

L'ACTUALITE DE LA BIOLOGIE : VULGARISER OU AUTONOMISER ?

FRANÇOIS LOMBARD

TECFA, Faculté de Psychologie et Sciences de l'Education, Université de Genève

MOTS-CLES : ACTUALITE, BIOLOGIE, INFORMATION, DIDACTIQUE.

RESUME :

L'analyse de l'actualité révèle un nouveau paradigme de la biologie : la Biologie Instrumentée par les Technologies de l'information (BIST), marquée –entre autres – par la gestion d'une information surabondante. Alors qu'on aborde généralement l'actualité sous l'angle de la vulgarisation, cet article défend l'idée que le rôle de l'école est plutôt de rendre l'élève progressivement capable d'affronter la complexité de la science. Il discute également un modèle pédagogique utilisé pour rendre l'élève capable de comprendre la littérature scientifique par lui-même.

ABSTRACT :

Science news shows how much Information Technology has changed biology itself. One aspect is managing the sheer abundance of information and building knowledge : information literacy. Whereas science news is generally popularized in schools, we argue for developing student's capacity to manage vast amounts of information. A teaching model used to help students understand science magazines themselves will be discussed.

F.LOMBARD, Actes JIES XXVIII, 2007

1. L'ACTUALITE : LA BIOLOGIE CHANGE

Are you ready for the revolution?, titrait un article de la revue *Nature* dans lequel la publication du génome humain (IHGS, 2001) faisait l'actualité internationale. Butler (2001) met en garde : si les biologistes ne s'adaptent pas à la nouvelle ère de la biologie qui s'ouvre, ils risquent d'être rapidement dépassés. Dans une discipline qui vit la révolution au quotidien depuis des décennies, l'usage des superlatifs du changement lasse un peu. Il est pourtant démontrable qu'un ensemble de changements fondamentaux pour l'enseignement se produisent, et je vais dans un premier temps identifier leurs caractéristiques sur la base notamment des rapports BioComp (Wooley et al., 2005) et Bio2010 (NRC, 2003). Ensuite, je développerai l'une des quatre facettes de ce changement: l'infobésité, particulièrement pertinente au traitement de l'actualité. J'en tirerai quelques variables importantes à prendre en compte lors de la conception de dispositifs d'enseignement et en analyserai un qui a tenté d'incarner ces conjectures sur l'apprentissage de la biologie dans une surabondance d'informations.

1.1 D'une biologie de la forme a une biologie de l'information : l'apparition de la bist

Pour comprendre le présent, explorons rapidement ses racines historiques. L'année 1975 marque un tournant pour l'historien des sciences (Morange, 2003), celui de la fin d'une phase pionnière et l'entrée dans une certaine maturité d'une biologie *In Vitro* : la postface de l'édition 2003 de cet ouvrage s'intitule *Requiem de la biologie moléculaire*.

Définissons la biologie. On peut la caractériser (Sears & Wood, 2005 p.3) ainsi : les connaissances sont fondées sur l'observation ou l'expérimentation. (1) C'est un ensemble de méthodes et de disciplines groupées autour des processus vivants et des interrelations entre les organismes vivants. (2) Elles existent dans un environnement d'hypothèses courantes plutôt que de certitudes. (3) Elles incluent des disciplines qui évoluent rapidement. (4) Ce sont des disciplines essentiellement pratiques et expérimentales .

Retenons l'image d'une science en mouvement, faite d'hypothèses plutôt que de certitudes, dans un processus de construction de connaissances par investigation à partir de l'observation ou de l'expérience. Alors que toute la société se recentre autour de l'information et la connaissance, le séquençage du génome humain manifeste aux yeux de tous l'avènement de l'ère génomique en biologie. Ce mouvement est le fruit de transformations amorcées bien plus tôt; Morange (2003) parle pour l'articulation de la biologie moléculaire et de l'informatique de-

l'émergence d'une nouvelle vision du monde (p. 130) En somme, une nouvelle manière de pratiquer la biologie est en train d'émerger du sein de la biologie que nous connaissons.

