



HAL
open science

Etudier, concevoir, fabriquer & utiliser des artefacts techniques

Marjolaine Chatoney

► **To cite this version:**

Marjolaine Chatoney. Etudier, concevoir, fabriquer & utiliser des artefacts techniques : Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique pour tous. Education. AMU - Aix Marseille Université, 2013. tel-01490462

HAL Id: tel-01490462

<https://amu.hal.science/tel-01490462>

Submitted on 20 Mar 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.

EA 4671 – ADEF
Université d'Aix-Marseille

Etudier, concevoir, fabriquer & utiliser des artefacts techniques

**Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation
technologique pour tous**

Note de synthèse

Proposée dans le cadre de l'obtention d'une habilitation à diriger des recherches

Présentée par

Marjolaine CHATONEY

Maître de conférences en sciences de l'éducation
ESPE, Aix-Marseille Université

Tuteur

Jacques GINESTIE

Jury

Marc De Vries - professeur à l'université des technologies de Delft (Hollande)

Jacques Ginestié - professeur à l'université d'Aix-Marseille

Konstantinos Ravanis - professeur à l'université de Patras (Grèce)

André Tricot - professeur à l'université de Toulouse

Patrice Venturini - professeur à l'université de Toulouse

12 décembre 2013

SOMMAIRE

Présentation générale

PREMIERE PARTIE « Comment organiser l'activité didactique en éducation technologique pour que les élèves apprennent ? »

INTRODUCTION

1	LA PLACE DES DISCIPLINES ET DES SAVOIRS ACADEMIQUES	11
1.1	LA FORME SCOLAIRE DU SAVOIR	11
1.1.1	<i>Disciplines scolaires et disciplines académiques</i>	<i>11</i>
1.1.2	<i>Transposition des savoirs</i>	<i>12</i>
1.1.3	<i>Les approches didactiques</i>	<i>13</i>
1.1.4	<i>L'éducation technologique pour tous</i>	<i>16</i>
1.2	LA TRANSPOSITION DES SAVOIRS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE A L'ECOLE PRIMAIRE.....	18
1.2.1	<i>Méthode et recueil des données</i>	<i>19</i>
1.2.2	<i>Analyse des résultats</i>	<i>20</i>
1.3	CONCLUSION.....	21
2	LE ROLE DES PROFESSEURS DES ECOLES DANS LE PROCESSUS DE TRANSPOSITION	22
2.1	METHODE	24
2.2	ANALYSE ET RESULTATS	24
2.3	PRINCIPAUX APPORTS	26
3	ENSEIGNER POUR FAIRE APPRENDRE	28
3.1	LE SENS DES ACTIVITES DE REALISATION D'OBJET	29
3.2	L'ORGANISATION DE LA TACHE COMME VARIABLE POUR COMPRENDRE ET ANALYSER LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE	30
3.2.1	<i>Tâche, activité.....</i>	<i>30</i>
3.2.2	<i>La genèse instrumentale.....</i>	<i>31</i>
3.3	MODELE ISSU DU CROISEMENT DES DEUX REGISTRES DE REFERENCE : CELUI DE LA TRANSPOSITION ET CELUI DE L'ACTIVITE	32
4	ETUDE D'UN PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE : LA CONSTRUCTION DU CONCEPT DE MATERIAU A L'ECOLE PRIMAIRE	34
4.1	HYPOTHESES	35

4.2	METHODE	36
4.3	L'EXEMPLE DE LA TACHE DE TRI DES MATERIAUX	36
4.3.1	<i>Analyse des documents élèves</i>	39
4.3.2	<i>Analyse des discours</i>	44
4.3.3	<i>Constats et discussion</i>	50
4.4	PRINCIPAUX APPORTS	51
4.5	TRAITEMENT DE L'ACTIVITE DANS LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT APPRENTISSAGE	52

SECONDE PARTIE « Comment l'analyse de l'activité change et complète le regard didactique ? »

5	ORGANISATIONS CURRICULAIRES ET FORMATION DES ENSEIGNANTS	56
5.1	PROJETS DE RECHERCHES EUROPEENS OU INTERNATIONAUX : CARACTERISTIQUES ET POINTS COMMUNS.....	57
5.1.1	<i>Eléments de problématique communs aux recherches développées dans ces réseaux</i>	58
5.1.2	<i>Méthodologie générique à tous ces projets</i>	62
5.2	ORGANISATION DE L'ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE ET DEVELOPPEMENT DE LA FORMATION DES ENSEIGNANTS DANS DIFFERENTS PAYS D'AMÉRIQUE LATINE ET D'EUROPE.....	62
5.2.1	<i>Méthode</i>	63
5.2.2	<i>Résultats</i>	63
5.3	ORGANISATION DES CURRICULA D'ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE DANS LES PAYS EUROPÉENS : APPROCHE COMPARATIVE ET PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DU POINT DE VUE DU GENRE	64
5.3.1	<i>Méthode</i>	65
5.3.2	<i>Bilan et perspectives</i>	66
5.4	UN CADRE CONCEPTUEL POUR DEVELOPPER L'ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE DANS LA PETITE ENFANCE ET L'AMÉLIORER DU POINT DE VUE DU GENRE.....	68
5.4.1	<i>Méthode</i>	68
5.4.2	<i>Résultats et perspectives</i>	69
5.5	CONCLUSION SUR LES COMPARAISONS CURRICULAIRES ET DES PLANS DE FORMATION	70
6	L'ACTIVITE EN CLASSE	71
6.1	L'ANALYSE DES INTERACTIONS DIDACTIQUES	71
6.2	LES DIFFICULTES LIEES A LA DEVOLUTION	73
6.2.1	<i>Questions</i>	73
6.2.2	<i>Contexte de l'observation et méthode</i>	74
6.2.3	<i>Place de la séance dans le dispositif consacré à l'étude de la fonction rouler</i>	75
6.2.4	<i>Analyse descriptive de la 1^o séance</i>	75
6.2.5	<i>Les composantes de la dévolution en situation de classe ordinaire</i>	78
6.3	BILAN SUR LA DEVOLUTION	90

7	ROLE DES ARTEFACTS DU POINT DE VUE DU GENRE ET DE L'ACCES AU SAVOIR POUR TOUS.....	91
7.1	ROLE DES ARTEFACTS SUR L'APPRENTISSAGE ET LA MOTIVATION DES FILLES ENVERS L'ENSEIGNEMENT DE LA TECHNOLOGIE.....	92
7.1.1	<i>Questions</i>	93
7.1.2	<i>Contexte de l'étude et méthode</i>	93
7.1.3	<i>Analyse du questionnaire et résultats</i>	94
7.1.4	<i>L'observation en classe</i>	95
7.1.5	<i>Analyse de la situation d'enseignement-apprentissage et résultats</i>	97
7.1.6	<i>Les filles plus sensibles que les garçons aux artefacts sur lequel elles vont agir</i>	101
7.2	LE RÔLE DES ARTEFACTS DANS LES MANUELS SCOLAIRES DU POINT DE VUE DU GENRE.....	102
7.2.1	<i>Caractéristiques des manuels étudiés</i>	102
7.2.2	<i>Procédure de dépouillement et catégorisation des objets</i>	103
7.2.3	<i>Méthode</i>	103
7.2.4	<i>Répartition globale des jugements émis par les garçons et les filles de chaque âge</i>	104
7.2.5	<i>Catégorisation des objets par famille</i>	106
7.2.6	<i>Évolution dans le temps des objets présents dans les manuels scolaires</i>	112
7.2.7	<i>Les manuels scolaires renforcent chez les filles le sentiment que la technologie convient mieux aux garçons</i>	113

TROISIEME PARTIE « Perspectives de recherche »

8	PERSPECTIVES DE RECHERCHE.....	115
8.1	BILAN DES TRAVAUX CONDUITS.....	115
8.1.1	<i>L'ambiguïté des prescriptions institutionnelles</i>	116
8.1.2	<i>Les difficultés des enseignants</i>	116
8.1.3	<i>Les savoirs faisant partie de la culture générale</i>	117
8.1.4	<i>Les organisations praxéologiques dotées de sens</i>	118
8.1.5	<i>La formation des enseignants</i>	119
8.2	ENJEUX ET ATOUTS DE L'EDUCATION TECHNOLOGIE POUR TOUS.....	119
8.3	PERSPECTIVES DE RECHERCHE.....	121
8.4	AXE DE RECHERCHE 1 : COMMENT METTRE EN PLACE UNE EDUCATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE EFFICACE ET RE COMPLEMENTAIRE ENTRE CES DEUX CHAMPS DE CONNAISSANCES ?.....	123
8.4.1	<i>Projet sur le décloisonnement des disciplines scientifiques et technologiques</i>	124
8.4.2	<i>Projet sur les intentions éducatives dans les éducations à... . Etude appliquée à l'éducation au développement durable (EDD)</i>	126
8.4.3	<i>Projet sur le rôle des outils de l'analyse décisionnelle dans la capacité des élèves à faire des choix</i>	128

8.4.4	<i>Projet d'observatoire des activités d'étude et de conception d'artefact à l'école maternelle</i>	129
8.5	AXE DE RECHERCHE 2 : COMMENT METTRE EN PLACE UNE EDUCATION TECHNOLOGIQUE QUI CONVIENNE A TOUS ET N'EN DETOURNE PAS LES FILLES ?	130
8.5.1	<i>Les activités en éducation technologique conviennent-elles mieux aux filles ou aux garçons ?</i>	131
EPILOGUE		133
BIBLIOGRAPHIE		134

Présentation générale

Cette note de synthèse s'inscrit dans le cadre des recherches en éducation et concerne la recherche en didactiques des sciences et de la technologie. Elle est divisée en trois parties et en huit chapitres.

La première partie, intitulée « *comment organiser l'activité pour apprendre ?* » est consacrée à mes travaux antérieurs et mes ancrages théoriques. Cette partie est organisée en deux chapitres correspondant chacun à un espace de problèmes. Un premier espace de problèmes concerne la place des disciplines et des savoirs académiques. L'étude de la transposition renvoie à un second espace de problèmes : celui de la transmission appropriation des savoirs par l'élève en situation de classe. Elle présente le cadre théorique qui me permet d'étudier l'activité d'enseignement apprentissage tout en continuant à interroger la place des savoirs. Le sens des activités, des tâches, le rôle de l'enseignant, le rôle des artefacts et l'interaction y occupent une place centrale.

Une seconde partie, intitulée « *Comment l'activité change le regard de la didactique ?* » décrit les trois grands domaines de développement sur lesquels se fondent mon activité de chercheuse. J'ai regroupé dans un même chapitre tout ce qui a trait à l'activité d'enseignement apprentissage, dans un autre chapitre, tout ce qui a trait à la question du genre et dans un troisième mes travaux sur les curriculums et la formation des enseignants. Ces trois domaines ont néanmoins été conduits en parallèle dans le temps. Les questions curriculaires et de formation des enseignants se posent depuis l'origine de mes investigations. Elles sont devenues centrales et approfondies en particulier, dans les programmes de recherche internationaux auxquels dans lesquels j'ai été impliquée (ALFA RIUFICEET, RAIFFET, UPDATE, UNESCO), mais également au niveau européen (CRIPT, UNESCO) ou français. Ces questions demeurent d'actualité pour moi. Elles sont en effet inhérentes aux évolutions des institutions de formation ici comme ailleurs. La question de l'activité (interactivité) dans le processus d'enseignement apprentissage a été approfondie au travers des problèmes de dévolution de la tâche et du rôle des artefacts. Elle a également été élargie au travers de mes travaux sur le sens des activités et le développement de l'intelligence technique. La question du genre initiée par ma participation eu 6° PCRDT – UPDATE a débuté un peu plus tard et s'approfondie encore aujourd'hui. Dans cette seconde partie le processus d'enseignement-apprentissage y est étudié du point de vue de l'activité, avec utilisation des modèles de la didactique et ceux l'ergonomie introduits précédemment.

La troisième partie : « *Comment diriger des recherches ?* », présente des perspectives de recherches en cours et à venir. L'observation du processus d'enseignement apprentissage en sciences et technologie lors des éducations à... ; en éducation technologique pour tous et la question du genre dans ces enseignements, s'inscrivent dans la lignée des travaux déjà conduits. Ces projets s'inscrivent dans les travaux de l'équipe Gestepro du laboratoire ADEF ; cette équipe s'intéresse notamment à la didactique de l'éducation scientifique, technologique et professionnelle au travers de l'étude des interactions élève, enseignant, savoir au travers d'une approche qui articule ergonomie, psychologie du travail et anthropologie de l'activité scolaire.

PREMIERE PARTIE

**« COMMENT ORGANISER L'ACTIVITE DIDACTIQUE
EN EDUCATION TECHNOLOGIQUE POUR
QUE LES ELEVES APPRENNENT ? »**

Introduction

Cette note de synthèse rend compte d'un parcours de recherche afin de le mettre en perspective. Comme tout parcours, nos questions de départ ont évolué sous l'influence de mon activité professionnelle dans la formation initiale et continue des enseignants et au travers des nombreuses collaborations scientifiques que j'ai eu l'occasion de développer.

L'enseignement général au collège inscrit l'action professionnelle dans un continuum école – collège – lycée. Dans ce continuum les apprentissages se structurent dans la continuité des disciplines enseignées à l'école, dans la perspective des enseignements du lycée.

Un premier constat dressé lors d'observations de terrain que je menais à l'époque, nous a indiqué que les élèves de 6° n'associaient aucune activité scolaire (lire, écrire, calculer, fabriquer,) avec les disciplines scientifiques enseignées au collège. La technologie, par exemple, référerait plus souvent au versant high-tech, promu dans l'environnement médiatique et culturel des élèves (de Vries, 1997a, 1997b), qu'aux activités humaines de réalisation d'objets techniques. La faible part de ces savoirs scolaires dans les représentations des élèves sur l'éducation technologique telle qu'enseignée au collège, était d'autant plus surprenante que cet enseignement est prescrit tout au long de l'école primaire, de la maternelle au CM2. En effet tous les élèves de CM2 ont en principe reçu les mêmes enseignements et l'on pouvait penser que les prescriptions curriculaires garantissaient une certaine équité et homogénéité dans l'accès aux savoirs. En se confrontant, dans le cadre des formations continues, aux pratiques des professeurs des écoles, ces différences constatées semblaient provenir des programmes eux-mêmes, des situations d'enseignement proposées, des rapports des enseignants à la science et la technologie, voire d'une combinaison de ces facteurs. C'est cette question qui est à l'origine de mon engagement dans la recherche en éducation.

Le cheminement de ma réflexion s'est effectué au sein de l'équipe de didactique des enseignements scientifiques et technologiques et professionnels du CIRADE (université de Provence) notamment auprès de Jean Jacques Dupin, Samuel Johsua et Jaques Ginestié. Depuis le CIRADE est devenu l'ADEF et l'équipe de didactique des sciences et de la technologie a pris le nom de GESTEPRO, équipe à laquelle j'ai contribué toutes ces années.

Le point d'ancrage de ces travaux réside dans l'étude des processus d'enseignement apprentissage à l'œuvre dans les champs de l'éducation technologique et de la formation professionnelle pour en comprendre les organisations, leur efficacité et essayer d'en prévoir les effets. L'entrée par les savoirs qui caractérise les recherches en didactiques, renvoie aux contenus à enseigner, leur référencement dans une discipline scolaire spécifique et leurs références, mais également aux contenus effectivement enseignés et appris. Le rôle des

artefacts, notamment dans les champs qui m'intéressent, est particulièrement décisif dans les processus de transposition des savoirs et ceux de leur transmission-appropriation. À l'époque, ces questions se posaient de manière vive et mes recherches participaient de ces débats.

Depuis, ces questions ont été approfondies, de nouvelles ont été posées comme par exemple la question du genre dans les processus d'enseignement apprentissage, l'accès aux savoirs pour tous dans une conception intégrée de l'enseignement des sciences et de la technologie, les éducations à...

Mes travaux s'intéressent principalement aux concepts de :

- *transposition des savoirs* comme outil permettant d'interroger la nature des savoirs à enseigner et de le relier à leur épistémologie de référence ;
- *apprentissage* des contenus prescrits institutionnellement en situation comme outil permettant d'interroger les relations entre les acteurs du système didactique (professeur-élèves-savoirs) et l'effet du processus d'enseignement-apprentissage en fonction du résultat attendu dans une perspective de compréhension de l'*efficacité* ;
- *l'activité* indissociable des *tâches prescrites*, comme éléments de description et de compréhension du travail (de l'enseignant ou de l'élève), mais aussi d'observation des savoirs en jeux et des adaptations faites in situ pour transmettre le savoir ;
- *artefacts* comme éléments organisateurs de l'activité pratique et réflexive ;
- *genre* pour interroger d'un point de vue didactique la capacité d'une discipline scolaire à renforcer ou minorer les stéréotypes.

Les liens entre ces concepts sont originaux et présentent un intérêt pour la recherche. Mon approche repose sur plusieurs axes organisateurs :

- Interroger la place des savoirs académiques dans les disciplines scolaires pose la question de l'accès à ces savoirs dans une perspective d'éducation pour tous et donc d'égalité d'accès pour chacun ;
- Interroger l'efficacité du processus d'enseignement-apprentissage pose la question du sens à donner à l'activité d'apprentissage des élèves avec une attention particulière pour les tâches scolaires et leur dévolution. L'organisation et la gestion des situations didactiques par l'enseignant est sensée déclencher la construction des connaissances. Intimement liées au contexte institutionnel dans lequel ces processus d'enseignement-apprentissage se développent, la compréhension des rôles réciproques de l'enseignant et des élèves, de leurs relations, du type et de la nature des tâches, de leur dévolution aux élèves, de celui des artefacts, relève d'une organisation de l'étude dans le cadre de recherches scientifiques ;

Pour des raisons pragmatiques et de faisabilité, les investigations ont été circonscrites au domaine de l'enseignement de la technologie et plus précisément aux processus d'enseignement-apprentissage ayant trait à l'étude et la réalisation d'objets ou de maquettes techniques. Ce choix n'est pas un simple hasard mais relève d'un réel intérêt épistémologique. L'étude et la réalisation d'objets techniques renvoient aux sciences de l'ingénieur qui mettent en relation différents points de vue sur cet objet à réaliser. Ces différents points de vue intègrent et mettent en collaboration des champs de compétences et de connaissances distincts (ergonomie, économie, gestion, mécanique, électronique, mathématiques, automatisme, physiques, chimie...) ; ils définissent des espaces de savoirs propres à la technologie. Par ailleurs, dans ce type d'enseignements, l'artefact est tout autant le support d'étude et la finalité matérielle. Ce rôle particulier, et peu commun, des artefacts, oblige à penser différemment les organisations de recherche plus traditionnelle en éducation.

En ce sens, en renforçant cela par le dialogue épistémologique entre sciences et technologie, notamment au travers des références de chacun de ces champs et des conséquences de ces référencements sur les organisations scolaires, mes recherches contribuent à élucider les rapports aux savoirs construits à l'École en ce qui concerne l'éducation technologique – axe de recherche peu développée en regard de ceux qui concernent l'enseignement des mathématiques ou du français – et, plus généralement, le développement d'une intelligence scientifique et technologique chez les élèves comme un des fondements de la culture générale de chaque futur citoyen. Cette manière d'approcher les questions caractérise les travaux de l'équipe Gestepro, notamment ceux de Jacques Ginestié, contribuant à définir la technologie en tant que sciences humaines à la manière de Haudricourt (1988a).

1 LA PLACE DES DISCIPLINES ET DES SAVOIRS ACADEMIQUES

1.1 LA FORME SCOLAIRE DU SAVOIR

Toute École vise à socialiser les élèves en leur transmettant une culture commune et partagée, assurant la cohésion sociale intergénérationnelle du pays ou de la communauté. On y apprend des savoirs faire fondamentaux (lire, écrire, compter et raisonner), on y acquiert des valeurs et on y transmet des savoirs. Les apprentissages sont, de fait, nombreux et complexes. Pour organiser l'ensemble les programmes définissent ce qu'il faut enseigner en termes de techniques, de compétences, de valeurs et de savoirs. Les enseignants se réfèrent à ces prescriptions institutionnelles pour opérationnaliser leur enseignement. L'introduction de savoirs dans les programmes relève du processus de transposition didactique dans lequel leur mise en texte (connaissances et compétences à construire) renvoie à des questions de référence, de hiérarchie des savoirs et donc des disciplines scolaires. Elle renvoie aussi à des modèles de transmission et d'ingénieries plus ou moins adaptés, plus ou moins explicites. Les organisations didactiques qui en découlent rendent compte des prescriptions institutionnelles et visent à structurer l'activité des élèves qui doivent acquérir ces techniques, ces valeurs et ces savoirs. En technologie toutefois, cette question de la transposition qui demeure à la charge des enseignants se pose de manière plus sensible et moins évidente que dans d'autres domaines disciplinaires. Les hiérarchies adoptées, les progressions retenues, les priorités affectées témoignent de l'importance attribuée par l'institution scolaire. Autour des années 80-90, l'importance accordée dans les recherches en didactiques à ce processus de transposition et les spécificités posées par la mise en place d'une éducation technologique dans le cursus obligatoire m'ont naturellement conduit à m'intéresser d'abord à cette question.

1.1.1 Disciplines scolaires et disciplines académiques

Les disciplines scolaires sont des constructions sociales qui organisent un ensemble de contenus, de dispositifs, de pratiques, d'outils... articulés à des finalités éducatives en vue de leur enseignement et de leur apprentissage à l'école (Reuter, 2003, 2007). La construction d'une discipline est purement pragmatique. Il s'agit avant tout de rendre les contenus à enseigner « enseignables » (Chervel, 1988, 1990). On y regroupe des contenus qui ont des choses à voir ensemble. Un tel regroupement constitue ce qu'il convient d'appeler une matière. Une matière peut être composée de plusieurs disciplines académiques. Certains domaines peuvent être juxtaposés d'autres intégrés. Par exemple en français, il y a juxtaposition de plusieurs domaines académiques (littérature, linguistique, activités langagières...) et intégration de ces domaines dans des techniques de lecture et

d'écriture (Reuter, 2004 ; Reuter & Lahanier-Reuter, 2004). Les matières évoluent également avec le temps, la place de certaines est minorée (par exemple, le latin et le grec ancien), d'autres apparaissent (par exemple, les sciences économiques et sociales). Elles ont une place dans les programmes et contribuent dans une construction progressive à positionner les disciplines académiques. Elles s'organisent comme un tout qui explicite, plus ou moins, un sens donné à la discipline, des finalités, des objectifs, des contenus, des compétences à développer et des comportements à construire. Les disciplines académiques, intégrées dans les matières, ont une référence savante (Chevallard, 1995) ou experte (Joshua, 1996) ; ce sont des espaces de médiation symbolique. Plus le niveau scolaire est élevé plus les disciplines académiques se spécifient les unes par rapport aux autres autour de noyaux durs qui les caractérisent dans le temps. Le polymorphisme multi-référencé des regroupements pragmatiques des matières scolaires met en tension cette dynamique de spécification pour des raisons d'unité des disciplines académiques des références des savoirs introduits à l'école et interroge la fonction même de l'enseignement. Ce débat est assez vif dans la communauté des chercheurs en éducation.

1.1.2 Transposition des savoirs

Le concept de transposition des savoirs a été introduit par Verret (1975) en sciences humaines puis repris et appliqué en didactique des mathématiques par Chevallard (1982, 1985 ; 1992). Le processus de transposition est l'activité qui consiste à faire subir aux savoirs savants ou experts, de multiples transformations pour le rendre enseignable et apte à devenir un objet à enseigner, lequel est encore différent du savoir réellement enseigné, lui-même souvent différent du savoir appris. La nature du savoir dans cette transformation s'en trouve modifiée, voire altérée car les savoirs réellement enseignés, sont souvent déconnectés des questions à résoudre qui ont motivé leur édification. La mise en texte circonscrit ce qui doit être enseigné. Cette étape constitue la transposition externe. Mais, le processus ne s'arrête pas là. Une transposition interne se produit dans le cadre du système didactique dans l'interaction professeur-élève-savoir (Astolfi, 1992, 1995, 1997 ; Astolfi & Develay, 1985 ;). L'analyse du processus de transposition didactique se révèle ainsi un outil puissant pour décrire et analyser les contenus à enseigner et assurer ainsi une veille épistémologique. Elle permet d'étudier notamment la distance entre le savoir de référence et ce qui est réellement enseigné. Or en technologie, cette distance semblait d'autant plus difficile à circonscrire. Nos premiers travaux visant à le montrer, ont bien en effet mis en évidence que les cadres de référence n'étaient pas clairement définies.

1.1.3 Les approches didactiques

Les recherches en didactiques ont d'abord été introduites dans le champ des mathématiques par des chercheurs tels que Brousseau, Vergnaud et Chevallard. Elles se sont très vite étendues à d'autres domaines scientifiques et littéraires. Dans le domaine des sciences et de la technologie, plusieurs courants théoriques, brièvement évoqués ci-dessous, ont irrigué les recherches.

L'approche anthropologique restitue aux savoirs scolaires leur épaisseur humaine au travers de deux dimensions constitutives : leur valeur opératoire (ils répondent à des problèmes) et leur genèse (ils sont les produits d'une histoire jalonnée d'erreurs rectifiées) (J. Bernardin, GFEN, <http://trema.revues.org/662>). Un ensemble de rapports au savoir (à soi, aux autres, au monde) permet l'apprentissage et la construction humaine (Charlot, 1997 ; Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Bautier & Rochex, 1997, Rochex, 1995). Des groupes sociaux identifiés portent et transmettent la culture, ils génèrent des institutions, dotées de cultures propres qui seront transmises aux sujets qui y entrent. Dans une institution donnée, le savoir vit à travers ce que l'on peut en faire, à travers les questions auxquelles il prétend répondre, à travers les problèmes qu'il permet de résoudre. Est définie aussi la position de chacun vis à vis de ce savoir, c'est-à-dire ce que chacun est autorisé à faire de ce savoir. Apparaît ainsi un rapport institutionnel au savoir, cadre officiel donnant corps et vie au savoir (Chevallard, 1992, 1995). Deux sujets, soumis au même rapport institutionnel, ne construisent pas forcément le même rapport individuel au savoir. Celui-ci dépend des positions respectives des sujets dans l'institution (éventuellement différentes : fille/garçon, bon/mauvais élève...) et de l'histoire individuelle des sujets. Dans cette approche, on ne peut plus parler de savoir sans se préoccuper du cadre institutionnel dans lequel il vit : un même savoir de référence peut appartenir à plusieurs institutions dans lesquelles son *écologie* (Rajosson, 1988) ne sera pas la même. Or une même personne, un élève par exemple, est sujet de plusieurs institutions où peut *vivre le même savoir* (Johsua & Dupin, 1993).

La référence aux savoirs savants s'accorde avec l'enseignement des mathématiques (Chevallard, 1992, 1995, 1997 ; Brousseau, 1982, 1991, 1998) mais pose un problème de généralisation (Arsac & al, 1994). Certaines disciplines comme par exemple le français n'ont pas de savoir savant unique (de la linguistique à la critique littéraire) et se basent sur des savoirs produits pas les enseignants (rhétorique, dissertation, commentaire composé, résumé, etc.). Pour Chervel, la référence aux savoirs savants n'a guère de sens pour l'enseignement, car une discipline scolaire est le produit d'une histoire sociale et politique.

Dans cette approche, la transposition est tributaire de la manière de faire de l'enseignant et du rapport qu'il entretient avec l'institution qui produit les savoirs (Charlot, 1997 ; Charlot, Bautier & Rochex, 1992 ; Chevallard & Johsua, 1991 ; Chevallard, 1995 ; Rochex, 1995). L'objet de savoir est assujéti entre autres choses, à l'ergonomie scolaire, aux situations choisies par l'enseignant.

La sociologie des curricula inscrit la référence des savoirs dans des sphères sociétales non savantes (des groupes sociaux identifiés, des pratiques sociales identifiées).

Pour Martinand (1986, 1989, 1994), la référence au savoir savant est une référence parmi d'autres. Les pratiques sociales peuvent aussi servir de référence pour l'enseignement. Elles ont l'avantage de circonscrire une activité de transformation réelle (des pratiques) et un secteur social déterminé par la vie domestique ou le milieu professionnel. Les composantes d'une pratique sont : les raisons du travail, les instruments, les problèmes, les savoirs, les attitudes et les rôles sociaux. Autrement dit, le savoir se transmet « naturellement » au travers de la position sociale, des tâches à réaliser par les élèves.

Pour Johsua (1996, 1997), la distinction entre savoir et pratique n'est pas pertinente dans la construction des contenus car l'enseignement des pratiques est avant tout un enseignement des savoirs sur ces pratiques. Des groupes sociaux autres que les sociétés savantes valident des pratiques. Pour distinguer la source savante ou sociétale des savoirs, Joshua introduit le concept de savoirs experts à côté des savoirs savants et élargit ainsi la problématique de la transposition à des savoirs non-savants mais dont l'expertise est socialement reconnue.

L'approche des enjeux sociaux. Pour Legardez (1997, 1999, 2003, 2004) ; Legardez & Albe, (2001) ; Legardez & Simonneaux (2006) ; Simonneaux (2003) ; Albe (2007, 2008) ; la légitimité des savoirs scolaires se trouve dans la façon dont la société conçoit le rôle de l'école. Elle se manifeste à travers la demande sociale d'éducation. La demande légitime les contenus à enseigner. La définition des objets d'enseignement dans ce cadre est soumise à la fois aux effets des phénomènes institutionnels (au premier rang desquels l'évolution des programmes et des cursus) et à l'influence de problématiques sociales beaucoup plus larges. D'où la nécessité de gérer la distance entre des « genres de savoirs » (savoirs savants, savoirs sociaux préalables, savoirs intermédiaires) portés généralement par des acteurs différents, pour construire des objets d'enseignement. L'originalité réside dans l'entrée dans l'étude par les questions socialement vives. De ce fait, elle trouve une première légitimation dans son positionnement par rapport à une demande sociale, comme par exemple la lutte contre les incivilités. La confrontation à des sujets brûlants d'actualité, ne peut se passer pour autant d'une référence savante. Le champ savant de référence est issu

des pratiques d'enseignement de la discipline et des modalités de la transposition didactique mise en œuvre qui sont différentes selon la discipline enseignée. Dans cette approche, la référence savante n'est pas unique. Les savoirs produits par le groupe social constitué d'enseignants en réponse à une demande sociétale servent de référence. Le groupe d'enseignants a une légitimité du fait de sa posture institutionnelle.

L'approche comparatiste élargit la question des savoirs à l'ensemble des objets culturels qui fondent la relation didactique observable (Mercier, Sensevy, Schubauer-Léoni, 2000 ; Sensevy, Schubauer-Léoni, Mercier, 2001; Mercier, Schubauer-Léoni, Sensevy, 2002). L'identification de ce qui est générique dans le processus d'enseignement-apprentissage est faite au travers de l'étude du travail du professeur et des élèves et ouvre la question des savoirs de référence à des institutions autres que scolaire. Elle s'intéresse plus particulièrement au processus de transposition interne et l'inscrit dans le cadre d'une approche anthropologique dont la référence est savante et experte.

L'approche professionnelle : les savoirs de référence sont ceux de la profession (Lebahar, 2001 ; Pastré, 1997 ; Pastré, Samurçay & Bouthier, 1995 ; Pastré, Mayen, & Vergnaud, 2006 ; Rogalski, 1988 ; Samurçay & Pastré, 2001, 2004 ; Vergnaud, 1991, 1994, 1995, 1996a, 1996b ;). Les notions de concepts pragmatiques et de structure conceptuelle de la tâche développées par Pastré (1999a, 1999b) sont centrales. Les concepts pragmatiques sont le résultat du développement d'une communauté d'action. Ils sont élaborés dans l'action et pour l'action. Ils se distinguent des concepts scientifiques et techniques de la tâche de conception et des indicateurs construits dans le système de travail, mais ils s'y articulent (Samurçay & Pastré, 2001).

Toutes ces approches montrent que la finalité sociale et éducative de l'école est conditionnée par la reconstruction des objets d'enseignement par les élèves. Elles interrogent toutes le savoir et posent des questions d'ingénierie du système didactique. Autrement dit, le savoir est assujéti aussi à l'ergonomie scolaire, aux situations.

Par rapport à nos propres préoccupations, c'est l'approche anthropologique qui nous a paru la plus pertinente en dépit du fait qu'elle s'applique d'avantage à la transmission des savoirs savants qu'à la formation des habiletés techniques. En revanche, l'intérêt qu'elle attribue aux concepts de praxéologie et au passage des niveaux entre technique, technologie et théorie paraissait tout à fait essentiel en le qui concerne le champ de l'éducation technologique.

1.1.4 L'éducation technologique pour tous

Le mouvement de l'Éducation pour tous est un engagement mondial qui consiste à donner une éducation de base de qualité à tous les enfants, jeunes et adultes. Il a été lancé lors de la conférence mondiale sur l'éducation pour tous, à Jomtien (Thaïlande) en 1990, lorsque les représentants de la communauté internationale ont décidé d'universaliser l'enseignement primaire et de réduire massivement l'analphabétisme à la fin de la décennie au plus tard.

La question de l'éducation pour tous se décline en plusieurs points que mon travail contribue à interroger. Si l'éducation pour tous vise à ce que tous les futurs citoyens partagent la même base culturelle sociale, alors qu'est-ce que cela signifie en termes de savoirs ? Dans notre optique, il ne faudrait pas que sous prétexte d'un socle commun, les connaissances à faire acquérir soient revues à la baisse et qu'elles se limitent notamment à des connaissances essentiellement pratiques en ce qui concerne la technologie. Par ailleurs, le concept d'éducation est nettement plus large et ambitieux que celui d'enseignement et il ne faut donc pas non plus, que seule soit visée une transmission de savoirs purement techniques. Il ne s'agit pas simplement d'instruire, mais de faire en sorte que l'instruction dispensée soit aussi utile dans tous les secteurs de la vie quotidienne. A cet égard, les savoirs des spécialistes, savants ou experts, ne sont donc pas forcément les mieux placés pour structurer une éducation.

Par ailleurs, la logique prégnante de l'éducation pour tous est à prendre aussi au sens de l'égalité des chances en terme d'accès à toutes les fonctions sociales, qu'il s'agisse de la vie publique mais surtout de la division du travail. En ce sens, la logique disciplinaire académique est première et s'impose dans une perspective temporelle : plus tôt on commence à éduquer l'élite, plus on a le temps de les faire accéder à un niveau de connaissances quitte à laisser beaucoup d'élèves sur le bas-côté. Ceci nous a conduit à nous poser notamment la question des logiques sous-jacentes aux matières scolaires qui organisent les prescriptions de l'école primaire. Par exemple : comme nous l'avons vu une espèce de synthèse entre une logique éducative (construction des propriétés du monde environnant) et une logique disciplinaire académique (identifier les matières scolaires à venir pour penser les futurs découpages académiques) s'applique aux matières nommées pour le cycle 1 et 2, découvrir le monde.

J'ai fait le choix d'étudier ces questions dans le cadre de l'éducation technologique et ce pour plusieurs raisons. La première a trait à la nécessité sociale d'introduire une éducation technologique pour tous, pour promouvoir chez l'enfant le développement d'une intelligence technique et technologique. La seconde raison est à mettre au compte de la jeunesse de

l'éducation technologique dont l'introduction en 1985 ouvrait un nouveau champ de recherche en didactique.

Il y a deux conceptions de l'éducation technologique. La première, « l'éducation technologique » en référence à Haudricourt (1988) et Deforge (1970), s'inscrit dans une école qui prépare les enfants à leur environnement contemporain et à sa compréhension dans les enjeux sociaux, politiques, sociétaux. La seconde, « l'éducation scientifique et technologique » promue par Charpak, Léna et Quéré, (Charpak, 1996 ; Charpak, Léna et Quéré, 2005), engage les enfants dans une compréhension de la construction du patrimoine humain de connaissances. Les premiers, réfèrent à une philosophie de l'éducation qui est socio-centrée alors que les seconds sont sur une philosophie épistémocentrée. Pour les premiers, les savoirs sont des instruments pour agir sur et avec l'environnement. Pour les seconds, les savoirs sont un acquis de l'humanité et la compréhension de leur mode d'élaboration (l'épistémologie) fournit les clés de compréhension du monde. Les premiers s'inscrivent dans une approche constructiviste centrée sur les acteurs (les savoirs ne sont que les traces intégrées des activités humaines) (Piaget, 1936, 1961, 1963 ; Vygotski, 1978, 1985 ; Wigenstein, 1961 ; Bakhtine, 2003) lorsque les seconds se centrent sur une approche constructiviste centrée sur les connaissances (Bachelard, 1934, 1938 ; Serres, 1991). L'élaboration par les élèves de certains concepts, l'acquisition de notions et la mise en jeu de méthodes doivent permettre de mettre en relation les attributs fonctionnels des objets aux choix et aux solutions qui caractérisent précisément l'artefact.

L'éducation technologique est définie par une forte volonté d'éducation à une culture générale indispensable à tout citoyen (Dalle, 2000 ; Deforge, 1970, 1993, 1996; Ellul, 1990 ; Ginestié, 1995, 1997, 2001a, 2001b ; Perrin, 1988 ; Vérillon, 2000 ;). C'est un moyen d'apprendre aux élèves à comprendre le monde technologique pour qu'ils n'y soient pas simplement assujettis en tant qu'utilisateurs et consommateurs passifs, (Deforge, 1970, 1996 ; Ginestié, 2000a, 2009 ; Ginestié, & Andreucci, 1997 ; Simondon, 1958). Mais l'éducation technologique devrait constituer aussi et plus largement une science de l'activité humaine (Simondon, 1958 ; Haudricourt, 1988a), en ceci que les artefacts techniques renvoient à des schèmes de conception, de production et d'utilisation individuels et/ou collectifs transmis par la culture. Ainsi, l'objet technique est simultanément : produit d'un système de production ; objet de consommation ; objet en tant tels ; objet d'usage ; objet d'échange et de communication. Il met en jeu des savoirs liés au savoir produire, au savoir vendre - acheter, au savoir apprécier, au savoir utiliser - réutiliser. Ces domaines de savoirs définissent des milieux qui permettent aux objets matériels d'exister et de leur donner du sens.

L'éducation technologique devrait donc se charger de faire le lien entre ces domaines de connaissances et ces champs d'activités qui permettent de comprendre les raisons d'existence des objets, autrement dit leur causalité anthropologique plutôt que simplement physique. Elle devrait ainsi convoquer un mode de pensée systémique plutôt que simplement analytique.

Actuellement la référence essentielle si ce n'est quasi exclusive au monde de l'industrie et à la production en masse est convenue et acceptée pour l'enseignement. Cette référence au milieu industriel a deux finalités : une visée culturelle et une visée plus philosophique qui s'intéresse aux relations entre société et techniques (Amigues, Ginestié & Johsua, 1995, Amigues & Ginestié, 1995). Mais elle ne dit rien sur les savoirs qui doivent être enseignés ni jusqu'à quel niveau d'exigence. Ainsi se pose notamment la question (Ginestié, 1999) de savoir comment sont articulés les savoirs entre eux (à l'intérieur de chacune des classes, entre les différentes classes, entre les différents cycles de classes, entre les différents établissements).

La logique liée à la dimension éducative pose pourtant une autre question, notamment celle de la décentration nécessaire qui consiste à passer d'un point de vue à l'autre pour conceptualiser le système qui a permis de concrétiser un objet. Les principaux vecteurs de cette dimension sont la problématique des choix assujettis à l'évolution technique, scientifique, sociale, historique, les savoirs liés aux concepts de production, utilisation, consommation, et de l'objet en soi, les savoir-faire techniques et instrumentaux (gestes, vocabulaire, symboles et langages) et leur rôle dans la communication et les échanges sociaux, la transmission sociale de l'anticipation, de la réflexion technologique, de l'autonomie face aux machines et aux objets. Ce sont toutes ces dimensions que mon cadre tente d'articuler.

1.2 LA TRANSPOSITION DES SAVOIRS EN SCIENCES ET TECHNOLOGIE A L'ECOLE PRIMAIRE

Pour regarder la mise en tension des différentes logiques précédemment évoquées, je me suis efforcée de mener des investigations dans plusieurs directions. J'ai cherché à voir en quoi les enseignements prescrits apparaissent avec des attributs disciplinaires repérables ou au contraire confondus, mélangés et difficilement identifiables. Traiter cette question a supposé d'adopter plusieurs points de vue, notamment celui de l'institution, celui des pratiques institutionnalisées par le concours de recrutement des professeurs des écoles, mais aussi celui des manuels scolaires et des ressources mises à disposition des enseignants.

Les programmes d'enseignement organisent les objets d'enseignements d'une certaine manière (linéaire, et dans le temps). Il s'est agi en ce qui concerne les programmes de

regarder comment les objets d'enseignement s'organisent. En ce qui concerne les manuels scolaires et les préparations des enseignants de voir en quoi ils redistribuent les objets d'enseignements en lien avec les prescriptions. Dans ces organisations la progression des notions enseignées, leur ordre, leur articulation et leur hiérarchisation, indique-t-elle une ébauche de structure par cycle, allant de l'interpénétration des contenus vers la discipline enseignée au collège ou est-elle linéaire d'un cycle à l'autre ?

La redistribution des objets d'enseignements varie d'un manuel scolaire à l'autre, pour cette raison nous avons fait le choix d'analyser une activité identique dans plusieurs manuels (circuit électrique).

A notre sens la matière scolaire, supposée incuber de manière idéale et systématique les disciplines du collège, ne fonctionne pas spontanément. Il nous a semblé que la technologie présentée comme le lien entre la pragmatique de l'usage des objets et la théorie de la modélisation scientifique allait à l'encontre des enjeux éducatifs et des besoins sociaux face aux technologies. L'accès au savoir pour tous attendu en éducation technologique en serait ainsi perturbé.

1.2.1 Méthode et recueil des données

La méthode utilisée a consisté à relever les indicateurs disciplinaires dans des documents institutionnels (programmes, épreuves de concours) et d'autres validés par l'institution (manuels scolaires, ressources académiques), puis à isoler un domaine d'activité correspondant à des indicateurs disciplinaires précis pour en analyser la transposition (cas du circuit électrique).

Les indicateurs, renvoient à des domaines d'activités qui apparaissent régulièrement dans l'enseignement de la technologie à des niveaux d'enseignement différents (collège, lycée, supérieur). Il en va ainsi des indicateurs suivants :

- 1 Produits industriels, ligne, lignée ;
- 2 Conception (étude d'objets fabriqués industriellement, conception d'un objet, contraintes économiques, techniques, humaines, commerciale) ;
- 3 Production (étude et production d'objets en état de marche, outils, poste) ;
- 4 Commercialisation (étude de la vente, du conditionnement) ;
- 5 Utilisation ;
- 6 Etude de système ;
- 7 Analyse fonctionnelle ;
- 8 Principe technique, jeu fonctionnel, emboîtement, liaisons ;

9 Choix de solutions (réduction des incertitudes, test et essais) ;

10 Ordre logique, antériorité, processus, étape ;

1.2.2 Analyse des résultats

Des notions de sciences et de technologie cohabitent sous un même intitulé (au cycle un « découvrir le monde », au cycle deux « découverte du monde »). L'intitulé même des matières (découverte du monde, découvrir le monde et au cycle 3 sciences et technologie) met en avant une certaine mixité des contenus enseignés qui est à l'image même des artefacts matériels qui sont eux même des entités mixtes par essence (Simondon, 1958) en ceci qu'ils cumulent des propriétés de nature scientifiques (physique chimiques, géométrie...) et des propriétés sociotechniques. Pour autant nos résultats indiquent qu'il n'y a pas de mixité réelle au sens d'un enseignement intégré de sciences et technologie. Les notions disciplinaires, facilement identifiables restent organisées en blocs préformant les disciplines du collège (sciences physiques chimie, sciences et vie de la terre, technologie) et juxtaposés. La mixité ne tient plus dès qu'on entre, à l'intérieur de ces disciplines.

Cette absence de caractère intégré se retrouve dans tous les supports analysés. Par exemple l'approche de circuit électrique n'est jamais abordée sous l'angle d'une fonction technique de l'artefact et de fait reste très théorique. L'institution joue sur deux registres, celui d'une intégration apparente des disciplines et en même temps celui d'une séparation nette de ces blocs de contenus.

Du côté des savoirs académiques, certaines notions (l'utilisation, l'étude des principes techniques, la production) sont récurrentes et se répètent dans les trois cycles. En contrepartie la conception d'objet est peu présente. L'analyse (fonctionnelle, de la commercialisation, des solutions, des processus etc.) est quant à elle, complètement absente. Le détail des contenus et des compétences y est moins précis : des notions de physiques sont confirmées par des manipulations faites dans le registre propre à la technologie (fabrication, essais...). Certaines notions sont évaluées alors qu'elles ne sont pas ou peu enseignées : les choix de solutions, les processus, l'objet projet et produit. Ces résultats laissent à penser que le niveau d'exigence éducative est peu élevé en technologie, ce qui importe relevant du domaine des sciences. La mise à l'écart de tout ce pan éducatif et culturel se confirme dans les épreuves du concours de recrutement des maîtres. L'analyse faite sur la période allant de 1992 à 1997 (Chatoney, 1998a), révèle que les connaissances en technologie des candidats ne sont pas évaluées. On a pu voir dans les épreuves de concours qu'une année sur deux le support d'évaluation des connaissances en didactiques est une mise en œuvre de technologie. Ceci est peu compréhensible du fait que la didactique renvoie à des questions d'épistémologie.

L'activité sur le circuit électrique située dans un contexte de réalisation d'objet technique est transposée à des fins de modélisation physique exclusivement. La modalité implicite dans ce contexte, serait d'amener le circuit par l'étude fonctionnelle d'un objet électrique (pratique courante en technologie). L'objectif inavoué consiste à renforcer les modèles expérimentaux traditionnels, le « faire » devient un « faire » à vocation de validation expérimentale, alors que les fonctions électriques rencontrées (chance inespérée pour les élèves de renforcer leurs modèles électriques dans un autre registre sont évacuées). Cette ambiguïté empêche et déforme toute représentation de la technologie. La tendance institutionnelle consiste à cantonner cette activité, dans les axes transversaux aux sciences, au dépend de ses contenus propres et au risque de l'éloigner de son référent disciplinaire. Autrement dit l'éducation technologique bien présente dans l'idée, l'est moins dans les faits.

