

Aspects curriculaires des manuels scolaires sur la question vive des OGM

Corinne Fortin, *La main à la pâte*, INRP ; corinne.fortin@inrp.fr

Ce texte se propose de rendre compte de l'analyse du rapport de l'enseignement scientifique à la citoyenneté, dans cinq manuels de sciences de la vie et de la Terre (SVT) en classe de terminale S spécialité, sur la question socialement vive (QSV) des organismes génétiquement modifiés (OGM). Une analyse de contenu, lexicale et sémantique, des manuels met en évidence deux types de discours professionnels proposant des curriculums potentiels d'enseignement des QSV en SVT. L'un des curriculums s'organise autour de compétences liées à l'expertise scientifique des risques des OGM, l'autre autour des compétences de médiation entre savoir scientifique et ses implications sociétales. Ces deux curriculums, bien que différents, ne s'opposent ni ne s'excluent, mais correspondent à deux référentiels de compétences d'éducation à la citoyenneté ; l'un fondé sur le savoir disciplinaire, l'autre sur une contextualisation sociale de l'activité scientifique.

Aux missions traditionnelles de transmission des connaissances et de prévention des conduites à risque (tabagisme, alcoolisme, toxicomanie, VIH...) s'ajoute, désormais, en sciences de la vie et de la Terre (SVT), l'éducation aux enjeux sociétaux des savoirs scientifiques (clonage, manipulations génétiques, OGM...). Concepts et techniques sont alors étudiés au travers de leurs implications sociétales (tests génétiques et eugénisme, clonage thérapeutique et reproductif...). Ce double regard – interne et externe à la discipline – interroge le contenu enseigné, les pratiques pédagogiques et les compétences professionnelles en jeu.

Ainsi, l'enseignement des organismes génétiquement modifiés (OGM) interroge la façon d'articuler savoir scientifique et compétences professionnelles enseignantes¹ pour traiter de cette question socialement vive (QSV). En l'absence d'une histoire professionnelle de l'enseignement des QSV en SVT, il est intéressant de

¹ Ce travail s'inscrit dans l'axe de recherche « *Professionnalité et interventions enseignantes* » dirigé par Claudine Larcher (UMR STEF ENS Cachan, INRP, UniverSud). Il a été conduit entre 2003 et 2006 sous la responsabilité de Guy Rumelhard avec des enseignants de SVT, Pierre Biguet, Jacques Dewaele, Corinne Fortin et Alain Langouët.

noter la place du manuel, comme production professionnelle. Outil rédigé et utilisé par la communauté enseignante, le manuel n'est pas une référence ni même un modèle pédagogique, mais une ressource.

Il propose une démarche d'enseignement pour traiter des implications sociétales des biotechnologies. C'est justement cette proposition, comme l'expression d'une professionnalité enseignante, en termes de curriculum potentiel qui a motivé notre analyse des manuels.

L'étude de cinq manuels, en classe de terminale S spécialité, montre que tous font le choix de la comparaison entre les effets positifs et négatifs des OGM pour la santé et l'environnement. Néanmoins, tous n'ont pas les mêmes visées éducatives.

Nous souhaitons ici décrire les différents objectifs éducatifs des manuels en termes de compétences professionnelles et les discuter dans la perspective d'une éducation scientifique et citoyenne.

I. La QSV des OGM : nouveaux contenus d'enseignement, nouvelles compétences professionnelles

L'obtention d'OGM par les techniques de transfert de gènes est au cœur d'une nouvelle façon de penser la relation de la société au vivant. Avec les OGM se pose, d'emblée, la contradiction entre risques et avantages liés à la modification expérimentale du vivant. Avantages dans la mesure où, par exemple, le transfert de gènes permet la production d'insuline humaine par des microorganismes pour soigner les patients diabétiques ; et risques, car ce transfert de gènes entre espèces peut avoir des répercussions imprévisibles, tant sur la santé que sur l'environnement, telles certaines formes de résistance aux antibiotiques.

Ainsi, les OGM, comme production biotechnologique, constituent une QSV (Legardez & Alpes, 2001) dans la mesure où il existe une tension entre le savoir-faire scientifique (le transfert de gène) et les risques à modifier de façon irréversible les organismes. Les avantages attendus étant intrinsèquement liés à cette prise de risques, s'engage alors un débat sur les finalités sociales des OGM.

Aussi, l'introduction des OGM, dans le programme scolaire de 2001 en classe de terminale S spécialité, s'accompagne-t-elle d'une nouvelle donne éducative ?

Entre incertitudes des effets OGM et les espoirs qu'ils suscitent, quels sont les choix en termes de contenus enseignés, de pratiques pédagogiques et de compétences professionnelles ?

1.1. Nouveaux contenus : le programme de la classe de terminale S spécialité

Le programme de classe de terminale S spécialité contextualise l'enseignement des OGM dans le cadre de l'étude des « *Enjeux actuels des biotechnologies* » (figure 1). L'objectif est d'aider l'élève à acquérir les connaissances scientifiques nécessaires à la compréhension du débat de société sur les biotechnologies.

Figure 1. Extrait du BO hors-série n° 5, 30 août 2001 et du document d'accompagnement introduisant l'enseignement des OGM en terminale S spécialité

BO : Les enjeux actuels des biotechnologies

La transgénèse et la construction d'organismes génétiquement modifiés (OGM).

La capacité d'introduire dans un organisme un gène (modifié ou étranger) conduit à la production d'un organisme transgénique acquérant des propriétés nouvelles.

Activités envisageables

Étude d'exemples d'organismes génétiquement modifiés pour la résistance aux insectes et la production de molécules pharmacologiques.

Dans un texte ou une étude expérimentale, repérer les problèmes soulevés par les OGM et argumenter scientifiquement.

Les documents d'accompagnement aux instructions officielles (février 2002) précisent l'importance de relier le contenu scientifique aux problèmes de sociétés :

La révolution technologique des années 70 a ouvert la voie : aux manipulations du génome et à la création des organismes génétiquement modifiés (OGM), au séquençage du génome et donc à la possibilité de caractériser génétiquement les individus. Cette approche des applications de la biologie moléculaire ne doit pas être conçue uniquement sous l'angle scientifique, mais doit permettre de prendre en compte les problèmes de société et les enjeux éthiques qui y sont associés.

Il est aussi recommandé de traiter des PGM (plantes génétiquement modifiées) : « *Les aspects en rapport avec la transgénèse sont abordés à partir d'un exemple emprunté à la biologie végétale* » et de prendre en compte l'intérêt mais aussi des problèmes liés aux PGM : « *L'élève reconnaît dans un document le principe, les étapes, les résultats et l'intérêt escompté de la pratique de la transgénèse. De même, dans un texte ou une étude expérimentale, il repère et explique en utilisant ses connaissances, les problèmes soulevés par l'utilisation des OGM. L'élève doit saisir le lien entre la transgénèse qui s'effectue au niveau cellulaire et sa traduction à l'échelle de l'organisme entier. Les connaissances acquises en biologie florale lui permettent de comprendre la transmission des modifications génétiques dans les générations successives et les risques associés à la dissémination de leur pollen* ».

