

Patricia TAVIGNOT

À PROPOS DE LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE EN DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES

Résumé : La transposition didactique caractérise le décalage entre les savoirs de référence (savoirs savant et culturel de la société), le savoir à enseigner puis le savoir enseigné. L'analyse du passage du savoir à enseigner au savoir enseigné doit porter à la fois sur les programmes, les commentaires, les manuels, les préparations des cours et les pratiques effectives des enseignants en classe. La noosphère, lieu de rencontre entre le système éducatif et son environnement sociétal, sélectionne des objets à enseigner. La psychologie des acteurs impliqués dans la transposition demande que soient prises en compte leurs représentations des savoirs, des élèves et des pratiques d'enseignement. Le processus de transposition didactique est à la fois épistémologique, sociologique et psychologique. Les glissements entre savoirs de référence, programmes, manuels, et pratiques des enseignants forment la trace empirique de la transposition didactique de la notion. Par exemple, les formes possibles d'enseignement de la symétrie orthogonale (pour un même niveau scolaire, la sixième) sont attestées par les manuels et les pratiques des enseignants en classe.

Mots-Clés : Savoirs mis en jeu - Noosphère - Manuels - Enseignants - Représentations.

Dans cet article, après une présentation de la didactique des mathématiques en France, nous nous intéressons à la réalité du phénomène de transposition didactique.

Cette réflexion sur la transposition didactique a bien sûr comme base les fondements théoriques définis par Verret (1975) et par Chevallard (1985). Pour évoquer brièvement ce dont nous parlons, on peut dire que ce concept est mobilisé lorsque les objets d'un savoir sont transformés, reformulés afin de les transposer dans un contexte différent de celui de leur origine. Le cadre conceptuel de la transposition devient didactique quand il s'applique à une discipline d'enseignement. Nous y distinguons alors deux phases, où beaucoup d'acteurs sont impliqués. La première phase de la transposition didactique concerne le passage du savoir savant au savoir à enseigner avec l'impact

l'impact de la noosphère, et la seconde phase le passage du savoir à enseigner au savoir enseigné.

L'étude des savoirs mis en jeu, de la noosphère et des acteurs, permet de comprendre les deux phases distinctes et cependant interactives de la transposition didactique. En suivant « à la trace », sur un contenu particulier et précis comme la symétrie orthogonale (Tavignot 1991), à la fois la genèse du phénomène et les résultats à la fin du processus - dans la classe elle-même, nous opérationnalisons le concept de transposition didactique.

Dans la première partie de cet article, nous abordons les savoirs mis en jeu. Effectivement, selon nous, ce sont les savoirs de référence, le savoir à enseigner et le savoir enseigné. Les savoirs de référence sont à comprendre comme incluant non seulement le savoir savant, mais aussi la culture de la société. Quant à l'analyse du passage du savoir à enseigner au savoir enseigné, elle porte à la fois sur les programmes, les commentaires, les manuels, les préparations des cours et les pratiques effectives des enseignants en classe.

Puis, nous consacrons la deuxième partie à l'entité théorique qu'est la noosphère. La noosphère est le lieu de rencontre entre le système éducatif et son environnement sociétal, où s'arbitre la sélection des objets à enseigner, et où interviennent de nombreux individus aux fonctions multiples.

Enfin, et ce n'est pas le moins important pour nous, nous abordons dans la troisième partie, les acteurs impliqués dans la transposition didactique. Ces acteurs peuvent intervenir, avec différents rôles, lors des différentes phases. D'ailleurs, dans la dernière partie de cet article, nous prendrons en compte les représentations de ces acteurs quant aux savoirs, aux élèves et aux pratiques d'enseignement.

En conclusion, nous montrons donc que le processus de transposition didactique est à la fois un processus de nature épistémologique, sociologique et psychologique.

**EN GUISE D'INTRODUCTION :
LA DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES EN FRANCE**

Les chercheurs en didactique des mathématiques prétendent expliquer certains phénomènes de l'école en n'oubliant pas ses relations avec la société. Le système utilisé en didactique pour modéliser les phénomènes étudiés, se constitue d'une triade : les élèves, l'enseignant et le savoir enseigné. Le point de vue didactique engage les rapports enseignant-élèves, mais aussi les rapports que chacun de ces deux éléments entretient avec le savoir enseigné. D'ailleurs, pour étudier les rapports entre les trois éléments du système didactique, les chercheurs ont développé des concepts comme ceux de champ conceptuel, de situation didactique, de contrat didactique et de transposition didactique. Nous allons en rappeler l'intérêt au sein de la relation ternaire introduite ci-dessus.

L'analyse des rapports enseignant-élèves est enrichie par l'apport de la psychologie. De plus, avec le concept de champ conceptuel introduit par G. Vergnaud, les rapports élèves-savoir enseigné sont abordés. Le champ conceptuel est défini comme¹ « un espace de problèmes ou de situations-problèmes dont le traitement implique des concepts et des procédures de plusieurs types en étroite connexion ». Vergnaud donne aux contenus d'enseignement une place privilégiée au sein du système didactique.

Les rapports élèves-savoir enseigné sont aussi traduits avec le concept de situation didactique décrit par G. Brousseau (1986). Effectivement, Brousseau étudie les interventions des élèves face à un savoir enseigné, en les analysant a priori puis a posteriori. La situation didactique, pour être porteuse de modifications allant dans le sens de l'apprentissage, doit permettre aux élèves d'exercer leurs connaissances, et avoir des propriétés telles que les moyens spontanément utilisés par les élèves se révèlent inadéquats. Alors, la connaissance nouvelle peut apparaître comme un instrument conceptuel nécessaire pour résoudre la situation.

Signalons que dans une situation didactique, Brousseau y repère schématiquement quatre phases. La phase d'action dans laquelle l'élè-

¹- Vergnaud in : *Recherches en Didactique des Mathématiques*, vol 2.2 1981.

ve est invité à rechercher une solution pour lui-même. La phase de formulation dans laquelle il doit transmettre ses solutions à d'autres élèves. La phase de validation dans laquelle l'élève doit prouver la vérité de ce qu'il avance. Et la phase d'institutionnalisation dans laquelle la connaissance construite est assignée à la place qu'elle occupe dans le « répertoire culturel », par l'enseignant en général.

Enfin, avec le concept de contrat didactique introduit par G. Brousseau (1980), et repris par d'autres chercheurs, les rapports élèves-savoir enseigné et enseignant-savoir enseigné sont appréhendés.

Le contrat didactique est défini comme ce que l'enseignant attend des élèves par rapport au savoir enseigné, et ce que les élèves attendent de l'enseignant toujours par rapport au savoir enseigné. Ce contrat est en partie implicite. On peut dire encore que le contrat didactique est l'ensemble des « règles du jeu » qui contribuent à régir la ou les réponses des élèves aux demandes de l'enseignant, et qui déterminent en partie le rôle des élèves et le rôle de l'enseignant. Dès lors, cette notion de contrat est centrale pour aborder d'une part la façon particulière dont chaque élève interprète la situation d'apprentissage, et réagit en fonction des intentions supposées ou/et réelles de l'enseignant ; et d'autre part pour définir les significations des contenus qui déterminent, même à son insu, les stratégies d'intervention de l'enseignant.

Nous venons de présenter les rapports enseignants-élèves face au savoir enseigné et les rapports élèves-savoir enseigné. Mais, qu'en est-il vraiment des rapports enseignant-savoir à enseigner et savoir enseigné ?

