



HAL
open science

Les technologies de l'information et de la communication en didactique de l'éducation technologique Analyse des instruments de l'activité enseignante

Pascale Brandt-Pomares

► To cite this version:

Pascale Brandt-Pomares. Les technologies de l'information et de la communication en didactique de l'éducation technologique Analyse des instruments de l'activité enseignante. Education. Aix-Marseille Université, 2013. tel-00983565

HAL Id: tel-00983565

<https://theses.hal.science/tel-00983565>

Submitted on 25 Apr 2014

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

**Les technologies de l'information et de la
communication en didactique de l'éducation
technologique**

Analyse des instruments de l'activité enseignante

Note de synthèse proposée dans le cadre de l'obtention d'une
Habilitation à diriger des recherches

Présentée par

Pascale Brandt-Pomares

Maître de conférences en Sciences de l'éducation
Institut Universitaire de Formation des Maîtres Aix-Marseille Université

Tuteur

Jacques Ginestié

Jury

Georges-Louis Baron Professeur à l'Université René Descartes Paris V

Jacques Ginestié Professeur à l'Université d'Aix-Marseille

Vassilis Komis Professeur à l'Université de Patras-Grèce

Alain Legardez Professeur à l'Université d'Aix-Marseille

André Tricot Professeur à l'Université de Toulouse 2

2013

Or les instruments ne sont que des théories matérialisées

Le nouvel esprit scientifique

Gaston Bachelard

Lieu des épars

Claude Ber

À Jacques Ginestié j'exprime toute ma gratitude. Je partage avec lui des préoccupations de recherche à l'origine des travaux développés dans l'équipe Gestepro. Il est mon premier lecteur à tous les titres. Depuis celui de la première heure, il est devenu au fil de nos échanges toujours constructifs celui de la confiance. Je le remercie de m'avoir encouragée dans la voie de la recherche et d'avoir accepté de m'accompagner jusque dans l'élaboration de cette note de synthèse.

À toutes celles et ceux, membres de Gestepro, qui ont contribué aux travaux de l'équipe je tiens aussi à exprimer tous mes remerciements. En particulier à Colette Andréucci, Hélène Armand, Jean-Marie Boilevin, Marjolaine Chatoney, Alice Delserieys-Pedregosa, Jean-Jacques Dupin, Damien Givry, Jean-François Hérold, Patrice Laisney et Perrine Martin. J'ai une pensée spéciale pour Jean-Charles Lebahar. La richesse des échanges avec tous est résolument un ferment de cette note.

Je remercie Georges-Louis Baron, de m'avoir aidé à prendre la mesure de la portée de mes recherches pour la communauté des sciences de l'éducation, ainsi que les autres membres du jury Alain Legardez, André Tricot et Vassilis Komis pour l'intérêt qu'ils ont porté à mon travail.

Je tiens aussi à remercier tous mes collègues de l'IUFM, et en particulier, ceux avec qui dans l'équipe de direction, j'ai partagé ou je partage, le défi de l'organisation institutionnelle de la formation des enseignants sans jamais sacrifier à la facilité.

Je remercie Mellaine, Appoline et Lauranne pour l'énergie qu'elles me donnent, et mes proches pour leur patience et leurs encouragements, avec une pensée toute particulière pour Jérôme.

Sommaire

Sommaire	4
Introduction : l'orientation de mes recherches.....	10
PREMIÈRE PARTIE : LES SAVOIRS LIÉS À L'USAGE DES OUTILS INFORMATISÉS EN ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE.....	17
1 Les savoirs de référence.....	19
1.1 La référence à des savoirs liés à des pratiques.....	19
1.1.1 L'approche anthropologique du savoir	20
1.1.2 Le nécessaire détour par les <i>savoirs experts</i>	21
1.2 Les savoirs de référence de la recherche d'information.....	22
1.2.1 Approche technologique du savoir	22
1.2.2 Le système technique	23
1.2.3 Les apports scientifiques sur la recherche d'information dans des bases de données.....	27
1.2.4 L'usage : logique et enseignement.....	29
2 L'analyse de l'activité de recherche d'information.....	32
2.1 Le cadre théorique de l'activité	32
2.1.1 L'intentionnalité	32

2.1.2	De l'artefact à l'instrument, la genèse instrumentale	33
2.2	Réflexion méthodologique	40
2.2.1	La référence aux méthodes de l'ergonomie	40
2.2.2	Élaboration d'un modèle de l'activité	42
2.3	Modèle de l'activité de recherche d'information et savoirs de référence	44
3	L'enseignement des outils informatisés en éducation technologique	50
3.1	L'inscription curriculaire en France	50
3.1.1	Les finalités de la discipline technologie au collège	50
3.1.2	La recherche d'information dans les programmes	52
3.2	L'ancrage épistémologique	58
3.2.1	La délimitation d'un champ de référence pour l'éducation technologique	58
3.2.2	L'usage social d'Internet et l'accès à la connaissance	61
3.3	Tentative de comparaison de la scolarisation des TIC dans différents curricula	63
3.3.1	Discipline séparée, approche intégrée ou mixte	63
3.3.2	La scolarisation des TIC en France	64
3.3.3	Des formes scolaires différentes et des savoirs communs en Grèce et en France	66
3.3.4	Une tentative de comparaison européenne	69

DEUXIÈME PARTIE : LE RÔLE DES TIC DANS LES SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE EN ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE	74
1 Le recours à Internet dans une tâche scolaire	75
1.1 L'articulation tâche-activité comme cadre d'analyse des processus d'enseignement-apprentissage	75
1.1.1 Tâche scolaire	75
1.1.2 Affordance perçue par les élèves	76
1.1.3 La tâche oriente l'activité	77
1.2 Analyse de l'activité d'élèves en situation de recherche d'information dans une tâche scolaire	80
1.2.1 Analyse a priori de la tâche prescrite	80
1.2.2 Recueil de données.....	81
1.2.3 Résultats	82
1.3 Les conséquences pour l'enseignement en termes de savoirs...	86
1.3.1 La fiabilité des informations,.....	87
1.3.2 La sélection de l'information	88
1.3.3 La navigation hypermédia et le réseau.....	88
1.3.4 Les mots-clés et les outils de recherche	89
2 Le rôle des outils informatisés dans les processus d'enseignement- apprentissage	91
2.1 Les TIC comme instruments de l'activité enseignante	91
2.1.1 Un contexte sociétal favorable au développement des TIC .	91

2.1.2	Une intégration pédagogique limitée	93
2.1.3	De fortes incitations institutionnelles	94
2.1.4	Une efficacité mitigée	96
2.2	Exemples d'instrumentation par les TIC de l'activité enseignante	99
2.2.1	L'usage du vidéoprojecteur	99
2.2.2	L'application Prof Express	103
2.2.3	Les TICE dans la mise en œuvre d'enseignements basés sur la démarche d'investigation	107
2.2.4	Les limites de l'analyse liées à l'absence de savoirs.....	112
2.3	Les ordinateurs portables comme instruments dans la situation d'enseignement-apprentissage	113
2.3.1	Problématique commune à deux recherches	113
2.3.2	Bases méthodologiques communes à deux observations..	119
2.3.3	Une première observation choisie mais non provoquée.....	119
2.3.4	Une observation provoquée en physique-chimie et en technologie	127
2.3.5	Retour sur la problématique et discussion	136
TROISIÈME PARTIE : PERSPECTIVES DE RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE INTÉGRANT LES TIC.....		140
1	Le cadre général dans lequel s'inscrivent mes perspectives de recherche.....	141
1.1	L'éducation technologique	141

1.2	Le pouvoir d'agir	143
1.3	L'activité.....	144
1.4	L'enseignement et l'apprentissage en éducation technologique	145
1.5	L'interactivité des TIC	147
1.6	Orientation des recherches.....	149
2.	Trois axes pour orienter les recherches.....	151
2.1	Perspectives de recherches sur l'élaboration de savoirs de référence technologiques sur des activités médiatisés par les TIC	151
2.2	Perspectives de recherche sur le rôle des TIC dans les situations d'enseignement-apprentissage technologiques	155
2.2.1	Questions de recherche	156
2.2.2	L'activité de conception et la CAO en Classe de 4e.....	156
2.2.3	Le choix des logiciels en fabrication mécanique	158
2.3	Ingénierie et développement professionnel des enseignants ...	160
	Bibliographie	164

Introduction : l'orientation de mes recherches

Mon parcours s'enracine dans l'exercice de la pratique d'enseignante, source de mes premières préoccupations. Ma recherche s'est forgée peu à peu autour des problématiques relatives aux rôles des outils informatisés dans le champ de la didactique des enseignements technologiques et en particulier en éducation technologique.

Issues de la pratique *sui generis* de l'activité d'enseignante, nombre de mes interrogations ont d'abord émergé dans l'exercice même de la profession. Apprendre aux élèves à mettre en œuvre des outils quels qu'ils soient (en l'occurrence machine à écrire, fer à souder, mini tour,...) relevaient bien pour moi de l'aide à leur apporter pour augmenter leur compréhension, et leur pouvoir d'agir sur le monde grâce aux objets, dans le droit fil des finalités d'une éducation technologique pour tous. Mais certaines pratiques largement diffusées voire préconisées et reproduites en cascade dans les classes, notamment pour l'apprentissage des logiciels, m'ont rapidement interpellée en termes de succession d'opérations. Reléguant les élèves aux rôles d'exécutants de tâches décrites de façon tellement précise qu'elles ne leur laissaient aucune

initiative, les potentialités de ces pratiques me sont apparues peu à peu à même de contribuer à l'émancipation et à l'autonomisation des élèves.

L'importance des outils dans la discipline, la difficulté pour les enseignants à proposer des situations d'enseignement-apprentissage et à bâtir des dispositifs ouverts porteurs d'apprentissage m'ont amené à interroger le sens donné aux outils dans l'enseignement technologique, à la fois en tant qu'objets de l'apprentissage et parce qu'ils permettent eux-mêmes d'apprendre. C'est le point nodal de mes recherches sur le rôle des outils informatisés dans l'éducation technologique.

Dès 1997, la consultation d'information via Internet est introduite dans l'enseignement de la technologie en charge de *familiariser* les élèves ; ce terme utilisé dans les programmes (Ministère de l'Éducation nationale, 1997) induit un usage raisonné de l'ordinateur. Cette familiarisation passe déjà dans la discipline par l'usage de différents types de logiciels : tableurs, traitement de texte, logiciels de dessin, de conception de circuits intégrés et de programmation de Machine-Outil à Commande Numérique (MOCN). C'est alors que j'entreprends mes recherches pour comprendre comment les enseignants s'emparent de la recherche d'information dans leur enseignement. Dans mon DEA, mon travail est axé sur l'étude de ce nouvel enseignement. J'ai pu dès ce tout premier travail opérer un changement de posture en passant de ma fonction d'enseignante de technologie au rôle de chercheuse qui s'intéresse à l'enseignement de la technologie. La partie empirique de ce travail ne m'engageait pas personnellement en tant qu'enseignante, ce qui pouvait faciliter cette distanciation au-delà de l'analyse et de la mise à distance de ma propre pratique. L'étude entreprise m'engageait par contre à appréhender l'enseignement du point de vue de la complexité du système didactique qui lie le professeur, l'élève et le savoir. Immanquablement, j'ai dû considérer ce que les élèves devaient apprendre et ce que les professeurs devaient enseigner. J'ai donc été amenée à aborder la question de l'introduction de ce nouvel enseignement concernant la recherche

d'informations du point de vue des savoirs. L'observation d'une formation à l'intention d'enseignants m'a donné l'occasion d'identifier un problème majeur auquel se heurte la discipline et qui l'interroge dans son essence. Qu'est-ce que les élèves apprennent, ou devraient apprendre, en technologie à propos des outils informatisés ?

Prises en référence, les pratiques ne suffisent pas d'emblée pour dire ce qu'il faut enseigner et apprendre. Dans cette première observation, j'ai constaté que la formation était orientée par le formateur pour que les enseignants capturent des sites pour les élèves en amont de la classe, en passant sous silence les potentialités d'accès à des sources d'informations variées qu'Internet permet d'explorer.

La perception de cette difficulté à identifier ce qu'il faut enseigner et apprendre a joué un rôle moteur par rapport à l'orientation générale de mes activités de recherche sur les situations d'enseignement-apprentissage, tant du point de vue des savoirs à transmettre, que du travail de l'enseignant. Elles s'inscrivent dans le cadre des deux orientations de l'équipe de recherche Gestepro créée par Jean-Jacques Dupin, Jacques Ginestie et Jean-Charles Lebahar et à laquelle j'appartiens. La première orientation de l'équipe concerne des recherches sur les processus de transposition didactique, notamment dans les situations où les références sont mal définies et ne peuvent s'identifier spontanément à des corpus de savoirs savants. La seconde porte sur la compréhension des processus d'enseignement-apprentissage qui organise plus généralement un ensemble de systèmes de transmission-appropriation de savoirs professionnels, techniques, technologiques et scientifiques dans le cadre spécifique de l'école, notamment au travers des objets manipulés, du rôle des langages spécifiques et de la construction de significations qui donnent sens à la construction des procédures.

Ces deux orientations s'articulent dans mes propres recherches à propos du rôle des artefacts particuliers que sont les outils informatisés dans les

situations d'enseignement, du point de vue à la fois des savoirs en jeu et des processus de transmission-appropriation. Dans cette note, qui s'articule en trois parties, je réinterroge l'essentiel de mes travaux de recherches d'abord à propos des savoirs de référence, puis du rôle des TIC dans les situations d'enseignement-apprentissage et enfin à propos des perspectives que cela ouvre.

