HAL open science

LE ROLE DE L'ANALYSE DES MANUELS DANS LA THEORIE ANTHROPOLOGIQUE DU DIDACTIQUE

Hamid Chaachoua

To cite this version:

Hamid Chaachoua. LE ROLE DE L'ANALYSE DES MANUELS DANS LA THEORIE ANTHROPOLOGIQUE DU DIDACTIQUE. 2014. hal-01519339

HAL Id: hal-01519339

https://hal.science/hal-01519339v1

Preprint submitted on 19 May 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

LE ROLE DE L'ANALYSE DES MANUELS DANS LA THEORIE ANTHROPOLOGIQUE DU DIDACTIQUE

CHAACHOUA Hamid,
Univ. Grenoble Alpes, CNRS, Grenoble INP, LIG,
F-38000 Grenoble France, Hamid.Chaachoua@imag.fr

Résumé :
Dans plusieurs travaux de recherche le recours à l'analyse des manuels est devenu une entrée incontournable pour comprendre le fonctionnement ou pour caractériser l'état du système à un instant donné. En se plaçant dans le cadre théorique de la Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 1992) nous avons caractérisé les rapports institutionnels, à partir de des programmes et des manuels.
Nous montrons d'une part la place et l'importance de l'analyse des manuels dans certains travaux s'inscrivant dans cette approche, et d'autre part des éléments méthodologiques de l'analyse des manuels. En particulier, nous présentons l'approche praxéologique comme moyen pour caractériser le rapport institutionnel et donc pour effectuer l'analyse des manuels.
Enfin, nous présentons l'étude de cas d'une analyse comparative de la résolution des équations du second degré dans l'enseignement secondaire au VietNam et en France.

Mots clés : analyse comparative, anthropologie, manuel, praxéologie.

Abstrac:
In several research works, the resort to the books analysis has become an inescapable entrance to understand the running or to characterize the system state to a specific moment. By placing within the theory framework of the « Théorie Anthropologique du Didactique (Chevallard, 1992) », we have distinguished the institutional relation from the syllabuses and books
We are showing from one hand the place and importance of the books analysis in some works coming within the framework of this approach, and from the other hand the methodological elements of the books analysis Particularly, we are introducing the praxeological approach as a way of characterizing the institutional relation, and so to effect book's analysis.
Then, we are introducing the case study of a comparative analysis of the solution of the quadratic equations secondary education in France and Vietnam

Key words: comparative analysis, anthropology, handbook, praxeologies.

1. Introduction

Le manuel scolaire fait partie du paysage d'enseignement de plusieurs pays où il constitue un support d'enseignement et d'apprentissage (Douglas et al, 2007). Mais, sa production, ses fonctions et sa structure changent d'un pays à l'autre. Ainsi, dans certains pays, il y a un seul manuel officiel avec ou non obligation d'utilisation, alors que dans d'autres pays, il y a plusieurs manuels qui peuvent se différencier selon les choix des auteurs. La politique de choix du manuel pour la classe varie d'un pays à l'autre, aux USA chaque enseignant choisis un manuel pour sa classe (Tolman et al. 1998), aux Royaume Unis (le manuel est choisi et acheté par l'établissement (Douglas et al, 2007) et en France, le manuel est choisi par le conseil d'enseignement qui réunit les professeurs d'une même discipline.

L'analyse des manuels constitue une bonne entrée pour analyser les différents systèmes d'enseignement dans plusieurs travaux de recherches. Si la plupart de ces recherches portent sur l'étude d'un système d'enseignement à un moment donné, on voit apparaître des travaux qui comparent deux systèmes d'enseignement à propos d'un objet de savoir donné en utilisant les manuels. Par exemple dans (Cabassut, 2005) on compare les manuels français et allemand à propos de la preuve, dans (Pang & Hwang, 2006) les auteurs font une analyse comparative des manuels de Corée et de Singapore à propos de la mesure et de la géométrie en cherchant à les caractériser par des similitudes et des différences : "The two kinds of textbooks were compared and contrasted as a part of our attempts to find out what would be the main characteristics, including similarities and differences." (Pang & Hwang, 2006, p.311). Dans ces recherches, le manuel est considéré comme un outil d'analyse du chercheur. Mais d'autres travaux se sont intéressés à étudier les manuels en tant qu'objet, par exemple l'utilisation des manuels dans l'enseignement des mathématiques comme les travaux de Pepin et Haggarty (2001) qui ont étudié l'utilisation des manuels dans les classes en Angleterre, en France et en Allemagne.
Dans ces recherches les analyses faites utilisent des méthodologies plus ou moins explicites et considèrent le manuel comme une entrée pour comprendre ou comparer des institutions différentes.

Dans la plupart des pays, les manuels sont une traduction d'une directive institutionnelle, exprimée souvent sous forme de programme, selon une interprétation des auteurs. Ils sont donc un résultat d'une transposition didactique (Chevallard, 1985, 1992) des textes des programmes. Comme Neyret (1995), nous considérons les livres scolaires comme des produits d'institutions transpositives. Celles-ci peuvent être des personnes particulières ou des groupes de personnes chargées par des autorités de rédiger le manuel.

Compte tenu de l'importance de l'institution pour la production des manuels, nous proposons de centrer notre article sur l'analyse des manuels dans l'approche anthropologique. Le point de départ de cette approche est la théorie de la transposition didactique (Chevallard, 1985) qui a été élargie à la problématique écologique pour prendre en compte les contraintes dues aux interrelations entre les objets d'enseignement. "La problématique écologique se présente, d'emblée, comme un *moyen de questionner le réel*. Qu'est-ce qui *existe*, et *pourquoi* ? Mais aussi, qu'est-ce qui *n'existe pas*, et *pourquoi* ? Et qu'est-ce qui *pourrait* exister ? Sous quelles conditions ? Inversement, étant donné un ensemble de *conditions*, quels objets sont-ils poussés à vivre, ou au contraire sont ils empêchés de vivre dans ces conditions ?" (Artaud, 1997). Ensuite, Chevallard (1989, 1991, 1992) propose des élargissements vers l'approche anthropologique où les objets peuvent être des institutions, les individus et les positions qu'ils occupent dans l'institution. Pour chaque objet de l'institution I, il existe un rapport institutionnel de cette institution à cet objet. Celui-ci " «énonce» en gros ce qui se fait, dans I, «avec» O, comment O y est mis en jeu, ou encore, en termes plus imagés, ce qui est le «destin» de O dans I." (Chevallard, 1989, p.213). On distingue également le rapport institutionnel à l'objet O d'un sujet en position élève ou professeur.