Avec le concept de transposition didactique introduit par Chevallard, les rapports enseignant-savoir à enseigner puis savoir enseigné émergent. De plus, tout ce qui se passe en amont des classes par rapport au savoir est aussi retenu, puisque le concept de transposition didactique cherche à caractériser les transformations subies par le savoir pour devenir objets d'enseignement.

Dans son ouvrage : *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné* (1985), Chevallard introduit le concept de transposition didactique dans le domaine de la didactique des mathématiques afin d'étiqueter l'écart entre le savoir savant et le savoir en-

seigné. Chevallard a emprunté le concept de transposition didactique à Verret qui a utilisé ce terme dans sa thèse : *Le temps des études* (1975), pour caractériser le décalage entre le fonctionnement savant du savoir et son fonctionnement dans l'enseignement.

Chevallard dégage une double articulation entre le savoir savant, le savoir à enseigner et le savoir enseigné. Puisque le savoir savant évolue, il est donc juste de se préoccuper de ce que l'on doit changer du savoir à enseigner. Chevallard nous explique l'importance sociale, sur le plan idéologique et pratique, du renouvellement du savoir à enseigner. D'ailleurs, il désigne le lieu imaginaire de cette alchimie sociale où s'élaborent les programmes, les instructions, les compléments et les nombres d'heures, avec le terme de noosphère. Ce renouvellement du savoir à enseigner introduit en général, une modification du savoir enseigné.

Donc, la transposition didactique pour l'enseignement des mathématiques se conçoit classiquement en deux phases² : celle du savoir savant au savoir à enseigner puis celle du savoir à enseigner au savoir enseigné. A chaque phase, l'objet du savoir retenu change de statut.

Pour nous, ces deux phases interagissent l'une sur l'autre. Plus précisément, l'analyse en terme de transposition didactique permet de comprendre les passages imbriqués d'une phase à une autre. Cette conception en phases de la transposition didactique, nous amène à centrer notre étude de la transposition didactique sur les savoirs mis en jeu, la noosphère et les acteurs avec leurs représentations.

I. LES SAVOIRS MIS EN JEU

Le terme savoir est extrêmement délicat. Il n'y a pas unanimité sur sa définition, notamment lorsqu'il est confronté au terme connaissance. Nous ne nous prononçons pas dans cet article sur ce que le terme savoir recouvre. Nous nous plaçons dans la perspective de la transposition didactique qui nous conduit à recourir à une schématisation efficace des savoirs y intervenant. De ce fait, les savoirs mis en

²- Nous utilisons le terme phase au lieu d'étape puisque dans le processus de transposition didactique, le savoir à enseigner se situe entre le savoir savant et le savoir enseigné.

jeu lors d'une transposition didactique au sens restreint³ sont, selon Chevallard, le savoir savant, le savoir à enseigner et le savoir enseigné. D'ailleurs, dans la recherche sur la transposition didactique du concept de distance⁴, Chevallard et Joshua nous présentent l'histoire mathématique de la notion, en pointant les différentes étapes de la production du concept de distance dans le savoir mathématique, « l'analyse de la transposition didactique part nécessairement de l'analyse du savoir savant, sans quoi rien ne serait possible, l'écart n'apparaissant qu'à la confrontation des termes qu'il sépare ».

Effectivement, le savoir savant est perçu comme le savoir de référence dans cette schématisation de la transposition didactique au sens restreint. Mais, le savoir savant est-il le seul savoir de référence pour le savoir à enseigner et le savoir enseigné ?

Nous affirmons que d'autres savoirs interviennent lors de la détermination des contenus d'enseignement. Certes, le savoir savant est essentiel comme savoir de référence en mathématiques pour le savoir à enseigner, puisque sa légitimité est reconnue. Mais, d'autres savoirs liés à la culture ambiante sont à considérer notamment lors de la phase savoir à enseigner-savoir enseigné.

Rappelons-nous que la fonction de l'école n'est pas seulement de produire des mathématiciens, mais aussi des ouvriers, des techniciens, etc., même des savants mais pas forcément « matheux ». Les préoccupations ne sont pas les mêmes puisque la formation d'une diversité de compétences mathématiques utiles à une diversité d'usages professionnels répond à des finalités d'enseignement différentes.

L'utilité des mathématiques dans la société est immense de nos jours, et aucun progrès technique n'a pu se faire sans les mathématiques, qui servent à calculer, à améliorer et à prévoir. Les activités scolaires répondent selon le type et le niveau d'enseignement à certains savoirs de référence, et celui qui est retenu fonctionne comme référence dans le milieu scolaire évoqué. La politique éducative détermine le système d'enseignement dans lequel on localise le système

³- La Transposition Didactique au sens restreint désigne pour Y. Chevallard « le passage du savoir savant au savoir enseigné », *La transposition didactique, du savoir savant au savoir enseigné*, Édition La Pensée Sauvage, 1985.

⁴- Chevallard et Joshua (1982) « La transposition didactique sur le concept de distance » *RDM* Vol 3.2, pp 157 - 239.

didactique, elle ne tient compte que d'une partie du savoir savant, qui deviendra objet d'enseignement.

Cela pose aussi le problème de la détermination des contenus d'enseignement ayant comme référence un autre savoir que le savoir savant. Les savoir-faire même très élaborés s'ils n'ont pu être socialement reconnus, sont dévalorisés et ne peuvent parfois être considérés comme savoir de référence faute d'énonciation écrite et orale.

Mais, attention, les objets des savoirs de référence socialement reconnus sont transposables dans l'enseignement à condition que l'équilibre entre le système d'enseignement et son environnement soit préservé.

Notre recherche sur la transposition didactique de la symétrie orthogonale au collège, confirme la « loi » de la nécessaire légitimité du savoir à enseigner puis enseigné par le savoir savant, ainsi que l'importance des savoirs liés à la culture de la société pour le savoir enseigné. Effectivement, la symétrie orthogonale est à la fois objet socioculturel et objet mathématique. Jusqu'au dix-huitième siècle, la symétrie orthogonale est classée dans la géométrie pratique et définie comme un terme d'architecture ou de jardinage : « le rapport, la proportion, la régularité des parties nécessaires pour composer un beau tout »⁵. De ce fait, la symétrie est avant tout un objet culturel profondément ancré dans nos sociétés occidentales, il suffit de regarder les cathédrales, les églises, les jardins à la française, les mosaïques ou autres ornements pour mieux l'accepter. C'est seulement au dix-neuvième siècle, qu'elle est classée dans la géométrie théorique. Effectivement, Félix Klein⁶, dans les années 1870, formule une version « correcte » de « la géométrie des transformations ». La communauté savante a épistémologiquement ennobli la symétrie orthogonale notamment avec les différents niveaux des transformations géométriques. Avec le premier niveau, les transformations sont appréhendées comme une relation entre deux parties d'une même configuration géométrique. Ce niveau permet de passer de la symétrie orthogonale comme objet socioculturel à la symétrie orthogonale comme outil mathématique.

⁵ - *Encyclopédie* de Diderot, D'Alembert XVIIIe siècle.

⁶ - F. KLEIN *Le programme d'Erlangen*, 1872

Au deuxième niveau, les transformations sont appréhendées comme une application de l'ensemble des points du plan dans lui-même. La symétrie orthogonale se définit comme une bijection involutive du plan dans le plan conservant les distances, les angles, les aires, le parallélisme, l'orthogonalité et l'alignement des points, mais changeant l'orientation des angles (c'est une isométrie inverse), et possédant des points invariants ceux de l'axe de symétrie. La propriété de milieu venant de la symétrie orthogonale comme objet socioculturel est privilégiée.