Dans la première partie j'aborde la question de l'épistémologie des TIC (technologies de l'information et de la communication) en éducation technologique. Je m'intéresse en particulier aux savoirs liés à l'usage des outils informatisés en éducation technologique.

À partir de la question des savoirs de référence liés aux pratiques de recherche d'informations, que je me suis posée dans la thèse, j'avance la nécessité absolue d'élaborer des savoirs experts pour l'enseignement quand celui-ci fait référence à des pratiques. La recherche d'information fait l'objet d'une analyse de l'activité à partir du cadre des théories de l'activité et de celui de la genèse instrumentale. Ce cadre me permet de modéliser l'activité pour envisager ce qu'il faut enseigner pour apprendre à rechercher de l'information en technologie au collège.

Cette inscription curriculaire de la recherche d'information m'amène à resituer son contexte d'apparition commun à d'autres outils informatisés et aux TIC, et à l'inscrire plus largement dans le champ de l'éducation technologique et de son épistémologie. Cette analyse de l'enseignement des TIC en technologie fait l'objet de tentatives de comparaison avec la Grèce et d'autres pays européens. Elles montrent comment les TIC s'inscrivent dans les prescriptions des enseignements technologiques.

Dans la deuxième partie, j'examine le rôle que jouent les TIC dans ces processus d'enseignement-apprentissage. Je tire parti du cadre théorique de l'activité bâti dans la première partie, pour analyser ces processus dans le cadre de l'éducation technologique. En particulier, l'articulation entre la tâche prescrite et l'activité réalisée me permet d'analyser l'activité

d'élèves en situation de recherche d'informations dans une tâche scolaire et de montrer que leur activité n'est pas significative d'une réelle capacité à rechercher de l'information. Cette mise en œuvre de la recherche d'information, malgré la faiblesse des schèmes mobilisés par les élèves, m'amène à m'interroger sur le potentiel des outils informatisés dans les processus d'enseignement-apprentissage et sur leur intégration dans les pratiques d'enseignement. Malgré un contexte sociétal particulièrement favorable au développement des TIC et des incitations multiples de la part de l'institution (équipement massif, prescriptions,...), leur intégration pédagogique s'avère limitée et peu de recherches font la preuve de leur efficacité.

Je m'appuie sur trois exemples génériques : l'usage du vidéoprojecteur qui se propage, la création d'une application Prof express à laquelle j'ai participé et une enquête auprès d'enseignants de collège en SVT, physique-chimie et technologie pour montrer que ces outils ne deviennent réellement des instruments pour l'enseignant qu'à partir du moment où on peut les relier aux savoirs qu'ils enseignent réellement avec. Au travers de deux recherches menées sur l'intégration dans les usages scolaires d'ordinateurs portables, j'essaie ensuite de montrer la difficulté des enseignants pour intégrer ces usages dans leurs pratiques et cela même s'ils font preuve de volontarisme. La seconde est une observation provoquée au sens où elle fait l'objet d'une ingénierie particulière. Elle est menée parallèlement en technologie et en physique-chimie et montre le rôle d'alphabétisation que la technologie joue vis-à-vis des TIC.

Paradoxalement, dans ces deux recherches, c'est moins la manière d'enseigner qui apparaît comme modifiée par l'introduction des ordinateurs portables dans les situations d'enseignement-apprentissage que ce qui est enseigné. Le contrat didactique est inchangé, les interactions et les modes de transmission habituels restent de mise (TP en physique-chimie, activités guidées en technologie).

Dans la troisième et dernière partie de cette note j'envisage mes perspectives de recherche dans le cadre d'une éducation technologique intégrant les TIC. Ces perspectives prennent appui sur le cadre théorique de l'activité précédemment défini et plus particulièrement sur la médiation entre sujet et objet par les artefacts pour analyser le rôle joué par les TIC dans les enseignements technologiques.

Un premier axe de mes perspectives de recherche est orienté vers l'élaboration de savoirs de référence technologiques des activités médiatisés par les TIC. En effet, la référence à des pratiques instaure un nécessaire travail didactique de formalisation des savoirs. Construite à propos de la recherche d'information, je souhaite expérimenter la méthodologie d'élaboration de savoirs experts à partir de l'analyse de l'activité dans des contextes différents. Il s'agit en l'occurrence dans un projet de thèse, d'identifier une activité de la profession d'assistant(e) de direction est de l'analyser en vue de formaliser les savoirs experts à enseigner et à apprendre.

Le deuxième axe de mes perspectives de recherche porte sur le rôle des TIC dans les processus d'enseignement-apprentissage. Elles s'inscrivent dans le prolongement des recherches que j'ai mené sur les ordinateurs portables, dans le sens où l'enjeu de savoir est central.

Deux projets de recherche que je mène actuellement s'inscrivent dans cet axe. Dans un premier projet de recherche il s'agit de faire varier l'instrument dans une même activité de conception (dessin à main levée et CAO) pour privilégier l'instrumentation de l'activité. Dans un second projet de recherche il s'agit d'élaborer une méthodologie de choix d'outils pour enseigner la CFAO.

Ces deux projets nécessitent d'adopter des méthodologies plutôt qualitatives parce qu'elles privilégient la compréhension des mécanismes sans toutefois interdire d'y associer des données quantitatives, notamment pour rendre compte de l'effet de l'activité de l'enseignant sur

l'activité de tous les élèves. Ces recherches s'inscrivent dans un projet plus global visant à proposer un modèle de tâches significatives pour l'éducation et l'enseignement technologique qui favorisent la genèse instrumentale dans ses deux versants celui de l'instrumentalisation et celui de l'instrumentation.

Centré aussi sur les situations d'enseignement-apprentissage, le dernier volet de mes perspectives de recherche ambitionne de mieux connaître, pour mieux l'accompagner, la professionnalisation de l'activité des enseignants. À l'occasion de différentes recherches, j'ai avancé et je continue d'avancer progressivement sur la construction d'ingénieries qui ne s'arrêtent pas aux portes de la classe. J'espère pouvoir à terme identifier les conditions d'élaboration et de transfert de ces ingénieries.

**PREMIÈRE PARTIE : LES SAVOIRS LIÉS À L'USAGE DES
OUTILS INFORMATISÉS EN ÉDUCATION
TECHNOLOGIQUE**

Mes premiers travaux de recherche portent sur l'enseignement de la recherche d'information en technologie au collège. Selon une approche résolument didactique j'ai étudié les processus d'enseignement-apprentissage de cet objet particulier, depuis l'émergence des prescriptions à l'origine de la mise en œuvre de l'enseignement, jusqu'aux organisations de l'enseignement. Du point de vue de la transposition didactique, j'ai montré que les savoirs savants ne sont pas les seuls savoirs qui peuvent être transposés dans les situations d'enseignement apprentissage. À partir des théories de l'activité et de la genèse instrumentale qui m'ont donné un cadre théorique pour appréhender le rôle des outils informatisés dans la situation d'activité instrumentée, j'ai analysé l'activité de recherche d'information afin d'élaborer des savoirs experts qui ne relèvent pas de savoirs structurés dans une épistémologie particulière, explicite et descriptible, mais de savoirs incorporés dans des pratiques. La recherche d'information est au cœur de cette première partie. Elle me donne l'occasion de revenir sur mes premiers travaux de thèse pour resituer la recherche d'information et son enseignement, d'abord par rapport au cadre de la transposition didactique de savoirs de référence liés à des pratiques, en préciser l'analyse au travers du cadre théorique de l'activité, pour ensuite l'envisager sous sa forme scolaire et plus largement dans le cadre de la discipline technologie. En France, la recherche d'information est inscrite avec d'autres outils informatisés dans les programmes en tant que technologie de l'information. J'envisage la portée épistémologique de cette inscription et tente de la comparer avec les choix opérés en Grèce et d'en d'autres pays européens.

1 LES SAVOIRS DE REFERENCE

1.1 La référence à des savoirs liés à des pratiques

Mon intérêt pour la manière dont les enseignants s'emparent des programmes pour les faire vivre dans les situations de classe ordinaires, et pour le sens que les élèves donnent à ces situations, m'a conduit à adopter une posture didactique donnant la priorité à une approche par les savoirs, c'est-à-dire à ce que les enseignants devaient enseigner et que les élèves devaient apprendre. En effet, cette orientation définit fondamentalement le rôle de l'École comme le lieu de transmission et d'acquisition de savoirs. Cette posture donne un cadre à de nombreuses thèses, y compris la mienne soutenue en 2003, fondées sur la théorie de la transposition didactique et qui, quel que soit leur ancrage disciplinaire, donnent au mémoire de thèse une architecture qui reprend la trame de la transposition didactique du savoir considéré *du savoir savant au savoir enseigné*, sous-titre même, de l'ouvrage de Chevallard (1985). Dans ces thèses, l'épistémologie du savoir à l'origine de la transposition occupe une place privilégiée. Les thèses de didactique qui se sont multipliées selon cette perspective ont contribué à élargir le champ de validité de la transposition didactique à d'autres didactiques disciplinaires que celle des mathématiques. Or, dans le cas de la recherche d'information, l'absence de référence explicite à des *savoirs savants*, m'a conduite à circonscrire sans le dénaturer ce qui apparaissait dans les prescriptions. Instituée dans les programmes en 1997, en stipulant que les élèves devaient *être mis en situation de rechercher une information* (Ministère de l'Éducation nationale, 1997), la recherche d'information est devenue un objet à appréhender par les enseignants de technologie au collège. Tout en mentionnant sa mise en œuvre, le programme ne précisait pas clairement les conditions et les objectifs de l'enseignement. Mais alors qu'enseigner et apprendre en technologie à propos de la recherche d'information ? C'est cette question que j'ai traitée dans un contexte où le concept de

transposition didactique prêtait à controverse dans la sphère des didacticiens des disciplines scientifiques et technologiques du point de vue de la référence à des savoirs savants et de l'authenticité de l'enseignement par rapport à des pratiques sociales de référence (Martinand, 1986).

1.1.1 L'approche anthropologique du savoir

Apparu dans les années 80, le concept de transposition didactique a particulièrement fait florès dans les recherches des années 90 en didactique des mathématiques et des physique-chimie. À l'origine, pourtant, c'est à propos de l'enseignement de la philosophie que le sociologue Verret (1975) explique le phénomène de transposition en décrivant la transformation nécessaire des savoirs dès lors qu'ils sont volontairement transmis. Cette mise en forme du savoir par désyncrétisation, dépersonnalisation, programmation, publicité, et contrôle des acquisitions explique le phénomène par lequel le savoir est adapté à l'enseignement.

Pour Chevallard, le « savoir savant », élaboré dans la sphère des mathématiciens, joue en mathématiques le rôle de référence du savoir à enseigner. Mais quand le savoir savant, universitaire, académique, attesté sur le plan épistémologique par la communauté scientifique ne s'impose pas comme savoir de référence, la question du savoir à transmettre devient plus difficile.

Dans une conception anthropologique (Adell, 2011), le savoir est ancré dans l'activité humaine et doit être considéré pour ce qu'il permet de faire. Son appropriation contribue à accroître la capacité d'agir de celle ou celui qui le détient. Dans l'enseignement, les savoirs transmis sont apprêtés spécialement pour permettre leur appropriation par les élèves et revêtent dans la classe des formes différentes de ce à quoi ils renvoient, là où ils sont utiles pour eux-mêmes, par rapport à ce qu'ils permettent de faire,

avant d'être enseignés. Les savoirs que les élèves sont censés apprendre proviennent d'une référence externe par un processus de transposition didactique. C'est cette référence externe qui tout à la fois légitime et donne du sens à ce qui est enseigné.

1.1.2 Le nécessaire détour par les *savoirs experts*

Pour Johsua (1996), les savoirs sur la pratique, qu'il qualifie de *savoirs experts*, constituent une source de savoirs de référence pour l'enseignement. Cette référence aux *savoirs experts* pour l'enseignement, comme celle avancée par Martinand (1986, 1989, 1991, 1994, 1995) et Lebeaume (2000 ; Lebeaume & Martinand, 1998) à propos d'abord des *pratiques sociales de référence*, devenues par la suite *pratiques socio-techniques* prend aussi sa source à l'extérieur de l'école. Dans l'approche développée par Martinand et Lebeaume, spécifiquement pour l'enseignement de la technologie au collège, la prédominance est donnée à la cohérence de la pratique de référence qui doit être transposée dans l'enseignement (Martinand 1986, p.138). Or les processus en jeu dans l'enseignement et l'apprentissage ne sont pas réductibles à la seule reproduction de la pratique. Ce sont les savoirs en jeu dans les situations d'enseignement-apprentissage qui donnent du sens à ce que les enseignants font faire aux élèves. Ainsi, les pratiques constituent une source de référence des savoirs experts. Les savoirs savants ne sont donc pas les seuls à être transposables dans les situations de formation ou d'enseignement-apprentissage.

« Même si l'on suit Martinand, le changement de référence concerne en l'occurrence l'aspect savant (...) mais pas le fait que c'est bien un savoir qui est concerné (...). En fait, toutes les disciplines se réfèrent à des savoirs qui, dans des institutions données, sont toujours constitués à travers des mécanismes, éventuellement spécifiques, de mise en relation de pratique et de théorie (...) ». (Johsua, 1996).

