

## Un dispositif technopédagogique pour l'investigation en biologie : éléments de bilan après sept ans

**François Lombard**

*TECFA ; IUFE, LDES*  
*Université de Genève*  
[francois.lombard@unige.ch](mailto:francois.lombard@unige.ch)

---

*RÉSUMÉ. Nous avons développé durant 7 ans un dispositif technopédagogique pour l'investigation en biologie à Genève. La plus grande partie de l'année terminale reposait sur ce dispositif qui devait donc assumer la pleine responsabilité des acquis à l'examen de maturité (= baccalauréat) dans la discipline principale de ces étudiants.*

*Nous avons cherché à déterminer quelles caractéristiques de ce dispositif permettent de développer la démarche scientifique en tant que méthode de validation des connaissances et comme processus cyclique (Sandoval, 2004).*

*Nous montrons que les élèves développent des stratégies de sélection de ressources et de validation autonome des savoirs. Nous trouvons que l'écriture itérative, la confrontation répétée des textes en cours d'élaboration ainsi que la disponibilité de ressources abondantes et de qualité variée sont des caractéristiques importantes pour mener à ces résultats.*

*Nous discuterons dans quelle mesure ces caractéristiques constituent des indices de développement de connaissances scientifiques.*

*MOTS-CLÉS : investigation, dispositifs, ingénierie pédagogique, wiki, biologie*

*KEYWORDS : inquiry, design, info literacy, wiki, biology*

---

## Introduction

Nous avons développé durant sept ans un dispositif technopédagogique pour l'investigation en biologie. Pour étudier les effets de ce dispositif, nous procédons à l'analyse des co-écritures successives ainsi que de questionnaires soumis aux élèves. Cet article présente un condensé de certains résultats, focalisé sur la validation des connaissances et les stratégies de sélection des ressources.

Nous conceptualisons l'investigation scientifique comme un processus de questions et de réponses (Hintikka, 1992), de nature cyclique (Bereiter, 2002 ; Sandoval, 2004). Une caractéristique de la science est la validation des savoirs par leur construction logique reposant sur des données (Sandoval, 2004). L'investigation se manifeste par un cycle, généralement répété, dont les phases cruciales sont la formulation de questions, la recherche de réponses, une production – souvent écrite – la discussion et la réflexion débouchant sur la redéfinition des questions. Ainsi, « faire de la science » c'est accompagner les élèves pour qu'ils valident eux-mêmes les savoirs trouvés et étayent scientifiquement leurs connaissances. Les manipulations expérimentales sont une manière de valider les savoirs parmi d'autres (observations, enquêtes, lectures...). Hakkarainen et Sintonen (2002) montrent que l'investigation peut mener les apprenants depuis des questions vagues vers une exploration scientifique. Dans un dispositif d'investigation, l'enseignant devrait donc laisser les élèves construire les questions mais s'assurer qu'elles sont problématisées, guident la validation des connaissances et permettent la sélection de ressources appropriées. Les productions écrites manifestent les étapes de la compréhension. Elles sont un artefact conceptuel (Bereiter, 2002) qui permet la confrontation des conceptions émergentes des élèves sur une question. Ainsi l'écriture est mise à profit dans l'investigation pour sa fonction de clarification de la pensée (Klein, 1999). La nature itérative de l'investigation se manifeste par une écriture retravaillée et une construction progressive de la pensée. La recherche montre que les apprentissages profitent des confrontations épistémiques lorsque les conflits sont sociocognitifs plutôt que relationnels (Buchs, 2007).

## 1. Méthodologie

Ce dispositif s'appuie sur un espace d'écriture itérative et de confrontation supporté par un wiki (un site web interactif dans lequel un même texte peut être élaboré collaborativement à distance par les élèves et les enseignants). Cette écriture sous-tend une démarche de co-élaboration des connaissances. L'approche méthodologique est *design-based* (Design Based Research Collective, 2003) : les résultats sont des règles de conception de dispositifs. L'analyse s'appuie sur l'enregistrement automatique des versions successives d'écriture sur le serveur wiki. Nous avons analysé les textes et recherché les effets des modifications du dispositif d'apprentissage dans ses itérations successives. L'analyse est stratigraphique, annuelle, et pluri-annuelle. Nous tenterons de montrer ici quelles caractéristiques du

dispositif développent les compétences scientifiques de validation autonome des savoirs et de choix critique des ressources. Une sélection de textes a été analysée pour sa complexité épistémique selon l'échelle à quatre niveaux de Hakkarainen modifiée par Zhang, *et al.*, (2007) (Descriptions simples, Descriptions élaborées, Explications simples, Explications élaborées) Des questionnaires ont été administrés aux élèves durant l'activité et plus tard, lorsqu'ils sont devenus étudiants à l'université. Le chercheur étant aussi l'enseignant, des dispositifs assez radicaux ont pu être explorés, mais une généralisation des résultats doit être évaluée soigneusement.