2. L'analyse des manuels dans l'étude des rapports institutionnels

Pour déterminer le rapport institutionnel, on peut procéder à l'analyse des programmes, des manuels et/ou des observations dans une classe sous les contraintes relatives à son fonctionnement interne.
Dans les programmes, l'institution définit les objets à enseigner, les attentes en termes d'exigences et de recommandations, ainsi que les finalités et les enjeux d'enseignement. Mais

les programmes seuls ne permettent pas de définir complètement le rapport institutionnel à un objet. Menssouri (1994, p.44) en avance deux raisons:
"La première est que les programmes ne constituent pas un texte de savoir, mais seulement un discours sur un hypothétique texte de savoir....
La deuxième raison est que, même en disposant d'un certain texte de savoir, toutes les pratiques à propos des objets de savoir figurant dans ce texte ne peuvent pas être citées."

Pour accéder à ce rapport institutionnel, l'analyse des manuels est nécessaire, et complémentaire de l'analyse des programmes. En particulier, lorsque l'accès au fonctionnement effectif dans une classe n'est pas nécessaire, ou n'est pas accessible, Assude (1996, p.50) a considéré un manuel comme un texte de savoir, en supposant que : " le texte du savoir est assez représentatif d'une « moyenne pondérée à plusieurs contraintes » du rapport institutionnel aux objets de savoir mathématiques présents dans les différents systèmes didactiques qui réalisent effectivement ce texte de savoir."
La même position a été prise par Menssouri (1994, p.46) à propos des manuels :
"Mais les manuels constituent aussi une réalisation effective et "objectivée" des enseignements donnés en classe. Réalisation soumise au regard et au jugement public, et qui se veut représentative de la réalité de classe. Cette objectivation réside dans la normalisation des fonctionnements différenciés liés essentiellement à l'intervention du sujet psychologique, toutes les autres contraintes de fonctionnement étant prises en considération. Nous pouvons dire que cette objectivation est une objectivation de l'enseignement par mise à l'écart de l'apprentissage. Les manuels sont ainsi un lieu privilégié où le chercheur peut accéder à un fonctionnement objectivé du savoir dans l'institution didactique." Ceci nous conduit à reprendre une hypothèse de travail adoptée : *Le rapport institutionnel peut être approché par l'analyse des programmes et des manuels.*

Nous regroupons les travaux se plaçant dans cette approche en trois catégories : étude du rapport institutionnel à un moment donné, étude de l'évolution du curriculum et étude comparative de deux institutions.

Dans la dernière catégorie on compare les rapports institutionnels à un objet dans deux institutions différentes. Ces institutions peuvent être deux disciplines dans un même pays. Par exemple, Saglam (2004) a étudié les équations différentielles dans l'enseignement des mathématiques et de la physique, à la fin de l'enseignement secondaire et ceci en première année de l'université en France.
Les institutions peuvent être deux pays et dans ce cas on s'interroge sur l'impact des différents choix institutionnels sur le rapport au savoir des élèves. Au préalable, ces travaux caractérisent les rapports institutionnels à partir de l'analyse des programmes et des manuels. C'est le cas de plusieurs travaux comparatifs entre la France et le Viêt-Nam, notamment en ce qui concerne l'enseignement des vecteurs (Le Thi Hoai, 1997), le lien entre fonction et équation (Le Van, 2001), l'enseignement de la géométrie dans l'espace (Doan Huu, 2001), l'introduction d'éléments d'algorithmique et de programmation dans l'enseignement secondaire (Nguyen Chi, 2005) et la résolution des équations du second degré (Nguyen, 2006).

3. Méthodologie d'analyse des manuels

Le recours à l'analyse des manuels reste l'entrée principale pour un questionnement écologique ou anthropologique. Bien entendu, le corpus de données peut être complété par d'autres documents comme les programmes, revues, documents pédagogiques, etc. Dans ces

travaux, le chercheur procède à un choix de manuels et adopte une méthodologie d'analyse en fonction des questions qu'il se pose. Nous présentons ci-dessous des éléments qui précisent les caractéristiques du manuel, le contexte de sa production et une caractérisation du rapport institutionnel.

Le moment de l'édition

Nous considérons le système d'enseignement comme un système dynamique dont chaque programme définit un état. C'est un état de référence pour le fonctionnement du système.
Au cours des dernières décennies, le système d'enseignement en France a connu plusieurs états. Une première analyse montre un épisode important dans ces changements de programmes : la réforme des mathématiques modernes. Comme l'explique Chevallard (1991, p.48) cette réforme est un bouleversement du système d'enseignement :
"A la commotion de la réforme des mathématiques modernes autour des années soixante-dix - l'un des bouleversements les plus radicaux sans doute de l'histoire de l'enseignement des mathématiques - succède aujourd'hui après une période transitoire d'une dizaine d'années, une évolution, plus douce d'apparence, mais qui s'éloigne tout aussi résolument et de l'état antérieur à la Réforme, et de celui que cette dernière eut l'ambition de promouvoir"
Ainsi, au cours de ce siècle, le système d'enseignement a connu deux ruptures. La première correspond à la réforme des mathématiques modernes de 1969 et la deuxième aux programmes de la fin de cette réforme en 1982. Ceci donne souvent un découpage du temps pour l'analyse du système d'enseignement.

La représentativité

Dans les pays où il y a plusieurs manuels comme le cas en France, il est important de procéder au choix d'un ou plusieurs manuels qui sont les plus utilisés par les enseignants.

La structure

L'étude de la structure du manuel nous renseigne sur la place accordée aux activités, la présence ou non des exercices résolus et les commentaires éventuels des auteurs.
Par exemple, la structure des manuels a changé au cours de ce siècle. Pendant la période de la réforme des mathématiques modernes, les chapitres des manuels étaient structurés en deux parties : cours puis exercices et problèmes. Après cette réforme, les chapitres se composent de plusieurs parties : Activités préparatoires – Cours ou l'essentiel - Travaux pratiques ou savoir faire – Exercices d'entraînement – Exercices d'approfondissement - QCM. Ce changement, témoigne de l'évolution de la place accordée aux activités dans le processus d'apprentissage des mathématiques et aussi une évolution dans le rapport de l'élève au manuel.
Les exercices résolus et les commentaires des auteurs nous renseignent sur ce qu'on attend des élèves ou des enseignants lorsqu'il s'agit du livre du professeur. Dans les manuels français, nous constatons que depuis les éditions des années 1980 la part du discours destiné aux professeurs et aux élèves a augmenté et diversifié dans les manuels français. Pour l'élève, on voit apparaître, en plus des exercices résolus, des fiches méthodes. Mais surtout on indique à l'élève l'essentiel à retenir du cours, des types d'exercices à savoir faire et commet les résoudre. La partie des exercices est souvent organisée autour de ces points qui sont considérés comme essentiels avec des exercices complémentaires pour des approfondissements et pour aller plus loin. L'analyse de ces structures montre qu'il y a une volonté de développer le travail en autonomie de l'élève d'une part, et que le manuel a pris une nouvelle fonction d'un interlocuteur avec l'élève d'autre part. Cette structure présente une richesse d'information pour le chercheur.