Les disciplines académiques sont parfaitement repérables et juxtaposées dans les matières enseignées à l'école primaire, dites intégrées. La mise en texte reste confuse et floue pour ce qui concerne la technologie. Elle ne précise ni les savoirs en jeu, ni la référence dans lesquels il faut inscrire l'activité des élèves. Ces ambiguïtés n'aident pas à la représentation progressive de la discipline du collège et lui font obstacle.

1.3 CONCLUSION

Nos investigations sur l'organisation des contenus scolaires dans le champ de l'éducation technologique, au travers des questions de place des disciplines et des savoirs, remet en cause la représentation tenace qui pense la technologie en application des sciences. On peut comprendre que l'enseignement des sciences plus abstrait gagne à être illustré par les applications qui justifient, par leur simple présence, l'apprentissage de notions abstraites. Mais les applications ne sont pas représentatives des activités de conception, production et utilisation des objets ou de systèmes techniques. Il convenait donc selon nous de repenser l'enseignement des sciences et de la technologie de concert afin de donner une place réelle à cette dernière et de ne pas cantonner sa place à l'utilisation de supports matériels de nature technique mais non traités comme tels. Ces premiers constats nous ont ainsi amenés à approfondir nos investigations en direction des pratiques elles-mêmes et de l'outillage dont dispose les enseignants pour mettre en place ces pratiques.

Cette étude sur la transposition des savoirs en sciences et technologie à l'école primaire et la place des disciplines et des savoirs académiques été présentée et publiée dans les actes des XXI^e JIES de Chamonix en 1999 (Chatoney, 1999a). Un second travail sur la place de la technologie a été présenté à la seconde conférence CRIPT en 2009 (Chatoney, 2009b).

2 LE ROLE DES PROFESSEURS DES ECOLES DANS LE PROCESSUS DE TRANSPOSITION

La transposition des objets d'enseignement relatifs à la technologie dans le cadre prescrit, pose du point de vue de l'institution concernée un double problème : l'identification des savoirs et la pertinence des choix didactiques délégués aux enseignants. On est en droit de s'interroger sur le type de savoirs que les maîtres visent lorsqu'ils décident de l'activité de technologie, sur les types de tâches qu'ils privilégient dans l'activité. On peut s'interroger aussi sur ce qu'indiquent les préoccupations didactiques mises en œuvre par les maîtres. Ces préoccupations ne sont pas quelconques. S'il importe que l'élève soit mis en situation pour construire des connaissances, quelles sont les situations mises en place par les maîtres en technologie ? À quels savoirs réfèrent-ils ? Quelle en est l'épistémologie sous-jacente ? En quoi une formation des enseignants historiquement centrée sur les organisations académiques des savoirs a-t-elle un effet structurant sur leurs pratiques qui leur fait apparaître les enjeux d'éducation comme des enjeux mineurs, voire contreproductifs ? Toutes ces questions interrogent le rapport au savoir des enseignants qui dès lors qu'il s'inscrit dans une logique académique rend difficile toute décentration par rapport à cette logique. C'est tout l'enjeu de ce qui est en train de se passer dans la formation des enseignants et l'on voit bien l'ancrage disciplinaire profond des uns et des autres. Est-ce qu'une matière scolaire se définit par la juxtaposition de disciplines académiques ou est-ce qu'elle se définit en regard des enjeux d'éducation et donc des besoins sociaux d'une communauté, d'un pays ?

L'implantation d'une éducation technologique et son développement à l'école paraissent d'autant moins évidents et peu aisés que l'on a affaire à des curriculums dont les prescriptions en termes de visées et d'opérationnalisations restent très confuses. Les tentatives d'application dans les manuels scolaires sont peu répandues. Face à ces instruments, l'enseignant peut réagir de plusieurs manières *la première est de se rabattre sur le manuel scolaire,...* *La seconde consiste à bâtir son propre cours, la troisième manière consiste à définir en premier lieu l'objectif terminal de la séquence éducative qu'on se propose de mettre en œuvre, pour se tourner ensuite vers les programmes dont on extraira les éléments susceptibles de rencontrer et de promouvoir les comportements préalablement sélectionnés* (Minder, 1999, p40). Quelle que soit la manière de s'approprier les ces instruments, ils personnalisent et cherchent avant tout à mettre en place des situations susceptibles de donner du sens aux connaissances à enseigner. Ils isolent, décontextualisent, désyncrétisent l'objet à enseigner pour le redistribuer en objets

didactiques (Johsua & Dupin, 1993). Ce travail correspond à la dernière étape de la transposition.

L'apprentissage dépend de la capacité des maîtres à construire des situations cohérentes, pertinentes, adaptées aux élèves. Mais il dépend aussi de leur capacité d'invention, d'adaptation, de retournement de situation. Son professionnalisme consiste à accepter deux rôles : *faire vivre la connaissance, la faire produire par les élèves comme réponse raisonnable à une situation familière et de plus, transformer cette « réponse raisonnable » en « évènement cognitif extraordinaire identifié reconnu à l'extérieur »* (Brousseau, 1998).

L'observation et l'analyse des pratiques permettent de regarder le choix des notions et leur redistribution dans une nouvelle *mise en scène* (Johsua & Dupin, 1993) spécialement adaptée aux élèves d'une classe en particulier.

Nous faisons l'hypothèse que la forme rédactionnelle des programmes porte à confusion entre sciences et technologie. Ces confusions font obstacle à la transposition du corpus de technologie et à toute perspective éducative dans ce domaine.

La théorie des situations (Brousseau, 1998) permet de regarder les rapports non séquentiels entre les objets et les personnes. Elle a trois atouts. Elle considère l'élève comme un être épistémique. Elle regarde la relation entre la situation et la connaissance en jeu. Elle donne du sens à la connaissance. La mise en œuvre de la connaissance visée par le professeur consiste à effectuer le passage de l'information du professeur à l'élève. La dévolution appartient alors au projet d'enseigner. Le maître va devoir choisir une situation à la portée des élèves et produire la dévolution. Il communique ou pas des informations, des questions, des méthodes, des heuristiques, pour obliger l'élève à relier connaissance, action et résultat en toute responsabilité cognitive (individuelle et sociale). Le jeu interactif qui s'installe entre le professeur et l'élève introduit des situations didactiques pour traiter l'information, les questions, les méthodes, etc. Toutefois la dévolution n'est pas toujours possible. Elle se produit si la personne concernée par l'apprentissage est motivée et en capacité pour prendre en charge le problème, si elle s'accommode à la situation (Piaget, 1936, 1961, 1964).

S'il importe que l'élève soit mis en situation pour construire ses connaissances, quelles sont les caractéristiques de ces situations élaborées et ajustées in situ aux besoins des élèves par les enseignants pour les acculturer au monde des objets ?

Les préoccupations, les décisions, les articulations que les enseignants mettent en place, sont autant d'éléments qui permettent de regarder le savoir en jeu et l'épistémologie du professeur.

2.1 METHODE

Le meilleur moyen que nous ayons trouvé de traiter et de travailler cette question réside dans la mise à l'épreuve dans le cadre de classes ordinaires de séquences dont le contenu et la planification sont construits par différents professeurs.

La méthode consiste à observer in vivo une séquence sur le thème « réalisation d'objet ou de maquette » dans des classes de l'école primaire. Le dispositif est observé à partir du repérage des décisions et des actions du professeur. Les décisions permettent le découpage en moments didactiques et en situations. L'analyse porte sur l'ensemble des échanges entre le maître et l'élève.

L'articulation entre la logique de l'enseignant et de celle des élèves est appréhendée par les critères suivants : les successions et articulation des différentes phases du dispositif, la présence du savoir, la dévolution, les interactions maitres-élèves et élèves-élèves

Un entretien préalable permet d'identifier les acquisitions visées, les notions à construire, les concepts travaillés. L'analyse a priori s'appuie sur les travaux de transposition didactique (Brousseau, 1982, 1998, Chevallard, 1997, 1998, Johsua-Dupin 1993), l'étude des situations (Andreucci, Froment, Vérillon, 1996) et les gestes professionnels (Andreucci, 1998).

Les maîtres concernés dans notre propre travail sont des enseignants confirmés. 27 élèves ont 10 ans, 24 en ont 6.

L'information restituée telle quelle permet d'assurer la transparence et l'analyse des approches qui accompagnent le savoir et l'action des maîtres. La stratégie du maître permet d'identifier les points suivants :

- L'objectif visé et l'ordre séquentiel des situations comme indicateurs de dépendance des savoirs ;
- La nature et la forme des situations ;
- La dévolution ;

2.2 ANALYSE ET RESULTATS

Sur six enseignants qui m'ouvraient leur classe pour observer un enseignement ayant trait au monde des objets seulement deux mettaient effectivement en œuvre des situations relatives au ce domaine de connaissances. Les quatre autres traitaient un autre objet d'enseignement identifiable en tant que tel dans la matrice disciplinaire mais qui n'avaient rien à voir avec l'objet commandé par le chercheur. En termes d'apprentissage et d'accès au savoir pour tous on est loin d'un résultat satisfaisant. Deux tiers des élèves n'ont pas accès aux savoirs technologiques à ce niveau de l'étude.

Pour le tiers restant, l'analyse indique que la situation de réalisation d'objet peut se transposer de plusieurs manières. Les intentions et la stratégie mises en place diffèrent complètement selon le rapport au savoir de l'enseignant. Certains enseignants sentent mieux que d'autre l'enjeu de savoir de la situation. Ils fonctionnent au « feeling ».

La démarche de projet garantit un cadre aux activités de réalisation d'objet. Elle permet de questionner le mode d'existence des objets. Cependant son application en l'état, conduit un bon nombre d'enseignants à mettre en place une suite de situations qui n'ont pas toujours du sens pour les élèves. Par exemple, les enseignants inscrivent l'activité dans une démarche de projet et en même temps veulent imposer l'objet qu'ils ont prévu.

L'activité de fabrication occupe une grande partie du temps de la séquence. La construction est toujours guidée, organisée par l'enseignant. Elle est parfois finalisée par une évaluation du produit. L'évaluation est empirique, elle consiste à faire fonctionner sa production.

Les savoirs technologiques convoqués dans la séquence de réalisation d'objet sont très peu nombreux en regard des possibles offerts par la situation. Un bon nombre des savoirs possibles sont écartés. Un certain nombre de savoirs visés n'arrivent pas à être activés faute d'action didactique bien structurée et de dévolution suffisante.

L'observation des mises en œuvres in situ de classe ordinaires révèle que l'activité, telle qu'elle est proposée dans les programmes, ne permet pas l'identification des savoirs qu'elle sous-tend. L'implantation et le développement de l'éducation technologique en France sont directement tributaires de l'épistémologie et de l'action didactique des enseignants. Ce constat était prévisible compte tenu de l'analyse a priori que nous avons faite des défaillances des programmes, des instructions institutionnelles et des manuels et ressources didactiques mis à la disposition des professeurs des écoles (Chatoney, 1998a). Les pratiques observées confirment au mieux une culture prototypique du mode d'existence des objets, au pire une absence de culture.

L'articulation concevoir-produire-utiliser apparait comme un cadre de travail relativement facile à percevoir pour des non spécialistes. Toutefois les enseignants fonctionnent à l'intuition et il paraît donc décisif de les former pour éviter l'empirisme et l'approximation actuelle qui les entraîne malgré eux dans d'autres voies (formation procédurale ou primat donné aux aspects scientifiques).

Au sujet des situations, les élèves ne sont jamais mis en situation d'étude de la réalisation avant de produire. Les élèves ne sont que très rarement mis en situation d'évaluation en dehors du constat : « ça marche ou ça ne marche pas ». La connaissance ne fonctionne jamais à vide, et par ailleurs elle est toujours assujettie à l'organisation anticipée par l'enseignant. L'acquisition des connaissances ne se fait jamais par adaptation au problème

(dans un environnement défini par le professeur). Il n'y a pas changement de point de vue dans l'articulation concevoir-produire-utiliser parce que la pratique contraint, guide et résout tous les problèmes. Pourtant la technologie ne manque pas de problèmes à étudier.

2.3 PRINCIPAUX APPORTS

Ce travail conduit en 1999 a confirmé les difficultés de mises en œuvre pressenties dans le premier travail. Ainsi, les tentatives de réelles applications sont rares et peu rependues. Quand elles existent, les situations visent l'élaboration par les élèves d'une démarche de projet, plus rarement l'acquisition de notions et de méthodes (Chatoney, 1999b).

L'étude rend compte précisément des difficultés qu'ont les enseignants à transposer la prescription in situ (guidage permanent de l'action, le topo insuffisant, l'absence de problème à résoudre), la présence d'autres préoccupations comme par exemple la lecture ou le vocabulaire ne permettent pas aux élèves d'établir des relations de faits, ni de comprendre les choix et/ou les solutions qui caractérisent les objets. On y voit en particulier des tiraillements entre des logiques disciplinaires et des besoins pédagogiques pragmatiques, un fonctionnement plutôt intuitif que professionnel, une peur de laisser les élèves agir, investiguer, questionner autrement dit de donner du temps au tâtonnement, au raisonnement et à l'exploration d'un champ de possibles.

Au travers des séances observées, la prise de conscience que les maîtres s'efforcent de susciter en réalisation d'artefact, passe rarement par des opérations de décentration de point de vue susceptibles d'engendrer des confrontations de solutions, de sens et de compréhension. Ainsi, l'un des problèmes majeurs posé a trait à la déstabilisation et au dépassement des schémas de pensée issus du rapport empirique premier des élèves avec les artefacts, c'est-à-dire à la transformation des représentations et conceptions initiales.

La réalisation d'artefact, malgré son potentiel pluri, inter et transdisciplinaires, reste cantonnée au « fabricatoire » et passe à côté du rôle éducatif visé dans les programmes.

Dans un tel environnement « transpositif » la question du sens à donner à l'activité de réalisation d'objet, reste vive tant du point de vue du cursus scolaire des élèves que pour le maître chargé de mettre en œuvre ce type d'activités.

Le temps consacré à l'exécution de procédures par les élèves, la faible part de savoirs en jeu dans le choix des situations posent la question de l'efficacité des dispositifs élaborés par les enseignants en termes d'apprentissage et d'efficience même de ces ingénieries. L'organisation des contenus gagnerait en efficacité si elle était pensée pour servir à construire l'apprentissage de démarche de pensée (conception-production-utilisation) ou

d'habiletés cognitives (créativité), de formation du jugement (pensée critique) et de capacité de discernement et de synthèse (pensée convergente).

Les résultats de cette étude des pratiques ont été communiqués dans le cadre d'activité du laboratoire (Chatoney, 2000a), ainsi qu'à l'ARDIST et publiés dans les actes du colloque de l'ARDIST en 1998 (Chatoney, 1998b).

3 ENSEIGNER POUR FAIRE APPRENDRE

Nous venons de présenter, quelques faits qui permettent de penser les conditions d'apprentissage en classe. La théorie de la transposition didactique de Chevallard nous a permis de mettre en évidence les modifications de forme qu'un savoir peut prendre dans le processus objet de savoir - objet à enseigner - objet d'enseignement. Ce processus permet de rendre compte des relations entre une praxis, prise au sens de l'activité orientée vers une finalité, et un champ de signifiants qui permet d'instancier les pratiques en les référant à une technologie et/ou à une théorie. L'articulation entre manière et matière à enseigner évoquée dans ce cadre, passe par les gestes et les techniques, employés par le professeur pour faire fonctionner le système. Notons toutefois que pour rentrer dans une organisation scolaire, ce n'est pas la transposition des praxis qui pose problème mais la transposition des organisations praxéologiques (Ginestié, 1992,1999, 2003, 2008). Ainsi faire « faire quelque chose » aux élèves n'est pas difficile. En revanche leur permettre de donner du sens à ce que l'enseignant leur demande de faire n'est pas si aisé. Pour rendre compte et expliciter la manière de faire il faut sortir de l'organisation privée. Autrement dit, des alternatives se dégagent, il s'agit dans ce cadre de procéder à une extraction de la praxis individuelle pour élaborer une organisation praxéologique significative et de la manière de réaliser le type de tâches et du contexte dans lequel ces tâches sont inscrites.

La question du sens et celle de l'efficacité sont intimement liées. En l'absence de sens les élèves n'apprennent rien. Autrement dit, le gain cognitif est nul. Le gain (quel qu'il soit sauf nul) correspond à ce qu'il convient d'appeler efficacité. L'efficacité se mesure par rapport aux résultats obtenus et aux objectifs fixés. Elle est tributaire des choix de l'enseignant. Le résultat obtenu, est quant à lui, tributaire du choix des ressources et de l'instrumentation utilisées dans ces des dispositifs. Il s'agit là de l'efficacité même de ces dispositifs.

Ces aspects placent mes recherches au croisement de deux registres de référence : celui de la transposition et celui de l'activité. En effet, là où la théorie de la transposition ne considère que le savoir, (ses formes aussi bien dans les programmes que dans le relais des pratiques), les techniques (gestes professionnels, méthodes...) et les situations didactiques, la théorie de l'activité va considérer la tâche (fraction du travail prévue par l'enseignant dont la réalisation est dévolue à l'élève), les instruments (médiation, outils, signes) et l'activité (compromis qui participent à l'exécution de la tâche - dimensions opérative, instrumentale et cognitive) dans une dynamique de construction des savoirs.

3.1 LE SENS DES ACTIVITES DE REALISATION D'OBJET

Les études de la transposition révèlent qu'il y aurait quelque chose d'autre à apprendre ou à découvrir. Un quelque chose épistémique qui ne relèverait pas de l'habileté ou des sciences physiques. S'en remettre à l'appréciation des enseignants comme le fait l'institution, conduit à une variabilité. Un des moyens de gérer cette variabilité consiste à recentrer l'enseignement sur des enjeux de savoirs en application avec les programmes et en référence à un cadre représentatif de la discipline. Dans bien des cas, une articulation forte entre les phases de conception de production et d'utilisation de l'objet technique émerge comme un concept structurant pour les enseignants (Benson, 1998, 1999 ; Chatoney, 1999b, 1999c ; Ginestié & Andreucci, 1997, Lebahar, 2003 ; Welch, 1997, Welch & Sook, 1999 ; Merle, 2002 ;). Cette articulation inscrit les activités de production dans un champ cohérent avec la réalité des technologies contemporaines (Blandow, 1997 ; de Vries, 1995 ; Ginestié, 1999 ; Hill & Lutherdt, 1998 ; Welch 1997, Welch & Hee Sook 1999). Il y a dans cette articulation plusieurs idées. La première est de construire des tâches scolaires qui prennent en compte les contraintes matérielles, temporelles et techniques d'élaboration d'un objet (Benson 1998 ; Chatoney 2000a, 2001, 2003a ; Hill & Lutherdt, 1999 ; Lutz, 1999 ; Welch, 1998). La deuxième idée consiste à penser la réalisation avant de la faire (anticipation de l'action) et de planifier sa production avant de commencer à agir. La troisième idée est de consacrer du temps pour tester, faire des essais, expérimenter des techniques, des assemblages, des matériaux avant de choisir (exploration d'un champ de possibles). La quatrième a trait à l'organisation des actions de production, de l'unité de production, de la sécurité ou du partage du travail (répartition des tâches). Une cinquième idée est d'évaluer le résultat (contrôle des résultats) à l'issue et au cours de ce processus, en le confrontant à l'usage attendu et/ou en le comparant directement aux prévisions faites lors de la conception (régulation en cours d'action), ou par expérimentation. Autant de situations qui sont susceptibles de contribuer à l'élaboration de praxéologies, d'acquis scolaires et de démarches cognitives ainsi qu'à la distinction progressive du domaine technologique sans pour autant le cantonner au domaine de la technique.

Du point de vue du processus d'enseignement-apprentissage, on voit tout l'intérêt de la mise en œuvre des activités de production d'objet technique. L'étude de la conception d'artefact conduit l'élève à questionner les fonctions, le fonctionnement, l'environnement d'usage, les contraintes à intégrer au projet d'objet. En conception l'élève est amené également à décrire la structure et les formes des éléments qui devront assurer la fonctionnalité de l'objet. C'est précisément dans ces articulations que se construit le sens comme l'indique les travaux de Poitou (1991, 1997, 1998), Lebahar, (1992, 2003), Ginestié (1992, 2003). L'élève peut être conduit à comparer des solutions techniques ou des matériaux, les tester, les éprouver pour

choisir la (le) plus adéquate. Le travail de production permet, entre autres, d'interroger le poste de travail, les techniques, l'application de procédures, la sécurité et la manière dont les activités de production sont pensées. A ces différentes phases, il convient d'ajouter un travail sur les langages formalisés (Fleer, 1992 ; Nonnon, 1999, 2001 ; Parkinson, 1999 ; Schoultz, 1997).

3.2 L'ORGANISATION DE LA TACHE COMME VARIABLE POUR COMPRENDRE ET ANALYSER LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE

3.2.1 Tâche, activité

Les travaux de l'ergonomie indiquent que l'analyse peut se concevoir comme un système d'actions intentionnellement orientées. Notamment dans le rapport des élèves à l'organisation des tâches prescrites par l'enseignant, rapport inscrit dans un processus d'actions dotées de sens. Il s'agit d'apprécier comment sont activées, gérées et utilisées les tâches, ainsi que l'action sociale ou individuelle produite en classe. Dans ce rapport, la tâche est significative des savoirs mis en jeu par l'enseignant qui a construit la situation en regard de sa propre logique, des connaissances qu'il a, de son expérience, de son professionnalisme. L'activité est significative du travail produit par l'élève pour progresser dans la tâche prescrite par l'enseignant. Cette approche analytique ne sépare pas les sujets du système ; les sujets n'en sont pas les acteurs mais des éléments qui structurent le système et le font fonctionner comme une entité mouvante et évolutive. Elle permet d'identifier la capacité individuelle ou collective à produire des savoirs et admet qu'il y a plusieurs façons d'enseigner et d'apprendre, c'est-à-dire plusieurs manières de penser le système et d'agir dans le système.

L'articulation tâche activité dans ce cadre est un moyen d'identifier les éléments organisateurs et structurants qui agissent et interagissent dans le processus de transposition interne dévolu à l'enseignant (autrement dit dans le processus d'enseignement/apprentissage).

L'enseignement remplit plusieurs fonctions : informer-transmettre, organiser-structurer, stimuler-activer, évaluer, réguler (Postic, 1992 ; Altet, 1994). Ces dernières définissent les tâches qui incombent à l'enseignant. Les procédures sont d'abord élaborées par l'enseignant afin d'être transposées, puis intégrées par les élèves pour favoriser l'apprentissage et la conceptualisation.

La redistribution de ces tâches détermine un espace de signification qui est un champ conceptuel tel que le définit Vergnaud (1991). Dans cette perspective et du point de vue des théories de l'activité (Leontiev, 1975, 1976 ; Leplat & Pailhous, 1977 ; Rabardel, 1995)

l'objectif assigné par le professeur à l'élève est représentatif de la tâche qu'il va devoir effectuer. Les exigences du professeur, les supports, les artefacts et le contexte de l'activité permettent de décrire les conditions d'exécution, c'est-à-dire *les conditions qu'il est nécessaire que l'élève ait intériorisé pour réussir cette action* (Leplat & Pailhous, 1977, p 151).

Les théories de l'activité s'inscrivent dans un modèle ternaire contexte-objet-sujet (Vygotski, 1985 ; Leontiev, 1975 ; Engeström, 1993). La technique consiste à s'appropriier des instruments hérités culturellement. L'activité est contextualisée par une médiation sociale héritée culturellement, ou par une médiation au travers de l'outil élaborée par expérience et par une médiation sémiotique (des signes et des systèmes de signes) d'une culture donnée, à un moment marqué. L'activité est un compromis entre les contraintes, les attentes sociales et les choix personnels et privés.

L'éducation technologique met en jeu des activités procédurales et sémiotiques ce qui me conduit de fait à travailler sur la genèse instrumentale et le rôle des artefacts (Rabardel, 1995).

3.2.2 La genèse instrumentale

Le concept de genèse de l'instrument chez l'enfant qui a été introduit par Mounoud (1970) puis développé chez Rabardel (1995) permet de saisir à la fois l'évolution des artefacts liée à l'activité de l'utilisateur et l'émergence des schèmes d'utilisation comme participant d'un même processus et d'élaboration instrumentale (Béguin & Rabardel, 2000). Les outils élaborés par l'expérience sont pour Rabardel (1995, 1999) des artefacts puisqu'ils sont insérés de façon circonstancielle et singulière par le sujet comme moyen d'action. L'action mobilise des schèmes procéduraux et des schèmes sémiotiques.

Pour Vergnaud (1991), les schèmes sont des organisateurs de l'activité du sujet. Il distingue deux types de schèmes : ceux qui relèvent de procédure (invariants) et le cheminement pour y parvenir (singulier). Rabardel distingue trois types de schèmes : les schèmes d'usage (interaction du sujet avec l'artefact) ; les schèmes d'action instrumentés (dirigés vers l'objet de l'activité, les buts poursuivis) et les schèmes d'action collective instrumentée, (utilisation partagée d'artefacts). L'artefact évolue, son évolution est liée à l'activité des sujets et l'émergence de schèmes d'utilisation. L'entité artefact/schèmes d'utilisation présente deux dimensions instrumentales : l'une orientée vers le sujet et une autre orientée vers l'artefact. L'instrument constitué est lié à la situation, c'est un processus d'apprentissage puisqu'au cours de ce processus d'instrumentation qu'il y a un processus de conceptualisation (Folcher, & Rabardel, 2004 ; Rabardel, & Pastré, 2005).

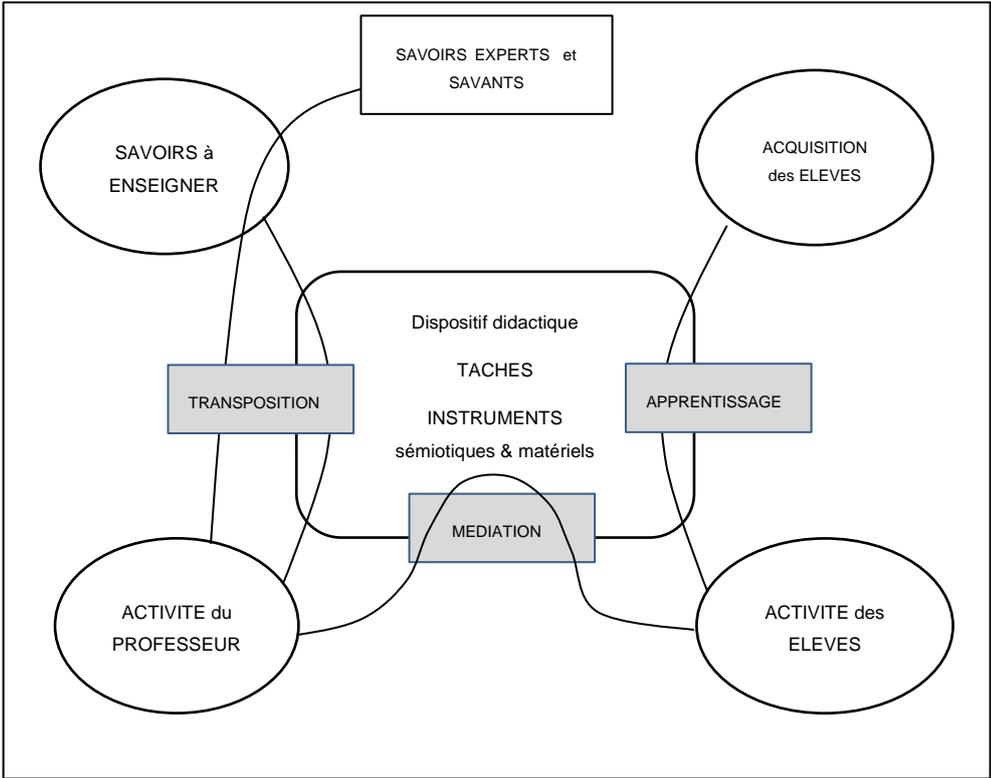
En éducation technologique, les langages occupent une place essentielle dans le processus de réalisation d'objet. Qu'ils soient écrits ou parlés, les langages et autres représentations graphiques sont communément utilisés pour communiquer. Ils participent et instrumentent la compréhension. Ainsi les commentaires, dessins, plans et autres modélisations, adaptés et signifiants du point de vue des élèves, sont autant d'artefacts qui agissent à côté de l'objet technique lui-même artefact par définition. La notion d'artefact se pense comme outil et instrument organisateur d'idées. Appliqué au domaine de la conception (Lebahar, 2001, 2003), l'artefact est un codage qui permet au système de traitements de l'information de fonctionner en mode complexe plus qu'en une succession de situations activées. Appliqué au domaine scolaire, l'artefact est une création didactique, un objet facilitateur d'apprentissage qui va soutenir et structurer la pensée. Ainsi tous les instruments que les maîtres manipulent (objets matériels, graphiques, langagiers...) sont des artefacts (Amigues, & Zerbato-Poudou, 1996) que Chevallard, (1998) distingue selon leur fonctionnalité didactique.

3.3 MODELE ISSU DU CROISEMENT DES DEUX REGISTRES DE REFERENCE : CELUI DE LA TRANSPOSITION ET CELUI DE L'ACTIVITE

L'approche instrumentale est un cadre applicable à l'activité didactique de conception, de production et d'utilisation notamment au travers du rôle que jouent les artefacts techniques et sémiotiques dans les processus d'enseignement/apprentissage.

La théorie de la transposition mise en regard de ces mêmes activités et du socio constructivisme reste un outil pour étudier et comprendre comment opère le processus déconstruction - reconstruction des savoirs notamment au travers du choix des situations, des formes des savoirs et des techniques de médiation in situ ; mais également dans l'articulation théorie-technologie-tâche.

La représentation graphique ci-dessous modélise le couplage de la théorie de la transposition didactique et de l'activité. Le pôle du savoir est morcelé en trois types de savoirs : les savoirs experts et savants (académiques), les savoirs à enseigner (prescrits) et les acquisitions faites par les élèves (connaissances et compétences). Le processus de transposition met en relation la référence aux savoirs experts et savants et les savoirs à enseigner. Il incombe à l'enseignant. La médiation s'opère au travers des instruments sémiotiques et matériels associé à la tâche à réaliser. L'apprentissage se produit au cours de l'exécution de la tâche.



4 ETUDE D'UN PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE : LA CONSTRUCTION DU CONCEPT DE MATERIAU A L'ECOLE PRIMAIRE

Ce qui ressort de l'étude de la transposition, c'est le rôle majeur de la redistribution des tâches (transposition interne) et du sens de chacune dans la situation didactique.

In situ, les enseignants, inscrivent la réalisation d'objet dans une démarche de projet (conception, production et utilisation). Ils organisent les activités à caractère technologique essentiellement en fonction des paramètres locaux de la classe. Ils peuvent dans ces projets agir à plusieurs niveaux de complexité d'un objet à concevoir et notamment dans l'articulation des niveaux fonctionnels, structurels et de mise en forme d'un produit. Ils peuvent varier la manière de distribuer le savoir dans la façon d'introduire l'objet d'étude, le type de tâches, les difficultés cognitives et l'évaluation. Ils peuvent varier les activités en jouant sur la dimension procédurale et sémiotique des tâches.

L'approche fonctionnelle (outil de l'analyse décisionnelle) consiste à identifier les interactions entre environnement et objet, et à les adapter à l'homme et à son milieu d'usage (Chevallier, 1989 ; Durand, 1983 ; Le Moigne, 1984, 1991 ; Morin, 1977 ; Simon, 1991 ; Von Bertalanffy, 1973, 1991 ; Walliser, 1977). Elle introduit notamment des tâches scolaires liées à la prise en compte des contraintes matérielles, temporelles, techniques dans l'élaboration d'un choix ou d'une solution, comme par exemple les essais, l'expérimentation. Elle introduit également des tâches d'évaluation du produit en cours aussi bien qu'en fin de processus, en confrontant par exemple l'objet à l'usage attendu ou en le comparant au cahier des charges. Elle introduit aussi des tâches d'anticipation, d'organisation et de planification au travers de problèmes à résoudre comme par exemple prévoir l'espace nécessaire, le matériel et les outils ou de partage de la tâche et de gestion du temps de production... L'approche fonctionnelle positionne et articule l'activité dans des relations de faits. Elle permet un va et vient entre l'objet placé au centre et les points de vue humain exposés en périphéries. L'oscillation de point de vue est extrêmement difficile à produire mais nécessaire pour la compréhension (Merle, 1999). La décentration donne du sens, elle établit des correspondances entre ce que les élèves observent ou font et ce qu'on leur demande de savoir en technologie. L'essentiel du travail dans ce modèle c'est d'établir des liens, de travailler sur les relations objet - point de vue. Les fonctions, la structure, la forme, les éléments, les matériaux, les assemblages constituent l'essentiel des champs d'une approche fonctionnelle. Dans ces champs, sont rencontrés les attributs du concept de matériau (propriétés, nom, mise en forme, technique...). L'approche fonctionnelle instrumente le processus et l'apprentissage parce qu'elle relie le général (point de vue) au particulier de l'action (l'attribut), condition de la conceptualisation selon Vygotski !

4.1 HYPOTHESES

L'organisation des tâches dans une approche fonctionnelle et systémique est sûrement plus efficace en termes d'apprentissage que l'approche traditionnelle par projet, car elle permet aux élèves de situer l'action, autrement dit elle leur permet de donner du sens aux tâches qu'on leur demande de réaliser sans pour autant les obliger à tout investiguer, tout savoir sur le système technique à réaliser.

Pour éclairer cette question, l'étude est recentrée sur une situation inhérente à l'activité de réalisation d'objet technique la situation intégration du matériau au produit. Un tel choix permet d'observer l'élaboration d'un savoir prescrit : les matériaux.

Faute de travaux de recherche en didactique en nombre suffisant pour documenter la question, j'ai dressé un panorama des évolutions et des faits marquants sur le matériau (approche historique et un travail sur l'épistémologie du matériau) puis conduit une série d'entretien auprès des dépositaires de la connaissance aujourd'hui (ingénieurs). L'entrée par l'épistémologie du savoir m'a permis d'identifier quatre conditions épistémologiques (l'intentionnalité humaine et l'attribution de signe ; le socialement sensible ; l'indissociabilité des propriétés, la relation aux fonctions et la structure de l'objet) et six domaines de savoirs associés au concept (le nom qui se décline par matière d'origine, mise en forme, l'origine, les techniques de mise en forme et de transformation ; les différents classements des matériaux, les propriétés, les signes et langages d'identification des matériaux).

Deux hypothèses ont été émises :

- H1 : Les élèves qui ont appris à intégrer le matériau dans une situation d'approche fonctionnelle, prennent conscience que l'usage, l'estime et la technique ont une influence sur le choix du matériau.

On observe :

- Les propriétés exprimées par le langage ou le geste.
- Les stratégies de résolution
- Les documents à compléter
- H2 : Les élèves qui ont appris le matériau par intégrations successives des contraintes (qui interagissent aux niveaux : fonctionnel, structurel et de la forme des éléments d'un objet) ; conceptualisent mieux que les élèves qui n'ont pas bénéficié de la situation. La situation a des caractéristiques qui influencent l'activité de mise en relation des élèves. La manière de faire, la manière de reconstruire le savoir et les artefacts favorisent l'apprentissage des élèves.

On compare :

- Les connaissances mobilisées (attribut, propriétés, noms...)
- Les mises en relation des niveaux fonctionnels, structurels et de forme.
- La fonction des artefacts

4.2 METHODE

Le dispositif expérimental consiste à comparer un échantillon d'élèves placés dans le modèle d'enseignement ordinaire (MO) avec un autre échantillon d'élèves placés dans notre modèle d'enseignement par approche fonctionnelle (MI).

L'échantillon est constitué de 28 élèves. Une moitié des élèves est placée dans une situation de réalisation d'objet technique de type ordinaire, la seconde moitié est placée en situation de réalisation d'objet technique de type fonctionnel et systémique.

Les élèves ont 6 ans, suivent tous un CP et savent tout juste lire et écrire.

Un pré-test permet de se faire une idée des représentations initiales d'élèves de 6 ans. L'identification des obstacles qu'ils ont rencontrés dans le pré-test, est prise en compte dans la construction du dispositif expérimental.

Les deux modèles sont observés pendant la totalité du dispositif de réalisation d'un moulin de foire réalisé en classe de CP (cycle 2 de l'école primaire) avec des élèves sachant tous lire un texte simple, écrire quelques phrases et mesurer avec des « bandes unité » .

Les dispositifs MO (modèle ordinaire) et MI (modèle instrumenté) sont construits par le chercheur puis adaptés par les enseignants pour la connaissance qu'ils ont du milieu. Les adaptations se font en concertation avec le chercheur pour garantir MO et MI.

Un post test permet de mesurer l'écart d'apprentissage du matériau entre MO et MI

Les objets d'opérationnalité sont :

- les attributs du concept de matériau : le nom, les propriétés, la technique,...
- les objets sémiotiques comme le langage parlé, écrit, les artefacts ;
- la problématisation et l'institutionnalisation

4.3 L'EXEMPLE DE LA TACHE DE TRI DES MATERIAUX

Après une séquence consacrée à l'étude de l'objet à réaliser, il est demandé aux élèves de sélectionner des matériaux. Le choix d'un travail sur les matériaux de l'objet n'est pas anodin. Trois raisons le motivent. La première est que le matériau est un passage « obligé » du processus de réalisation d'objet. On ne peut penser un objet technique sans se confronter

au matériau qui le matérialise (Russo, 1986 ; Leroi-Gourhan, 1943, 1945; Jacomy, 1990 ; Haudricourt et Brunhes-Delamarre, 2000). Or l'étude du projet à réaliser consiste à penser l'objet. La seconde est que le matériau est un objet de savoir clairement identifié dans les programmes (BOEN, 2002). La troisième le considère comme un maillon fort et structurant en technologie. C'est un enjeu fort en didactique de la technologie. Il pose des problèmes d'identification et de construction par les élèves d'un certain nombre de concepts essentiels notamment par l'intérêt des liens entre matériau et objet, matériau et matière, matière et objet (Dagognet, 1998,1999 ; Chabot et Hottois, 2003).

Compte tenu des contingences matérielles liées au recueil des données, nous avons observé :

L'activité gestuelle et verbale de quatre dyades : deux d'entre-elles sont constituées d'élèves qui ont vécu une approche traditionnelle et les deux autres sont constituées d'élèves qui ont vécu une approche expérimentale.

Les productions écrites réalisées pour effectuer la tâche pour chaque dyade.

La tâche consiste à sélectionner dans deux ensembles d'éléments, ceux susceptibles de convenir pour faire le manche et l'aile et à renseigner pour chacun des ensembles un document. Un ensemble est composé par 12 éléments longs l'autre par 12 éléments plats. Les deux présentent des matériaux d'origine différente et des mises en forme industrielles différentes. L'ensemble des « longs » est constitué de tiges et de tubes profilés de section différente et de diamètres différents, d'une planche. On y trouve du carton, du papier, du bois, de l'acier, de l'aluminium, différents plastiques souples et semis rigides. L'ensemble des « plats » est constitué d'éléments en feuilles, feuillard, plaques de plastique d'épaisseur et de mise en forme différentes, plaques obtenues par entrecroisement de fils. On y trouve du carton, du papier, du tissu, du non tissé, du bois, de l'acier, de l'aluminium, différents plastiques souples et semi rigide, des mousses.

La forme et les propriétés des éléments à sélectionner seront contraintes par l'usage qui va en être fait.

Le matériau est abstrait et polysémique. L'histoire et la philosophie l'inscrivent dans un processus de réalisation d'objet répondant à un besoin humain. Il doit son existence à l'intervention technique et se situe dans un processus de transformation chose-objet-produit (Dagognet, 1989, 1999). Dans ce processus un premier niveau consiste à séparer la matière du milieu naturel pour en faire quelque chose. Dès lors la matière devient matériau. Un second niveau donne une forme. La forme est plus ou moins temporaire. Cette temporalité situe le matériau à tous les niveaux du processus allant ainsi de la matière au produit. Dans

cette approche le matériau se caractérise dans le rapport que l'individu entretient avec l'objet ou avec la matière. Ce rapport dépend du point de vue adopté en fonction des besoins.

L'épistémologie permet de déterminer six domaines de savoirs associés au concept dans la relation qu'il entretient avec les fonctions, la structure et la mise en forme des éléments d'un objet (Chatoney, 2003b). Ces domaines de savoirs sont :

Les noms des matériaux : les noms à relier à la mise en forme (profilé, feuille, tube) les noms à relier au substrat (bois, plastique...), aux constituants (fer, carbone...), aux métiers (poudreux...)

- L'origine : minérale, végétale...
- Les techniques de mise en forme : plier, couper...
- Les systèmes de production : extractions, transformations, recyclage.
- Les classements : par forme, par substrat, par domaines d'application...
- Les propriétés intrinsèques à la matière, les propriétés des formes données aux éléments (physiques, optiques, mécaniques...)
- Les langages, codages et autres écrits : AU4G

Tous contribuent à l'extension du concept matériau (Chatoney 2003b). Tous s'inscrivent dans le processus de réalisation d'objet.

Les écrits sont consignés dans un tableau. Quatre colonnes apparaissent. La première consiste à indiquer le numéro de référence de l'élément observé, la seconde et la troisième servent à justifier les raisons de l'éliminer ou de le sélectionner, la quatrième consiste à nommer le matériau.

Prénoms : Méryl et Chloé

aile

numéro du matériau	je l'élimine parce que :	je le garde parce que :	je pense que c'est :
n°1	apaise on le prend il se casse		bois
n°2	ya des trous		il est en bois
n°8	l'eau passe à travers		
n°6	il absorbe l'eau et devient lourd		mousse
n°7			mousse
n°10	il va pas dehors		
n°5		il se roule	
n°9	il est mou		tissu
n°3	il se pli il se déchire		
n°4 n°12	il se roule pas assé	il se roule	
11	il se pli		

(Tableau et production d'écrits d'une dyade de l'échantillon expérimental)

Les matériaux longs ont tous la même longueur (au cm près). Les matériaux en feuille sont découpés en carré identiques (15cm de côté). Ceci afin de réduire les effets du facteur dimension de l'objet et centrer ainsi l'élève sur d'autres observables moins spontanés pour des élèves de six ans, comme l'épaisseur, la forme de la section qui sont des caractères importants mais moins évidents que la longueur naturellement privilégiée à l'âge de six ans. Chaque élément est référencé par un numéro.

Le document renseigne sur l'ordre du tri, la raison du tri et la connaissance du nom du matériau. Chaque dyade produit deux documents : un pour le manche et un autre pour l'aile.

L'analyse des verbalisations permet d'identifier et de comparer les savoirs mobilisés par les différents groupes pour mener l'action, les méthodes et stratégies de résolution.

Les dyades sont comparées entre elles puis mises en relation avec la manière d'enseigner la réalisation sur projet en intégrant le matériau de manière fonctionnelle.

4.3.1 Analyse des documents élèves

4.3.1.1 Les savoirs mobilisés par l'action au travers du document à compléter

Le tableau ci-dessous présente les résultats de l'analyse des documents complétés par les dyades. Les résultats des dyades qui ont travaillé dans le cadre de l'approche expérimentale apparaissent sur fond blanc. Ceux des dyades qui ont travaillé dans l'approche traditionnelle apparaissent sur fond gris.

Deux documents sont analysés : le premier concerne la sélection des matériaux possibles pour le manche, le second concerne la sélection des matériaux possibles pour l'aile.

Neuf catégories sont constituées à partir des domaines de savoirs associés au concept et à l'épistémologie :

- Le recours aux propriétés : mécaniques, physiques, chimiques... (par exemple pour les enfants : dur, mou, transparent, bleu) ;
- Le nom ;
- L'attribution d'un nom par la matière brute ou ses constituants (par exemple : aluminium, fer, bois) ;
- L'attribution d'un nom par l'élément, constitué de matière brute et doté d'une forme temporaire ce qui revient à dire par le matériau. (par exemple : tube PVC, carré en bois) ;
- L'attribution d'un nom par la forme des éléments mis à disposition (par exemple : rond, carré) ;
- L'évocation d'aptitude et de comportement des éléments à la mise en forme (par exemple : rouler, plier) ;
- La prise en compte de l'usage et des contraintes fonctionnelles de l'objet à réaliser (par exemple : tenir et orienter l'objet, prendre le vent) ;
- L'évocation de la faisabilité technique et de l'outil (par exemple : faire un trou pour percer, couper pour scier) ;
- L'évocation de l'objet présenté comme modèle a fabriqué ;
- La prise en compte de l'esthétique du matériau ;
- Les chiffres correspondent au nombre d'évocations produites par la dyade dans chaque catégorie ;

	Méryl-Théo	Alexandra-Julien	Mariane-Kevin	Damien-Valentine	Moyenne expé	Moyenne tradi
Propriétés	6	5	2	4	5,5	3
Constituants	1	1	1	1	1	1
Matériaux	1	1	4	3	1	3
Forme	4	1	3	3	2,5	3
Mise en forme	0	0	0	0	0	0
Référence à l'usage	6	7	2	4	6,5	3
Système de production	1	0	0	0	0,5	0
Référence au modèle	0	0	0	1	0	0,5
Esthétique	0	0	0	1	0	0,5
	19	15	12	17		
Moyenne	17,5		14,5			

Tableau 1 : Savoirs mobilisés dans l'action de sélection d'éléments pour le manche et référence au modèle.

Le tableau montre que le taux d'évocation de critères de sélection des dyades de l'effectif expérimental est supérieur au taux de d'évocation des dyades de l'effectif traditionnel. Les premières ont une moyenne de 17,5 contre 14,5 pour les seconds. Cela peut s'expliquer par l'enjeu attribué à la tâche. Pour les élèves du groupe expérimental, la tâche a du sens, elle s'inscrit dans une problématique de conception, c'est un vrai problème. Ce qui n'est pas le cas des élèves du groupe non expérimental. Pour ces derniers, la tâche n'a pas de réel enjeu. Ce n'est pas un vrai problème puisque la solution existe par ailleurs. Si l'on s'intéresse aux critères impliqués dans le groupe, le groupe expérimental et le groupe ordinaire mobilisent tous deux des critères d'usage et de propriétés. Le taux de mobilisation est supérieur pour le premier groupe. La mise en forme et le système de production sont évoqués uniquement par les élèves du groupe expérimental. L'esthétique et le modèle apparaissent uniquement dans l'effectif ordinaire. Le fait que le modèle n'apparaisse que dans cet effectif n'est pas surprenant étant donné qu'il n'a pas été exhibé dans l'effectif expérimental. La matière brute ou ses constituants est nommée de la même manière dans les deux effectifs. Les élèves qualifient les éléments en acier du terme générique « fer » mais pas l'aluminium.