Enfin, avec le troisième niveau, les transformations mettent en évidence des invariants. La bijection est utilisée comme un outil fonctionnel afin de résoudre des problèmes, et de mettre en évidence des invariants ou des propriétés liées à des constructions de figures géométriques. Ce niveau favorise la prise de conscience de la symétrie orthogonale comme objet mathématique, et inclut les deux autres niveaux.

Donc, la symétrie orthogonale est familière aux enfants par sa dimension socioculturelle, elle fait partie de leurs acquis en leur fournissant des références à partir d'une expérience extra-scolaire. Mais, elle peut leur évoquer deux significations, celle de la propriété du milieu qui privilégie l'axe de symétrie d'une figure, et celle de bilatéralité qui est associée à la bijection involutive du plan dans le plan. Alors, ces deux significations ne peuvent être ignorées lors du choix d'appréhension de la symétrie orthogonale comme objet mathématique dans les programmes de mathématiques au collège.

Les programmes avec les commentaires ou les instructions constituent le savoir à enseigner, et permettent d'y repérer l'évolution d'une notion.

Ainsi, l'introduction des transformations du plan dans l'enseignement date de la fin du dix-neuvième siècle, lorsque les transformations sont considérées comme des objets mathématiques. L'enseignement de la géométrie s'organise autour des groupes de transformations. Jusque dans les années 1960, la place des groupes de transformations a peu évolué, puis entre les années 1960 et 1970 elle a subi un reflux. Son maintien dans les programmes du collège nous confirme son importance en tant qu'objet d'enseignement. Elle glisse

d'un niveau à un autre : en troisième dans les programmes de 1971, puis en quatrième pour ceux de 1978 et en sixième pour ceux de 1985.

De plus, avec l'analyse de la transposition didactique de la symétrie orthogonale, nous constatons que plusieurs transpositions didactiques pour une même notion existent puisqu'elles dépendent de l'introduction de celle-ci dans un niveau du système éducatif. Notamment, par l'impact du savoir savant comme savoir de référence qui peut être plus ou moins essentiel pour les élèves, selon que son introduction comme objet d'enseignement se fait dans l'enseignement général, technique, primaire, secondaire ou universitaire, et aussi selon le niveau des enfants. Toutes les transpositions didactiques ne sont pas équivalentes, notamment du point de vue du sens ; certaines se révèlent meilleures que d'autres, et n'aboutissent pas à la même appropriation du point de vue cognitif.

Effectivement, la symétrie orthogonale est appréhendée différemment selon son introduction dans le savoir à enseigner.

Dans les programmes de 1971, nous constatons que les transformations du plan prennent une place décisive, elles sont toutes introduites en classe de troisième. La symétrie orthogonale y est un cas particulier, inclus dans l'ensemble des isométries. Elle y est introduite à partir du deuxième niveau d'appréhension avec les isométries du plan euclidien, et à partir du troisième niveau pour les isométries laissant globalement invariante la réunion de deux demi-droites de même origine (bissectrice), et la réunion de deux droites.

Dans le programme de 1978, la symétrie orthogonale passe en classe de quatrième comme « symétrie par rapport à une droite ». Elle occupe peu de place dans le domaine géométrique. Mais, avec les instructions, le deuxième niveau d'appréhension est privilégié.

Dans les programmes de 1985 où la géométrie s'organise autour des transformations du plan, l'introduction en classe de sixième affirme sa place privilégiée au sein des programmes du collège de la symétrie orthogonale. Le premier niveau d'appréhension est privilégié. La symétrie orthogonale n'est pas envisagée comme une bijection involutive du plan sur lui-même, elle est développée par rapport aux constructions géométriques. Dans les commentaires, nous trouvons un peu des deux autres niveaux d'appréhension notamment avec l'utilisa-

l'utilisation de la symétrie orthogonale pour les axes de symétrie de figures usuelles et la mise en évidence de leurs propriétés.

Nous remarquons avec la symétrie orthogonale que la transparence de la communication dans le savoir à enseigner est primordiale. Si la présentation d'une notion infère des problèmes d'interprétation, alors un changement de cette présentation s'effectue soit pour certains mots soit pour toute la formulation. Par exemple, les termes de symétrie orthogonale et d'image utilisés dans le programme de sixième, n'apparaissent pas dans les commentaires de ce programme, où le terme symétrie axiale et celui de symétrique sont préférés. Le terme symétrie orthogonale met en évidence le rôle de l'orthogonalité par rapport à l'axe pour les constructions de symétriques. Alors que celui de symétrie axiale met en évidence le rôle joué par l'axe de symétrie, notamment pour les figures ayant un axe de symétrie. Comme dans le programme, la formulation symétrie orthogonale n'accentue pas assez l'aspect axe de symétrie et que par des effets d'interprétation il risque de ne pas être considéré, le terme symétrie axiale est introduit dans les commentaires.

Avec la transposition didactique de la symétrie orthogonale, nous confirmons qu'en cernant les savoirs de référence d'une notion, nous facilitons l'analyse de son évolution dans le savoir à enseigner. Mais, qu'en est-il pour le savoir enseigné ?

Le savoir enseigné correspond à ce que l'enseignant décide de transmettre, et à ce qui se passe au sein de la classe. Le savoir enseigné est le résultat de l'élaboration des cours des enseignants, et de leurs discours effectifs lors des séances d'enseignement. Les enseignants interprètent donc, les programmes et commentaires et se réfèrent aux savoirs de référence notamment par le biais de ses représentations comme nous le constatons ci-après dans la partie transposition didactique et représentations. L'analyse en amont de la classe prenant en compte les savoirs de référence et le savoir à enseigner d'une notion est incontournable pour aborder l'analyse du savoir enseigné tant pour les élaborations de cours que pour les discours d'enseignement.

Mais, nous estimons qu'entre le savoir à enseigner et le savoir enseigné, se situent les manuels qui influencent plus ou moins les pratiques d'enseignement. Les manuels scolaires, à cause de leur utilisation

tion dans le système éducatif constituent un autre savoir dans notre schématisation de la transposition didactique.

D'ailleurs, l'analyse de la symétrie orthogonale dans des manuels de sixième réforme 1985 confirme leur statut de savoir intermédiaire entre le savoir à enseigner et le savoir enseigné. Effectivement, des intitulés des chapitres émergent différentes interprétations du contenu du programme et des commentaires. Le terme orthogonal est seulement introduit dans les intitulés de quatre manuels. Deux manuels utilisent l'intitulé « Symétrie autour d'une droite », les intitulés des autres manuels reprennent des aspects de la notion comme le pliage, la superposition, l'axe de symétrie, la construction et figure symétrique. Compte tenu des différents termes employés dans le programme (symétrie orthogonale), et dans les commentaires (symétrie axiale), les rédacteurs n'ont pas tranché sur le terme à privilégier.

Puis, de l'analyse du contenu des chapitres consacré à la symétrie orthogonale, nous dégagons deux grandes interprétations du programme et des commentaires l'accompagnant. La première introduit la symétrie orthogonale soit à partir du symétrique d'un point soit du symétrique d'une figure autour d'une droite, la seconde aborde l'axe de symétrie d'une figure en premier. Dans la majorité des manuels, nous constatons que la symétrie orthogonale est développée par rapport aux constructions, d'où la référence à de nombreux objets socio-culturels, ou à leur symbolisation comme les lettres de l'alphabet, les chiffres, les logos connus, un vase, une voiture, une maison, un bateau, un patron de boléro, des papiers peints, des mosaïques, des pavages, et même un plan intérieur d'architecture d'une église. Les manuels font également référence à des objets géométrisés de la nature comme un papillon, une fleur, une poule, une étoile, des visages, et une tête de lapin.

