

Book reviews

CLÉMENT P. (dir.), (2001). *Didactique de la biologie. Recherches, innovations, formations. Actes du colloque international d'Alger, décembre 2000.*

Cet ouvrage rassemble des contributions de didacticiens « méditerranéens » de la biologie (France, Algérie, Maroc, Tunisie, Liban, Syrie, Sénégal) et présente un panorama des problèmes didactiques que pose dans ces pays l'enseignement de la biologie, problèmes parfois génériques, parfois spécifiques. Il s'agit d'ailleurs davantage que d'actes de colloque, dans la mesure où les contributions présentées à Alger ont été enrichies d'articles originaux. L'ouvrage s'organise en six parties. La première développe différents « regards épistémologiques » sur l'enseignement de la biologie. Les uns sont liés au contenu (modélisation de l'origine du vivant, d'autres sont à caractère psychologique (dimension affective des apprentissages), ou méthodologique (question de la problématisation, de l'interdisciplinarité, etc.), ou encore programmatique (contenus d'enseignement de l'histoire des sciences et de l'épistémologie).

Le chapitre « *Conceptions et obstacles* » présente les problèmes de représentation du cerveau humain ainsi que les obstacles mathématiques à la compréhension du vivant (déterminisme vs aléatoire).

Le thème « *Programmes et curricula* » examine différents problèmes liés à la définition et à la transposition des contenus d'enseignement, en Algérie, au Sénégal et au Liban (génétique, botanique, environnement, épreuves d'examen, etc.).

Le thème « *Discours et images* » évoque aussi bien les questions de lecture des images

(molécules organiques) que d'utilisation de schémas didactiques (reproduction humaine) et de production rédactionnelle par les élèves.

Quant aux thèmes « *Évaluation* » et « *Remédiation* », ils présentent diverses contributions assez éclectiques.

Le livre s'organise assez largement autour des travaux de l'équipe de Pierre Clément (université Claude Bernard, Lyon 1), auteur du texte introductif. On ne s'étonnera donc pas de retrouver ici l'affirmation du caractère « conjecturel » des représentations des élèves et étudiants (*situated conceptions*). On ne peut certes que souscrire à cette idée que les conceptions ne sont pas des « choses mentales », passivement disponibles en mémoire à long terme, et que les techniques d'entretien et de questionnaire ne feraient que faire « émerger ». Mais, à la vérité, qui défend aujourd'hui un tel point de vue ? Moscovici n'expliquait-il pas déjà, il y a longtemps (1976), que l'homme est une « machine à inférer ». Que ses réponses transmettent un message autant qu'elles indiquent un choix d'items, le sujet étant souvent conscient que son message pourrait être différent dans d'autres contextes. Cette approche sensibilise utilement à la nécessité de multiplier les modalités du questionnement et de les croiser. Mais ne peut-elle pas laisser penser que chaque réponse produite serait une production nouvelle et originale, ce qui, à l'évidence, ne rend pas compte des fortes régularités dont rendent compte les recherches didactiques ?

Cette publication présente les avantages et limites du genre « colloque ». Mais, en regroupant préférentiellement de nombreuses contributions d'actuels et anciens étudiants du LIRDHIST, elle permet de brosser un panorama utile des acquis de cette direction de recherche.

J.-P. Astolfi

CHARTRAIN J.-L. (2003). *Rôle du rapport au savoir dans l'évolution différenciée des conceptions scientifiques des élèves. Un exemple à propos du volcanisme au cours moyen 2. Thèse de doctorat, université Paris 5, 434 p.*

La thèse de Jean-Louis Chartrain étudie le « rôle du rapport au savoir dans l'évolution différenciée des conceptions scientifiques des élèves » à partir du cas de l'apprentissage du volcanisme au cours moyen. C'est donc un travail de didactique différentielle qui ne veut pas se limiter aux seuls facteurs macro-sociologiques : l'auteur cherche à « articuler des points de vue psychologique, sociologique et didactique en recourant notamment à la notion de rapport au savoir ». Une telle approche croisée n'est pas habituelle et fait tout l'intérêt de cette recherche.

Dans un premier temps Jean-Louis Chartrain explicite l'idée de différenciation à partir des approches sociologiques et psychologiques habituelles, complétées par un point de vue didactique, dont il dit justement qu'il est grandement à construire, et par le concept de rapport au savoir.

Les variables utilisées pour étudier la différenciation des apprentissages sont donc des variables sociologiques (âge, genre, profession et catégorie sociale, niveau de qualification des parents), des variables didactiques (conceptions des élèves avant et après enseignement) et une variable « rapport au savoir ».