Analyse écologique

L'analyse écologique d'un objet de savoir s'organise autour de deux notions : *l'habitat* qui désigne les lieux de vie et l'environnement conceptuel de cet objet de savoir et *la niche* qui désigne la fonction de cet objet dans le système des objets avec lesquels il interagit. Certains travaux se sont appuyés sur l'articulation de ces deux notions pour l'analyse écologique des manuels.

Dans une étude comparative entre la France et le Viêt-Nam sur la vie de l'Energie dans l'enseignement de la physique (Bui Thi Khang, 2005), l'auteur a analysé le rapport institutionnel par une analyse écologique en utilisant l'articulation entre les notions d'habitat et de niche. Pour l'habitat de l'Energie, elle a déterminé des lieux de présence de l'Energie dans chaque manuel et de l'importance que celle-ci a dans ces lieux. Ce qu'elle a désigné par l'expression *place de l'Energie dans le manuel*.

Bui Thi Khang (2005, p.81) présente une méthodologie pour déterminer la place de l'Energie dans les manuels : "Dans un manuel, nous repérons la présence de l'Energie par l'apparition des termes : *Energie* ou *énergétique*. Pour simplifier, nous les appelons *les termes E*. [...] Pour rendre compte de la place de l'Energie dans les manuels et effectuer des comparaisons, nous menons une étude quantitative en introduisant la notion de densité d'apparition de l'Energie relative à un chapitre, la *« densité de chapitre »*, notée ***D***[...]. Le calcul de cette densité fait intervenir les occurrences des termes relativement à ce que nous appelons leur *« position dans un chapitre »*." Ensuite, elle définit la hiérarchie des positions des termes d'un chapitre : Titre du chapitre, Sous-titre, Texte. A chaque position elle associe un coefficient qui rend compte de son importance relative, respectivement 3, 2, 1.

En nommant les positions par p_i (i= Titre, Sous-titre ou Texte), elle définit différentes fonctions de présence du terme E (δ_i) suivant p_i.

- $\delta_i = c_i$ si le terme E apparaît dans la position p_i où c_i est le coefficient des positions
- $\delta_i = 0$ si le terme n'apparaît pas.

Ensuite, elle définit La densité d'un chapitre par :

$$\text{Densité } D = \frac{\delta_{\text{Titre}} + n\,\delta_{\text{Sous-titre}} + m\,\delta_{\text{Texte}}}{3(p+1)}$$

n : nombre de Sous-titres comportant les termes E.

m : nombre de Textes (sous-chapitres) portant au minimum un terme E.

p : nombre de Sous-titres du chapitre abordé.

Enfin, elle propose comme interprétation de la valeur de la densité d'un chapitre (Bui Thi Khang, 2005, p.82) : "La densité est un nombre compris entre 0 et 1.

- Si $D \geq 0{,}5$ l'Energie est un *thème important*. Les termes E apparaissent dans les Sous-titres (pas tous) et dans de nombreux Textes.
- Si $D < 0{,}5$ l'Energie *est un thème second* dans le chapitre. Elle apparaît : – soit dans les Textes mais pas dans les Sous-titres – soit très peu dans les sous-chapitres par rapport au nombre total des Sous-titres – soit très peu dans les Sous-titres ainsi que dans les Textes.
- Si $D = 0$, les termes E sont *absents* du chapitre."

Ce modèle permet à l'auteur de faire une analyse écologique par une démarche quantitative pour repérer l'habitat et la place occupée. Ensuite, l'auteur passe à l'analyse des niches de l'Energie en précisant quels objets énergétiques y sont présents, quelles relations ils entretiennent entre eux ou avec d'autres objets.

Analyse praxéologique

Bosch et Chevallard (1999) présentent le concept de praxéologie pour mieux caractériser le rapport institutionnel :

"Ce qui fait défaut, c'est l'élaboration d'une méthode d'analyse des pratiques institutionnelles qui en permette la description et l'étude des conditions de réalisation. Les derniers développements de la théorisation viennent combler ce manque. La notion clé qui apparaît alors est celle d'*organisation praxéologique* ou *praxéologie"*. (Bosch et Chevallard, 1999, p.85).

D'où l'hypothèse de travail : *L'étude du rapport institutionnel peut être effectuée par l'analyse praxéologique.*

La théorie anthropologique du didactique considère que, *en dernière instance*, toute activité humaine consiste à *accomplir une tâche* t d'un certain *type* T, *au moyen* d'une *technique* τ, justifié par une *technologie* θ qui permet en même temps de la *penser*, voire de la *produire*, et qui à son tour est *justifiable* par une *théorie* Θ.

En bref, elle part du postulat que toute activité humaine *met en œuvre* une organisation que Chevallard (1998) note [T/τ/θ/Θ] et la nomme *praxéologie*, ou *organisation praxéologique*.

Le mot de praxéologie souligne la structure de l'organisation [T/τ/θ/Θ] : le grec *praxis*, qui signifie « pratique », renvoie au bloc *practico-technique* (ou praxique) [T/τ], et le grec *logos*, qui signifie « raison », « discours raisonné », renvoie au *bloc technologico-théorique* [θ/Θ].

Ces notions permettent de redéfinir certaines notions courantes : on peut considérer que le bloc [T/τ] représente ce que l'on désigne habituellement par savoir-faire, et que le bloc [θ/Θ] représente ce que l'on désigne usuellement par savoir (au sens restreint). Chevallard, (2002) désigne alors une praxéologie [T/τ/θ/Θ] tout entière comme étant une organisation de savoir.