Avec ces deux interprétations, certains objectifs des programmes-commentaires sont respectés, comme l'introduction de la médiatrice, la construction de figures usuelles possédant un ou plusieurs axes de symétrie, le repérage et le tracé d'axes de symétrie de figures données, puis l'utilisation des propriétés de la symétrie orthogonale pour mettre en évidence celles de figures usuelles.

Les manuels sont bien des interprétations des programmes, des commentaires, mais aussi des pratiques possibles des enseignants. De

ce fait, leur analyse s'avère aussi indispensable pour l'analyse du savoir enseigné.

Donc, dans les savoirs mis en jeu, nous rajoutons pour les savoirs de référence en plus du savoir savant, les savoirs liés à la culture ambiante. Puis, entre le savoir à enseigner et le savoir enseigné, nous introduisons le savoir intermédiaire notamment avec les manuels.

De plus, nous affirmons que tous ces savoirs mis en jeu sont en interaction étroite et se transforment les uns les autres, lorsqu'un d'entre eux évolue, les autres subissent aussi une évolution. Mais, leurs évolutions et leurs circulations dépendent de cette entité théorique qu'est la noosphère.

II. LA NOOSPHERE

La noosphère est un concept théorique par excellence, le terme est décisif, pertinent et de ce fait intéressant. Chevallard nous la présente comme un espace imaginaire entre le système d'enseignement et l'environnement sociétal dans lequel est pensé le système didactique. Mais, que signifie environnement sociétal ? L'environnement sociétal se constitue de tous les acteurs (individuels ou collectifs) qui réfléchissent sur le système d'enseignement comme des associations de parents d'élèves, des associations d'enseignants, des chercheurs, des commissions de réformes, ou des instances politiques.

La noosphère va donc, contrôler la circulation des savoirs dans l'enseignement, dans l'environnement sociétal et aussi entre les deux. Mais, comment la noosphère agit-elle pour rétablir l'existence simultanée du système d'enseignement et de l'environnement ?

L'action de la noosphère s'oriente avant tout sur les contenus d'enseignement. Effectivement, la modification du contenu des programmes pour maintenir l'équilibre entre l'école et l'environnement est plus facile, plus rapide et apparemment moins coûteuse qu'une modification des méthodes et des pratiques d'enseignement, qui s'avère plus difficile et plus longue à appliquer.

Puisque, l'enseignement répond aux exigences de tous les acteurs de la noosphère, sa légitimation culturelle n'est pas que scientifique, elle est aussi sociétale. Donc, la noosphère répond à des pres-

sions sociales plus ou moins fortes, en rapport avec la compétition scientifique ou technique, nationale ou internationale ; en rapport avec la demande de formation scientifique de la population ; en rapport avec les attentes des enseignants et les réactions des parents ; et en rapport avec certaines normes générales des mathématiques (rigueur, démonstration, formalisation).

Dés lors, les décisions de la noosphère dépendent de phénomènes comme l'élévation générale du niveau de qualification, de la diversification des finalités de l'enseignement des mathématiques, de l'attitude de la société à une certaine époque pour la science et la technologie. Ces différentes « forces » interagissent, parfois contradictoirement, sur les choix des contenus d'enseignement. Alors, l'interprétation de la noosphère par rapport à la demande sociale a toujours un temps de retard.

La noosphère négocie donc les tensions entre la société et l'école à travers les réformes de contenu. De ce fait, les programmes ne sont pas à considérer comme des éléments isolés. Nous leur octroyons un rôle de frontière entre ce qui est dans, et ce qui est hors de l'école.

La noosphère prépare le rattachement de « nouvelles » notions aux autres, ainsi que les nouvelles formulations pour qu'elles trouvent leur place dans le savoir à enseigner. Après l'introduction officielle d'une notion dans la liste linéaire d'un programme, la noosphère doit encore travailler à l'intégration de celle-ci parmi les autres notions à enseigner sans qu'elles perdent leur place, et sans qu'elles soient altérées par cette introduction. Ainsi, le programme remanié reste enseignable.

Mais, comment concrétiser l'action de cet entité théorique ? L'action de la noosphère semble difficilement observable. Pourtant, au sein de celle-ci, des commissions de réflexions sur les contenus y jouent un rôle de plus en plus grand. Dans ces commissions, l'intervention de spécialistes de didactique et celle de psychologues de l'enfance sont importantes. De plus, les associations d'enseignants y participent. Si les enseignants en sont écartés, des sentiments de frustration peuvent nuire au changement et vouer la réforme à l'échec. L'opposition des associations d'enseignants peut devenir un obstacle à la réalisation du changement y compris du contenu.

Notre étude de l'impact de la noosphère dans le choix de la place de la symétrie orthogonale dans les programmes de collège confirme sa possible concrétisation.

Des documents de la Commission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques : COPREM, des articles de revues professionnelles associatives comme l'association des professeurs de mathématiques de l'enseignement publique : APMEP, des articles de revues sur l'éducation comme le Monde de l'éducation, des coupures de presse n'ayant pas de relation directe avec l'éducation constituent les sources documentaires pour cette étude de la noosphère lors de la réforme de 1985. Cette approche se complète avec des entretiens semi directifs d'enseignants de mathématiques du collège.

Des thèmes récurrents entre les différentes sources de cette étude, se dégagent comme l'interdisciplinarité, le côté concret des mathématiques, la continuité entre le primaire et le collège, la prise en compte du niveau des élèves, la cohérence entre les quatre niveaux du collège, et les différentes façons de procéder pour les constructions et les manipulations avec leur aspect ludique pour l'enseignement de la symétrie orthogonale.

Nous considérons que lors de la réforme de 1985, la COPREM est l'acteur concret et essentiel de la noosphère. Cet acteur est au cœur des changements intervenus dans les programmes de mathématiques du collège. N'oublions pas qu'après avoir été considérée comme une institution « créatrice » de transparence sur l'enseignement des mathématiques, elle fut à partir d'octobre 1984 considérée comme une institution « productrice » de programmes d'enseignement des mathématiques.

Le phénomène sociologique donne du sens empirique à ce concept de noosphère. La noosphère correspond pour nous, au centre décideur du processus de transposition didactique où de nombreux acteurs interviennent.

III. LES ACTEURS IMPLIQUÉS DANS LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE

Les acteurs impliqués le sont au moment de la première phase ou/et au moment de la deuxième phase de la transposition didactique. Ils ont parfois plusieurs fonctions dans le processus de transposition didactique. Par exemple, l'enseignant responsable de l'application du programme au sein du système d'enseignement peut aussi appartenir à une commission de réflexion ou à un groupe chargé d'élaborer un nouveau programme ou de la rédaction d'un manuel, ou encore à un mouvement politique, ou à une association.

Les chercheurs mathématiciens sont les acteurs principaux concernant le savoir savant. Les différents acteurs au sein de la noosphère sont des chercheurs spécialistes, des fonctionnaires du ministère de l'éducation nationale, des auteurs de manuels scolaires, ou des enseignants, ou des représentants d'associations d'enseignants. Les auteurs de manuels sont aussi des acteurs intéressants puisqu'ils font une première interprétation du contenu des programmes. Les enseignants sont les acteurs principaux dans le travail interne de la transposition didactique lors de la deuxième phase. Examinons chacun de ces groupes d'acteurs.