Cet article se réfère principalement à un dispositif technopédagogique, supporté par un wiki que nous nommerons IBL, implémenté durant presque toute l'année scolaire, sept années de suite dans des classes de biologie en année terminale. Les chapitres traités sont la biologie moléculaire, la génétique et l'immunologie. L'essentiel de l'activité – en classe et comme devoirs entre les leçons – est l'investigation par les élèves des chapitres sélectionnés, tantôt par l'expérimentation, l'observation ou la lecture et se manifeste par la production commune d'une brochure de préparation aux examens. La classe est divisée en 4 groupes d'élèves « experts » pour un sous thème, qui sont responsables de composer pour leurs pairs des textes destinés à préparer les examens. Un chapitre est traité en 2-3 cycles de l'IBL sur environ 3-4 semaines. La dévolution des questions aux élèves repose sur une claire séparation de la responsabilité curriculaire – que l'enseignant conserve – du rôle d'autorité de savoir scientifique : les ouvrages de référence. Des règles de rédaction structurent l'écrit, notamment la limitation de chaque paragraphe à un seul concept et guident l'investigation : les questions vagues et générales du début éclatent en plusieurs questions plus précises et pertinentes au fur et à mesure que s'organisent les concepts. Les élèves opèrent eux-mêmes la sélection des ressources dans un environnement très riche : ouvrages scolaires, académiques, internet, ouvrages académiques on-line. Depuis le domicile, les élèves ont très largement recours aux ressources disponibles par internet mais aussi à leur ouvrage de référence papier. La co-écriture dans le wiki est fortement itérative (5-10 révisions par les élèves sur 3-4 semaines), elle est guidée par un feedback régulier de l'enseignant. Des présentations aux pairs ont lieu dès le début, chaque groupe par sous thème, 2 fois par chapitre, soit tous les 10 jours environ.

## **2. Une sélection de résultats et leur analyse**

Ce dispositif a permis aux élèves d'obtenir des résultats aux examens semblables ou meilleurs que ceux des autres classes. Le contrôle par l'enseignant des questions investiguées s'est avéré suffisant pour garantir la couverture du programme. Les élèves et les étudiants déclarent dans les questionnaires avoir acquis des stratégies efficaces d'apprentissage et de bonnes connaissances en biologie. L'analyse des productions au cours de l'année montre un accroissement de la complexité épistémique des réponses produites par les élèves. Ces résultats ont été présentés ailleurs (Lombard, 2010). Pour une page wiki typique, on voit au cours de l'année

que le nombre de descriptions augmente modérément, que le nombre d'explications simples augmente de 11 à 55, et les explications élaborées de 3 à 16. La rédaction dépasse le niveau descriptif et développe effectivement l'explication des mécanismes biologiques complexes de l'immunologie.

Laisser à l'élève – progressivement au cours de l'année – la responsabilité de décider quels savoirs sont acceptés et leur degré de validité, a montré que les élèves sélectionnent et synthétisent dans les pages wiki des savoirs approfondis et pertinents. Les élèves sont cependant partagés lorsqu'ils sont interrogés sur leur appréciation du fait que « le maître ne donne pas souvent les réponses... ». Entre « je n'aime toujours pas » (= 1) et « finalement c'est bien » (= 4), une majorité déclare apprécier ( $\mu = 3.0$  sur 4). Mais la variance ( $\sigma = 1.04$ ) est élevée et ne corrèle pas bien avec les résultats aux examens. Cela suggère que la responsabilité de valider est bien perçue par beaucoup, mais reste une cause d'inquiétude chez certains bons élèves aussi.

L'analyse des textes révèle un déplacement des choix des élèves depuis les simples recherches Google et le copier-coller, par Wikipedia, vers des ressources d'authenticité croissante : ils ont progressivement privilégié leur ouvrage de référence et même des ouvrages académiques spécialisés en immunologie (Janeway, *et al.* 2001). Par exemple une page wiki sur l'immunité humorale (fin d'année) contient 10 références explicites et 7 figures tirées de cet ouvrage. Les élèves ont exprimé des préférences discriminantes sur les ressources : pour des questions précises, leur ouvrage de référence est préféré ( $\mu = 3.1$  sur une échelle Likert de 1 à 4), avant Wikipedia ( $\mu = 2.6$ ). Le rapport aux ouvrages volumineux change un élève écrit par exemple dans le questionnaire en fin d'année : « en 3 ans de biologie, je n'avais jamais osé m'aventurer dans le Campbell tant il me faisait peur, maintenant c'est la première chose que je fais quand je dois trouver réponse aux questions ».