1.2 De nouvelles manières de pratiquer la biologie : la BIST

Les rapports mentionnés le soulignent, une lecture avec un peu de recul de l'actualité scientifique le montre : la biologie a profondément changé sous l'effet des TIC, le traitement informatique des données biologiques est devenu une part importante de l'activité de tous les biologistes.

Pour cet ensemble de changements, j'ai forgé le terme de Biologie Instrumentée¹ par les Technologies de l'information (BIST). Si la biologie reste expérimentale et si les bases chimiques des processus ne sont pas remises en cause, l'approche change. La vie est vue comme un flux d'informations ; de nouvelles formes d'expérimentations, d'analyses, de constructions des connaissances et de publications de ces recherches peuvent être observées, de la botanique à l'écologie, en passant par la génétique.

La BIST : 4 facettes

Avec ce terme de BIST, j'ai regroupé 4 facettes assez différentes de changements provoqués par les technologies de l'information à la plupart des domaines de la biologie.

La première facette est la Bioinformatique classique. La seconde traite des autres bases de données biologiques. La troisième facette regroupe les simulations et la biologie des systèmes. La quatrième facette traite de la gestion de l'information et des connaissances biologiques. Développons en quelques lignes cette dernière facette : la capacité à gérer une information surabondante et à construire des connaissances structurées à partir de cette avalanche nécessite des compétences nouvelles. Selon Hounsell et al. (2002), les compétences de gestion de l'information nécessaires à un scientifique consistent non seulement à trouver de l'information et à l'évaluer, mais aussi à la communiquer de manière contextualisée, lui appliquer des traitements numériques complexes, et disposer de stratégies pour se tenir à jour.

Ainsi, cette 4^{ème} facette de la BIST est cruciale pour le traitement de l'actualité qui nous intéresse ici.

¹ *Instrumentée* fait référence au processus d'interaction entre les outils et leur appropriation par les utilisateurs : instrumenttion ??? – instrumentalisation (Rabardel, 1995).

Il s'agit d'un renversement de la manière dont l'apprenant se forme. Paquette (2002) parle de renversement de paradigme : au lieu de recevoir une information qui est sélectionnée, prescrite, préparée, dans des institutions clairement reconnues et lors d'études clairement délimitées, l'apprenant est inondé d'informations hétérogènes de sources informelles et acquiert des connaissances tout au long de son parcours.

"On demande ainsi à chaque individu de choisir des informations de sources diverses et de les intégrer en un ensemble cohérent et utile pour son travail ou sa vie en société. En fait, on lui demande d'acquérir avec un minimum d'aide, des habiletés et des connaissances de plus haut niveau que celles qu'il développait par le passé. [...]

Se rend-on compte des exigences que cela pose? Non seulement la quantité des informations et des connaissances disponibles croît-elle très rapidement, mais elle exige, pour isoler des autres les connaissances fiables et utiles, l'usage de connaissances et d'habiletés auxquelles les méthodes de formation traditionnelles nous ont peu préparés par le passé." (ibid. p. 13-14)

Pour Paquette, l'information provient de sources extérieures à la personne, et les connaissances sont les constructions mentales qu'il produit à partir de ces informations. Il est clair que de nouvelles compétences de sélection, de structuration et de communication sont désormais nécessaires pour permettre à chacun, tout au long de sa vie, de construire ses connaissances à partir de cet abondant flux d'informations.

Dans la littérature, l'usage de l'actualité dans l'enseignement de la biologie est souvent présenté comme un facteur de motivation pour les élèves (Kachan et al., 2006) ou "accroche" à un cours donné **traditionnellement** (De Vecchi, 2006). La science est généralement représentée comme une somme de faits (Ford, 2006). *Cette dictature des programmes ne permet pas aux enseignants de transmettre une compréhension profonde des concepts de base et encore moins de commenter l'actualité scientifique* (Rolland, 2006). Il semble que, trop souvent, on envisage l'utilisation de l'actualité en classe comme une simple source d'informations (a) destinées au maître (b), pour lui permettre de rester à jour, puis de la vulgariser lui-même ou d'en choisir des formes adéquatement vulgarisées qu'il présentera aux élèves.