En définitive, tout en conciliant la nécessité d'une référence à des savoirs issus des pratiques, le cadre de la transposition didactique tient sa pertinence du fait qu'il permet de penser l'enseignement en référence à

des savoirs, c'est-à-dire à ce qui permet d'agir et de résoudre des problèmes. C'est à partir de cette conception anthropologique du savoir que le schéma de la Figure 1 d'après Ginestié (Ginestié & Brandt-Pomares, 1998) rend compte d'une référence à des savoirs, qu'ils soient savants ou experts, issus d'un réseau d'interactions entre pratique, savoir et problème qui fondent l'enseignement.

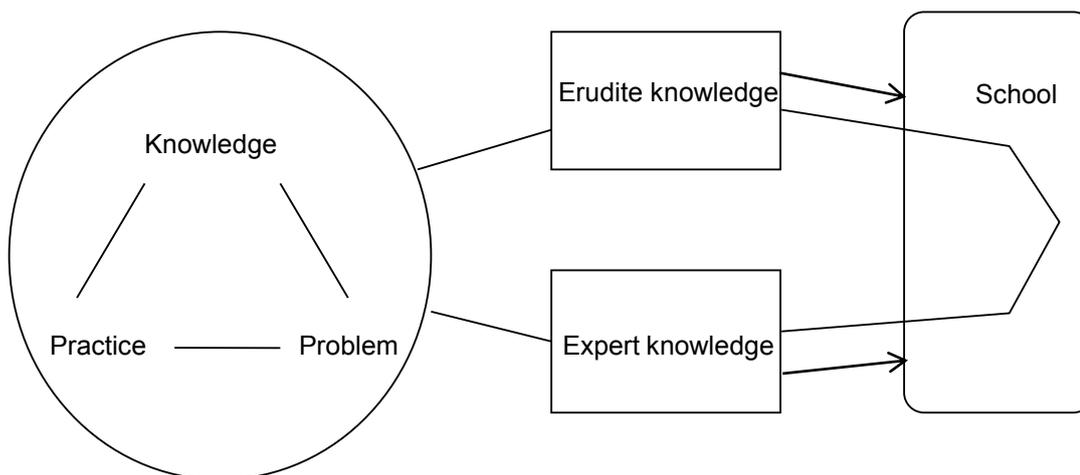


Figure 1 : Erudite knowledge and expert knowledge, processes and interactions (Ginestié & Brandt-Pomares, 1998, p. 155)

Je me suis donc intéressée aux savoirs, *savants* ou *experts*, à prendre en référence et à transposer pour apprendre aux élèves à rechercher des informations grâce à Internet.

1.2 Les savoirs de référence de la recherche d'information

1.2.1 Approche technologique du savoir

L'histoire des techniques regorge d'exemples (Casanova, 2001 ; Jacomy, 1990) pour montrer le rôle fondamental que les techniques ont joué dans le processus d'humanisation avec la maîtrise du feu, des outils, de l'imprimerie... L'importance du rôle des techniques reste vraie dans l'évolution des sociétés actuelles. Dans une approche anthropologique Leroi-Gourhan considère de concert les techniques et les rapports sociaux. Il montre comment les sociétés ont évolué, dans un double

processus où un milieu favorable rend possible des inventions à caractère impersonnel (Leroi-Gourhan, 1964, p. 223), rarement le fait d'un créateur unique (Jacomy, 1990, p. 12), et où les fonctions objectivées (outillages, machines, systèmes techniques) culturellement compatibles (Lemonnier, 2010) modifient les rapports et pratiques des sociétés dans lesquelles ils interviennent. La prise en compte de la situation avant l'apparition de la technique, l'étude du système technique lui-même, l'interrogation sur son usage potentiel et les enjeux sociaux qu'il sous-tend contribuent à une approche technologique (Haudricourt, 1988 ; Sigaut, 1994) de la recherche d'information qui la situe dans le champ des sciences humaines (Dinet, 2008).

C'est dans ce cadre que l'épistémologie de la recherche d'information sur Internet relève de l'étude du dispositif technique et de sa portée sociale.

1.2.2 Le système technique

L'accès via un poste informatique à des documents numériques stockés sur un ordinateur distant est devenu possible grâce à la mise en réseau des ordinateurs ; Internet est la forme développée à l'échelle mondiale de cette mise en réseau. Tout comme la messagerie, le Web (ou World Wild Web) est une application rendue possible par l'Internet. Les liens hypertextes ou hypermédias que les documents comportent, permettent une navigation par renvoi de lien en lien, de nœud en nœud, qui rompt ainsi avec un mode de lecture linéaire. Au-delà des aspects formels de tous ces documents, c'est effectivement leur mise à disposition qui constitue en l'occurrence une véritable innovation. Rien ne permettait auparavant une telle potentialité de rapidité d'accès à des documents aussi variés et aussi dispersés.

1.2.2.1 Les limites de l'étude du système technique

Limitée à l'étude technique et structurelle, l'étude de systèmes techniques ne rend compte que partiellement de l'approche technologique. L'étude des logiques de production, même quand elles anticipent fidèlement l'utilisation (conception orientée usager), privilégie le point de vue des concepteurs, rarement celui de l'utilisateur, surtout si ce n'est pas un professionnel (conducteur d'engins, technicien sur machines-outils, etc.), qui de surcroît contribue par l'usage d'outils au processus de production. Or les interactions entre l'Homme et les artefacts résultent de logiques de conception, de fabrication et d'utilisation. La logique de production (conception-fabrication) est naturellement prégnante dans le champ technologique, elle participe de la genèse même de l'objet technique. Pour Rabardel cette approche « technocentrée » où domine une logique de conception (Rabardel, 1995, p. 20) ne rend pas suffisamment compte de l'activité humaine de l'utilisateur à qui elle octroie une place résiduelle. L'étude de système technique rend compte des principes (Deforge, 1990, 1995) mis en œuvre dans le système, de l'agencement et du rôle des différentes parties du système, elle engendre des calculs de vitesse, d'autonomie, de dimensionnement, etc. Ce type d'analyse permet de disséquer le cas étudié afin d'exercer tous les calculs et traitements pertinents par rapport à ses propriétés. Accéder à un document depuis un poste informatique connecté au réseau Internet nécessite de pointer sur son adresse IP (Internet Protocol). Chaque équipement sur le réseau est identifié par une adresse, appelée adresse IP codée sur 32 bits et contenant deux champs, un identifiant de réseau et un identifiant de machine. Devant la masse de documents, la communication et le classement des adresses sont devenus les spécialités des index, annuaires, répertoires, moteurs, robots et autres outils de recherche devenus des intermédiaires fréquents des pages auxquelles on souhaite accéder. À moins de connaître l'adresse de la page que l'on veut consulter et de ne jamais revisiter que les mêmes pages, le recours aux outils de recherche s'avère précieux, voire indispensable.

Les pages Web sont organisées selon une structure arborescente propre à l'unité du document qu'elle présente, unité qui n'apparaît pas directement à l'utilisateur. Comme tout document, les documents numériques sont organisés en fonction de l'information qu'ils contiennent, mais leur consultation par le truchement des liens hypertextes ou hypermédias ne matérialise pas cette unité. L'accès à une page Web par un lien, guide l'utilisateur vers une information sans qu'il puisse se référer aux aspects formels des supports traditionnels comme traits caractéristiques de l'édition d'écrit (auteur, genre d'écrits, date de publication, titre, etc.). Par exemple, l'objet-livre avec sa couverture, que l'on peut ouvrir, fermer, feuilleter, sur les pages duquel on peut revenir, concrétise l'unité de ce qu'il contient. Par essence, le lien hypermédia permet d'atteindre directement un endroit ou un autre (du même document ou d'un autre) par la seule volonté d'y accéder sans qu'il y ait nécessité de se préoccuper de la nature des documents consultés, des changements de documents et encore moins de leur adresse, c'est à dire leur lieu physique de stockage. Sans attention particulière liée à l'adresse URL, le passage d'un document à un autre et donc le changement de source d'information peut passer complètement inaperçu.

L'analyse du système technique à elle seule n'ouvre pas de voie directe vers l'explication de l'activité de l'utilisateur. L'accès aux caractéristiques internes du système ne garantit, voire ne facilite pas son utilisation. Vis-à-vis du même système, avion ou voiture, pilotes et mécaniciens remplissent des rôles distincts.

1.2.2.2 L'analyse fonctionnelle de l'accès à des documents rendu possible par Internet

L'analyse de la valeur, impulsée dans les pays industrialisés après la seconde guerre mondiale, formalise des méthodes en vue de la conception d'un produit nouveau (value engineering) ou de la modification d'un produit existant (value analysis). Dans les démarches prônées, la

valeur d'usage d'un produit s'entend au regard du jugement porté sur son utilité. Dans le système marchand un produit n'est viable que si l'acheteur pressent une utilité (réelle ou symbolique) égale ou supérieure à sa valeur marchande, son prix. Dans cette optique, l'analyse fonctionnelle fait l'objet d'une étude particulière qui anticipe les besoins des utilisateurs et étudie les objets ou systèmes techniques du point de vue des fonctions qu'ils remplissent. Bien que l'utilisateur occupe une place privilégiée (Larroche, Tucny, 1985), qui a des conséquences directes sur la conception des objets (De La Bretesche, 2000) ce type d'analyse reste assumé par le concepteur. Les besoins de l'utilisateur sont exprimés dans un cahier des charges fonctionnel qui formalise les fonctions de service que l'objet à concevoir doit remplir. Sans présumer des solutions retenues, les fonctions principales expriment la relation qui doit exister entre l'utilisateur et l'objet, comme par exemple : l'objet doit permettre à l'utilisateur de se tenir en position assise pour ce qui n'est encore ni une chaise, ni un tabouret, ni un fauteuil...

Avec l'analyse fonctionnelle et l'étude de systèmes, fonctions et solutions techniques abordées d'un point de vue de la conception ne peuvent permettre que de façon « périlleuse » (Rabardel, 1995) de raccrocher à l'usage qui est fait d'un système. L'étude même approfondie d'Internet ne permet pas d'accéder à l'activité de consultation des utilisateurs. Il en est ainsi de beaucoup de systèmes, comme par exemple l'automobile. Il n'est pas interdit que le conducteur ou le chauffeur continue à s'appeler ainsi (chauffeur de taxi) alors qu'il n'a pourtant plus rien à chauffer, qu'il s'y connaisse ou non en mécanique ou en électronique, mais il doit avant tout s'y connaître en conduite, ce qui relève d'un apprentissage réel indépendant de l'obligation légale. Du reste, cette activité est si bien ancrée socialement que toute modification du système qui entraîne des changements de conditions d'utilisation sont difficiles à envisager ; imaginons par exemple de déplacer la commande de frein du plancher au volant. Internet et l'outillage qui va avec permet d'accéder à des documents mais cette fonction ne définit pas totalement ce qu'y en est fait

réellement. C'est donc du point de vue de l'usage que j'ai abordé la recherche d'information.

1.2.3 Les apports scientifiques sur la recherche d'information dans des bases de données

1.2.3.1 Des SRI à Google : changement de paradigme

Les évolutions des méthodes et des outils ayant la capacité de repérer et de retrouver l'information (indexation, classification, activité résumante, encyclopédies, dictionnaires), des outils de recensement (répertoires, annuaires, chronologies) et des moyens de retrouver les références du document (bibliographies et catalogues) (Fayet-Scribe, 1997 ; Ihadjadene, 1999) ne s'adressent plus seulement aux professionnels des sciences de l'information (Le Coadic, 1994, 1997, Wolton, 1999, Bruillard, Baron, La Passadière de, 1999, Vettraino-Soulard, 1998, Lewis, 1998) et permettent au grand public d'interroger directement des systèmes de recherche d'information (SRI) ultra-sophistiqués. L'évolution des interfaces et des systèmes proprement dits mais surtout leur mise en ligne les ont rendu plus accessibles. Ces SRI donnent de plus en plus souvent accès au document en texte plein. Leur paradigme de conception a évolué d'un paradigme *de système* à un paradigme *usagers* (Le Coadic, 1997). Les systèmes d'interrogation de bases de données se sont orientés vers une diffusion grand public et ont ainsi de plus en plus incorporé de quoi faciliter la tâche de l'utilisateur, qui va même jusqu'à lui permettre de recevoir une information sélectionnée régulièrement à partir de critères élaborés au préalable (technologie push). Dans le cas d'une démarche de recherche d'information, l'interrogation peut se faire grâce à des outils de recherche. Chaque outil de recherche intègre son propre mode de référencement (automatique, au plus offrant, sur l'intégralité du document, sur des mots spécifiquement choisis à cet effet,...) et un mode d'appariement. Les annuaires proposent un classement thématique arborescent alors que les

moteurs proposent une liste de résultats par rapport à une requête. Devant la facilité pour l'utilisateur de recourir à la recherche par mots-clés pour interroger une base de données, les annuaires ont intégré un moteur. Le nombre de documents référencés croissants rend le classement de plus en plus difficile et favorise aussi l'interrogation par mots-clés. Chaque moteur utilise aussi sa propre méthode de sélection par rapport à la formulation de la requête (mots dans le titre, mots dans le texte, etc.) et ses critères de classement dans la liste des résultats (ranking). Le moteur suit une procédure d'appariement d'une requête avec un résultat qui porte sur la comparaison de chaînes de caractères, celle de la requête, d'une part, et celles contenues dans la base de données, d'autre part (titre, texte plein, balises).

