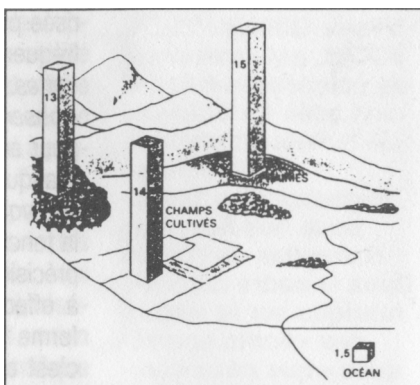


Figure 3

Regardons aussi cette variante⁸ (fig. 3) où ces "tours" à la campagne ne sont rien d'autre que des histogrammes en volume dans un paysage fictif destiné à recontextualiser la donnée abstraite qu'est la biomasse végétale sèche. Cet effort de concrétisation n'est-il pas significatif de la nécessité de proposer de repères pour que l'élève accède à l'information ? Face à ces figures qui empruntent largement au langage mathématique, il faut se demander quand et comment les élèves apprennent à les lire et à les construire ? Un enseignant d'histoire âgé de quarante-sept ans remarque *"j'ai dû attendre d'être en fac pour voir des histogrammes et des camemberts... mes élèves les découvrent en sixième..."*⁹. Voyons justement ces "camemberts" qui illustrent de multiples notions (fig. 4¹⁰ et 5¹¹).

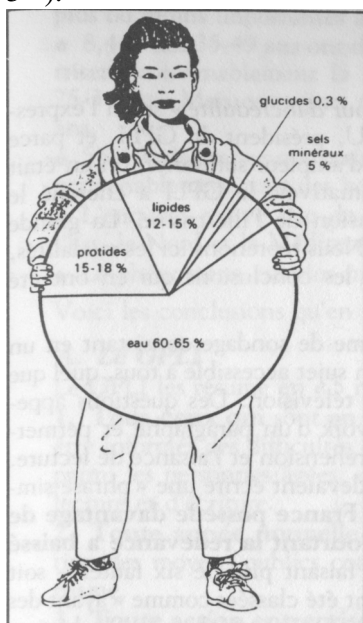


Figure 4

⁸ Ibid, p. 123.

⁹ Enquête "Le niveau monte". *Le Monde de l'Éducation*, Janvier 1989, p. 51.

¹⁰ J. ESCALIER et coll. *Biologie sixième*. Paris, Pierre Bordas et fils, p. 75.

¹¹ Nicolas SALVIAT et coll. *Sciences et techniques biologiques*. Paris, Magnard, p. 23.

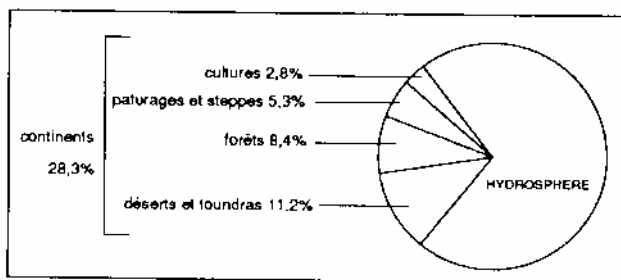


Figure 5

Le principe : un disque destiné à visualiser des proportions exprimées en pourcentages par des secteurs angulaires délimitant des surfaces, autrement dit 10% angle de 36. Est-ce évident ? Est-ce facile à manier ? Le camembert de la surface de la terre est particulièrement intéressant. Si la terre est usuellement schématisée par un disque représentatif d'un hémisphère, ici c'est la totalité de la surface des deux hémisphères qui est contenue dans le disque, il faut donc veiller aux glissements de sens qui risquent d'apparaître si l'élève superpose l'image terre à celle du camembert. Faussement proche du camembert, tout aussi fréquent en biologie : le cycle.

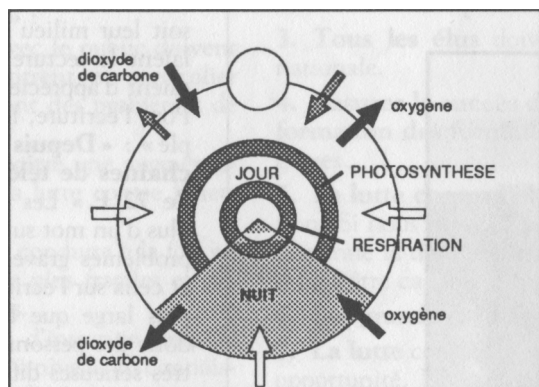


Figure 6

Ici (fig. 6¹²) le disque représente deux "tranches", comme le camembert (le jour et la nuit, le cercle du haut symbolise le soleil) mais il s'agit d'un cycle (à lire donc en suivant la circonférence) car il présente des phénomènes qui se reproduisent quotidiennement. Il s'agit-là d'une figuration abstraite, d'un schéma de synthèse, les flèches de couleur qui entrent et sortent symbolisant les échanges entre une plante verte (qui serait le disque) et le milieu extérieur. Ce type d'image suppose que les concepts de respiration, de photosynthèse, de nutrition minérale des plantes ont été construits. Néanmoins la figuration proposée est une parmi d'autres possibles et la densité d'informations qu'elle résume et intègre en fait une de ces images difficiles qui, répétons-le, sont caractéristiques du langage scientifique.