Les chercheurs en mathématique appartiennent à une communauté scientifique dans laquelle les objets mathématiques sont créés. Les compétences des chercheurs sont reconnues, en premier lieu par la communauté. Ils ont un rapport direct au savoir savant. Ils ont leurs références, avec des courants de pensée, des orientations de recherche privilégiées. Ils sont en relation entre eux à travers des institutions scientifiques socialement reconnues.

Chaque chercheur dispose d'un certain savoir mathématique et s'inscrit dans un mouvement qui est en relation avec la branche dans laquelle il travaille : l'algèbre, l'analyse topologique, la géométrie Riemannienne. Il consulte les communications scientifiques (publications, articles, conférences, colloques...), et en discute avec d'autres mathématiciens.

Chaque chercheur doit faire reconnaître ses découvertes par ses confrères, et répondre à des demandes.

Quand un chercheur en mathématiques met en évidence un nouvel objet mathématique, il faut qu'il obtienne le consensus de toute la communauté. De premiers écarts apparaissent dans le discours que le chercheur élabore pour présenter son travail à ses confrères : il ne fait pas en général ressortir les cheminements de sa réflexion.

Les objets mathématiques reconnus par la communauté des mathématiciens et par la société deviennent alors des références pour la définition des objets d'enseignement.

La noosphère les introduit d'abord dans l'enseignement supérieur (grandes écoles, universités) et progressivement dans les différents niveaux du système d'enseignement. Mais, comment cette noosphère se compose-t-elle ?

Les acteurs de la noosphère sont des enseignants, des administratifs, des parents d'élèves, des mathématiciens, des concepteurs de manuels, des universitaires, des membres d'associations ou de commissions officielles ou non, ayant un rapport direct ou indirect avec le ministère de l'éducation nationale. Ils interviennent soit directement comme membres ayant un rôle dans les commissions, soit indirectement par leurs réactions et avis. Les personnes intervenant au sein de la noosphère ont parfois plusieurs fonctions dans le processus de transposition didactique.

Les acteurs des commissions doivent avoir d'une part des compétences par rapport au savoir savant, et d'autre part une expérience reconnue d'enseignant. Tous ont une représentation personnelle des notions à transmettre, et aussi une représentation de ce que doivent être les notions de base à transmettre, les articulations possibles entre elles, les capacités d'acquisition des élèves et aussi les compétences pédagogiques et académiques de l'enseignant. Ils ont en général, une expérience de l'enseignement, mais certains acteurs de la noosphère ont une formation psychologique ou didactique. Tous sont soumis à une certaine pression sociale.

Les acteurs de cette phase définissent les objets essentiels, ils les simplifient plus ou moins pour les rendre enseignables dans le cursus où ils les intègrent. Ils produisent des programmes schématisés en articulant les notions retenues entre elles, afin de présenter des propositions cohérentes aux acteurs de la deuxième phase de la transposition didactique.

A travers des échanges écrits et oraux avec des associations d'enseignants, des associations de parents, de chercheurs en didactique des mathématiques, les acteurs des commissions de réflexion et d'élaboration des programmes discutent des notions retenues, expliquent la logique des propositions établies.

Pour la réforme de 1985, la Commission Permanente de Réflexion sur l'Enseignement des Mathématiques a échangé régulièrement, avec l'APMEP et les IREM par l'intermédiaire de certains individus ayant certaines fonctions au sein de ces autres institutions.

Toutes ces démarches aboutissent aux programmes dont le statut officiel est décisif dans le processus de transposition didactique. D'ailleurs, à partir de ces prescriptions ministérielles, les auteurs de manuel scolaire cristallisent une certaine phase du processus de transposition didactique.

Les auteurs de manuels appartiennent à des équipes rattachées à des maisons d'édition scolaire qui sont en dehors du système d'enseignement. Pourtant, ces acteurs interprètent, en premier, les programmes afin de concevoir, de rédiger des manuels pour la rentrée scolaire où leur application est prévue.

Les manuels sont une première textualisation des programmes linéaires. Ils sont ressentis comme l'instrument pédagogique permettant à l'enseignant de maintenir sa compétence professionnelle, sur le plan pédagogique comme sur le plan académique. Ceci peut expliquer pourquoi les enseignants, en plus du manuel retenu dans leur collège, utilisent d'autres manuels et d'autres ressources⁷.

Les auteurs de manuels ont souvent des fonctions hiérarchiques, académiques ou scientifiques influençant plus ou moins leur conception du manuel. Effectivement, ils peuvent être enseignants dans le supérieur ou dans le secondaire, ils peuvent être aussi des inspecteurs, et même des parents. Citons, par exemple le cas de Bareil enseignant de mathématiques au collège et surtout acteur essentiel de la COPREM par son influence sur l'enseignement de la géométrie au collège dans les programmes de 1985 qui participa à la rédaction d'une collection chez Hachette. N'oublions pas que les auteurs de manuel sont imprégnés par ce qu'ils ont vécu en tant qu'enseignant,

⁷- Tournier M., Navarro M., *Les professeurs et le manuel scolaire*, INRP, Collection Rapports de Recherche, n° 5, 1985.

mais aussi pour certains en tant qu'acteur d'une commission de la noosphère.

La diversité des manuels montre qu'il est possible d'interpréter de différentes façons les programmes. Elle participe aussi au processus de reconnaissance sociale des objets à enseigner dont les enseignants s'accaparent.

Les enseignants sont les acteurs principaux de la deuxième phase de la transposition didactique. Ils sont reconnus institutionnellement comme ayant des connaissances mathématiques déterminées et une certaine expérience de l'enseignement, par le système scolaire.

Ils se regroupent en associations de professeurs, par exemple l'APMEP, ils se réfèrent aux autres groupes que sont les élèves et les parents, et aussi les enseignants des autres disciplines et les administrateurs. Ils n'ont pas l'impression de faire partie de la noosphère ; ils y sont pourtant représentés par les syndicats et les associations.

Les enseignants du premier cycle du secondaire n'ont en général aucun rapport direct avec la communauté mathématicienne. Pour les élèves, ils sont les représentants du savoir à travers un contrat d'enseignement. Ils leur font acquérir les objets à enseigner en les transformant en objets enseignés, et en tenant compte des normes d'évaluation en vigueur : les examens. Les enseignants sont inspectés et doivent respecter certains choix de leur hiérarchie comme leur chef d'établissement, l'inspecteur, ou le recteur.

Les enseignants élaborent les leçons et les exercices à donner à chaque séance de mathématiques, en prévoyant les réactions, les questions des élèves et en tenant compte du niveau de compréhension des élèves. Ils ne perdent pas de vue leur discours institutionnalisé au sein de la classe pour transmettre les notions retenues.

L'enseignant donne un sens à la notion retenue comme objet à enseigner, l'interprète et la présente en conservant ce qui, pour lui, est important. Il tient compte de sa pratique d'enseignant, du contrôle social exercé sur sa fonction, et aussi des contraintes institutionnelles auxquelles il est soumis : comme le nombre d'heures de mathématiques par semaine, le nombre d'élèves par classe, le fait de terminer ou non le programme, les sujets d'examens. L'enseignant se considère, malgré tout, libre de sa pratique et le revendique.

Le travail des enseignants sur le savoir enseigné déjà existant, et sur celui à prévoir après l'application de nouveaux programmes détermine l'existence et l'évolution des objets enseignés au sein du système d'enseignement.