Ce modèle de la praxéologie constitue une brique élémentaire. Ces briques élémentaires viendront en général s'amalgamer pour constituer des *praxéologies locales* dans lesquelles on aura plusieurs savoir-faire justifiés par le même savoir, des *praxéologies régionales* où la même théorie justifiera plusieurs technologies, qui à leur tour justifieront plusieurs blocs type de tâches/technique ; des *praxéologies globales* enfin qui comprendront plusieurs théories.

On parle de *praxéologie mathématique* – ou d'organisation mathématique – lorsque les types de tâches *T* relèvent des mathématiques, de *praxéologie didactique* – ou d'organisation didactique – lorsque les types de tâches *T* sont des types de tâches d'étude.

Généralement, en une institution *I* donnée, une théorie Θ répond de *plusieurs technologies* θ_j, dont chacune à son tour justifie et rend intelligibles plusieurs techniques τ_{ij} correspondant à *autant de types de tâches* T_{ij}. Les organisations ponctuelles vont ainsi s'agréger, d'abord en *organisation locales*, $[T_i/\tau_i/\theta/\Theta]$, centrées sur une technologie θ déterminée, ensuite en *organisations régionales*, $[T_{ij}/\tau_{ij}/\theta/\Theta]$, formées autour d'une théorie Θ. Au-delà, Chevallard (1998) nomme organisation *globale,* le complexe praxéologique $[T_{ijk}/\tau_{ijk}/\theta/\Theta]$ obtenu, dans une institution donnée, par l'agrégation de plusieurs organisations régionales correspondant à plusieurs théories Θ_k.

La mise en œuvre de cette approche pour l'analyse des manuels, tel qu'ils sont structurés actuellement, s'organise souvent de la façon suivante.

- *Identification des types de tâches* : on analyse les activités présentes dans les différentes parties du chapitre. Les exemples et les activités du cours (présentés sous forme de travaux pratiques ou des exercices résolus) permettent de repérer les types de tâches importants pour l'institution. La partie "exercice" permet de repérer l'ensemble des types de tâche. Il faut noter qu'à cette étape, le chercheur procède à des regroupements de tâches en type de tâches comme

le souligne Artaud (2005) que « la notion de type de tâches a pour principale fonction dans l'analyse de permettre le groupement de tâches jugées suffisamment proches, la taille des groupes dépendant à la fois de la réalité modélisée, de l'institution dans laquelle on se place et du travail mené. ».
- *Identification des techniques* : après l'identification des types de tâche, on procède à caractériser les techniques permettant de les accomplir en s'appuyant sur l'analyse des exercices résolus.
- *Identification des technologies* : on construit les technologies à partir de l'analyse des commentaires des auteurs, de la partie cours et éventuellement de l'analyse du livre du professeur.
Les trois premiers points (moment de l'édition, représentativité et structure) permettent de comprendre le contexte général de l'analyse, alors que les deux autres (analyse écologique et analyse praxéologique) donnent un cadre théorique et méthodologique pour l'analyse. Bien qu'elles soient de natures différentes, elles peuvent être complémentaires. Par exemple Assude (2002) adopte deux niveaux d'analyse pour étudier l'évolution du curriculum concernant les inéquations au collège. Le premier est celui des différents contextes de vie de l'objet qui a permis de faire des hypothèses sur l'évolution de l'enseignement des inéquations. Le deuxième niveau d'analyse a mis à l'épreuve ces hypothèses par l'étude des praxéologies scolaires. Pour le premier niveau, l'analyse écologique des manuels complète celle des programmes. Pour le deuxième niveau, l'auteur a réalisé l'inventaire des tâches et des techniques essentiellement à partir de l'analyse des manuels en répondant aux questions : Que doit faire l'élève ? Comment doit-il le faire ?

4. Exemple d'analyse des manuels pour caractériser l'évolution du curriculum

Pour l'étude de l'évolution du curriculum, l'accès à des réalisations effectives est impossible et le recours à l'analyse des programmes et des manuels reste l'entrée principale pour un questionnement écologique ou anthropologique. Nous présentons une partie d'une recherche (Chaachoua, 1997, 1999) où nous avons mis en évidence une évolution de la vie des problèmes de construction à partir de l'analyse des manuels au cours des deux périodes 1923 - 69 (période 1) et 1982 à nos jours (période 3) par rapport aux caractéristiques des problèmes de construction retenues. Le découpage du temps a été obtenu essentiellement par l'analyse des programmes et des manuels. Ceci nous a conduits à la question suivante : *Quelles sont les contraintes susceptibles d'expliquer l'évolution des problèmes de construction de construction dans l'espace, entre les deux périodes ?* Pour cela, nous avons analysé les "programmes officiels" des différents périodes mais aussi des traces de déclarations au niveau de la noosphère à propos de l'objet étudié et des objets avec lesquels il est en interaction. Ensuite, une analyse des manuels a été faite pour valider et affiner les résultats.
Nous avons montré que les problèmes de construction ont évolué sous deux contraintes liées à la place accordée aux "solide" et "dessin". La méthodologie que nous avons adoptée consiste en l'analyse des exercices résolus et des commentaires des auteurs dans les manuels des deux périodes 1 et 3, mais à des moments où le rapport institutionnel aux objets "problèmes de construction" et "dessin" est stable. Nous avons donc choisis les manuels édités en dehors des moments du changement de programmes.
Nous avons caractérisé les problèmes de construction par rapport à deux composantes : algorithme de construction et procédé de tracé. Pour certaines constructions, la réalisation effective de la construction de certains objets de l'espace n'est pas possible selon les règles de la représentation adoptées (la perspective cavalière). Par exemple, sauf à l'élaborer de façon arbitraire, la représentation de l'intersection de deux plans ou d'une droite et d'un plan ne peut pas être obtenue par des constructions auxiliaires se ramenant à l'intersection des droites. Ceci

nous a conduits à introduire la notion de "règle d'usage" : *Une règle d'usage est une pratique qui a le statut d'une convention : elle donne le droit de représenter un objet géométrique de façon arbitraire.* Par exemple "représenter de façon arbitraire l'intersection, lorsqu'elle existe, de deux plans".
Nous avons montré que les exigences de l'institution "enseignement secondaire" par rapport aux procédés de tracé ne sont pas les mêmes pour les périodes 1 et 3.
Au cours de la période 1, les solutions de problèmes de construction dans l'espace peuvent utiliser les règles d'usage. A ce sujet Hadamard précise dans une note, à laquelle plusieurs problèmes de construction renvoient :

> "**Nota.** -Dans tous les problèmes de construction (exerc. 424, 426, 426 bis, etc.) nous supposons, sauf indication spéciale du contraire (voir ci-dessous), qu'on sache:
> Faire passer un plan par trois points donnés;
> Prendre l'intersection de deux plans; d'une droite et d'un plan;
> Effectuer dans un plan donné d'une façon quelconque dans l'espace, les constructions connues de la géométrie plane.
> Cette supposition est purement conventionnelle, puisqu'il n'existe aucun moyen de réaliser pratiquement ces opérations; toutefois, la géométrie descriptive apprend à représenter par des figures planes les figures de l'espace; et, dans ce mode de représentation, les constructions que nous venons d'énumérer peuvent être effectuées avec la règle et le compas.
> Nous nommerons constructions *effectives* celles qui devront être réalisées sans le bénéfice de la convention précédente."
> (Leçons de géométrie élémentaire, vol II (Géométrie dans l'espace, Par J. Hadamard, 1921.p.23).