Le programme souligne les relations entre société et biotechnologies (modification de l'environnement, de l'agriculture, risques pour la santé...) et il introduit dans l'enseignement scientifique une composante d'éducation citoyenne. Sont ciblés, non seulement les connaissances techniques et scientifiques de la production des OGM, mais aussi l'intérêt et les problèmes qu'ils soulèvent.

Bien que le programme délimite un contenu de connaissances, il ne donne aucune consigne ni même aucune piste sur le comment enseigner les « *problèmes soulevés par les OGM* », mais seulement des indications « *à partir d'un texte ou d'une étude expérimentale repérer et expliquer les problèmes soulevés par l'utilisation des OGM* » ou l'étude des « *risques associés à la dissémination des pollens* » des PGM. De même, le programme invite à prendre en compte « *les problèmes de société* » qui sont liés aux OGM. Cependant, ni ces problèmes ni les enjeux ne sont répertoriés.

Par exemple, en quoi les risques de dissémination des pollens peuvent-ils constituer un problème de société ? Est-ce en regard du risque de pollution génétique (résistance aux herbicides, réduction de la biodiversité...) ? Mais dans ce cas, comment définir cette pollution génétique ? Sur quels critères ? En quoi le croisement entre plantes non transgéniques et des pollens issus de plantes transgéniques constitue-t-il une pollution par rapport aux autres cas d'hybridation ? Autre aspect, faut-il circonscrire « *les problèmes de société* » au seul impact des OGM sur l'environnement et la santé, ou bien faut-il aussi y inclure la dimension socioéconomique ? Les concepteurs des manuels, eux-mêmes enseignants, feront-ils le choix d'identifier ces problèmes et de les expliciter ?

Dernier exemple, dans les activités envisageables destinées aux élèves, il est demandé « *d'argumenter scientifiquement* » un texte ou une étude expérimentale pour repérer les problèmes soulevés par les OGM ? Mais quels sont les critères de cette argumentation scientifique ? Aucune indication n'est donnée, c'est, là encore, aux concepteurs des manuels de se positionner.

1.2. Nouvelles compétences professionnelles : la formation citoyenne des élèves

Avec les OGM, l'enseignant, formé à la transmission des connaissances, se trouve soudainement confronté aux limites du champ de validité des savoirs scientifiques, aux implications socioéconomiques de ces savoirs, à la responsabilité de la communauté scientifique face à une demande sociale et/ou économique (nourrir la planète, soigner des maladies génétiques, limiter l'usage des pesticides...). Il est alors conduit à repenser sa pratique, soit par abandon, soit par déconstruction de son cadre professionnel traditionnel pour en construire un nouveau. Pour autant, est-il compétent et donc autorisé à traiter de la dimension sociale des biotechnologies, ou bien doit-il se concentrer sur les savoirs et savoir-faire du génie génétique et de la biologie moléculaire ? Cette question renvoie à

la construction de la professionnalité enseignante, laquelle selon Bourdoncle (1993) se construit, sur la compétence du contenu à enseigner, sur la compétence des savoirs professionnels pour fonder les choix didactiques et pédagogiques et enfin, sur la mission confiée par l'institution : socialiser l'élève comme futur citoyen.

La question des OGM montre la nécessité de dépasser la juxtaposition des savoirs scientifiques et des savoirs sociaux ; l'activité scientifique étant une activité sociale parmi d'autres. L'enseignement des QSV nécessite donc l'acquisition de nouvelles compétences professionnelles transdisciplinaires (Morin, 1995) et un apprentissage, de la part de la communauté enseignante, pour associer sa fonction de transmission (transmettre un savoir, résoudre des problèmes...) à la formation à une responsabilité citoyenne (participer au débat sur les OGM, argumenter...). Cette double fonction de transmission et de formation suppose de reconsidérer l'intervention enseignante. Généralement, celle-ci vise à structurer l'acquisition des savoirs, à partir d'une problématique, en vue de développer chez les élèves une argumentation réflexive pour accéder aux concepts scientifiques (Fillon & Perterfalvi, 2004). Dans le cadre d'un savoir établi et reconnu par la communauté scientifique, l'argumentation est un élément central de la construction d'une connaissance scientifique par l'élève. Confronté, à d'autres points de vue que le sien, il défend sa position ou la remet en cause (Orange, 2004) en développant une argumentation à visée heuristique (validation, rectification ou réfutation) ; il peut aussi interroger l'enseignant comme référent scientifique.

En revanche, quand les savoirs sont en cours d'élaboration, comme c'est le cas pour les OGM, l'enseignant n'est plus nécessairement un référent scientifique. Mais, il aide l'élève à faire la distinction entre la justification médiatique qui, généralement, relève de l'opinion, de l'affect ou de l'idéologie et l'argumentation raisonnée soumise à la critique, à la contradiction et à la démonstration (Simonneaux, 2003). L'objectif est alors de permettre à l'élève de prendre la distance nécessaire pour ne pas céder à l'immédiateté de l'opinion, des croyances et des représentations. Dans ce cas, l'argumentation ne vise pas directement à l'apprentissage de connaissances scientifiques, mais à celui d'une analyse critique des limites du savoir scientifique.

Cependant, l'enseignement scientifique ne dispose pas d'une mémoire professionnelle du traitement pédagogique des QSV. Il n'existe pas de référent professionnel, de gestes discutés, répertoriés, codifiés, transmis puis modifiés (Clot & Faïta, 2000) au sein de la communauté enseignante. Aussi, le manuel peut-il être considéré comme un possible « *cahier des charges* » (Samurcay & Pastré, 2004) pour les enseignants, fixant les modalités d'un contrat d'enseignement des QSV en exemplifiant les problèmes, les enjeux et le débat de société.

2. Cadre de réflexion et problématique de l'analyse des manuels scolaires

2.1. Les fonctionnalités professionnelles du manuel scolaire

Le manuel scolaire, rédigé par des enseignants, se présente comme un produit de la culture professionnelle enseignante à l'intersection entre le savoir à enseigner des instructions officielles et le savoir enseigné en classe. C'est un outil dans lequel les enseignants retrouvent les points forts du programme officiel structurant toute démarche d'enseignement, tout autant qu'il donne des grilles de compréhension de l'activité scientifique dans la société (Fourez, 1985) et traduit des choix professionnels d'ordre pédagogique et didactique.

Aussi, le manuel peut concourir à la formation professionnelle des enseignants (Nicolot, 2003) par la diffusion de nouvelles connaissances, de nouvelles compétences pour faire face à de nouvelles exigences en mobilisant des savoirs et savoir-faire professionnels pour construire de nouvelles situations pédagogiques. Par exemple, il peut proposer des modalités d'organisation d'une situation-débat, en classe, sur la controverse scientifique et médiatique autour des OGM en précisant les objectifs pédagogiques et didactiques. Ainsi, il apporte une dimension curriculaire en associant objectifs et contenus du programme à de possibles pratiques de classe. Il s'agit principalement de « *curriculum potentiel* » (Magneron, 2005) au sens où, il n'est ni prescrit ni réellement mis en pratique en classe (Perrenoud, 2000). C'est un indicateur des nouveaux schémas d'enseignement de QSV en sciences. Plus précisément, le manuel apporte une proposition curriculaire, mais pas un mode d'emploi de ce qu'il faut faire ou du comment faire en classe (Lenoir, 2001).