Le tableau suivant concerne la sélection des matériaux pour l'aile.

Ailes						
	Méryl-Théo	Alexandra-Julien	Mariane-Kevin	Damien-Valentine	Moyenne expé	Moyenne tradi
Propriétés	5	5	4	4	5	4
Constituants	1	1	1	1	1	1
Matériaux	3	8	4	3	5,5	3,5
Forme	0	0	4	1	0	2
Mise en forme	3	3	0	0	3	0
Référence à l'usage	6	6	0	0	6	0
Système de production	0	0	0	0	0	0
Référence au modèle	0	0	0	1	0	0,5
Esthétique	0	0	3	1	0	2
	18	23	16	11		
Moyenne	20		13,5			

Tableau 2 : Savoirs mobilisés dans l'action de sélection d'éléments pour l'aile et référence au modèle.

Le tableau 2 fait apparaître les mêmes caractéristiques que le premier pour ce qui concerne le taux des critères convoqués. Mais l'écart est plus grand. Les élèves du groupe expérimental convoquent en moyenne 20 critères contre 13,5 dans le groupe ordinaire. Pour ce qui concerne le type de critère privilégié par l'un et l'autre, les écarts sont plus prononcés que précédemment. Les propriétés et le nom du matériau apparaissent comme étant les plus mobilisés par les élèves. Les dyades placées dans le groupe expérimental les convoquent entre 5 et 6 fois en moyenne, alors que les dyades de l'effectif ordinaire les convoquent 3 à 4 fois en moyenne. La mise en forme et l'usage viennent en second pour les dyades de l'effectif expérimental, alors qu'elles ne sont pas évoquées par les dyades de l'effectif ordinaire. À l'inverse, le modèle et l'esthétique sont convoqués par les dyades du groupe ordinaire et pas du tout par celles du groupe expérimental. Le système de production n'est pas évoqué. Un constituant est souvent nommé : le fer.

4.3.1.2 Rapport entre savoir mobilisé et qualité de la sélection.

Le processus de sélection met en évidence la hiérarchisation des choix pour la construction du moulinet et les raisons de cette hiérarchisation.

Les dyades de l'effectif expérimental ont privilégié de 2 à 4 sortes de matériaux pour le manche. Dans l'ordre de préférence suivant :

- le tube PVC pour ses propriétés, son ergonomie et la possibilité de le couper ;
- le rond en bois diamètre 10mm pour les mêmes raisons ;

- Le carré en bois pour ses propriétés physiques. Certains documents évoquent que la section carrée n'est pas confortable. Il est noté « fait mal dans la main » ;
- La tige fine en bois pour sa forme ronde et sa capacité à être coupée. Plusieurs documents relèvent la fragilité de la tige ;

Cette sélection montre que les élèves classent en tenant compte des propriétés, de l'ergonomie et de la technique de mise en forme à venir.

Les dyades de l'effectif ordinaire ont proposé entre 1 à 3 sortes de matériaux. Dans l'ordre nous trouvons :

Le carré en bois sans justification de propriétés, ni d'ergonomie, ni de technique mais parce qu'il « *va bien pour le moulin* ». Cet argument est vraisemblablement à rapprocher du fait du modèle exhibé par l'enseignante. « *C'est celui-là que nous ferons !* »

- La tige en bois diamètre 10mm parce qu'elle est « en bois » sans plus d'arguments ;
- La tige en bois fine pour les mêmes raisons que ci-dessus ;

Pour ce qui concerne le matériau des ailes, les dyades de l'effectif expérimental proposent de retenir entre 1 et 5 échantillons. Dans l'ordre de préférence :

- Le plastique souple ;
- le carton ondulé ;

Les deux premiers sont retenus parce qu'ils se roulent bien et qu'ils permettent de réaliser la forme la plus adaptée à la prise au vent.

- le papier calque est retenu pour sa légèreté et ses propriétés de mise en forme roulée ;
- Le carton ondulé est retenu après quelques hésitations. Un document relève l'épaisseur du carton ondulé, mais il est retenu quand même parce qu'il se roule parfaitement et qu'il est beau ;
- La feuille métallisée pour des raisons de légèreté ;

Les dyades de l'effectif ordinaire proposent entre 4 à 5 sortes de matériaux. Dans l'ordre nous trouvons :

- La carte pour des raisons d'esthétique et son adéquation non justifiée au moulin : « ça va bien » ;
- Le carton ondulé pour des raisons d'esthétique ;

Viennent ensuite sans ordre de préférence : le non tissé et le papier calque pour leur légèreté, la feuille métallisée pour sa brillance, la feuille en plastique souple pour son état de surface.

La sélection des éléments pour les ailes montre que les élèves de l'effectif expérimental, choisissent en fonction de la capacité de mise en forme du matériau, de sa légèreté. Le matériau des ailes doit pouvoir se rouler sur lui-même conformément à la forme retenue après essais comparatifs des performances de prise au vent sur une aile plate, une aile pliée et une troisième roulée. L'esthétique est un facteur pris en compte mais son importance est minorée par rapports aux autres critères de sélection. Les éléments tissés, non tissés et en mousses ne sont pas retenus pour les raisons suivantes : les premiers laissent passer le vent, les autres sont susceptibles de se gorger d'eau : « *ça gonfle et ça asperge* » dit un élève. Les éléments rigides ou semi rigides comme la feuille de polypropylène ou la plaque en acier sont éliminés pour leur rigidité.

Les élèves du groupe traditionnel, choisissent les éléments d'abord pour des questions d'esthétique. Les propriétés de mise en forme, de légèreté et autres propriétés sont rarement évoquées.

4.3.1.3 Constat et discussion

Les documents révèlent deux conceptions différentes. Le groupe expérimental utilise des arguments technologiques. Il inscrit son action dans un cadre contraint et prédéfini qu'il domine plus ou moins bien. L'autre groupe a des arguments qui renvoient uniquement à des propriétés esthétiques ou à ce qui est vu sur le modèle. Son action ne s'inscrit pas dans un cadre précis.

Ces analyses montrent que les élèves du groupe expérimental disposent et mobilisent des critères pour sélectionner des matériaux que les élèves de l'effectif ordinaire n'ont pas. Ceci va dans le sens de notre hypothèse. L'étude des discours doit permettre de confirmer ces faits.

4.3.2 Analyse des discours

L'analyse des discours permet de distinguer les critères de différenciation des matériaux, évoqués par la tâche ; les connaissances mobilisées pour effectuer la tâche ; et les éléments perturbateurs ou catalyseurs de l'action.

4.3.2.1 Savoirs mobilisés et méthode opératoire pour différencier les éléments

Dans le tableau ci-dessous, nous présentons les critères utilisés par les élèves pour différencier les éléments pendant l'action. Il permet de comparer les processus de sélection que les élèves font pour effectuer la tâche.

Critères		Méryl-Théo	Alexandra-Julien	Mariane-Kevin	Damien-Valentine
		Différenciation	Forme	11	
Constituant	3			6	
Matériau	2			4	
Esthétique	6			6	

Tableau 3 : Moyens pour différencier les éléments

Le tableau 3 montre que les dyades de l'effectif expérimental comparent quatre fois plus par la forme que les dyades de l'effectif ordinaire. Dans les deux groupes les élèves mobilisent les aspects esthétiques ce qui n'apparaît pas dans les documents. La tâche mise en place par la maîtresse dans le groupe expérimental est plus technique que l'autre. Il est possible que par écrit les élèves de l'effectif expérimental aient intériorisé l'esthétique du fait que cet aspect n'est pas « essentiel » dans leur projet. Mais cela ne les empêche pas de l'évoquer dans leurs discours. Notons également que les dyades de l'effectif ordinaire utilisent aussi plus souvent le matériau comme moyen de discrimination.

Pour illustrer ces résultats, voici quelques exemples de différenciation extraits d'échanges de dyades.

Exemple de différenciation par esthétique dans l'effectif traditionnel : K et M regardent les éléments.

K : Elle touche la tâche de rouille. Ça fait un petit peu sale je trouve. Regarde celui-là s'il est beau. C'est un rond, fin, rigide, transparent et bleu.

M : Il y en a un autre pareil mais en rouge. C'est un rond, fin, souple, transparent et rouge. Elle tord l'un et l'autre : Le bleu il est plus dur.

K : Regarde les blancs. Elle tord les 2 tubes en PVC, l'un rectangulaire, l'autre rond. le rectangulaire se déforme définitivement. Celui-là, il revient pas, on croirait qu'il est cassé. Lui il tient au moins !

M : Celui-là aussi c'est du plastique. Elle prend à son tour le rond, fin, souple, transparent et rouge, le tort et le roule en bobine. On croirait un chewing-gum, il est mou, regarde !

K : heureusement que ce n'est pas le bâton qu'on a choisi. On l'enlève ?

M : Oui.

Dans la discussion les élèves testent les éléments par propriétés. Il y a l'amorce d'une relation structure-fonction. Mais pour résoudre la tâche il faut répondre juste. C'est-à-dire donner la réponse juste : celle du modèle exhibé. Le choix est à vide.

Exemple de différenciation par forme dans le groupe expérimental. M et T commencent la tâche. M sort une petite planche en bois et la palpe. C'est l'élément long le plus gros.

M : *c'est lourd*

T : *Non c'est pas lourd. On dirait que c'est du bois.*

M : *On l'élimine ?*

T : *Oui...non on peut le garder parce qu'avec un marteau on peut enfoncer quelque chose.*

M : *écrit. J'ai écrit ça. Elle montre le tableau.*

T : *Oui, ça va. Mais là il faut dire pourquoi.*

M : *Elle prend la planche. Il n'est pas du tout bien.*

T : *Il prend la planche à son tour. Oui. Il n'est pas du tout bien*

M : *il ne va pas celui-là.*

T : *Est-ce que je l'élimine ? Faut dire pourquoi !*

M : *Il est trop gros. Regarde, je le tiens pas dans la main.*

Dans cet échange les élèves commencent en premier par l'étude des propriétés de l'élément le plus gros. Ils font le lien entre fonction, structure et pensent à une technique de liaison entre l'aile et le manche. Notons que les élèves ne pensent pas pour autant à une mise en forme plus ergonomique par sciage. Ceci vient des éléments de la collection exposés sur la table. Ces derniers sont, plus fins, certains sont en bois. Immédiatement après cet échange les élèves extraient les éléments les plus ergonomiques, c'est-à-dire tous les ronds, pleins et creux de diamètre 10.

Exemple de différenciation par constituants dans l'effectif traditionnel : D et V commencent par classer les éléments. Ils nomment et reconnaissent le matériau immédiatement par les caractéristiques de son constituant (tâches de rouille et reflet métallique des aciers, fibres et texture du bois)

D : tu as vu celui-là c'est du fer ! Il est lourd.

V : Oui purée ! Il est lourd.

D : Les en bois...il y a celui-là, celui-là, celui-là. Il les sort un par un. Bon on les met où ?

Pour résoudre la tâche, les élèves commencent par un repérage des éléments par leurs matières brutes ou leurs constituants : Les mots « fer » ou « bois » leur permettent de parler exclusivement du groupe des éléments en acier ou du groupe des éléments en bois. ...c'est un premier classement par matière brute. Le vocable « fer » exclu l'aluminium.

Ces exemples montrent quelques-unes des méthodes privilégiées par les élèves pour distinguer les échantillons.

4.3.2.2 Vocabulaire convoqué pour caractériser les éléments

Dans le tableau suivant nous avons relevé le vocabulaire utilisé pour parler des échantillons.

Critères		Méryl-Théo	Alexandra-Julien	Mariane-Kevin	Damien-Valentine
Nomination	Propriété	21		11	
	Matériau	2		5	
	Forme	4		4	
	Usage	23		0	
	Systèmes de prod	3		0	

Tableau 4 : Nomination des caractères des éléments

Le tableau 4 fait apparaître un écart important entre les deux organisations de l'étude. En effet, les dyades de l'effectif expérimental parlent davantage des propriétés et des conditions d'usage qui vont déterminer le choix du matériau. Elles mettent la nature du matériau à distance. Ce qui n'est pas le cas des dyades de l'effectif ordinaire. Ces élèves apparaissent plus enclins à désigner la matière constitutive des éléments que leurs camarades. Par exemple ils disent fréquemment : « c'est du bois », « les en bois » ou « ceux en plastique » ce qui est rare dans le groupe expérimental. En contrepartie, les élèves du groupe ordinaire évoquent moitié moins les propriétés que leurs camarades. Par ailleurs le tableau indique que seules les dyades de l'effectif expérimental évoquent la faisabilité technique locale et l'outil de mise en forme ce qui renvoie au système de production. Cependant nous constatons que le lien à l'unité de production bien que présent, reste peu élevé par rapport à l'usage.

Des extraits de conversation d'élèves illustrent la perspective technique et sa faisabilité. Dans l'extrait qui suit les élèves du groupe expérimental sont sur le point d'éliminer un échantillon. Ils recourent à la faisabilité technique avant de décider l'élimination ou non des éléments.

« J » tient en main le carré en bois, « A » note les réponses sur le document.

A : On l'élimine ?

J : Oui, on l'élimine. Il saisit la tige en bois fine et compare les deux.

A : Commence à écrire.

J : Non ! On peut le garder parce qu'avec un marteau on peut enfoncer quelque chose. Regarde, il est plus grand.

A : Sort sa règle, mesure. Vingt-huit. On peut le couper ?

J : Il faudra le couper avec la scie.

Dans ce second extrait les élèves combinent la capacité de mise en forme d'une feuille métallisée très séduisante et ses propriétés par rapport au choix de réaliser une aile roulée conformément aux essais. L'élément est coloré et à des éclats métalliques. Théo le

retiendrait pour son esthétique et ses propriétés. Meryl lui montre que certaines propriétés ne conviennent pas pour l'aile.

T : Du papier doré. Du papier ? Je me souviens plus

M : Du papier brillant. Elle prend et observe attentivement l'élément.

T : Ha ! Celui-là ça devrait marcher parce que le vent, ça le traverse pas et c'est léger.

M : secoue, roule, plie, froisse la feuille métallisée dorée, puis tente de le remettre à plat.

T : Mais arrête de l'abîmer ! Mais alors !!!

M : il se froisse

T : Mais non ! Il le redresse du plat de sa main.

M : Elle le reprend et l'éprouve à nouveau. Un coin se déchire. // se casse

T : C'est bon. Il peut se rouler mais ça se froisse. Il se froisse et il se casse.

M : écrit.

Meryl et Théo font référence aux propriétés de la prise au vent démontré par expérimentation. Ils se rappellent qu'une aile doit être lisse, non poreuse, légère et suffisamment rigide pour ne pas se déformer sous l'effet de l'air. Meryl s'assure que la feuille métallisée possède ces propriétés. L'état de surface « lisse » est incertain dans ce matériau. La feuille froissée ne reprend pas son aspect lisse de départ. Comme Théo n'est pas convaincue, elle refait la démonstration et en profite pour mettre en évidence la fragilité de ce matériau. Théo devant les faits accepte de ne pas retenir cet élément qu'il avait préalablement retenu pour sa légèreté et sa surface impénétrable par le vent et laisse Meryl écrire.

Dans ces échanges, on voit bien que les élèves du groupe expérimental font référence au dispositif didactique. L'élément doit être fonctionnel avant tout. L'esthétique passe au second plan. Ce qui n'est pas le cas des autres pour qui l'esthétique prime sur le fonctionnel.

Ces échanges illustrent la manière dont les élèves du dispositif expérimental reviennent sur une décision hâtive, raisonnent leur action et régulent le tri.

4.3.2.3 Trier en équipe

Le travail en équipe impose certaines règles de fonctionnement susceptibles d'agir sur la production du tri effectif. Deux types de discussions agissent directement sur le tri. Certains fonctionnements sont de véritables manœuvres menées par un élève en vue d'aboutir à un accord, ce sont des phases de négociation. D'autres bloquent toute discussion, ou perturbent la situation. Ce sont des conflits.

Le tableau ci-dessous présente la fréquence de ces événements au cours de la tâche.

Critères	Méryl-Théo	Alexandra-Julien	Mariane-Kevin	Damien-Valentine
Négociation	9		9	
Conflits	15		3	

Tableau 5 : Négociations et conflits entre élèves

Le tableau 5 montre que la part de négociation est la même dans les deux situations. Mais il y a plus de conflits chez les élèves de l'effectif expérimental que dans l'autre effectif. Cet écart s'explique par l'enjeu attribué à la tâche. Il y a plus d'enjeu dans le groupe expérimental ce qui augmente la possibilité de conflit.

Les conflits ont plusieurs origines. Dans cette tâche nous avons rencontré des conflits légers de répartition des rôles. Les conflits bloqués sont rares.

Exemple de conflit : T n'est pas d'accord avec l'emplacement de la réponse écrite par M. Selon lui, il fallait écrire dans la colonne « je ne le retiens pas parce que... »

T : *On a mis l'eau passe au travers, donc il ne va pas.*

M : *C'est pas l'eau c'est le vent*

T : *C'est pas imperméable donc c'est la pluie qui passe au travers.*

M : *Je ne suis pas d'accord*

T : *tu sais ce que ça veut dire imperméable ?*

M : *bien sûr. J'en ai un d'imperméable. Je sais que ça m'empêche de me mouiller.*
Elle saisit un élément et abandonne la tâche d'écriture.

Dans cet échange Meryl ne veut pas admettre son erreur. En plus Théo la prise de haut. Meryl se bloque et décide de ne plus écrire.

Les conflits sont le plus souvent de simples bruits. Par exemple : A et J sont en décalage temporel entre l'effectuation du tri et l'écriture des résultats. Ils se mettent d'accord sur le tri, mais l'écriture du document est incomplète. Ceci produit du bruit et engendre un conflit de répartition des rôles :

A : *j'ai écrit ça.*

J : *Oui, ça va. Mais là. Il lit : je l'élimine parce que...Là, il faut dire pourquoi.*

A : *Elle passe la feuille à J. À toi d'écrire !*

La saisie écrite du document produit du bruit mais peu de conflits réels. L'élève de CP n'a généralement ni l'habileté nécessaire pour écrire, ni la syntaxe, ni l'orthographe. L'élève qui se charge de l'écriture est « protégé » par ses camarades. Ces derniers sont attentifs.

Généralement ils le soutiennent, l'aident, l'attendent ou le remplacent. Par exemple Marianne se propose pour remplacer sa camarade :

M : T'en a pas marre d'écrire ?

K : si un peu. Il passe la fiche.

Dans l'extrait qui suit, Julien rappelle ce qu'il faut écrire dans le document et où il faut écrire, car Alexandra à tout écrit dans la même colonne :

J : montre la colonne à Alexandra. Mais ça aussi il faut le faire !

A : Mais non !..... on a fait tout ça. Mais après il faut faire tout ça ? Elle montre l'autre colonne à remplir.

J : Tout ça ... Si tu penses que c'est bien et bien tu fais là. Mais tu n'es pas obligée de remplir tout. Réfléchis un peu. Elle a rien compris !

La négociation est ponctuelle. Elle se produit quand un élève n'est pas convaincu par la proposition d'éliminer ou non un échantillon. Par exemple Théo et Meryl négocient la raison de l'élimination qui doit figurer dans le document :

T : les échantillons en acier toujours en main. Ceux-là, Ils sont très durs.

M : C'est plutôt lourd !

A : C'est plutôt lui qui est lourd.

T : Trop dur, trop lourd.

M : le 6 oui (c'est le tube en acier)

T : Non s'il tombe par terre tu te fais mal et puis en plus ça peut se rayer, tu vois cette couleur, ça se raye...et en plus ça fait mal.

4.3.3 Constats et discussion

L'analyse des échanges confirme les observations faites sur les documents et apporte des précisions sur la manière d'effectuer la tâche et de modifier son action.

Dans le groupe expérimental, la tâche apparaît comme un enjeu. Les élèves de ce groupe inscrivent l'action dans un cadre contraint par l'usage et la fonctionnalité de l'objet. Ils cherchent une solution. Dans le groupe traditionnel la tâche a peu d'enjeu. Les élèves ne donnent pas de sens à la tâche. Ils l'effectuent dans le sens de la solution attendu sans vraiment interroger les raisons du choix d'un élément plus qu'un autre. Ceci explique qu'il y a davantage de conflits dans l'effectif expérimental que dans l'effectif traditionnel.

Sur la manière d'identifier l'élément élu ou les éléments possibles deux méthodes se distinguent entre l'échantillon expérimental et l'échantillon ordinaire. Les dyades du groupe expérimental trient par propriétés, par forme, par usage, par action technique. Elles en oublient le matériau et ne le nomment pas pendant l'action. Les dyades du groupe ordinaire orientent le tri dans le sens du modèle et de ce qu'ils ont vu. L'action consiste par exemple à isoler l'échantillon qu'ils ont vu sur le modèle.

Ainsi l'échantillon reconnu sur le modèle n'est pas éliminable. Il est forcément l'élu. Et par extension, comme plusieurs échantillons sont en bois, la logique des grandes familles de matériaux prend le dessus : l'action consiste par exemple à retenir la famille des bois sans discernement des propriétés dues à la mise en forme.

D : Moi j'hésite entre 7 (Rond en bois) et 3 (tige fine bois). Le 7(Rond en bois) il est peut être un petit peu court. Regarde.

V : Les deux, ils ne vont pas pour le moulin.

Pour ces élèves peu importe l'ordre entre ces deux matériaux. Le modèle a un manche en bois carré, du coup, ni l'un ni l'autre de ces deux matériaux ne font l'affaire. Ainsi le bois carré l'emporte. Mais la classe des bois l'emporte sur les plastiques...etc.

Le caractère contingent du cahier des charges dans le dispositif expérimental agit sur la réalisation de la tâche ou sur la définition de la tâche qu'ils se donnent. Ces élèves s'appliquent à respecter le cahier des charges qu'ils se sont fixés. Ils font appel à des contraintes techniques de mise en forme des éléments du moulinet de foire et de leur assemblage fonctionnel. Ces élèves ont des arguments pour décider, convaincre ou orienter leur action dans le sens du projet à produire.

4.4 PRINCIPAUX APPORTS

Cette étude montre que les élèves qui ont abordé le projet de production dans une organisation faisant place à la modélisation d'artefacts, aux essais sur maquettage, à l'observation et l'identification de problèmes fonctionnels et techniques, au débat et à la validation de solutions, placent l'action de tri des matériaux dans une problématique d'intégration de contraintes fonctionnelles, techniques et de faisabilité. Ceci qui n'est pas le cas des élèves qui ont abordé le projet de production dans une organisation faisant place à l'observation du fonctionnement d'un modèle, l'identification et l'observation par démontage remontage des éléments de l'objet et de l'assemblage fonctionnel de ces éléments entre eux. La sélection pour les premiers, s'inscrit dans une démarche qui cherche à comprendre les rapports entre les niveaux d'intégration de l'objet. Les matériaux sélectionnés, la mobilisation de savoirs, les méthodes de différenciation et les arguments pour trier participent à la qualité du travail de tri, opérée par ces élèves. La sélection pour les seconds s'inscrit dans une démarche qui traite des questions de fonctionnalité, de structure et de mise en forme sans mise en relation avec l'objet à concevoir et les problèmes que cela pose.

Le professeur, tout en organisant les tâches, doit prendre conscience des spécificités épistémologiques qui fondent l'objet. Ces dernières fixent le cadre des activités de production dans une dynamique conceptuelle, non linéaire et instrumentée.

Cette étude a été valorisée en 2006, dans la revue ASTER N° 41 (139-158) sous le titre « Organiser les activités de production à l'école primaire – Sélectionner des matériaux avec des élèves de 6 ans » (Chatoney, 2006a).

4.5 TRAITEMENT DE L'ACTIVITE DANS LE PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT APPRENTISSAGE

Quatre points essentiels sont à souligner dans mes recherches :

Le premier a trait au savoir. Il est possible d'identifier des savoirs technologiques dans un domaine cible supposé enseignable à l'école primaire.

Le second concerne les situations d'enseignement. Les progrès engendrés par les élèves placés dans la situation expérimentale indiquent qu'il est possible de construire des situations d'enseignement viables à l'école primaire par un processus de transposition qui ne dénature pas ces savoirs, tout en les rendant « manipulables » par les élèves. De plus, ces savoirs restent identifiables et reconnus par le savoir « savant ».

Le troisième point porte sur les enseignants de l'école primaire et la formation professionnelle. Les résultats montrent qu'il est possible à des enseignants du primaire polyvalents et souvent non spécialistes en sciences et technologie de mettre en œuvre des dispositifs didactiques dans des classes « ordinaires », tant du point de vue des effectifs, du niveau que du matériel. De fait la généralisation est envisageable.

Le quatrième point concerne les élèves et va dans le sens des points précédents. Les élèves conceptualisent, ils apprennent.

La question du traitement de l'activité dans le processus d'enseignement - apprentissage se pose en recherche. Le chercheur-didacticien l'inscrit dans une perspective d'acquisition de savoirs évaluables socialement, situés dans un contexte régi par des règles scolaires. Il s'agit de faire le lien entre des objets d'enseignement prescrits, l'enseignant chargé de sa transposition et l'apprentissage des élèves. Nous voyons dans ce cadre collaborer deux dimensions apparemment exclusives : celle relative à l'apprentissage et celle qui a trait au savoir. L'activité, considérée du point de vue de l'ergonomie, comme une interface placée à côté et non pas dans l'individu, permet de faire le lien entre ces deux dimensions.

Ainsi, la théorie de l'activité fournit un cadre d'étude de l'activité scolaire. Elle le fait en articulant les niveaux individuels et sociaux (interaction). Dans le registre didactique, l'activité développée par les différentes personnes qui interagissent pour apprendre, permet d'analyser les situations scolaires au niveau micro ce que le seul didactique seul ne permet pas faire puisqu'il reste au niveau des situations.

Différentes approches indiquent que les artefacts et les outils sémiotiques jouent un rôle d'autant plus important qu'ils sont naturellement signifiants. La relation aux signes, véhiculés socialement et culturellement, dote l'activité d'enseignement d'instruments et d'outils (Vérillon, 2000). Mais l'instrumentation ne se réduit pas au produit. En effet d'autres instrumentations, comme le langage, préexistent au sujet. Elles permettent la mobilisation de schémas de pensée antérieurs et participent à l'élaboration de nouveaux schémas. Ainsi les artefacts en fonction des origines du processus (par la mobilisation des fonctions, l'inscription de ses fonctions dans la structure) et en fonction de l'intention (but à atteindre) instrumentent l'activité (Rabardel, 1995). Par ailleurs, la conduite de dispositifs instrumentaux permet de donner du sens à l'activité intentionnelle d'apprentissage par la mise en adéquation situation-instrument-action (Vygotski, 1978, 1985). Pour Vygotski, le langage est également producteur d'instrumentation symbolique.

La tâche, dans notre cadre technologique, est finalisée par un produit. Elle mobilise des problématiques d'usage, de conception et de production, autant de problèmes qu'il faut comprendre et articuler. La continuité sémantique entre ces trois domaines d'activité est garantie par la genèse instrumentale du produit en question (Rabardel, 1995).

La conception dynamique du savoir à partager socialement place le didacticien en marge des approches de la cognition. Le didacticien est centré sur le processus transmission - appropriation. Pour ce faire, il manipule certaines formes du savoir et place l'activité dans la relation de trois pôles (le professeur, l'élève, le savoir.). Chaque pôle existe indépendamment des deux autres et c'est la situation qui crée les interrelations. Négliger une de ces trois composantes modifie le système didactique dans sa totalité. Le système est soumis à des flux de contraintes liés aux prescriptions de contenus, à l'institution, aux rapports aux savoirs des enseignants, à celui des élèves, à l'évaluation sociétale, au temps, aux gestes...

L'analyse didactique est centrée sur l'acquisition du concept de matériau. Nous aurions tout aussi bien pu prendre d'autres concepts comme l'énergie, l'assemblage, le transport ou autres.

Dans notre cas, là où la prescription ne considère qu'une notion (les matériaux), la présentation à des fins didactiques est amenée à distinguer : nom commun et nom scientifique, propriété intrinsèque et propriétés de forme, forme d'origine, forme fonctionnelle et forme commerciale, manufacture... autant de savoirs qui vont permettre la conceptualisation (Chatoney, 2005, 2006b). L'activité doit permettre une reconstruction du concept et son appropriation par l'élève, un va et vient entre le général et le particulier. Dans ce parcours, la reconstruction dévolue à l'élève est incertaine (Chatoney, 2001 ; Andreucci,

& Chatoney, 2006 ; Andreucci, & Chatoney, 2009). Elle est tributaire de plusieurs facteurs. Parmi ces facteurs, notons : les connaissances de l'élève, ses compétences, sa biographie, toute une série d'aspects liés au milieu, aux habitudes, aux rituels et aux individus, mais aussi aux connaissances, au rapport au savoir et l'épistémologie des maîtres (Chatoney, 2000b).

Ces éclairages confirment des facteurs d'aide à l'appropriation, notamment le pilotage des apprentissages, la négociation avec les apprenants, la médiation par des artefacts et un contrôle des enseignants.

Pour conclure cette première partie de l'HDR, mes recherches sur les conditions de l'étude montre une possibilité d'introduire dans l'activité de production d'artefacts de réelles connaissances scientifiques et technologiques. C'est un moyen de positionner l'éducation technologique dans un rapport de collaboration et non plus de dépendance aux sciences. L'articulation de trois niveaux d'étude d'un objet technique : le niveau fonctionnel, le niveau structurel et celui de la forme des éléments, donne accès au savoir et à la conceptualisation d'élèves petits (de six ans). Ces trois niveaux, fonctionnent comme des petites références temporaires. Ils instrumentent l'activité d'enseignement/apprentissage et donne du sens à la conception-production-utilisation d'artefact. Ils précisent également le corpus de technologie si peu lisible pour les usagers et ainsi instrumentent les maîtres. Par ailleurs l'artefact dans ce cadre est à la fois finalité matérielle et instrument de médiation des savoirs. Il occupe pour ces raisons une place singulière dans le processus d'enseignement apprentissage et participe au processus d'instrumentation décrit par Rabardel. Les travaux conduits par la suite s'organisent en trois catégories :

- études curriculaires et de la formation des enseignants ;
- étude de l'activité en classe ;
- étude des phénomènes liés au genre ;

SECONDE PARTIE

**« COMMENT L'ANALYSE DE L'ACTIVITE EN
CLASSE CHANGE ET COMPLETE
LE REGARD DIDACTIQUE ? »**

5 ORGANISATIONS CURRICULAIRES ET FORMATION DES ENSEIGNANTS

Ce chapitre présente une synthèse de résultats de recherche publiés entre 1999 et 2012 sur la formation des enseignants d'éducation technologique en regard des organisations curriculaires propre à différents pays.

Nos travaux sur cette thématique s'inscrivent essentiellement dans des projets de recherche nationaux, européens ou internationaux avec des coopérations scientifiques multiples en réponses à des appels d'offres et à projets (Unesco, Alfa, Erasmus, ...) sous la responsabilité de J. Ginestié. La question de la professionnalité à laquelle il convient de former les enseignants d'éducation technologique en regard des organisations curriculaires est commune à plusieurs laboratoires. Elle réunit des universités européennes (Université de Birmingham, Angleterre ; Université technologique de Brunswick, Allemagne ; Université de Jyväskylä, Finlande ; Université de Delft, Pays-Bas ; Université de Tel-Aviv, Israël...) et fonctionne dans des réseaux de recherche, tel que PATT (Pupils Attitude Towards Technology) ; RIUFICEET (Réseau Inter Universitaire pour la Formation Initiale et Continue des Enseignants en Éducation Technologique) avec l'Amérique latine; RAIFEET (Réseau Africain International sur la Formation, l'Éducation et l'Enseignement Technique) avec l'Afrique ; SIEST (Séminaire Inter-Laboratoires sur l'Éducation scientifique et technologique) avec les pays du pourtour méditerranéen, ou d'équipes réunies à l'occasion d'un projet européen : UPDATE (Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education) exclusivement européen.

Ce type de réseaux suppose toujours, dans un premier temps, de contextualiser chacune des institutions partenaires dans son environnement scolaire et universitaire. Comme toute profession, le métier d'enseignant s'inscrit dans un contexte politique, social, culturel qui conditionne bien évidemment les organisations scolaires et curriculaires dans et avec lesquelles l'enseignant va exercer. Ainsi, un travail préalable de contextualisation, permet d'entendre les communautés et d'apprécier les distinctions. Vient en toute première ligne : la description des curriculums prescrits et ou effectifs. Ce genre d'exercice s'inscrit dans la continuité des études curriculaires et de la transposition dans l'enseignement des sciences et de la technologie à l'école primaire, réalisées dans mes tout premiers travaux. L'étude des curricula étendue sur l'ensemble du cursus scolaire (collège, lycée et du supérieur) dévoile la logique de construction progressive des savoirs et des disciplines scolaires qui prend alors tout son sens. Ainsi sur une période donnée, mes contributions révèlent la construction des disciplines de la maternelle au lycée, les collaborations entre plusieurs disciplines, les enjeux politiques, les enjeux de savoirs et leurs progressivité dans le temps du cursus scolaire (Chatoney, 1998a, 1999c). Sur plusieurs périodes, c'est un moyen de révéler l'évolution

progressive des choix politiques et des méthodes pédagogiques en vigueur. On y voit les abandons et les introductions de disciplines et des savoirs associés à ces disciplines. On y voit également comment les disciplines (dans notre cas scientifiques) collaborent à l'élaboration d'un même concept, on y voit la variabilité des contours disciplinaires et la pérennité ou obsolescence de certains savoirs comme le montre l'étude des transpositions du concept de matériaux à l'école primaire de Jule Ferry aux années 2000 (Chatoney, 2006b).

5.1 PROJETS DE RECHERCHES EUROPEENS OU INTERNATIONAUX : CARACTERISTIQUES ET POINTS COMMUNS

Les projets de recherche auxquels j'ai contribué ont la particularité d'être tous centrés sur la question de l'éducation technologique pour tous, c'est-à-dire qui s'adresse à tous les élèves d'une même classe d'âge (jusqu'au collège, contrairement à ce qui se passe ensuite à partir du lycée avec le choix d'enseignements optionnels). Ces projets posent tous la question du droit à l'accès aux savoirs de tous les élèves scolarisés (éducation sans distinction de genre, de classe sociale, de moyens....). Dans chacun d'eux il s'agit de structurer l'éducation technologique (dans les pays à fort besoin de développement social et technologique et dans lesquels elle prend des formes très disparates) ou de la restructurer (comme c'est le cas en UE dans le but d'augmenter le nombre de diplômé « filles » pour rééquilibrer les deux sexes dans les écoles d'ingénieurs et le métier d'ingénieur). Dans tous ces projets, les traces institutionnelles (textes législatifs, curriculums prescrits) et les traces de l'activité d'enseignement et de formation (curriculums réalisés : modules de formation, dispositifs d'enseignement pour la classe...) servent de données. Ainsi, le programme de recherche RIUFICEET - Alfa (2003-2005) a visé à structurer la formation des enseignants d'éducation technologique Europe-Amérique latine et à développer par la recherche des organisations de formation des enseignants. Il a réuni quatre universités européennes (Aix-Marseille – IUFM- France ; Braunschweig- Allemagne ; Birmingham- Royaume Uni ; Héraklion- Grèce) et six universités d'Amérique latine (Joinville- Brésil ; Copiapó- Chili ; Concepción –Chili ; Santiago-Chili ; Lima-Pérou et San Salvador- El Salvador). Le programme européen UPDATE (2006-2009) a cherché à étudier comment l'éducation technologique participe au mouvement de désaffection par les filles des filières scientifiques et du métier d'ingénieur pour y remédier par de nouvelles méthodes pédagogiques, de nouveaux moyens, de nouvelles organisations plus attractives. Il a réuni 18 universités européennes représentant 11 pays (Finlande, Angleterre, France, Roumanie, Estonie, Allemagne, Espagne, Slovaquie, Autriche, Portugal et Grèce). Le RAIFEET s'inscrit dans la suite du RIUFICEET. Il a eu un double objectif : viser à structurer la formation des enseignants Africains en technologie et promouvoir la recherche Africaine dans ce domaine en l'accompagnant. Pour ces raisons un

des travaux les plus importants du réseau consiste à faire vivre la recherche dans le cadre de séminaires de recherche organisés par les africains pour les africains. Le RAIFFET regroupe de nombreux pays comme, l'Algérie, le Burkina Faso, le Burundi, le Cameroun, le Centrafrique, les Comores, le Congo, la Côte d'Ivoire, le Gabon, la Guinée, Madagascar, le Mali, le Maroc, la Mauritanie, le Sénégal, le Tchad, la Tunisie, le Togo, la RDC et tout récemment le Zimbabwe, la Namibie, le Lesotho ainsi que l'IUFM d'Aix-Marseille Université et l'université d'Aquitaine. SIEST (Séminaire Inter-laboratoires sur l'Enseignement des Sciences et Technologies), comme le RAIFEET, vise à structurer la formation des enseignants des pays méditerranéens en science et technologie et à promouvoir la recherche dans ce domaine en l'accompagnant notamment par un système d'aide et de collaboration à destination des jeunes chercheurs et doctorants. SIEST organise des séminaires annuels. Les pays partenaires impliqués dans ce réseau sont la Tunisie, le Maroc, l'Algérie, la Grèce, le Liban, La France.

5.1.1 Eléments de problématique communs aux recherches développées dans ces réseaux

5.1.1.1 Une éducation technologique pour tous

Depuis plus de vingt ans, de nombreux pays mettent en place des curricula d'éducation technologique pour tous, conformément aux recommandations de l'UNESCO. Comme toute éducation, l'éducation technologique s'inscrit dans la perspective d'éduquer les enfants pour qu'ils deviennent des citoyens (Benson, De Vries, Ginestié, et al., 2001). Cette éducation technologique ne procède pas de créations ex-nihilo mais bien sûr à partir d'héritages de différentes formes d'enseignement telles que les travaux manuels, les techniques professionnelles, les éducations domestiques ou encore les applications des sciences. Les évolutions culturelles, sociales et politiques conduisent à confier à l'école de plus en plus de responsabilités en matière d'éducation. Les missions de l'école s'élargissent ainsi à un nouveau champ de savoirs qui concernent notre rapport aux techniques, au mode d'existence des artefacts et aux organisations sociales qui les produisent que ce soit dans un but d'éducation générale ou dans celui de former des professionnels.

Le développement d'une éducation technologique pour tous est essentiel pour tenter d'apporter des réponses à cette désaffection d'orientation vers les voies scientifiques ou technologique. Il l'est également, pour inscrire la culture technologique comme une des composantes incontournables de la culture générale (Deforge, 1970 ; Ginestié, 1998, 2001a, 2005a ; Simondon, 1989). Dans cette perspective, il s'agit, complémentairement à l'éducation scientifique, de permettre à des élèves de comprendre le monde des objets et des systèmes techniques dans lequel ils évoluent, d'en comprendre l'existence et d'entendre

les organisations sociales par et pour lesquelles ces objets et ces systèmes existent. Cette démarche est à la fois globale (comprendre l'évolution du monde d'un point de vue de nos rapports au progrès technique) et locale (comprendre comment tel produit a été conçu, fabriqué, comment il peut être utilisé, ou comment telle entreprise est organisée pour le produire (Ginestié, 2001c, 2002).

Cette évolution est souvent présentée de manière positive, comme une réconciliation entre le geste et la pensée, entre l'outil et le symbole. La modernité devient une référence incontournable dans cette perspective positiviste. Elle est ancrée dans un processus de continuité historique et les changements évoqués ne sont que des réajustements conjoncturels du système éducatif (Amigues, Ginestié, Johsua, 1995). On peut noter par exemple que pratiquement tous les curricula contemporains commencent par quelque chose du style « vivre dans une société hautement technologique... ». La fédération autour de l'appellation d'éducation technologique cache des formes et des organisations très différentes d'un pays à l'autre (même au sein de l'Europe) et nous sommes encore loin d'une identité disciplinaire forte, indépendante des cultures nationales ou locales comme le sont les sciences par exemple. La massification de l'accès à l'école et l'allongement de la scolarité portent en elle un principe d'égalité, notamment l'égalité des chances. Une des déclinaisons de ce principe considère que l'intégration sociale d'un jeune repose sur son intégration professionnelle et donc sur la possibilité qui lui est offerte d'acquérir une qualification professionnelle reconnue et reconnaissable. La description des différentes formes d'éducation technologique ne peut donc se faire que par des approches comparatives sur les organisations, les activités, les références et les savoirs mis en jeu bien avant d'envisager toute forme de comparaison des performances ou de l'efficacité (Ginestié, 2001).

5.1.1.2 Une formation professionnelle pour chacun

Penser la formation professionnelle, c'est penser le développement d'une société (Ginestié, 2005a). Tous les pays, sous une forme ou sur autre, s'intéressent à cette question et ont mis en place des systèmes de formation professionnelle qui se sont développés et étendus à une très large couverture de l'ensemble des métiers et à tous les niveaux de qualification (Ginestié, 2000a). Le principe social qui consiste à proposer à chaque élève une voie professionnelle à un moment de son cursus scolaire, n'a rien d'évident dans sa mise en œuvre. Il pose directement la question de la gestion des flux d'élèves et se traduit par la mise en place d'infrastructures de formation souvent très lourdes en équipements matériels, en mobilisation de compétences... Il pose également la question de l'adéquation entre, d'une part, la structuration de ces voies professionnelles, exprimées en terme de capacité d'accueil

des établissements offrant ces formations, et, d'autre part, les possibilités d'emplois effectivement disponibles pour telle ou telle qualification dans telle ou telle branche professionnelle. Loin d'être une science exacte, ce genre d'exercice revient à anticiper sur plusieurs années les besoins pour chacune de ces qualifications et à faire fonctionner les structures de formation. Offrir le choix aux élèves apparaît comme une des conditions fondamentales de la mise en œuvre du principe d'égalité des chances même si ce choix reste conditionné par les capacités de l'élève mais également par les capacités d'accueil dans une structure qui lui permettra de concrétiser ce choix. Cette rencontre entre des stratégies individuelles de choix d'élèves, plus ou moins conditionnés et des organisations sociales rend encore plus périlleux les exercices d'anticipation (Ginestié, 2005a). C'est pourtant ordinairement ce que font toutes les institutions de formation lorsqu'elles affichent un parcours de formation, s'appuyant sur un curricula, organisé dans le temps et débouchant sur une qualification (Chatoney & Ginestié, 2010).

L'adéquation entre cette offre de formation et les demandes des jeunes ne fonctionne pas simplement. La désaffection pour les voies scientifiques et technologiques par exemple, est une réalité préoccupante pour de nombreux pays. Cette question prend tout son sens si on la pose en regard des organisations de la formation professionnelle initiale. Les formes d'organisation de la formation professionnelle, de par le monde, sont très diverses car elles relèvent des organisations socioprofessionnelles et des choix politiques. Elles peuvent être prises en charge par les secteurs professionnels, par les entreprises ou par les états. Cette diversité se traduit dans une diversité de curricula de formation, de statut des formateurs et des institutions de formation. En revanche, l'organisation d'une école pour tous procède de la même volonté de transmettre à une même classe d'âge un corpus de savoirs identifiés identiques pour tous ces enfants. Nous allons ainsi retrouver des constantes qui prennent forme dans des curricula établis, d'organisations scolaires plutôt stables avec des enseignants qui composent un corps plus ou moins homogène, tout au moins au niveau d'un État donné. Il y aura des variations inter-états mais des constantes nationales.

5.1.1.3 Lien entre éducation technologique et formation professionnelle

Le lien entre éducation technologique et formation professionnelle ne va pas de soi, selon les pays. La conception de l'éducation technologique dans un pays donné est fortement dépendante de l'environnement économique, social, politique et culturel de ce pays. Toutefois, assez généralement, une des causes de la désaffection des élèves vers les voies scientifiques et technologiques provient de leur méconnaissance de ces mondes. La distance entre, d'une part, les savoirs communs socialement partagés dans la famille ou l'environnement quotidien des enfants et, d'autre part, les savoirs scientifiques et

technologiques reste un facteur déterminant sur la viabilité des systèmes d'orientation. Ces systèmes sont d'autant plus fragiles que cette distance est grande. Ainsi, des élèves, issus d'un milieu socioculturel très éloigné des organisations de savoirs scientifiques et technologiques, ne choisissent pas spontanément une orientation vers des filières scientifiques ou technologiques. Or, pour de nombreux pays, les enseignements technologiques ont largement à voir avec la proximité domestique de l'environnement familial des élèves. Les objets sont pris dans l'espace domestique avec les distances d'usage que ce domestique induit. Si le magnétoscope, le micro-ordinateur, la voiture, sont des objets de proximité pour les enfants des milieux socialement aisés, cette notion de proximité renvoie souvent à la bicyclette, la pompe à eau, la charrue, le moulin pour d'autres enfants dans d'autres milieux sociaux. Cette distinction sur la nature des objets induit une distinction forte sur la nature des activités (Andreucci, Ginestié, 2002).

Pour les premiers, les activités relèvent soit de l'utilisation de ces objets (éduquer les enfants pour en faire des utilisateurs avertis), soit de la production industrielle de ces objets (comprendre les mécanismes des modes d'existence des objets). Les élèves doivent plus comprendre que savoir-faire. Pour les seconds, l'activité se réfère aux artisanats locaux avec une connotation forte visant l'intégration sociale directe des élèves dans le tissu économique local. Dans cette perspective, la compréhension est minorée au bénéfice du savoir-faire empruntés aux métiers environnants. Bien sûr, les choses ne sont pas aussi tranchées, chaque école va avoir à cœur d'élever le niveau de référence de ses enfants et donc de gommer ces différences qui pourraient apparaître entre milieux sociaux ou entre pays. On le voit, il y a oscillation entre des références aux pratiques socioprofessionnelles de l'environnement des élèves ou aux objets qu'ils peuvent manipuler dans un milieu socioculturel donné. En tout état de cause, les différentes formes que revêtent ces enseignements accréditent l'idée d'enseignements technologiques au pluriel beaucoup plus que celle d'un enseignement des technologies (Ginestié, Balonzi, Kohowalla, 2005). L'un des enjeux de la mise en place d'une éducation scientifique et technologique dès les premières années de l'école primaire est ainsi de modifier et d'établir les rapports aux savoirs scientifiques et technologiques des élèves (Chatoney, 2005) de tout horizon.