Eclairons cette approche de l'actualité à la lumière de la définition de la science proposée par Sears & Wood (2005) et dans la perspective d'apprendre aux élèves ce qu'est la science.

L'actualité serait vue comme source d'informations (a).

A titre d'exemple, prenons un enseignant qui suit l'actualité scientifique et apprend que la sensibilité aux saveurs sur la langue n'est pas répartie en 4 zones comme nos manuels l'ont ensei-

gné durant des décennies (cf. p.ex. Anselme, 1998) mais de façon homogène, et qu'il y a 5 saveurs : salé, sucré, acide, amer et "umami", soit le goût de la viande (Chandrashekar et al., 2006). Parce que cette information remet en question des années de pratique et de certitudes, pire encore : parce qu'il faudrait remettre en question ce que le professeur a affirmé à de nombreux étudiants, il est incité à ne rien changer. Il y a une inertie considérable au changement (Astolfi, 1999). Dans cet exemple, ce qui est intéressant n'est pas tant l'erreur – *errare humanum est* –, mais le constat que bien des enseignants semblent préférer un modèle connu, facile à enseigner plutôt que la complexité réelle d'une science qui change avec les données nouvelles – *perseverare diabolicum*. Révélant ainsi une fonction que l'enseignant assume souvent, celle de transmettre un savoir bien établi, simple, plutôt que de réveiller un questionnement qui pourrait former des citoyens trop critiques...

Pourtant, *Les connaissances existent dans un environnement d'hypothèses courantes plutôt que de certitudes*. Ainsi l'actualité permet de voir des hypothèses s'ajuster aux données récentes, et permet de montrer aux élèves une science qui évolue.

Reprenons la définition de la biologie : elle est un *processus de construction de connaissances par investigation à partir de l'observation ou de l'expérience*. L'actualité scientifique montre bien des hésitations et allers-retours, et leur mise en perspective révèle la construction des connaissances scientifiques. Au lieu d'être perçus comme des difficultés dans l'établissement de faits (qu'on pose comme "scientifiquement établis"), ces confrontations révèlent la nature même de la science. L'enseignement ne devrait-il pas développer cette manière de progresser avec chaque nouvelle donnée vers une connaissance mieux étayée ? Le physicien R. Feynmann (in Postel Vinay (2006)) déclarait que *Ce qui n'est pas entouré d'incertitudes ne peut pas être la vérité*. De nombreuses recherches ont étudié la manière dont l'institution, les enseignants, les élèves pourraient développer cette vision de la science ; par exemples Abd-El-Khalick (2000), Astolfi, Develay (2002), Charpak (1998), Giordan (1998).

L'actualité scientifique, faite d'hypothèses, de résultats nouveaux et pointus, est complexe, peu cohérente, peu synthétique, ce qui constitue un frein à son usage en classe. Et ceci tout particulièrement si l'on considère que le rôle de l'enseignant est de présenter une vision claire, simple et facile permettant d'apprendre des faits bien établis. Pour Jonassen (2003), une trop grande simplification déconnecte les savoirs de leur contexte, leur ôtant une grande part de leur sens, et encourage l'illusion confortable que le monde serait simple et cohérent.

Clairement, le rôle de l'école devrait plutôt être de rendre l'élève progressivement capable d'affronter la complexité de la science, lui procurant ainsi de l'autonomie.

b) L'actualité serait destinée au maître

On peut se demander si le fait d'aborder le problème en se focalisant sur le flux d'informations qui passe par le maître est suffisant et même opportun... D'une part, l'élève est confronté à de nombreuses sources à côté et en dehors de l'école (TV, Web, Blogs, Chats, e-mail, SMS...), sources qui viennent inévitablement compléter ce que le maître aurait dit et présenté, transformant ainsi toute action didactique, voire la disqualifiant. D'autre part, la mission de l'école est bien sûr de rendre l'élève capable de gérer cette abondance d'informations. Les compétences de l'élève sont:

"Etre capable de trouver de l'information sur les biosciences depuis diverses sources et de l'évaluer. D'en communiquer les principes oralement et par écrit, d'une manière structurée, pertinente, et en référence aux hypothèses dans lesquelles elle s'inscrit (Wooley & Lin, 2005). »

Rendre l'élève capable de comprendre l'actualité scientifique implique forcément une mise en perspective, une diversité de sources. On est loin d'une vulgarisation où le maître simplifie et synthétise ce qu'il a lu. En effet, l'élaboration d'une synthèse est justement l'activité cognitive qui construit la connaissance: disposer d'une synthèse faite par un autre ne remplace pas la synthèse faite par l'élève – au contraire, disposer de la synthèse d'un autre décourage à formuler la sienne propre.

Quels *designs* d'enseignement imaginer, qui rendent progressivement l'élève capable d'évaluer, par la confrontation à d'autres textes, d'approfondir en remontant vers l'information d'origine, parfois même dans les publications scientifiques primaires ? Il ne s'agit pas – bien sûr – de faire lire en entier les revues scientifiques aux élèves les plus jeunes, mais de les accompagner – sur la base de questions précises que l'actualité a suscitées – avec méthode vers les réponses qui sont en amont. Trouver la réponse à une question précise dans un *abstract* d'une revue scientifique est à la portée d'un lycéen motivé. Et certainement plus formateur que de lui en donner la substantifique moelle.

En somme, la question du tri de l'avalanche d'informations ne devient soluble que dans la perspective d'une production qui supporte la construction de connaissances (Catel, 2001) : on ne trie pas *pour trier*, on trie en vue de réaliser un texte. On ne peut écarter l'inutile qu'en fonction d'une question qui *fasse sens* et qu'on cherche à communiquer.

Ainsi, un ingrédient essentiel et implicite de la production est le questionnement : pour focaliser la recherche et permettre le tri, les questions que l'élève poursuit sont critiques (Maulini, 2005). Elles sont probablement le principal outil de pilotage de l'activité, et il est donc crucial de veiller à faire émerger des questions qui fassent sens pour les élèves ; ces questions doivent

rester sous leur responsabilité. Une fois les élèves armés de questions fécondes, il est presque facile de les aider à trouver des réponses – pour autant que l'on parvienne à s'abstenir de donner des réponses qui stériliseraient le questionnement.

2. VERS DES DISPOSITIF D'ENSEIGNEMENT DEVELOPPANT L'AUTONOMIE

Nous pouvons maintenant identifier quelques axes qui pourraient guider la construction de dispositifs d'enseignement développant l'autonomie des élèves face à l'actualité scientifique. Puisque c'est eux qu'on cherche à rendre compétents, l'actualité devrait être destinée aux élèves plus qu'aux maîtres. Puisqu'on cherche à les rendre capables de faire face à l'avalanche d'informations, il faut les accompagner dans des environnements plutôt riches en informations (d'une richesse adaptée à leurs compétences) au lieu de leur sélectionner juste l'information nécessaire. Pour qu'ils puissent apprendre à faire des choix, il faut leur donner un but, une production qui fasse sens et les motive à la sélection.

2.1 Analyse d'un dispositif

Un dispositif qui tente d'incarner ces conjectures a été implémenté dans des classes de biologie – Option complémentaire "Comprendre les biosciences" avec des élèves de 18-19 ans en année terminale de maturité (l'équivalent du baccalauréat à Genève).

Les élèves ont reçu un article d'actualité scientifique vulgarisée et ont dû l'analyser pour produire à domicile un document écrit décrivant : a) les techniques nouvelles évoquées avec une description précise de leurs mécanismes ; b) les potentiels (ou limites) de ces techniques ; c) les enjeux éthiques, c'est-à-dire les conflits de valeurs que ces potentiels suscitent.