Cette note soulève le problème du tracé. D'une part, compte tenu du mode de représentation adopté dans l'enseignement, on s'autorisera à utiliser des arbitraires dans la construction : ce que nous avons appelé "les règles d'usage". D'autre part, l'auteur renvoie à la géométrie descriptive qui prend en charge la réalisation de ces constructions sans les arbitraires et donc à la règle et au compas.
Dans un autre manuel édité à la fin de la période 1, les auteurs soulignent qu'on ne peut pas traiter les problèmes de construction dans l'espace comme ceux de la géométrie plane.

> <u>Exercices</u>. NOTA. - Dans tous les problèmes de construction dans l'espace il n'est pas question, pour l'instant, de construire les résultats comme en géométrie plane. Nous supposerons que:
> - un plan est déterminé comme il est dit au n° 173;
> - l'on sait prendre l'intersection d'une droite et d'un plan ou deux plans;
> - l'on sait faire dans un plan donné les constructions de la géométrie plane.
> (Cours de Mathématique, 2° A'CMM', Par G. Girard, A. Lentin, Ed. Hachette, 1961).

Nous avons alors distingué deux types de problèmes de construction: *effective ou évoquée*. Un problème de construction évoquée est un problème dont la résolution ne peut se faire qu'à l'aide des règles d'usage. Dans le cas où la résolution du problème peut se faire sans le recours à une règle d'usage, le problème est dit de construction effective.
Par exemple, l'exercice résolu suivant montre la technique de résolution d'un problème de construction.

13. — Mener par un point donné A une droite qui rencontre deux droites données D_1, D_2, de l'espace.

S. Supposons le problème résolu et soit BC la droite passant par A et rencontrant D_1 en B, D_2 en C (*fig. 12*).

Le problème revient évidemment à déterminer le point C.

Or, un lieu de C est la droite D_2.

D'autre part, le point A et la droite D_1 déterminent un plan P qui, contenant les points A et B, contient la droite AB tout entière, et, par suite, le point C de cette droite. Autrement dit, un second lieu de C est le plan P.

Le point C est donc l'intersection de la droite D_2 et du plan P déterminé par la droite D_1 et le point A. Il suffit ensuite de mener la droite CAB.

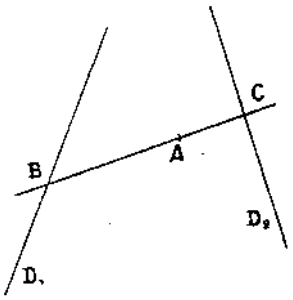

Fig. 12.

Il faut : 1° que le plan P et la droite D_2 aient au moins un point commun C, et, par suite, que la droite D_2 ne soit pas parallèle au plan P déterminé par la droite D_1 et le point A.

2° Cette condition remplie, il faut que la droite CA ne soit pas parallèle à la droite D_1, ce qui revient à dire que la droite D_1 ne soit pas parallèle au plan déterminé par la droite D_2 et le point A

[1] Géométrie. Corrigé des exercices de Géométrie de l'espace. Librairie Armand Colin, par A. Béché, 1923.

La technique repose sur la démarche de résolution "analyse - synthèse" qui produit l'algorithme de construction et sa preuve. Cependant, le passage au tracé n'a pas le même sens qu'en géométrie plane, compte tenu des contraintes de la représentation en perspective cavalière. En particulier, le point C, intersection de du plan P avec la droite D_2 est placé de façon arbitraire. C'est un problème de construction évoqué car le tracé ne peut se faire qu'à l'aide d'une règle d'usage c'est la règle d'usage "représenter de façon arbitraire l'intersection, lorsqu'elle existe, d'une droite et d'un plan.".

L'analyse des manuels a montré que les problèmes sont passé de "problèmes de construction évoquée" pendant la période 1 à des "problèmes de construction effective" pendant la période 3. Dans les problèmes de construction effective tous les tracés doivent être réalisés à la règle et au compas comme en géométrie plane. Pour cela, il fallait proposer des exercices où les constructions effectives sont possibles et de développer des techniques de tracés.

Au cours de la période 3, les auteurs des manuels mettent l'accent sur le tracé et proposent des méthodes permettant la réalisation de ces tracés. De plus, les solutions n'utilisent aucune règle d'usage. Pour cela, les manuels proposent des algorithmes prenant en charge les tracés d'intersection de deux plans ou d'une droite et d'un plan. Caractérisons alors la résolution des problèmes de construction proposée dans les manuels de cette période. Tous les objets du problème sont représentés selon les conventions et les représentations-types de la perspective cavalière. Ensuite, tout autre objet ne peut être défini que s'il respecte les règles suivantes :

R1 : Un point est construit s'il est intersection de deux droites construites.

R2 : Une droite est définie (donc construite) si elle passe par deux points construits.

R3 : Un plan ne peut être défini que par trois points construits ou un point construit et une droite construite ou deux droites construites coplanaires.

A cela, il faut ajouter des constructions à la règle et au compas légitimées par les règles de la perspective cavalière : parallélisme, milieu, rapport. Notons, que ces constructions sont effective dont le procédé de tracé se fait sans le bénéfice des règles d'usage.