L'accès aux savoirs scientifiques et technologiques relève du double objectif d'accès à la culture scientifique et technique pour tous et de développement des compétences scientifiques et technologiques nécessaires pour accompagner le développement socioéconomique des pays. Sans enseignants de qualité, bien formés, il est difficile d'imaginer une implantation durable, pertinente d'un enseignement technologique qui contribue à une éducation générale de tous (telle qu'elle est préconisée par l'UNESCO depuis 1982).

5.1.2 Méthodologie générique à tous ces projets

La méthodologie de comparaison des systèmes éducatifs repose sur une analyse qualitative des organisations de formation des enseignants des différentes institutions partenaires. Il s'agit d'abord de caractériser les enjeux de ces formations dans leurs contextes sociaux, économiques, culturels, politiques, scolaires et didactiques (Ginestié, 2003, 2006). Cette caractérisation éclaire les organisations curriculaires retenues pour la formation, notamment les contenus et leur planification et permet de dessiner la construction de références pour l'enseignement et donc pour l'enseignant. Le fait de privilégier la référence à des pratiques sociotechniques ne dit pas grand-chose de la manière de faire entrer cette référence dans l'école, pas plus qu'elle nous en dit sur la nature des pratiques qui sont choisies. On n'enseigne pas des pratiques mais des savoirs sur ces pratiques, c'est-à-dire une construction plus ou moins élaborée, plus ou moins formalisée de ce qu'on connaît de ces pratiques (Chatoney, 2005). Ainsi pour être enseignable, une pratique doit décrire comment, par qui et dans quelle condition telle tâche ou tel ensemble de tâches est réalisée. L'élaboration de contenus et la description de modules pour la formation en relation directe avec les résultats de travaux de recherches développés par chacun des partenaires couvre de vastes champs de recherches, qu'il s'agisse de viser l'optimisation de ces pratiques (ce qui relève de l'organisation du travail ou de l'ergonomie) ou la reproductibilité des gestes (formation de nouveaux praticiens ou robotisation) ou encore d'autres objectifs. Une description de module de formation et des contenus associés, permet de décrire les gestes caractéristiques d'une compétence à acquérir en formation professionnelle. C'est certainement dans cette approche que se situe toute la difficulté à définir un enseignement technologique qui contribue à l'éducation générale de tous les enfants. La distance importante, entre une pratique, sa description et sa modélisation à des fins d'enseignement est bien connue des ergonomes. C'est par exemple, ce que montre Lebahar (2004) à propos de pratiques de conception de produits industriels dans différentes entreprises.

5.2 ORGANISATION DE L'EDUCATION TECHNOLOGIQUE ET DEVELOPPEMENT DE LA FORMATION DES ENSEIGNANTS DANS DIFFERENTS PAYS D'AMERIQUE LATINE ET D'EUROPE

La question du développement des organisations de formation initiale et continue des enseignants d'éducation technologique en éducation générale et en formation professionnelle intéresse de nombreux pays. C'est précisément à cette question que le projet RIUFICEET a tenté de répondre. Y a-t-il au-delà des apparences des différences conceptuelles malgré les recommandations de l'UNESCO ? Quelles sont les communautés et les différences en éducation technologique et dans la formation des enseignants ?

5.2.1 Méthode

La méthodologie générique a été présentée ci-dessus. Chaque pays a proposé une première description selon un guide de présentation prédéfini. Les pays ont été invités à analyser le contenu de leur propre programme national d'enseignement (niveau, contenu, savoirs, référence) selon le caractère général du cursus scolaire et la philosophie éducative du pays (âge d'admission des élèves à l'école, durée des études, enseignements obligatoires, enseignements optionnels, mixité). Tous ces renseignements se trouvent dans les textes institutionnels. Mais certains pays n'ont pas de programme national mais des programmes locaux. Ensuite les partenaires au projet ont été invités à analyser le(s) plan(s) de formation des enseignants (niveau universitaire requis pour entrer en formation, niveau de qualification, diplôme, institution en charge de la formation, durée de la formation, objectifs, contenus...). Le recueil de ces informations est très différent d'un pays à l'autre. Certains pays confient la formation à des entreprises, d'autres n'ont pas de plan de formation des enseignants, un diplôme ou une expérience professionnelle suffit. Pour finir chaque participant a été invité à développer un module de formation d'enseignants.

Du fait des grandes disparités de la formation, la comparaison s'est limitée à une description des systèmes éducatifs, de l'enseignement, de la formation des enseignants et du développement de modules de formation représentatifs d'éducation technologique et des spécificités locales.

5.2.2 Résultats

La description, rend compte des systèmes éducatif et de formation de chacun des pays dans leur originalité et leur spécificité, mais également selon le degré de développement des structures d'éducation en général, des structures d'éducation technologique et de formation professionnelle, en particulier. Elle permet à chacun de comparer avec ce qui se fait dans un autre pays. Sur les dix pays engagés dans ce projet, huit (Allemagne, Angleterre, Brésil, Chili, France, Grèce, Pérou et Salvador), ont décrit l'organisation du système éducatif, la place occupée par l'éducation technologique, l'organisation de la formation professionnelle initiale et celle de la formation des enseignants et/ou des formateurs. Les dix institutions partenaires proposent des modules de formation tels qu'ils existent dans les cursus mis en place. Bien évidemment, cette première phase exploratoire ne revêt pas une forme très homogène mais porte toute la richesse des distinctions et des diversités évoquées ci-dessus.

L'étude de l'éducation technologique et de la formation ainsi que le développement de modules de formation en France (Ginestié, J., Brandt-Pomares, P., Chatoney, M., Martinez, Y., & Oliveri, G. 2006) ont été publiés In J. Ginestié (2006), Formation professionnelle des

enseignants, au-delà des apparences, quelles différences ? (77-93) et (141-151). Santiago: Éditions Los Salesianos.

5.3 ORGANISATION DES CURRICULA D'ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE DANS LES PAYS EUROPEENS : APPROCHE COMPARATIVE ET PERSPECTIVES D'ÉVOLUTION DU POINT DE VUE DU GENRE

La relation genre-curriculum au centre du projet européen UPDATE a été éclairée notamment par des exemples des « bonnes pratiques » fournies dans chaque atelier pour chaque niveau et chaque partenaire. Cette contribution collective, tente de faire la synthèse des apports fournis sur la question du rapport entre genre-curriculum et genre-pratiques de classe.

La sous-représentation des filles dans les filières et les métiers scientifiques et technologiques est un phénomène répandu et récurrent. Les nombreuses initiatives et mesures successives ont été opérées pour y remédier. Citons notamment au plan international : le programme phare des Nations Unies en faveur de l'éducation des filles (UNGEI), le programme FEMSA de l'UNESCO et le réseau INWES (International Network of Women Engineers and Scientists). Au niveau européen mentionnons les projets « womeng » (pour « creating culture of success for women engineers ») et le programme « prometea » (empowering women engineers in Industrial and Academic Research) dans le cadre du 5^e et 6^e FP (Framework Programme). En France, plusieurs conventions se sont succédées dans le but de favoriser l'égalité des genres dans le système éducatif :

- la première signée en décembre 1984 entre le ministère des droits de la femme et le ministère de l'éducation nationale proposait des mesures relatives à l'orientation, à la création de trois postes d'étude pluridisciplinaires féministes, et à l'intégration dans la formation initiale des professeurs d'un enseignement sur l'analyse des préjugés liés au sexe (qui apparemment n'a toutefois jamais été réellement mis en place) ;
- la loi d'orientation sur l'éducation de juillet 1989 réaffirme le rôle de l'école dans la promotion de l'égalité des femmes et des hommes ;
- la convention du 25 février 2000 signée entre sept ministères répond aux mêmes objectifs en proposant des actions en matière d'orientation, d'élargissement des choix professionnels, de formation des acteurs, et de création d'outils de promotion de l'égalité ;
- Enfin, cette convention pour l'égalité entre les filles et les garçons dans le système éducatif a été renouvelée en 2006 (BO n°5 du 1^{er} février 2007).

Il existe par ailleurs des prix qui encouragent les filles à s'orienter vers les enseignements scientifiques et techniques comme par exemple, le prix « Irène Joliot-Curie » créé en 2001 et

le prix de la « vocation scientifique et technique des filles » qui existe depuis 1991. Malgré toutes ces mesures, les tentatives de remédiation sont restées largement inefficaces du fait sans doute de l'ancrage socio-culturel et psychologique du phénomène. Il se peut néanmoins que l'école contribue, elle aussi, à sa manière et sournoisement à renforcer ce problème.

Les recommandations susceptibles d'être tirées à partir des constats de la recherche en éducation (Duru-Bellat, 2005 ; Mosconi, 2004) sont restées elles-mêmes largement inefficaces, sans doute du fait de leur haut degré de généralité. En effet il existe peu de travaux susceptibles d'éclairer finement la façon dont, au sein de chaque discipline, les processus d'enseignement apprentissage créent ou renforcent concrètement des mécanismes ségrégatifs en faveur de l'un ou l'autre genre (Chatoney, 2009a ; Chatoney & Andreucci, 2009a; Chevet, 2006 ; Ginestié, 2005b ; Roustan et al, 2002). De nombreuses questions sont pourtant à éclairer. S'agit-il, par exemple, des mêmes processus (mais inversés) qui sont à l'œuvre dans l'enseignement des langues vivantes et dans l'enseignement de la technologie bien qu'il s'agisse d'un côté d'une discipline de prédilection pour les filles et de l'autre pour les garçons ? Plus concrètement encore, de la même façon qu'en technologie il arrive que le professeur invite les filles à se faire aider par les garçons, observe-t-on que les garçons sont au contraire encouragés à recourir à l'assistance des filles en classe de langues? ...

Nous disposons de fait de peu de données relevant des relations : genre-contenus à enseigner, genre-type d'activités, genre-forme d'études, genre-gestes de l'enseignant, genre-configuration scolaire... Quoi qu'il en soit de l'analyse des pratiques réelles au sein des classes, on ne sait déjà pas grand-chose du contenu de ce qui est effectivement enseigné aux différents niveaux. La relation genre-curriculum au centre du projet européen intitulé UPDATE (Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education) est néanmoins éclairée notamment par les exemples des « bonnes pratiques » fournies dans chaque atelier pour chaque niveau et chaque partenaire.

Cette contribution tente de faire la synthèse des apports fournis sur la question du rapport entre genre-curriculum et genre-pratiques de classe. Elle porte ainsi sur deux aspects : une description de l'organisation et des contenus prescrits aux différents niveaux dans les différents pays partenaires et une description de ce qui ressort des éléments les plus significatifs contenus dans les études de cas.

5.3.1 Méthode

Ce travail repose sur l'analyse des curriculums d'Autriche, Estonie, Finlande, France, Allemagne, Roumanie, Slovaquie, Écosse, Espagne.

Chaque pays a proposé une première description selon un guide de présentation prédéfini ce qui a donné lieu à différents compte rendus intermédiaires mis en ligne sur la plateforme de UPDATE. L'analyse des curriculums a également fait l'objet du séminaire commun (Chatoney, 2008 ; Andreucci, Brandt-Pomares, & Chatoney, 2009 ; <http://www.aix-mrs.iufm.fr/>) qui a réuni les différents partenaires à mi-parcours du projet (IUFM Aix en Provence, 2008). La synthèse des différents rapports étaye une partie des faits exposés ci-dessous. Toutefois l'hétérogénéité des différents contextes a limité la possibilité de s'en tenir à une description rigoureusement commune. De fait, il nous a donc semblé nécessaire de réunir d'autres données pour affiner les descriptions disponibles. Un questionnaire a été élaboré à cette fin pour recueillir un certain nombre de données complémentaires pour dresser un panorama de l'état de l'éducation technologique en Europe. Ce sont les résultats de cette enquête complémentaire qui sont présentés ci-dessous.

L'enquête comporte 3 grandes rubriques. La première permet de renseigner plus finement ce qui se passe aux différentes tranches d'âges, notamment en ce qui concerne les caractères optionnel et mixte. Les tranches d'âges concernent la scolarité obligatoire qui dans tous les pays commence à 6-7 ans. Nous n'avons pas retenu les actions éducatives situées en amont de la scolarité obligatoire (« early year school » en Finlande ou l'école maternelle en France). Ceci se justifie d'autant plus qu'à ce niveau quant éducation technologique il y a, les acquisitions visées concernent essentiellement le domaine sensori-moteur et la socialisation.

La seconde rubrique, permet de renseigner les références, les secteurs, d'activités et les modes de production sous-jacents.

Une troisième rubrique, approfondit la question en tentant de spécifier les domaines d'étude ainsi que les supports d'étude privilégiés.

La présentation de ces données est complétée par une analyse des études de cas aux différents niveaux d'enseignement.

5.3.2 Bilan et perspectives

Ces données font preuve de la grande disparité des organisations curriculaires dans les pays européens impliqués dans le projet.

Deux modèles de conception semble se dégager : celui du travail manuel en référence aux situations de la vie domestique, voire aux activités de la sphère artisanale ; l'autre prenant appui sur le modèle industriel. Le premier de ces modèles a d'abord prévalu dans la plupart des pays où il a subsisté plus ou moins longtemps avant d'être remplacé par le modèle industriel. Ainsi, en France le modèle actuel n'a été mis en place qu'en 1985. Son

implantation a d'ailleurs justifié un plan de reconversion d'une année complète de tous les enseignants afin de les former à une nouvelle discipline. En effet, l'enseignement à proprement parler de la technologie imposait une rupture avec les pratiques antérieures des travaux manuels. Cette évolution des références a en outre entraîné une masculinisation du corps professoral, preuve s'il en fallait que le curriculum convient mieux à un genre qu'à l'autre !

Une plus grande homogénéité entre les pays européens partenaires du projet UPDATE se dessine au niveau de l'enseignement préélémentaire et au lycée. Pour les élèves les plus jeunes, la tendance généralement partagée est d'encourager l'enseignement de la technologie, en laissant néanmoins aux enseignants la possibilité de le mettre en œuvre ou pas et selon des modalités laissées à leur initiative. Pour les élèves du lycée, la tendance va dans le sens d'un enseignement optionnel. Les élèves ont à choisir un parcours qui inclut ou non de la technologie. Autrement dit, à un âge où le choix des options est malheureusement déterminant quant à l'orientation ultérieure vers des filières spécialisées, rien n'est fait pour compenser la tendance qui conduit les filles à se détourner des options jugées les plus représentatives de la technologie industrielle (mécanique appliquée, électrotechnique, informatique...). Les secteurs d'activité professionnelle auxquels la technologie réfère demeurent de fait peu féminins alors que le monde de la production ne manque pas de secteurs d'activité où les femmes sont plus nombreuses que les hommes (industrie textile, agro-alimentaire, industrie pharmaceutique par exemple).

Quelles mesures permettraient de faire avancer les choses du point de vue du genre ?

- Une meilleure prise en compte dans les curriculums de domaines plus attractifs pour les filles qui savent bien que certains secteurs d'emploi leur sont fermés ;
- Un rééquilibrage des secteurs d'activité auxquels font référence les enseignements. Les secteurs féminins et les secteurs masculins devraient être représentés de la même façon ;
- Une revalorisation du caractère intellectuel des secteurs industriels dans lesquelles les femmes sont en majorité (par exemple : textile, habillement....) ;
- L'égalité des qualifications professionnelles ;
- L'information sur les métiers et un accompagnement aux choix d'orientation, dans le cadre scolaire plus que dans des organismes périscolaires ;
- Une meilleure formation des enseignants à la question du genre ;
- L'abandon de l'image restrictive et machiste de la technologie ;

- Une plus forte participation des femmes aux commissions chargées de définir les curriculums d'éducation technologique ;

Tous ces aspects dépassent donc largement les solutions que les didacticiens seraient en mesure de suggérer et de promouvoir. L'étude comparative des curricula d'éducation technologique dans les pays européens du point de vue du genre (Andreucci, Brandt-Pomares, Chatoney, & Ginestié, (2010) complète le travail d'identification des freins à l'orientation dans les parcours technologiques (Andreucci, Armand, Brandt-Pomares, & Chatoney, 2008b) ainsi que le travail d'identification des obstacles potentiels à l'égard des filles dans programmes d'enseignement de la technologie en France (Andreucci, Armand, Chatoney, 2008a). Elle fait l'objet d'une présentation dans le cadre du séminaire d'UPDATE de Madrid en 1999 et a été publiée dans la revue science, mathematics and ICT education en 2010.

5.4 UN CADRE CONCEPTUEL POUR DEVELOPPER L'EDUCATION TECHNOLOGIQUE DANS LA PETITE ENFANCE ET L'AMELIORER DU POINT DE VUE DU GENRE

Les études curriculaires au centre du projet européen UPDATE ont mis à l'ordre du jour certaines questions clé. La question de l'âge auquel il convient de commencer l'éducation technologique est d'autant plus pertinente qu'il s'agit d'une éducation pour tous. Le rôle de l'éducation préscolaire dans la construction et le développement de chaque individu constitue un enjeu majeur des sociétés contemporaines (Eurydice, 2009). L'éducation technologique constitue un moyen d'apprendre aux élèves à appréhender le monde technologique, pour les préparer à l'autonomie, la communication avec les autres et la maîtrise de l'environnement quand ils seront adultes (Deforge, 1970 ; Simondon, 1989). Le but de cette étude était d'identifier les prémices d'une éducation technologique dans la petite enfance dans six pays impliqués dans le projet UPDATE et de proposer un cadre conceptuel pour l'éducation de technologie dans la CEE qui vise à améliorer l'éducation de technologie et à réduire l'incidence des phénomènes liés au genre dès le plus jeune âge. Du point de vue de l'apprentissage, le jeu est un moyen efficace pour apprendre. Est-il pour autant un moyen d'éducation technologique ?

5.4.1 Méthode

La comparaison des curricula et des méthodes qu'ont choisies les pays européens pour initier à l'éducation technologique dès le plus jeune âge rend compte des diversités des approches en Europe. Les questions ouvertes par la comparaison sont explorées au travers des théories de l'apprentissage et du genre pour permettre de définir un cadre conceptuel adapté à la petite enfance.

Six institutions engagées dans le projet UPDATE (Autriche, Estonie, Finlande, France, Allemagne, Écosse) ont été invitées à analyser le contenu de leur propre programme national selon les caractéristiques du niveau scolaire enseigné (ici les prés scolaires), la philosophie éducative – notamment les questions d'égalité des sexes – et les contenus d'éducation de technologie. La plupart de ces informations se trouvent dans les textes institutionnels ou dans les documents pédagogiques. L'âge d'admission à l'enseignement primaire obligatoire varie entre les pays participants de 5 ans (UK) et 7 ans (Estonie et Finlande). L'accès à un enseignement non obligatoire varie de 2 ans à 6/7 ans selon les pays. Par conséquent, l'analyse s'est limitée principalement à l'éducation des 3-6/7 ans. Les renseignements ont été recueillis dans les programmes institutionnels concernant cette tranche d'âge. L'Autriche a un programme qui commence à partir de 5 ans. Pour l'Allemagne, nous nous sommes appuyés sur les programmes de cinq états fédéraux qui commencent tous à 6 et 7 ans. L'analyse comparative des curriculums européens se fonde sur les analyses préliminaires des programmes de chacun des pays impliqués.

5.4.2 Résultats et perspectives

L'analyse des documents institutionnels et des programmes s'inscrit dans une conception postmoderne de l'éducation et développe l'idée qu'il faut plutôt donner les grandes lignes directrices et laisser la liberté de choix aux enseignants et aux éducateurs. Pour cette raison les programmes ne donnent pas de directives précises quant à la mise en œuvre d'activités technologiques. Il y a ni contenus, ni thématiques, ni objets à étudier. Les choix pédagogiques et d'apprentissage incombent aux éducateurs. Ceci leur donne une grande indépendance mais les charge en termes de responsabilité. Cette liberté impose de former les éducateurs. En matière d'éducation de technologie, les éducateurs de la petite enfance semblent avoir besoin de formation pour inclure consciemment dans leur pédagogie cet enseignement (Alamäki, 1999). Les grandes lignes de l'enseignement de la technologie dans les programmes actuels, demeurent le plus souvent implicites et très généraux. Le morcellement de certains de programmes est tel qu'il ne permet pas d'avoir une vision d'ensemble et de fait, impacte leur portée. La référence à une éducation technologique y est rarement mentionnée. Cette référence permet aux institutions de formation et aux producteurs de matériels pédagogiques de s'emparer de cette question et ainsi de développer sur le plan conceptuel et pédagogique cet enseignement (acculturation) dès la petite enfance.

Plusieurs entrées en matière sont envisageables comme par exemple le « spectacle technologique » (Hårdemark, 1989). L'entrée en matière permet de diriger l'attention des enfants sur des questions technologiques. L'activité doit être conduite sans distinction de

genre. L'éducateur ne doit jamais faire référence à des activités plutôt masculines ou plutôt féminines de sorte à valoriser l'image des femmes dans ce domaine. Deux conditions permettent l'apprentissage en petite enfance : l'aspect ludique car il retient l'attention des enfants et le sens à donner à l'activité (ici le jeu), condition indispensable à tout apprentissage.

5.5 CONCLUSION SUR LES COMPARAISONS CURRICULAIRES ET DES PLANS DE FORMATION

Malgré les résultats plutôt satisfaisants, les comparaisons curriculaires et des plans de formation s'avèrent être un exercice délicat. Elles posent des problèmes méthodologiques importants notamment en ce qui concerne la collecte des données. Une grille ou un cadre accompagné d'instruction est dans tous les cas le moyen de collecter les données. Dans toutes ces études, certains partenaires ne peuvent pas répondre à tous les champs. Pourtant les chercheurs impliqués dans ces programmes internationaux prennent soin de s'assurer que la grille, le cadre et les instructions s'adaptent à toutes les configurations en les soumettant à chaque partenaire avant de la généraliser. Cette précaution permet de faire évoluer ces grilles, sans pour autant régler complètement le problème. De fait, les analyses préliminaires manquent d'homogénéité pour être exploitées telles quelles. Le recours à des données complémentaires et/ou théoriques apparaissent comme des solutions et permettent de compenser.

D'autres travaux ont été développés sur la formation et ne sont pas présentés du fait du choix de sélectionner dans ce chapitre des travaux relevant d'une même problématique. Il en va ainsi de la question de la structuration des cycles universitaires dans le cadre du LMD et des incidences sur la formation des enseignants (Chatoney & Ginestié, 2007) ou de la construction des compétences professionnelles des enseignants en formation en alternance (Chatoney, 2008b).

6 L'ACTIVITE EN CLASSE

Mes travaux de recherche entre 2004 et 2013 se sont organisés autour de l'étude des concepts d'interactions didactiques, de dévolution et de genre. Ces travaux ont fait l'objet d'une série de publications (Andreucci & Chatoney, 2004 ; 2006 ; Andreucci, Chatoney, 2009 ; Chatoney, 2005 ; Chatoney, 2006 ; Chatoney, 2008a, 2008b ; Turja, Endepohls, Chatoney, 2009 ; Andreucci, Chatoney & Ginestié, 2012 ; Chatoney, Delserieys & Martin, 2013 ; Chatoney & Mencacci, 2013).

Mon intérêt pour les recherches centrées sur le processus d'enseignement/apprentissage qui articule trois points de vue (celui de l'anthropologie des savoirs, de la psychologie du travail et de la didactique), couplé à l'intérêt des éclairages que ce type de recherche apporte à la formation des enseignants m'ont poussé à approfondir certaines questions tout en faisant évoluer les modalités d'analyse.

6.1 L'ANALYSE DES INTERACTIONS DIDACTIQUES

Dans le cadre anthropo-psychologique des interactions élève-savoir-enseignant (Ginestié, 1999, 2008), qui est la nôtre, ce sont les savoirs et l'activité qui servent de filtre à l'analyse des interactions. Ce cadre est entendu ici au sens du processus de construction de connaissances socialement partagées à l'école.

Dans le domaine d'enseignement/apprentissage, le rôle des artefacts est déterminant, qu'on le considère du point de vue de la transposition didactique ou, plus globalement, de celui de la transmission et l'acquisition de connaissances socialement constituées. La question des organisations de savoirs de référence dans les domaines technologiques, mettant en tension savoirs académiques (ou savants) et savoirs experts, est comme nous l'avons vu dans la première partie de l'HDR, particulièrement problématique dès lors qu'il s'agit de les définir pour délimiter ces disciplines scolaires. Les hésitations, tant dans les orientations curriculaires que dans les pratiques pédagogiques des enseignants, en sont les principaux révélateurs. Par ailleurs, la construction de ces savoirs par des élèves s'effectue dans un cadre scolaire assez complexe, notamment dans l'articulation entre connaissances et compétences prescrites. L'analyse de l'activité dans ce domaine consiste à définir chacun des pôles du triangle didactique (savoir, enseignant, élève) et ensuite à analyser les interactions entre ces différents pôles. Les principales unités d'analyse sont :

- l'objet de l'étude (but de la séquence, objet de savoir en jeux, compétences à construire, épistémologie, mise en situation-question de départ) ;
- la succession des tâches (ordre et articulation des tâches, organisation du collectif, consignes) ;

- la tâche (contrat explicite ou implicite, dévolution, règles et conventions explicite ou implicite que (les) sujets s'assignent pour réaliser la tâche, temps, obstacles cognitifs-didactiques-épistémologiques) ;
- l'artefact médiateur qu'il soit matériel ou symbolique (moyens mis à dispositions pour réaliser la tâche) ;
- l'histoire de la communauté classe (objets de savoirs anciens, représentation des élèves, expériences communes, rituels, institutionnalisation, évaluation) ;
- Tensions didactiques (conflits, contradictions, discussions susceptibles de générer un changement des représentations initiales) ;

Ceci constitue un cadre théorique qui permet d'étudier l'activité des acteurs tout en interrogeant la place des savoirs institués. Le sens de l'activité, la tâche, le rôle de l'enseignant, le rôle des artefacts et l'interaction y occupent une place centrale. C'est dans ce cadre que j'ai pu apporter quelques réponses aux questions ouvertes dans mes premiers travaux, comme en particulier la question de l'efficacité et de l'efficience des choix didactiques et instrumentaux des dispositifs conçus et mis en œuvre par les enseignants. J'ai également pu apporter quelques éléments de réponse à une seconde question : celle du sens à donner à l'activité. Cette question est directement liée au choix des tâches, à leur dévolution sans laquelle le savoir ne peut pas être pris en charge par l'élève, au rôle des artefacts médiateurs et support d'activité et à la faisabilité. La manière d'organiser l'étude est à l'appréciation des enseignants. Ces derniers peuvent agir sur la complexité de l'objet à concevoir et faire varier la manière de distribuer le savoir dans la façon d'organiser l'étude.

L'étude, faite dans ce cadre théorique, au cycle 2, avec des élèves de CP (6-7 ans), après une séquence d'enseignement consacrée à l'étude d'un projet de réalisation d'un moulinet de foire pour enfant (Chatoney, 2006a), rend compte de l'efficacité et du sens à donner aux activités en classe. On a pu voir que les élèves qui ont appris à réaliser un objet technique dans le cadre d'une approche par interrelation des niveaux fonctionnel, structurel et technique d'un objet et de leur rapport de dépendance, permet une organisation des tâches plus riche et plus variée que les préparations traditionnelles. Cette étude montre que les élèves qui ont abordé le projet de production dans une organisation faisant place à la modélisation d'artefacts, aux essais sur maquettage, à l'observation et l'identification de problèmes fonctionnels et techniques, au débat et à la validation de solutions, raisonnent : Ils inscrivent leur action dans une problématique d'intégration de contraintes fonctionnelles, techniques et de faisabilité. Ce n'est pas le cas des élèves qui ont abordé le projet dans une organisation faisant place à l'observation du fonctionnement d'un modèle, l'identification et l'observation par démontage-remontage des éléments de l'objet et de l'assemblage fonctionnel de ces éléments entre eux. Pour les premiers, la tâche s'inscrit dans une

démarche de résolution de problème qui cherche à comprendre les rapports entre les niveaux d'intégration de l'objet. Pour les seconds, la tâche traite des questions de fonctionnalité, de structure et de mise en forme sans mise en relation avec les problèmes de conception que cela pose. L'organisation des tâches doit prendre en compte les spécificités épistémologiques qui fondent l'objet, car ce sont elles qui fixent le cadre des activités de production dans une dynamique de sens (conceptuelle, non linéaire mais instrumentée).

L'efficacité est le sens sont liés à la tâche mais aussi à sa dévolution. J'ai constaté dans mes premiers travaux, qu'en situation ordinaire de classe, la dévolution ne fonctionnait pas exactement comme Brousseau l'a décrit dans le cadre de recherche en didactiques des mathématiques (Brousseau 1982, 1997, 1998). La recherche sur la dévolution a été conduite dans le cadre d'un projet INRP dirigé par A. Mercier. Pour essayer d'en comprendre les raisons et voir si le problème de dévolution observé tenait à la discipline ou à des difficultés spécifiques liées à la mise en œuvre réelle de ce type de processus en classe, j'ai été conduite à entreprendre des travaux de recherche plus personnels sur des questions propre à l'éducation technologique. Deux études sur la dévolution ont été conduite en collaboration C. Andreucci (Andreucci, Chatoney, 2002, 2004, 2006).

6.2 LES DIFFICULTES LIEES A LA DEVOLUTION

Le concept de dévolution introduit par Brousseau (1998) est né de l'étude du cas Gaël (Brousseau & Warfield, 2002). Il réfère ainsi au départ à une situation didactique très particulière de soutien individuel et de l'échec lié au refus d'accepter une responsabilité dans « l'acte de décider en situation didactique ». C'est pour cet auteur un moyen didactique de faire entrer l'élève dans un « contrat » où il endosse cette responsabilité tant au plan cognitif que matériel. Le concept de dévolution relève davantage à l'origine d'une situation d'échange dual entre un adulte et l'élève que d'une situation d'enseignement apprentissage réelle. De plus, la plupart de ses mises à l'épreuve ultérieures a toujours été associée à des situations d'ingénierie. Autant dire que ces conditions d'application en situation ordinaire de classe restaient jusqu'ici relativement confuses et non élucidées.

6.2.1 Questions

Quelle forme est-il possible de donner à la dévolution en situation naturelle de classe? Quel lien convient-il de faire entre les deux composantes de la dévolution dont l'une (travail d'ingénierie présidant à la conception des situations et du milieu didactiques) rétroagit nécessairement sur l'autre (expérimentation en classe de ces situations auprès des élèves) ? A quelles difficultés, limites ou maladresses se heurte cette mise en œuvre concrète de la dévolution ?

6.2.2 Contexte de l'observation et méthode

Pour répondre à ces questions, on s'est proposé d'apporter un éclairage à partir de l'analyse fine du contenu des échanges enregistrés lors d'une séquence de technologie en classe de CE I.

Le corpus est constitué à partir d'une séquence de technologie consacrée à l'étude de la fonction « rouler ». Elle s'adresse à des élèves de sept à huit ans. Les données sont vidéo filmées. L'analyse des échanges et des interactions entre professeur-élève-savoir permet de préciser comment fonctionne le principe de dévolution défini par Brousseau. On observe le taux d'échanges verbaux, le pouvoir d'expression des élèves, les réponses offertes aux élèves, l'enjeu cognitif de l'activité, la question de départ, les connaissances préalables des élèves.

La séquence analysée est le résultat d'une observation conduite auprès d'une classe de cours élémentaire 1^{ère} année de l'école primaire française comptant 22 élèves âgés de 7 à 8 ans. Elle comporte trois séances successives de 50 minutes réalisées à une semaine d'intervalle par trois maîtresses distinctes, qui sont en cours de cursus de formation initiale.

Le thème d'étude porte sur la fonction technique « rouler ». C'est un sujet classique, largement abordé à l'école primaire en France dans l'enseignement relatif à l'initiation scientifique et technologique (Andreucci & Chatoney, 2002 ; Merle, 2002). L'étude est abordée au travers d'activités d'élèves d'observation et de fabrication. Cette approche est significative de ce qui se fait en technologie à l'école primaire (Chatoney, 1999, 2003 ; Merle, 2002). Cette séquence présente des caractéristiques d'un intérêt certain pour le chercheur car elles sont centrées sur un objet d'étude très classique (la fonction rouler) et sur un ensemble d'activités représentatives (phases d'observation, réalisations concrètes) dont le genre¹ est typique de ce qui se fait dans la discipline² à ce niveau d'enseignement.

Ces données sont essentielles pour étudier l'activité d'un point de vue didactique et pas seulement d'un point de vue pédagogique. Dans la tradition des recherches psychopédagogique, les chercheurs se soucient peu de l'élaboration de connaissances spécifiques à une discipline donnée. Ce n'est pas le cas des recherches en didactique pour lesquelles le savoir en jeu est un élément décisif quant à la compréhension de l'activité déployée en classe. De fait, l'approche didactique de l'activité du professeur est par essence qualitative au risque d'être associée à l'analyse de corpus isolés et d'études de cas.

¹ Faire ref. à la signification que Clot à la suite de Bakhtine fait de ce terme.

² A ce niveau, on ne parle pas encore de technologie mais de découverte du monde des objets

Le contenu de cette séance a l'avantage de référer à plusieurs travaux. En effet, on trouve dans la littérature des travaux consacrés à la façon dont le thème de la roue et de ce qui roule est abordé en classe avec de jeunes enfants. On peut, par exemple, citer Rogers et Wallace (2000) à propos d'observations conduites auprès d'élèves de petites classes engagés dans des activités de conception et de fabrication, Parkinson (1999) qui consacre une étude au rôle que joue le langage et le lexique spécialisé dans la découverte des mécanismes à l'école primaire ; Merle (2002) dont la recherche porte sur l'analyse des productions réalisées en classe par des élèves de grande section de maternelle à l'occasion de la fabrication de véhicules roulants ou Nonnon (2001) qui analyse une séquence de technologie en grande section de maternelle consacrée à la description en commun d'une bicyclette. On trouve également d'autres publications proposées par des concepteurs de ressources, par exemple celles constituées autour de l'opération «la main à la pâte » ou encore celles du Nuffield Curriculum Centre pour l'école primaire. Ces références, bien qu'en nombre limité, ont l'avantage de pouvoir servir d'éléments de comparaison quant à l'épistémologie des savoirs à l'œuvre et donc de préciser l'enjeu didactique, les invariants pédagogiques ou la spécificité d'une démarche propre à la discipline.

Notre travail sur la dévolution vise à explorer la variabilité épistémique à laquelle donne lieu l'enseignement d'un même objet de savoir dans différents contextes.

6.2.3 Place de la séance dans le dispositif consacré à l'étude de la fonction rouler

Le dispositif est organisé en trois phases. La première séance permet de faire énoncer par les élèves la fonction rouler d'un modèle réduit puis de la modéliser matériellement, concrètement. Deux intentions structurent cette séance : observer la fonction mise en œuvre dans les objets présentés et réaliser cette fonction ainsi observée avec les matériels mis à disposition.

La seconde séance vise à confronter les solutions trouvées par les élèves et à ne retenir que les solutions possibles. Il s'agit pour commencer de tester les systèmes techniques produits par les élèves, puis de les classer selon les solutions techniques trouvées. La troisième séance vise à institutionnaliser la connaissance au travers de la production d'un résumé écrit qui doit retracer les caractéristiques de la fonction et de sa mise en œuvre dans diverses solutions.

De fait, l'étude de la dévolution concerne seulement la première séance.

6.2.4 Analyse descriptive de la 1^o séance

Volume des échanges verbaux et dévolution

On constate tout d'abord que les taux d'interactivité dans les trois séances sont très différents. La première séance comporte 77 tours de parole contre 325 pour la seconde et 138 pour la troisième. On peut relier ceci au fait que la séance est conduite par trois professeurs différents, ce qui reviendrait alors à considérer comme le font Marchive et Sarrazy (2000) et Sarrazy (2001) qu'il s'agit d'un attribut personnel des enseignants qui sont plus ou moins « institutionnalisant » ou « dévoluant ». Mais une autre interprétation conduit à privilégier l'idée que le taux d'interactivité est en fait fonction de la tâche dans lesquelles les élèves sont engagés et donc de la nature des activités qu'ils déploient. En effet, ce n'est pas parce que des élèves ne parlent pas qu'ils ne sont pas actifs. Notamment en classe de technologie, on voit très nettement que les phases de réalisations caractérisent des moments dans lesquels les élèves sont engagés dans des activités hautement réflexives.

De fait, la proportion de prises de parole dans une séance ne serait pas très significative du processus d'apprentissage à l'œuvre. Il n'y aurait pas de relation de cause à effet entre le fait de les laisser s'exprimer et celui de faire en sorte qu'ils assument la responsabilité de l'apprentissage en jeu dans la séance. Bien sûr, cette remarque ne vaut pas dès lors précisément qu'il s'agit d'apprendre à s'exprimer ou à débattre oralement. Ainsi, la conclusion de Sarrazy (2001) qui constate que « *Le volume d'interactions didactiques est très variable d'une classe à l'autre, d'un style à l'autre (...) les classes « dévoluantes » interagissent environ 1,5 fois plus que les classes « institutionnalisantes »* » serait à reconsidérer car toutes les observations conduites concernent des leçons de mathématiques (relatives à des problèmes d'arithmétique sur le thème du jeu de billes).

Ce résultat nous interpelle. En effet, s'il nous avait fallu émettre une hypothèse nous aurions plus volontiers avancé que le volume des échanges devrait varier en sens contraire de l'importance conférée par l'enseignant aux actes de dévolution.

L'auteur précité ne parvient d'ailleurs pas à éviter ce type d'assimilation : « Le contexte dévoluant correspond à ce qu'on pourrait appeler en première approximation une pédagogie active. Ces maîtres pratiquant régulièrement le travail par groupes sans se limiter forcément à cette forme de groupement des élèves ; leur classe est un lieu fortement interactif ». Dans ces conditions, la dévolution serait exclusivement liée au caractère interactif de la séance.

De fait, il est essentiel de définir ce qu'on désigne par « interactions » et s'entendre sur la façon de les objectiver et de comptabiliser. Le simple fait que la part des interventions à caractère strictement pédagogique ait pu s'avérer plus forte dans l'un ou l'autre des contextes pourrait expliquer les différences de volume d'interactions constatées. Rien n'est dit sur une répartition selon leur nature, didactique ou pédagogique. S'équilibre-t-elle de la

même façon dans les différents contextes « dévoluant », « institutionnalisant » et « intermédiaire » étudiés ?

La relation établie entre le caractère dévoluant de l'attitude du professeur et le volume des échanges à caractère didactique réalisés en classe pose un autre problème. Ce qu'on désigne par « *volume des interactions didactiques* » ne renvoie qu'au nombre de tours de parole indépendamment du volume des apports par locuteur. Sarrazy comptabilise un même volume d'interactions aussi bien quand les locuteurs s'expriment par un seul mot que quand ils exposent et argumentent tour à tour un point de vue. Il est clair que dans cette étude, la quantité des interactions didactiques observées ne présume pas de l'investissement cognitif consenti par les élèves dans l'élaboration du savoir en jeu. Plus les apports réalisés par les élèves sont brefs et plus ils courent le risque d'être associés à des questions fermées ou ponctuelles qui ne requièrent pas un gros effort de réflexion. Par ailleurs *rien ne garantit que les élèves qui s'expriment assument la responsabilité de ce qu'ils disent*. Ainsi, pour faire plaisir à l'enseignant, certains élèves répondent non pas avec l'intention de faire progresser l'étude mais simplement parce que cela représente à leurs yeux un moyen montrer qu'ils s'intéressent, participent et coopèrent à l'action du professeur. On peut craindre qu'un haut niveau d'interactivité dans une classe ne masque un très fort taux de sollicitations de l'enseignant qui harcèle les élèves de questions fermées ou de questions devinettes auxquelles il suffit de répondre par un mot ou guère plus.

Dans ce type d'analyse, in vivo de classes, les restrictions imposées par les moyens techniques (caméscope) qui président à l'objectivation de la réalité étudiée, permettent de ne prendre qu'une partie de l'activité des élèves. En effet, tout ce qui n'est pas audible à l'enregistrement échappe à l'analyse : notamment les épisodes de *silence studieux*. S'en trouve généralement exclus le langage intérieur qui par la force des choses ne s'entend pas, mais aussi les discours à voix basse entre élèves qui restent pour l'essentiel non décodables, les échanges qui se superposent et sont pas là, la plupart du temps brouillés, éventuellement (cf. la recherche précitée), les messages dont les auteurs ne sont pas identifiables ne sont pas retenus et bien sûr tout ce qui relève de l'activité gestuelle et scripturale. Dans le corpus que nous nous proposons d'analyser, la disproportion observée dans le degré d'interactivité de chaque séance tient d'abord à la *nature hétérogène des activités* confiées aux élèves. En effet, comme dans la première séance, il s'agit de faire observer un objet par les élèves pour voir comment il fonctionne, puis faire fabriquer aux élèves un artefact qui remplit la même fonction technique. L'essentiel de l'activité s'effectue en silence ou à voix basse entre les élèves qui travaillent par petits groupes. Les seules interactions verbales objectivables portent sur l'introduction de la séance, le lancement de la première activité (tâche d'observation) et l'exploitation de ses résultats. Le reste du cours

(activité de fabrication) à l'exclusion des cinq dernières minutes consacrées au rangement du matériel demeure inexploitable en termes d'interactions verbales puisque les élèves sont engagés dans une activité qui ne requiert pas de verbaliser à haute et intelligible voix pour se faire entendre du reste de la classe. Durant ces phases où les élèves sont censés assumer seuls (ou à quelques-uns un) la responsabilité d'un travail, les interventions de la maîtresse présentent les mêmes caractéristiques. Le fait qu'elle laisse les élèves travailler ne signifie pas qu'elle ne fait rien pendant que les élèves fabriquent un objet. Pendant tout ce temps, elle circule de groupe en groupe pour encourager ou apporter ponctuellement son aide et ses interactions avec les élèves conservent un caractère privé ou quasi privé du fait qu'elles ont lieu à voix basse pour ne pas perturber les autres enfants. La maîtresse juge bon d'interrompre le cours de l'action que lorsqu'elle constate que plusieurs élèves se fourvoient. Elle s'adresse dans ce cas à tout le groupe. La dévolution de ces activités de réalisation technique implique au contraire de la maîtresse qu'elle sache se taire ou ne pas trop en dire afin que les élèves conservent la maîtrise de l'orientation et du contrôle par eux-même de leur activité.

6.2.5 Les composantes de la dévolution en situation de classe ordinaire

La dévolution et le pouvoir d'expression des élèves sont dépendants l'un de l'autre

Dans l'approche anthropo-didactique des phénomènes d'enseignement que proposent Marchive et Sarrazy (2000) cinq catégories d'interactions sont dissociées :

- les interventions spontanées (IS) de l'élève qui sont reprises (IS+)
- les interventions spontanées non reprises par le maître (IS-)
- les demandes de participation de l'élève qui peuvent être satisfaites (D+)
- les demandes de participation de l'élève qui ne peuvent être satisfaites par le maître (D-)
- les injonctions à participer que le maître adresse aux élèves

On peut rapprocher ce système de catégorisation de celui de Flanders (1960, 1970) chargé de mettre en évidence l'influence directe opposée à l'influence indirecte du professeur, de celui d'Amidon et Hunter (1967) (Verbal Interaction Category System) qui envisage le discours de l'élève sous l'angle de l'initiative ou de la réponse ou encore de celui de Bayer (1973) ou de Bellack et al. (1966) qui relie le rôle des échanges à deux types de mouvements, initiateur ou réflexif : le premier regroupe les actes de structuration et de sollicitation et le second les réponses ou les réactions de l'enseignant. Dans les travaux de Marchive et de Sarrazi, ce sont les comportements des élèves qui servent de filtre à

l'analyse des interactions. Les résultats montrent que « *les élèves des classes institutionnalisantes participent significativement plus qu'ils ne le demandent contrairement à ce qu'on peut observer dans les classes dévoluantes ou intermédiaires* » (Sarrazy, 2001, p. 124). Notons qu'il convient d'ajouter que dans cette étude, les deux types de scores (de sollicitation spontanée et de participation effective) des élèves s'avèrent supérieurs à ce qu'ils sont dans les autres types de classes.

Notre propre corpus conduit, à procéder à un certain nombre de constats qualitatifs eu égard à cette question. La séance démarre sur ces paroles (après que la maîtresse a dit bonjour la classe et que les élèves l'ont salué en retour) :

003 M : « *vous écoutez, vous êtes gentils, d'accord et surtout vous ouvrez bien les oreilles.* »

Ici, la maîtresse sollicite l'attention des élèves (*vous écoutez*) tout en leur signalant au passage qu'elle compte sur leur bonne disposition dont elle ne doute pas (*vous êtes gentils* plutôt que *soyez gentils*). Puis elle leur indique la façon dont elle entend qu'ils se comportent s'ils ont des choses à dire :

003 M : « *si vous avez des questions à poser, y a aucun problème, vous levez la main. Donc vous voyez on est quatre maîtresses et on va venir trois fois, trois lundi de suite dans votre classe pour travailler avec vous en technologie. Alors la technologie c'est l'étude des objets qui sont fabriqués par l'homme et nous on va travailler plus précisément avec vous sur les objets qui roulent.* »

A première vue, l'intention pédagogique de ce message paraît tout à fait limpide. Il semble clair, par exemple, qu'un tel énoncé aurait trouvé sans difficulté sa place dans la plupart des systèmes de catégorisation élaborés entre les années 1960 et 1980 où les travaux sur l'observation de classe se sont multipliés. Dans la grille d'analyse des actes pédagogiques proposée par Hughes et al. (1959), ce message aurait ainsi été relié à une « fonction de contrôle » en tant que geste qui « règle et gouverne ». Chez Waimon et Hermanowicz (1965), il serait rentré sous la rubrique « donne des directives ». Chez Bayer & De Landsheere (1970), il aurait été rangé dans la fonction « organisation » et catégorisé en tant qu'énoncé qui « règle la participation des élèves ». Enfin chez Postic (1992), il aurait trouvé sa place dans la classe « donne des directives impératives ou des ordres » ayant pour fonction « d'organiser ».

Ainsi est-il manifeste que l'intérêt majeur (quantification du comportement des enseignants à des fins de comparaison de leur style ou de leur type préférentiel de pédagogie) offert par tous ces systèmes de catégorisation des actes verbaux des professeurs s'est accompagné

d'une limite importante qui consiste à s'en tenir à une signification très grossière ou superficielle du discours adressé aux élèves.