Le succès du moteur de recherche Google tient à ses capacités d'indexation et au modèle de développement économique adopté par ses créateurs, Larry Page et Serguey Brin ; mais plus encore de mon point de vue, sa large diffusion dans le grand public réside surtout dans son ergonomie et en corollaire sa facilité d'utilisation. L'abord de Google en tant qu'outil est sans ambiguïté, la sobriété de la page d'accueil ne laisse aucune autre possibilité qu'écrire sa requête en un ou des mots clés dans le masque de saisie pour lancer la recherche d'information. Comme Frigidaire, Bic et Kleenex sont des marques qui ont été associées dans leur temps et le restent encore aujourd'hui à des objets génériques aux valeurs d'usage évidentes (le réfrigérateur permet de conserver des aliments frais, le stylo bille permet l'écriture, le mouchoir en papier remplace le mouchoir en tissu) largement diffusés, Google s'est transformé en verbe. Rien de plus facile que de « googler » quelqu'un en tapant son nom comme mot-clé. Google est communément associé à l'action de rechercher ce qui se trouve sur Internet à propos de quelqu'un ou de quelque chose.

1.2.3.2 Processus cognitifs

Avec Kolmayer (1999), j'ai considéré que la situation de recherche est une situation-problème dans laquelle l'aspect cyclique de la recherche (Dinet, Rouet, & Pesserault, 1999) dans des bases de données est relevé par différents auteurs avec notamment le modèle cognitif de Guthrie (1988) qui comporte cinq phases (formation de buts, sélection, extraction de l'information, intégration et recyclage) et le cycle évaluation-sélection-traitement de Rouet & Tricot (1998) dans lequel les processus cognitifs de planification, de contrôle et de régulation entrent en jeu. Un élément marquant de cet aspect cyclique de l'activité de recherche d'information dans des bases de données consiste dans la modification des buts en cours d'activité (Marchioni, 1992 ; Osmont, 1992 ; Villame, 1994).

Ces processus nous permettent d'appréhender l'activité cognitive du sujet qui utilise Internet pour chercher de l'information. La recherche n'est pas un processus linéaire dans la mesure où le sujet prend des décisions en fonction des réponses apportées par le système. Son action n'est pas entièrement déterminée par anticipation (Lebahar, 1983) mais dépend du déroulement de l'activité en cours d'exécution et des réponses apportées par le système.

1.2.4 L'usage : logique et enseignement

D'un point de vue du sujet qui se sert d'un système technique, l'étude du système technique conduit, tout au plus, à considérer ce que le sujet peut être amené à prendre en compte dans l'utilisation voire l'installation ou la maintenance du système qu'il met en œuvre et qui est relatif aux conditions habituelles de fonctionnement du système (connectique, alimentation, etc.). Il existe bien une relation spécifique entre le sujet et le système technique. Les travaux les plus récents concernant la conception confortent la place importante que le sujet occupe dans la conception elle-même (conception orientée usager) et lui confèrent un rôle de concepteur

pour qui la conception se continue dans l'usage. La catachrèse étant la preuve la plus aboutie de ce processus par lequel l'utilisateur s'approprie un objet et ses propriétés à d'autres fins que l'utilisation prévue par le concepteur en lui attribuant des fonctions nouvelles, ce processus décrit par Rabardel (1995) est repris par Clot (1997a). Mais toutes les analyses centrées sur la prise en compte de l'utilisateur sont produites et développées dans un but de conception. Le système technique est étudié dans son processus d'élaboration en tant que *produit dans un système de consommation* (Deforge, 1985) mais pas dans le rapport que ce système entretient avec l'utilisateur en tant que *machines dans un système d'utilisation* (Deforge, 1985).

Pourtant les enseignements mettant en œuvre des outils sont au cœur de cette problématique. Vermersch (1976) a montré depuis longtemps l'insuffisance des approches classiques pour aider les étudiants à se servir d'un oscilloscope. La maîtrise des lois électroniques ne suffit pas pour apprendre à faire fonctionner l'appareil de mesure.

Pour Rabardel (id. 95 pp. 33-34) pour qui l'usage est aussi un lieu de production de savoir technique, la sphère de l'utilisation et les processus de production de connaissances qui y sont associés sont largement méconnus. Cette question m'est apparue d'autant plus problématique que les enseignements autour des outils, qu'ils soient informatisés ou non, présentent souvent des traits communs (étude technique de l'outil, recours à des notices d'utilisation, à des check-lists, à des procédures,...) mais aucun type d'analyse, identifiée en tant que telle, ne tient suffisamment compte des processus cognitifs que l'utilisateur doit mettre en œuvre. Sans méthode déjà éprouvée dans les enseignements technologiques pour analyser ces processus, j'ai voulu analyser l'activité pour tenir compte non seulement du système technique mis en œuvre, mais aussi des processus psychologiques que l'usage requiert de manière non séparée (Y. Clot, 1997). Je me suis appuyée sur la logique d'usage qui la sous-tend pour

analyser l'activité de recherche d'information dans le but d'identifier des savoirs éprouvés dans des pratiques réelles.

2 L'ANALYSE DE L'ACTIVITE DE RECHERCHE D'INFORMATION

2.1 Le cadre théorique de l'activité

Je me suis appuyée sur le cadre théorique de l'activité pour pouvoir analyser l'activité de recherche d'information et rendre compte de l'apport des outils informatisés dans l'activité.

2.1.1 L'intentionnalité

Dans la psychologie soviétique, l'activité se caractérise par l'intentionnalité. Elle donne du sens aux actions du sujet et organise l'activité en fonction d'un but (Leontiev, 1972, 1974 ; Luria, 1979 ; Galperine, 1966 ; Vygotski, 1985) :

Sans lui certes aucune action appropriée à une fin n'est possible mais sa présence ne nous explique nullement encore dans son développement et sa structure l'ensemble du processus qui permet d'atteindre ce but. [...] La présence d'un but, d'un problème est un élément nécessaire mais non suffisant pour qu'apparaisse une activité appropriée à une fin (Vygotski, 1985 p. 150).

Les processus mis en œuvre dans l'activité s'expliquent par *l'emploi d'outils* et *l'application de moyens*. Mais le but et les moyens définis ne suffisent pas à déterminer comment l'activité peut se dérouler. Pour Leontiev (1972) la structure d'une activité comporte trois niveaux hiérarchisés, chacun structuré par son objet :

- i. Le niveau supérieur : le niveau de l'activité elle-même orientée vers un motif, une intention, la nécessité de satisfaire un besoin. Les activités sont en relation étroite avec un but conscient, une motivation et peuvent donner lieu à une multiplicité d'actions.
- ii. Le niveau intermédiaire : le niveau des actions dirigées vers un but subordonné au niveau supérieur. Une action peut servir plusieurs activités. Les actions ont un double aspect lié à la fois à ce qu'elles

permettent de faire et à la manière de le faire (Linard, 1994). Elles s'effectuent grâce à des opérations.

- iii. Le niveau élémentaire : le niveau de l'opération structurée par des conditions indispensables de réalisation de l'action. D'abord action, elle s'insère comme opération dans une autre action plus large quand le fondement qui l'oriente (Galperine, 1966) n'est plus conscient. Embrayer comme moyen d'exécution de l'action changer de régime en est un exemple classique d'après Leontiev (1975, pp. 119-120) cité par Leplat (2000, p. 30). Quand l'action devient opération celle-ci devient une routine intégrée dans l'action.

L'activité constitue une structure hiérarchique dynamique à trois niveaux de relations entre le sujet et l'objet. L'activité forme un tout dans lequel actions et opérations sont dans une relation dynamique qui permet aux actions de devenir des opérations au fur et à mesure de leur intégration.

Une activité est associée à un motif, une action à un but et une opération à des conditions nécessaires à son exécution.

Si la motivation précède l'activité (Vygotski, 1985 p. 261) et que les activités se distinguent les unes des autres en fonction de leur objet (Kuutti, 1996), chaque activité peut donner lieu à de multiples actions et les actions peuvent servir d'autres activités. Les actions sont limitées au cadre social que leur donne l'activité implicitement ou explicitement (Leontiev, 1975) car celle-ci dépend du contexte dans lequel elle s'exerce.

2.1.2 De l'artefact à l'instrument, la genèse instrumentale

Pour différents auteurs, l'instrument recouvre des caractéristiques différentes qui ont pour trait commun de lui accorder une place de médiateur entre le sujet et l'objet. Simondon (1989) met en avant ce que les systèmes techniques permettent de faire. L'outil et l'instrument seraient, par analogie biologique, des prolongements qui interviendraient sur le milieu comme des effecteurs pour réaliser des opérations, dans le

cas de l'outil, et prélever des informations, comme nos sens perçoivent, dans le cas de l'instrument. Dans ce cas le système opératif et le mode opératoire qui lui est associé peut se substituer à l'activité même du sujet et l'en affranchir complètement comme le montre Deforge (1985, 1993) dans l'évolution de lignées d'objets où l'automatisation, par exemple, libère l'Homme.

Rabardel (1995) associe l'instrument à l'action du sujet. Pour lui ce qu'il définit très précisément comme instrument n'existe pas par nature. Dans le langage courant l'outil semble plus déterminé par rapport à l'opération dans laquelle il intervient alors que l'instrument demande plus d'engagement du sujet dans l'activité (ex : instrument de musique). L'artefact, objet technique considéré plus spécifiquement dans certains travaux comme OMF (Objet Matériel Fabriqué) (Rabardel & Vérillon, 1985), ne devient réellement *instrument qu'en situation, inscrit dans un usage, dans un rapport instrumental à l'action du sujet, en tant que moyen de celle-ci* (p. 60). Pour cet auteur, l'artefact est une chose susceptible d'un usage qui devient un instrument dans l'usage qui en est fait (p. 59).

En lui-même, l'artefact ne constitue qu'une composante partielle de l'activité instrumentée, l'autre composante relevant de l'apport propre de l'utilisateur.

Selon Rabardel, l'appropriation est le processus par lequel le sujet reconstruit pour lui-même des schèmes d'utilisation d'un artefact au cours d'une activité significative pour lui. Un artefact devient instrument lorsqu'il devient le moyen de l'action pour le sujet. Rabardel parle alors de genèse instrumentale.

L'artefact n'est pas en soi instrument ou composante d'un instrument (même lorsqu'il a été initialement conçu pour cela), il est institué comme instrument par le sujet qui lui donne le statut de moyen pour atteindre les buts de son action (Rabardel, 1995, p. 96).

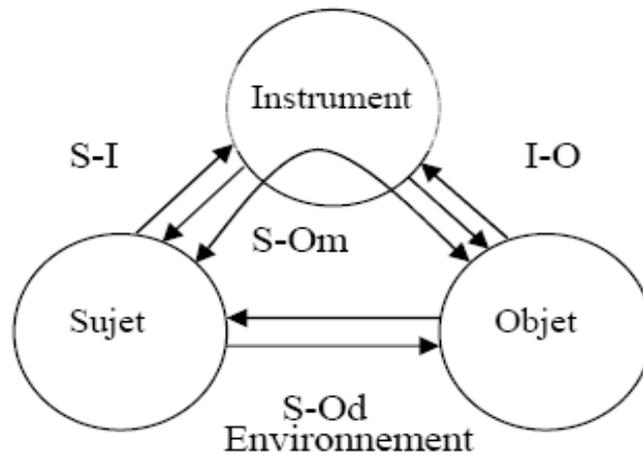


Figure 2 : modèle SAI : la triade caractéristique des situations d'activités instrumentées (Rabardel & Vérillon, 1985)

Le modèle SAI (Situations d'Activités Instrumentées) (cf. Figure 2) ajoute aux interactions directes Sujet-objet (S-Od), Sujet-Instrument (S-I), Instrument-Objet (I-O), des interactions médiatisées par l'instrument (S-Om). L'environnement joue un rôle déterminant sur l'activité, il est constitué par toutes les conditions dont le sujet doit tenir compte dans son activité finalisée. Le « plan de la tâche » est venu par la suite remplacer celui de l'environnement (Vérillon & Rabardel, 1995). « Il souligne l'influence du contexte sur l'activité instrumentée » (Andréucci, Froment, & Vérillon, 1996) Ce modèle confère à l'instrument une place d'intermédiaire et de médiateur, en ce sens il s'interpose entre le sujet et l'objet afin de permettre au sujet d'intervenir sur l'objet.

Rabardel voit dans la genèse instrumentale la même dimension que Kaptelinin (1996) attribue aux « organes fonctionnels » :

Human instruments have a double character: they contain components from artefacts themselves, and components from users' utilization schemes. This double character enables human instruments to become 'functional organs' (in the sense of Kaptelinin, 1996) for users. The 'tailoring' of artefacts, as well as the informal adaptation of human activities to artefacts, relate to the local variations of situations and tasks on one hand, and on the other (more importantly) to the development of instruments by means of instrumental genesis. (Rabardel & Waern, 2003)

Sans sujet, l'artefact ne peut devenir un instrument, c'est-à-dire une entité mixte composée de l'artefact et des schèmes que le sujet lui associe. Le concept de schème est central dans la théorie piagétienne et la psychologie génétique ; il renvoie à l'activité psychologique du sujet où la connaissance procède de l'action. Rabardel distingue dans la genèse instrumentale le processus d'instrumentalisation (lié aux artefacts) de celui d'instrumentation (lié aux schèmes). Le processus d'instrumentalisation intéresse la composante artefactuelle de l'instrument par attribution de fonction(s) alors que l'instrumentation tournée vers le sujet est constitutive de la capacité du sujet « à s'adapter à de nouvelles contraintes, de nouveaux objets » à la genèse des schèmes.