Les conceptions des élèves, analysées selon une grille (conceptions locales, centrales, globales) construite à partir de travaux didactiques disponibles, sont peu différenciées au départ (essentiellement locales). Elles semblent l'être beaucoup plus après enseignement, alors que celui-ci a tenté de les prendre en compte ; ce qui n'est pas sans poser des « questions assez redoutables à l'enseignement des sciences et au champ didactique ».

La construction d'une variable « rapport au savoir » est une des innovations de cette recherche. Jean-Louis Chartrain utilise pour la définir quatre écrits des élèves : deux « bilans de savoir » dans l'année, un texte sur les décisions prises pour réussir l'année de CM2 et un autre sur les intentions avec lesquelles ils viennent à l'école. À partir de l'analyse de

contenu de ces écrits, il procède à des « analyses factorielles des correspondances » et dégage deux facteurs principaux : le premier oppose une logique de compréhension et de plaisir à une approche floue des apprentissages scolaires ; le second oppose le plaisir d'apprendre et le développement personnel à un rapport au savoir « en tension ».

Finalement, l'étude montre une influence de la PCS (profession et catégorie sociale) et du genre, les garçons paraissant davantage progresser que les filles. La variable « rapport au savoir » est nettement corrélée à la différenciation des apprentissages, essentiellement pour son facteur 1, mais elle ne rend pas compte de toutes les différences individuelles.

Cela conduit à poser la question de l'existence de dimensions au rapport au savoir : la dimension générale (le rapport à l'apprendre), seule prise en compte ici, et des dimensions locales (les rapports aux savoirs) qui s'établissent avec des objets de savoir particuliers.

La thèse de Jean-Louis Chartrain est donc nouvelle par plusieurs aspects :

- par la méthode proposée pour l'étude du rapport au savoir des élèves,
- par le croisement qu'elle tente entre les différences d'apprentissages, étudiées didactiquement par l'évolution des conceptions, et des variables sociologiques et psychosociologiques.

C'est un travail qui convoque des références plurielles et met en oeuvre des méthodes variées, ce qui ne va jamais sans difficultés et explique certaines imprécisions. Sa richesse tient à toutes les relations explorées. Reste que la signification de la variable « rapport au savoir » interroge. Quelle part du concept représente-t-elle ?

C. Orange

MASCLET E. (2003). *L'explication du phénomène des saisons chez les élèves de cycle III. Test d'une séquence d'enseignement et ingénierie didactique. Thèse de doctorat, université Denis Diderot-Paris VII, 262 p.*

L'auteur fait un choix avec lequel on peut être aisément d'accord. Pour étudier la faisabilité de séquences d'enseignement d'astronomie pour le cycle 3 de l'école primaire française

(niveaux internationaux 3-4-5, âges 8 à 11 ans), il utilise des dispositifs non innovants, largement présentés dans la littérature : maquettes classiques du système Soleil - Terre, expériences avec plaques et thermomètres plus ou moins inclinés par rapport à la direction des rayons solaires, etc. Il fixe des objectifs d'apprentissage très limités, sans surenchère : le phénomène des saisons peut s'expliquer par l'inclinaison de l'axe de rotation diurne de la terre par rapport au plan de l'écliptique. Il favorise une démarche faisant appel aux idées « spontanées » des élèves, en les confrontant entre elles et aux modélisations proposées. Il confie cet enseignement à des stagiaires en IUFM, non spécialisés *a priori* en sciences, à l'issue d'une formation très légère. Le temps consacré à cet enseignement est de l'ordre de ce qui est pratiqué habituellement. Il prend donc en compte les contraintes drastiques imposées par le système, tournant ainsi le dos aux tentatives parfois rencontrées chez les innovateurs : promouvoir des dispositifs ambitieux dont la faisabilité et la diffusion restent hautement aléatoires, se fixer des objectifs d'apprentissage peu compatibles avec ce qu'un enseignant standard peut construire avec ses élèves.

Le protocole expérimental compare trois types de classes :

- vingt et une classes expérimentales avec un enseignement associant débat scientifique et utilisation des maquettes, assuré par l'auteur lui-même ou par des stagiaires qu'il a formés ;
- deux classes « classiques » sans débat ni manipulation ;
- des classes « intermédiaires » avec expression des conceptions des élèves, mais sans manipulations.

Les apprentissages sont essentiellement évalués à partir d'un questionnaire papier-crayon. Les mêmes tests sont proposés trois mois après la fin des séances puis un an après aux élèves des trois types de classe. Indéniablement, des résultats spectaculaires sont obtenus. Les performances des classes expérimentales sont nettement supérieures à celles des autres classes et les effets sont durables. À l'autre extrême, on trouve les élèves des classes « classiques » dont les résultats sont faibles et régressent largement dans le temps. Les classes « intermédiaires » occupent une position intermédiaire avec des

acquis non négligeables mais une durabilité plus faible. Incontestablement, les séances proposées par l'auteur semblent produire un effet.