Avec tous ces acteurs, nous constatons que le processus de transposition didactique émerge dans une certaine mesure d'individus, mais en même temps il leur échappe. Pourtant, certains d'entre eux au sein de la noosphère, décident et ont plus d'impact que d'autres. En effet, si l'on faisait une histoire très fine, peut-être trouverait-on que, dans telle commission monsieur X a pesé d'un poids très fort. Mais, sur une échelle du temps plus grande, le processus de transposition didactique paraît anonyme. La présence d'acteurs - collectifs ou individuels - plus ou moins volontaires dans le processus de transposition didactique, nous conduit à recourir au concept de représentations.

IV. LA TRANSPOSITION DIDACTIQUE ET LES REPRÉSENTATIONS

Les représentations des acteurs impliqués dans le phénomène de transposition didactique, ont en effet un rôle dans les opérations de transformation du savoir. Il est certain que des représentations sociales existent à propos des connaissances à apprendre, à propos des contenus d'enseignement, à propos des processus de sélection et de réorganisation des connaissances, et même à propos de la transposition didactique.

Depuis Moscovici, nous savons que les représentations sociales sont intériorisées, les sujets peuvent les formaliser ou non. S'ils ne les formalisent pas, elles restent dans leur tête. S'ils les formalisent, elles sont extériorisées soit dans le dit, soit dans le fait.

Le dit est la représentation que le sujet cherche à donner, le non-dit est la représentation effective du sujet. On recueille une représentation avec le fait qui est la distanciation entre le dit et le non-dit. Le décalage entre la représentation du dit et la représentation du non dit ne résulte pas d'une volonté délibérée de « trucage » du sujet. Il y a des difficultés à verbaliser un certain nombre d'impressions, d'attitudes, d'opinions.

Les représentations sociales peuvent être recueillies au moins partiellement grâce à des entretiens non directifs ou semi directifs. Leur analyse permet le repérage des opinions, des attitudes des individus. Mais, les représentations sociales recueillies peuvent s'avérer sommaires et n'apporter que peu d'informations sur les éléments de chaque représentation sociale. Elles fournissent alors, des représentations sociales générales des individus, et non une forme de leurs représentations individuelles.

D'où l'importance de l'observation d'individus dans leur cadre habituel de vie ou de travail destinée à compléter les représentations sociales déjà recueillies au cours des entretiens. Les documents écrits complètent aussi le tableau des représentations sociales individuelles ou collectives.

Nous nous centrons sur les représentations des enseignants à propos d'une notion spécifique.

Les enseignants sont les acteurs principaux de la deuxième phase de la transposition didactique, où ils prennent des décisions. Les enseignants appartiennent donc à un groupe sociologique donné, ayant des représentations sociales collectives. Mais, les mathématiques enseignées par deux professeurs ne sont pas identiques, leur enseignement respectif est marqué par leur personnalité, leur ancienneté dans la profession, les pratiques d'enseignement en usage dans leur environnement immédiat, mais aussi par ce que chacun croit important de transmettre en mathématiques à ses élèves. Ils paraissent utiliser les mêmes théories et aboutir aux mêmes résultats. En fait, ils n'ont pas la même représentation de leur discipline. Cette représentation marque l'intérêt du professeur, sa façon d'enseigner les mathématiques et aussi sa relation avec les élèves. L'enseignant transmet à la fois le contenu disciplinaire et la représentation qu'il a de la discipline. Par exemple, l'enseignant a une représentation sociale collective et individuelle de la géométrie, il en transmet le contenu et ses propres représentations.

Les enseignants transforment les choses en partie inconsciemment, car ils sont confrontés à des difficultés qu'ils doivent résoudre, et qu'ils ont une certaine idée du savoir mathématique (pour les professeurs de mathématiques), des élèves, des classes, de l'apprentissage.

ge, de la représentation de leur enseignement à l'extérieur de l'école, et des notions spécifiques de leur discipline.

Ce qui les conduit à se poser des questions par rapport à leur matière et aussi par rapport aux notions spécifiques qu'ils ont à enseigner. Un contenu disciplinaire « pur » n'existe pas, l'existence de programmes cerne le contenu à faire acquérir. En effet, les enseignants maintiennent leurs positions par rapport aux programmes. Lorsqu'un changement a lieu, ils ne changent pas d'emblée leurs positions par rapport à l'ancien programme. Ils les adaptent progressivement au nouveau programme, à partir des interprétations qu'ils font de celui-ci, tout en essayant de ne pas modifier la base de leurs positions premières. Chaque enseignant a sa représentation du programme établi par l'institution. D'ailleurs, cette représentation peut apparaître ou ne pas apparaître dans la préparation des cours et le discours en classe.

Les enseignants voient leurs représentations influencées par les contraintes institutionnelles, mais ils ont un certain idéal de l'enseignement, ce qui les oblige à un compromis entre les deux lors des choix par rapport aux pratiques d'enseignement.

Avec les travaux de Gilly (1989), nous savons que les enseignants adoptent alors trois attitudes possibles. Soit ils conservent leurs représentations et les simplifient, soit ils font disparaître les représentations les plus caduques ou les moins opératoires, ou bien ils en ajoutent et leur donnent des significations différentes. Ce sont ces attitudes qui peuvent changer les pratiques d'enseignement, c'est ainsi qu'une articulation entre représentation et décision émerge dans les situations de classe.

De plus, les enseignants ont des représentations sur la motivation des élèves, sur leur degré de participation, leur attitude scolaire et aussi leur rapport au travail. Ils ont donc des attentes vis-à-vis des élèves, qui concernent leurs comportements, leurs performances scolaires, leurs possibilités intellectuelles, l'évolution des acquisitions. Alors, les enseignants valorisent certains élèves et en ignorent d'autres. Ils tiennent compte de certaines représentations initiales des élèves. Ces représentations sont parfois naïves, et enracinées dans les pratiques de leur milieu de vie quotidien. Elles favorisent certaines décisions des enseignants lors des élaborations de leurs séances d'enseignement.

Effectivement, toujours à partir des travaux de Gilly, nous dégagons que les enseignants se font une représentation des élèves formant une classe, qui les amènent à développer une représentation de soi en tant que professeur dépendant de cette représentation de la classe. Par exemple, si la classe est dite « forte », le professeur transforme la représentation qu'il donne de lui-même pour garder sa place, son statut de détenteur du savoir. Si la classe est dite « moyenne », le risque de perte de statut n'existe pas et il ne modifie guère pas la représentation de soi qu'il cherche à donner. Si la classe est dite « faible », il y a accroissement de la distance sociale, le professeur a un statut supérieur.

Les enseignants ont une représentation globale de la classe, elle n'est pas personnalisée. Mais, elle est associée à un niveau général de la classe, et donc relativement stéréotypée. Cette représentation est constituée à partir des stéréotypes, et des normes en présence dans le groupe social des enseignants, à un moment donné et lors de telle ou telle réforme.

Donc, lorsque les enseignants préparent des activités de manipulation ou des cours, ils tiennent compte de certaines représentations que les élèves se font de la notion. Pour cela, ils utilisent pour cela certains éléments comme le cadre matériel et le cadre sémantique. Le cadre matériel correspond à la façon dont les informations sont présentées. Cette présentation produit une signification particulière qui détermine la représentation des finalités de l'activité et qui agit sur la représentation de son accessibilité chez les élèves, en termes de « simple-complexe » ou « difficile-facile ». Le cadre sémantique se rapporte au langage qui est porteur de signification. A partir d'un même discours, il y a différentes représentations possibles de l'activité. Les élèves donnent une interprétation personnelle à tel ou tel élément du discours de présentation.

Mais, comment repérer l'impact des représentations dans la phase de la transposition didactique où les enseignants sont impliqués ?