Les schèmes constituent « l'organisation invariante de la conduite du sujet pour une classe de situations données » (G. Vergnaud, 1991, p. 132). Ils se rapprochent d'autres concepts qui s'en sont inspirés (scripts, schéma, scénario) ou non (frames [cadres]), qui permettent de rendre compte de la conception/production d'usages par les utilisateurs eux-mêmes. Rabardel (1995) décline dans les schèmes d'utilisation, les schèmes d'usage et les schèmes d'action instrumentée qui ne se différencient pas par leurs propriétés mais par la dimension de l'activité à laquelle ils se réfèrent (p. 113). Selon lui, les schèmes d'usage concernent les tâches secondes, liées aux propriétés et caractéristiques de l'artefact et à sa mise en œuvre, alors que les schèmes d'action instrumentée concernent les tâches premières, celles qui concernent l'acte instrumental, le but de l'activité. Le terme tâche est ici à prendre au sens de tâche effective car il concerne l'activité propre du sujet. L'évolution du schème dépend de l'expérience et de l'adaptation à des situations nouvelles. Cette organisation est une

totalité, un ensemble d'éléments interdépendants qui évolue par assimilation (des choses par le sujet) et accommodation (aux choses elles-mêmes). Le concept de schème m'intéresse particulièrement car il permet d'expliquer le caractère généralisable de l'action (Piaget & Beth, 1961). Pour Vergnaud (2000), le schème permet de rendre compte pour l'activité du sujet *de l'intentionnalité, du caractère génératif, de la connaissance du réel, de l'adaptabilité à la variété des cas de figure et du calcul en situation.*

Un schème comporte :

- i. Des anticipations de but à atteindre, des effets à attendre et des étapes intermédiaires éventuelles ;
- ii. Des règles d'action de type « si alors » qui permettent de générer la suite des actions du sujet ;
- iii. Des inférences (raisonnements) qui permettent de calculer les règles et les anticipations à partir des informations et du système d'invariants opératoires dont dispose le sujet ;
- iv. Des invariants opératoires qui pilotent la reconnaissance par le sujet des éléments pertinents de la situation et la prise d'informations sur la situation traiter. (Rabardel, id., p. 109-110)

Pour Vergnaud, les concepts en acte et les théorèmes en acte sont des invariants opératoires qui permettent de générer des suites différentes d'actions et de prises d'information en fonction des valeurs des variables en situation :

C'est dans les invariants opératoires, dans les catégories d'objets et de prédicats pertinentes pour la prise d'information (concepts-en-acte) et dans les propositions tenues pour vraies sur le réel qui permettent le calcul (théorèmes-en-acte) que réside principalement le processus de conceptualisation en situation.

Il ne faut pas minimiser pour autant le fait que la connaissance change de statut lorsqu'elle est explicitée, d'abord parce qu'elle peut être partagée et débattue avec autrui ; également parce que l'association à des formes langagières et à des formes symboliques donne un autre ancrage aux invariants opératoires que leur association aux seules situations.

En même temps, l'énonciation et le dialogue sont-eux-mêmes réglés par des schèmes : l'activité n'est pas seulement l'action physique sur le monde, c'est aussi l'action sur autrui par le langage, et de plus en plus aujourd'hui la commande des instruments et des machines par des moyens « symboliques ». (Vergnaud, 1996). Vergnaud montre que l'action n'est pas le seul ancrage possible des invariants opératoires. En outre il élargit la portée du concept de schème aux situations dans lesquelles l'action n'est pas tournée vers l'objet mais vers le sujet. Vygotsky utilise cette distinction pour différencier les outils psychologiques des outils techniques. Les outils psychologiques sont dirigés vers une transformation des sujets tandis que les outils techniques sont dirigés vers une transformation des objets.

La prise en compte de ces deux aspects de l'activité est particulièrement intéressante dans le cas de la consultation d'information où les motivations du sujet peuvent être variées, de l'action sur l'objet, comme la réservation d'un billet de train, à l'appropriation de savoirs nouveaux, par exemple grâce à l'étude de documents scientifiques. La genèse instrumentale des artefacts permettant la consultation d'information à distance procède de ce processus double par rapport au sujet et à l'objet.

Pour Vygotski & Rieber, et dans le courant des travaux de la psychologie soviétique, les artefacts qu'ils soient matériels ou symboliques (tools and signs) sont aussi des médiateurs de l'activité (Vygotski & Rieber, 1987).

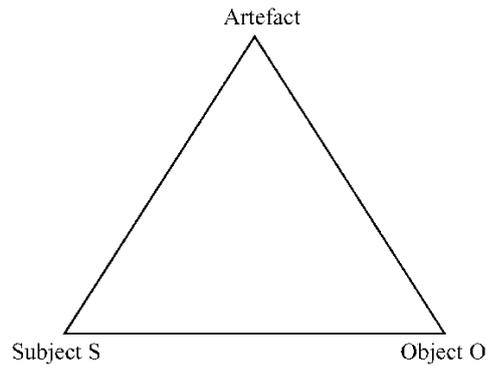


Figure 3 : Triangle de la médiation

Engeström (1987) propose d'abord une première évolution qui est une extension du triangle de base de Vygotsky. Cette évolution (cf. Figure 4) intègre la dimension collective (communauté, règles division du travail).

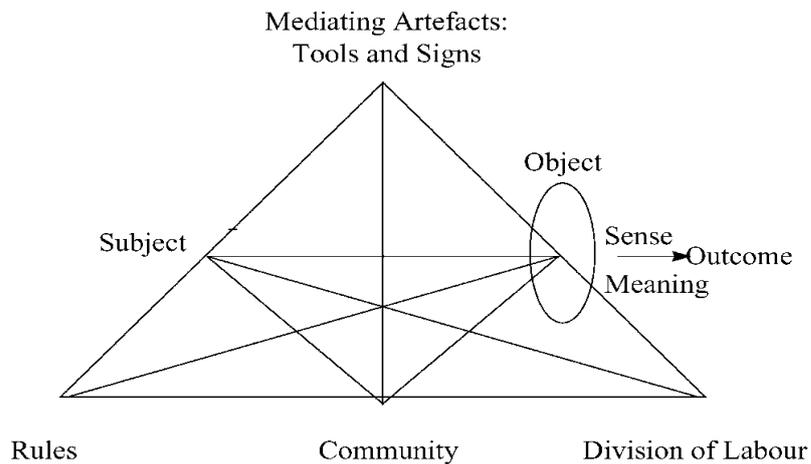


Figure 4 : Structure de l'activité (Engeström, 1987 ; Engeström & Sannino, 2010, p. 6)

Puis s'ajoute une troisième génération de description (cf. Figure 5) avec laquelle Engeström tente de développer un outil conceptuel pour comprendre le réseau d'interactions des différentes voix qui peuvent se faire entendre. Cette génération étend le cadre précédent de l'activité aux multiples négociations possibles entre plusieurs systèmes d'activité (Engeström, Miettinen, & Punamäki-Gitai, 1999) même si le schéma ne représente que deux des multiples systèmes qui peuvent être en tension.

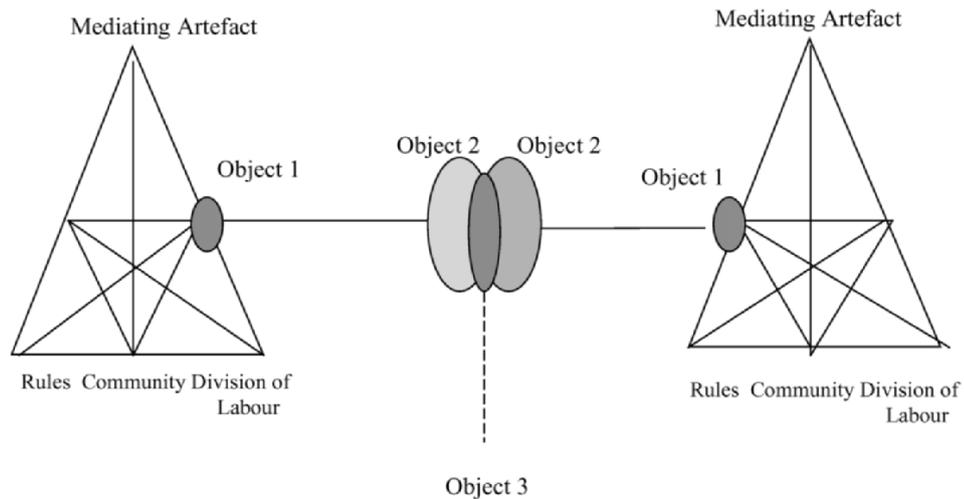


Figure 5 : Deux systèmes en interaction

Dans tous ces développements théoriques, l'activité humaine est considérée comme un système qui lie les trois pôles de l'activité : le sujet, l'objet de son activité et l'artefact médiateur de l'activité du sujet de manière indissociable. Dans ce système la médiation par l'artefact intervient par ce que l'artefact permet, c'est-à-dire ce qu'il rend possible (*afford*) et ce qu'il limite (*constrain*) (Leontiev, 1975).

2.2 Réflexion méthodologique

2.2.1 La référence aux méthodes de l'ergonomie

Dans son ouvrage *l'analyse psychologique de l'activité en ergonomie*, Leplat (2000) aborde les questions de méthodologie d'analyse de l'activité dans le but de rendre possible le diagnostic ou l'intervention de l'ergonome à partir de cette analyse (pp. 3-4). Ainsi, en contribuant à l'élaboration d'un corpus de connaissances sur l'activité, l'analyse permet de comprendre l'activité pour la transformer et de la transformer pour la comprendre (p. 143). Les outils de recueil de données utilisés en ergonomie peuvent être très élaborés, permettant d'accéder à une activité quelquefois complètement étrangère à l'ergonome (auto-confrontation, auto-confrontation croisée...). Dans la tradition de l'analyse ergonomique

du travail (Leplat, 2000 ; Theureau, 1992 ; Wisner, 1995), l'analyse de l'activité porte sur l'observation de l'activité réelle. Elle vise la compréhension de l'activité du sujet et peut même permettre d'en extraire des aspects caractéristiques génériques. Par exemple, l'analyse clinique de l'activité d'un seul conducteur (pour peu que ce ne soit pas un original et encore), même si elle ne permet pas d'en dire plus, permet de décrire les actions, les opérations et leur imbrication comme le montre l'exemple donné par Leontiev de l'opération embrayer inclut dans l'action changer de vitesse (Leontiev, 1975, pp. 119-120).

À propos de l'usage d'appareils, Perriault (1989) soulève les problèmes qui se posent à l'observateur et prône même une forme d'ethnocentrisme :

D'expérience, l'usage est très difficile à observer. Les utilisateurs ne se servent pas en continu des appareils, ni quand les chercheurs sont là, sauf pour leur faire plaisir. C'est au chercheur s'il veut respecter la pratique du sujet, de se plier à ses rythmes et à ses temps. Par ailleurs l'acte de se servir d'un appareil est souvent impossible à décrire, car il est complexe et en partie machinal. La personne observée n'a souvent qu'une conscience partielle de ce qu'elle est en train de faire. L'entretien ne suffit donc pas. Il faut regarder et, pour comprendre ce qu'on voit, savoir pratiquer soi-même.

À l'époque de ma thèse, j'ai bâti un dispositif visant à recueillir le maximum de traces de l'activité de recherche d'information de nombreux sujets. Aujourd'hui je défends la même approche méthodologique avec un penchant encore plus grand pour une mise à distance de sa propre pratique vis-à-vis de l'objet d'analyse. Je retiens avec Lebahar (2009, p. 56) qui *avait [pourtant] pris conscience que ses analyses d'activité nécessitaient qu'il se formât [lui-même] au dessin technique* (id, p. 66) la forte implication du sujet dans l'activité qu'il considère comme une :

conduite humaine finalisée par des buts et partiellement invisible, car s'appuyant sur des compétences intellectuelles que l'on ne peut que déduire de performances observables. Observer l'activité d'un enfant ou d'un adulte, c'est contempler le fonctionnement d'un organisme complexe, afin d'en extraire le pourquoi et le comment de ses actions.

Or le défi que pose l'analyse de l'activité pour l'élaboration de savoirs experts consiste à rendre compte des relations pensée/action qui fondent

l'activité de différents sujets. Analyser leur activité revient à tout tenter pour mettre en évidence l'ensemble des comportements (observables) et des processus (inobservables) qui sont sous-jacents à leur conduite, comme les processus cognitifs et les processus affectifs, en d'autres termes à mettre à jour la stratégie de ces sujets en recueillant toutes les traces possibles de leur activité par tous les moyens possibles afin d'en agréger les savoirs communs.

2.2.2 Élaboration d'un modèle de l'activité

En voulant analyser l'activité de recherche d'information, j'ai cherché à identifier les savoirs nécessaires à l'exercice même de l'activité, à sa pratique pour élaborer des savoirs experts utiles pour l'enseignement. L'analyse a porté sur l'observation de l'activité réelle en visant la compréhension de l'activité dans ses aspects génératifs, indépendants des traits caractéristiques et spécifiques d'un sujet particulier. J'ai conçu le dispositif en suivant Bachelard (1967), pour qui le fait scientifique est conquis sur les préjugés, construit par la raison et constaté dans les faits pour permettre une observation scientifique toujours au sens que lui donne Bachelard c'est-à-dire polémique, qui confirme ou infirme une thèse antérieure, un schéma préalable, un plan d'observation ; qui montre en démontrant et hiérarchise les apparences.