L'approche didactique qui est la nôtre s'efforce d'aller bien au-delà de ce premier niveau d'analyse descriptive du comportement des enseignants en classe. Il s'agit notamment pour nous d'essayer de comprendre les déterminants des stratégies mises en œuvre par les professeurs et d'élucider des effets qu'elles sont susceptibles d'engendrer en termes d'apprentissages. Ceci implique bien évidemment une attention particulière envers le contenu manifeste des propos que tient le maître, envers le registre de langage qu'il utilise, les mots qu'il emploie, la façon dont il s'exprime, etc. Il s'agit en effet de données qui caractérisent en propre sa façon singulière d'intervenir dans un contexte singulier à un moment précis de son itinéraire professionnel, ce qui n'exclut pas pour autant la recherche de raisons sur leur nature institutionnelle ou sociologique qui donnent du sens à ce qui se dit en classe.

Son message interroge par le caractère très local de la règle de conduite fixée (si vous avez des questions à poser...). De fait, la maîtresse semble exclure que les élèves puissent avoir autre chose à exprimer que des questions. Il n'est pas prévu, par exemple, qu'ils pourraient être en mesure d'affirmer des choses, de formuler un point de vue, de donner une explication ou d'argumenter. La maîtresse ne reconnaît pas aux élèves le droit ou la compétence de contribuer à l'élaboration du savoir à construire : premier indice de l'impossibilité dans laquelle cette maîtresse se trouve, en pareille situation³, de faire acte de dévolution réelle ou authentique envers les élèves qui sont face à elle.

Ceci peut s'expliquer par le fait que cette maîtresse « novice » ne risque pas de se laisser déstabiliser par des remarques inattendues, par des interventions qui anticipent trop le déroulement du cours qu'elle a planifié ou qui au contraire risque de la freiner ou la retarder. Comme l'indique la première conclusion de Sarrazy « le professeur n'est pas entièrement maître de sa propre classe » ou l'est d'autant moins qu'il fait une place plus grande à l'expression libre des élèves : « Même si le maître permet, souhaite, voire exige, par conviction pédagogique par exemple, que ses élèves puissent prendre la parole⁴ spontanément, ou qu'ils la sollicitent en levant la main, même s'il peut aussi décider de reprendre ou non une intervention spontanée ou d'interroger un élève qui le demande, il ne peut contrôler les décisions des élèves qui sont à l'initiative de ces prises de paroles ou de ces sollicitations » (op. cit. p. 123). Il peut toutefois, comme le montre ce début de séance, tenter de solliciter des élèves afin de refréner leur spontanéité. Seuls ceux qui ont des

³ Il ne convient pas en effet d'en faire un attribut personnel de cette enseignante ainsi que d'autres auteurs ont eu tendance à le faire en catégorisant certains professeurs de « dévoluants » par rapport à d'autres qualifiés « d'institutionnalisant ».

⁴ Auquel cas on aboutit à une injonction paradoxale : « j'exige que vous soyez spontané »

difficultés à suivre sont autorisés à interrompre l'avancée du cours. Elle précise d'ailleurs « il n'y a aucun problème » ce qui laisse sous-entendre qu'il pourrait, en revanche, y en avoir un pour elle si les élèves se mêlaient de l'interrompre à tout bout de champ.

6.2.5.1 La dévolution n'est possible que si l'activité proposée aux élèves à un enjeu cognitif Il convient, là encore, de faire référence aux données établies par Sarrazy puisqu'il s'agit de la seule étude empirique qui mette en rapport le caractère dévoluant ou non conféré à l'enseignement dispensé et les progrès réalisés par les élèves sur des tâches liées au savoir enseigné. Ces données vont apparemment à l'encontre d'un effet positif du contexte de dévolution. Ce contexte ne générerait pas de meilleurs apprentissages : « contrairement à ce que l'on aurait pu croire quant aux effets cognitifs des interactions verbales, l'analyse bi-variée d'une part, et l'AFCM⁵ d'autre part, ont permis de montrer que ce ne sont ni les élèves, ni les classes les plus interactives qui progressent le plus au posttest » (op. cit. p. 128).

Ce résultat nous semble tout à fait compatible avec l'hypothèse avancée plus haut : si (à durée de séquence égale) les échanges sont d'autant plus nombreux qu'ils sont plus courts, alors plus les interactions sont fréquentes et moins le niveau des opérations cognitives qu'elles engagent a des chances d'être élevé. Mais, c'est de toute façon sur un plan qualificatif qu'il convient d'éclairer cette question.

On va voir que, dans la suite de la séance essentiellement consacrée à une activité de fabrication, tout se passe comme si la dévolution ne pouvait légitimement porter que sur des situations de réflexion par opposition à des situations d'action concrète. Dans cet épisode l'intention de dévolution que la maîtresse formule explicitement porte sur l'activité qui fera l'objet de la séance ultérieure. Dans cet épisode, la maîtresse annonce que la fabrication va être conduite sous son contrôle, alors qu'en réalité les élèves vont en assumer la responsabilité. On assiste donc à un phénomène d'inversion pure et simple entre ce qui est annoncé comme devant être dévolu et ce qui va l'être réellement.

Par ailleurs, le travail d'analyse des deux types de solutions techniques possibles aurait nécessité, pour pouvoir être pris matériellement et cognitivement en charge par les élèves, d'être confrontés à un exemplaire de chacun de ces modèles de solution. Or, en proposant les mêmes matériels de construction à tous les élèves et en les laissant libres de réaliser un objet qui « roule », l'enseignante confie aux élèves l'organisation du milieu didactique qui pourrait être exploité ensuite. Ici, la maîtresse fait dévolution au « groupe classe » du travail d'ingénierie. Ceci sans le lui dire et sans lui en donner les moyens. Ce travail lourd et difficile

⁵ Analyse Fonctionnelle des Comportements Multiples.

consiste à engendrer plusieurs solutions pour les comparer ultérieurement. Autrement dit, la maîtresse mise sur les capacités inventives des élèves. Elle pense que les productions réalisées seront suffisamment diversifiées pour constituer un milieu riche à exploiter. Mais elle n'encourage pas les élèves à trouver des solutions originales, ni à induire une solution. Par exemple, elle ne suggère pas la possibilité de détourner l'utilisation de la paille ou de l'attache parisienne qui permettrait de réaliser un système « axe mobile - roues fixes » plutôt qu'un système « axe fixe – roues mobiles », cette dernière solution étant celle de prédilection des élèves.

6.2.5.2 Le dispositif de réponse est une limite éventuelle à la dévolution

On constate que la maîtresse manifeste pratiquement dans la foulée l'intention de dévoluer une activité aux élèves :

005 M : « *Vous pouvez faire ça : réfléchir ensemble⁶ parce que là c'est vous qui allez essayer de comprendre tout seuls comment l'objet que nous allons fabriquer ensemble va rouler »*

Juste avant elle a précisé aux élèves qu'ils allaient devoir travailler en groupe. Lorsqu'elle leur indique qu'ils vont être chargés de « *comprendre tout seuls* » (ou du moins essayer) cela ne signifie donc pas comprendre *par soi-même et individuellement* puisque au contraire les élèves sont incités à coopérer. *Comprendre tout seul* veut bien dire ici que *la maîtresse entend se mettre en retrait* en laissant aux élèves l'initiative de réfléchir par eux-mêmes, par leurs propres moyens, pour trouver des réponses à la question qui consiste à savoir « *comment l'objet que nous allons fabriquer ensemble va rouler* ».

Le jeu qui associe ici la désignation successive des partenaires impliqués (*ensemble, vous tout seuls, nous ensemble*) aux activités tour à tour évoquées par la maîtresse (*réfléchir, comprendre, fabriquer*) sachant que la dernière qui est nommée va de fait être réalisée en premier fait comprendre aux élèves que c'est bien eux qui agir. Ici il faut mettre en œuvre des solutions techniques, pour ensuite voir dans quelle mesure elles satisfont la fonction technique « rouler ». L'intention de dévoluer aux élèves l'entière responsabilité de la fabrication paraît démentie par l'emploi du « *nous ensemble* ». Or, comme le montre la suite de la séquence, c'est au phénomène inverse que l'on assiste : la maîtresse va laisser chaque élève libre de construire pour son compte son propre objet en choisissant ce qu'il veut utiliser grâce au matériel mis à leur disposition.

⁶ Les mots soulignés sont des termes que la maîtresse met en valeur en élevant la voix

Les matériels identiques limitent les réponses des sujets. Les répercussions du dispositif de réponse sont d'autant plus importantes que la progression de la séquence exploite les résultats de la première séance dans la seconde. De fait, l'analyse des fabrications se confronte au caractère uniforme de la solution technique (Un seul élève a réalisé un système du type « axe mobile – roues fixes ») et au caractère défailant de la plupart des réalisations. La dévolution restreint, dans ce cas, la possibilité de confier aux élèves la tâche de comparer leurs solutions en vue d'en extraire des critères de fonctionnalité.

On a un bel exemple de la façon dont les caractéristiques du dispositif technique proposé aux élèves peuvent affecter les réalisations que les élèves sont en mesure de produire et la suite des événements didactiques imaginés par les professeurs.

6.2.5.3 La formulation du problème a un effet sur sa dévolution

On observe que la première activité confiée aux élèves apparaît très tôt dans la séance : au dixième tour de parole. Jusque-là, le discours de la maîtresse n'a été entrecoupé que par des exclamations spontanées des élèves : notamment des manifestations d'enthousiasme envers les petits jouets qui leur ont été distribués (deux ou trois petites voitures par groupe de quatre ou cinq élèves).

La maîtresse propose aux enfants d'observer ces petites voitures en les chargeant de déterminer « *comment elles roulent* ».

010 M : « *donc ce que je vais vous demander de faire, ce que je vais vous demander de faire dans un premier temps c'est de regarder ces petites voitures. [...⁷], de bien les regarder pour arriver à comprendre comment elles roulent. Ce qui nous intéresse c'est de savoir comment elles roulent* »

Le premier constat porte sur la *question* soumise aux élèves. Il paraît tout à fait possible de répondre « qu'elles roulent droit » « qu'elles roulent pendant une durée limitée » « qu'elles roulent à condition qu'on leur impulse un mouvement », etc. La question du comment est plus ouverte que celle du « pourquoi » ou du « grâce à quoi » ; les objets satisfont à cette fonction technique. Ainsi se repose le problème, de « *savoir si le recours à une question plus large et plus vague que celle qu'il pourrait utiliser répond à une intention délibérée de sa part ou à un autre déterminant* » (Andreucci, 1998), pour celui qui cherche à donner du sens à la conduite du professeur. Ce problème relève-t-il d'un manque de fluidité verbale, d'une sous-estimation de l'importance de la formulation des consignes ou d'une mauvaise appréciation des connaissances antérieures des élèves ?

⁷ Le passage mis entre parenthèse « *Alors pas vous amuser avec pas forcément les faire rouler comme vous avez l'habitude mais ...* » fait l'objet en soi d'une discussion ultérieure relative aux gestes spécifiques à l'enseignement de la technologie.

On a, semble-t-il, suffisamment reproché aux enseignants de recourir principalement à des questions fermées appelant des réponses brèves pour ne pas envisager que l'effet inverse puisse être directement recherché par eux lorsqu'ils posent des questions susceptibles de décodages multiples.

En second lieu, la réponse qu'on peut apporter à cette question dépend largement le type de préoccupation didactique. La question de départ peut être volontairement vague pour faire de l'expression orale un enjeu de travail (C'est ce que montre une étude sur l'eau⁸ ou l'objectif est atteint dès lors que tous les élèves se sont exprimés sur l'eau, y compris ceux qui ne peuvent en parler que sous l'angle de leur rapport empirique : l'eau de la piscine, l'eau du robinet, etc.).

En d'autres termes, soumettre aux élèves un problème ambigu peut constituer une stratégie didactique visant à faire en sorte que tous les élèves puissent s'en emparer et pas seulement ceux qui sont capables de le situer d'emblée sur le bon plan du savoir en jeu légitime. C'est une technique pour faire participer des élèves en décalage « scolaire » avec l'enjeu de savoir.

6.2.5.4 La dévolution et la spécificité disciplinaire sont intimement liées

Dans notre cas, l'ambiguïté sur la nature du référent à considérer⁹ subsiste alors même que la discipline concernée (la technologie) a été clairement indiquée au départ aux élèves :

003 M : « [...vous levez la main]. Donc vous voyez on est quatre maîtresses et on va venir trois fois, trois lundi de suite dans votre classe pour travailler avec vous en technologie. Alors, la technologie c'est l'étude des objets qui sont fabriqués par l'homme et nous on va travailler plus précisément avec vous sur les objets qui roulent. »

Cette *ambiguïté du référent* subsiste tout en ayant une autre origine. Celle-ci n'est plus liée, comme dans l'exemple précédent, au *statut d'objet empirique ou d'objet scientifique* qu'il convient ou non d'attribuer au savoir désigné par la maîtresse. Dans le cas présent, l'ambiguïté provient du rapport entre le discours produit et les supports matériels introduits (petite voiture) qui n'est pas le même que pour les artefacts réels (voitures) modélisés en « petites voitures pour jouer ».

On constate que, pour certains élèves, la question du « *comment elle roule* » peut appeler une toute autre réponse que celle induite par une voiture réelle. La réponse de Fan « *ben il*

⁸ Cercle oral de l'eau - Discussion soumise par Bautier au groupe de recherche Réseida.

⁹ De quel objet s'agit de parler ? De l'eau à l'état naturel ? De l'eau du robinet ? De l'eau en bouteille ? De l'eau de la piscine ? L'ambiguïté dans le cas du scénario précédemment évoqué peut être d'autant plus grande que les enjeux sont co-disciplinaires (sciences et art du débat).

faut les faire rouler avec la main » - (pas 030), atteste à l'évidence que l'objet à décrire constitue quelque chose qui se rapporte aux jouets et pas aux véhicules motorisés. Est-ce à dire que dans l'esprit de certains enfants l'activité engagée conserve aussi un caractère ludique qui la rend plus proche de ce qu'on fait en dehors de l'école que de ce pour quoi on y vient ? Si cela paraît relativement peu probable compte tenu du jeune âge des élèves, il n'en reste pas moins problématique. Ainsi, le rapport entre le discours du professeur et les dispositifs matériels qui le supportent, conduit à s'interroger sur la conceptualisation à l'œuvre chez les élèves.

6.2.5.5 La dévolution et le traitement des connaissances préalables des élèves

Nous avons vu qu'au pas 010, la maîtresse soumet un problème à la classe, ce qui ne garantit en rien que les élèves vont pouvoir ni même vouloir s'en emparer (cf. le concept de « contre-dévolution » introduit par Jonnaert, (1996) Mais, plus étrangement, cela ne garantit pas non plus que le maître souhaite réellement que les élèves s'en emparent au point de réussir à y apporter des solutions. Les problèmes posés en début de cours ont généralement une autre vocation : *mettre en défaut les connaissances préalables* des élèves afin de les sensibiliser au travail.

Ici, nous observons qu'à peine formulé, le problème suscite la réaction d'un élève (pas 011) qui s'empresse de proposer une réponse (inaudible à l'enregistrement). Visiblement, la connaissance empirique que les élèves possèdent déjà du jouet à explorer, les incite à vouloir répondre dans la foulée au problème posé par la maîtresse. Les enfants pensent connaître suffisamment l'objet à décrire pour pouvoir se dispenser d'observation. La maîtresse n'a pas d'autre choix que de réprimer cette réaction et d'inviter l'élève à suspendre sa réponse en utilisant *une formule toute faite et largement stéréotypée, si on en juge par l'usage répandu et fréquent que certains professeurs en font* :

012 M : « *ah je ne veux pas encore entendre de réponse, vous gardez bien ça dans votre tête...* »

014 M : « *je ne te demande pas de réponse là garde ta réponse dans ta tête...* »

Or, ce geste est paradoxal d'un point de vue cognitif. Il n'encourage pas l'élève à dépasser son intuition première. Deux explications sont possibles : soit la façon dont le professeur s'exprime est inadaptée du fait de la formule toute faite, soit l'enseignant n'attend aucune prise de conscience réelle de cette tâche.

Du type de solution qui lui est apporté ressort l'enjeu réel du problème posé.

La suite invite à privilégier plutôt la seconde de ces hypothèses compte tenu du caractère trivial de la synthèse que la maîtresse va faire plus loin des observations rapportées par les

élèves. Voici à quoi se résument les faits institutionnalisés par le professeur à l'issue de ce travail d'observation (pas 041 – 045):

041 M : « *Alors là je crois que vous êtes à peu près tous d'accord : vous avez repéré qu'on avait besoin de roues pour rouler.* »

042 E : *Ben oui*

043 Elo : *Ça semble normal*

044 Ang : *Ben oui sinon comment on fait*

045 M : *Ça semble normal. Chut. Mais qu'il y a peut-être besoin d'autre chose que des roues. C'est peut-être un peu plus compliqué, mais là on va pas chercher d'autres réponses pour le moment. Moi je crois que ce qui est important c'est que vous disiez ce que vous avez vu en premier... » (La suite embraye sur la seconde activité : la fabrication).*

La manière dont la maîtresse clôture l'activité confirme notre interprétation. *Ce qui lui semble important c'est que les élèves s'en tiennent finalement à ce qu'ils ont vu en premier.* Autrement dit à ce qui fait le plus évidence : la présence de roues. Pour le reste (arbre et liaison), l'examen est remis à plus tard.

6.2.5.6 Du caractère fictif de la dévolution à la frustration cognitive des élèves

Face à la pauvreté et au caractère tautologique de cette conclusion (*pour rouler, il faut des roues !*), certains élèves ne peuvent s'empêcher de laisser transparaître leur déception : « *ben oui* » ; « *ça semble normal* » « *ben oui, sinon comment on fait* » ; alors que dans la phase de restitution des observables, bien d'autres idées ont surgi et que la maîtresse le reconnaît au pas 039 « *D'accord, ben vous avez de bonnes idées* ».

A l'évidence, la maîtresse s'est effectivement rendu compte d'une chose à laquelle elle ne s'attendait pas. Elle a été surprise que les élèves centrent d'emblée leur attention sur ce qui constitue l'objet même de toute la séquence : le système axe/roues. Elle pensait sans doute qu'ils s'en tiendraient à repérer la présence d'éléments qui tournent. Mais, au lieu de cela, certains ont dès le départ mis l'accent sur le système de liaison qui permet la mobilité des roues. Cela anticipe beaucoup trop sur la suite et pourrait compromettre la planification prévue et évoquée dans les dix premières minutes !

6.2.5.7 La dévolution d'une activité qui ne conduit pas à l'institutionnalisation d'un savoir

Comme cette maîtresse n'attendait rien des réponses des élèves, c'est sous la forme d'un pseudo-débat qu'elle orchestre le compte rendu des observables faits par les élèves. Plusieurs indices semblent en attester.

Le premier d'entre eux se réfère au nombre limité d'enfants qui ont été interrogés. La maîtresse a donné successivement la parole à six élèves et elle est intervenue pour clore la discussion avant d'avoir interrogé l'ensemble des enfants qui souhaitaient s'exprimer. Il est difficile de couper court au débat qui consiste à se mettre d'accord sur une appréhension *commune* du problème. Ainsi, en associant l'auditoire « alors *on* est bien d'accord, *on* a vu que pour rouler on a besoin de... », la maîtresse va devoir s'exprimer au titre de *locuteur individuel qui émet un point de vue personnel* [cf. plus haut le début du pas 041 : « *je crois que...* »]. L'enseignante est consciente de l'absence de construction d'une représentation commune.

Par ailleurs, le faible enjeu didactique conféré à ce débat transparaît dans le statut hypothétique des constats qui en découlent « *il y a peut-être besoin d'autre chose que des roues, c'est peut-être un peu plus compliqué* ».

De la position du problème à sa conclusion : en quoi a consisté la phase d'élaboration d'un savoir partagé

Nous avons vu, dans l'analyse précédente que, d'une question relativement ouverte au départ, on est finalement arrivé à une réponse fermée, d'une banalité plutôt affligeante. Il s'agit maintenant de revenir sur ce qui s'est passé entre ces deux événements (position et conclusion du problème) pour voir le mouvement de fermeture opéré de l'un à l'autre.

Les données montrent qu'entre le moment où le problème est posé (pas 010) et le moment où il est clôturé (pas 045) s'écoulent cinq minutes sans échanges. A l'issue de ce silence studieux, la maîtresse intervient pour demander aux élèves s'ils ont terminé :

014 M : « *vous pensez avoir suffisamment regardé ?* »

Généralement des retardataires se manifestent dans ce genre de consultation. C'est pourquoi les enseignants évitent ce genre de question lorsqu'ils sont pris par le temps. Ici ce n'est pas le cas. La maîtresse obtient un « *oui* » unanime (pas 015) : *tous les élèves estimant avoir épuisé les ressources offertes par la tâche.*

L'analyse en commun de l'objet démarre donc juste après (pas 016). Parmi la dizaine d'enfants qui lèvent le doigt, la parole est alors donnée à une première élève dont on suppose qu'elle est choisie au hasard puisque la maîtresse ne connaît pas la classe. Il s'ensuit une première série d'échanges qui s'apparente assez largement à un dialogue de sourds :

017 Lae : « *ben là il y a un truc en fer, c'est pour ça que les roues elles peuvent bouger / elles peuvent rouler / y a un truc en métal qui permet de tenir les roues pour qu'elles roulent.*

019 M : *donc / toi tu nous dis que déjà on a besoin de roues*

020 Lae : *non / là il y a*

021 M : *tu nous parlais d'un petit truc en fer / mais c'est des roues dont tu nous parles ?*

022 Lae : **non**

023 Max : *non c'est de ça qu'elle parle*

024 M : *d'accord c'est le petit truc en fer qui*

025 E : *oui là*

026 M : *d'accord / et toi »* (donne la parole à un autre élève)

Dans les phases intermédiaires vouées à la construction d'un savoir partagé, l'analyse de l'activité du professeur ne peut être dissociée de celle des *compétences dont les élèves font preuve* et de la façon dont elles sont susceptibles d'évoluer.

On sait que les élèves du primaire méconnaissent largement le vocabulaire technique (Allan, 1986 ; Bennett, 1996 ; Schoultz, 1997) et qu'ils ignorent les termes spécifiques (*arbre, axe, essieu*) servant à décrire les mécanismes (Parkinson, 1999). Ainsi, pour se faire comprendre des autres, et en particulier de la maîtresse, les enfants ont recours aux compétences langagières limitées dont ils disposent. Celles-ci consistent, à utiliser un mot « valise » (« chose », « truc », « machin » « bidule » en français) tout en précisant l'entité désignée à l'aide de la spécification de certaines de ses propriétés¹⁰. Le discours de Lae (*ben là il y a un truc en fer, c'est pour ça que les roues...*) en constitue une nouvelle illustration. Il confirme les observations rapportées par Parkinson. A savoir que les premiers descripteurs privilégiés des artefacts sont des attributs relatifs au matériau et à la fonction (avant la forme ou la localisation spatiale)

De fait, cette élève utilise les moyens dont elle dispose pour rendre compte de ce qui est en débat. Toute la question est de savoir si elle a « vu juste ». Ici, Lae *situe d'emblée le problème sur le bon plan* : à savoir l'essieu dont l'étude constitue l'enjeu de toute la séquence.

6.2.5.8 La dévolution n'est jamais sans risque pour l'enseignant

Les inférences qui consistent à extrapoler du discours à la pensée se révèlent hasardeuses. C'est pourquoi il convient de faire une large place au contexte. Considérer que le discours de

¹⁰ C'est ce que montre l'étude de Labov (1978 cité par Allan, 1986)

l'élève est sans équivoque, c'est induire par voie de conséquence que la maîtresse fait preuve d'une certaine mauvaise foi vis à vis des élèves :

D'abord lorsqu'elle reformule la réponse de l'élève, elle la vide de son essence pour la ramener à une évidence ("*donc / toi tu nous dis que déjà on a besoin de roues* »)

Puis lorsqu'elle feint de ne pas avoir compris de quoi parle Lae (« *tu nous parlais d'un petit truc en fer / mais c'est des roues dont tu nous parles ?* ») après que celle-ci ait pourtant contesté la façon dont sa réponse a été reprise (« *non là il y a...* »), joignant à ses paroles un geste pour désigner ce qu'elle ne sait pas nommer.

La maîtresse apparaît comme la seule à ne pas savoir décrypter le discours de Lae suite à l'intervention de Max (« *non c'est de ça qu'elle parle* »), venu à sa rescousse.

Cette incompréhension est-elle feinte ? Il pourrait s'agir d'un geste professionnel délibéré de sa part et dont l'efficacité est souvent prouvée. Cette ruse didactique vise à prêcher le faux pour obtenir le vrai ou à faire la sourde oreille pour obtenir que l'élève explicite mieux ou davantage.

Cependant, la similitude qui existe entre le pas 019 (M : *donc / toi tu nous dis que déjà on a besoin de roues*) et le pas 041 (M : *alors là je crois que vous êtes à peu près tous d'accord : vous avez repéré que on avait besoin de roues pour rouler*) invite à mettre de côté cette interprétation. Il est très clair que ce que la maîtresse a entendu dans la première réponse correspond à la conclusion qu'elle avait en tête pour un petit peu plus tard.

Le caractère contraint de la situation explique la conduite adoptée par ce professeur. N'étant pas le seul intervenant dans ce dispositif, ce professeur a préféré faire une entorse au contrat didactique plutôt que d'enfreindre le contrat de mise à l'épreuve d'une séquence d'éducation technologique avec ses collègues.

En définitive, la dévolution annoncée au tout début (pas 005) fait donc figure de simulacre. L'intention de confier aux élèves la responsabilité de la prise en charge d'une tâche ne peut avoir de réalité que si le maître associe à cette tâche un enjeu didactique. Or manifestement il arrive que les tâches confiées aux élèves aient un enjeu didactique faible, et pour une autre finalité, comme par exemple, créer un climat de confiance pour faire adhérer les élèves. Mais *la dévolution peut aussi constituer un piège pour les enseignants et se retourner contre eux*. Ici, la maîtresse a confié aux élèves le soin de réfléchir à une question, pensant qu'ils y apporteraient des réponses très globales par rapport à l'enjeu didactique. Et, au contraire, le débat s'est focalisé immédiatement sur la question qui devait surgir.

6.3 BILAN SUR LA DEVOLUTION

Nous avons observé la façon dont les enseignants opérationnalisent le concept de dévolution en contexte normal de classe. L'étude d'une séquence de technologie à l'école primaire, montre que le volume des interactions a un effet sur la dévolution. Ceci va dans le sens des travaux de Marchive et Sarassy (2001) pour les mathématiques, à la différence qu'en situation réelle de classe, d'autres aspects agissent sur la dévolution. Notre étude montre notamment les caractères suivants, tous susceptibles d'aider la dévolution :

Du point de vue de la liberté d'expression, le maître n'est pas libre de laisser s'exprimer librement les élèves.

L'enjeu cognitif est conditionnel, mais les activités proposées aux élèves ne relèvent pas toutes d'enjeu cognitif. Ainsi, des situations pauvres alternent avec des situations riches, toutes sont nécessaires pour favoriser la dévolution.

La progression de la séquence oblige les enseignants à utiliser un dispositif de réponse intentionnellement limité.

La formulation du problème n'est pas si aisée. Les questions sont généralement polysémiques. Les enseignants en jouent pour que les élèves s'emparent du problème et le situe. Les problèmes posés au départ permettent de faire le tour des connaissances préalables et l'institutionnalisation d'un savoir est conditionnelle.

7 RÔLE DES ARTEFACTS DU POINT DE VUE DU GENRE ET DE L'ACCÈS AU SAVOIR POUR TOUS

Dans l'équipe GESTEPRO, plusieurs chercheurs se sont intéressés avant moi au rôle des artefacts techniques dans la construction de propriétés de l'environnement physique et de leur effet sur l'apprentissage des élèves selon qu'ils soient filles ou garçons (Ginestié, 2005b ; Roustan-Jalin, Ben Mim, Dupin, 2002).

Les travaux sur l'incidence du genre vis-à-vis de l'accès aux savoirs pour tous que j'ai conduits (Andreucci & Chatoney, 2012 ; Andreucci, Chatoney & Ginestié, 2012 ; Andreucci, Brandt-Pomares, Chatoney & Ginestié, 2009 ; Chatoney, 2009 ; Chatoney & Andreucci, 2009 ;) sont à mettre au compte de la participation de plusieurs membres de l'équipe Gestepro au projet UPDATE (Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education) en réponse à l'appel d'offre européen sur l'évaluation des enseignements scientifiques et technologiques européens. Il s'agissait dans ce programme de recherche d'évaluer l'effet de l'éducation technologique à l'école obligatoire, du point de vue de l'orientation des élèves (avec une distinction filles/garçons). Il faut également relier mes travaux sur le genre au projet PISTE (Providing Innovations in Science and Technology Education) déposé dans le cadre du 7ème PCRDT, dont l'objectif était de promouvoir, développer et renforcer l'éducation scientifique et technologique pour tous en Europe à partir des recherches conduites dans le champ par les différents partenaires. Ce projet n'a malheureusement pas rencontré la réponse escomptée. Il a néanmoins donné l'occasion aux partenaires impliqués de s'organiser en réseau et de se rencontrer dans le cadre de séminaires sur cette question.

Ce chapitre présente les travaux développés sur le rôle des artefacts du point de vue du genre. Ce rôle était peu, voire pas du tout, élucidé au plan didactique au moment où j'ai entrepris ces études, d'où l'intérêt que présente, l'approche et la méthodologie mise en œuvre.

L'enseignement de la technologie en France, est obligatoire pour tous les élèves de 3 à 15 ans. Il est défini au plan national dans des curriculums qui précisent pour chaque cycle et pour chaque niveau : les objectifs, les compétences, les contenus et la démarche pédagogique appropriée. Malgré ce cadre, les filières et les métiers scientifiques et technologiques restent désertés par les filles depuis des décennies.

La sous-représentation des filles dans les filières et les métiers scientifiques et technologiques est un phénomène répandu et attesté depuis longtemps (Baudelot & Mossuz-Laveau 2004 ; Chaponnière, 2006; Duru-Eccles & Jacobs, 1986 ; Duru-Bellat, 2005

; Mosconi, 2004 ; Robine, 2006, Rosenwald, 2006 ; Wach, 1992 ; etc.). Les nombreuses initiatives et mesures successives opérées ici ou là pour y remédier sont toutefois partiellement restées sans effets car ce phénomène ancré et construit socio-culturellement et psychologiquement est de ce fait très difficile à combattre. Les recommandations susceptibles d'être produites par la recherche (Marry, 2004 ; Jarlégan & Tazouti, 2007; Chevet, 2006) sont également restées largement inefficaces sans doute du fait de leur haut degré de généralité et du faible nombre de travaux susceptibles d'éclairer plus finement la façon dont, au sein de chaque discipline, les processus d'enseignement apprentissage créent ou renforcent concrètement des mécanismes ségrégatifs en faveur de l'un ou l'autre genre. Est-ce que ce sont les mêmes processus (mais inversés) qui sont à l'œuvre dans l'enseignement des langues vivantes et dans l'enseignement de la technologie bien qu'il s'agisse d'un côté d'une discipline de prédilection pour les filles et de l'autre pour les garçons? De la même façon par exemple qu'il arrive, en technologie que les filles soient invitées à se faire aider par les garçons, en classe de langues sont-ce au contraire les garçons qui sont encouragés à recourir à l'assistance des filles ?

Nous disposons de fait de peu de données comparatives (Roustan et al, 2002 ; Ginestié, 2005b), qualitatives et significatives sur les phénomènes relevant des relations : genre-contenus à enseigner, genre-type d'activités, genre-forme d'études, genre-gestes de l'enseignant, genre-configuration scolaire... De fait on ignore par exemple, si certains contenus, certains types d'activités, certaines formes d'études, certains gestes d'enseignement et configurations scolaires sont mieux adaptées aux filles qu'aux garçons et inversement.

Puisque les normes sociales se construisent au travers de l'activité des élèves dans le processus de différenciation d'un point de vue du genre socioculturel, socio professionnel ou socio-économique. Est-il possible d'identifier des facteurs susceptibles de générer ou d'atténuer les différenciations en technologie ?

Deux études ont été réalisées à partir de cette question et s'intéressent plus précisément aux rapports qu'entretiennent les élèves avec l'objet utilisé pour médiatiser l'enseignement, dans d'une tâche de conception d'artefact (Chatoney & Andreucci, 2009a) et au travers des artefacts qui illustrent les manuels scolaires (Andreucci & Chatoney, 2012).

7.1 RÔLE DES ARTEFACTS SUR L'APPRENTISSAGE ET LA MOTIVATION DES FILLES ENVERS L'ENSEIGNEMENT DE LA TECHNOLOGIE

Les contenus de l'éducation technologique font référence aux domaines de l'électronique, de la mécanique et du génie civil. Ces domaines ne sont pas neutre du point de vue du genre, ils concernent d'avantage les garçons que les filles. L'éducation technologique de fait est

une discipline plutôt masculine. Les enseignants d'ailleurs sont essentiellement des hommes. Les artefacts qui peuvent servir de support d'étude ne manquent pas. Ce sont les enseignants qui les choisissent. Les objets susceptibles d'être des supports d'étude peuvent être issus de notre environnement quotidien ou venir des fournisseurs de matériels pédagogiques. Rien n'interdit aux enseignants de développer leurs propres artefacts. Le choix se fait en principe pour l'intérêt pédagogique que l'objet offre. L'intérêt pédagogique est-il équilibré du point de vue du genre si les artefacts introduits en classe privilégient des objets dont l'usage social est principalement réservé aux garçons ? On est en mesure d'attendre des enseignants que le choix du support, prend en compte la diversité des élèves, soit en l'inhibant soit en l'exacerbant le genre. Du côté des élèves, on est en mesure d'attendre que les filles qui ont appris sur un support d'étude attractif pour les filles réussissent mieux que leurs homologues masculins qui ont appris sur un support d'étude féminin et inversement.

7.1.1 Questions

Les normes sociales se construisent au travers des différenciations socioculturelles, socio professionnelles ou socio-économiques, est-il possible d'identifier dans l'activité des élèves des facteurs susceptibles de générer ou d'atténuer les différenciations du point de vue du genre en technologie ?

7.1.2 Contexte de l'étude et méthode

Ce travail repose sur deux études empiriques conduites auprès d'élèves de collège. La première : un pré enquête porte sur le genre féminin, masculin ou neutre que les élèves attribuent aux objets supports d'étude et d'infirmier ou non la prise en compte par les enseignants des effets de leurs choix sur le genre du public à qui ils s'adressent. La seconde, expérimentale, porte sur les attitudes marquées des élèves placés en situation de conception d'un artefact dont l'usage est fortement déterminé socialement et dans laquelle filles et garçons risquent de s'investir différemment pour mettre en évidence les effets produits par des artefacts féminins et masculins sur l'apprentissage des filles et des garçons.

La pré-enquête

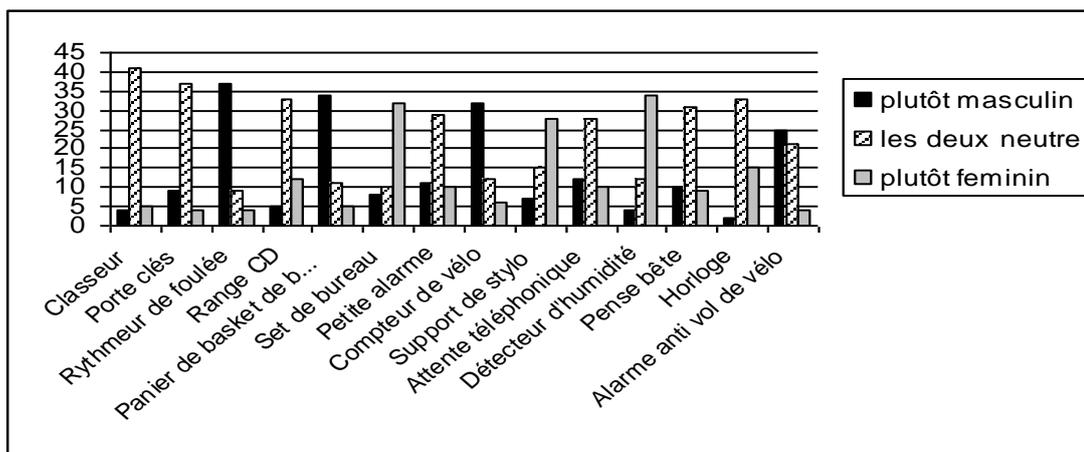
Pour examiner le rapport à l'usage social des objets supports d'étude attribué par les élèves, nous avons soumis une liste de 14 objets à 50 élèves (25 filles et 25 garçons) de 13 et 14 ans dans deux collèges différents. Les objets de la liste sont préalablement choisis parmi les « standards » couramment choisis par les enseignants de technologie. Il s'agit respectivement d'un range CD, un panier de basket miniature, un set de bureau, une petite alarme, un compteur de vélo, un support de stylo, une attente de téléphone, un détecteur

d'humidité, un pense bête, une horloge, une alarme pour vélo, un classeur, un porte-clés, un rythmeur de foulées.

Les élèves devaient se prononcer sur tous les objets en cochant un des trois choix : objet plutôt « féminin », objet plutôt « masculin » ou objet plutôt « neutre » (à la fois féminin et masculin).

7.1.3 Analyse du questionnaire et résultats

Le graphique ci-dessous montre la répartition des réponses des élèves sur le genre qu'ils attribuent aux objets.



Graphique 1 : Genre des objets support d'études pour les élèves

Parmi les 14 objets couramment utilisés comme support d'étude par les enseignants, la moitié est fortement connotée par le genre (féminin ou masculin), l'autre est neutre. Ainsi le rythmeur de foulée, le mini panier de basket, le compteur de vélo et l'alarme anti vol de vélo sont estimés plutôt masculin. Le set de bureau ; le support de stylo et le détecteur d'humidité sont plutôt féminin. Tous les autres sont neutres.

Les objets masculins renvoient à des activités ludiques et sportives (jeu de basket, course à pieds, vélo). Les objets féminins renvoient à des activités d'intérieur réduites à la chambre et élargies au jardin ou au balcon (set de bureau, stylo, détecteur d'humidité pour plante en pot). Les stéréotypes sont tenaces et perdurent dans le temps.

Les enseignants de technologie choisissent autant des objets neutres pour transmettre la connaissance que des objets fortement marqués par le genre. Le choix de la neutralité est révélateur de la prise en compte de la diversité des genres du public à éduquer. Ces enseignants inhibent le caractère lié au genre en choisissant des objets dont l'usage social est autant féminin que masculin. À l'inverse, le choix d'objets renvoyant à des usages

féminin ou masculin est révélateur de la non-considération des usages sociaux. Pour eux, tous les objets sont de « bons véhicules » pour transmettre la connaissance.

7.1.4 L'observation en classe

Le dispositif expérimental consiste à placer à tour de rôle, filles et garçons, dans une situation d'enseignement apprentissage avec pour support d'étude un artefact résolument typé du point de vue du genre « masculin » puis une autre résolument typé du point de vue du genre « féminin ». Notons que ces objets ont été choisis en regard des classements obtenus dans la pré-enquête.

L'étude est conduite dans deux classes de 4^o de deux collèges différents en milieu de l'année scolaire (2^o trimestre). Les élèves ont entre 13 et 14 ans. L'échantillon est constitué de 48 élèves (24 filles et 24 garçons).

7.1.4.1 Dispositif didactique

La séquence se situe dans le cadre du scénario « amélioration d'un produit » (BOEN, 1995). Elle vise plusieurs objectifs d'apprentissage : il s'agit d'amener les élèves à répondre à une demande commerciale suite à une insatisfaction liée à l'usage d'un produit. En termes de savoir, les élèves vont apprendre à intégrer les contraintes d'usages et techniques du cahier des charges et apprendre à penser de nouvelles formes, des nouveaux assemblages, de nouveaux matériaux pour proposer des solutions.

Les élèves vont devoir pour commencer, observer un prototype et identifier le problème qu'il pose du point de vue commercial. Deux supports d'études sont proposés. Ni l'un ni l'autre ne répondent à la cible des particuliers, choisie dans l'étude de marché. De fait ces produits ne peuvent pas en l'état actuel satisfaire la clientèle cible. Il s'agit ensuite de proposer des solutions et d'en développer une.

Tâche : Chercher des solutions pour répondre aux fonctions qui ne satisfont pas aux attentes de la cible commerciale.

A chaque support d'étude correspond un cahier des charges indiquant les fonctions non satisfaites.

La tâche se décline en deux sous tâches.

Sous tâche A : Proposer par écrit un maximum de solutions susceptibles d'assurer ces fonctions.

- Organisation : 8 équipes de 3 élèves, non mixtes. Un secrétaire chargé d'écrire les propositions du groupe sur un seul document.

- Matériel : Cahier des charges des fonctions à améliorer, papier, crayon, un support d'étude au choix.
- Durée : 20 minutes.

Une fois la tâche terminée, les élèves sont invités à concrétiser une des solutions.

Sous tâche B : Choisir une solution parmi toutes celles proposées et la développer au moyen de dessin, schéma, croquis, texte, légende, modèle en papier pour que tout le monde puissent comprendre votre projet.

- Organisation : mêmes équipes (8 équipes de 3 élèves, non mixtes).
- Matériel : Papier, crayon.
- Durée : 20 minutes

Tous les groupes (filles et garçons) réalisent la tâche sur le support d'étude de leur choix pour commencer puis sur l'autre. La tâche est ainsi reconduite à l'identique sur les deux supports.

7.1.4.2 Les objets supports d'étude

L'objet support d'étude masculin est une mini cage de football qui permet de jouer au football à trois sans gardien de but et dans un espace réduit.

L'objet support d'étude féminin est une boîte à bijoux qui peut être transportée dans une valise ou un sac de voyage.

7.1.4.3 Recueil des données

Deux types de données sont recueillis : celles qui ont trait au comportement des élèves et à la façon dont ils s'investissent dans la tâche par rapport au support d'étude féminin ou masculin ; et d'autres sur les capacités du groupe à proposer des solutions et à développer une solution.

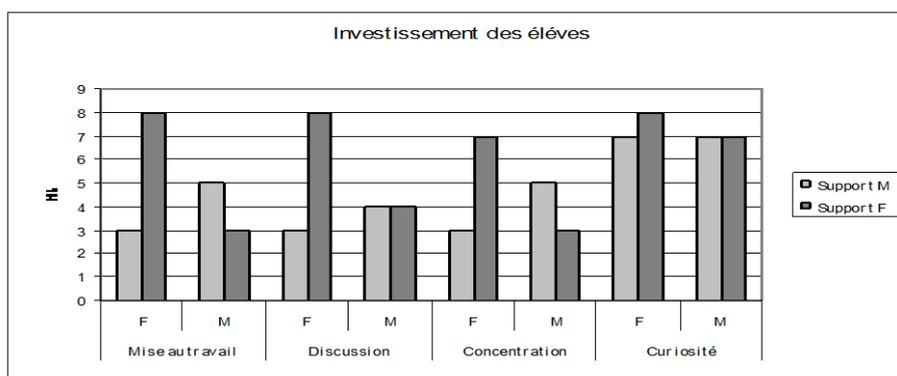
La rapidité de la mise au travail, discussion, concentration, curiosité sont des indicateurs d'investissement. Une grille, par support d'étude et par groupe, préalablement établie permet de cocher la présence ou non de ces indicateurs au fur et à mesure de l'avancement de la tâche.

Pour examiner les solutions : la quantité des solutions produites, la quantité des solutions développées et leur pertinence en regard du cahier des charges mis à disposition sont collectés à partir des traces écrites produites dans chaque groupe.

7.1.5 Analyse de la situation d'enseignement-apprentissage et résultats

7.1.5.1 Attractivité du support d'étude sur le comportement des élèves.

Le graphique ci-dessous présente successivement : nombre de groupes féminin et masculin qui se sont mis au travail dans la minute qui a suivi la consigne, le nombre de groupe dans lesquelles les échanges ont été fréquents voir permanents entre les différentes personnes du groupe pour suivre l'avancement et participer au travail, le nombre de groupe concentré sur la tâche et pour finir le nombre de groupes qui ont fait part de curiosité, d'étonnement, d'investigation. Notamment au travers de manipulations, démonstration, questions.



Graphique 2 : Investissement et comportement des élèves

Ce graphique montre que les 8 groupes féminins se mettent rapidement au travail sur un support féminin contre seulement 3 groupes masculin. La tendance sur le support masculin est moins prononcée, seulement 5 groupes masculins se mettent au travail rapidement contre 3 féminins.

Concernant les échanges et les discussions, le support d'étude féminin fait parler tous les groupes féminins et seulement la moitié des groupes masculins. Ceci n'est pas le cas du support masculin dont les échanges restent moitié moins importants dans les 2 groupes.

La concentration des filles sur le support féminin est le double que celle des garçons, la tendance s'inverse sur le support masculin mais moins fortement. En effet, 7 groupes de filles sont concentrées sur la tâche avec le support féminin alors que seulement 5 groupes de garçons sont concentrés avec le support masculin.

Les deux supports d'étude (féminin et masculin) suscitent à peu près autant la curiosité des élèves filles que garçons, à la hauteur de 7 groupes sur 8 pour les deux genres. Le support féminin suscite la curiosité de la totalité des groupes féminins.

Analyse : Le score élevé de mise au travail, de discussions, de concentration et de curiosité des filles sur le support féminin par comparaison au score moyen obtenus par les garçons

indiquent que l'objet féminin est très attractif pour les filles. Elles connaissent bien la question, se sentent concernées et s'emparent pleinement du problème à résoudre, discutent entre elles.

Le comportement des élèves sur le support masculin est moins tranché. En effet, d'un côté les scores obtenus par les garçons sur la mise au travail et la concentration, sensiblement plus importants que ceux des filles vont dans le sens de l'attractivité du support indiqué ci-dessus mais cette fois-ci pour les garçons. De l'autre côté, l'objet support masculin est moins propice à la discussion et l'échanger pour tous (aussi bien pour les filles que pour les garçons). Ceci est peut-être à mettre au compte des éléments (tuyau) et de l'unique matériau (PVC, gris) constitutifs de la cage de foot.