Cette approche "techniques-potentiels-enjeux" oblige les élèves à dépasser le simple résumé, l'article ne suffisant pas du tout à trouver des réponses à ces 3 questions. Les élèves sont libres de chercher, mais ont accès à un éventail assez large de ressources Web sélectionnées, et aux publications primaires auxquelles les articles se réfèrent. Ils sont encouragés à y trouver les réponses aux questions les plus pointues suscitées par l'article. Un débat est mené en class, et la correction et l'évaluation – notée – valorisent une réflexion en profondeur.

Les résultats préliminaires de l'analyse des travaux d'élèves et d'un questionnaire distribué en fin de semestre suggèrent qu'ils ont pu exploiter l'actualité et en faire usage pour construire des connaissances, malgré l'abondance de documents. La progression des textes au cours du

semestre montre une capacité croissante à dissocier les angles d'analyse et de recherche (techniques, potentiels, enjeux) et l'émergence d'un discours qui tend à formuler des hypothèses plutôt qu'à établir des vérités.

On voit dans leurs textes qu'ils ont acquis une méthode d'analyse d'articles scientifiques (posture critique, mise en contexte, confrontation à d'autres sources, utilisation d'extraits de la littérature primaire). Par exemple, l'un d'entre eux déclare : "J'ai compris que pour lire un article scientifique, même dans *Science & Vie*, on ne peut se contenter de le lire attentivement, il faut chercher d'autres sources pour vraiment comprendre."

3. EN CONCLUSION

De nombreux enseignants doutent que les élèves soient capables d'affronter la complexité des sciences. On peut se demander si ce n'est pas justement ce doute chez l'enseignant qui induit cette difficulté, par un "effet Pygmalion" renversé (Rosenthal et al., 1968). Croire dans le potentiel des élèves peut au contraire les rendre capables. Le maître doit chercher à encourager ses élèves dans des activités qui lui permettent petit à petit d'affronter la complexité des sciences.

Etre optimiste quand aux capacités des élèves ne suffit bien sûr pas. Des activités de production, notamment d'écriture rigoureusement encadrées dans un esprit encourageant peuvent donner du sens et permettre d'en construire. *Un thème quelconque, avec un professeur en chasse aux erreurs comme seul public n'aideront guère l'élève. Mais un sujet qui l'intéresse et un public qui réagit à ce qu'il a à dire sont les ingrédients essentiels d'un apprentissage profitable* (Bereiter et al., 1987, traduction personnelle).

On a vu qu'un déplacement de l'attention du maître des réponses vers le questionnement des élèves est doublement pertinent. D'abord pour leur permettre de capter l'une des caractéristiques de la science, à savoir être piloté par les questions, et ensuite parce que ces questions donnent du sens et permettent de trier l'abondance d'information qui caractérise l'actualité.

Enfin, la production d'écrits permet de *transformer l'essai*, de dépasser l'étonnement que la nouveauté suscite vers la construction de connaissances à partir de la surabondance d'informations. Rendre les élèves non seulement capables de recevoir l'information, mais aussi de produire à partir de cette avalanche d'écrits, c'est leur donner la pleine maîtrise de l'information. En somme, les aider à être des citoyens responsables.