Au passage, et il s'agit là d'un apport original, l'auteur met en relation les performances des élèves et leurs réponses à des « tests piagetiens » classiques ou construits par lui-même. Un élève jeune, « égorgement », réussit très rarement les tests. La maîtrise des tests projectifs semble avoir les effets les plus importants : un élève qui répond correctement au test projectif a 95 % de chances de réussir l'évaluation. Un élève qui a réussi les évaluations à 85 % de chances d'avoir réussi le test projectif. À l'inverse, 90 % des élèves qui n'ont pas réussi les évaluations n'ont pas réussi non plus le test projectif ! L'âge des élèves est alors à prendre en compte et la classe de CE2 apparaît comme peu propice pour développer ces enseignements.

Il est cependant dommage qu'un certain nombre de défauts viennent ternir l'intérêt de ce travail. Il semble bien que toutes les précautions nécessaires au travail du chercheur n'aient pas toujours été prises. Par exemple, l'analyse *a priori* des contenus d'enseignement sous-estime les difficultés réelles. On peut se demander le sens qui est donné par les élèves sur les schématisations utilisées (représentations planes de systèmes à dimension trois), les notions de plan de la trajectoire, d'inclinaison de l'axe de rotation (« vers l'extérieur, vers l'intérieur »), d'inclinaison ou de parallélisme des rayons, de relativité des mouvements et de changements de référentiels, de passage d'un point de vue terrestre à un point de vue extra-terrestre, etc. Peut-être que tout cela est ici secondaire. Ce serait mieux de s'en assurer. L'auteur ne questionne pas réellement ce que les élèves ont appris : une analyse plus critique de ses propres tests manque. En outre, l'on ne sait pas vraiment ce qui se passe dans les classes. Il est difficile de se persuader que le caractère « socio-constructiviste » - discutable - des séquences soit la cause prépondérante indiscutable (si tant est qu'il y en ait une seule) du succès. On pourrait tout aussi bien penser que ce qui a été ici déterminant, c'est le recours à un modèle sous forme de maquettes. Il faut se méfier de la sur-interprétation.

J.-J. Dupin

MISTRIOTI G. (2003). *Optique géométrique et interprétation de la vision par les étudiants universitaires : un modèle d'interprétation de la vision d'une image virtuelle*. Thèse de doctorat, université Denis-Diderot-Paris 7, 215 p.

Le mémoire de thèse de M^{me} Mistrioti porte sur la façon dont des étudiants s'y prennent pour résoudre des problèmes d'optique concernant la vision. Cette problématique peut surprendre par sa simplicité puisque les étudiants disposent normalement des connaissances nécessaires en optique géométrique, connaissances acquises lors de leur cursus. Et pourtant, le mémoire de M^{me} Mistrioti comporte trois chapitres qui vont mettre à mal cette idée que des problèmes supposés élémentaires ne présentent aucune difficulté. Ces chapitres sont précédés d'une analyse de contenus développant, dans un premier temps, les mécanismes optiques mis en œuvre dans la vision et dans, un deuxième temps, un modèle, désigné sous le terme de « rayon-rail », permettant d'interpréter les résultats obtenus. Ce modèle est construit en s'appuyant sur une analyse bibliographique exhaustive. On trouve enfin un dernier chapitre qui présente une synthèse des résultats obtenus.

D'un point de vue méthodologique, M^{me} Mistrioti utilise des exercices judicieusement choisis, variés et bien construits et comportant des demandes d'explications ou de commentaires. Cependant si les « éléments repérés dans l'ensemble des réponses des étudiants », les « réponses analysées en composantes » ou les « analyses des cohérences entre schémas et explications » qui, remarquablement menés, permettent le plus souvent une étude des explications des réponses des étudiants, quelques entretiens complémentaires auraient permis de lever certaines ambiguïtés (par exemple les schémas sur lesquels des étudiants ont placé un œil entre des rayons de lumière).

Ce mémoire est correctement écrit (peu de coquilles ou fautes de frappe) et agréable à lire et, s'il présente certaines redondances, elles sont les bienvenues car l'importance des données analysées justifie des synthèses. Il est construit de manière fort logique puisqu'il progresse d'une approche ouverte à un questionnaire enfermant l'étudiant dans l'obligation de

préciser ses conceptions de la vision d'une image virtuelle.