Les images symboliques

Les images symboliques sont peut-être les seules qui fassent l'objet d'apprentissages car leur caractère spécifique est clairement identifié. Il s'agit par exemple des circuits électriques (les élèves apprennent à symboliser un interrupteur, une lampe...), des formules chimiques qui se complexifient au cours de la scolarité (formules simplifiées, puis développées, spatiales...). On fait

¹² Éric PERILLEUX et coll. **Biologie sixième**. Paris, Nathan, p. 23.

l'effort de justifier le pourquoi de ces codes universels à caractère disciplinaire alors que les autres codes transdisciplinaires vus précédemment demeurent trop souvent implicites.

Les procédés de visualisation

Les procédures de visualisation fréquentes dans la vulgarisation scientifique¹³ apparaissent dans les documents d'apprentissage quand il s'agit de suggérer des notions jugées difficiles : une image se substitue à l'explication. En biologie cette traduction imagée de concepts est le fait des scientifiques eux-mêmes, les chaînes de pyramides alimentaires sont des modèles analogiques créés par les scientifiques, bien vulgarisés aujourd'hui, ils fonctionnent souvent comme les systèmes symboliques. Mais on trouve aussi des métaphores et des reformulations animistes.

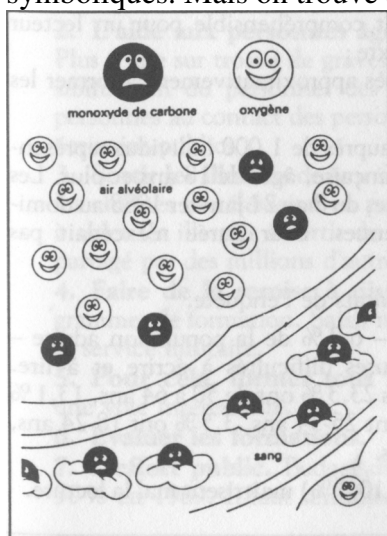


Figure 7

Dans un schéma destiné au "grand public" (fig. 7¹⁴), il s'agit de faire comprendre l'effet d'un phénomène chimique trop complexe pour être expliqué simplement à un public qui n'a pas les connaissances suffisantes en chimie et les molécules deviennent des visages... C'est encore la complexité de l'activité enzymatique qui justifie fréquemment la représentation de molécules, les enzymes, en bûcherons qui hachent et scient les aliments à l'intérieur du tube digestif (fig. 8¹⁵).

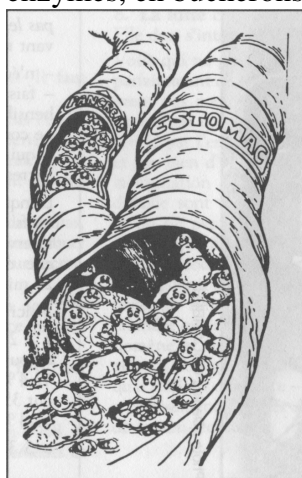


Figure 8

¹³ Daniel JACOBI. La visualisation des concepts dans la vulgarisation scientifique. Culture technique 14. 1985.

¹⁴ C. DÉSIRÉ, R. TAVERNIER. **Biologie Géologie Troisième**. Paris, Bordas, 1980, p. 70.

¹⁵ J. ESCALIER et coll. **Biologie Première A**. Paris, Nathan, 1984, p. 183.

Ce procédé amène naturellement les images des "bons" (comme l'oxygène souriant) et des "méchants" (comme l'oxyde de carbone menaçant), les microbes "agresseurs" de l'organisme humain donnent lieu à de telles illustrations. Il faut toutefois s'interroger sur les conceptions ainsi induites dans l'esprit des élèves : est-ce une aide véritable ? Est-ce une source d'obstacles ? Si on recourt à ces procédés à chaque fois que l'on ne peut plus développer une explication argumentée, n'est-ce pas parce qu'on aborde un peu tôt des notions qui seront accessibles plus tard ?

Il ne s'agissait là que d'un inventaire des caractères des écrits didactiques. Messages pluricodés, densité informationnelle, les documents scientifiques doivent faire l'objet d'apprentissages méthodologiques indispensables à l'acquisition de stratégies de lecture efficaces par les élèves. C'est leur autonomie de lecteur mais aussi leur compétence à produire des écrits qui sont en jeu.

Yvette GINSBURGER-VOGEL