Ainsi laisser la responsabilité de la sélection aux élèves pour qu'ils développent leurs propres stratégies paraît globalement efficace et les élèves déclarent que le dispositif les a aidés à « développer [leur] capacité à extraire des informations pertinentes de l'ensemble des ressources disponibles » ( $\mu = 3.05$  sur 4). Il est apparu que les élèves, lors de la préparation des examens, sachant qui avait réalisé quelle partie du texte, jugeaient en permanence la validité de ce qu'ils lisaient. La qualité incertaine des documents produits par leurs pairs pourrait avoir développé la compétence d'attribuer aux connaissances qu'ils construisent une source, et une validité variable. Cette compétence est cruciale en science.

### 3. Discussion

Il est peut-être utile de rappeler qu'il ne s'agit pas ici d'analyser un design particulier, mais d'essayer d'extraire les liens entre les particularités du dispositif et les effets qu'on peut en attendre afin de concevoir d'autres dispositifs adaptés à d'autres contextes. Globalement ces résultats suggèrent que cette forme d'investigation peut aider à développer chez les élèves des connaissances

scientifiquement fondées. La rédaction itérative, dans un espace d'écriture partagé, avec un feed-back constructif peut permettre l'investigation de sujets scientifiques difficiles et développer la validation autonome des connaissances. Des opportunités d'exposer leurs idées en cours de construction favorisent la prise de conscience des limites de leurs propres connaissances et permettent de recadrer l'investigation. Une fois que les élèves sont équipés de stratégies de recherche et d'organisation du texte, il pourrait être judicieux de les confronter à des données de qualité incertaine pour exercer leurs stratégies de validation des connaissances. En effet l'usage de documents douteux incite – au moins en partie – à établir la source, à vérifier les données, à établir la justification et à attribuer une validité mesurée, des activités cognitives qui caractérisent la connaissance scientifique.

Si la plupart des élèves se sont trouvés à l'aise dans la façon scientifique d'établir eux-mêmes la validité de leurs connaissances, certains se sentent désorientés sans la validation de l'enseignant. Les effets de cet inconfort sur leur investissement restent à établir, et pourraient être liés à des valeurs personnelles ou culturelles à propos du rapport à l'autorité et à sa contestation. Nous poursuivons la réflexion sur ce point.

### Remerciements

L'auteur remercie le TECFA, le LDES, l'IUFE, le Département de l'Instruction Publique de Genève pour avoir soutenu cette recherche en vue de sa thèse.

### 4. Bibliographie

- Bereiter, C. (2002). *Education and Mind in the Knowledge Age* (Second edition). Mahwah, New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates.
- Buchs, C. (2007). *Initiation à la pédagogie coopérative*. Genève : FPSE Université de Genève.
- Design Based Research Collective. (2003). Design-Based Research : An Emerging Paradigm for Educational Inquiry. *Educational Researcher*, 32 (1), p 5-8.
- Hakkarainen, K., & Sintonen, M. (2002). The Interrogative Model of Inquiry and Computer-Supported Collaborative Learning. *Science & Education*, Vol. 11 (1), p 25-43.
- Hintikka, J. (1992). The interrogative model of inquiry as a general theory of argumentation. *Communication and Cognition*, 25 (2-3), p 221 – 242.
- Janeway, C. A., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. (2001). *Immunobiology*. New York and London : Garland Science.
- Klein, P. D. (1999). Reopening Inquiry into Cognitive Processes in Writing-To-Learn. *Educational Psychology Review*, 11 (3), p. 203-270.

- Lombard, F. (2010, sous presse). New opportunities for authenticity in a world of changing biology. *Paper presented at « Authenticity in Biology Education : Benefits and Challenges »*, 13-19 july 2010, Braga Portugal.
- Sandoval, W. A. (2004). Developing Learning Theory by Refining Conjectures Embodied in Educational Designs. *Educational Psychologist*, 39 (4), p 213-223.
- Zhang, J., Scardamalia, M., Lamon, M., Messina, R., & Reeve, R. (2007). Socio-cognitive dynamics of knowledge building in the work of 9-and 10-year-olds. *Educational Technology Research and Development*, 55 (2), p 117-145.