Nous avons aussi étudié les interrelations entre les objets "problèmes de construction" et "dessin" et plus précisément, les fonctions du dessin dans les problèmes de construction en géométrie dans l'espace. Au cours de la période 1, le dessin était seulement un support du raisonnement. De plus, le problème du tracé a été évacué pour les raisons d'insuffisance du dessin dans le mode de représentation en perspective cavalière, et renvoyé à la géométrie descriptive qui le prend en charge. Nous pensons alors que la production d'un tracé par un élève n'était pas nécessaire. En revanche, pendant la période 3, le problème du tracé non seulement n'est plus évacué, mais il est l'objet même du problème, dans le sens où la démarche de résolution propose un algorithme de construction qui permet d'avoir un procédé de tracé à la règle et au compas. Autrement dit, le tracé est devenu une finalité du problème de construction dans l'espace. Cette évolution qui a eu lieu après la fin de la réforme des mathématiques modernes est une conséquence de la place qu'on a accordée au dessin et aux rôles joués par les solides pour l'apprentissage de la géométrie. C'est ce que nous avons montré par une analyse complémentaire des programmes et de quelques déclarations de la noosphère[i].

5. Exemple d'analyse des manuels pour étude comparative entre deux instituions

L'étude que nous présentons dans ce paragraphe s'appuie sur la thèse de Nguyen (2006). Elle porte sur l'étude du rôle des contraintes institutionnelles et des choix effectués dans les programmes et manuels scolaires de deux pays, la France et le Viêt-nam, sur les pratiques des élèves de fin de collège et de début de lycée dans le cas de la résolution des équations du second degré.

Nguyen (2006) a constaté une différence importante entre ces deux pays quant à l'introduction de l'algèbre. Alors qu'au Viêt-Nam, on privilégie le statut objet de l'algèbre, en France on introduit des notions algébriques sans les définir dans le cadre de l'algèbre, pour les utiliser soit dans le calcul numérique, soit dans la résolution et la mise en équation de problèmes divers, et plus tard en analyse.

Pour éviter toute ambiguïté sur la forme des équations avant et après développement, il a adopté dans le cadre de ce travail, la définition suivante de l'équation du second degré à une inconnue : *Une équation du second degré est une équation qui, après développement, regroupement et réduction, s'écrit sous la forme* $ax^2+bx+c=0$ *avec a non nul.*

5.1. Méthodologie d'analyse

Dans chacun des pays étudiés, il a analysé les manuels de chaque niveau de classe à partir du travail proposé sur la factorisation, et jusqu'à la résolution de l'équation du second degré par le calcul du discriminant. L'étude des manuels comporte deux niveaux : analyse écologique et analyse praxéologique.

L'analyse écologique a pour objet de répondre aux questions suivantes : Quelle est la place accordée aux deux modes de résolution des équations : algébrique et graphique ? Quels liens y a-t il entre la factorisation et la résolution des équations ? Quelle est la place accordée à la factorisation ? Quelle importance est donnée à la résolution des problèmes conduisant à une équation du second degré ?

L'analyse praxéologique a pour objet de répondre aux questions suivantes : Quels sont les différents sous-types du type de tâche T « résoudre une équation du second degré à une inconnue » proposés ? Quelles sont les techniques associées ? Si les technologies et théories correspondantes sont explicitées, et dans ce cas, quels sont les choix effectués ? Comment est introduite la résolution des équations du second degré par calcul du discriminant ?

Dans ce paragraphe nous présentons l'analyse praxéologique faite par Nguyen (2006). Conformément à l'étude des programmes effectuée, il a analysé les manuels suivants :

- au Viêtnam, ceux des classes 7, 8, 9 (collège) et 10 (lycée) ;
- en France, ceux des classes de 4° et 3° (collège) et de seconde et première (lycée).

5.2. Le type de tâche T et les techniques qui lui sont liées

Soit le type de tâche T « Résoudre, algébriquement, une équation du second degré à une inconnue". Bien entendu, "algébriquement" reste implicite dans les formulations des manuels. Deux techniques existent a priori pour résoudre ce type de tâche : utiliser la technique du discriminant ou factoriser en produit de polynômes de degré 1 puis utiliser la règle d'annulation d'un produit de facteur.
Pour les besoins de cette étude de manuels, il a distingué 4 sous-types de tâches, C1, C2, C3 et C4, se différentiant par la forme de l'expression algébrique sous laquelle est donnée l'équation du second degré.
C1- Résoudre des équations : déjà factorisées ou comportant un facteur commun apparent
C2- Résoudre des équations qui se ramènent à C1 après une factorisation partielle ou par application d'une identité remarquable :
C3- Résoudre des équations dans lesquelles l'expression n'est pas développée sans être pour autant ni du type C1 ni du type C2, et donc ne se prête pas directement à une factorisation.
C4- Résoudre des équations dans lesquelles l'expression est déjà développée et réduite : $ax^2+bx+c=0$ (forme canonique).

5.3. Comparaison de l'évolution des sous-types de tâches dans les deux pays

L'analyse des manuels des deux pays a mis en évidence l'évolution de ces types de tâche tout au long des curriculums, comme le montre le tableau suivant.

Tableau 1. Evolution des sous-types de tâches

Pays	France				Viêt-Nam			
Classe	3°	2°	1°	Totaux (%)	8	9	10	Totaux (%)
C1	25	9	3	37 (25,5)	21	7		31 (19)
C2	35	11	1	47 (32,4)	25	15		42 (25,8)
C3	4	4		8 (5,5)	1	5		6 (3,7)
C4	8	7	38	53 (36,6)	7	73	4	84 (51,5)
Totaux	72	31	42	145	54	100	4	163

On peut constater que dans les deux pays, le nombre total d'exercices se ramenant à la tâche T est équivalent. L'auteur a interprété le faible nombre de tâches de type C3 dans les deux pays par le fait que dans les deux institutions, on ne propose que des expressions adaptées à l'application des techniques de factorisation et du discriminant.
Au Viêt-Nam, 51,5% des tâches sont de type C4 et sont traitées essentiellement en classe 9, les tâches de type C1 et C2 étant essentiellement traitées en classe 8.
En France, les tâches du type C1, C2 et C4 représentent respectivement 25,5%, 32,4% et 36,6%. Les tâches C1 et C2 sont traitées en classes de 3° et 2°, la tâche C4 étant essentiellement traitée en classe de 1°. En France, on passe plus de temps à travailler les tâches C1 et C2 avant d'introduire C4.

5.4. Comparaison de l'évolution des techniques algébriques et des technologies dans les deux pays

Un premier constat est que dans les manuels vietnamiens, il y a peu d'exercices résolus et peu de commentaires des auteurs par rapport aux manuels français.