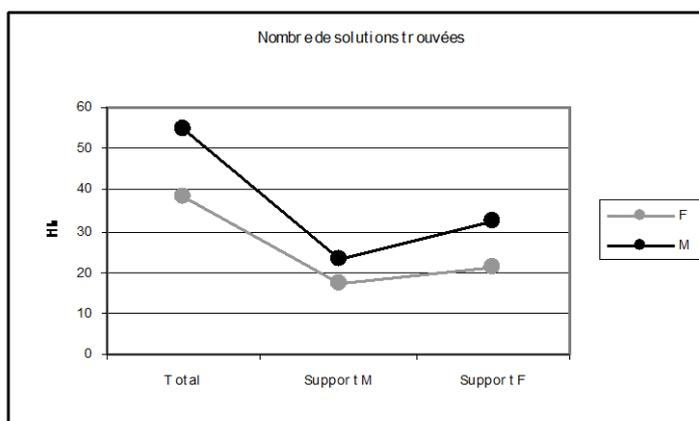
Le genre du support n'a quasiment pas d'effet sur la curiosité des élèves.

Constat : Les filles apparaissent plus sensibles au genre du support d'étude que les garçons. Les garçons apparaissent plus constants quel que soit le genre du support d'étude. Le genre du support agit sur la concentration des élèves mais pas sur la curiosité.

7.1.5.2 Intérêt du support d'étude sur la capacité des élèves à proposer des solutions.

L'examen des documents complétés par les élèves révèle que les élèves ont trouvé en tout 93 solutions.

Le graphique ci-dessous présente le nombre de solutions proposées par les groupes selon le genre.



Graphique 3 : Nombre de solutions proposées selon le genre et le support d'étude

Les groupes de filles proposent en tout 38 solutions dont 17 pour le support masculin et 21 pour le support féminin. Ceux des garçons en proposent en tout 55 dont 23 sur le support masculin et 32 sur le support féminin.

Analyse : La quantité de solution proposée pour l'un et l'autre support indique que les élèves se sont investis dans la tâche. Ce résultat va dans le sens indiqué ci-dessus. Les scores des groupes masculins sont supérieurs à ceux des groupes féminins. Mais les deux suivent la même courbe. Les solutions le plus souvent proposées pour la boîte à bijoux sont des casiers, des boîtes encastrables, des sacs, des tiroirs, des crochets, des scratch, des lacets des aimants... les solutions le plus souvent proposées pour la cage sont des pièces emboîtés, manchonnées, reliées entre elles par des ressorts ou des élastiques ou télescopiques... L'effet marqué du point de vue du genre des supports d'étude ne semble pas avoir d'effet sur la réalisation de la tâche de recherche de solutions techniques à un problème fonctionnel.

Equipe 6: Boîte à bijoux

1. petit crochet à bijoux
2. faire un fond ondulé (comme pour les bagues)
3. Faire des casier (division)
4. faire des petit sac accrochés au fond avec du ~~scratch~~ scratch.

Pour la fermeture: - des petites poignets
 - du ruban
 - un cadena
 - un bouton avec une patte

Groupe 7- Cage de Foot

- Ne pas coller des bouts pour rendre démontable
- Faire un système avec plusieurs bouts qui s'assemblent
- Diviser les gd longueurs en tranches accrochés avec des crochets comme les ténis
- Prendre des barres flexible par le haut de la cage

Illustration 3 : Exemples de proposition de solution

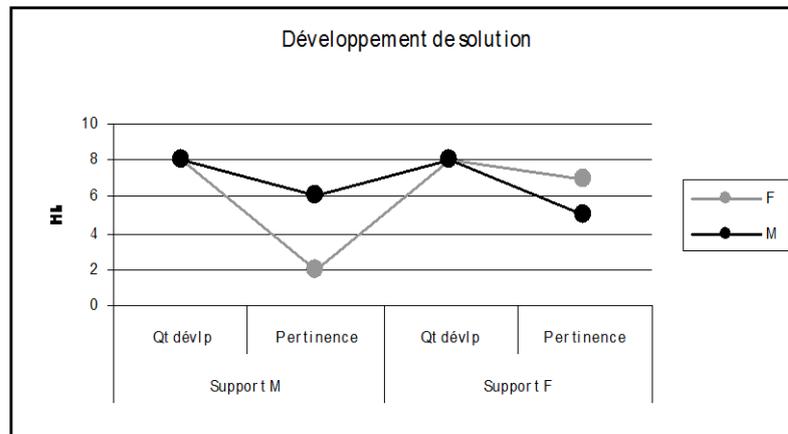
L'analyse qualitative des productions des élèves montre que les solutions proposées sur le support féminin sont très originales, inventives et réalistes, surtout du côté des filles. Elles proposent par exemple des fonds ondulés, des fonds avec des ergots, des fonds avec des

aspérités pour que les bijoux restent en place. Alors que leurs homologues masculins n'ont pratiquement pas pensé à interroger le fond de ce support. Un seul propose de faire des fonds aspirants ou magnétiques peu réalistes par ailleurs. Les propositions sur le support masculin faites par les filles sont comparables à celles proposées par les garçons. Les deux populations proposent des systèmes démontables (emboitables ou télescopiques). Les groupes masculins combinent davantage les solutions que les filles, ils imaginent par exemple une structure avec des systèmes différents dans la partie haute et la partie basse de la cage de foot. Les filles proposent davantage de solutions complètement différentes du produit présenté (cage gonflable par exemple).

Constat : les garçons proposent plus de solution en général. L'analyse qualitative des propositions d'élèves renforce l'idée que le genre marqué du support d'étude qui quantitativement ne semblait pas avoir d'effet sur la réalisation de la tâche en a une : garçons et filles sont plus inventifs sur les supports marqués du genre auquel ils appartiennent.

7.1.5.3 Intérêt du support d'étude sur la capacité des élèves à développer une solution

Le graphique ci-dessous présente le rapport entre le nombre de solutions développées et leur adéquation au cahier des charges en fonction du genre et du support.



Graphique 4 : Nombre de solutions développées selon le genre et le support d'étude

La quantité des développements est la même dans les groupes féminin et masculin (8 projets chacun). Mais tous les développements ne sont pas conformes au cahier des charges. Sur le support masculin, les groupes de garçons développent 6 projets conformes contre 2 chez les filles. Sur le support féminin, les groupes de garçons développent 5 projets conformes contre 5 chez les filles.

Analyse : le nombre identique de solutions développées par les groupes de filles et de garçon n'a rien de surprenant en contexte scolaire où les élèves font ce que l'enseignant leur

demande de faire. Ce chiffre montre que tous ont répondu à la consigne globalement. Si on approfondit la consigne, il fallait répondre à un cahier des charges. Les scores obtenus par les groupes de garçons indiquent qu'ils développent davantage de projets conformes au cahier des charges que les groupes de filles. Ils développent pour la cage de foot le système télescopique ou par emboîtement avec ressort. Les filles développent des systèmes à structure flexible qui se mettent en place tout seuls comme le font les tentes de randonneurs (ou gonflables), qui modifient le produit et s'écartent du cahier des charges. Pour la boîte à bijoux, les filles développent des inventions notamment le fond ondulé, des couvercles à enrouleurs, des pochettes qui se scratchent au fond et permettent d'emporter qu'un seul bijou...

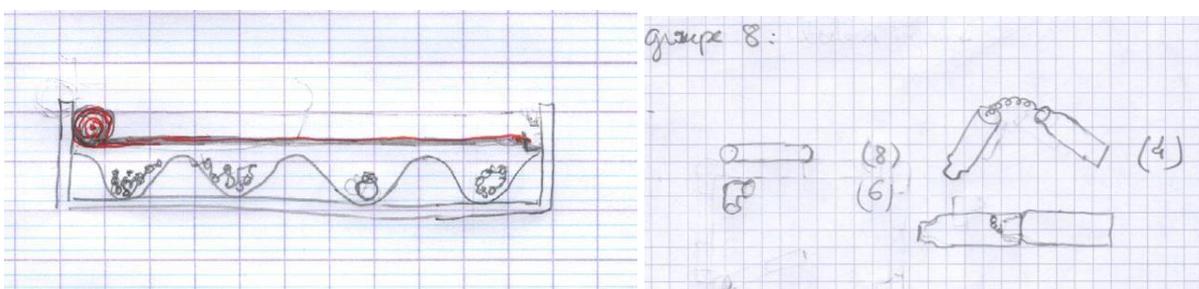


Illustration 4 : exemples de développement de solution

Constat : les garçons répondent à l'attente de l'enseignant et se cantonnent à la tâche prescrite ce qui n'est pas le cas de filles. Ces dernières sont plus enclines à réinventer le produit dans sa totalité (cage) et sortent de la tâche prescrite à proprement parler ou développent que les solutions qui n'existent pas par ailleurs (boîte à bijoux). Le genre, marque du support d'étude, a peu d'influence sur les garçons. Il en a beaucoup sur les filles sur ce type de tâche.

7.1.6 Les filles plus sensibles que les garçons aux artefacts sur lequel elles vont agir

Nous avons tenté au travers de cette étude de savoir l'impact que peut produire un support d'étude dont le marquage social est attribué à un genre ou à un autre dans l'enseignement de la technologie au collège. Les résultats indiquent que la moitié des supports d'études en technologie sont neutres. Les supports d'étude non neutres ont un effet important sur le comportement des élèves : les filles sont plus sensibles que leurs homologues masculins aux supports d'étude sur lequel elles agissent. Elles font preuve d'imagination, d'inventivité et prennent plus de risque que les garçons sur les supports féminins qu'elles connaissent bien. Sur les supports masculins elles fonctionnent approximativement comme les garçons. Féminiser la technologie et l'ouvrir à des champs d'application plus féminins comme l'habitat, le vêtement ou la table ne nuirait en rien à l'apprentissage des garçons, adaptables, et

favoriserait celui des filles qui pourraient ainsi exprimer leurs capacités d'invention et de créativité.

Il paraît donc important de sensibiliser les enseignants à ce problème au cours de leur formation. En effet, on accorde trop peu d'attention en général aux dispositifs matériels qui servent à médiatiser l'activité des élèves en classe. Ils renvoient pourtant, de manière sous-jacente, à des pratiques sociales (Martinand, 1995) qui sont-elles mêmes rarement neutres du point de vue du genre.

7.2 LE RÔLE DES ARTEFACTS DANS LES MANUELS SCOLAIRES DU POINT DE VUE DU GENRE

En sciences et particulièrement en biologie, on sait que les contenus des manuels scolaires sont sexués, plusieurs études le démontrent (Caravita & Al., 2008 ; Castéras & Al., 2008). En technologie nous disposons d'une seule étude (Sadker & Silber, 2007) pour répondre aux questions de genre en classe. Pour étayer les questions encore sans réponses dans ce domaine d'enseignement, nous nous sommes lancés dans l'étude du genre, du point de vue des artefacts qui illustrent les manuels scolaires. Le choix des artefacts supports d'étude pourrait contribuer à renforcer le sentiment chez les filles que la technologie est mieux adaptée aux garçons (Chatoney, 2009a ; Chatoney & Andreucci, 2009a). Ces artefacts sont-ils non sexués ou des représentants de chaque sexe ? Un grand nombre d'objets techniques servent à illustrer les contenus des manuels scolaires. Les manuels scolaires évoluent dans le temps. Ils changent à chaque nouveau programme. Les évolutions dans le temps accordent-elles avec un meilleur équilibre entre les objets considérés comme féminins et ceux considérés comme masculins ?

7.2.1 Caractéristiques des manuels étudiés

L'étude porte sur quatre manuels scolaires de technologie produits tous les quatre par le même éditeur (Delagrave). Ce facteur n'est donc pas susceptible en principe (sauf modification de la ligne éditoriale) d'expliquer les éventuelles différences qui pourraient être observées entre ces différents ouvrages. Tous les ouvrages analysés s'adressent par ailleurs à des élèves de 6ème, il s'agit donc là encore d'un facteur constant auquel on ne devrait pas imputer d'éventuelles différences observées. Le nombre de pages de ces différents ouvrages est lui aussi le même à l'exception du dernier d'entre eux qui totalise un nombre de pages plus élevé. La variable manipulée se réfère en revanche à la date de parution de ces différents ouvrages (1986, 1996, 2000, 2005).

A ces différentes dates correspondent bien évidemment des étapes successives de l'histoire de l'enseignement de la technologie qui marque l'évolution de son curriculum. Ainsi, en 1986

la technologie « fait ses premiers pas » dans le sens où la discipline vient juste d'être introduite sous ce nom dans les programmes où elle remplace la discipline nommée 'EMT (enseignement manuel et technique). Dix ans plus tard, en 1996, le programme est remanié. Il se décompose désormais en quatre parties distinctes : mise en forme des matériaux, construction électronique, commercialisation d'un produit et traitement de l'information textuelle. En 2005 l'ensemble du programme de 6ème est réorganisé autour de la thématique des transports et de 3 activités (conception, production, communication) et 2 concepts centraux (matériaux, énergie).

7.2.2 Procédure de dépouillement et catégorisation des objets

Pour chacun de ces ouvrages nous avons réalisé un inventaire exhaustif des objets techniques servant d'illustrations (photographies et dessins figuratifs). Ce dépouillement a conduit à dresser pour chaque manuel un répertoire des objets distincts présents dans chacun ainsi que leur occurrence respective (nombre de fois où chaque objet apparaît). Les résultats de ce premier recensement montrent que le premier ouvrage de technologie à avoir été publié (en 1986 soit un an après la mise en place de la discipline) était très pauvre en illustrations : seuls 32 objets distincts étaient présents dans ce manuel dont trois avec une occurrence supérieure aux autres : le composant électronique (6 fois), l'ordinateur (5 fois) le multimètre (5 fois). Les deux manuels suivants (éditions de 1996 et 2000) sont à première vue assez semblables en termes d'illustration aussi bien au plan quantitatif que qualitatif : les objets les plus fréquemment représentés sont l'ordinateur (8 fois de part et d'autre) et le composant électronique (5 fois et 8 fois). On note enfin que le manuel le plus récent (édition de 2005) contient un peu moins d'artefacts et que les moyens de transport sont ici dominants (19 fois le vélo, 14 fois le bateau, 12 fois la voiture). Après élimination des doublons à l'intérieur de ces quatre répertoires, ce sont 167 objets distincts qui ont finalement été répertoriés au sein des ouvrages examinés.

A l'évidence, l'usage de certains objets est préférentiellement réservé aux femmes (par exemple tous les ustensiles de maquillage) tandis que d'autres (par exemple les ustensiles de pêche) sont essentiellement destinés aux hommes. Toutefois ce critère de l'usage (ou de la fréquence du rapport des hommes et des femmes à tel ou tel objet) reste la plupart du temps ambigu. Aussi nous nous en sommes remis à la façon dont les élèves appréhendent le caractère genré ou non des artefacts de cette liste.

7.2.3 Méthode

98 élèves ont participé à ce travail de catégorisation dont 20 garçons de 12 ans et 20 garçons de 14 ans et 29 filles de chacune de ces deux tranches d'âge. L'échantillon des

sujets se compose donc de quatre groupes indépendants d'élèves. La tâche qui leur a été soumise (cf. questionnaire en annexe) a consisté pour eux à se prononcer sur la neutralité ou non du genre de 167 objets désignés par ordre alphabétique. Plus précisément, ils ont reçu la consigne suivante « Pour chacun des objets cités indique, si selon toi, il correspond plutôt à un objet pour les filles (F), plutôt à un objet pour les garçons (G) ou plutôt à un objet aussi bien pour les filles que pour les garçons (F+ G)». Selon le cas il s'agissait simplement de mettre une croix dans la colonne ad hoc (F, G ou F+G). Enfin une dernière colonne (?) était réservée aux objets non connus de l'élève. Chaque élève a ainsi formulé 167 jugements dont l'analyse figure à la suite.

7.2.4 Répartition globale des jugements émis par les garçons et les filles de chaque âge

La répartition des différents types de jugements à l'intérieur des quatre groupes (tableau 2) révèle l'existence d'un nombre de différences significatives :

Chez les garçons, on observe que le nombre d'artefacts considérés comme féminins augmente avec l'âge (174 à 12 ans vs 305 à 14 ans, $\chi^2 = 38,08$ sign.001). Et il en va de même pour les objets jugés masculins : sur 3340 réponses 605 réponses à 12 ans contre 812 à 14 ans ($\chi^2 = 37,69$ sign. 001). Les garçons deviennent donc de plus en plus discriminatifs ou sensibles au fait que de nombreux artefacts techniques sont sexuellement marqués.

Chez les filles, on ne constate pas d'évolution significative en fonction de l'âge du nombre d'objets jugés féminins (442 vs 475, $\chi^2 = 1.13$, ns). En revanche le nombre d'objets considérés comme masculins augmente considérablement entre 12 ans (626 réponses sur 4843) et 14 ans (994 réponses, $\chi^2 = 102.06$, sign. 001). La sensibilité des filles au caractère genré des objets s'accroît donc elle aussi avec l'âge mais de manière sélective. Les artefacts pour les garçons sont à leurs yeux de plus en plus nombreux alors que le nombre d'artefacts appréhendés comme féminins reste stable.

Objets pour:	Filles		Garçons	
	12 ans	14 ans	12 ans	14 ans
	(N= 29)	(N= 29)	(N= 20)	(N= 20)
Les filles	442	475	174	305
Les garçons	625	994	605	812
Les deux sexes	3220	2826	2188	1944
je ne connais pas l'objet	541	547	365	274
non réponses	15	11	8	5
Total réponses	4843	4843	3340	3340

Tableau 1 - Répartition des différents types de jugements à l'intérieur des quatre groupes

Cette stabilité peut s'expliquer par une autre différence massive entre les filles et les garçons de 12 ans. En effet, à cet âge les filles sont nettement plus nombreuses (442 réponses) que les garçons (174 réponses) à attribuer aux objets une connotation féminine. Cette différence ($\chi^2 = 103,8$ sign.001) est très nette. On observe ainsi qu'à 12 ans en moyenne plus de 15 objets de la liste sont jugés féminins par les filles contre moins de neuf objets chez les garçons. A 14 ans, cet écart est nettement moins important (475 vs 305 réponses) et non significatif ($\chi^2 = 1.04$ ns).

La tendance inverse existe-t-elle pour les objets considérés comme masculins ? La réponse est positive. A 12 ans, les objets sont plus souvent considérés comme masculins par les garçons que par les filles ($\chi^2 = 41,98$, sign. 001). Ainsi, à cet âge, les filles jugent en moyenne 21,5 objets de la liste comme masculins contre plus de 30 objets en moyenne chez les garçons. Cette tendance persiste à 14 ans : plus de réponses en faveur de la masculinité des objets chez les garçons que chez les filles ($\chi^2 = 16,48$ sign. 001). En outre on observe un accroissement des jugements émis dans ce sens : 34 objets de la liste en moyenne chez les filles et un peu plus de 40 chez les garçons.

Les objets jugés neutres restent quoi qu'il en soit nettement majoritaire. Avec l'âge ils ont cependant tendance à régresser chez les filles ($\chi^2 = 68,32$, sign.001) comme chez les garçons ($\chi^2 = 37,77$ sign.001). En revanche, à chaque chacun des âges, filles et garçons estiment les objets neutres de la liste dans une même proportion.

Enfin, on note que les *objets inconnus des élèves* sont en nombre non négligeable, preuve de l'intérêt didactique de leur présence dans les manuels scolaires. Entre 12 et 14 ans le nombre des objets non connus par les filles, reste constant ; il est équivalent chez garçons et filles à 12 ans, en revanche à 14 ans le nombre d'objets non connus est moins élevé chez

les garçons que chez les filles. L'acculturation de ces dernières aux objets présentés dans les manuels serait donc aussi moins grande.

Les non réponses en nombre très restreint témoignent quant à elles du sérieux de la passation.

7.2.5 Catégorisation des objets par famille

Certains objets suscitent un consensus fort (C++ supérieur à 75%) et d'autres un consensus moins marqué (C+- entre 50 et 74%).

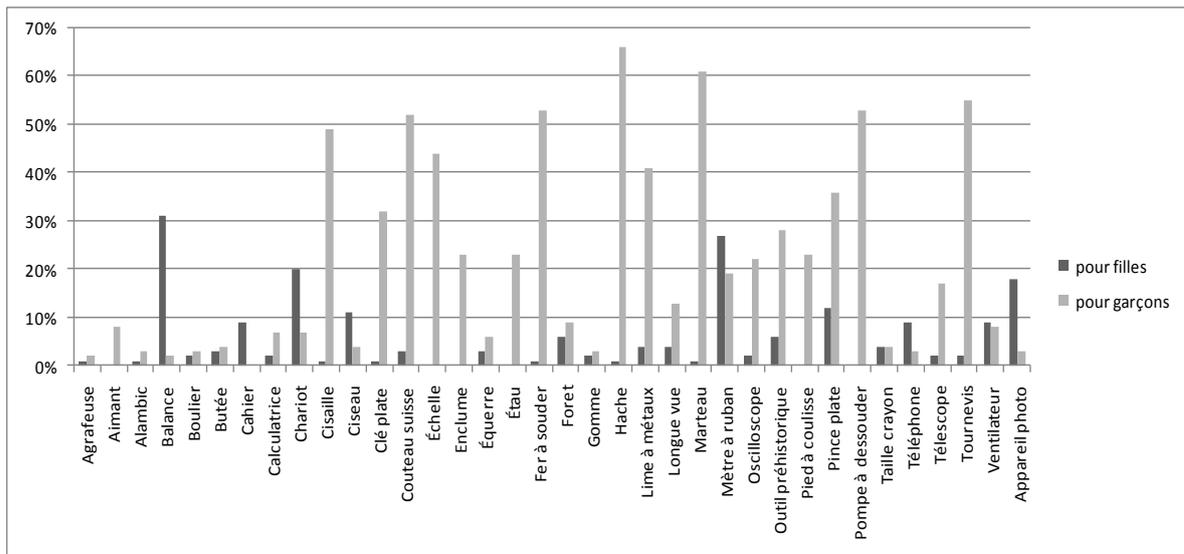
On trouve seulement 62 C++ jugés « mixtes » parmi les 167 objets soumis à catégorisation. On ne trouve en revanche aucun objet C++ catégorisé masculin et un seul objet C++ catégorisé féminin : il s'agit de la « paire de bottes » que les élèves se représentent spontanément comme des bottes de ville et non pas des bottes à usage professionnel (équipement de sécurité).

Pour les objets C+-, on trouve 48 artefacts mixtes, 17 artefacts masculins et 3 féminins.

Pour plus de clarté les données sont maintenant, regroupées en huit grands domaines : outils et instruments, informatique, transports, électrique, machines et engins, aliments, ustensiles, habitat, plus une catégorie divers. On se centrera ici, surtout sur les objets genrés.

7.2.5.1 Outils et instruments

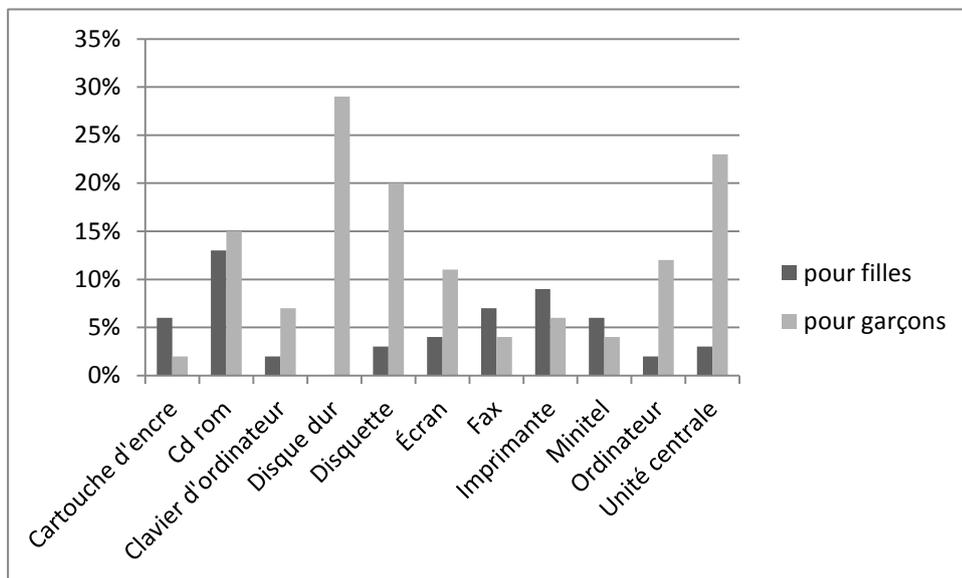
On constate (cf. graphique 1) que parmi les 36 objets classés dans cette famille, beaucoup d'objets sont significativement jugés plus masculin. Deux seulement sont féminins pour plus de 25% des élèves : Balance et mètre.



Graphique 1 : Outils et instruments

7.2.5.2 Informatique

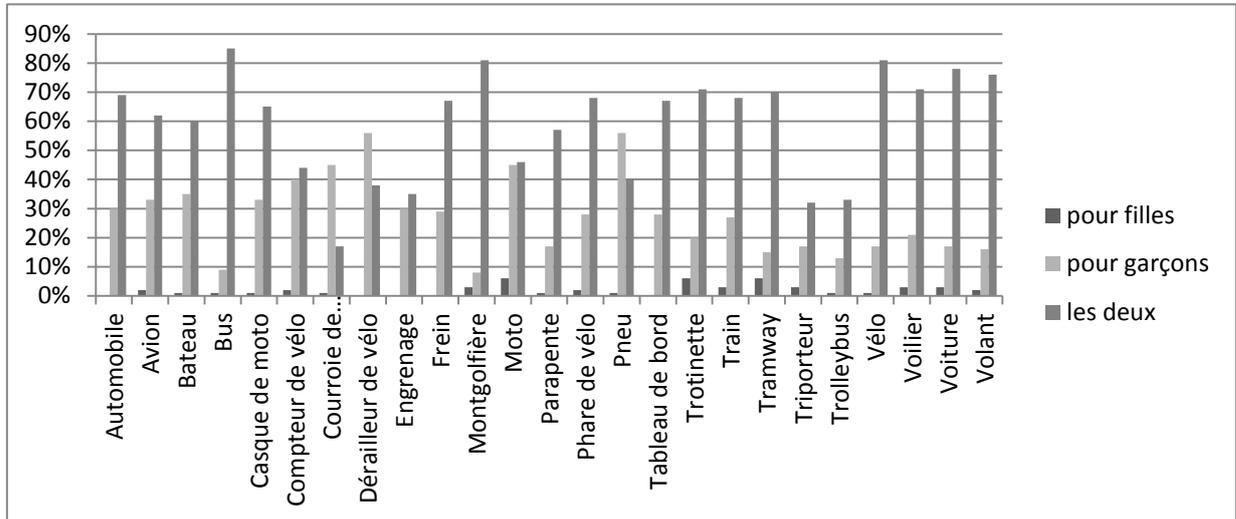
Le caractère genré des objets informatiques est moins évident : la majorité des pourcentages est inférieure à 15 (cf. graphique 2). Tous sont majoritairement jugés mixtes. Deux objets seulement donnent lieu à une différence. Le disque dur et l'unité centrale sont significativement jugés plus masculins.



Graphique 2 : Informatique

7.2.5.3 Transports

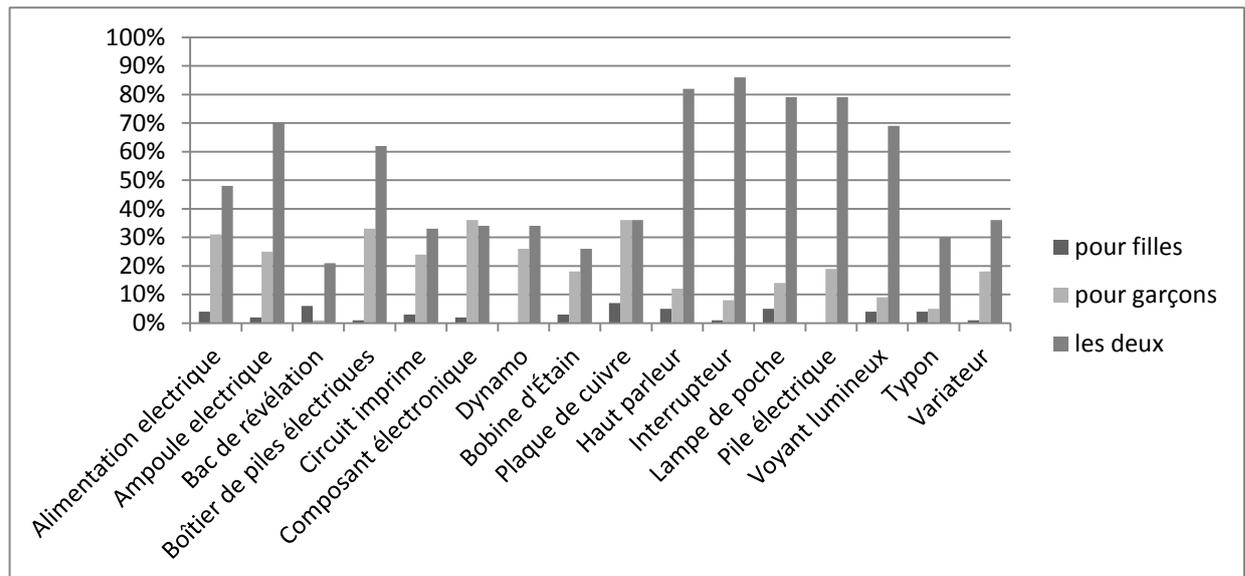
Sur les 25 objets de cette famille 17 sont majoritairement mixtes. Toutefois, il apparait nettement que dans l'ensemble, les moyens de transport sont systématiquement estimés plus proches des garçons que des filles.



Graphique 3 : Transport

7.2.5.4 Electrique

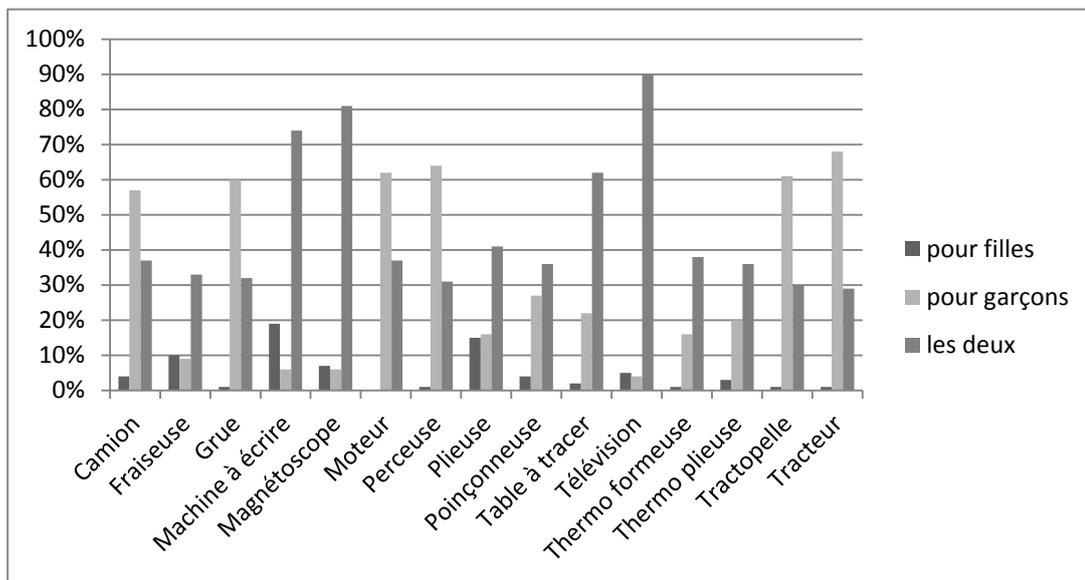
Sur les 16 objets de cette famille 7 sont massivement mixtes. Un est largement inconnu (le typon). Comme précédemment tous les autres sont estimés plus masculin que féminin mais dans une moindre proportion.



Graphique 4 : Électrique

7.2.5.5 Engins machines

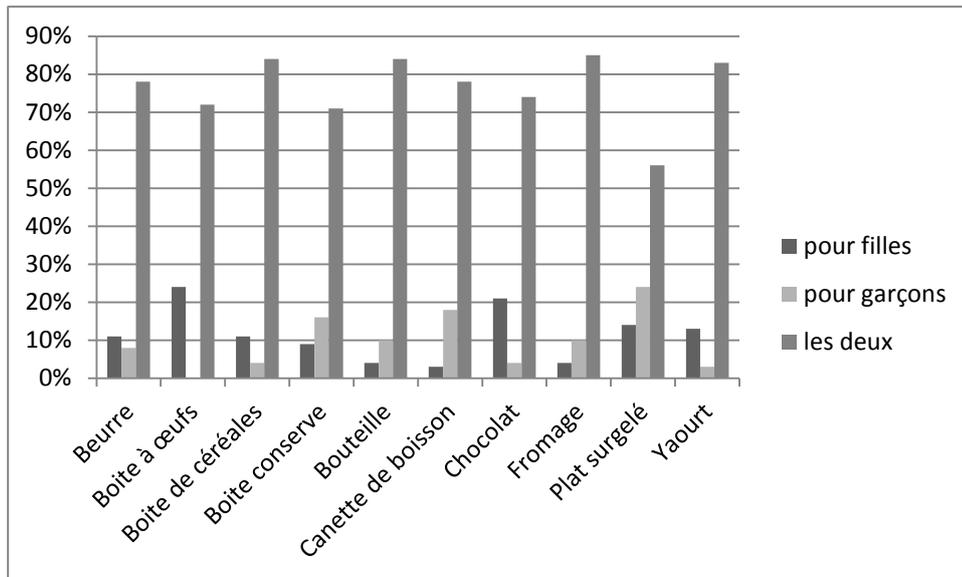
Sur les 15 objets de cette famille, 4 sont essentiellement jugés mixtes (Machine à écrire, magnétoscope, table à tracer et télévision). Six sont massivement jugés comme masculin : grue, moteur, perceuse, camion, tractopelle et tracteur. Les autres sont moins discriminants.



Graphique 5 : Engins-machines

7.2.5.6 Aliment

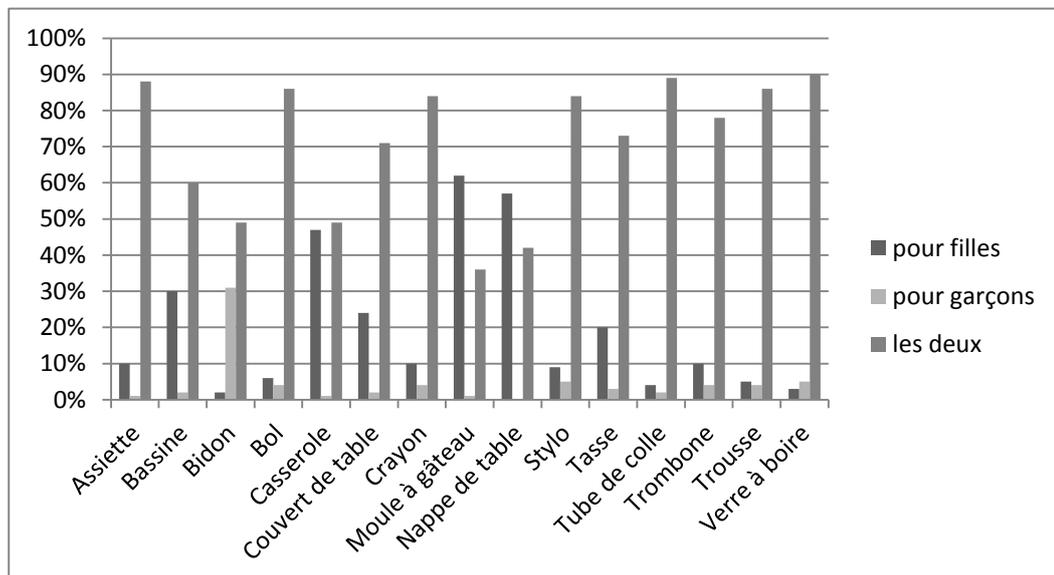
Un fort consensus s'applique au caractère mixte des aliments. Les filles sont plus concernées par le chocolat et la boîte à œufs et les garçons par les surgelés, les conserves et les canettes de boisson.



Graphique 6 : Aliments

7.2.5.7 Ustensile

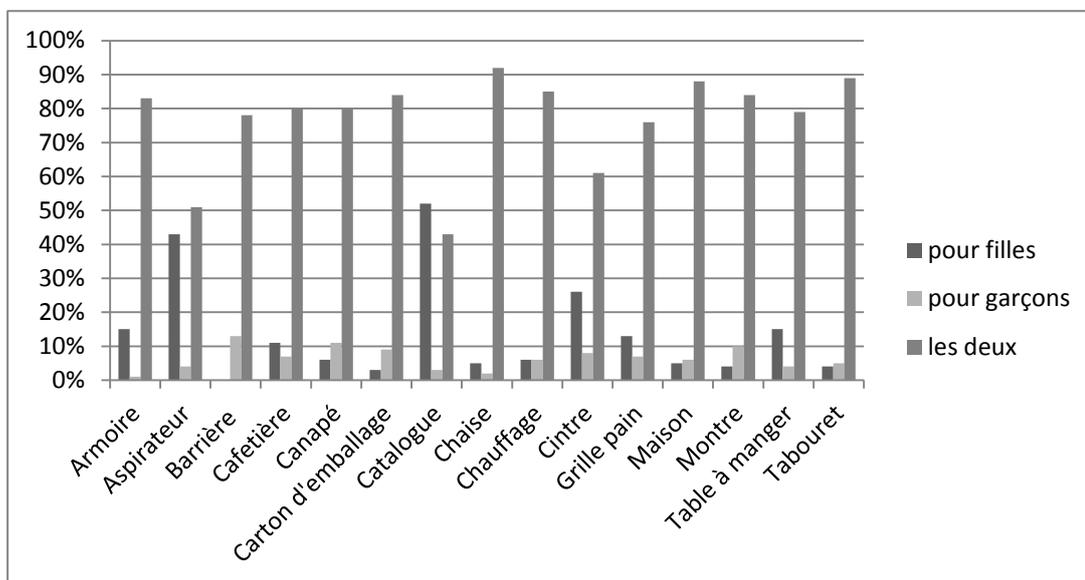
La plupart des ustensiles sont mixtes. Deux sont typiquement féminin : moule à gâteau et nappe de table, et dans une moindre proportion la casserole (47%). Le seul ustensile jugé plus masculin que féminin est le bidon (31%).



Graphique 7 : ustensile

7.2.5.8 Habitat

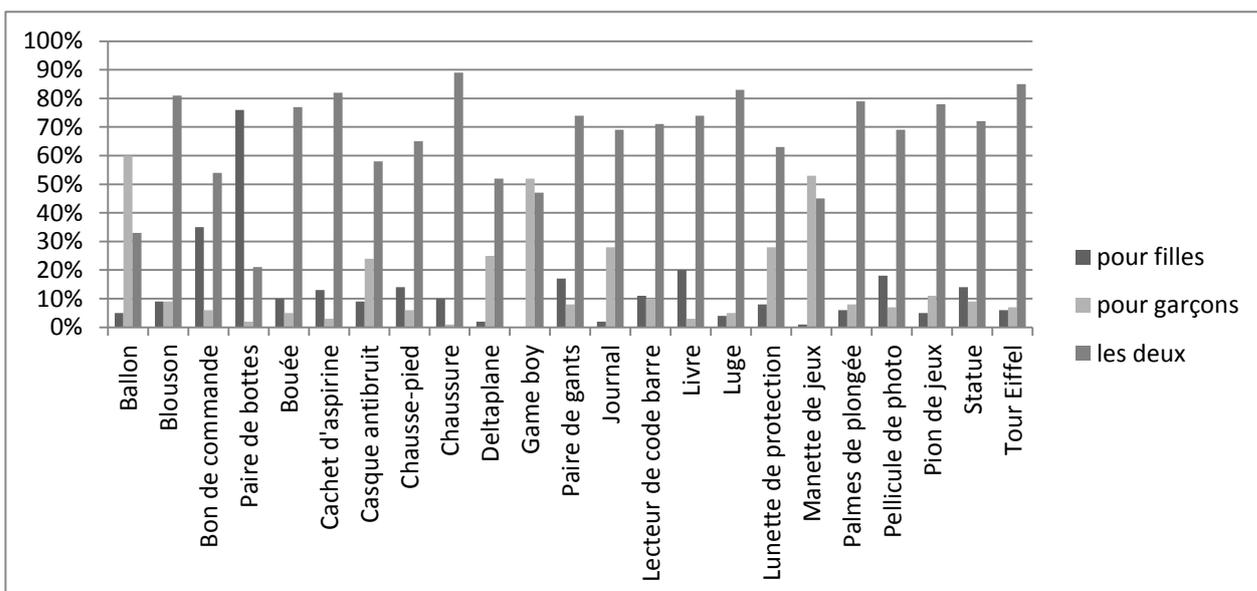
Tous les objets de cette famille sont majoritairement mixtes (Cf. graphique 8). Trois objets sont classés comme nettement plus féminin que masculin : le catalogue (52% féminin contre 3% masculin), l'aspirateur (43% féminin contre 4% masculin) et le cintre (26% féminin contre 8% masculin).



Graphique 8 : Habitat

7.2.5.9 Divers

Dans la catégorie divers, six objets concernent les vêtements et les protections vestimentaires. Tous sont largement mixtes à l'exception de la paire de botte (76% pour les filles). Huit objets appartiennent au domaine du sport et des loisirs. Trois d'entre eux (ballon, game boy et manette de jeux) sont jugés significativement plus masculin que féminin. Les autres sont isolés. On relève parmi eux que le journal est plutôt masculin (28% contre 2%) contrairement au livre plutôt féminin (20% contre 3%). Le bon de commande est significativement marqué féminin (35% contre 6%).



Graphique 9 : Divers

7.2.6 Évolution dans le temps des objets présents dans les manuels scolaires

On constate que seuls huit objets sont présents dans les 4 manuels successifs (1986, 1996, 2000, 2005) : mètre à ruban, ordinateur, oscilloscope, perceuse, vélo, voiture, pied à coulisse. Neuf apparaissent dans les trois derniers manuels : bouteille, circuit imprime, cisaille, ciseaux, étau, livre, pneu, thermo formeuse, tournevis. Quatre sont présents dans les deux dernières années : maison, chaussure, équerre, verre à boire. Neuf sont présents en 1996 et 2005 mais absents en 2000 : appareil photo, bateau, camion, clé plate, dérailleur de vélo, forêt, haut-parleur, pion de jeux, tabouret. Enfin 24 objets apparaissent en 2005 pour la 1^o fois : automobile, avion, balance, blouson, bus, compteur de vélo, courroie de transmission, deltaplane, engrenage, frein, luge, montgolfière, moto, parapente, stylo, tableau de bord, trottinette, tour Eiffel, tracteur, train, tramway, triporteur, trolleybus, volant. Parmi eux se trouvent ainsi une majorité d'objets qui concernent les transports, ce qui est cohérent avec l'introduction cette année-là de ce thème d'étude dans le curriculum de la classe de 6^{ème}.

Cette introduction de nouveaux supports d'étude va de pair avec la disparition d'autres artefacts. Parmi eux se trouvent de nombreux objets liés au domaine de l'électronique et de la mécanique qui ont occupé une place prépondérante de 1985 à 2005 : composant électronique, bobine d'étain, fer à souder, fraiseuse, plaque de cuivre, pile électrique, moteur, poinçonneuse. Mais on note aussi la disparition de beaucoup d'objets hétéroclites qui étaient chargés de montrer aux élèves l'étendue du champ culturel couvert par les artefacts de nature technique. Les premiers manuels donnaient ainsi une large image de la

technologie avec des représentants des *meubles* (table à manger, canapé,) des *moyens de communication* (télévision, journal, cd-rom), des *aliments* (boîte de conserve, canette de boisson,...) des *ustensiles domestiques* (casserole, nappe, bassine, moule à gâteaux...), *des outils informatiques et de calcul* (cd-rom, disque dur, calculatrice) *des instruments usuels* (agrafeuse, montre, lampe de poche,...) des appareils domestiques (aspirateur,...) *des engins* (grue, tractopelle), des jeux (manette de jeux, game boy, ballon...) ou encore *des édifices* (statue).

On note ainsi qu'un certain nombre d'objets typiquement masculin ont disparus (grue, game boy, ballon...). Il en va de même des rares objets typiquement féminin (nappe, bassine, moule à gâteaux, casserole,...).

A cet égard on peut considérer que les supports d'étude ont gagné en neutralité. Cependant, contrairement à ce qu'on aurait pu croire, la thématique du transport reste fortement masculine (Cf. graphique 3). Ceci devrait être compensé par les thématiques de l'habitat et de la domotique en 5° et 4°.

7.2.7 Les manuels scolaires renforcent chez les filles le sentiment que la technologie convient mieux aux garçons.

Les élèves se révèlent sensibles au caractère genré de nombreux objets et les manuels de technologie font bien référence à une majorité d'objets perçus comme plus masculins que féminins. Ceci contribue sans doute à renforcer le sentiment que les filles ont que la technologie convient mieux aux garçons. Le concept de parité devrait aussi s'appliquer pour à réduire ce sentiment. En effet s'il est difficile de ne faire référence qu'à des objets mixtes, il est possible d'équilibrer les nombre d'objets masculin et féminin. De plus les enseignants restent souvent libres de choisir leurs supports d'étude. Eux aussi gagneraient à être formés à la question du genre. Il est évident qu'un thème comme celui de la domotique qui est supposé intéresser les filles perd à ce niveau tout son intérêt s'il est focalisé sur des artefacts tels que le garage, le portail automatique plutôt que sur la balnéothérapie et les plaques de cuisson.

TROISIEME PARTIE

« *PERSPECTIVES DE RECHERCHE* »

8 PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Les perspectives de recherche que nous envisageons d'approfondir et d'élargir au cours de prochaines années visent à promouvoir une éducation technologique plus efficace et plus constructive pour les élèves, mieux adaptée à tous, mieux intégrée aux enseignements scientifiques, plus motivante et plus facile à mettre en œuvre par les enseignants, ce qui passe par une meilleure formation de ces derniers aux enjeux et aux possibilités de mise en œuvre d'un enseignement dans ce domaine y compris à un âge précoce où l'intérêt des élèves se révèle déterminant quant à la construction de l'image qu'ils se forment des disciplines scolaires.

Ces perspectives de recherche sont ainsi en lien avec les constats que nos investigations nous ont conduit à dresser à partir de notre travail de thèse et depuis lors. C'est pourquoi nous consacrerons ce début de troisième partie à un rapide bilan des apports de nos travaux conduits à ce jour avant de présenter les questions qui méritent selon nous, d'être creusées ou ouvertes. Pour finir nous présenterons les projets de recherche associés à ces questions.