Mon analyse se nourrit progressivement et rend compte, d'une part, de ma propre pratique étayée par l'étude de plus d'une centaine de cours, manuels et guides sur la recherche d'information sur Internet, et d'autre part, d'une enquête au long cours faite d'observations variées. En référence au modèle SAI et à la genèse instrumentale, j'ai mené toutes les observations en présence de sujets en situation réelle d'interaction directe avec l'artefact. Elle donne lieu à l'identification des différentes actions qu'il faut savoir faire et surtout leur enchaînement pour rechercher de l'information sur Internet et donc sert de modèle au sens que lui donne l'analyse du travail (Amalberti, de Montmollin, & Theureau, 1991).

J'ai dû pour m'extraire de ma propre pratique et élaborer pas à pas des hypothèses sur les différentes actions, leurs imbrications et leurs conditions d'exécution avoir recours à de nombreuses observations, là aussi ce sont plus d'une centaine de situations qui ont été observées. Une fois formalisées les propositions sur les différentes actions et leur enchainement représenté sous la forme d'un schéma ont ensuite été confrontées dans trois études de cas. La recherche s'est échelonnée sur plusieurs années, de 1998 à 2002, durant lesquelles pendant une première période, l'observation de situations très variées a été effectuée dans des lieux publics (musée, bibliothèques,...), des cybers cafés ou sur des lieux de travail, à domicile ou dans des collèges. Je n'ai pas eu besoin de provoquer ces situations mais je suis allée à leur recherche pour en faire l'observation systématique. L'observation de sujets différents placés dans des situations distinctes a conduit à l'identification de profils variés d'enfants et d'adultes allant de ceux qui découvraient pour la première fois à ceux qui pratiquaient souvent et depuis longtemps avec beaucoup de facilité, de rapidité et de succès dans leur recherche.

Toutes ces observations, m'ont permis d'identifier progressivement des invariants opératoires et des savoirs mis en œuvre pour orienter et réguler l'activité et d'en formaliser de manière itérative un modèle agrégeant toutes les actions possibles dans l'unité d'une seule activité représentée par le schéma de description de l'activité de consultation d'information (cf. Figure 6 page 46)

J'ai confronté le modèle à l'observation et l'analyse de la pratique de trois sujets retenus pour l'usage habituel qu'ils font d'Internet à des fins de recherche d'information. Les sujets retenus pour l'étude se servent de leurs ordinateurs tous les jours et vont sur Internet au moins une fois par jour¹. Le nombre de trois études de cas n'était pas figé au préalable mais

¹ Au moment des études de cas en 2002, le coût peut encore varier en fonction de la durée de la connexion selon les fournisseurs d'accès, mais pour aucun des trois sujets la durée de connexion ne constitue une contrainte d'ordre économique.

s'est imposé car toutes les propositions se sont trouvées vérifiées dès la première observation et confirmées par la deuxième, puis la troisième sans qu'aucune n'apporte d'éclairage nouveau. Les études de cas ont donné lieu à des observations en situation et des entretiens qui se sont déroulés lors de rencontres provoquées avec les usagers devant leur ordinateur habituel et en les interrogeant au fur et à mesure grâce à un guide d'entretien (Brandt-Pomares, 2003) afin qu'ils puissent faire, montrer et expliciter leur action en même temps (Theureau & Jeffroy, 1994). Ces entretiens ont donné lieu à des retranscriptions. L'analyse de ces trois études de cas n'a rien apporté de nouveau au modèle mais m'ont servi à le confirmer. Ce sont elles qui m'ont permis de valider le modèle qui reste opérationnel malgré l'évolution des outils et des usages.

2.3 Modèle de l'activité de recherche d'information et savoirs de référence

La modélisation de l'activité de recherche d'information sur Internet que j'ai proposée dans ma thèse (Brandt-Pomares, 2003) tient compte de l'analyse ergonomique de l'activité d'usagers. Le but poursuivi par les usagers ainsi que les stratégies cognitives qu'ils déploient montrent que leur mode opératoire est tantôt anticipatif parce qu'ils procèdent par émissions d'hypothèses et tantôt réactif parce qu'ils adaptent leur façon de faire aux réponses du système. En fonction de quoi, l'activité de recherche d'information sur Internet a un caractère cyclique qui se renouvelle tant que l'information recherchée n'est pas jugée satisfaisante donnant ainsi à la recherche d'information sur Internet un caractère indissociable de la nature de l'information recherchée. La modification des buts en cours d'activité (Marchioni, 1992 ; Osmont, 1992 ; Villame, 1994) et les requêtes multiples (Hölscher & Strube 1999) qui en découlent caractérisent l'activité. Cette modélisation tente de rendre compte des schèmes d'utilisation du dispositif permettant l'activité de recherche d'information sur Internet. Elle s'appuie sur l'analyse des différents modes opératoires permettant de mettre en œuvre le système technique pour

accéder aux pages web (schèmes d'usage du système technique), et sur le but de l'activité intimement lié à l'objet de la recherche et aux connaissances préalables que les sujets ont de cet objet (schèmes d'activité instrumentée). La Figure 6 (page 46) rend compte de l'enchaînement des principales actions que l'utilisateur doit savoir effectuer et leur organisation les unes par rapport aux autres. L'analyse de l'activité a permis le découpage en actions, l'ordonnement de ces actions en respectant l'enchaînement logique de leur traitement (parallèle ou séquentiel), notamment des deux modalités de recherche par mots clés (Blondel, Schowb, Kempf, 2001) et la recherche dans une classification arborescente.

Le modèle décompose l'activité, et schématise une organisation hiérarchisée des différentes étapes possibles au cours de l'activité qui traduit la complexité de l'activité et en décrit sa structure (Vicente, 1999), au-delà des procédures liées à des outils spécifiques. Cette description détaillée rend compte des conduites d'un sujet engagé dans l'activité et trace les contours d'une organisation praxéologique (Castoriadis, 1986), qui donne du sens à chacune des actions. On voit bien qu'au cours de l'activité le sujet qui doit savoir faire toutes les actions, n'est pas forcé de les effectuer toutes, et peut par contre répéter la même action plusieurs fois. C'est une caractéristique de l'activité. Le mode opératoire de l'utilisateur est tantôt anticipatif, il procède par émissions d'hypothèses, et tantôt réactif, il adapte sa façon de faire aux réponses du système. En fonction de quoi, il peut mettre en œuvre des processus de régulation liés à la validité de l'information du point de vue des sources et de ses connaissances préalables. L'usage d'Internet se caractérise notamment par la possibilité de mettre en œuvre l'artefact sans pouvoir, dans de nombreux cas, identifier au préalable le résultat attendu. Cela explique le fait de voir le but poursuivi changer radicalement en cours d'activité. Ceci ne vaut pas seulement dans le cas du surf² mais aussi dans le cas de recherches très précises. Les réponses apportées par l'artefact peuvent modifier le cours de l'activité. À tel point que la tâche que le sujet s'est souvent assigné lui-même peut aussi changer, voire être abandonnée en fonction du but qu'il poursuit. Si l'activité est orientée vers un motif, une intention, la nécessité de satisfaire un besoin, les actions qui permettent sa réalisation sont elles aussi dirigées vers un but subordonné à l'activité. Ainsi, le but poursuivi et associé à chaque action peut être modifié en fonction de l'appréciation que le sujet fait de l'adéquation des résultats obtenus par rapport à son activité et à son intention première. La question de la régulation des actions de l'utilisateur est centrale car le résultat attendu

² Surfer au sens figuré du Petit Larousse : se laisser porter par une conjoncture favorable ; adapter son comportement aux circonstances

obéit à l'évaluation que le sujet peut lui-même en faire. C'est le paradoxe d'Internet qui n'est jamais aussi efficace que quand on connaît déjà le contenu de ce que l'on cherche. Le processus mis en œuvre ne garantit pas l'obtention d'un résultat satisfaisant car le propre de l'activité est bien de rechercher quelque chose dont on ne sait pas tout a priori. Mais plus la recherche portera sur quelque chose de précisément défini, plus l'autorégulation par le sujet pourra jouer en faveur de la réussite de la tâche. Ce qui conforte l'idée que les connaissances préalables du sujet et sa capacité à en acquérir de nouvelles (la zone proximale de développement chez Vygotski) jouent un rôle prépondérant dans la recherche d'information. Les schèmes d'action instrumentée concernent aussi bien les schèmes d'usage que les savoirs associés au thème de la recherche. Le choix de l'objet même de la recherche et le choix de mots clés cristallisent cet aspect de la recherche. Savoir que l'appariement se fait avec le mot en tant que chaîne de caractères permet de développer ses propres stratégies d'utilisation d'hyperonymes, de lemmes, de mots tronqués. C'est l'articulation entre le sujet avec ses connaissances et les potentialités d'Internet qui induit le déroulement de l'activité, sa régulation et en définitive que le sujet juge les réponses acceptables ou non vis-à-vis de ses propres attentes.

Grâce à l'analyse de l'activité, j'ai pu identifier et élaborer des savoirs experts³ (logiciel de navigation, outils de recherche, mots clés, actions, documents sur lesquels portent la recherche...) qui peuvent être pris comme savoirs de référence pour l'enseignement de la recherche d'information (Brandt-Pomares, 2003).

Ce fut pour moi l'occasion de montrer l'importance en technologie des pratiques effectives comme références externes pour appréhender les savoirs sur lesquels les enseignements-apprentissages doivent porter dans les enseignements technologiques. Cette approche ouvre des

³³ Ces savoirs ont aussi servi dans l'analyse de l'activité d'élèves en situation de recherche d'informations présentée page 75.

perspectives de recherche sur lesquelles je reviendrai dans la troisième partie de cette note.

3 L'ENSEIGNEMENT DES OUTILS INFORMATISES EN EDUCATION TECHNOLOGIQUE

En même temps qu'il existe en dehors de l'école, un objet d'enseignement s'inscrit dans une forme scolaire particulière. Je me suis intéressée au contexte dans lequel la recherche d'information, et plus largement l'enseignement relatif à l'usage d'outils informatisés s'inscrivent à la fois sur le plan institutionnel et d'un point de vue de l'épistémologie de l'éducation technologique. Cette interrogation m'a conduite à regarder ce qui se passait en France mais aussi dans d'autres pays.

3.1 L'inscription curriculaire en France

3.1.1 Les finalités de la discipline technologie au collège

La technologie est issue des travaux de la Commission Permanente de Réflexion sur les Enseignements Technologiques (COPRET) (CIEP, 1969 ; Levrat, 1992 ; Lebeaume, 1996, 1999, 2000, Martinand, 1996) eux-mêmes inspirés des développements de l'UNESCO en matière d'éducation qui conduisent d'abord les pays développés, puis de plus en plus de pays, à intégrer l'éducation technologique dans la scolarité obligatoire. En France, depuis sa création en 1985 la technologie est une discipline d'enseignement en tant que telle uniquement au collège de la 6^e à la 3^e. Sa définition, ses finalités et ses objectifs qui apparaissent dans les instructions officielles concourent aux finalités générales du programme du collège qui recommandent « *de former des hommes capables de penser par eux-mêmes, c'est à dire des citoyens* ». Dans ses finalités générales, l'enseignement de la technologie doit « *permettre la compréhension de liens entre la technique et la culture d'une société* » et « *permettre la compréhension du phénomène technologique dans son évolution, l'appréhension de la diversité des organisations productives, celle des relations entre les mutations technologiques, d'une part, et les*

mutations économiques et sociales de l'autre ». Pour l'acquisition de cette culture technologique, le programme octroie *une place centrale à l'objet technique et à l'engagement dans l'action*. Ces dimensions étaient déjà plus ou moins prises en compte par les disciplines qui avaient précédé la technologie. Pour autant, la filiation et l'idée de continuum disciplinaire s'applique mal à la technologie qui apparaît plutôt comme une discipline nouvelle en rupture avec le passé et les disciplines qui l'ont précédé, comme l'Éducation Manuelle et Technique et les Travaux Manuels Éducatifs (Lebeaume, 2000). Historiquement, si sa constitution résulte d'une volonté politique d'introduire une discipline d'enseignement général nouvelle, les discussions entre plusieurs représentants de disciplines scolaires préexistantes à un autre niveau d'enseignement ont pesé sur la rédaction des programmes. Il s'agit de l'électronique, de la mécanique, de l'économie-gestion déjà enseignés au lycée (Sellier, 1992). Les savoirs empruntés aux disciplines en place sont facilement identifiables et intègrent peu d'enseignements véritablement nouveaux. Chaque fois que cela est possible, leur insertion se fait par migration du lycée vers le collège. C'est le cas, parmi de nombreux exemples, du travail sur les dessins de définition de pièces en construction mécanique, du calcul de coûts complets de la comptabilité analytique, ou du code des couleurs et de la réalisation des circuits imprimés en électronique. En rupture avec le passé, la technologie abandonne toute précédente référence domestique ou artisanale au profit d'une référence industrielle empruntée aux disciplines du lycée dans ce qu'elles ont de malheureusement plus facilement reproductible au collège. Les théories sociologiques de la reproduction prendraient ainsi leur droit aussi pour les disciplines d'enseignement.

Au fil du temps, la discipline technologie au collège prend des atours de plus en plus « High-tech » (Ginestié & Brandt-Pomares, 1998). Cette approche se justifie par la présence croissante de la technique dans le quotidien des français (électronique, informatique,...) et la référence

explicite des programmes aux pratiques *socio-techniques* (J.-L. Martinand, 1996, p. 24) :

les entreprises et leurs activités pratiques [qui] vont être prises comme sources d'inspiration pour des activités scolaires et comme termes de comparaison pour ces activités, même si des écarts sont inévitables, et d'ailleurs nécessaires quant à leur signification et leur structure. L'affirmation des références privilégiées a un double rôle : maintenir des réalisations authentiques, contre des dérives formalistes, et développer la capacité de lecture du monde de la technique et du travail environnant.