À ce titre, le traitement pédagogique des OGM, proposé par les manuels, est l'expression de choix professionnels par les membres de la communauté des enseignants ayant collaboré à la rédaction du celui-ci. Il est alors, non seulement une transposition du programme, mais aussi un possible générateur de modalités d'enseignement. En matière de QSV, il s'agit d'un exercice difficile, faute de références, mais d'un exercice novateur participant, peut-être, à l'émergence de nouvelles formes de professionnalité enseignante. En ce sens, le manuel est une production sociale complexe où se joue à la fois une mise en pratique négociée du programme dans le cadre d'un projet éducatif et socioculturel, des choix professionnels d'enseignement, une politique éditoriale et commerciale des éditeurs face à la concurrence. Il apparaît alors comme un construit social (Berger & Luckman, 1966) avec ses stratégies et ses rationalités éducatives (voire économiques).

2.2. Problématique de l'étude des manuels

Face aux risques potentiels des OGM pour la santé et l'environnement, mais aussi face à leurs attentes potentielles en médecine, agronomie... quels sont les

choix professionnels des manuels pour aider l'élève à se construire un point de vue documenté sur la question ? Renouvellement des stratégies éducatives et production d'un nouveau savoir s'inscrivent ainsi dans la construction et la résolution d'un nouveau problème professionnel : comment enseigner la question socialement vive des OGM ?

Le manuel, comme médium professionnel, apporte à la communauté enseignante des éléments de réponse en relation avec cette nouvelle situation d'enseignement des QSV, en s'appuyant sur certaines compétences, parmi lesquelles : maîtriser le savoir savant, concevoir l'enseignement en fonction des nouveaux objectifs à atteindre (cognitifs, méthodologique...), articuler contenus et pratiques d'enseignement, prendre en compte la dimension socioculturelle du savoir enseigné, etc.

Bien évidemment, il faut distinguer les compétences requises pour l'enseignement de QSV et celles réellement mises en application en classe. Ici, le terme de compétence fait référence au savoir-mobiliser (Perrenoud, 1996) dans les manuels : concevoir une *situation-problème*, associer domaines scientifique et social, organiser une confrontation, développer le sens des responsabilités et de la solidarité, etc. ; et non pas au savoir-agir en classe (Le Boterf, 2000) c'est-à-dire à une mise en action des ressources. Mais, si tous les manuels reflètent un contenu disciplinaire conforme au programme officiel, tous n'ont pas nécessairement la même approche professionnelle des « enjeux socioscientifiques » des OGM, et font des choix différents.

L'analyse de contenu des manuels a donc été guidée par la problématique suivante. Quels sont les différents curriculums d'enseignement des enjeux socioscientifiques des OGM ? Ces curriculums correspondent-ils à l'émergence de nouvelles formes de professionnalité enseignante en SVT ?

3. Méthodologie

Le contenu du manuel sur les OGM, comme une mise en discours des savoirs professionnels, répond à un nouvel objectif d'enseignement : aider à la compréhension du débat sur les enjeux éthiques et sociaux des OGM, auquel tout citoyen peut être confronté. Sachant qu'en SVT, l'éducation citoyenne repose sur des savoirs scientifiques et techniques, enjeux de citoyenneté, l'analyse de contenu des manuels permet de rendre compte de l'organisation de ce discours en termes de compétences en associant des repères professionnels de transmission des connaissances à ceux de la formation citoyenne des élèves. L'analyse ne cherche pas à faire un comparatif détaillé du chapitre sur les OGM, pour chaque manuel, mais à apporter des éléments de réponse sur les compétences présentes dans les stratégies enseignantes des manuels.

3.1. Le corpus

Cinq manuels, de la classe de terminale S spécialité, ont été analysés et comparés. Le recueil des données porte sur les principaux éditeurs de manuels utilisés en classe et publiés en 2002 : Belin, Bordas, Didier, Hatier, Nathan.

La partie *Leçon* du chapitre OGM constitue le corpus. La partie *Exercices* n'a pas été retenue, car les exercices proposés concernent principalement des aspects techniques (clonage et transfert de gène), sans prendre en compte la dimension sociétale. Ils évaluent les connaissances biotechnologiques et non la capacité à argumenter autour du débat socioscientifique sur les OGM.

La *Leçon* est définie par un chapitre (avec ses annexes) comprenant : les textes originaux des auteurs des manuels, les textes en citation ou documents, et des questions posées aux élèves pour analyser ces textes-documents. Ces trois éléments (textes originaux, documents et questions) relèvent exclusivement du choix du manuel. Leur étude permet de cibler les critères utilisés par le manuel pour qualifier les enjeux des OGM (scientifiques et/ou sociétaux) et initier les élèves au débat sur les OGM. Remarquons, à titre indicatif, que le corpus est variable selon les manuels (Tableau 1).

Tableau 1. Pourcentage de pages de la Leçon OGM dans chaque manuel

Belin	Bordas	Didier	Hatier	Nathan
7,16 % (20/279 pages)	1 % sans annexe (2,5/245 pages) 1,8 % avec annexe (4,5/245 pages)	3,23 % (4,5/139 pages)	1,78 % (2,5/140 pages)	3,75 % (6/140 pages)

3.2. Traitement des données

Nous nous référerons à l'analyse cognitivo-discursive, initiée par Bardin (1989) et développée par Ghiglione et Blanchet (1991), comme moyen d'investigation pour rechercher à quels schèmes professionnels enseignants (Paquay, Altet, Charlier & Perrenoud, 2001) se réfèrent les manuels : l'enseignant réflexif, l'enseignant savant... Le traitement des données vise à rechercher les points structurants le discours professionnel des manuels, à partir d'une analyse lexicale et d'une analyse des registres du discours.

• Analyse lexicale et identification des référents noyaux

L'analyse lexicale s'appuie sur la fréquence de certains mots ou occurrences pour caractériser des référents noyaux, c'est-à-dire « les constituants de la trame thématique du discours » (Ghiglione & Blanchet, 1991). Ont été retenus les mots les plus répétés, en relation avec les enjeux socioscientifiques des OGM. Nous avons donc recherché les mots utilisés pour définir les OGM et ceux utilisés pour caractériser les termes du débat autour des OGM. Ces mots constituent des

points d'ancrage (ou mots pivots de Dubois, 1969 ; Barbin 1989) du discours du manuel. Ils peuvent être regroupés en un référent noyau ou centre organisateur du discours. Leur fréquence n'a pas de valeur statistique, mais permet principalement d'apporter quelques éléments de comparaison entre les manuels, afin de déterminer si tous s'organisent ou non autour des mêmes référents noyaux.

L'analyse lexicale a été réalisée manuellement, par lecture, sans utiliser le traitement informatique, en raison de la polysémie de certains mots. Par exemple, le mot « *transformation* » apparaît aussi bien pour désigner un OGM, qu'un gène transformé pour être inséré dans le matériel génétique. Dans le premier cas, la transformation porte sur l'organisme et il s'agit véritablement d'OGM, tandis que dans le second, il s'agit d'une modalité technique de manipulation génétique qui n'est pas spécifique aux OGM. Seule, la lecture manuelle permet de distinguer les deux contextes.

