

## **Des pratiques enseignantes qui font obstacle au rôle des modèles dans la construction des savoirs scientifiques**

Dontaine Matthieu, Universités de Namur et de Louvain

Heins Pascal, Université de Liège

Hindryckx Marie-Noëlle, Université de Liège

Job Pierre, Université de Liège

Karous Hamad, Université de Liège

Leyh Bernard, Université de Liège

Plumat Jim, Universités de Namur et de Louvain

Schneider Maggy, Université de Liège

### **Résumé**

Dans une perspective comparatiste, des didacticiens de plusieurs disciplines (biologie, chimie, histoire de l'art, mathématique et physique) ont étudié des pratiques enseignantes faisant obstacle au rôle des modèles dans la construction des savoirs scientifiques.

Leur réflexion croisée les a amenés à considérer des niveaux élevés de l'échelle de co-détermination didactique de Chevallard (2012) pour identifier des indicateurs d'une certaine forme de positivisme empirique dans l'épistémologie spontanée des enseignants.

Cette posture s'exprime plus ou moins différemment d'une discipline à l'autre mais le fait que les modèles et théories enseignées ont fait ou non l'objet d'une standardisation au sein de communautés scientifiques savantes déterminent fortement leur transposition didactique. De ce point de vue, l'exemple de l'histoire de l'art a joué un rôle méthodologique important permettant de contraster et de questionner les pratiques dans les autres disciplines.

Ce questionnement s'inscrit dans un objectif à plus long terme qui est la reproblématisation (au sens de Orange, 2005) d'enseignements relatifs aux disciplines enseignées.

**Mots clés :** modèle scientifique, pratiques enseignantes, positivisme empirique, obstacle de l'expérience première, dispositif représentationnel

### **Description plus longue**

Comme le développe Bachelard (1949), « il n'y a pas de culture scientifique sans une réalisation des obligations du positivisme. Il faut passer par le positivisme pour le dépasser » : la pensée scientifique se construit comme rationalité appliquée dans un perpétuel aller-retour entre concret et abstrait ou entre théorie et expérience. Dans une perspective comparatiste avec la Théorie Anthropologique du Didactique comme cadre conceptuel, un groupe de didacticiens a réfléchi aux déclinaisons différentielles de ce processus en biologie, en chimie, en physique mais aussi en mathématiques et, pour des raisons méthodologiques, dans une discipline dite « non scientifique » : l'histoire de l'art.

Leur réflexion s'est polarisée sur la notion de modèle scientifique comme construction humaine établissant le lien entre les observables et la théorie qui leur confère le statut de

phénomènes scientifiques. Ils ont confronté les pratiques enseignantes, expertes ou non, rencontrées dans leurs propres pratiques de formation, et les ont analysées en termes d'obstacles d'apprentissage *a priori* qui occultent, aux yeux des élèves, le sens même des modèles et leur rôle dans la construction scientifique.

En biologie, on remarque que certains concepts (cellule, ADN...) sont principalement enseignés à l'aide de représentations modélisées que l'on pourrait qualifier d'archétypales sans que les futurs enseignants n'attirent l'attention des élèves sur le fait qu'il s'agit bien de modèles, de constructions *a posteriori* à partir d'observations du réel ou de caractéristiques de celui-ci. La distance au réel ou le rôle de la modélisation, tant pour l'apprentissage que pour la construction des savoirs scientifiques, sont rarement évoqués en classe de sciences.

En chimie, l'analyse de schémas de modèles atomiques dans les manuels scolaires sur la base de six indicateurs (pertinence analogique, description objectale, description fonctionnelle, cohérence avec les modèles établis, capacité prédictive et valeur esthétique) révèle une autonomisation didactique du langage visuel, qui se substitue partiellement au discours, au risque d'induire, entre autres, une réification des modèles et des confusions lors de l'insertion de dimensions extra-spatiales (l'énergie par exemple).

En physique, les images, les métaphores et les modèles utilisés lors de la présentation de certains concepts peuvent occulter non seulement leur construction épistémologique mais induisent également des approches didactiques standardisées limitant, par essence, la pensée complexe et le champ des possibles (De Kesel & Plumet, à paraître).

En remontant assez haut dans l'échelle de co-détermination didactique de Chevallard (2012), certaines des pratiques mises en évidence ont été analysées comme des contraintes propres à renforcer l'obstacle de l'expérience première, soit « l'expérience placée avant et au-dessus de la critique » qui consiste à expliquer certaines observations par ce que les sens nous en livrent et que Bachelard (rééd. 1993) considère comme le premier obstacle à la formation de l'esprit scientifique.