Ainsi, les programmes renvoient aux pratiques professionnelles modernes en y associant comme référence uniquement les références sociotechniques. Cette approche curriculaire, renvoie aux spécialisations socio-professionnelles (Combarous, 1984), mais sans favoriser la définition des apprentissages et des savoirs corrélatifs à la technicité en tant que disposition à agir sur l'environnement (Combarous, *ibid.*). Elle se distingue d'autres approches épistémologiques de l'éducation technologique (De Vries, 2005 ; Deforge, 1997 ; Ginestié, 1999a, 2010 ; Haudricourt, 1988 ; Kananoja, 1994 ; Sigaut, 1988 ; Simondon, 1989) fondées à appréhender les artefacts dans la société en tant qu'objet et système (Lebahar, 2009) qui, bien qu'elles en tiennent compte, vont au-delà de leurs dimensions uniquement liées au *travail des hommes* et au *processus techniques* (Martinand, 1996, p. 25).

3.1.2 La recherche d'information dans les programmes

En 1997, un premier changement de programmes intervient depuis la création de la discipline en 1985. Dans un contexte d'évolution qui conforte la discipline telle qu'elle a été instituée, les programmes de 1997 (Ministère de l'Éducation nationale, 1997)⁴ lui confèrent un rôle de plus en plus en phase avec les développements technologiques et lui apportent un remaniement. Ils donnent une nouvelle physionomie à la discipline en la structurant en deux parties distinctes. Le programme n'abandonne pas

⁴ Arrêté du 26 décembre 1996 paru au B. O. du 30 janvier 1997

toute référence à la DPI (Démarche de Projet Industriel), illusoire vecteur d'enseignement-apprentissage (Ginestié, 1999b, 2002), mais il se décline selon deux axes. L'un, qui se réfère à la DPI pour la partie « réalisation sur projet » qui représente deux tiers du programme et est divisée en « scénarios », l'autre axe dans laquelle qu'apparaît l'unité « Consultation et transmission de l'information » au programme de la classe de quatrième représente un tiers du programme et concerne « la familiarisation des divers usages de l'ordinateur ». Intitulée « technologie de l'information » cette partie du programme en excluant la communication et en considérant l'information au singulier se démarque des technologies de l'information et de la communication (TIC) et se compose d'unités (cf. Tableau 1) dans lesquelles l'information est considérée comme une matière d'œuvre (Lebeaume & Martinand, 1998 ; Meigné & Lebeaume, 2004).

Parties	Réalisations sur projet (2 scénarios parmi les 3 proposés)	Technologie de l'information
Temps annuel	2/3	1/3
Niveau 5 ^e	Montage et emballage d'un produit - Production sérielle à partir d'un produit Étude et réalisation d'un prototype	Utilisation du tableur - grapheur Traitement de l'information en vue du pilotage de système automatisé
Niveau 4 ^e	Essai et amélioration d'un produit Extension d'une gamme de produit Production d'un service	Conception et fabrication assistées par ordinateur Consultation et transmission de l'information

Tableau 1 : Programme technologie du cycle central

Le programme confère à la matière d'œuvre un principe unificateur de la partie technologie de l'information soit un tiers de la technologie au collège. Cette acception de l'information consacre une approche *conduisant à réfléchir aux instruments qui traitent de l'information et faisant un parallèle intéressant avec la matière* (Baron & Bruillard, 2011) car comme toute autre matière d'œuvre, l'information peut subir les actions du système qui la transforme (Lemoigne, 1977 ; Newel & Simon, 1972). Elle peut être, stockée, codée, traitée, transformée..... Et de ce point de vue le programme renvoie explicitement au traitement informatique.

En tant que matière d'œuvre particulière, l'information est indépendante du sens comme du support transmis. Un tableau de nombres, un dessin, un texte, un son...peuvent être traités et transmis. Ce sont des objets particuliers que l'opérateur transforme par l'intermédiaire des ordres qu'il donne aux machines informatiques capables de les traiter. (Lebeaume & Martinand, 1998)

Cependant comme *matière d'œuvre particulière*, l'information se distingue des autres matières d'œuvre. Qu'elle soit produite où perçue, la matière première information est une création qui n'existe pas sans intervention humaine et qui n'obéit pas aux mêmes règles d'échanges économiques. L'information circule sans que son propriétaire s'en dessaisisse. C'est une matière concrète (COPRET 1992, p. 4), elle peut donc être considérée par rapport au traitement qu'elle peut subir en tant que matière d'œuvre indépendamment de sa signification, mais elle ne peut pas non plus être considérée dans l'enseignement uniquement de ce point de vue, en faisant abstraction de ses fonctions sémiotiques et anthropologiques de communication. Cela poserait problème en particulier pour la recherche d'information où la question de l'objectif de la recherche et du sens donné à l'information sont fondamentaux. L'activité de recherche d'information dépend du traitement automatisé de l'information mais aussi du sens que le sujet donne à l'information.

Du reste, les autres unités de la partie technologie de l'information ne sont pas plus concernées par l'algorithmique, la programmation ou d'autres concepts de l'informatique. Les enjeux des autres unités sont liés à la mise en œuvre de logiciels et de progiciels qui participent à l'instrumentalisation au sens de Rabardel (1995) des ordinateurs (Baron et Bruillard, 1996, p. 210). Malgré son affichage, l'épistémologie sous-jacente à ces unités relève bien plus des TIC que de l'informatique. Mais là n'est pas le plus marquant. La création de cette partie Technologie de l'information, dont la subtilité du singulier échappe au commun des enseignants (Meigné & Lebeaume, 2004) mais qui se distingue du reste du programme, marque une évolution majeure de l'approche curriculaire qui stipule clairement que des capacités doivent s'acquérir dans les unités d'enseignement et qui introduit de fait des apprentissages sous-jacents

(cf. Tableau 2), elle rompt avec la précédente approche en reconnaissant la nécessité d'apprentissages particuliers liés aux outils informatisés, d'une part, et en les spécifiant, d'autre part.

Activités	Notions	Compétences attendues
Téléchargement de fichiers sur des sites distants : - connexion sur un site distant autorisé - déplacement dans l'arborescence des répertoires - recherche d'un fichier texte ou un exécutable - téléchargement d'un fichier sur disquette - consultation d'une base de données Utilisation de la messagerie électronique : - rédaction d'un message court à l'aide d'un traitement de texte, sauvegarde dans un répertoire approprié, intégration du texte dans le corps du message, envoi du message - lectures des messages reçus, identification de l'émetteur et des caractéristiques du message (date, origine, message transmis en relais...) - constitution d'une liste d'adresses, envoi d'un message à une liste - envoi d'un message avec une pièce jointe (fichier, texte, tableau)	Information utile Tri de l'information Coût de l'information Sécurité informatique Responsabilité Arborescence Répertoire, sous-répertoire Client, serveur	Rechercher des adresses, sauvegarder le résultat dans un fichier texte Se connecter sur un site distant Émettre un message en utilisant le logiciel de courrier électronique Ajouter une pièce jointe à un message Se déplacer dans une arborescence Envoyer un fichier sur un site distant Télécharger un fichier sur un site distant, le nom étant donné et le répertoire indiqué

Tableau 2 : Unité : consultation et transmission de l'information

En définitive, la partie technologie de l'information introduit une nouvelle manière d'appréhender la discipline dans la mesure où elle reconnaît la nécessité d'un enseignement spécifique pour la mise en œuvre des ordinateurs. Ainsi, progressivement, par enchaînement (Baron & Bruillard, 1996), les compétences acquises grâce aux unités doivent être réinvesties, pour la « Consultation et transmission de l'information » comme pour les autres unités, au fur et à mesure, dans la partie « réalisations sur projet » et mises à disposition d'autres disciplines du collège. Elles doivent également selon les mêmes prescriptions contribuer à « familiariser l'élève avec l'utilisation du micro-ordinateur en tant que moyen de consultation et de transmission à distance de l'information » (Ministère de l'Éducation nationale, 1997).

Pendant une dizaine d'années, des programmes qui ne mentionnaient pas explicitement Internet ont donc enjoint les enseignants à mener avec les élèves des activités de consultation d'information à raison d'un sixième du volume horaire annuel (deux unités se partagent un tiers du programme) soit un horaire variable de 9 à 12 heures selon la durée des cours par

semaine (1h30 ou 2h) sur 36 semaines. Clairement, à l'époque et peut-être encore aujourd'hui, dans le sens commun, la question d'avoir quelque chose à apprendre à propos de la recherche Internet pouvait se poser à la lecture des programmes, mais aussi de façon plus générale dans la société. On sait aujourd'hui à quel point la recherche d'information est une activité complexe sur le plan cognitif (Dinet, Chevalier & Tricot, 2012). À décharge, le caractère nouveau de la technologie pouvait ne pas laisser présager ce que deviendrait Internet.

Dix ans après l'introduction de l'unité « Consultation et transmission de l'information », les programmes applicables aujourd'hui font explicitement référence au TIC avec un paragraphe sur *la place des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'enseignement de la technologie* (Ministère de l'Éducation nationale, 2008, p.11). Rapprochée des mathématiques et des sciences expérimentales la technologie contribue comme ces autres disciplines à l'acquisition d' « une maîtrise suffisante des techniques usuelles est nécessaire à l'insertion sociale et professionnelle ». Le programme ne fait plus seulement référence aux pratiques professionnelles mais aussi aux pratiques qui ont cours dans la société. Du coup, la consultation d'information apparaît bien plus tôt que dans les précédents programmes, deux ans avant, c'est-à-dire dès la 6^e. Dans une des 6 approches proposées, la n°5 intitulée « la communication et la gestion de l'information » en 6e et en 5^e sont prévues des connaissances directement liées à la recherche d'information via le réseau Internet auquel il est désormais fait explicitement référence en terme de « *toile* » (cf. Tableau 3).

Niveau	Connaissances	Capacités
6 ^e	Recherche d'information sur la "toile"	Retrouver une ou plusieurs informations à partir d'adresses URL données
5 ^e	Moteur de recherche, mot clé, opérateurs de recherche Propriété intellectuelle. Copyright et copyleft	Rechercher, recenser, sélectionner et organiser des informations pour les utiliser. Identifier les sources (auteur, date, titre, lien vers la ressource). Identifier les droits d'utilisation et de partage des ressources et des outils numériques, ainsi que les risques encourus en cas de non respect des règles et procédures d'utilisation.

Tableau 3 : Extrait de la partie « communication et gestion de l'information » du programme de Technologie en 2008

Toutefois, en classe de 6^e, la recherche d'information ne constitue qu'un item sur 5 de l'approche intitulée « *la communication et la gestion de l'information* » et en 5^e un item sur 4 de cette approche qui ne constitue elle-même qu'une partie sur 6 du programme. Dans un rapport de proportion, les items qui correspondent à la recherche d'information ne représentent donc pas plus de 1h 48mn à 2h 24mn en 6^e et de 2h 15mn à 3h en 5^e, selon la durée des cours (1h 30 ou 2h par semaine) sur 36 semaines. C'est moins que dans les programmes de 1997.

Au-delà du peu de temps qui leur est consacré, cette partie des nouvelles prescriptions atteste de la volonté politique de tenir compte des nouvelles technologies en tant « qu'objet d'études et moyen de réalisations ». Depuis leur apparition en technologie, le recours à ces technologies est de ce fait conforté en tant qu'objet d'enseignement dans une approche de l'éducation technologique en phase avec le développement contemporain des technologies. J'ai analysé les programmes, ceux de 1985, 1997 et de 2008. Dans l'évolution des prescriptions, la décision politique semble être tranchée. Elle confirme l'inscription de la recherche d'information en tant qu'objet d'enseignement dans la discipline technologie. Mais je partage l'idée de Baron et Bruillard (2009) à propos de la construction sociale des curricula. *Entre la sphère de la réflexion et la réalité se situent des considérations politiques, dont le rapport à l'épistémologie est relativement*

lâche et il convient de mener une réflexion sur l'épistémologie de la Technologie. C'est ce que je fais depuis aussi loin que je me suis retrouvée en situation d'avoir à l'enseigner. Cette réflexion a mûri ces dernières années à propos justement de la recherche d'information et plus largement des TIC. Qu'enseigner et comment l'enseigner pour contribuer au développement d'une éducation technologique pour tous ?