• **Analyse des registres de discours : caractérisation des référentiels d'aide à la décision**

Un point important du programme, relayé par les manuels, est l'aide à la décision. Autrement dit, guider l'élève pour qu'il accède à une meilleure compréhension des enjeux liés aux OGM, et lui permettre, en tant que citoyen, de participer à des choix de sociétés raisonnés. Pour cela, nous avons utilisé les textes proposés aux élèves sur lesquels l'enseignant peut s'appuyer et déterminé s'ils étaient d'ordre descriptif, explicatif, analytique... et quelles étaient leurs thématiques : scientifique, socioéconomique, éthique, etc. L'analyse des registres du discours a pour but de compléter l'analyse lexicale afin de relier les différents référents noyaux et de caractériser les référentiels professionnels d'aide à la décision (savoir savant, savoir-faire biotechnologique, termes du débat...).

3.3. La construction d'une carte de compétences

Le croisement des données, issues de l'analyse lexicale et du registre du discours, permet d'envisager une cartographie des compétences de l'enseignement des QSV dans une visée curriculaire. Bien qu'établie à partir de l'analyse de contenu du discours du manuel, elle n'est pas une carte de la structure linguistique de ce discours, dans le sens où les relations entre les référents noyaux ne reconstituent pas les structures sémantiques du discours du manuel. Elle n'est donc pas l'équivalent de la construction d'un réseau sémantique, dont le but est de retrouver l'organisation et le sens des propos de l'énonciateur ni même, une carte conceptuelle (Novak, 1990), laquelle permet de comprendre la structure conceptuelle d'un discours. Il ne s'agit pas non plus d'un modèle mental (Norman, 1983) ou représentation que les auteurs des manuels se feraient de l'enseignement d'une question socialement vive.

Nous utiliserons ici le terme de carte de compétences professionnelles comme un savoir-mobiliser pour construire de nouvelles situations d'enseignement

prenant en compte l'instabilité des savoirs scientifiques dans une perspective de formation citoyenne. C'est d'abord, une représentation de la façon dont les manuels pose et traite du problème des OGM en rapport avec des pratiques sociales (confrontation des points de vue, gestion des conflits d'idées, analyse critique, prise de décision...). À l'intersection de l'interprétation du programme officiel et de modèles professionnels, cette cartographie correspond à une transformation du discours (Denis, 1991) du manuel en un curriculum potentiel d'enseignement des QSV. Elle n'a pas prétention à restituer, une démarche professionnelle inscrite dans les manuels ou une partie de celle-ci. Il s'agit, avant tout, d'une représentation des compétences à partir d'un discours et non d'une mise en pratique de celles-ci. La carte obtenue n'est donc pas le reflet de près ou de loin, de la transcription, plus ou moins fidèle, de la pensée des auteurs des manuels, mais une construction de liens établis à partir des seuls éléments du discours.

4. Résultats de l'analyse de contenu

4.1. Identification des mots pivots et des référents noyaux

L'analyse lexicale, appliquée sur les textes de la *Leçon* et sur les questions posées aux élèves, permet de distinguer les mots pivots et de les regrouper en cinq référents noyaux autour desquels s'organise le discours du manuel. Les mots pivots sont classés par ordre décroissant de fréquence et affectés d'un numéro de rang (tableau 2) : du rang 1 pour le plus fréquent, au rang n pour le moins fréquent.

Tableau 2. Rang des mots pivots

Rang	Mots pivots
1	Transfert de gène
	Risques
2	Transformation (génétique)
3	Construction d'OGM
	Avantages/bénéfices des OGM
4	Débat/controverses sur les OGM
5	Amélioration (des plantes OGM)
6	Inconvénients des OGM
7	Contestation des OGM
8	Création d'OGM
9	Fabrication d'OGM

Le discours des manuels se structure autour du dipôle : risques et biotechnologies. En effet, « *Transfert de gène* » et « *Risques* » sont les mots pivots les plus

représentés, soulignant, d'un côté, la capacité des biotechnologies à transformer le vivant et, de l'autre, les incertitudes des effets de la transgénèse sur l'organisme ou l'environnement. Le regroupement des mots pivots fait apparaître cinq référents noyaux (tableau 3) : la technique de transgénèse, la production d'OGM, la modification des organismes, l'évaluation scientifique des risques et des bénéfices des OGM et les enjeux sociétaux des OGM.

Tableau 3. Nombre de mots pivots comptabilisés dans les cinq manuels par référents noyaux

Référent noyau (RN)	Mot pivot (MP)	Nombre de MP par RN
TRANSGENÈSE	Transfert de gène	41
PRODUCTION	Création, construction, fabrication	33
MODIFICATION	Transformation, amélioration	30
ÉVALUATION SCIENTIFIQUE	Avantages/bénéfices, Risques/inconvénients	26 47
ENJEUX SOCIÉTAUX DES OGM	Débat, controverse, contestation	18

Au vu des résultats présentés dans le tableau 3, le référent noyau « *Évaluation scientifique* » est le mieux représenté (73). Puis viennent, les référents noyaux liés à l'obtention des OGM par « *Transgénèse* » (41), « *Production* » (33) ou « *Modification* » du vivant (30). Le référent noyau « *Enjeux sociétaux* » est le moins représenté (18).

Globalement, les OGM sont d'abord enseignés sous l'angle scientifique et, secondairement, sous l'angle sociétal. Il y a là, un positionnement des manuels en termes de professionnalité enseignante, avec la référence aux compétences disciplinaires en SVT ; la dimension sociétale étant à la marge.

4.2. Caractérisation des référentiels de compétences d'aide à la décision

Le discours du manuel se structure autour de trois registres, caractérisé chacun par un ou plusieurs référents noyaux. Le registre biotechnologique est constitué par les savoir-faire du génie génétique avec trois référents noyaux : les OGM comme résultant d'un transfert de gène, les OGM comme production de nouveaux organismes, les OGM comme des organismes modifiés par les biotechnologies

Le registre scientifique est constitué par les savoirs scientifiques concernant les risques et l'intérêt des OGM avec un référent noyau : l'évaluation scientifique. Évaluation scientifique des risques de pollution génétique (atteinte à la biodiversité,

toxicité, résistance aux antibiotiques, etc.), des bénéfices procurés par l'utilisation d'OGM (production de molécules utiles, amélioration des rendements, modélisation du fonctionnement génétique des organismes, etc.).

Le registre sociétal est centré sur l'impact socioéconomique de la production d'OGM avec pour référent noyau les enjeux sociétaux des OGM : les OGM comme production sociale répondant à une demande socioéconomique (brevetage et instrumentalisation du vivant pour l'industrie, dépendance des agriculteurs vis-à-vis des industries biotechnologiques, production des médicaments du futur, etc.).