Nous repérons l'influence des représentations à travers les glissements qui s'opèrent entre l'élaboration d'une séance et sa réalisation effective, par un entretien préalable, puis un questionnaire écrit, et des entretiens après chaque séance sans oublier le discours de classe.

Les questions de l'entretien préalable concernent la réforme en cours et la notion. Puis, après l'entretien, ou à un moment donné de l'observation, chaque enseignant remplit un questionnaire reprenant les thèmes abordés lors de l'entretien. L'enseignant exprime ce que sont pour lui les caractéristiques de la notion, les acquis antérieurs des élèves, et transmet son cours élaboré, les activités prévues et le sujet de l'interrogation écrite.

Le questionnaire peut fournir des représentations sensiblement différentes de celles fournies par l'entretien. Ce qu'on écrit, peut être différent de ce qu'on dit.

L'entretien après séance permet d'analyser à chaud des indices repérés lors de l'observation. Cette analyse permet de mieux cerner l'observation de la séance suivante.

En rapprochant l'analyse de l'entretien, l'analyse du questionnaire et l'analyse des séances sur la notion, on obtient ce que l'enseignant dit sur la réforme en vigueur et la notion avec l'entretien, ce qu'il écrit à partir du questionnaire et de l'élaboration du cours sur la notion, et ce qu'il fait avec le discours en classe et le cahier des élèves. Nous appréhendons mieux ce que l'enseignant met sous tel ou tel terme ou aspect de la notion.

De notre étude de la transposition didactique interne de la symétrie orthogonale pour trois enseignants se dégage de légers glissements entre ce qu'ils ont prévu de faire, qu'ils explicitent plus ou moins avec l'entretien préalable et le questionnaire, et ce qui se déroule lors des séances d'enseignement. Ces glissements ont lieu après une prise de conscience de difficultés rencontrées par les élèves dans une activité ou dans l'énoncé d'une définition ; ou bien d'un oubli de l'enseignant lui-même qui le repère après avoir continué son cours.

Les trois approches obtenues montrent des formes différentes de transposition didactique. Elles découlent de glissements qui s'opèrent entre les différentes interprétations des programmes-commentaires, l'utilisation partielle du contenu de certains manuels, les bases de préparation du cours, et le contenu effectivement enseigné lors des séances sur la symétrie orthogonale.

Examinons le rapprochement de l'entretien préalable, du questionnaire et des séances de l'enseignante Nelly. Effectivement, des différences apparaissent entre l'entretien préalable, le questionnaire.

Dans le questionnaire, l'enseignante affirme que la manipulation ne lui apparaît pas indispensable, et dans sa présentation orale, l'enseignement de la symétrie orthogonale repose sur des activités de manipulation. Après les trois premières feuilles d'activités, le cours est introduit en tant que tel. La définition du symétrique d'un point par rapport à une droite en partant de la médiatrice, est introduite après la deuxième feuille, comme prévu dans la préparation de l'enseignante Nelly. Les propriétés prévues dans la préparation sont mises en évidence après la troisième feuille d'activités. Les propriétés l'invariance des point de l'axe de symétrie, la conservation des longueurs, la conservation des angles et la réciprocity qui ne sont pas explicitées lors de la préparation, apparaissent dans le cours. Le symétrique d'une droite parallèle à l'axe de symétrie, et le symétrique d'une droite perpendiculaire à l'axe de symétrie ne sont pas prévus dans la préparation. L'enseignante Nelly les introduit sous l'intitulé « Cas particuliers », lors de la septième séance. Cette introduction relève de la transposition didactique en acte. D'ailleurs, l'enseignante le remarque elle-même après la quatrième séance : « j'ai oublié de faire le symétrique d'une droite parallèle et d'une droite perpendiculaire à l'axe de symétrie, on le fera en exercice, avec d'autres cas de figures ». Mais, ils n'apparaissent pas à travers les exercices donnés à la maison. L'enseignante décide de les introduire lors de la septième séance dans le sommet II.7 de son cours : Cas particuliers. L'aspect axe de symétrie est brièvement abordé avec la quatrième feuille d'activité en fin de cours. D'ailleurs, le sommet II.8 qui correspond à l'axe de symétrie, ressort comme isolé du contexte du cours, un lien avec « l'action de la symétrie orthogonale sur une figure par rapport à une droite » n'est pas fait explicitement, alors qu'il était possible de le faire sur les figures d'autres feuilles d'activités.

Mettons en parallèle le contenu du manuel Hatier, manuel officiel de la classe et le contenu du cours de l'enseignante Nelly.

Ces deux contenus présentent certaines similitudes quant à la progression entre les aspects mis en évidence de la notion, de la définition du symétrique d'un point s'appuyant sur la médiatrice, en passant par les symétriques de figures usuelles (comme le segment, la droite, l'angle) au sommet : axes de symétrie de figures qui est isolé dans les deux contenus. Les différences qui émergent, se centrent au-

tour des activités et notamment pour l'introduction de la notion, mais aussi sur les méthodes de constructions du symétrique d'un point. En ce qui concerne les figures usuelles et leurs symétries, l'enseignante développe toutes les possibilités avec une droite (parallèle, perpendiculaire à l'axe) et deux droites (parallèles ou perpendiculaires) pour insister sur les constructions de figures symétriques en prenant en compte leurs particularités, comme par exemple les angles droits ou les segment parallèles. Une autre différence, prise en compte pour les constructions de symétriques, de figures se situe dans le cours avec la mise en évidence dans un paragraphe à part, par l'enseignante des points invariants de l'axe de symétrie, et non avec la définition comme dans le manuel. Effectivement cette propriété qu'est l'invariance des points de l'axe va être essentielle pour aborder la construction de figure touchant l'axe de symétrie.

Des glissements s'opèrent entre l'interprétation du programmes et des commentaires, l'utilisation par l'enseignante du contenu partielle de certains manuels pour les activités et les exercices, et le contenu effectivement enseigné lors des séances sur la symétrie orthogonale par l'enseignante. En comparant le contenu du manuel Hatier et celui du cours de l'enseignante, nous pouvons nous demander si inconsciemment l'enseignante n'a pas fait des liens entre le contenu qu'elle fait passer et celui du manuel. Nous sommes bien dans la dimension psychologique de la transposition didactique.

CONCLUSION

Nous considérons la transposition didactique comme un analyseur puissant de l'évolution de ce qui est à enseigner et enseigné dans le système scolaire.

Selon nous, dans la schématisation du phénomène de transposition didactique, les savoirs mis en jeu sont les savoirs de référence, le savoir à enseigner, le savoir intermédiaire et le savoir enseigné. Les savoirs de référence comprennent non seulement le savoir savant, savoir de référence essentiel pour l'enseignement des mathématiques, mais aussi la culture de la société. En effet, seuls les objets des savoirs de référence socialement reconnus sont transposables dans l'enseigne-

ment. Et la circulation de ces savoirs dépend de cette entité théorique qu'est la noosphère.

Plus précisément, cette noosphère est au cœur de la première phase du processus de transposition didactique. Pour nous, en effet le processus de mise en route du changement de contenu dépend bien de décisions de « groupes noosphériens ». Ces décisions peuvent certes être dues à la perception d'une usure d'objets enseignés, mais aussi à l'influence de théoriciens ou encore à la marque d'évolutions de la société. Par exemple, la réforme des mathématiques modernes ne fut pas initiée par une remise en cause de caractéristiques usées des objets à enseigner du programme précédent, mais bien par la constatation par certains chercheurs des mathématiques de l'inadéquation entre le savoir à enseigner et leur savoir savant. Autre exemple, l'exigence d'une élévation générale du niveau de qualification, ou de la diversification des finalités d'enseignement, amènent à des évolutions de contenus. Enfin, il peut en être de même d'idées plus générales, envers la science et la technologie, qui sont dominantes ou à la mode dans une société à une certaine époque.