8.1 BILAN DES TRAVAUX CONDUITS

Les travaux présentés dans les deux premières parties de l'HDR bousculent la représentation dominante et tenace qui tend à envisager la technologie en tant que simple application des sciences. Cette tendance est aujourd'hui exacerbée par le développement et la forte emprise des nouvelles technologies de l'information et de la communication dont l'utilisation en classe, en marge des effets positifs qui peuvent lui être associées, a aussi pour contre coup de renforcer une vision de la technologie perçue comme discipline de service. Dans le champ éducatif, les technologies sont moins pensées aujourd'hui en tant que champ de connaissances en soi que l'école serait chargée de faire découvrir aux élèves qu'en tant qu'outils chargés d'instrumenter la pédagogie dans la plupart disciplines, scientifiques notamment. L'éducation technologique est ainsi devenue pour beaucoup d'enseignants, si ce n'est de chercheurs, synonyme de « technologiques éducatives » ce qui atteste de la nécessité de lui assigner des contenus mieux déterminés en termes de compétences à former et de connaissances à acquérir.

Quoi qu'il en soit, quelques-uns de mes travaux indiquent qu'il est possible d'associer à l'éducation scientifique, une éducation technologique en termes de savoirs utiles pour les citoyens de demain et comme éléments faisant partie de la culture générale selon l'optique défendue par des auteurs comme Haudricourt et Deforge pour l'éducation technologique ou comme Charpak et Léna pour les sciences.

8.1.1 L'ambiguïté des prescriptions institutionnelles

Nous avons montré qu'en ce qui concerne les curriculum de l'enseignement primaire les contenus, généralement non différenciés, très souvent ambigus, parfois même contradictoires sont peu opérationnels pour les enseignants qu'ils laissent ainsi démunis face à la mise en œuvre concrètes d'activités de nature technologique propres à faire saisir aux enfants toute l'intelligence humaine que cristallisent et que véhiculent la conception, la production et l'évolution des artefacts les plus banals qui les entourent. Au lieu de répondre ainsi à la curiosité naturelle qu'ils éprouvent souvent envers le pourquoi et le comment des choses on se contente souvent de leur proposer des activités dont ils ne perçoivent pas le sens ni l'intérêt du fait qu'elles ne correspondent pas à des questions qu'ils sont en mesure de se poser.

Les activités qu'on leur propose renvoient certes à des compétences scientifiques tout en référant à des activités humaines de production d'objets ou de systèmes techniques, mais il est rare que ces activités soient pensées et organisées en fonction d'objectifs d'apprentissage spécifiques et privilégiés à atteindre.

8.1.2 Les difficultés des enseignants

Nous avons identifié les difficultés des enseignants à mettre en œuvre des situations d'enseignement apprentissage. Difficile pour les enseignants de savoir ce qu'il convient de faire. Ces derniers pourraient se raccrocher aux savoirs et aux connaissances, mais ces derniers ne sont pas indiqués les prescriptions. Ils pourraient se raccrocher à des objets ou de systèmes techniques à étudier, mais les objets supports d'étude ne sont pas précisés non plus. Comment s'en sortir quand on est un enseignant plutôt littéraire (comme 80% des enseignants du 1^o) formé en plus davantage en sciences qu'en technologie ? ces enseignants ne sont pas des spécialistes de la discipline et on ne peut pas leur demander l'impossible, à savoir créer de toute pièces des ingénieries didactiques performantes alors qu'ils ne disposent d'aucune expertise dans le domaine. De plus contrairement à ce qui se passe pour organiser l'apprentissage dans d'autres disciplines (comme les mathématiques ou les sciences), il n'existe pas en technologie de ressources directement applicables. En effet toutes celles que nous avons pu analyser et qui se revendiquaient de la technologie se sont avérées en fait des ressources scientifiques ou d'activité manuelles purement techniques. Par voie de conséquence, les tentatives de mise en œuvre de l'éducation technologique restent rares et souvent maladroites.

L'activité du professeur des écoles en classe, la stratégie et les gestes professionnels, témoignent par ailleurs, d'une grande difficulté à définir le terrain d'investigation et l'objet de la technologie par rapport à celui des sciences. L'activité technologique gravite autour d'une

seule préoccupation : la construction de l'objet initié et prévu par le maître. L'essentiel de l'activité des élèves consiste à lire puis exécuter une procédure de fabrication. Elle donne d'avantage l'occasion d'apprendre les verbes d'action que d'apprendre à organiser son action pour réussir à façonner un artefact. Les questions d'organisation, les problèmes de réparation et de maintenance sont pris en charge par le maître alors que ce sont précisément ces types de questionnement qui permettent de comprendre et d'apprendre sur l'objet technique.

Les gestes professionnels témoignent d'une grande méconnaissance de la didactique des domaines scientifiques. Il n'y a pas de problématisation : le maître donne les réponses à toutes les questions avant même que celles-ci ne soient posées par les élèves. Les difficultés sont lissées et ne posent plus de problème pour les élèves. De fait l'acquisition des connaissances se fait rarement par adaptation à un problème dans un environnement défini par le professeur. L'application en l'état de la démarche de projet, associée au besoin d'imposer leur objet, conduit les enseignants à mettre en place une suite d'actions guidées, dépourvues de sens et de topos pour l'élève. La connaissance, toujours assujettie à l'organisation anticipée par l'enseignant, ne fonctionne jamais comme une production libre de son milieu. On a pu voir également que les élèves ne sont jamais mis en situation d'évaluation en dehors du constat : « ça marche ou ça ne marche pas ». La pratique contraint, guide et résout tous les problèmes. Les savoirs technologiques convoqués sont très peu nombreux en regard des possibles offerts par la situation. Les savoirs sont techniques.

8.1.3 Les savoirs faisant partie de la culture générale

Nos travaux ont contribué également à la détermination des savoirs utiles pour le citoyen et comme éléments faisant partie de la culture générale. Comme Charpak l'a fait pour réintroduire une éducation scientifique à l'école dans le mouvement la main à la pâte, il faut s'affranchir des prescriptions si l'on veut une éducation technologique. Parmi les portes de sorties, nous avons montré qu'en s'appuyant sur les activités de fabrication d'objet très présentes à l'école (depuis l'introduction des travaux manuels) ou sur des activités d'observation et d'utilisation d'objet techniques (qui renvoient aux leçons de choses), il est possible de recentrer l'enseignement sur l'éducation technologique en proposant aux élèves des activités qui font réfléchir, raisonner et qui les obligent à changer de point de vue sur l'objet. L'éventail des tâches possibles à l'école demeure certes limité mais il couvre sur la réalisation d'activités à fort potentiel cognitif du fait des démarches de pensée qui peuvent être mobilisés. Anticipation, planification, contrôle et évaluation de sa propre action, sont en principe à l'œuvre lorsqu'il s'agit pour l'élève de : établir un cahier des charge du projet à

réaliser, modéliser un projet en passant du 3D au 2D pour trouver des solutions et résoudre des problèmes techniques (ergonomie, encombrement, contenance, poids, rangement, frottement...); comparer des solutions et choisir ; choisir des matériaux et les mettre en forme et pour répondre aux propriétés de l'objet ; étudier les liaisons pour proposer des techniques d'assemblages ; personnaliser l'objet en le décorant ; dresser la liste des opérations de fabrication ; mettre en œuvre un poste de travail en sécurité ; choisir l'outil qui convient à la mise en forme et savoir l'utiliser en sécurité ; ranger les matériels et les matériaux ; communiquer sur l'objet oralement ou par le dessin.... Ces tâches techniques et conceptuelles sont en outre sous-tendues par des contenus : fonction, fonctionnement, structure, forme, liaisons, matériaux, matériels, assemblage, encombrement, mesure, contrôle, conformité, geste techniques, sécurité, poste de travail, document techniques. Elles interrogent de plus l'objet technique selon trois points de vue : celui du concepteur, du producteur et de l'utilisateur. Pour parvenir à réaliser ce type de tâche l'élève doit confronter ces trois points de vue et prendre conscience de leurs rapports de dépendances ce qui du point de vue des apprentissages permet de conceptualiser (Piaget, 1936, 1963, 1964 ; Piaget & Inhelder, 1966 ; Maury, 1967).

8.1.4 Les organisations praxéologiques dotées de sens

Les nombreuses études in situ de classe ordinaires ont permis d'identifier dans les organisations praxéologiques les contraintes qui pèsent sur le processus d'enseignement-apprentissage et la technologie associée à cet enseignement. L'articulation entre manière et matière à enseigner associe aux savoirs à enseigner des types de tâches, des techniques pour accomplir ce type de tâches justifiées par une technologie et justifiable par une théorie, (Chevallard, 1985, 2007 ; Chevallard & Johsua, 1991). En technologie, mettre les élèves dans l'action est une chose, leur donner les moyens d'attribuer du sens à l'action qu'ils font en est une autre, moins aisée. Autrement dit, ce n'est pas la transposition des praxis qui pose problème mais la transposition des organisations praxéologiques (Ginestié, 1999). Nous avons pu voir comment l'activité - conçue et pensée comme un système d'actions intentionnellement guidé par l'apprentissage de savoirs (notamment, dans le rapport des élèves à l'organisation des tâches prescrites par l'enseignant) - inscrit l'élève dans un processus d'actions dotées de sens. Ainsi, les espaces de questions qui articulent fonction-fonctionnement-structure-élément-forme leur permet de conceptualiser. Dans ces espaces, on a pu voir que la manière d'activer, de gérer les tâches et d'utiliser des artefacts est significative des savoirs mis en jeu par les enseignants quand elle recourt à toute une technologie (delà technologie !) ainsi : une description du fonctionnement d'un artefact raconté dans une histoire est un moyen didactique qui a l'avantage de ne pas dévoiler les solutions technique de l'objet qui vont être l'objet d'étude suivant. Un cahier des charges

basiques, préalablement établit avec les élèves, utilisé comme instrument de régulation des choix (prévus, en cours de développement, finaux), permet aux élèves, même très jeunes, d'établir un lien entre les différentes tâches qu'on lui demande de faire pour réaliser un objet. L'approche fonctionnelle à l'avantage de permettre de centrer l'apprentissage sur un point précis (par exemple une fonction) sans perdre la représentation de l'ensemble. Les organigrammes de fabrication permettent aux élèves de penser l'organisation des tâches de fabrication. Les tâches de tri, de catégorisation, de sélection, de développement de solution portent les discussions scientifiques et l'argumentation. Elles permettent notamment de faire admettre à des élèves peu enclin aux réponses multiples, qu'il y a plusieurs solutions à un problème technique. De tels instruments (il y en a d'autres) placent l'apprentissage sur le processus et plus sur le résultat. Ils favorisent la prise en charge par l'élève de son propre apprentissage et la dévolution. Charge à l'enseignant d'activer, de gérer et d'utiliser les tâches.

8.1.5 La formation des enseignants

Les études curriculaires et de la formation des enseignants ont d'une part contribué à l'identification de contenus pour la formation des enseignants et d'autre part à l'identification des freins à l'orientation et la motivation des filles vers des carrières scientifiques par l'éducation technologique dans l'enseignement général. On a pu voir que le choix des domaines industriels voir des métiers de référence (informatique, mécanique, électronique, bâtiment) qui ont servi à structurer la plupart des curriculums de l'enseignement technologique sélectionne des pratiques à dominante masculine. On a pu voir également que le choix de situations et des tâches qui servent à l'apprentissage ne sont pas neutres du point de vue du genre. Une meilleure prise en compte de domaines plus attractifs pour les filles dans les curriculums ainsi qu'une attention particulière des enseignants sur le choix de situations et des tâches qui servent à l'apprentissage permettrait de faire avancer les choses du point de vue du genre.

8.2 ENJEUX ET ATOUTS DE L'EDUCATION TECHNOLOGIE POUR TOUS

L'éducation qu'il convient de donner au citoyen de demain est composée de plusieurs branches attachées au même tronc. L'éducation technologique est une des branches. Peut-on continuer à se passer de cette branche à l'école primaire compte tenu de la place occupée par tout ce qui est d'ordre technologique dans l'environnement ?

L'éducation technologique répond à plusieurs enjeux sociétaux et de développement individuels.

Une composante de la culture générale : Nous sommes tous, quotidiennement confrontés à des objets et des systèmes techniques. Parmi ces objets et systèmes, certains nous rendent services, sans qu'on s'en rende compte, d'autres nous confrontent à notre grande incapacité à trouver des solutions aux problèmes qu'ils nous posent. Ils sont nos amis et nos ennemis. Ces rapports à l'objet existent depuis l'origine des hommes et font de la technologie une composante essentielle de la culture générale dans nos sociétés (Deforge, 1970, 1996 ; Fourez, 1994 ; Haudricourt 1964, 1988a, 1988b, Haudricourt, Brunhes-Delamarre, 2000 ; Ellul, 1990 ; Perrin 1988, 1994 ; Sigaut, 1985, 1994). Les rapports homme/objets techniques s'élaborent à partir des points de vue que l'on peut adopter pour parler de l'objet. Le projet d'objet est significatif de ces rapports. L'éducation technologique dans l'enseignement général (Deforge, 1985, 1990), établit cette relation aux objets, à partir de quatre points de vue essentiels : celui de la conception, de la production, de l'utilisation et de l'objet en soi. Ces quatre points de vue ne sont pas les seuls. On peut aussi bien adopter le point de vue de la publicité, de l'histoire, etc. Le projet donne à cette éducation une dimension participative et solidaire.

Un espace de problèmes techniques et de décisions à prendre : Du point de vue éducatif, l'objet technique à l'avantage de poser des problèmes. Les problèmes sont d'ordre technique (outils et gestes) et d'ordre technologique (discours sur les techniques et sur les organisations humaines). Dans la vie courante, les problèmes les plus fréquemment rencontrés par les citoyens relèvent davantage de la technologie que de la technique. Il s'agit pour l'essentiel de problèmes d'utilisation, de lecture de documents techniques, de recyclage, de maintenance. D'autres problèmes se posent aux personnes chargées de le penser et le concevoir. Ainsi, concepteur et producteur s'intéressent aux fonctions, à l'esthétique, à l'organisation de la production, à la vente, la concurrence...

A l'école problèmes et problématisation sont des méthodes qui suscitent intérêt et la curiosité des élèves. On ne connaît pas encore la détermination professionnelle des élèves, mais on sait que les premiers apprentissages offerts à l'élève sont déterminants pour l'image qu'ils vont construire de la discipline et l'intérêt ultérieur qu'ils vont porter aux champs de compétences concernées, voire aux professions associées. Les problèmes à résoudre n'ont pas une solution mais plusieurs. La solution retenue n'est pas forcément la meilleure mais c'est celle qui correspond au meilleur compromis au moment où se pose le problème. La technologie est décisionnelle.

Un mode de pensé fonctionnel et systémique : L'éducation technologique met en œuvre une pensée fonctionnelle et systémique qui tisse les liens et les rapports de dépendances entre les parties des systèmes. La pensée fonctionnelle et systémique encadre et situe l'activité humaine dans sa complexité tout en permettant de l'encadrer. Compte tenu de

l'évolution des organisations humaines, des réseaux et des technologies de plus en plus complexes et interactives, la pensée fonctionnelle et systémique ne peut que prévenir, aider et servir le citoyen de demain.

Une dimension instrumentale intégrative : L'éducation technologique est instrumentale et intégrative par le mode de pensée qu'elle convoque. La communication, l'échange, l'anticipation, l'organisation, sont des activités toutes particulièrement intéressantes du point de vue de l'apprentissage. C'est un moyen de développer l'intelligence technique chez les élèves. Ils pensent, raisonnent, analysent, dialoguent et se nourrissent des rapports qu'ils établissent avec l'objet.

Un espace de revendication et de veille sur les choix de sociétés : L'éducation technologique permet d'acquérir une autonomie, de gestes, de paroles, mais surtout d'acquérir une « réflexion » qui favorise la remise en question des choix de sociétés technologiques, politiques, économiques, philosophiques... présents et à venir (Castoriadis, 1975, 1996 ; Ellul, 1990). Parmi la veille sur les choix de sociétés, la place faite aux filles et l'égalité filles-garçons, la gestion des ressources et le développement durable, l'éthique. La dimension revendicative et éclairée de l'éducation technologique ne peut que servir les choix sociétaux de demain.

8.3 PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Notre contribution à la recherche mise en regard des enjeux et des atouts de l'éducation technologique ouvre deux questions de notre point de vue important à retenir : celle d'une éducation technologique effective à l'école primaire et celle de l'accès aux savoirs pour tous et un corps de connaissances et de compétences clairement identifiées.

Nous avons vu que l'éducation technologique à l'école n'a pas de réelle existence. Compte tenu du fait que les premiers apprentissages offerts aux élèves sont déterminants pour l'image qu'ils vont construire de la discipline et l'intérêt ultérieur qu'ils vont porter au champ de compétences concerné voire aux professions associées et compte tenu des résultats de l'enquête PISA il importe de le rendre efficace dès l'école primaire.

Premier axe de recherche : comment mettre en place une éducation scientifique et technologique efficace et représentative de la culture technique ?

Nos travaux ont contribué à objectiver l'insuffisance des curriculums, les difficultés que les enseignants ont à concevoir et mettre en œuvre des dispositifs didactiques. Ils ont permis également d'identifier des articulations praxéologiques dans lesquelles le questionnement a du sens et d'identifier quelques artefacts utiles du point de vue de la médiation des savoirs en situation. L'efficacité des organisations praxéologiques porteuses de sens et

d'acculturation à l'éducation technologique sont couteuses pour l'enseignant. En effet celui-ci a tout à sa charge (la théorie, la technologie et les techniques). Deux orientations originales de recherches sont envisageables. La première renvoie à la nécessité de mettre en place un enseignement qui intègre les schémas de pensée spécifiques à chacun de ces registres.

L'éducation technologique offre des démarches de pensée complémentaires (confrontation de points de vue, recherche de solutions multiples, ...) à celles que les sciences mobilisent (induction, déduction, formulation d'hypothèses,...). L'orientation de recherche que nous envisageons consiste à penser l'éducation scientifique et technologique « autrement », comme un tout, jouant des avantages de l'un et l'autre de ces enseignements, pour rompre avec une conception de la technologie associée à la transmission de savoir-faire et l'acquisition de techniques, et une conception des sciences qui reste souvent au contraire très théorique. La seconde orientation de recherche envisageable, renvoie à l'ingénierie didactique. Il s'agirait, à partir de faits didactiques identifiés, de concevoir des dispositifs construits en collaboration avec des enseignants et de les éprouver dans le cadre du projet de « classe expérimentale » de l'équipe Gestepro.

La question de l'accès au savoir pour tous a été traitée dans le cadre d'analyse curriculaire lors de notre contribution au projet UPDATE. Les références aux métiers sont aujourd'hui essentiellement masculines, pourtant les filières industrielles les plus rentables à l'heure actuelle et les plus prometteuses pour l'avenir ont trait à des domaines (cosmétologie, domotique, agroalimentaire, les secteurs des biotechnologies en tout genre) qui intéressent les filles mais dont les curriculums actuels ne tiennent pas compte ou très peu.

Deuxième axe de recherche : comment mettre en place une éducation technologique qui convienne à tous et n'en détourne pas les filles ?

Les enjeux socioéconomiques sont évidents. Les études de l'OCDE-PISA sont là pour le rappeler : l'enseignement des sciences et la technologie doit évoluer, il faut attirer les filles vers les métiers de techniciens et d'ingénieurs. Il s'agit dans ce projet de recherche de contribuer à inverser la tendance qui détourne les filles des carrières scientifiques et technologiques en agissant du point de vue didactique tout en sachant que les stéréotypes de nature socioculturels qui sont sous-jacents à ce problème sont très difficiles à combattre. Les enseignants peuvent pour un même objet de savoir agir sur la situation, la nature des activités, l'organisation du travail entre les élèves, les artefacts médiateurs. Nous avons déjà partiellement exploré certaines de ces voies. Nous ne savons encore rien sur l'incidence de la situation sur l'apprentissage et la motivation des filles ; nous ne disposons que de données sociologiques sur le rapport aux activités. Nous savons que la lecture est plutôt féminine, qu'en est-il en technologie ou le rapport à la lecture est incrémenté par d'autres

représentations graphiques ou médiatisé par un écran d'ordinateur ou un tableau blanc interactif ? Qu'en est-il des autres activités traditionnellement associées à cet enseignement comme par exemple les activités de manipulation d'artefacts et d'outils ?

Ces questions de recherche correspondent aux préoccupations de l'équipe de recherche Gestepro d'ADEF et répondent à la question générale : quelles conditions d'organisation de l'étude favorisent le mieux le développement scolaire des enfants, adolescents ou adultes, afin que chaque élève puisse acquérir les savoirs mis en jeu par l'enseignant dans ses dispositifs d'enseignement ? Cette question entend tous types d'activités orientées vers l'apprentissage de connaissances et de savoirs.

Deux préoccupations sont poursuivies dans ces perspectives de recherches. L'une est relative à la contribution que je tente d'apporter à la recherche en didactique de la technologie dont l'enseignement, bien qu'institué et situé en regard des activités humaines de production, est plus souvent enseigné du point de vue des habiletés manuelles et artistiques qu'à des fins éducatives et culturelles réelles. La seconde préoccupation est relative aux recherches sur les éducations à... (qu'ils s'agissent de l'éducation scientifique, technologique, au développement durable, à la santé) dont les résultats peuvent éclairer la formation des enseignants, les pratiques de terrain, les concepteurs d'ingénieries didactiques et les concepteurs des curricula.

Quelques projets répondant à ces deux préoccupations sont en cours de réalisation.

8.4 AXE DE RECHERCHE 1 : COMMENT METTRE EN PLACE UNE EDUCATION SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE EFFICACE ET COMPLEMENTAIRE ENTRE CES DEUX CHAMPS DE CONNAISSANCES ?

La question de l'efficacité de l'enseignement se pose à différents niveaux et de différentes manières selon le point de vue adopté. Du point de vue didactique, un enseignement efficace est un enseignement qui permet à l'élève d'apprendre quelque chose de déterminé par les programmes scolaires et qui va modifier ses représentations et conceptions. Apprendre entend connaissances, compétences, savoirs, concepts, valeurs. Un enseignement efficace c'est aussi un enseignement qui suit une stratégie et dont les circonvolutions (le plus souvent initiées par les élèves) sont contrôlées et réorientés dans la direction stratégique prévue par l'enseignant. La notion de stratégie didactique renvoie à l'organisation et la structuration des tâches, aux consignes et aux conditions matérielles mises en place par les enseignants. Certaines circonvolutions peuvent être le résultat de problèmes techniques non prévus et ou non anticipés comme par exemple un questionnement, une discussion qui s'engage avec les élèves et s'éloigne du centre d'intérêt initial, etc. Un enseignement efficace c'est aussi un enseignement dans lequel le temps

d'apprentissage (nécessaire à l'élève) et le temps didactique (estimé par l'enseignant) sont en phase. La question de l'efficacité de l'enseignement se superpose avec celle de l'efficacité du système didactique d'où l'intérêt d'en comprendre les mécanismes.

Quatre projets de recherches sont en cours dans cet axe, parmi eux, deux sont portés par des étudiants dont les thèses ont débuté récemment. Les deux autres projets font l'objet d'un travail d'équipes d'enseignants chercheurs commencé l'an dernier.

8.4.1 Projet sur le décloisonnement des disciplines scientifiques et technologiques

Un premier projet concerne une problématique du décloisonnement des disciplines scientifiques et technologiques pour les élèves de l'école primaire et du début du collège. Cette voie de recherche s'intéresse à la mutation nécessaire et contemporaine de l'enseignement intégré des sciences et de la technologie (EIST), dont les mises en œuvre en formation et en classe sont d'actualité depuis quelques années et offrent un observatoire particulièrement approprié. Ces mutations intéressent le didacticien du fait des incidences prévisibles qu'un tel décloisonnement aura sur les savoirs à enseigner et l'organisation de l'étude. Il s'agit dans cette recherche d'étudier comment faire jouer (au sens d'assemblage et de jeu fonctionnel) les avantages de l'enseignement des sciences et ceux de la technologie. Une conception intégrée de l'enseignement des sciences et de la technologie pose la question de l'intégration des schémas de pensée et des démarches spécifiques à chacun de ces domaines disciplinaires de l'éducation scientifique et technologique. A l'école l'intégration des schémas de pensée est à priori, plus aisée du fait qu'il n'y a qu'un seul enseignant ce qui n'est pas le cas au collège où il y a un enseignant par discipline. Par ailleurs, la quantité des savoirs à enseigner devrait fondre, au profit de nouvelles formes de savoirs et de nouvelles organisations de ces savoirs. Ces transformations posent aussi des questions de faisabilité scientifique et humaine, notamment celles relatives à l'accessibilité aux savoirs par les élèves mais aussi celles relatives à la possibilité (capacités) des enseignants à penser les sciences et la technologie autrement qu'en termes disciplinaire. L'expérience montre qu'y compris dans la recherche il arrive que certains didacticiens présentent leur travaux comme s'ils relevaient exclusivement de l'enseignement-apprentissage en sciences en négligeant tous les aspects qui relèvent pourtant de propriétés directement liées à des artefacts techniques. On peut donc penser que pour les enseignants, ménager chacun des domaines n'est pas chose facile. Par ailleurs, ces transformations affectent tout le cursus. Ceci oblige à penser l'intégration de ces savoirs à long terme de la maternelle au lycée.

Le développement de cette recherche se fait dans le cadre d'un travail collectif mené au sein des activités hebdomadaires de l'équipe Gestepro. Quatre enseignants chercheurs auxquels

sont associés une ATER et trois doctorants sont impliqués. Les travaux conduits l'année 2012/13 vont déboucher sur des communications dans des colloques internationaux dès 2014. Trois articles sont actuellement en cours d'écriture.

Il s'agit, pour commencer, d'élaborer un état l'art et d'identifier l'influence de l'EIST sur les élèves qui ont eu un enseignement d'EIST pour repérer ce qui s'enseigne effectivement dans ce cadre à l'école et au collège. A partir des indications théoriques et des supports empiriques obtenus sur le terrain, l'un des enjeux serait de produire des avancées théoriques permettant de caractériser le développement d'une conception intégrée des sciences et de la technologie à partir des avantages qu'apportent les modes de pensée et les méthodes de l'enseignement scientifique et de l'enseignement technologique.

Deux études de terrain rendent compte de ce qui s'enseigne effectivement et de ce qu'en retiennent les élèves.

- Les projets d'enseignement intégrés sont des données qui permettent de repérer ce qui se fait et comment. Pour l'EIST au collège on les trouve sur internet sur le site de l'expérimentation EIST et les sites des collèges impliqués dans cette expérimentation. On les trouve également à l'issue des sessions de formation auxquelles ces enseignants ont droit. Les équipes impliqués dans l'expérimentation sont pluridisciplinaires, elles mobilisent les trois enseignants représentant chacun une discipline enseignée au collège (SVT, SPC, Technologie). Les projets d'enseignement intégré à l'école sont a priori plus faciles à construire du fait de la polyvalence supposée des professeurs des écoles qui enseignent en principe toutes les matières. L'accès à ces ressources est plus aisé. Une grille d'analyse permet d'organiser le traitement des données. Elle a été éprouvée sur quelques projets d'enseignement puis adaptée. Ce travail est en cours.
- Un questionnaire adressé aux élèves renseigne sur l'adéquation entre les questions scientifiques qui intéressent les élèves et celles soumises à l'étude, sur la nature des difficultés rencontrées en EIST, sur la perception et l'attractivité de l'EIST. D'autres questions interrogent l'EIST du point de vue de son efficacité en termes d'acquisition de connaissances et d'accessibilité aux savoirs. Notons que l'efficacité mesurée ici est déclarative. Le questionnaire a été soumis à un large échantillon d'élèves de 6^e, 5^e ; 4^e qui ont eu un enseignement d'EIST. Les données sont en cours d'analyse.

L'analyse des écrits institutionnels qui portent sur l'enseignement intégré des sciences et de la technologie (Bach & Sarmant, 2004 ; Lena & al, 2010), des résultats des recherches sur l'EIST (Coquidé, 2011 ; 2008 ; Delserieys & al, 2010 ; Hasni, Bousadra & Poulin, 2012; Lena, 2006), couplé aux résultats de nos études de terrain devraient permettre d'une part de

caractériser les facteurs intégratifs de l'activité d'enseignement-apprentissage et de veiller à la contribution éducative et culturelle de cet enseignement.

8.4.2 Projet sur les intentions éducatives dans les éducations à... . Etude appliquée à l'éducation au développement durable (EDD)

Un second projet s'intéresse à l'incidence de l'organisation des tâches et du contenu sur l'apprentissage dans l'articulation valeur/connaissances académiques/éducation pour tous, appliqué au cas de l'éducation au développement durable (EDD). Les éducations à... répondent à des besoins ponctuels sociétaux. Elles visent en partie à modifier les comportements des élèves pour qu'ils sensibilisent à leur tour leurs proches en les conduisant eux même à changer de comportement. Les éducations à... ont l'avantage de faire appel à des champs multi disciplinaires. L'éducation au développement durable fait notamment référence à des savoirs issus des sciences, de la technologie, de l'économie, du droit et bien d'autres encore. Elle est généralement étudiée du point de vue des questions vives d'où l'intérêt qu'elle suscite chez les didacticiens des sciences et de la technologie. De plus l'éducation au développement durable commence à l'école primaire et se poursuit au collège. Il s'agit de faire acquérir aux élèves des compétences citoyennes sur l'environnement mais pour qu'elles se mettent en place et soient véritablement incorporées, il faut qu'elles soient soutenues par des justifications d'ordre théorique. Les études conduites par (Albe, 2007, 2009 ; Clément, 2004 ; Lange, 2008 ; Legardez et Simmoneaux, 2006) indiquent que la nature des systèmes de valeurs des enseignants transparait dans les mises en œuvre de l'enseignement du développement durable. Il y aurait un lien étroit entre le système de valeur impliqué et les choix didactiques.

Le travail de thèse entrepris par Valérie Baranes (doctorante) s'organise en deux temps :

- Une étude préliminaire renseigne sur les choix didactiques des enseignants. Une série d'entretiens réalisés sur leur lieu de travail permet d'établir le lien entre intentions éducatives et systèmes de valeurs et de le modéliser. L'analyse indique qu'il existe quatre types d'intentions éducatives différentes et trois systèmes de valeurs hiérarchisés en EDD. Les intentions sont : Moraliser et inculquer les «bonnes» manières ; Informer et donner les moyens de comprendre ; Agir sur les comportements individuels à long terme ; Faire agir les élèves dans la classe ou dans l'école. Les systèmes de valeurs des enseignants sont anthropocentrés (l'Homme est au centre des préoccupations, où la solidarité et le respect dominant), écolocentrés (la responsabilité en matière d'environnement domine), scientificocentrés (l'importance de l'esprit critique est avancée au travers de l'analyse et du raisonnement). Le système de valeur des enseignants pèse très fortement sur les

choix didactiques de l'enseignant. Ce poids est à l'origine de dissonance entre ce qui fait sens dans l'EDD et ce que l'enseignant fait. La stratégie de l'enseignant qui vise l'acquisition des nouvelles notions correspondrait à un système de valeur, l'appropriation de nouveaux comportements correspond à un autre. Ces dissonances laissent présager une perte d'efficacité en termes d'impact sur les élèves. Caractériser ces dissonances permettrait d'organiser l'étude plus efficacement et d'en contrôler les variabilités.

- Une seconde investigation renseigne sur les choix d'organisation d'une séquence par les enseignants et permet de caractériser les liens au niveau des tâches. *Chaque tâche peut être considérée comme une expression concentrée de tout un ensemble de valeurs, de modèles, d'éléments, de théories, de savoirs, [...]. Elle identifie l'enseignant dans une population d'enseignants* (Ginestié, 2008). Plus concrètement, la méthode d'investigation, consiste à soumettre à l'expertise des enseignants trois séquences consacrées à la question de la biodiversité. La biodiversité est un des quatre pôles retenus pour l'éducation au développement durable à l'école primaire (MEN- circulaire du 29/03/2007). La biodiversité est également un point du programme de cycle 3 dans la partie intitulée « les êtres vivants dans leur environnement ». Les séquences construites par le chercheur et soumises à l'expertise sont très marquées par les valeurs qui les sous-tendent. Il est demandé aux enseignants de choisir, la mise en œuvre qui leur convient le mieux et d'en analyser, au travers des questions posées, les différents éléments constitutifs. Cette investigation permet de classer l'enseignant dans un groupe partageant le même système de valeur et de relier à ce qui fait sens pour lui en EDD. Ils doivent ainsi justifier leur choix et proposer des modifications quant à la mise en situation proposée, le déroulement des activités, les consignes données, le matériel utilisé et les productions obtenues. L'outil informatique sphinx permet de collecter un grand nombre de réponses et de procéder ainsi à une étude quantitative. Le questionnaire est destiné à des enseignants de cycle 3. La catégorisation des groupes d'enseignants dont les systèmes ternaire valeurs/ connaissances/ pratiques (Chong, & Cheah, 2009) sont identiques sera mis en corrélation avec ce qui fait sens en EDD. L'efficacité se mesure au travers des dissonances tâches – sens de l'EDD lors du passage à la réalité. Par ailleurs, un contrôle de l'apprentissage est prévu pour les enseignants qui seront chargés de la mise en œuvre effective. La méthode consiste à mesurer l'état des représentations des élèves à l'entrée puis à la sortie de la mise à l'épreuve de l'enseignement.

Les 1^o résultats de la recherche sur les intentions éducatives pour l'éducation au développement durable (Baranes, V. & Chatoney, M. 2012), ont donné lieu à une communication au colloque international SIEST, 26 au 29 Avril, Dispositifs, démarches, apprentissage dans l'enseignement des sciences et technologies, Tunis (Tunisie) et à une publication dans les actes du colloque.

8.4.3 Projet sur le rôle des outils de l'analyse décisionnelle dans la capacité des élèves à faire des choix

Relève également de cet axe une recherche sur le rôle des outils de l'analyse décisionnelle du point de vue de la capacité ultérieure des élèves à faire des choix technologiques lors d'activités consuméristes, de maintenance, de recyclage, etc. Les outils de l'analyse décisionnelle, issus des théories de l'organisation (Hatch, 2000 ; Mintzberg, 1989 ; Roger, 2013) comme l'Analyse de la Valeur (AV), l'analyse fonctionnelle qui entend l'analyse structurée et technique de conception (SADT), l'Application aux Techniques d' Entreprise (APTE), Functional Analysis System Technique (FAST), ainsi que le Cahier Des Charges Fonctionnel (CDCF), sont couramment abordés en éducation technologique du fait de la référence à l'entreprise (Boyé & Cuny, 1981 ; Deforge, 1993 ; Ginestié, 1999 ; Lim, 2003 ; Prudhomme, 1999), pour concevoir un projet, étudier un système, optimiser les performances d'un produit ou réduire les coûts. Les élèves placés en situation de réalisation sur projet sont invités à utiliser ces outils pour mener à terme leur travail et acquérir l'usage de ces outils. La mobilisation de ces outils les conduit à interroger l'étendue des solutions possibles, à croiser ces solutions. L'analyse décisionnelle convoque la problématisation et le raisonnement pour choisir et décider d'une solution plutôt que d'une autre. Elle donne les moyens aux élèves d'agir. La capacité d'agir attribuée aux outils de l'analyse décisionnelle, est-elle la même dans d'autres situations comme par exemple une situation de maintenance d'un système (utilisateur), ou encore une situation d'acheteur (usager consommateurs) ? Est-elle la même sur des tâches de même nature rencontrées dans la vie courante ? Il s'agit dans cette recherche engagée par Fabrice Gunter (doctorant) d'étudier l'efficacité de ces outils du point de vue de la capacité d'action des élèves dans des tâches scolaires mais également du point de vue de leur capacité de transfert dans des situations courantes d'utilisateur, consommateur, réparateur.

Le travail de recherche engagé à partir de ce projet, consiste à caractériser le raisonnement qui conduit à faire des choix : l'outil permet de développer des solutions multiples, il a une fonction organisatrice. L'exploration, la gestion, les hiérarchisations, les croisements de ces données sont à la charge des élèves. Que font concrètement les élèves ? Qu'apprennent-

ils ? La logique organisatrice est-elle perçue par l'élève ? Le raisonnement à l'œuvre en contexte scolaire est-il transférable hors l'école ?

La question générale dans cette recherche est celle du caractère opératoire de l'outil auquel les élèves sont confrontés et de ce qu'ils savent en faire en dehors des applications souvent restreintes qu'on leur demande de faire lors des contrôles scolaires.

Le travail engagé part du postulat que plusieurs types d'intentions didactiques peuvent être poursuivies : découvrir l'outil et savoir qu'il existe, utiliser l'outil pour apprendre son principe, comprendre la logique organisatrice de l'outil. Un questionnaire passé auprès des enseignants de technologie suivi d'une analyse de l'activité en situation ordinaire, renseigneront sur les intentions effectivement poursuivies par les enseignants, les types d'outils, les fréquences, les tâches associées à ces outils, la référence, le niveau d'exigence attendu pour l'élève. L'analyse de l'activité dévoilera ce que font les élèves avec ces outils et ce qu'ils en perçoivent au travers des tâches.

Une seconde partie de la thèse sera consacrée à l'étude des conditions de transfert à des activités consuméristes et de maintenance de la vie courante des élèves.

8.4.4 Projet d'observatoire des activités d'étude et de conception d'artefact à l'école maternelle

Le rôle de l'éducation préscolaire dans la construction et le développement de chaque individu constitue un enjeu majeur des sociétés contemporaines. Il contribue à l'autonomie, la communication avec les autres et la maîtrise de l'environnement pour quand ils seront adultes. L'entrée dans la technologie pour les pré scolaires en France, commence avec des activités d'utilisation, d'observation et de fabrication d'artefacts réalisées dans la cadre de situation de vie de classe conformément aux instructions institutionnelles (BOEN, 2002). Ces activités permettent aux élèves d'interroger l'artefact du point de vue des rapports homme-produit. Dans ce cadre, les activités de conception d'artefact apparaissent comme un puissant moyen d'accroître les capacités de réflexion, d'argumentation et de jugement des enfants. En effet, c'est en apprenant à se poser des questions, à les organiser et à les résoudre que les élèves s'engageront dans une démarche efficace d'apprentissage comme le montre les recherches de Benson, (2009); Chatoney, (2003, 2009) ; Fler, (1992) ; Rogers et Wallace, (2000). D'autres publications proposées par des concepteurs de ressources, par exemple celles constituées autour de l'opération «la main à la pâte » ou encore celles du Nuffield Curriculum Centre pour l'école primaire ont l'avantage de préciser l'enjeu didactique, les invariants pédagogiques ou la spécificité d'une démarche propre à la discipline. Lorsqu'on parle d'activité de conception, on évoque une activité humaine, fondée sur un objectif qui peut être rattaché à un besoin biologique (se nourrir, se vêtir, etc.) mais

aussi sur un motif comme par exemple améliorer l'esthétique d'un système existant (Dewey, 1934/2005). Pour mener une activité de conception, le sujet recourt à des instruments cognitifs, psychologiques, techniques, (Rabardel, 1999) qui vont l'aider à penser. Le(s) langage(s) qui permettent de communiquer sur l'artefact, les représentations figurées de l'artefact (codes, modèles, schémas, croquis...) sont des instruments qui vont permettre d'organiser la pensée du concepteur (Vygotski, 1985 ; Mounoud, 1970, Lebahar, 2008). Tous impliquent la compétence du concepteur (Weill-Fassina, 1980 ; Rabardel & Weill-Fassina, 1992).

Les activités de conception ou de re-conception d'un système technique sont-elles des occasions de développer les capacités d'agir et de penser des élèves de 3-5 ans ? Le boutonage défectueux d'une veste, le bec verseur cassé d'une boîte, la chaîne de transmission du tricycle sortie du plateau, la conception d'un panneau mural ou d'un livre ronéotypé permettent-ils aux élèves de raisonner et de développer des solutions à un problème technique ? Il s'agit dans cette recherche de participer au développement des connaissances sur les pratiques d'enseignement-apprentissage dans ce domaine dès l'école maternelle où ces activités foisonnent. Nous interrogerons le rôle de l'enseignant et l'efficacité des choix de mise en œuvre.

La méthode consiste à répertorier les traces de l'activité produite lors des mises en œuvre effectives en classe de maternelle : vidéo, documents préparatoires, traces de l'activité des élèves et de l'enseignante (dessin des élèves, modèles, collages, cahier des charges, document de synthèse, photos...)

L'analyse de l'activité de conception se fait en deux temps : une description de la stratégie de l'enseignant. Objectifs, tâches, organisation, moyens en sont les principaux indicateurs. L'analyse des traces de l'activité des élèves confrontée aux choix de mise en œuvre de l'enseignant permet d'analyser l'activité de conception.

Une première étude réalisée dans le cadre de cette recherche a fait l'objet d'une communication au colloque PATT 27th du 2 au 6 décembre 2013, à Christchurch (Nouvelle Zélande) sous le titre : Early Year's activity in sciences and technology education in France: Analysis of the design of artifact (Chatoney, M., Delserieys, A., & Martin, P. 2013).

8.5 AXE DE RECHERCHE 2 : COMMENT METTRE EN PLACE UNE EDUCATION TECHNOLOGIQUE QUI CONVIENT A TOUS ET N'EN DETOURNE PAS LES FILLES ?

Ce deuxième axe s'inscrit dans la suite des recherches initiées à partir du projet UPDATE (Andreucci, Brandt-Pomares, Chatoney, & Ginestié, 2010 ; Andreucci, Armand, Brandt-Pomares, & Chatoney, 2008b ; Turja, Endepohls-Ulpe, & Chatoney, 2009) et approfondies

par la suite (Chatoney, & Andreucci, 2009a ; Andreucci, & Chatoney, 2012) comme nous l'avons vu dans la partie 2 de l'HDR. Nous avons contribué ainsi à éclairer finement la façon dont, au sein de l'éducation technologique, les curriculums, le choix des supports d'étude, créent ou renforcent concrètement des mécanismes ségrégatifs en faveur de l'un ou l'autre genre. De nombreuses questions sont pourtant en suspens comme par exemple celle de l'activité scolaire associée à l'éducation technologique. Ces activités favorisent-elles ou desservent-elles les possibilités d'accès de chacune et chacun des individus qui composent la diversité des élèves d'une classe ? Y a-t-il équité dans l'accès au savoir technologique entre filles garçons ? Il arrive que le professeur invite les filles à se faire aider par les garçons. Observe-t-on que les garçons sont au contraire encouragés à recourir à l'assistance des filles en classe de langues ?

L'analyse didactique, en lien étroit avec la théorie du genre, du type d'activité et de l'effet qu'elles sont susceptibles de produire sur les élèves, selon que ce sont des filles ou des garçons, devait permettre d'approfondir l'étude des relations : genre-type d'activités, genre-gestes de l'enseignant, genre-configuration scolaire, etc. L'éclairage apporté par ce type d'investigation compléterait les précédentes. Le croisement des résultats genre-contenus à enseigner, genre- artefacts et genre-type d'activité ouvrirait des perspectives de mise en œuvre plus égalitaires en termes d'accès au savoir pour tous, filles et garçons.

Un seul projet se dessine dans cet axe.

8.5.1 Les activités en éducation technologique conviennent-elles mieux aux filles ou aux garçons ?

L'étude s'intéresse cette fois ci, aux rapports qu'entretiennent les élèves avec l'activité utilisée dans l'enseignement de la technologie. La discipline plutôt masculine (électronique, mécanique, génie civil) permet d'envisager que les activités proposées dans l'enseignement sont plutôt masculines qu'en est-il réellement ? Le choix d'une activité se fait en principe pour l'intérêt pédagogique que l'objet offre. L'intérêt pédagogique est-il équilibré du point de vue du genre si l'activité proposée dans une classe mixte renvoie à des activités dont le marquage social est principalement réservé aux garçons ?

L'identification de typologie d'activités neutres, plus féminines ou plus masculines en regard des dispositifs mise en place par les enseignants permettrait d'apprécier si les choix d'organisation de l'étude faits par l'enseignant pour apprendre sont plus favorables aux filles qu'aux garçons ou inversement, ou encore neutre. La fréquence des recours à des activités genrées en situation d'enseignement-apprentissage, leur localisation dans le déroulement des tâches permettrait d'optimiser l'accès aux savoirs pour tous et l'efficacité et de faire des propositions.

Il s'agit pour commencer de savoir si les activités de l'enseignement de la technologie renforcent le sentiment que les filles ont, que la technologie convient mieux aux garçons.

La méthode adoptée est la suivante : une pré-enquête porte sur le genre féminin, masculin ou neutre que les élèves attribuent aux activités de technologie. Ce premier travail est déjà engagé. Il a consisté à la recension des activités proposées dans les manuels scolaires de technologie suivi d'une enquête auprès des élèves. L'intérêt d'un répertoire d'activité et de constituer une base de données qui permettent de faire des analyses sur plusieurs années d'étude. L'entrée par les manuels scolaires est un choix parmi d'autres. Nous aurions pu tout aussi bien partir d'une enquête conduite auprès des enseignants ou d'une analyse des ressources mises à dispositions des enseignants. L'analyse des manuels scolaires de 6^{ème} et de 5^{ème} de 2005 et des manuels scolaires de 6^{ème} et de 5^{ème} de 2009, ont permis de dénombrer quinze types d'activités différentes dans l'enseignement de la technologie. Un questionnaire a ensuite été soumis à un effectif de 147 élèves de 6^{ème} et de 5^{ème} répartis comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

<i>En classe de 6eme</i>				<i>En classe de 5eme</i>		
Fille	Garçon	Total	Unité	Fille	Garçon	Total
38	56	94	Nb (élèves)	28	25	53
40,43	59,57	100,00	% (élèves)	52,83	47,17	100,00

Les élèves pour chaque type d'activités devaient dire si selon lui (ou elle), l'activité est neutre (c'est-à-dire autant féminine que masculine), plutôt féminines ou plutôt masculines.

Un second travail, bénéficiant de l'éclairage des études précédentes sur le caractère genré des curriculums, des artefacts (Chatoney, & Andreucci, 2009a ; Andreucci, & Chatoney, 2012) et de l'éclairage sur les activités du point de vue du genre, consisterait à décrypter et comprendre comment des enseignants génèrent de la discrimination, ou la contrôle. La confrontation des enseignants à des dispositifs équitables du point de vue du genre et d'autres très marqués du point de vue du genre dans une perspective d'appropriation permettrait de compléter l'étude en l'ouvrant sur d'autres gestes professionnels.