Chacun de ces trois registres est illustré par des textes-documents en liaison avec les questions posées aux élèves pour les commenter. L'analyse des documents et activité-élèves permet de distinguer trois catégories du discours du manuel pour l'aide à la décision : informer, expliquer et confronter (tableau 4). Informer correspond à une présentation des données factuelles. Les textes décrivent le déroulement de la transgénèse, nomment les espèces d'OGM cultivées, et font un état des lieux des avancées de la recherche. Il est alors demandé aux élèves de faire un résumé de la situation. Expliquer correspond à l'analyse de résultats expérimentaux (en laboratoire ou en champ) pour évaluer les risques des OGM sur la santé et l'environnement en regard de leur intérêt. Les textes et les activités élèves présentent les causes ou les conditions d'apparition du risque, mais aussi les causes et les conditions d'amélioration des plantes OGM. Confronter correspond à une présentation argumentative du débat de société entre opposants et partisans des OGM. En s'appuyant sur les données empiriques disponibles, se dessinent deux projets de société : vivre avec ou sans OGM. Les activités élèves sont alors centrées sur la recherche des arguments des anti- et des pro-OGM.

Tableau 4. Exemples tirés des manuels des trois catégories du discours d'aide à la décision

Discours d'aide à la décision	Exemple
Informer	Surfaces nationales ou mondiales cultivées en OGM (Bordas) Les plantes OGM cultivées dans le monde (Hatier, Bordas) Les molécules produites par les OGM (Belin) Schématisation des techniques de transfert de gènes (tous les manuels)
Expliquer	« Ils [les risques potentiels] sont liés à la méthode même d'obtention des OGM et à la mobilité potentielle du transgène » (Belin) Le manuel explique qu'un des risques des OGM est la mobilité du gène inséré, et par conséquent l'impossibilité de prévoir où il va se fixer
Confronter	Présentation du point de vue de Greenpeace (opposé aux cultures d'OGM) et le point de vue d'une chercheuse africaine favorable aux OGM pour assurer le développement du continent africain (Nathan)

Ces trois catégories du discours des manuels ont été croisées avec les trois registres : biotechnologique, scientifique et sociétal afin de préciser si certains

registres relevaient davantage de l'informatif, de l'explicatif, ou de l'argumentatif (tableau 5). Cependant, un même document ou activité élève peut, à la fois, être informatif et explicatif, ou associer explication et confrontation des arguments. Il peut donc y avoir partage des registres.

Tableau 5. Nombre de documents et activités élèves par manuel, par objectifs d'aide à la décision en fonction du registre du discours

Registre	Informier	Expliquer	Confronter
Biotechnologie	23	15	0
Scientifique	34	17	0
Sociétal	5	2	5

La catégorie *Informier* est la mieux représentée (62), particulièrement, pour les registres *Évaluation scientifique* et *Biotechnologique*. Puis vient, la catégorie *Expliquer* (34) dans ces deux mêmes registres. En revanche, la catégorie *Confronter* est peu représentée (5). On la retrouve dans le registre *Enjeux sociétaux* avec le débat sur les OGM. Remarquons, que dans chacune des trois catégories, le registre sociétal est marginal, voire absent, à l'exception de deux manuels Nathan et Hatier (et dans un troisième : le Bordas, en annexe de la *Leçon*).

Ainsi, observe-t-on une ligne de partage professionnelle entre les manuels, en distinguant deux référentiels de compétences d'aide à la décision. L'un repose exclusivement sur l'expertise scientifique pour évaluer les risques et les bénéfices des OGM (*Informier* et *Expliquer*). C'est le cas des manuels Belin et Didier. Notons que tous les documents du Didier sont composés uniquement d'extraits d'un dossier de l'Institut national de la recherche agronomique (INRA). L'autre référentiel de compétences s'appuie sur l'expertise scientifique et le débat de société (*Informier*, *Expliquer*, *Confronter*). C'est le cas des manuels Nathan et Hatier. Le cas du Bordas est un peu particulier, car dans sa partie *Leçon* il fait uniquement référence à l'expertise scientifique, tandis que dans sa partie annexe, il intègre aussi le débat de société.

À partir d'exemples d'activités pédagogiques destinées aux élèves (décrire, expliquer, argumenter en participant à la controverse des problèmes et enjeux des OGM), d'objectifs (comparer avantages/inconvénients des OGM ou confronter partisans/opposants aux OGM, etc.), et des enjeux éducatifs du débat (informer, évaluer, socialiser, etc.), nous avons analysé les compétences professionnelles impliquées dans l'expertise scientifique et le débat de société, telles qu'on les retrouve au travers du discours du manuel.

• Curriculum possible autour de l'expertise scientifique

Dans les cinq manuels, le discours se structure de façon bipolaire autour de risques et avantages des OGM. Les risques sont présentés en regard de leurs

avantages, et les manuels engagent un comparatif entre bénéfiques et inconvénients, pour la santé et l’environnement en précisant que, les risques potentiels des OGM, à court et à long terme, ne sont pas totalement connus (tableau 6).

Tableau 6. Exemple d’un tableau présenté dans le Belin

A. Les risques évoqués (p. 176, tableau d’après : Génie génétique : le progrès en balance. *Le Monde*, 7 septembre 2001).

Les bénéfiques escomptés	Les risques potentiels
Agriculture	Environnement
Résistance aux nuisibles, aux champignons ou aux virus, amélioration des rendements.	Résistance des organismes cibles à la toxine produite par les plantes obligeant à recourir à d’autres insecticides ou à des doses accrues.
Tolérance aux herbicides totaux, simplifie le désherbage.	Toxicité pour d’autres insectes non nuisibles
Exploitation d’environnements dégradés : tomate poussant sur sol salé, maïs/sorgho résistant à la sécheresse.	Pollution génétique : transmission à des mauvaises herbes sauvages d’espèce proche de la résistance aux herbicides ajoutée à l’OGM, ce qui peut rendre leur éradication plus difficile.
Santé	Santé
Amélioration de la qualité nutritive des aliments (oléagineux sans acides gras toxiques).	Toxicité : insecticides et herbicides métabolisés dans l’OGM et conséquences sur la chaîne alimentaire, jusqu’à l’homme.
« Alicaments » : aliments-médicaments, enrichis en vitamines et protéines spécifiques. Ex. le riz doré enrichi en carotènes pour lutter contre la cécité dans le tiers-monde.	Flux de gènes : transmission à des bactéries de gènes de résistance à certains antibiotiques utilisés pour la sélection des OGM.
Industrie	Effets indésirables : les méthodes de transfert de gène ne permettent pas de contrôler précisément l’emplacement du transgène, lequel pourrait perturber le métabolisme de l’OGM. Cela pourrait avoir une influence sur la chaîne alimentaire, par exemple en provoquant des allergies.
Production de plats biodégradables à base de végétaux.	
Fabrication moins polluante de pâte à papier.	

Les OGM sont présentés comme des outils de la recherche fondamentale (exemple : compréhension du fonctionnement des gènes dans l’organisme) ou de la recherche appliquée (exemple : thérapie génique, agronomie...), et ouvrant de nouvelles perspectives pour l’industrie et la médecine. Mais, les OGM sont aussi présentés comme porteurs de risques de pollution génétique, de résistance aux antibiotiques, etc.

Un exercice critique du savoir scientifique est privilégié quant aux incertitudes des effets des OGM, et à la nécessité d’articuler recherche fondamentale et appliquée. À l’évaluation des risques, s’ajoute aussi la responsabilité éthique de la communauté scientifique face à la collectivité. Le Didier résume cette conception

cadree par les savoirs et savoir-faire scientifiques : « L'actualité pose régulièrement des questions sur les OGM. Mis de côté une peur plus ou moins consciente des bouleversements qu'apportent les technologies récentes, ainsi que le débat idéologique et financier, il est possible de poser un certain nombre de vrais problèmes scientifiques liés à l'utilisation des OGM. Une réflexion sensée et argumentée, reposant sur l'observation et l'expérimentation, doit être menée » (Didier, extrait de la synthèse du chapitre, § III – Les organismes génétiquement modifiés, p. 78).