La noosphère est donc ce lieu de rencontre entre le système éducatif et son environnement sociétal, où s'arbitre, se négocie la sélection des objets à enseigner. De nombreux acteurs aux fonctions multiples y interviennent. Ces acteurs — collectifs et individuels — sont parfois impliqués avec d'autres fonctions dans le processus de transposition didactique. Effectivement, un enseignant peut participer à l'élaboration de programmes ou à la rédaction de manuels. Ceci nous conduit aux jeux de ces acteurs qui travaillent dans la transposition.

Dans notre conception, la transposition didactique est en effet un phénomène résultant d'actions plus ou moins volontaires d'acteurs. Rappelons ce rôle des acteurs impliqués : allant de la commission d'élaboration des programmes-commentaires, aux manuels, puis à la préparation et à la réalisation des cours. Les différents glissements qui s'opèrent par l'interprétation et l'adaptation de chaque « acteur » concerné, s'analysent. Finalement, nous ne réduisons pas le concept de transposition didactique à une analyse épistémologique des objets de savoir qui se transforment, mais nous y incluons les dimensions intraindividuelles, interpersonnelles, intra et intergroupes ainsi qu'entre individus, groupes et institutions. De telles analyses font utilement ap-

pel à des concepts empruntés à la psychologie cognitive et à la psychologie sociale comme celui de représentation. Dès lors, la nature psychologique du processus de transposition didactique est à considérer dans toute étude de transposition didactique interne. Cette transposition didactique interne n'est pas toujours volontaire, nous la considérons comme en acte. Elle est engendrée par le flux des décisions des enseignants. D'où l'importance de se rendre sur le terrain.

Cette analyse du rôle des enseignants est fertilisée par les analyses qui portent sur « l'amont » de la transposition didactique. En effet, pour comparer les formes de transposition didactique d'enseignants, nous les rapportons au savoir à enseigner que l'on a décidé de transmettre et qui se concrétise par des contenus et des programmes. Or, ce savoir à enseigner est lui-même l'objet de la transposition didactique, par deux familles d'intervenants complémentaires, successifs et disparates.

La première famille, qu'est la noosphère se compose d'éléments dont les visions et les représentations sont spécifiques, et parfois différentes entre elles. En particulier, des documents de la dernière commission d'élaboration de programmes et des documents de la presse spécialisée ou non, constituent des sources qui permettent de montrer la nature sociologique de la transposition didactique surtout avec l'impact de la noosphère, et de donner un aperçu des grandes catégories de représentations des différents « groupes noosphériens ». Quant aux programmes et commentaires retenus, ils nous servent à cerner l'évolution de la notion dans le savoir à enseigner et montrent une partie de la nature épistémologique de la transposition didactique. Ces deux types d'indicateur que sont les programmes - commentaires et les sources documentaires, sont essentiels pour la première phase de la transposition didactique et l'impact de la noosphère. De plus, ils sont complémentaires puisque certains éléments de l'un permettent de mieux cerner l'analyse de l'autre.

L'autre famille est constituée par les auteurs de manuels qui influencent de manière importante les formes de la transposition didactique d'une notion lors de sa transmission par les enseignants. Nous considérons les manuels scolaires comme les objets intermédiaires principaux entre le savoir à enseigner et le savoir enseigné. Les trois natures épistémologique, sociologique et psychologique de la transpo-

sition didactique sont plus ou moins prises en compte lors de leur analyse. La nature épistémologique apparaît dans les aspects retenus par les auteurs des manuels pour une notion mathématiques. La nature sociologique se remarque dans les demandes des éditeurs et les attentes pas toujours explicitées des enseignants et aussi de la société quant au savoir que les enfants doivent avoir acquis. La nature psychologique se dévoile lors de l'étude des processus cognitifs des auteurs, ou de leurs représentations quant au savoir. L'analyse de cet observable est facilitée par l'apport analytique des savoirs mis en jeu et de la noosphère, et elle est indispensable pour celle des enseignants.

Effectivement, la transposition didactique n'est pas un phénomène implicatif, un système de rétroactions s'établit entre les savoirs mis en jeu, la noosphère, les manuels et les enseignants qui constituent les observables de ce système. Ce système de rétroactions des observables contribue au processus de transposition didactique qui est à la fois de nature épistémologique, sociologique, et psychologique.

Patricia TAVIGNOT
Université de ROUEN

Abstract : The concept of didactical transposition points at the « decalage » between the reference knowledge (scientific and cultural), the knowledge to be taught, and the knowledge actually taught in the classroom. The understanding of the process requires a careful analysis of the syllabus, the official instructions and commentaries, the schoolbooks, the way lessons are prepared by teachers and the actual practice in the classroom. The « noosphere » is the circle where the educational system and its societal environment interact to select the objects to be taught. The psychology of the actors requests that their representations be analysed : representation of science, of students, of teachers'practice. The process of didactical transposition is both epistemological, sociological and psychological. The sliding process that goes from the reference knowledge to the teachers'practice is the empirical evidence of the transposition process. The possible ways of teaching reflection to sixth graders are exemplified by the schoolbooks and the practice of teachers in the classroom.

BIBLIOGRAPHIE

- CHEVALLARD, Y. et JOHSUA, M.A., (1982) « Un exemple d'analyse de la transposition didactique. La notion de distance », *Recherches en didactique des mathématiques*, vol. 3.2., La Pensée Sauvage, Grenoble.
- CHEVALLARD, Y., (1985.) *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*, La Pensée Sauvage, Grenoble.
- CONNE, F., (1981) *La transposition didactique à travers l'enseignement des mathématiques en première et deuxième année de l'école primaire*, Thèse de doctorat, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, Université de Genève.
- GILLY, M., (1989) « Les représentations sociales dans le champ éducatif », in : *Les représentations sociales*, publié sous la direction de Jodelet, PUF, Paris.
- JODELET, D., (1989) *Les représentations sociales*, PUF, Paris.
- MOSCOVICI, S., *Psychologie sociale*, PUF, Paris, 1984.
- PERRET-CLERMONT A.N., SCHUBAUER-LEONI M.L., BRUN J., CONNE F., (1982) « Décontextualisation et recontextualisation du savoir dans l'enseignement des mathématiques à de jeunes enfants », *Interactions Didactiques*, n° 1, Neuchâtel, Genève, Suisse.
- ROBERT A. et ROBINET J. (1989), « Représentations des enseignants de mathématiques sur les mathématiques et leur enseignement », *Cahier de DIDIREM*, n° 1, IREM, Paris VII.
- TAVIGNOT P. (1991) *L'analyse du processus de transposition didactique, l'exemple de la symétrie orthogonale au collège.* ; Thèse de doctorat, Université René Descartes - Paris V.
- TAVIGNOT P. (1993) : « Analyse du processus de transposition didactique. Application à la symétrie orthogonale en sixième lors de la réforme de 1985 », *Recherches en Didactique des Mathématiques*, volume XIII, n° 3, La Pensée Sauvage éditions, Grenoble.
- VERGNAUD G. (1992) : « Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques », *Recherches en didactique des mathématiques*, volume II/2, La Pensée Sauvage éditions, Grenoble.

P. TAVIGNOT

VERRET, M., (1975) *Le temps des études*, Librairie Honoré Champion, Paris.