Au Viêt-Nam

La résolution des équations du second degré par les techniques de factorisation commence en classe 7 avec un nombre réduit d'exercices. Elle est essentiellement étudiée et traitée en classe 8 en utilisant les techniques de factorisation qui sont basées sur la propriété de distributivité de la multiplication par rapport à l'addition des polynômes. La résolution de l'équation produit-nul $P\times Q=0$ en annulant les facteurs P et Q repose sur la règle « $A(x)B(x)=0 \Leftrightarrow A(x)=0$ ou $B(x)=0$ ». Cette règle s'appuie implicitement sur la propriété d'intégrité de l'anneau des polynômes R[X] (R est l'ensemble des réels). L'auteur a noté ce savoir (θv1,Θv), il permet d'engendrer deux catégories de techniques :

- ***τGfact*** (*G* comme générale, *fact* comme factorisation) : il s'agit de techniques permettant de se ramener, après factorisation, à l'annulation d'un produit de deux expressions algébriques de degré 1.
- ***τRègles*** : il s'agit de techniques reposant sur l'application de règles telles que : annuler un produit de facteurs (ProdN), ou annuler un carré (CarN), égaliser deux carrés (EgaCar) ou prendre la racine carrée des deux membres de l'égalité (RAC).

En classe 8, il a relevé des tâches du type C4 et où le trinôme n'est pas de la forme des identités $a^2 \pm 2ab+b^2 = (a \pm b)^2$. Dans ce cas les techniques du type *τRègles* ne s'appliquent pas, le manuel propose la technique suivante : une décomposition (*Dec*) du terme bx du trinôme est effectuée afin de faire apparaître le facteur commun, puis de mettre en œuvre la technique *Fact_ProdN*.

Exemple.

« Exercice 30. Résoudre les équations suivantes en ramenant à celle du produit nul.

a) $x^2-3x+2=0$;

« Exercice 30a) Indication : $x^2-3x+2=0 \Leftrightarrow (x^2-x)-(2x-2)=0$.

Solutions : S={1 ; 2} » (II, p.23, Exercices)

On décompose -3x en la somme –x–2x, puis on regroupe les termes deux par deux pour faire apparaître le facteur commun, enfin on se ramène à l'équation produit nul : $(x-2)(x-1)=0$.

Cette technique de factorisation, qu'on désignera par *Dec_Fact_ProdN*, repose sur une technologie explicitée comme suit dans le guide des professeurs de la classe 8 :

« Quand on factorise le trinôme x^2+bx+c, on peut découper b=m+n tel que c=m.n. Cela provient du théorème de Viète des solutions d'un trinôme : "Si ax^2+bx+c a deux solutions x_1 et x_2, alors $ax^2+bx+c = a(x-x_1)(x-x_2)$". C'est un outil qui aide les professeurs à découper un terme. Par exemple, le polynôme $15x^2-8x-7$ a deux solutions $x_1=1$, $x_2=-7/15$, alors $15x^2-8x-7 = 15(x-1)(x+7/15)=(x-1)(15x+7)$. Donc, il faut découper -8x=-15x+7x. » (Guide du professeur, p.36).

Il s'agit ici de donner aux professeurs « un outil » pour « décomposer » le terme en x facilement quand ils ont au préalable trouvé les solutions de l'équation.

Bien entendu, il est impossible de donner ces explications aux élèves qui, eux, ne connaissent pas ces solutions, puisqu'ils les cherchent !

Cette technique pourrait être explicitée par les étapes suivantes :

On cherche deux entiers m et n tels que : $m+n=b$ et $m\times n=a\times c$

On factorise le trinôme : $ax^2+bx+c = ax^2+(m+n)x+\frac{m\times n}{a} = ax^2+mx+nx+\frac{m\times n}{a}$

$= x(ax+m)+\frac{n}{a}(ax+m) = (ax+m)(x+\frac{n}{a})$.

L'équation est ramenée à $(ax+m)(ax+n)=0$.

En classe 9, les équations du second degré sont essentiellement résolues par la technique du discriminant, en utilisant les formules des solutions qui sont obtenues à partir de la forme canonique du trinôme ax^2+bx+c. L'auteur a noté ce savoir (θv2/Θv), il permet d'engendrer deux catégories de techniques :

- ***τDiscr* :** Il s'agit de la technique d'utilisation du calcul du discriminant et des formules des solutions pour la résolution d'une équation du second degré de forme canonique.
- ***τGdév*** (*G* comme générale, *dév* comme développement) : il s'agit de techniques permettant de développer l'expression algébrique donnée pour se ramener à une équation de forme canonique.

En France,

La résolution des équations du second degré est introduite officiellement en classe de 3e et se poursuit en classe de 2e par les techniques de factorisation. Ces techniques se basent sur la propriété de la distributivité par rapport à l'addition des nombres réels et sur l'annulation des facteurs nul. Cette dernière est vue comme une généralisation de la règle « $a.b=0 \Leftrightarrow a=0$ et $b=0$ ». L'auteur a noté ce savoir (θf1/Θf) : il permet d'engendrer les mêmes techniques qu'engendre (θv1/Θv). En classe de 1°, on introduit la technique du discriminant, et la quasi-totalité des exercices sont du type C4 qui favorise la technique τ_D. Il a noté ce savoir (θf2/Θf) qui permet d'engendrer les mêmes techniques qu'engendre (θv2/Θv).

Il est important de remarquer que, dans les manuels français de la classe de 3e à celle de 1re (14–16 ans), il y a des exercices dans lesquels l'élève est invité de choisir la technique la mieux adaptée à l'équation donnée.

Comparaison

L'analyse des manuels vietnamiens et français, a permis à l'auteur de mettre en évidence 4 blocs technologico-théoriques pour le type de tâche "résoudre une équation du second degré", et de conclure :

Tableau 2 : Synthèse des praxéologies

	8° VietNam	**9° VietNam**	**3° / 2° France**	**1° France**
Sous-type de tâche majoritaires	C1, C2	C4	C1, C2	C4
Techniques	*τGfact, τRègles*	*τDiscr, τGdév*	*τGfact, τRègles*	*τDiscr, τGdév*
Bloc ***θ/ Θ***	(θv1/Θv)	(θv2/Θv)	(θf1/Θf)	(θf2/Θf)

- Bien que les blocs du savoir (θ/Θ) soient différents dans chacune des deux institutions : la théorie sous-jacente étant au VN celle de l'anneau factoriel R[X] des polynômes à coefficients dans R, en France, celle du corps des réels R, les blocs du savoir-faire (*T*/τ) sont semblables et les techniques τ enseignées, comparables.
- Au Vietnam et en France, le temps passé sur chacun de ces "blocs" est différent : au Vietnam, l'accent est mis, dès les premières années de collège, sur le bloc du savoir, alors qu'en France, le choix est fait de consacrer plus de temps au bloc du savoir-faire, et en particulier à l'étude des différentes techniques de factorisation.