Les activités élèves sont centrées sur la description des attentes et des risques des OGM : « Présentez les risques potentiels des plantes transgéniques et les bénéfices escomptés » (Belin) ; « Résumer les avantages et les inconvénients des OGM » (Belin), mais aussi sur une analyse documentée des problèmes biologiques posés par les OGM : « Préciser si le risque est réel ou pas » (dans le cas de la résistance aux antibiotiques) (Didier) ; « Préciser les problèmes liés à l'utilisation des OGM dans les cultures » (Didier).

L'élève est conduit à énumérer les avantages et les risques en précisant les effets positifs et négatifs connus, à partir des documents mis à sa disposition, et s'en tenir aux données factuelles sans prendre position. Il lui est demandé de réaliser une analyse des données, au vu des documents disponibles (exemple des extraits du dossier INRA, Didier), pour déterminer si le risque est réel ou non et si les bénéfices l'emportent sur les risques potentiels. Sont ciblés les points scientifiques en indiquant ce que l'on sait et ce que l'on ne sait pas (« Le débat sur l'utilisation des OGM : des informations scientifiques », Didier), mais sans jamais entrer dans le débat public : pour ou contre les OGM. La stratégie pédagogique repose sur l'investigation pour valider une hypothèse (exemple : l'évaluation des risques des OGM sur la santé et/ou sur l'environnement), ou sur le jeu de rôle (les OGM sont dangereux et/ou bénéfiques) en construisant un argumentaire.

En résumé, les compétences liées à l'expertise scientifique portent sur l'évaluation des risques biologiques et écologiques comme préalable à une décision rationnelle en termes de santé et d'environnement. Le manuel organise un débat scientifique privilégiant la démonstration expérimentale pour valider une hypothèse. Cependant, en raison des nombreuses incertitudes, l'expertise ne permet pas de se prononcer en faveur ou en défaveur des OGM. Il s'agit là, d'une variante de l'éducation à la citoyenneté, en termes de prévention des risques, telle qu'elle est souvent comprise en SVT.

• Curriculum possible autour de la médiation

Seules les éditions Nathan et Hatier font référence à l'intérêt scientifique et sociétal des OGM dans la partie *Leçon*, tandis que l'édition Bordas l'évoque, mais seulement en annexe, comme un point facultatif. Le questionnement sur « les conséquences de l'utilisation des OGM » initie le passage du référent scientifique au référent citoyen, en introduisant des questions d'ordre socioéconomique et

éthique (Hatier, Nathan, Bordas). Dans ce cas, le manuel engage une réflexion sur le fonctionnement de l'activité scientifique dans la société, et met en avant des valeurs éthiques : principe de précaution, protection de l'environnement... (« *Les pistes pour un débat « pour ou contre les OGM* », Hatier ; « *Le débat ouvert sur les OGM* », Nathan).

Exemple Bordas. En annexe *Pour mieux comprendre...* : « *Les essais au champ des PGM. Une contestation croissante de ces essais et des PGM* », figure 4 : une exigence de risques *minima* et de vrais bénéfiques, p. 143.

« La production et la dissémination (c'est-à-dire les essais au champ) des OGM comptent parmi les premières activités à finalité agricole à avoir basculé dans l'ère du principe de précaution. En dépit d'un régime de contrôle *a priori* et des mesures préventives adoptées, la technologie de la transgénèse végétale a éveillé en Europe et notamment en France un mouvement de contestation très actif, qui est parvenu à en bloquer l'essor... Pour les contestataires, le débat doit porter non sur le seul choix de mesures susceptibles de limiter les risques potentiels, mais également sur l'intérêt intrinsèque de l'application agricole des techniques de transgénèse ; aucun risque ne mériterait d'être pris si ces techniques ne présentent de bénéfices ni pour les consommateurs ni pour les agriculteurs mais seulement pour les industriels y trouvant la source de nouvelles rentes ».

Extrait de T. Hommel et O. Godard, *Biofutur*, n° 218, janvier 2002.

Exemple Nathan. Extrait du document I : « *Les dangers des OGM : point de vue de Greenpeace* », p. 90.

« La fabrication de plantes transgéniques n'est pas, contrairement à ce qu'affirment ses défenseurs, la simple poursuite des procédés d'amélioration des plantes cultivées... La manipulation génétique n'a rien à voir avec un simple croisement, elle représente un saut qualitatif radical puisqu'elle permet de s'affranchir de la "barrière d'espèces", laquelle empêche par exemple un cheval de se croiser avec un chat (...).

Dans le soja transgénique de la société américaine Monsanto, un gène introduit rend la plante tolérante à un herbicide total (car il tue toutes les plantes, bonnes ou mauvaises), le Roundup, commercialisé par la même société. Dans une culture naturelle, l'utilisation d'herbicides totaux est limitée car la plante cultivée en souffre également. Le soja étant rendu tolérant à l'herbicide Roundup, il est possible d'augmenter considérablement les doses, entraînant alors une pollution accrue des sols et des nappes phréatiques. Il faut signaler que les agriculteurs utilisant le soja de Monsanto ont l'obligation de n'utiliser que son désherbant, le Roundup. Ainsi, Monsanto vend ses semences transgéniques et augmente fortement ses ventes d'herbicides (...). »

Les problèmes et les enjeux des OGM pointent la question de la légitimité à produire ou non des OGM, en mettant au centre du débat l'avenir culturel et socioéconomique de la société. Le choix de la production d'OGM, plus exactement de PGM semble dépasser le seul cadre de l'industrie agroalimentaire et impliquer

la collectivité, du producteur au consommateur, d'où une demande de législation. Les activités destinées aux élèves ont pour objectif de les sensibiliser au débat de société pour les aider à construire un point de vue personnel, en confrontant les arguments pro- et anti-OGM. Mais, à l'image du Hatier, les auteurs des manuels ne prennent pas partie : « *L'obtention de plantes OGM est l'objet de débats ; pour leur compréhension, il est nécessaire de connaître les techniques, les objectifs visés et les risques* ». Ils mettent en avant la nécessité, pour l'élève, de prendre connaissance des termes du débat et de l'arbitrage de l'expertise scientifique pour se forger sa propre opinion.

Exemples d'activités-élèves.

« À partir de l'étude des textes (pro- et anti-OGM), repérez et expliquez les problèmes soulevés par la construction et l'utilisation d'OGM ». (Nathan)

« Discutez de l'intérêt des OGM et des limites à dépasser pour rendre ces organismes scientifiquement et éthiquement corrects ». (Belin)

Cependant, comment interpréter ce « *scientifiquement et éthiquement corrects* » ? Face aux incertitudes, reconnues par les scientifiques des effets des OGM sur la santé et sur l'environnement, l'élève est conduit à analyser les termes du débat en recherchant les arguments des opposants et des partisans aux OGM. Mais, discuter de l'impact des OGM dans la société touche directement la responsabilité du scientifique et celle du politique. À quelles fins produire des OGM ? Médicales, agronomiques, industrielles, etc.