Bien sûr, on peut se poser la question de savoir si le fait de présenter le modèle des « rayons-rails » au premier chapitre ne conditionne pas le lecteur à accepter par la suite une interprétation en quelque sorte obligée des modes de raisonnements des étudiants. Mais M^{me} Mistrioti sait éviter cet écueil, en justifiant, chaque fois que cela est nécessaire, le recours à ce modèle, en le complétant par un concept bien connu des didacticiens, celui « d'image voyageuse », et même en essayant d'imposer aux étudiants l'utilisation des faisceaux de Kepler nécessaires pour traiter correctement les exercices

On ne reprendra pas ici tous les résultats fournis dans le mémoire de M^{me} Mistrioti, mais lorsqu'elle s'intéresse à la vision d'une image formée par un miroir plan, elle n'obtient que 11 % de bonnes réponses. Et ce n'est pas réconfortant de constater que si 80 % des étudiants de licence interrogés connaissent et respectent les lois de la réflexion, ils les mettent en œuvre de manière erronée, en utilisant, pour la plupart d'entre eux, le modèle de l'image voyageuse pilotée par des « rayons-rails ». Ainsi ils n'ont pas à distinguer la vision d'un objet de la vision de son image. Le travail de M^{me} Mistrioti pose indirectement mais de manière claire la question fondamentale de l'utilité d'un savoir acquis mais non opératoire.

Ceci est renforcé dans le chapitre C du mémoire (questionnaire « images ») où l'on observe que les étudiants, pour contourner le principe de formation d'une image, vont échapper parfois à la contrainte de prendre en considération les deux rayons imposés sur les schémas et utiliser le modèle des « rayons-rails ». Et la plupart de ceux qui obéissent à cette contrainte ne le font plus pour interpréter la vision de cette image.

Enfin, dans le très important chapitre D (questionnaire « vision »), M^{me} Mistrioti cherche à comprendre le rôle des rayons dans les explications des étudiants relatives à la vision en général et à la formation de l'image rétinienne en particulier. Pour cela elle utilise des schémas incomplets mais présentant tous un œil recevant deux rayons. Les résultats montrent que le principe de conjugaison, nécessaire à la conceptualisation d'images optiques, n'est utilisé que par 10 % des étudiants.

J.-M. Dusseau

POURPRIX B. (2003). *La fécondité des erreurs. Villeneuve d'Ascq, Presses Universitaires du Septentrion, 187 p.*

En écrivant une histoire des idées dynamiques de la physique au XIX^e siècle, Bernard Pourprix invite son lecteur à emprunter, selon ses termes, les voies sinueuses de la construction scientifique. Principalement deux fils conducteurs permettent d'aborder ce cheminement. Le premier concerne l'avènement de ce qui est qualifié de paradigme dynamique et qui s'impose au détriment du paradigme statique, repoussant ainsi la physique laplacienne et les présupposés qu'elle entraîne. Ainsi, au présupposé statique s'ajoute les présupposés substantialistes (la chaleur, la lumière, l'électricité sont nécessairement constituées de fluides impondérables) et mécanistes (l'ensemble des phénomènes physiques relèvent d'une explication mécanique analogue à celle mise en avant par Laplace dans sa mécanique céleste). Si la théorie dynamique ouvre des perspectives indéniables, comme en témoigne la constitution de la thermodynamique, de l'électromagnétisme, etc., il n'en demeure pas moins que les erreurs résultant des essais, des tâtonnements, ou celles provenant de cet héritage laplacien constituent un terreau fertile que l'auteur propose d'examiner. Cette approche constitue le second fil conducteur.

L'ouvrage s'organise selon trois parties. La première partie aborde la construction de l'électrodynamique, durant la première moitié du XIX^e siècle en soulignant les difficultés mais également les avancées constituées par l'adoption d'une philosophie dynamique. Les travaux de quelques-uns des principaux acteurs de cette construction sont examinés à travers le prisme de ce changement de paradigme qui conduit donc à l'adoption d'un point de vue dynamique au détriment des conceptions statiques. Quelques études de cas étayent le raisonnement. L'auteur souligne par exemple la nécessaire réinterprétation en termes statiques des célèbres travaux de Volta qui ne s'inscrivent pas dans un cadre conceptuel classique, les réticences affichées autour de la loi d'Ohm qui impose une relation entre un phénomène statique et un phénomène dynamique (respectivement l'électricité de tension et l'électricité de courant) ou encore, les difficultés rencontrées par Faraday lorsqu'il

s'agit d'accorder au mouvement (celui d'un aimant au voisinage d'un circuit électrique par exemple) un rôle majeur permettant d'expliquer le phénomène de l'induction.