Cette recherche trouve toute sa place au sein du laboratoire ADEF- équipe GESTEPRO, dans la structure fédérative SFERE-Provence et permet des collaborations nationales au travers de la chaire UNESCO sur les enseignements scientifiques, technologiques et professionnels, portée par l'ENSTP de Dakar et l'ESPE-AMU. Cette chaire nous amène à recevoir un nombre important de doctorants, d'origine africaine, concernés par la question du genre.

EPILOGUE

Cette note de synthèse m'a donné l'occasion de faire le bilan du parcours de recherche qui a été le mien et de voir quelles nouvelles pistes de recherche s'ouvrent à moi pour la suite. J'espère que les nouveaux travaux que je serai amenée à promouvoir et à encadrer contribueront à faire la preuve de l'importance tant au plan social que cognitif d'une éducation technologique pour tous en contribuant notamment à l'élaboration d'un curriculum chargé d'identifier un socle commun de connaissances et de compétences lié à cette éducation.

De nombreuses perspectives ont été tracées au travers de ce document. Parmi elles la plupart correspondent à des recherches en cours de définition. Il paraît désormais nécessaire d'étendre le champ de l'étude à l'enseignement intégré de sciences et de technologie et aux éducations à... Toutes ces perspectives devraient contribuer à faire progresser la connaissance en didactique de l'éducation technologique.

Avec les membres de l'équipe ADEF- Gestepro, il s'agit désormais d'impulser de nouvelles recherches dont les résultats serviront à éclairer la formation des enseignants pour faire évoluer le rapport au savoir des enseignants chargés de l'éducation technologique pour tous et pour chacun.

Marjolaine Chatoney, Ecole Supérieur du Professorat
et d'Education d'Aix-Marseille Université,
décembre 2013.

BIBLIOGRAPHIE

- Alamäki, A. (1999). *How to educate students for a technological future: Technology education in early childhood and primary education*. Doctoral diss. University of Turku, Finlande.
- Albe, V. (2007). *Des controverses scientifiques socialement vives en éducation aux sciences. État des recherches et Perspectives*. HDR, Université Lyon 2.
- Albe, V. (2008). Pour une éducation aux sciences citoyenne : Une analyse sociale et épistémologique des controverses sur les changements climatiques, *Aster*, 46, 45-70.
- Albe, V. (2009). *Enseigner des controverses*. Rennes: Presses Universitaires de Rennes.
- Allan, K. (1986). *Linguistic Meaning*, London/New -York: Routledge and Kegan.
- Altet, M. (1994). *La formation professionnelle des enseignants*, Paris : PUF.
- Amidon E.J. & Hunter, E. (1967). *Improving teaching: Theory, Research and Verbal Interaction*, New-York: Holt, Rinehart & Winston.
- Amigues, R. & Ginestié, J. (1995). Making technology education meaningful, question of references. In acts of PATT 7th conference, 6-11 april, Eindhoven: PATT fondation
- Amigues, R. Ginestié, J. & Johsua, S. (1995). La place de la technologie dans l'enseignement général et les recherches actuelles sur son enseignement, *Didaskalia*, 3, 34-51.
- Amigues, R. & Zerbato-Poudou, M. T. (1996). *Les pratiques scolaires d'apprentissage et d'évaluation*, Paris : Dunod.
- Andreucci, C. (1998). La prise de décision, geste professionnel essentiel du métier d'enseignant, *Skholê*, 8, 43-69.
- Andreucci, C., Armand H., Chatoney M., (2008a). Analyzing potential obstacles in technological study courses. Colloque efficacité et équité en éducation, Symposium UPDATE, 19-21 novembre, Rennes. http://ent.bretagne.iufm.fr/efficacite_et_equite_en_education
- Andreucci, C., Armand, H., Brandt-Pomares, P., & Chatoney, M. (2008b), Éclairage sur les freins à l'orientation dans des parcours technologiques. Colloque Efficacité et Équité en Education, 19-21 novembre. Rennes. http://ent.bretagne.iufm.fr/efficacite_et_equite_en_education
- Andreucci, C., Brandt-Pomares, P., & Chatoney, M. (2009). A comparative study on the structure of curricula in fellow UPDATE countries, and ideas for changing them to make technology more suitable for girls. In P. Fadjukoff, P. Brandt-Pomares, A. Rasinen, J. Ginestié & J. Dakers (Eds.), *European Project UPDATE*, 54-87. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Andreucci, C., Brandt-Pomares, P., Chatoney, M., & Ginestié, J. (2010). L'organisation des curricula d'éducation technologique dans différents pays européens : approche comparative et impact du point de vue du genre. Review of science, mathematics and ICT education, 4(2), 63-84.
- Andreucci, C. & Chatoney, M. (2002). La co-construction de situations didactiques : quels enjeux pour l'éducation technologiques dans le primaire. Acte du 4^{ème} colloque international Inter-IUFM, Avril, Bordeaux : IUFM.

- Andreucci, C & Chatoney, M. (2004). Difficultés liées à l'articulation des deux composantes de la dévolution : exemple d'une séquence d'enseignement de technologie au primaire. Paris : AESCE, <http://aesce.net/>
- Andreucci, C., & Chatoney, M. (2006). La dévolution en situation ordinaire : étude d'une séance de technologie à l'école primaire, *Revue des Sciences de l'Éducation*, Vol. 32, N°3, 711-731.
- Andreucci, C. & Chatoney, M. (2009). Enseigner la technologie pour réinventer la roue à l'école primaire. In P. Charland, F. Fournier, M. Riopie & P. Potvin (Eds.), *Apprendre et enseigner la technologie : Regards multiples*. 61-72. Québec: Editions multimondes.
- Andreucci, C. & Chatoney, M. (2012). Artifacts for all and for each, boys and girls in technology school books, in Acts of PATT 26th, Stockholm (Suède), 11-21.
- Andreucci, C. Chatoney, M. & Ginestié, J. (2012), L'égalité filles-garçons envers la technologie : ce que nous en disent les curriculums européens. In J. Ginestié, (Eds.), *Education technologique, formation professionnelle et lutte contre la pauvreté* (47-58). Dakar (Sénégal): ENESTP (université Dakar), RAIFFET, UNESCO.
- Andreucci C., Ginestié J. (2002). Un premier aperçu sur l'extension du concept d'objet technique chez les collégiens, *Didaskalia*, 20, 41-65.
- Andreucci, C. ; Froment, J.P. & Vérillon, P. (1996). Contribution à l'analyse des situations d'enseignement/apprentissages d'instruments sémiotiques de communication technique, *Aster*, 23, 181-211.
- Arsac, G. Chevallard, Y. Martinand J.L., Tiberghien, A. (1994). La transposition didactique à l'épreuve. Grenoble : la pensée sauvage.
- Astolfi, J.P. (1992). *L'école pour apprendre*, Collection : Cahiers pédagogiques, Paris : ESF
- Astolfi, J.P. (1995). Quelle formation scientifique pour l'école primaire ? *Didaskalia*, 7.
- Astolfi, J.P. (1997). *Pratiques de formation en didactique des sciences*, Bruxelles : de Boeck.
- Astolfi, J.P. & Develay M. (1985). *La didactique des sciences*, Col. Que sais-je ?, Paris : PUF.
- Bachelard, G. (1934) rééd 1995. *Le nouvel esprit scientifique*, Paris : PUF.
- Bachelard, G. (1938) rééd 1975. *La formation à l'esprit scientifique*, Paris : Vrin.
- Bach, J.-F. & Sarmant, J.-P. (2004). Rapport du groupe de re-lecture des programmes de collège, Paris: Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de l'enseignement supérieur
- Bakhatine, M. (2003). *Pour une philosophie de l'acte*, traduit par Ghislaine Bardet, Paris : l'age d'homme. ISBN 2851-612576-7
- Baranes, V. & Chatoney, M. (2012). Des intentions éducatives pour l'éducation au développement durable, *Skholé*, 17, 227-234.
- Baudelot C. & Mossuz-Laveau J. (2004). Quand les femmes s'en mêlent. *Genre et pouvoir*. Paris : La martinière, 324-347.
- Bautier, E. & Rochex, J.Y. (1997). Apprendre des malentendus qui font la différence, in Terrail J.P. *La socialisation de la France. Critique de l'état des lieux*, Paris : la dispute.
- Bautier, E. & Rochex, J.Y. (1998). *L'expérience scolaire des nouveaux lycéens. Démocratisation ou massification ?* Paris : Arman Colin.

- Bayer, E. (1973). L'analyse des processus d'enseignement, *Revue Française de Pédagogie*, 24, 30-40.
- Bayer, E. & De Landsheere, G. (1970). L'analyse des interactions verbales en classe. *Les Sciences de l'Education*, 4, 14-27
- Béguin, P., & Rabardel, P. (2000). Concevoir pour les activités instrumentées. *Revue intelligence artificielle*, 14(1-2), 35-54.
- Bellack, A.A. & al. (1966). *The language of the classroom*, New-York: Teachers College, Columbia University.
- Bennett, R. (1996). An investigation into some Key Stage 2 children's learning of foundation concepts associated with geared mechanisms, *The Journal of Design and Technology Education*, 1 (3), 218-229.
- Benson, C. (1998). Design and technologie, *Éducation technologique*, 13-17.
- Benson, C. (1999). Quality in the making, in Acts of CRIPT conference 2, *Quality in the making*, UCE Birmingham, 32-35.
- Benson, C. (2009). Making the difference: twenty years of primary design and technology, in Acts of CRIPT conference 7, *Making the difference*, UCE Birmingham, 30-32.
- Benson C., De Vries M., Ginestié J., et al. (2001). *Educación tecnológica*, Santiago, Chili: LOM Ediciones.
- Blandow, D. (1997). Paradigmenwechsel und Trends', in Blandow D. & Theuerkauf W. *Strategien und Paradigmenwechsel zur technischen Bildung*, Hildesheim, Verlag Franzbecker, 75-81.
- Boyé, M., & Cuny, X. (1981). L'apprentissage des outils-signes, *Communications*, 33(1), 103-141. doi:10.3406/comm.1981.1496
- Brousseau, G. (1982). Les objets de la didactique des mathématiques - Ingénierie didactique, *Actes de la deuxième école d'été de didactique des mathématiques en France de l'IREM*, Orléans, 10-60.
- Brousseau, G. (1991). Utilité et intérêt de la didactique, *Grand N*, n°47, 93-114.
- Brousseau, G. (1997). Theory of Didactical Situations in Mathematics, in N. Balacheff, M. Cooper, R. Sutherland, V. Warfield (dir), *Didactiques des mathématiques, 1970-1990*, Dordrecht: Kluwer.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques*. Grenoble : La pensée sauvage.
- Brousseau, G. & Warfield, V. (2002) Le cas Gaël. *Les Cahiers du Laboratoire Leibniz*, n° 55.
- Caravita, S., Valente, A., Luzi, D., Pace, P., Kahlil, I., Berthou, G., Valanides, N., Kozan-Naumescu, A., Clément, P. (2008). Construction and validation of textbook analysis grids for ecology and environmental education. *Science Education International*, 19, 2, 97-116.
- Castéras, J., Clément, P., Abrougui, M., Sarapuu, T., Turcinaviciene, J., Aggoram, B., Calado, F., Bogner, F., Nisiforou, O., Valanides, N., Carvalho, G. (2008). Genetic determinism in school textbooks, a comparative study conducted among 16 countries. *Science Education International*, 19, 2, 163-184.
- Castoriadis, C. (1975). *L'institution imaginaire de la société*, Paris : le seuil.
- Castoriadis, C. (1996). *La montée de l'insignifiance, les carrefours du labyrinthe IV*, Paris : le seuil.

- Clément, P. (2004). Science et idéologie : exemples en didactique et en épistémologie de labiologie. In Actes du colloque Science - Médias – Société. Lyon : ENS-LSH. <http://sciences-medias.ens-lsh.fr>.
- Chabot & Hottois, (2003). *Les philosophes et la technique*, Paris : Vrin. ISBN 10: 2711616185 / ISBN 13: 9782711616183
- Charlot, B. (1997). *Du rapport au savoir, éléments pour une théorie*, Col. Poche éducation, Paris : Economica.
- Chaponnière, M. (2006). La mixité scolaire : débat d'hier et d'aujourd'hui. In Dafflon Nouvelle A. (Dir), *Filles-garçons : socialisation différenciée*. Grenoble : PUG, p. 127-144.
- Charlot, B., Bautier E. & Rochex, J.Y. (1992). *Ecole et savoir dans les banlieues...et ailleurs*, Paris : Armand colin.
- Charpak, G. (1996). *La main à la pâte, les sciences à l'école primaire*, Paris : Flammarion.
- Charpak, G. Léna P. & Quéré Y. (2005). L'Enfant et la Science, Paris : Éditions Odile Jacob, ISBN 2-7381-1684-1.
- Chatoney, M. (1998a). *Sciences et technologie à l'école primaire, étude curriculaire et transposition*, Maîtrise SCE, Aix-Marseille : Université de Provence.
- Chatoney, M. (1998b). La technologie à l'école : étude des pratiques. *L'actualité de la recherche en didactique des sciences et des techniques, Actes de l'ARDIST*, Octobre, 33-37.
- Chatoney, M. (1999a). Place de la technologie dans les manuels scolaires de l'école primaire, in *Actes des XXIes J.I.E.S., Technologies-technologie*, Chamonix, 341-345.
- Chatoney, M. (1999b). *Sciences et technologie à l'école primaire, étude des pratiques en technologie*, DEA, Aix-Marseille : Université de Provence.
- Chatoney, M. (1999c). Witch kind of technology is localised and developed in French primary school? in acts of CRIPT conference 2, *Quality in the making*, June, UCE, Birmingham, 50-52.
- Chatoney, M. (2000a). Qu'indiquent les pratiques ? Une étude de cas en technologies à l'école. *Cahier de recherche et de développement, hors série, Skholé*, 77-85.
- Chatoney, M. (2000b). Rapports institutionnels, rapports personnels au savoir : des outils pour l'analyse didactique. In *Actes colloque international de didactique et d'épistémologie des sciences*, Avril, Sfax, Tunisie.
- Chatoney, M. (2001). The six year old child and the difficulties associated with choosing materials. In *Acts CRIPT conference 3, Quality in the making*, June, UCE, Birmingham, 50-54.
- Chatoney, M. (2003a). Science & Technology in primary school: teacher's difficulties in implementing the teaching of technology. In *acts of CRIPT conference 4*, July, UCE, Birmingham, 8-11.
- Chatoney M. (2003b). *Construction du concept de matériau dans l'enseignement des « sciences et technologie » à l'école primaire : perspectives curriculaires et didactiques*. Thèse de doctorat, Aix Marseille : Université de Provence.
- Chatoney, M. (2005). Activités de production et construction du concept de matériau en réalisation sur projet en classe de CP. In P. Vérillon P. & Ginestie J., *Produire en technologie à l'école et au collège*, Paris: INRP, 279-306.
- Chatoney, M. (2006a). Organiser les activités de production à l'école primaire – Sélectionner des matériaux avec des élèves de 6 ans, *Aster*, 41, 139-158.

- Chatoney, M. (2006b). The evolution of knowledge objects at primary school: study of material concept as it is taught in France. *International Journal of Technology and Design Education*, 16(2), 143-161.
- Chatoney, M. (2008a). French technology education curriculum analysis & description. Paper presented at the European UPDATE conference. Curriculum analysis of technology education in UE. Retrieved from <http://update.jyu.fi>
- Chatoney, M. (2008b). La formation professionnelle des enseignants de technologie et l'exercice simultané du métier. In A. Bouras, J. S. Bekale Nze, J. Ginestié & B. Hostein (Eds.), *Education technologique, formation professionnelle et lutte contre la pauvreté* (387-396). Hammamet (Tunisie): ISEFC (université Tunis 1), RAIFFET, UNESCO.
- Chatoney, M. (2009a). Genre et technologie: influence des artefacts sur l'apprentissage des filles et des garçons. Texte présenté au séminaire sur La formation des enseignants en éducation : questions à la recherche, juin, IUFM- AMU.
- Chatoney, M. (2009b). Witch kind of technology is localised and developed in French primary school, *Acts of CRIPT conference 2*, June, UCE of Birmingham, 50-54.
- Chatoney, M., Andreucci, C. (2009a). How study aids influence learning and motivation for girls in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 19(4), 393-402.
- Chatoney M. & Ginestié J. (2007) La formation universitaire et professionnelle des enseignants dans le LMD – Exemples d'intégration et de structuration des cycles universitaires dans les domaines scientifiques et technologiques, Actes du colloque du LIRDIST, Octobre, Fez, Maroc, 15-28.
- Chatoney M. & Ginestié J. (2010). Primary school and technological education for everybody in France : a study on the role of technology in the educational system and changing in teacher training school theses last twenty years. In C. Benson (Eds.), *International primary technology handbook, 20 years on...* , (13-28). Birmingham: Sense Publishers.
- Chatoney, M., Delserieys, A., & Martin, P. (2013), Early Year's activity in sciences and technology education in France: Analysis of the design of artifact, PATT 27th, December 2-6, Christchurch, New Zealand (sous presse).
- Chatoney, M., & Mencacci, N. (2013), Contribution of technology education in supporting dyslexic pupils : a study on developing competencies building in experimental activities, PATT 27th, December 2-6, Christchurch, New Zealand (sous presse).
- Chevallard, Y. (1982). Pourquoi la transposition didactique ? *IMAG*, 167-194.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné, avec un exemple de la transposition didactique*. Grenoble : la Pensée sauvage. Deuxième édition augmentée 1991.
- Chevallard, Y. (1992). Concept fondamentaux de la didactique : perspective apportée par une approche anthropologique, in Brun J. (coord), *Didactique des mathématiques*, Lausanne : Delachaux Niestlé, 145-196.
- Chevallard, Y. (1995). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : la Pensée sauvage.
- Chevallard, Y. (1997). Les savoirs enseignés et leur formes scolaires de transmission : un point de vue didactique. *Skholé*, 45-64.
- Chevallard, Y. (1998). L'univers didactique et ses objets : fonctionnement et dysfonctionnement, *Interaction didactique*, 9.

- Chevallard Y. (2007). Passé et présent de la théorie anthropologique du didactique. In L. Ruiz-Higueras, A. Estepa, & F. J. García (Éds), *Sociedad, Escuela y Matemáticas. Aportaciones de la Teoría Antropológica de la Didáctica* (pp. 705-746). Jaen :Université de Jaen.
- Chevallard, Y. & Johsua M.A. (1991). *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : la Pensée sauvage.
- Chevallier, J. (1989). *Produit et Analyse de la valeur. AV et analyse fonctionnelle, deux clés pour un produit performant*, Toulouse : Cepadues.
- Chevet, M. (2006). L'impact du genre dans la relation entre enseignant-e-s et apprenant-e-s. *Étude de linguistique appliquée*, 2(142), 163-174.
- Chervel, A. (1988). L'histoire des disciplines scolaires : réflexions sur un domaine de recherche, *Histoire de l'éducation*, 38, 59-119.
- Chervel, A. (1990). Émergence de la dissertation comme exercice scolaire aux XVIIIe et XIXe siècles, *Pratiques*, 68, 110-113.
- Chong, S. & Cheah, H.M. (2009). A Values, Skills and Knowledge Framework for Initial Teacher Preparation Programmes, *Australian Journal of Teacher Education*, 34(3) Article 1. DOI: 10.14221/ajte.2009v34n3.1
- Coquide, M. (2008). Les disciplines scolaires et leurs enseignements spécialisés : distinguer pour pouvoir articuler et travailler ensemble. In A. Hasni & J. Lebeaume (ed.), *Interdisciplinarité et enseignement scientifique et technologique*, Sherbrooke: CRP, 50-74.
- Dalle, C. (2000). Pour une culture technique commune, in Romian H. (dir.) *Pour une culture commune de la maternelle à l'université*, Paris : Hachette, 280-296.
- Dagognet, F. (1998). *Éloge de l'objet, pour une philosophie de la marchandise*, Paris : Vrin.
- Dagognet, F. (1999). *Les outils de la réflexion*, Le Plessis-Robinson : institut synthélabo.
- Deforge, Y. (1970). *L'éducation technologique*, Paris : Casterman.
- Deforge, Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet industriel*, Paris : Maloine.
- Deforge, Y. (1990). *L'œuvre et le produit*, Seyssel : Champs vallon.
- Deforge, Y. (1993). De l'éducation technologique à la culture technique - Pour une maîtrise sociale de la technique, Paris : ESF.
- Deforge, Y. (1996). *De l'éducation technologique à la culture scientifique*, Paris : ESF.
- Delserieys, A., & al. (2010). Intégrer sciences et technologies pour développer une "éducation à..." , *Review of Science, Mathematics and ICT*, 4(2), 9-14
- Delserieys, A., & al. (2013). Intégrer sciences et technologies pour développer une "éducation à..." , *Spirale*, 52, 87-102.
- Dewey, J. (1934) reed 2005. *Art as experience*. New York: Penguin Group.
- Durand, D. (1983). *La systémique, que sais-je ?*, Paris : Dunod.
- Duru-Bellat, M. (2005). *L'école des filles, quelle formation pour quels rôles sociaux ?* Paris : l'Harmatan.
- Duru-Eccles J.S., Jacobs J.E. (1986). Social Forces Shape Math Attitudes and Performance, *Signs*, 11, 367-380.
- Ellul, J. (1990). *La technique ou l'enjeu du siècle*, Paris : Economica.

- Engeström, Y. (1993). Developmental studies on work as a test bench of activity theory. In: S. Chaiklin & J. Lave (Eds), *Understanding Practice: perspectives on activity and context* Cambridge: Cambridge University Press, 64-103.
- Eurydice. (2009). Tackling Social and Cultural Inequalities through Early Childhood Education and Care in Europe. European Commission. <http://eacea.ec.europa.eu/about/eurydice/documents/098EN.pdf>
- Flanders, N.A. (1960). *Teacher influence, pupil attitudes and achievement: studies in interaction analysis*. Minneapolis, University of Minnesota.
- Flanders, N.A. (1970) *Analyzing Teacher Behavior, Reading*, Massachusetts: Addison Wesley.
- Fleer, M. (1992). Introducing technology education to young children: a design, make and appraise approach, *Research in Science Education*, 22, 132-139.
- Folcher, V., & Rabardel, P. (2004). Hommes-Artefacts-Activités: Perspectives instrumentales In P. Falzon (Eds). *L'ergonomie*, PUF, 251-268.
- Fourez, G. (1994). *Alphabétisation scientifique et technique. Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences*, Bruxelles : De Boeck.
- Ginestié, J. (1992). *Contribution à la didactique des disciplines technologiques : acquisition et utilisation d'un langage d'automatisme*, Thèse, Aix en Provence : Université de Provence Aix-Marseille I.
- Ginestié, J. (1995). Knowledge or know-how : Overview about development of technology education, in Acts of Second International conference about Technology Education, *Innovation and management*, 14-19 decembre, Erfurt, Germany: WOCATE.
- Ginestié, J. (1997). Technology education in France, in Theuerkauf W. & Blandow D. (eds) *Strategien und Paradigmenwechsel zur technischen Bildung*. 75-85, Hildesheim : Diverlag Franzbecker.
- Ginestié, J. (1998). L'objet, l'homme et l'enfant, quelques éléments pour une éducation technologique, *Clés à venir*, N°16.
- Ginestié, J. (1999). *Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique*, HDR, Aix-Marseille : Université de Provence.
- Ginestié, J. (2000a). How to deal with the concept of technical object in TE, *Connect, the international science, technology and environmental education journal*, 24, 14-21.
- Ginestié, J. (2001a). Una educación tecnológica para todos: aspectos didácticos. *Horizontes Educativos*, 24(7), 12-48.
- Ginestié J. (2001b). Interés y perspectivas por una educación tecnológica para todos. In Mena F., *Educación tecnológica*, Santiago, LOM Ediciones, pp. 19-30.
- Ginestié J. (2001c). Qué metodología, para qué educación tecnológica. In Mena F., *Educación tecnológica*, Santiago, LOM Ediciones, pp. 55-82.
- Ginestié J. (2002). The industrial project method in French industry and in French school, *International Journal of Technology and Design Education*, 12(2), 99-200.
- Ginestié, J. (2003). Between prescription and reality, the pedagogical situation, in acts of CRIPT conference 4, *Quality in the making*, UCE, Birmingham, 39-43.
- Ginestié J. (2005a). TE teacher training in France. In Williams J., *International technology teacher education*, Paris: UNESCO editions.
- Ginestié, J. (2005b). Filles ou garçons, seuls ou à deux : quelle influence sur les activités de production en éducation technologique ? *Aster*, 41, 217-246.

- Ginestié, J. (2006). *Formation professionnelle des enseignants, au-delà des apparences, quelles différences ?* Santiago: Éditions Los Salesianos.
- Ginestié, J. (2008). From task to activity, a re-distribution of the roles between the teacher and the pupils. In Ginestié J. (Ed), *The cultural transmission of artefacts, skills and knowledge: eleven studies in technology education*. Rotterdam: Sense Publishers, 225-256.
- Ginestié, J. (2009). Thinking about TE in France: a brief overview and some aspects of investigation, in De Vries M., Smith J. & Mac Alister T. (eds), *International handbook: technology education for future*, 31-40, Rotterdam: Sense Publisher.
- Ginestié, J. & Andreucci, C. (1997). Some elements to think technology education in French primary school, in Acts of CRIPT conferences 1, *Celebration of good practice*, UCE, Birmingham, 12-18.
- Ginestié J., Balonzi O., Kohowalla R-P. (2005). Une éducation générale pour tous, une qualification professionnelle pour chacun ; propositions en vue de l'élaboration d'un schéma directeur du secteur éducatif gabonais. Libreville: Ministère de l'enseignement supérieur de la recherche et de l'innovation technologique Éditions,153 pages.
- Ginestié, J., Brandt-Pomares, P., Chatoney, M., Martinez, Y., & Oliveri, G. (2006). Système éducatif et formation des enseignants en France. In J. Ginestié (Ed.), *Formation professionnelle des enseignants, au-delà des apparences, quelles différences ?* (77-93). Santiago: Éditions Los Salesianos. ISBN 956-299-936-X
- Ginestié, J., Brandt-Pomares, P., Chatoney, M., Martinez, Y., Mistre, G., & Oliveri, G. (2006). Module de formation d'enseignants de technologie à l'IUFM d'Aix-Marseille. In J. Ginestié (Ed.), *Formation professionnelle des enseignants, au-delà des apparences, quelles différences ?* (141-151). Santiago: Éditions Los Salesianos.
- Hårdemark, E. (1989). Tema teknik. Sammanställning av project med stöd av socialdepartment. Stockholm: Socialdepartment och Barnmiljörådet i Sverige.
- Hasni A., Bousadra F. & Poulin J.-E. (2012). Les liens interdisciplinaires vus par des enseignants de sciences et technologies et de mathématiques du secondaire au Québec, *RDST*, 5, 131-156.
- Hatch, M. (2000). *Théories des organisations : de l'intérêt de perspectives multiples*. Éditions De Boeck Université, 418p. ISBN 2-74450-064-X.
- Haudricourt A.G. (1964). La technologie science humaine, *la pensée*, 115-127.
- Haudricourt A. (1988a). *La technologie, science humaine, Recherche d'histoire et d'ethnologie des techniques*, Paris : éditions maison des sciences de l'homme.
- Haudricourt, A. (1988b). *Recherche en éducation, vers une « nouvelle alliance »*. Bruxelles : De Boek.
- Haudricourt, A. & Brunhes-Delamarre, M. (2000). *L'homme et la charrue à travers le monde*, Tournai : la renaissance du livre.
- Hill, B. & Lutherdt, M. (1999). Structuring innovation-orientated approaches to teaching technology, in Kananoja T & al (eds), *The principle and practices of teaching technology*, Jyväskylä, University of Jyväskylä, 181-199.
- Hughes, M & al. (1959). *Development of the means for the assessment of the quality of teachers in elementary schools*, Salt Lake City: University of Utah.
- Jacomy, B. (1990). Approche de l'objet technique, *Cible*, 26, 21-28.
- Jarlégan & Tazouti, (2007). Jugements des enseignants et représentations liées aux différences de sexe et d'appartenance sociale des élèves ». In *Actualités de la*

recherche en éducation 2007, Strasbourg, 28-31 août 2007. Nanterre : Association des enseignants et chercheurs en sciences de l'éducation (AECSE). <[http://www.congresintar ... nnette_JARLEGAN_095.pdf](http://www.congresintar...nnette_JARLEGAN_095.pdf)>.

- Jonnaert, P. (1996). Dévolution versus contre-dévolution. Un tandem incontournable pour le contrat didactique. In C. Raisky & M. Caillot, *Au-delà des didactiques, le didactique*, Bruxelles : De Boeck, 115-158.
- Johsua, S. (1996). Le concept de transposition didactique n'est-il propre qu'aux mathématiques ? In Raisky C. & Caillot M. coord, *Au-delà des didactiques, le didactique. Débats autour de concepts fédérateurs*, Bruxelles : De Boeck, 61-158.
- Johsua, S. (1997). Le concept de transposition didactique peut-il étendre sa portée au-delà de la didactique des sciences et des mathématiques ? *Skholé*, 6, 15-23.
- Johsua, S. & Dupin, J.J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*, Paris : PUF.
- Lange, J.M. (2008). L'éducation au développement durable au regard des spécialités enseignantes. *Aster*, 46, 123-154.
- Lebahar, J.C. (1992). Quelques formes de planification significatives de l'activité de conception en design industriel, *le travail humain*, 55 (4), 329-341.
- Lebahar, J.C. (2001). Approche didactique de l'enseignement du projet en architecture : étude comparative de deux cas. *Didaskalia*, 19, 39-77.
- Lebahar, J.C. (2003). *Conception d'artefacts : l'activité cognitive du sujet-concepteur « un système qui s'observe en train de fonctionner »*, HDR, Aix : Université de Provence.
- Lebahar, J.-C. (2008). *L'enseignement du design industriel*. Paris, Hermès-Lavoisier.
- Legardez, A. (1997). Questionnements didactiques aux SES, In Actes du colloque des deuxièmes journées des SES de Lyon.
- Legardez, A. (1999). *Voies de recherches en didactique des sciences économiques, sociales et de gestion : l'exemple des sciences économiques et sociales dans l'enseignement secondaire français*, HDR, Aix : Université de Provence.
- Legardez, A. (2003). L'enseignement de questions sociales et historiques, socialement vives, in Diemer A. (Ed), *Enseigner l'économie*. Paris : Larmattan, 151-158.
- Legardez, A. (2004). Transposition didactique et rapports aux savoirs : l'exemple des enseignements de questions économiques et sociales, socialement vives, *Revue française de pédagogie*, 49, 19-27.
- Legardez, A. & Albe, V. (2001). La construction des objets d'enseignements scolaires sur des questions socialement vives : problématisation, stratégies didactiques et circulations des savoirs. In Actes du quatrième Congrès AECSE, *Actualité de la recherche en éducation et formation*. Paris : AECSE.
- Legardez, A. & Simonneaux, L. (2006). *L'école à l'épreuve de l'actualité, enseigner les questions vives*. Paris : ESF.
- Lena, P., Salviat, B., Elsass, T., Dey, B. & Pedregosa, A. (2010). Un enseignement intégré de science et technologie au collège : Guide de découverte. Paris (<http://science-technocollege.net/?page=317>).
- Léontiev, A. (1976). *Le développement du psychisme*, Paris, Éditions sociales.
- Leplat, J. & Pailhous, J. (1977). La description de la tâche : statut et rôle dans la résolution de problèmes, *Bulletin de psychologie*, 332, 149-156.
- Leroi-Gourhan, A. (1943) rééd 1974. *L'homme et la matière*, Paris : Albin Michel.

- Leroi-Gourhan, A. (1945). *Milieu et techniques*, Paris : Albin Michel.
- Lim, D. (2003). *Modélisation du processus de conception centrée utilisateur, basée sur l'intégration des méthodes et outils de l'ergonomie cognitive: application à la conception d'IHM pour la télévision interactive*. Paris : Arts et Métiers ParisTech. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00006623/>
- Lutz, L. (1999). *Contribution à l'élucidation des contenus et des modalités d'enseignement de la technologie à l'école élémentaire. Comment les élèves de l'école élémentaire construisent-ils du sens en technologie : situation d'action, d'échange verbal et graphique dans l'utilisation, la fabrication et la conception d'objets techniques*, Thèse, Bordeaux : Université de Bordeaux 1.
- Le Moigne, J.L. (1984) la théorie du système général, théorie de la modélisation, Paris : PUF. Leontiev, A. (1975). *Activité, conscience, personnalité*. Paris, Éditions sociales.
- Le Moigne, J.L. (1991). *La modélisation des systèmes complexes*, Col AFCET Systèmes, Paris : Dunod.
- Marchive, A. & Sarrazy, B. (2000). Les interactions maîtres-élèves : analyse critique et approche anthro-po-didactique. In *Actes du colloque Didactique des disciplines et formation des enseignants : approche anthropologique*, IUFM, Marseille (<http://recherche.aix-mrs.iufm.fr>).
- Marry, C. (2004). Genre et politique scolaire : le paradoxe de la mixité. In Bard C., Baudelot C. & Mossuz-Laveau J. *Quand les femmes s'en mêlent - Genre et pouvoir*, Paris : La martinière, 324-347.
- Martinand, J.L. (1986). *Connaître et transformer la matière*, Bernes, Suisse : Peter Lang.
- Martinand, J.L. (1989). *Les sciences à l'école primaire, point de vue historique*, Paris : Peter Lang.
- Martinand, J.L. (1994). *Enseignement des sciences ou éducation scientifique : quel programme pour les sciences expérimentales ?* Hachette éducation : Paris.
- Martinand, J.L. (1995). Rudiments d'épistémologie appliquée pour une discipline nouvelle : la technologie, In Develay M., *Les savoirs scolaires et didactique des disciplines*, coll. pédagogie, Paris : ESF.
- Maury, L. (1967). L'acquisition de concepts : genèse et apprentissage, l'année psychologique, 67 (1), 195-218.
- Mercier, A., Sensevy, G., Schubauer-Leoni, M-L. (2000). How social interactions within a class depend on the teacher's assessment of the various pupil's mathematical capabilities, a case study. *Zentralblatt fur Didaktik der Mathematik, International review of Mathematics Education*, 32(5), 126-130.
- Mercier, A., Schubauer-Léoni M.L., Sensevy, G. (2002). Vers une didactique comparée, *Revue Française de Pédagogie*, 141, 5-16.
- Merle H. (1999). *Apprentissage des mouvements de la terre à l'école élémentaire. D'une vision géocentrique au modèle héliocentrique*, Thèse, Université de Montpellier II : Montpellier.
- Merle, H. (2002). Du projet de fabrication de véhicules roulants à la résolution de problèmes en grande section de maternelle, PRESTE du 8 Juin 2000.
- Minder, M. (1999). *Didactique fonctionnelle : objectif, stratégie, évaluation*, Bruxelles : De Boeck, 366p.
- Mintzberg, H. (1989). *Le management, voyage au centre des organisations*, les éditions de l'organisation, Paris. ISBN : 2-7080-1191-4

- Morin, E. (1977). *La méthode*, 1, Paris : Le seuil.
- Mosconi, N. (1994). *Femmes et savoir. La société, l'école et la division sexuelle des savoirs*, Paris : l'Harmattan.
- Mounoud, P. (1970). *Structuration de l'instrument chez l'enfant*, Paris : Delachaux et Niestlé.
- MEN – BOEN n°1 du 14 février 2002
- MEN - BOEN n°5 du 1er février 2007
- MEN - Circulaire du 29 mars 2007 voir EDD
- Nonnon E. (1999). Tout un nuage de philosophie condensé dans une goutte de grammaire. Interactions verbales et élaboration de règles dans la mise en œuvre d'une « démarche inductive » en grammaire. *Pratiques*, 103/104, 116-148.
- Nonnon, E. (2001). La construction d'objets communs d'attention et de champs notionnels à travers l'activité partagée de description. In Grandaty M. & Turco G. *L'oral dans la classe*, Paris : INRP, 65-102.
- Parkinson, E. (1999). Talking technology: language and literacy in the primary school examined through children's encounters with mechanism. *Journal of Technology Education*, 11(1), 60- 73.
- Pastré, P. (1997). Didactique professionnelle et développement, *Psychologie française*, 42 (1), 89-100.
- Pastré, P. (1999a). Travail et compétences : un point de vue de didacticien, *Formation emploi*, 67, 109-125.
- Pastré, P. (1999b). La conceptualisation dans l'action : bilan et nouvelles perspectives, *Éducation permanente*, 139(2), 13-35.
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergaud, G. (2006). La didactique professionnelle : note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, 154, 145-198.
- Pastré, P., Samurçay R., Bouthier D. (1995). Le développement des compétences : analyse du travail et didactique professionnelle, *Éducation permanente*, 123 (2), 150p.
- Perrin, J. (1988). *Comment naissent les techniques*, Paris : Publi-sud.
- Piaget, J. (1936) (1963). *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Neuchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J. (1961). *Les mécanismes perceptifs*, Paris : PUF.
- Piaget, J. (1963) Le langage et les opérations intellectuelles, in Ajuria de Guerra J., Bresson F., Fraisse, P., Inhelder B. Oléron P., Piaget J., problèmes de psycholinguistique, 51-61, Paris : PUF
- Piaget, J. (1964). *La psychologie de l'intelligence*, Paris : Armand Colin.
- Piaget, J. & Inhelder, B. (1966). *L'image mentale chez l'enfant*, Paris : PUF
- Poitou, J.P. (1991). Le mythe, la cathédrale, l'atelier, trois dispositifs artificiels de pensée. Essai d'anthropologie des connaissances. *Technologie, Idéologie, Pratique*, 67-85.
- Poitou, J.P. (1997). Histoire de la mémoire artificielle, *Revue d'anthropologie des connaissances*, 35-61.
- Poitou, J.P. (1998). Concevoir et construire les navires, de la trière au picoteux. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 2-12.
- Prudhomme, G. (1999). *Le processus de conception de systèmes mécaniques et son enseignement: la transposition didactique comme outil d'une analyse épistémologique*, Thèse, Université Joseph Fourier, Grenoble, France.

- Postic, M. (1992). *Observation et formation des enseignants*, Paris : PUF.
- Rabardel, P. (1995). *Les Hommes et les technologies une approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin.
- Rabardel P. (1999). Le langage comme instrument ? Élément pour une théorie instrumentale étendue, in Clot (dir), *Avec Wigotski*, Paris : La dispute, 265-289.
- Rabardel, P., & Pastré, P. (2005). *Modèles du sujet pour la conception. Dialectiques activités développement*, Toulouse : Octarès.
- Rabardel P., Weill-Fassina A. (1992). Fonctionnalités et compétences : dans la mise en œuvre de systèmes graphiques techniques. *Intellectica*, 15, 215-240.
- Rajosson, L. (1988). *L'analyse écologique des conditions et des contraintes dans l'étude des phénomènes de transposition didactique : 5 études de cas*. Thèse, Aix en Provence : Université de Provence Aix-Marseille.
- Reuter, Y., (2003). La représentation de la discipline ou la conscience disciplinaire, *La lettre de la DFLM*, 32, 18-22.
- Reuter, Y., (2007). La conscience disciplinaire, présentation d'un concept, *Education et didactique*, 1 (2), 54-70.
- Reuter, Y., (2004). Analyser les problèmes de l'écriture de recherche en formation, *Pratiques*, 121-122, 9-27.
- Reuter, Y., & Lahanier-Reuter D., (2004), L'analyse de la discipline : quelques problèmes pour la recherche en didactique, In actes du 9^{ème} colloque international de l'AIRDF, *Le français : une discipline singulière, plurielle ou transversale ?* août, Université Laval, Québec (Canada), 26-28.
- Robine, F. (2006). Pourquoi les filles sont l'avenir de la science *Bulletin de l'Union des professeurs de physique et de chimie*, 100, 421-436.
- Rogalski, J. (1988). Enseignement d'une méthode de raisonnements tactiques à des professionnels, *Travail Humain*, 50 (4), 305-317.
- Roger, A. (2013). *L'essentiel de la théorie des organisations*, coll. Les Carrés, Paris : Gualino, 152p. ISBN 978-2297031783
- Rogers, G. & Wallace, J. (2000). The wheels of the bus: children designing in an early years classroom, *Research in Science & Technological Education*, 18(1), 127-136.
- Rochex, J.Y. (1995). *Le sens de l'expérience scolaire : entre activité et subjectivité*. Paris : PUF.
- Rosenwald, F. (2006). Filles et garçons dans le système éducatif depuis vingt ans. *Education-Formation*, 2, 87- 93.
- Roustan-Jalin, M. Ben Mim, H. & Dupin, J.J. (2002). Technologie, sciences, filles, garçons : des questions pour la didactique ? *Didaskalia*, n°21, 9-42.
- Russo, F. (1986). *Introduction à l'histoire des techniques*, Paris : Albert Blanchard.
- Sadker, D., & Silber, E. S. (2007). *Gender in the Classroom: Foundations, Skills, Methods, and Strategies Across the Curriculum*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Schultz, J. (1997). Pupils talk and write about simple mechanisms. In Acts of CRIPT 2 - a celebration of good practice, 1, 26-30.
- Samurçay, R. & Pastré, P. (2001). La conceptualisation des situations de travail dans la formation des compétences, in : Leplat J. & Montmollin M. (coord.), *Les compétences en ergonomie*, Col. Travail et activité humaine, Toulouse : Octarès, 102-112.

- Samurcay, R. & Pastré, P. (2004). *Recherches en didactique professionnelle*, Toulouse : Octares.
- Sarrazy, B. (2001). Les interactions maître-élèves dans l'enseignement des mathématiques. Contribution à une approche anthro-po-didactique des phénomènes d'enseignement. *Revue Française de Pédagogie*, 136, 117-132.
- Schoultz, J. (1997). Pupils talk and write about simple mechanisms. In acts of CRIPT conference 2, *A celebration of good practices*, June, UCE, Birmingham, 26-30.
- Sensevy, G, Schubauer-Leoni, M.L. Mercier, A. (2001). Pour une didactique comparée, Symposium au Colloque international de l'Association des enseignants-chercheurs de Sciences de l'Education, Lille 5-8 septembre 2001.
- Serre, M. (1991). *Le tiers-instruit*, Paris : F. Bourdin.
- Sigaut, F. (1985). More (and enough) on technology!, *History and technology*, 2 (2), 115-132.
- Sigaut, F. (1994). La technologie une science humaine, in Scherps R., *L'empire des techniques*, Coll. Points sciences, Paris : Le seuil, 51-62.
- Simon, H.A. (1991). *Sciences des systèmes, sciences de l'artificiel*, Paris : Dunod.
- Simondon, G. (1958), (1969), (1989). *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris : Aubier.
- Simonneaux, L. (2003). L'argumentation dans les débats en classe sur une technoscience controversée. *Aster*, 37, 189-214. ISSN 0297-9373
- Turja L., Endrepohls M, Chatoney M., (2009) Conceptual framework for developing curriculum and planning practices to enhance technology education in early childhood. In J. Dakers and W Dow (ED), *Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education*, Rotterdam: IJDT- Springer edition. <http://www.springerlink.com/content/102912/>
- Vergnaud, G. (1991). *La théorie des champs conceptuels*. Paris : la pensée sauvage.
- Vergnaud, G. (1995). Quelles théories pour comprendre les relations entre savoir-faire et savoir ? *Savoirs et savoir-faire* Bentolila A. (dir.), Paris : Nathan, 5-20.
- Vergnaud, G. (1996a). Didactique des disciplines et didactique professionnelle, *Education*, 7 (2).
- Vergnaud, G. (1996b). *Au fond de l'action, la conceptualisation - Savoir théoriques et savoirs d'action*, Paris : PUF.
- Vergnaud, G. (1994). *Apprentissage et didactique, où en est-on ?* Paris : Hachette.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études*, Paris : Honoré Champion.
- Vérillon, P. (2000). Les enjeux culturels de la technologie, in Romanian H. *Pour une culture commune de la maternelle à l'université*, Paris : Hachette, 297-317.
- Vygotski, L. (1978). *Mind in society: the developmental of higher psychological processes*, Cambridge: Harvard University press.
- Vygotski, L. (1985). *Pensée et langage*, Paris : Messidor.
- Von Bertalanffy, L. (1973) (1991). *Théorie générale des systèmes*, Paris : Dunod.
- Vries de, M.J. (1995). L'enseignement technologique au Pays-Bas et autres pays d'Europe, *Skholé*, 3, 63-83.
- Vries de, M.J. (1997a). Science, Technology and Society: A Methodological Perspective, in: Vries, M.J. de and Tamir. A. (eds.), *Shaping Concepts of Technology: from*

- Philosophical Perspectives to Mental Images*. Dordrecht: Kluwer Academic Publ., 21-32.
- Vries de, M.J. (1997b). Science and Technology Teacher Training: what kind of training for what type of teaching? *European Journal of Education*, 32 (1), 59-73.
- Walliser, B. (1977). *Systèmes et modèles, introduction à l'analyse des systèmes*, Paris : le seuil.
- Wach, M. (1992). Projets et représentations des études et des professions des élèves de troisième et de terminale en 1992, *L'Orientation scolaire et professionnelle*, 21(3), 297-339.
- Weill-Fassina, A. (1980). Interêt pour la conception et l'utilisation d'intermédiaires graphiques, in actes du séminaire du département d'ergonomie et d'écologie humaine de l'université de Paris 1 - *L'image opérative*, 61-81. <http://download2.cerimes.fr>
- Welch, M. (1997). Thinking with the hands: Students' use of three-dimensional modelling while designing and making. In acts of CRIPT conference 1, *A celebration of good practices*, June, UCE, Birmingham, 2, 13-17.
- Welch, M. (1998). The strategic thinking of novice designers: Discontinuity between theory and practice. In W. Theuerkauf & M.J. Dyrenfurth (Eds.), *International Working Seminar of Scholars for Technology Education: Outcomes of Technology Education 2000+* , September, Washington, 127-134.
- Welch, M. & Hee Sook, L. (1999). From stick figure to design proposal: Teaching novice designer to « think on paper », in acts of CRIPT conference 2 *Quality in the making*, June, UCE, Birmingham, 1, 136-141.
- Wiggenstein, L. (1961). *Tractatus logico-philosophicus*, suivi de *Investigations philosophiques*, Paris : Gallimard.