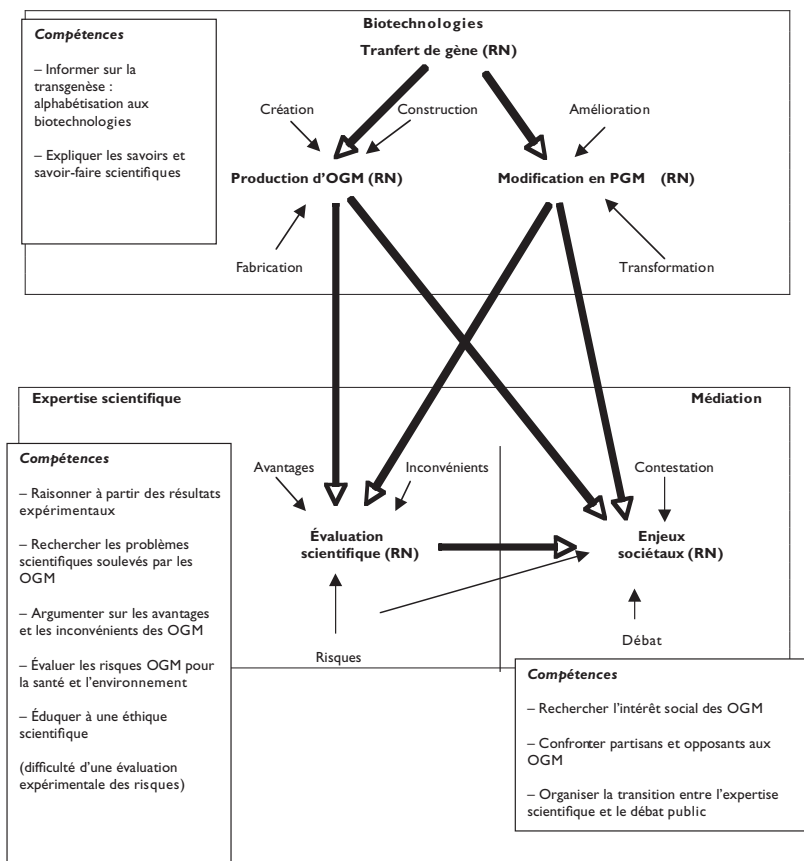
En résumé, les compétences liées à la médiation présentent les arguments scientifiques mais aussi socioéconomiques et culturels des partisans et opposants aux OGM. Le débat s'organise par la confrontation des points de vue autour du discours médiatique : peurs et progrès suscités par les OGM, des enjeux éthiques : l'application ou non du principe de précaution, des enjeux socioéconomiques : nouveaux débouchés pharmacologiques, place de l'agriculture dans la société, dépendance des agriculteurs face aux producteurs de semences OGM... Il s'agit là, d'une éducation à la citoyenneté en termes de choix de société et de valeurs, prenant en compte la question de l'intérêt social à produire des OGM. Cette conception est assez nouvelle en SVT et n'a d'équivalent qu'en éducation à l'environnement (Sauvé, 1999).

5. Essai d'une cartographie des compétences et discussion

Tous les manuels fondent l'aide à la décision sur la responsabilité individuelle et collective face au risque. Mais, selon que le risque est décrit, évalué ou contesté, les enjeux éducatifs ne sont pas les mêmes. Si le risque est évalué, on en appelle à l'expertise scientifique, s'il est contesté, le débat de société est convoqué. La

cartographie proposée (figure 2) peut être analysée en termes de curriculum résultant de l'interaction entre connaissances disciplinaires et connaissances professionnelles. Il ne s'agit pas d'établir une carte pour chaque manuel, mais une cartographie générale des différentes options professionnelles trouvées dans les manuels pour répondre à une nouvelle problématique d'enseignement en sciences.

Figure 2. Cartographie de compétences



On distinguera trois dimensions : génie génétique ou biotechnologie, expertise de l'évaluation des risques, médiation entre pro- et anti-OGM. Bien que différentes, ces trois dimensions ne s'excluent pas, mais correspondent à différentes formes dominantes de la professionnalité enseignante. Deux dimensions où les compétences professionnelles sont définies uniquement par le savoir savant (biotechnologie et expertise). Dans ce cas, le manuel relaie le débat d'experts et apporte des éléments scientifiques d'aide à la décision. Et une dimension, où les compétences professionnelles incluent aussi l'analyse des effets du savoir

scientifique dans la société. Ainsi, les auteurs du manuel utilisent le débat public pour relier le citoyen à la science et ne pas le déposséder de certains choix de société (Morin, 1997).

Cette cartographie de compétences montre que les choix professionnels des manuels sont à mettre en regard avec l'identité professionnelle enseignante. Ainsi, retrouve-t-on, dans les manuels, deux schémas identitaires enseignants (Paquay, 1994) : celui du « *maître instruit* » proche de l'expert scientifique avec la maîtrise des savoirs disciplinaires dans le cadre d'une discussion scientifique et celui de « *l'acteur social* » ciblant les enjeux socioculturels des savoirs scientifiques dans le cadre du débat de société. En revanche, une des limites de cette cartographie est qu'elle ne dit rien de certains fondements épistémologiques des choix professionnels des manuels.

Par exemple, à quelle conception épistémologique se rattache la désignation des OGM comme création ou construction. Cela signifie-t-il que l'OGM est le même organisme qu'avant la modification ou bien cette modification fait-elle de lui un nouvel organisme ? Que recouvre exactement le mot de création ou de construction d'OGM ? S'agit-il d'un assemblage de pièces détachées : les gènes ? Dans ce cas, c'est une conception mécaniste du vivant qui est sous-entendue. S'agit-il d'une analogie avec les produits manufacturés ? Auquel cas, le vivant est l'équivalent d'un produit issu de l'industrie biotechnologique et perd son statut de vivant pour être réduit à un objet génétique. Ou s'agit-il d'un acte créatif qui permet l'invention de nouveaux organismes (exemple : breveter un OGM comme nouvelle invention) ? De même, la référence à « *suppression de la barrière des espèces* » évoquée dans l'extrait du texte de Greenpeace (Nathan, p. 90) comme un danger des OGM, ne dit pas en quoi elle est réellement un danger. Faut-il comprendre que cette suppression est une transgression de l'ordre du naturel, une remise en cause du concept de barrière, ou bien encore de la confirmation du processus évolutif lié à l'universalité de l'ADN ? Dans les deux cas, l'analyse des manuels ne permet pas de trancher.

Remarquons, que le débat ne porte pas uniquement sur des données factuelles, mais aussi sur nos propres conceptions du vivant, plus particulièrement sur la légitimité à le modifier de façon irréversible et sur la place de l'homme dans la nature. De fait, les recherches en biotechnologie ne sont pas indépendantes d'une demande ou d'un projet social (guérir, rentabiliser l'agriculture, nourrir la planète, limiter l'usage des pesticides...), et la production d'OGM ne se résume pas une technique de transfert et d'insertion de gènes, ce qui reviendrait à la chosifier. Les problèmes, soulevés par les OGM, dépassent l'aspect technique et correspondent, à la fois, à une demande socioéconomique, mais aussi scientifique (rôle des gènes, remise en cause du concept de gène, aspects évolutifs des OGM...). L'enseignement à propos des OGM s'inscrit donc dans une société technologique traversée par

une responsabilité écologique qui recherche dans sa relation de la nature à la technique, l'efficacité au niveau médical, environnemental, et socioéconomique.