6. Conclusion

En se plaçant dans le cadre de la théorie Anthropologique du Didactique, nous avons considéré les programmes et les manuels en tant que constituants d'un corpus de données pour des analyses didactiques. Nous avons adopté deux hypothèses : la première est que le rapport institutionnel peut être approché par l'analyse des programmes et des manuels, la deuxième est que le rapport institutionnel peut être effectué par l'analyse praxéologique.
Nous avons regroupé différents travaux qui ont fait recours à l'analyse des manuels en trois catégories : étude du rapport institutionnel à un moment donné, étude de l'évolution du curriculum et étude comparative de deux institutions. L'examen de ces travaux a mis en avant deux points importants :
- la complémentarité de l'analyse des programmes et des manuels : l'analyse des manuels vient compléter et préciser l'analyse des programmes.
- la complémentarité de l'analyse écologique et l'analyse praxéologique : l'analyse écologique identifie les différents contextes de vie de l'objet et l'analyse praxéologique précise comment les objets doivent ou peuvent être manipulés par les sujets, élève ou enseignant.

Nous avons illustré le rôle de l'analyse des manuels dans l'approche anthropologique à travers deux exemples. Le premier, porte sur l'évolution d'un curriculum où l'analyse des manuels constitue l'entrée principale étant donnée que l'accès à des classes est impossible. Le deuxième porte sur l'analyse comparative des programmes et des manuels des deux pays, France et VietNam, qui montre l'importance de l'analyse praxéologique pour mieux comprendre la différence des techniques utilisées pour la résolution des équations du second degré dans l'enseignement secondaire de ces deux pays.

Références

Artaud, M. (1997). Introduction à l'approche écologique du didactique. L'écologie des organisations mathématiques et didactiques. *Actes de l'IXe Ecole d'été de didactique des mathématiques*, Houlgate, (pp.101-139). IUFM de Rennes.

Artaud, M. (2005). La TAD comme théorie pour la formation des professeurs. *Actes du 1° congrès international dur la Théorie Anthropologique du Didactique*, Jaen, Espagne. (à paraître)

Assude, T. (1996). De l'écologie et de l'économie d'un système didactique : une étude de cas. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 16/1, 47-72.

Assude, T. (2002). Un phénomène d'évolution curriculaire : le cas des inéquations au collège. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 22/2.3, 209-236.

Bosch, M., & Chevallard, Y. (1999). La sensibilité de l'activité mathématique aux ostensifs. Objet d'étude et problématique. *Recherche en Didactique des Mathématiques*, 19/1, 77-124.

Bui Thi Khang, H. (2005). *Une étude didactique de la vie de l'énergie dans l'enseignement de la physique, en France et au Vietnam*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Cabassut R. (2005) Argumentation and proof in examples taken from French and German textbooks, *Cerme 4*, paper accepted in the group "argumentation and proof", on line at http://cerme4.crm.es/Papers%20definitius/4/wg4listofpapers.htm

Chaachoua, H. (1997). *Fonctions du dessin dans l'enseignement de la géométrie dans l'espace. Etude d'un cas : la vie des problèmes de construction et rapports des enseignants à ces problèmes.* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Chaachoua, Y. (1999). Ecologie des problèmes de construction dans l'espace. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 19/3, 323-356.

Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique - du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : La Pensée Sauvage.

Chevallard, Y. (1989). Le concept de rapport au savoir. Rapport personnel, rapport institutionnel, rapport officiel. *Séminaire de Didactique des Mathématiques et de l'informatique*, 108, 211-236.

Chevallard, Y. (1991). *La transposition didactique*. Grenoble : La pensée sauvage. 2ème édition.

Chevallard, Y. (1992). Concepts fondamentaux de la didactique : perspectives apportées par un approche anthropologiques. *Recherches en Didactiques des Mathématiques*, 12/1, 83-121.

Chevallard, Y. (1998). Analyse des pratiques enseignantes et didactique des mathématiques : L'approche anthropologique. *Actes de l'U.E. de la Rochelle*.

Doan Huu, Hai. (2001). *L'enseignement de la géométrie dans l'espace au début du lycée dans ses liens avec la géométrie plan.* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier. Grenoble.

Douglas P., Newton and Lynn D. Newton; 2007; Could elementary mathematics textbooks help give attention to reasons in the classroom? ESM 64 1 january 2007

Le Thi Hoai, C. (1997). *Etude didactique et épistémologique sur l'enseignement du vecteur dans deux institutions : la classe de 10° au Vietnam et la classe de seconde en France.* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier. Grenoble.

Le Van, T. (2001). *Etude didactique de lien entre fonctions et équations dans l'enseignement des mathématiques au lycée en France et au Viet-Nan.* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier. Grenoble.

Mensouri, D. (1994). *Essai de délimitation en termes de problématiques des effets de contrat et de transposition : le cas des relations entre droites et équations dans les classes de Seconde et de Première*. Thèse de doctorat, université Joseph Fourier, Grenoble.

Neyret, R. (1995). *Contraintes et déterminations des processus de formation des enseignants.* Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Nguyean, A.Q. (2006). *Les apports d'une analyse didactique comparative de la résolution des équations du second degré dans l'enseignement secondaire au Viêt-Nam et en France*. Thèse de doctorat, université Joseph Fourier. Grenoble.

Nguyen Chi, T. (2005). *Etude didactique de l'introduction d'éléments d'algorithmique et de programmation dans l'enseignement mathématique secondaire à l'aide de la calculatrice*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier. Grenoble.

Pepin, B. & L. Haggarty (2001). Mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: a way to understand teaching and learning cultures. *Zentrablatt für Didaktik der Mathematik* 33(5): 158 - 175.

Saglam, A. (2004). *Les équations différentielles en Mathématiques et en physique.* Thèse de doctorat, université Joseph Fourier. Grenoble.

Tolman, M.N., Hardy, G.R. and Sudweeks, R.R.: 1998; 'Current science textbook use in the United States' , Science and the Children, May, 22-45 & 44.

[i] Pour plus de détails cf. (Chaachoua, 1997 et 1999).