C'est la même approche qui permet d'appréhender les deux autres parties de cet ouvrage consacrées respectivement aux fondements et au développement du concept d'énergie, ce dernier apparaissant comme le concept central des théories dynamiques en cours de constitution.

Les fondements de ce concept, examinés dans le cadre des conversions nouvellement réalisées entre les grands domaines de la physique (conversion entre des phénomènes électriques, mécaniques, calorifiques, etc.), reposent sur l'impossibilité, pour la mécanique, de justifier ces conversions et la nécessité d'apporter des réponses. Le choix d'illustrer les avancées réalisées vers l'émergence du principe de conservation de l'énergie avec les travaux de H. Helmholtz et W. Thomson est extrêmement pertinent car les réponses apportées par ces deux auteurs renseignent particulièrement sur les difficultés rencontrées (Thomson par exemple achoppe sur le fait que la « transformation » de chaleur en travail est limitée) et les erreurs commises (par exemple l'adoption par Helmholtz d'une vision laplacienne de la structure de la matière), mais également sur le style de chaque auteur ainsi que sur les philosophies dont ils sont des représentants (Helmholtz est allemand et Thomson écossais).

Le *Traité de philosophie naturelle* de Thomson et Tait qui consacre le principe de conservation de l'énergie constitue une introduction « naturelle » à la dernière partie de l'ouvrage. Comme précédemment, le contexte de la dynamique constitue une trame fructueuse. Ainsi, la construction de l'électromagnétisme de Maxwell, qui est une théorie dynamique du champ électromagnétique centrée sur l'énergie, permet d'appréhender les divers mécanismes étudiés sans faire appel à d'autres explications qu'aux transformations d'énergie, évitant ainsi les questionnements liés aux mécanismes cachés. Cette démarche est originale car elle ne s'élabore pas contre le modèle mécanique. En effet, bien que Maxwell ne donne pas d'explication mécanique de l'électromagnétisme, il reste néanmoins attaché aux conceptions mécaniques comme en témoigne le lien qu'il souligne entre les phénomènes électromagnétiques et le principe de

moindre action (l'un des principes centraux de la mécanique).

S'il soulève des interrogations concernant la nature de l'énergie (son écoulement, sa localisation, etc.), l'importance du développement du concept et sa généralisation à tous les domaines interrogent les fondements même de la physique. Cet épisode, qui aboutit à une crise majeure de la physique moderne, oppose les partisans d'une conception mécanique de la nature ancrée sur les concepts de force et de masse, aux partisans d'une énergétique dont l'objectif est de fondre l'ensemble de la physique sur le concept d'énergie en récusant prétendument toute hypothèse. La sortie de la crise, avec notamment l'avènement de la physique statistique, repose sur l'analyse des avancées mais également sur l'analyse critique des erreurs et les positions de Planck vis-à-vis de Mach sont, à cet égard, très instructives.

Bien que l'ensemble présente un panorama constructif de l'histoire des idées dynamiques, le texte souffre parfois d'absence de précision concernant le contexte. Il aurait été intéressant de souligner davantage le rôle joué par les « ingénieurs théoriciens » dont l'apport, tant d'un point de vue des concepts que des méthodes, est incontestable, d'explicitier les spécificités liées aux philosophies écossaise ou allemande concernant l'approche dynamique et de s'attacher parfois à détailler quelque peu les principales orientations prises dans les travaux des auteurs cités. Il est par exemple très difficile d'appréhender l'adoption par Thomson d'une théorie dynamique sans connaître ses travaux antérieurs à l'étude de la chaleur, ses réflexions mathématiques, sa connaissance des problèmes d'ingénierie, etc.

Cependant, on ne peut qu'inciter tout scientifique (enseignant, chercheur, ingénieur, etc.), à lire ce livre. En effet, cet ouvrage constitue une illustration particulièrement éclairante sur la construction de la science, sur l'intérêt voire la nécessité qu'il y a à interroger les essais, les erreurs, les hésitations, etc. Par ailleurs il est essentiel de noter que cette remise en cause du statut de l'erreur intéresse fondamentalement le domaine de la didactique. En effet, le questionnement provoqué par l'évocation de difficultés rencontrées par les auteurs et la recontextualisation des connaissances, peuvent d'une part permettre aux élèves d'aborder plus facilement certains concepts « délicats » de la physique (et l'énergie en est un !) et

d'autre part, en donnant à la science un visage plus humanisé, susciter davantage d'intérêt pour des enseignements aujourd'hui quelque peu délaissés. En ce sens aussi le pari sur la fécondité des erreurs est réussi.

M. Guedj