Curieusement et contrairement à ce que dit Bachelard, l'expérience première fait aussi obstacle aux apprentissages mathématiques, qu'ils concernent la modélisation de grandeurs géométriques ou physiques ou la mise en ordre déductive des modèles construits (Schneider, 1991 ; Job et Schneider, à paraître). De plus, cet obstacle épistémologique y a également une composante didactique, en raison de pratiques enseignantes dominantes qui relèvent de l'ostension (Salin, 1999).

Notre premier examen montre le caractère essentiellement polymorphe de ce qu'on appelle « modèle » en science et de son rôle dans l'élaboration théorique. Par exemple, certains modèles représentent des réalités déjà naturalisées pour le commun des mortels par une observation à l'œil nu alors que d'autres relèvent de micro-mondes que seules des techniques sophistiquées permettent de faire voir. Ou encore, certains modèles, typiquement les modèles

mathématiques mais pas seulement eux, peuvent donner prise à un traitement indépendant de l'observation et jouer un rôle de révélateur théorique.

Mais, dans les sciences et les mathématiques, les modèles enseignés, tout comme les théories dans lesquelles ils s'insèrent, ont fait l'objet d'une standardisation scientifique au sein de communautés savantes. Et c'est sans doute là un déterminant essentiel à leur transposition didactique. C'est ce que nous révèle la contribution d'un historien de l'art à notre réflexion. En effet, dans cette discipline exclusivement consacrée à l'étude d'œuvres visuelles, la notion même de « modèle », dans l'acception épistémologique du terme, est rarement convoquée ou discutée, tout comme d'ailleurs celle de « théorie », leur emploi étant quasi interchangeable. En situation d'enseignement, le terme de modèle désigne d'abord, en matière d'art « figuratif » ou « naturaliste », le référent de l'artiste ou le prototype reproduit ; cet usage originel de l'acception, spontané et non critiqué, tend à dissoudre dans la réalité de l'expérience visuelle tout ce que le dispositif représentationnel recèle comme écart, distance, caractère modélisant.

Ce questionnement croisé s'inscrit dans un objectif à plus long terme qui est la reproblématisation (au sens de Orange, 2005) de nos enseignements. Cette première phase de notre travail d'équipe devrait nous permettre d'identifier et de construire, pour les enseignants, des outils propres à rendre à la modélisation scientifique la place qui lui revient.

Bachelard, G. (1949). *Le rationalisme appliqué*. Paris : Presses universitaires de France.

Bachelard, G. (Ed. 1993). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris : Vrin.

Chevallard, Y. (2010). Théorie Anthropologique du Didactique et Ingénierie Didactique du Développement. *Journal du Séminaire TAD/IDD*. Marseille : UMR ADEF.

<http://yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/journal-tad-idd-2010-2011-2.pdf>.

Didi-Huberman, G. (1990). *Devant l'image. Question posée aux fins d'une histoire de l'art*. Paris : Les Éditions de Minuit.

Orange, C. (2005), Problématisation et conceptualisation en sciences et dans les apprentissages scientifiques. *Les Sciences de l'éducation, Pour l'ère nouvelle* 38(3) 69-93.

Schneider, M. (1991). Un obstacle épistémologique soulevé par des « découpages infinis » des surfaces et des solides, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 11 (2/3), pp. 241-294.

Job, P. & Schneider, M. (à paraître dans la revue *Education et Didactique*). Ingénieries entre recherche et formation. Elèves-professeurs en mathématiques aux prises avec des ingénieries didactiques issues de la recherche. Problématisation d'une question de recherche.

Daro, S., Graftiau, M.-C. & Hindryckx M.-N. (à paraître) Réfléchir avec les enseignants sur l'usage de la modélisation dans l'enseignement des sciences au fondamental. Actes du colloque "Réveille-moi les sciences, et si on modélisait..." Louvain-la-Neuve, 5 et 6 novembre 2014.

De Kesel, M. & Plumet, J. (à paraître dans les *Presses Universitaires de Louvain, Collection Recherche en formation des enseignants en didactique*). Donner du sens aux savoirs en biologie, en chimie et en physique. Comment amener nos élèves à (mieux) réfléchir à leurs apprentissages ?

Salin, M.-H. (1999). Pratiques ostensives des enseignants In G. Lemoyne et F. Conne (eds), *Le cognitif en didactique des mathématiques* (pp. 327-352). Les presses de l'Université de Montréal.