6. Conclusion

Cette analyse qualitative de contenu des manuels, sur la question vive des OGM montre deux curriculums potentiels s'organisant autour de deux domaines de compétences déclarés : celui de l'expertise et celui de la médiation. Mais cette cartographie des compétences obtenue par l'analyse de contenu est une photographie très partielle de certains choix professionnels et nécessiterait d'être complétée et confrontée, d'une part, avec l'analyse d'autres questions socialement vives en sciences pour avoir une vision plus globale et, d'autre part, avec les gestes professionnels, en situation de classe, pour évaluer la mise en oeuvre de ces compétences. Mais, cette cartographie peut être un outil pour la formation des enseignants car elle montre que l'enseignement des OGM comme QSV va nécessairement au-delà de la transmission de savoirs et pose la question du droit à transformer le vivant. Même si les manuels semblent exclure ce point de leur de champ de compétences, il n'en reste pas moins qu'il est au centre du débat.

Entre culture scientifique et culture professionnelle enseignante, quel savoir est nécessaire à l'enseignement d'une QSV : savoir savant, savoir de l'expert, savoir « citoyen » ? On retrouve là, un questionnement sur l'épistémologie du savoir scientifique, sur l'identité professionnelle enseignante, mais aussi sur la pratique déontologique du métier d'enseignant. ■

BIBLIOGRAPHIE

- BARDIN L. (1989). *L'analyse de contenu*. Paris : PUF.
- BERGER P. & LUCKMAN T. (1986). *La construction sociale de la réalité. Traité de sociologie de la connaissance*. Paris : Méridiens Klincksieck.
- BOURDONCLE R. (1993). La professionnalisation des enseignants : les limites d'un mythe. *Revue française de pédagogie*, n° 105, p. 83-119. Disponible sur Internet : <http://www.inrp.fr/publications/edition-electronique/revue-francaise-de-pedagogie/RF105.pdf> (consulté le 3 septembre 2007).
- CLOT Y. (1999). *La fonction psychologique du travail*. Paris : PUF.
- CLOT Y & FAÏTA D. (2000). Genres et styles en analyse du travail. Concepts et méthodes. *Travailler*, n° 4, p. 7-42.
- DENIS M. (1991). Production de discours descriptif et élaboration de cartes cognitives. In DGA (éd.). *Science et Défense 91, Nouvelles avancées scientifiques et techniques*, vol. 2. Paris : Dunod, p. 341-353.
- DUBOIS J. (1969). Énoncé et énonciation. *Langage*, n° 13, p. 100-110.
- FILLON P. & PETERFALVI B. (2004). L'argumentation dans l'apprentissage scientifique au collège. *Aster*, n° 38, p. 151-185.

- FOUREZ G. (1985). *Pour une éthique de l'enseignement des sciences*. Bruxelles : Vie Ouvrière.
- GHIGLIONE R. & BLANCHET A. (1991). *Analyse de contenu et contenus d'analyses*. Paris : Dunod.
- JACOBI D. (coord.) (1989). Les formes du savoir dans les manuels scientifiques. *Les cahiers du CRESLEF*, n° 28.
- LE BOTERF G. (2000). *Construire les compétences individuelles et collectives*. Paris : Éditions d'organisation.
- LENOIR Y. (2001). Fondements énoncés et implicites du nouveau curriculum du primaire : à quels impacts sur la conception des manuels scolaires faut-il s'attendre ? In Y. Lenoir, B. Rey, G.-R. Roy & J. Lebrun (dir.). (2001). *Le manuel scolaire et l'intervention éducative : regards critiques sur ses apports et ses limites*. Sherbrooke : Éditions du CRP.
- LEGARDEZ A. & ALPE Y. (2001). La construction des objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs. 4^e Congrès AECSE, *Actualité de la recherche en éducation et formation*, Lille, 5-8 septembre 2001.
- MAGNERON N. (2005). Les manuels scolaires dans les recherches en didactique des sciences physiques. In É. Bruillard (dir.). *Manuels scolaires, regards croisés*. Caen : CRDP de Basse-Normandie.
- MORIN É. (1995). Pour penser l'éducation de demain. In *Des idées positives pour l'école, actes des journées du cinquantenaire des cahiers pédagogiques*. Paris : Hachette, p. 50-70.
- MORIN É. (1995). Pour une réforme de la pensée. In A. Bentolila (dir.). *L'école : diversités et cohérence*. Paris : Nathan, p. 151-159.
- NICLOT D. (2003). Et si les manuels scolaires de géographie étaient, par défaut, un outil de professionnalisation des enseignants. In G. Baillat, P.-A. Martin & D. Niclot (dir.). *Vers quelle professionnalité enseignante en France et au Québec ?* Reims : CRDP Champagne-Ardenne.
- NORMAN D.A. (1983). Some observations on mental models. In D. Gentner & A.L. Stevens (éd.). *Mental Models Hillsdale*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- NOVAK J.D. (1990). Concept maps and Vee diagrams: two metacognition tools to facilitate meaningful learning. *Instructional Science*, vol. 19, n° 1, p. 29-52.
- ORANGE C. (2004). Débat scientifique dans la classe, problématisation et argumentation : le cas d'un débat sur la nutrition au cours moyen. *Aster*, n° 37, p. 83-107.
- ORANGE C. (2005). Problème et problématisation dans l'enseignement scientifique. *Aster*, n° 40, p. 2-10.
- PAQUAY L. (1994). Vers un référentiel de compétences professionnelles de l'enseignant. *Recherche et formation*, n° 16, p. 7-38.
- PAQUAY L., ALTET M., CHARLIER L. & PERRENOUD P. (éd.) (2001). *Former des enseignants professionnels. Quelles stratégies ? Quelles compétences ?* Bruxelles : De Boeck.
- PERRENOUD P. (1996). Formation continue et développement des compétences professionnelles. *L'éducateur*, n° 9, p. 28-33.

- PERRENOUD P. (2000). *Du curriculum aux pratiques : question d'adhésion, d'énergie ou de compétences ?* Disponible sur Internet : http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2000/2000_28.html (consulté le 21 juin 2007).
- RUMELHARD G., BIGUET P., DEWAELE J., FORTIN C., LANGOUËT A. & LELIÈVRE O. (2005). *Réflexions sur les postures professionnelles à adopter lors de l'enseignement d'une question socialement vive : les OGM*. Rapport interne INRP.
- SAUVÉ L. (1999). L'éducation relative à l'environnement et la perspective du développement durable. In collectif Grand Lyon. *Les cahiers du millénaire*, p. 57-61.
- SAMURCAY R. & PASTRÉ P. (2004). *Recherches en didactiques professionnelle*. Toulouse : Octarès.
- SIMONNEAUX L. (2003). Enseigner des savoirs « chauds » : l'éducation biotechnologique entre science et valeurs. In J.-P. Astolfi (dir.). *Éducation et formation : nouvelles questions, nouveaux métiers*. Paris : ESF.