4. BIBLIOGRAPHIE

- AAAS (1993) Project 2061, Benchmarks for Science. Washington, American Association for the Advancement of Science.
- ABD-EL-KHALICK, F. & LEDERMAN, N. G. (2000) Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International journal of science education*, 22, 665-701.
- ANSELME, B. (1998) Repères Pratiques. *Le corps humain*, Editions Nathan.
- ASTOLFI, J.-P. (1999) *Chercheurs et enseignants: Repères pour enseigner aujourd'hui*, Paris, INRP.
- ASTOLFI, J.-P. & DEVELAY, M. (2002) *La didactique des sciences*, Paris, Presses universitaires de France.
- BEREITER, C. & SCARDAMALIA, M. (1987) *The psychology of written composition*, Lawrence Erlbaum Associates.
- BINDÉ, J. (2005) Towards knowledge societies: UNESCO world report. IN WORKS, U. R. (Ed.) Paris, UNESCO.
- BUTLER, D. (2001) Are you ready for the revolution? *Nature*, 409, 758-760.
- CATEL, L. (2001) Écrire pour apprendre? Ecrire pour comprendre? Etat de la question. *Aster*, 17-47.
- CHANDRASHEKAR, J., HOON, M. A., RYBA, N. J. P. & ZUKER, C. S. (2006) The receptors and cells for mammalian taste. *Nature*, 444, 288-294.
- CHARPAK, G. (1998) *Enfants, chercheurs et citoyens*, Paris, Odile Jacob.
- CHEVALLARD, Y. (2004) La place des mathématiques vivantes dans l'éducation secondaire : transposition didactique des mathématiques et nouvelle épistémologie scolaire 3e Université d'été Animath 22-27 août 2004 Saint-Flour (Cantal).
- DE VECCHI, G. (2006) *Enseigner l'expérimental en classe : pour une véritable éducation scientifique* Paris, Hachette éducation.
- FORD, D. J. (2006) Representations of science within children's trade books. *Journal of Research in Science Teaching*, 43, 214-235.
- GIORDAN, A. (1998) *Une didactique pour les sciences expérimentales*, Paris, Belin.
- HOUNSELL, D. & MCCUNE, V. (2002) Teaching-Learning Environments in Undergraduate Biology: Initial Perspectives and Findings. *Enhancing Teaching-Learning Environments in Undergraduate Courses ETL ETL Project*, Department of Higher and Community Education.
- IHGS INTERNATIONAL HUMAN GENOME SEQUENCING CONSORTIUM (2001) Initial sequencing and analysis of the human genome. *Nature*, 409, 860-921.
- JONASSEN, D. H. (2003) *Learning to Solve Problems with Technology: A Constructivist Perspective*, Upper Saddle River NJ USA, Merrill Prentice Hall.
- KACHAN, M. R., GUILBERT, S. M. & BISANZ, G. L. (2006) Do teachers ask students to read news in secondary science?: Evidence from the Canadian context. *Science Education*, 90, 496-521.
- MAULINI, O. (2005) *Questionner pour enseigner et pour apprendre : le rapport au savoir dans la classe / Olivier Maulini*, Issy-les-Moulineaux :, ESF.
- MORANGE, M. (2003) *Histoire de la biologie moléculaire*, Paris, La Découverte.
- NRC COMMITTEE ON UNDERGRADUATE BIOLOGY EDUCATION TO PREPARE RESEARCH SCIENTISTS FOR THE 21ST CENTURY (2003) BIO2010: Transforming Undergraduate Education for Future Research Biologists National Research Council
- PAQUETTE, G. (2002) *L'ingénierie du télé-apprentissage, pour construire l'apprentissage en réseaux*, Québec, Presses de l'Université du Québec.
- POSTEL VINAY , O. (2006) Une culture remplace l'autre. *La Recherche*, 394, 92.
- RABARDEL, P. (1995) *Les hommes et les technologies, approche cognitive des instruments contemporains.*, Paris, Armand Colin. .
- ROLLAND, J.-M. (2006) L'enseignement des disciplines scientifiques dans le primaire et le secondaire Commission des affaires culturelles, familiales et sociales.
- ROSENTHAL, R. & JACOBSON, L. (1968) *Pygmalion in the Classroom*, New York, Holt, Rinehart and Winston.
- SANDOVAL, W. A. (2004) Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs. *Educational Psychologist*, 39, 213-223.
- SEARS, H. & WOOD, E. (2005) Linking Teaching and Research in the Biosciences. *Bioscience Education e-journal (BEE-j)*, 5.
- WOOLEY, J. C. & LIN, H. S. (2005) Catalyzing Inquiry at the Interface of Computing and Biology. Committee on Frontiers at the Interface of Computing and Biology, National Research Council. IN WOOLEY, J. C. & LIN, H. S. (Eds.) *Committee on Frontiers at the Interface of Computing and Biology*, National Research Council. National Academies Press.