3.2 L'ancrage épistémologique

3.2.1 La délimitation d'un champ de référence pour l'éducation technologique

Si l'utilisation d'outils comme objet d'enseignement provient de la référence aux usages qui en sont fait dans le monde économique et industriel pour les disciplines technologiques à vocation professionnelle, il en est différemment pour l'éducation technologique dont les finalités propres à une éducation pour tous sont de poursuivre des objectifs d'élévation du niveau de compréhension du monde par tous les citoyens. En France, la forme institutionnelle que prend l'enseignement obligatoire de la technologie au collège n'est pas fondée de manière évidente par une filiation entre une discipline scientifique unique, clairement identifiée, et une discipline d'enseignement qui en découlerait directement. Les différentes références utiles (sciences de l'information, informatique, psychologie,...) pour l'enseignement de la recherche d'information abordée dans cette note en témoignent. Pour autant, la forme institutionnelle scolaire montre des régularités quant à la production d'objets, la mise en œuvre d'outils, le mode d'enseignement. Elle traduisent une volonté affichée de modernité, mais renvoient le plus souvent à des situations d'enseignement-apprentissage de type behavioriste, contingentes des matériels mis en œuvre dans des activités qui comme l'ont montré de nombreux auteurs (Amigues & Ginestié, 1991 ; Baldy & Weill-Fassina, 1986 ; Rabardel, 1980 ; Vermersch, 1972 ; Weill-Fassina, 1979) privilégient la conformité à un modèle et la reproduction de

l'action au détriment du pilotage de l'enseignement par les apprentissages que l'action nécessite réellement. De fait, c'est la délimitation de ce qui relève du champ disciplinaire qui ne va pas de soi. De par son apparition récente y compris dans la sphère scientifique, la question du champ de référence de la discipline interroge les enseignants eux-mêmes. Ce manque de visibilité a de lourdes répercussions sur leur professionnalité. Autrement dit, ce qui relève de la délimitation de leur domaine d'intervention et le projet social de leur discipline n'apparaît pas d'emblée à ceux qui enseignent la technologie. Différents auteurs soulignent qu'ils ont des difficultés à se référer aux pratiques sociales de référence (Lebeaume, 1999 ; Ouvrier-Bonnaz & Werthe, 2006) et nombre de mes propres constats portent sur un certain désarroi des enseignants, notamment lors des changements de programmes en formation continue, ou pour opérer des choix didactiques en formation initiale. Quand les programmes préconisaient la mise en œuvre de scénarios, le choix des situations prises en référence embarrassait les professeurs stagiaires. Pour le scénario *Production d'un service*, j'ai par exemple eu à interroger l'opportunité de choisir l'organisation d'un mariage. En formation, il me fallait travailler sur le choix des situations de référence possibles pour délimiter le champ de la discipline.

S'appuyant, d'une part, sur les travaux de différents auteurs (Castoriadis, 1979 ; Deforge, 1970, 1985 ; Ellul, 2001 ; Haudricourt, 1988 ; Leroi-Gourhan, 1971 ; Poitou, 1984 ; Sigaut, 1985 ; Simondon, 1989 ; Spengler, 1969), et d'autre part, sur la réalité de la forme institutionnelle que peuvent prendre les enseignements technologiques à l'école obligatoire, Ginestié a délimité un cadre épistémologique de référence pour les enseignements technologiques qu'il inscrit dans une tentative qui relève d'une « construction de science qu'il reste à situer, si ce n'est à définir » (Ginestié, 1999a, p. 56). Cette science humaine, comme toute science, ne se caractérise pas seulement par son objet d'étude mais par les points de vue et méthodes qui en permettent l'étude. Ginestié a souligné la référence externe qui trouve sens notamment dans l'articulation de trois

entités techniques et de leurs inter-relations : l'objet, l'activité et le langage. Il propose ainsi de compléter le propos d'Haudricourt pour qui « si la technologie doit être une science, c'est en tant que science des activités humaines » en rajoutant une « science des activités humaines de production et d'utilisation des objets techniques » (Ginestié, 1999a, p. 106). Ginestié insiste en outre sur la dimension praxéologique de la technologie chère aussi à Lebahar⁵. Cet aspect revêt une importance capitale pour distinguer dans un curriculum une approche de l'enseignement qui vise l'apprentissage de la praxéologie au-delà de la praxis. Car :

ce n'est pas la transposition des praxis qui pose problème mais la transposition des organisations praxéologiques. Ce n'est pas de faire quelque chose aux élèves qui est difficile, c'est de leur permettre de construire du sens sur ce qu'ils font. (Ginestié, 2008a, p.53)

C'est bien dans la portée anthropologique de cette délimitation d'un cadre épistémologique pour une éducation technologique que j'inscris mes travaux contribuant ainsi à la construction de cette science (Perrin, 1991a) dont Godelier (1991, p. 8 et 11) et Sigaut (1991) soulignaient en 1991 « que chacun l'appel[le]ait de ses vœux ». Sur le plan ontologique il n'y a pas de raison que l'enseignement de la technologie, dès lors qu'il vise l'étude de la production (le terme production inclut ici la conception et la fabrication) et de l'utilisation d'objets techniques, ne spécifie ni n'exclut *a priori* aucun domaine technique. L'étude des outils informatisés, comme des autres outils, contribue à cette science des techniques qui a « pour objet l'analyse méthodique des systèmes techniques existant de par le monde, et qui se propose d'en définir la nature, et d'en reconstituer les origines, les formes de développement et bien entendu les effets sociaux et culturels » (Godelier, 1991, p. 7) et doit faire l'objet d'un enseignement spécifique. Je partage cette conception de la technologie qui, prenant appui sur des techniques spécifiques, doit transmettre la logique qui prévaut à leur existence et permettre aux élèves de se construire une

⁵ Je regretterai longtemps cette discussion où tous deux cherchaient à me persuader de ce dont j'étais déjà convaincue.

solide culture technologique fondée sur le sens qu'ils donnent à ce qu'ils font en classe.

3.2.2 L'usage social d'Internet et l'accès à la connaissance

Dépassant tous les problèmes d'ergonomie, d'apprentissage et d'équipement (coût, connexion, accès, etc.), nous sommes passés d'une informatique de spécialistes, faite par les informaticiens pour les informaticiens, à une informatique à l'usage du grand public. Internet s'est démocratisé et donne accès à une quantité de documents de plus en plus nombreux (Le Crosnier, 2010). C'est à ce développement d'Internet dont les usagers se sont emparés que nous devons un accès à l'information aujourd'hui sans précédent. Le minitel français, largement diffusé avec 5 062 000 appareils installés en 1989 (Jacomy, 1990, p. 337) et pourtant tellement sécurisé s'était déjà vu accaparé par les usagers (Feenberg, 2010, Perriault, 1989) mais il n'a pas permis un tel développement de l'accès à l'information. L'accès à Internet constitue un point d'entrée qui ouvre sur la consultation et l'échange des documents disponibles sur le réseau. D'un point de vue anthropologique, cet accès à l'information intervient dans la politique et la vie sociale (Simondon, 2005 ; Wolton, 1997, 1999). Il rend possible et facilite la diffusion et la transmission d'information. Celle-ci peut déboucher sur l'acquisition de connaissances nouvelles (Grabe & Grabe, 2004 ; Jonassen, 2000). Bien qu'insuffisant, l'accès à l'information est une condition nécessaire de l'accès au savoir et de son appropriation. Pour Simondon (2005), l'information est au cœur du processus d'individuation qui lie l'information, la communication et la formation. De fait, que la recherche d'information puisse transformer les sujets en leur donnant l'opportunité d'accéder à des savoirs et de se les approprier donne à cette activité toutes les chances d'intéresser particulièrement l'école. Ainsi, la recherche d'information devient un enjeu quel que soit le type d'apprentissage et accéder à l'information devient une condition pour que le savoir soit réellement à la portée de tous (M. Serres, 2011).

La recherche est indissociable de la nature de l'information recherchée. Mais l'efficacité de la recherche ne dépend pas seulement du domaine sur lequel elle porte. La transparence des artefacts, problème déjà soulevé par Rabardel (1995), est flagrante avec Internet. À l'inverse d'autres principes, comme ceux de la mécanique par exemple, toute l'automatisation d'une requête saisie sur Google ne donne rien à voir de son traitement et ne plaide pas d'emblée pour un apprentissage préalable. Boite noire ou transparente, l'artefact n'apparaît pas d'emblée comme structurant l'activité de recherche d'information d'un internaute lambda. Transparence totale pour l'opérateur qui tape un simple mot clé sur la page d'accueil sobre de Google qui lui renvoie quasi instantanément pléthore de résultats, ou boite noire qui renferme tous ses secrets pour l'élève qui sait que quelque chose passe par le fil. Mais quoi ? Interviewé à propos de la recherche d'information, un élève qui fait pourtant un effort de réflexion se raccroche à ce qu'il fait et à ce qu'il voit :

Ernest : On donne un mot et y cherche. L'ordinateur y cherche à travers le fil.

Dans cette dimension de l'activité, le sujet n'agit pas pour transformer l'environnement. Mais l'ordinateur, et plus globalement le système technique qui permet de chercher de l'information (machine, logiciel, outil de recherche, réseau Internet, connexion), lui permet d'agir sur lui-même, c'est-à-dire sa propre connaissance de l'information. En ce sens, l'activité de recherche d'information met en jeu un outil psychologique, au sens que lui donne Vygotski et concerne toutes les connaissances indépendamment de leur inscription dans les disciplines scolaires. Du point de vue de la connaissance, on retrouve entre autres potentialités offertes par internet ce qui fonde la recherche documentaire.

3.3 Tentative de comparaison de la scolarisation des TIC dans différents curricula

3.3.1 Discipline séparée, approche intégrée ou mixte

La conception d'une approche intégrée des TIC correspond à la phase du modèle de l'UNESCO qui concerne toutes les disciplines :

ICT Literacy (where ICT skills are taught and learned as a separate subject) to application of ICT in Subject Areas (where ICT skills are developed within separate subjects) to infusing ICT across the Curriculum (where ICT is integrated or embedded across all subjects of the curriculum) to ICT Specialization (where ICT is taught and learned as an applied subject or to prepare for a profession). (UNESCO, 2002, p. 18)

Dans cette approche, les TIC sont considérées comme des instruments de connaissance, de recherche et d'apprentissage intégrées à toutes les disciplines (Baron & Bruillard, 1996 ; Grandbastien, 1990).

Aux antipodes, l'approche en termes de discipline séparée revendique l'existence d'une discipline d'enseignement qui s'appuyant sur la science informatique (Baron, 1994) contribue au développement d'une solide culture informatique par tous les élèves. Dans cette approche, l'informatique et les TIC peuvent être considérées dans le cadre d'une discipline scolaire autonome qui promeut une démarche informatique (Baron, 1989, Baron & Bruillard 2001, 2011).

À ces deux approches distinctes, l'une qui ne rend aucune discipline responsable en particulier de l'intégration TIC, l'approche intégrée, l'autre qui rend une discipline issue de l'informatique responsable des enseignements relatifs à l'informatique et aux TIC, l'approche séparée, on peut ajouter une troisième approche, l'approche mixte (Makrakis, 1988). Cette approche mixte rend compte d'une nécessaire alphabétisation (literacy) aux principaux concepts concernant l'usage raisonné de l'informatique, tout en considérant les TIC comme un outil d'enseignement et d'apprentissage dans toutes les disciplines. Elle se caractérise par

l'existence d'un cours d'alphabétisation et l'intégration progressive ou par enchaînements (Baron & Bruillard, 1996, op. cit.) des TIC comme outil d'enseignement et d'apprentissage dans les différentes disciplines.

Ces approches permettent de rendre compte de ce qui se passe dans différents systèmes éducatifs. Même si comme je l'ai déjà mentionné plus haut les constructions curriculaires ne dépendent pas seulement de leur ancrage épistémologique et relèvent de décisions politiques et d'enjeu de pouvoir (Baron & Bruillard, 2011) qui sont les conséquences des structures et des conjonctures des systèmes éducatifs dans lesquelles elles sont prises. Ces décisions impactent en retour les épistémologies scolaires⁶.

3.3.2 La scolarisation des TIC en France

En France, les activités de recherche d'information comme d'autres objets d'enseignement relatifs aux TIC s'inscrivent comme nous l'avons vu au sein de la discipline technologie. Pour autant, plusieurs dispositifs dans le système éducatif français relèvent d'une approche intégrée dans laquelle les TIC concernent toutes les disciplines :

- i. L'introduction à l'école, au collège et au lycée du Brevet informatique et Internet (B2i)
- ii. L'éducation aux médias dont le CLéMI⁷ (Centre de Liaison de l'Enseignement et des Média d'Information de l'Éducation nationale) est chargé dans l'ensemble du système éducatif
- iii. Le rôle du CDI et des professeurs documentalistes

⁶ Je fais ce constat aussi dans la recherche actuelle menée avec d'autres chercheurs sur l'expérimentation de l'enseignement intégré de sciences et technologie (EIST) qui bouscule les figures scolaires des disciplines concernées (Delserieys-Pedregosa, Boilevin, Brandt-Pomares, Givry, & Martin, 2010)

⁷ Le CLéMI est un service du CNDP, il existe dans chaque académie une équipe qui conseille et accompagne les professeurs dans leurs activités d'éducation aux médias avec leurs élèves. www.clemi.org

- iv. Le développement des Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Enseignement (TICE)
- v. L'obligation de détention du C2i2e pour tous les nouveaux enseignants

L'approche selon une discipline séparée a donné lieu à l'option informatique du lycée créée en 1981 puis supprimée en 1997 et fait encore l'objet de discussions. À la rentrée 2012 (MEN, Bulletin officiel spécial n°7 du 6 octobre 2011), deux enseignements de spécialité, dont l'un intitulé « informatique et sciences du numérique » (ISN) pour les élèves de terminales scientifiques, seront cependant proposés (l'autre enseignement de spécialité « droit et grands enjeux du monde contemporain » (DGEMC) sera proposé aux élèves de section littéraire. Notons que l'évaluation de l'ISN ne porte pas sur un contrôle de connaissances informatiques mais donnera lieu à une production.

Au collège, Baron et Bruillard préfèrent parler *d'approche intégrée à la française* que d'approche mixte même si *la technologie joue au collège un rôle privilégié s'agissant de TIC* (Baron & Bruillard, 2011). En plus des objets d'enseignement spécifiques liés aux TIC en technologie qui participent de la nécessaire alphabétisation, les incitations concernent les TICE en tant que moyen d'enseignement pour toutes les disciplines. Ainsi le phénomène d'intégration des TIC gagne progressivement tous les enseignements, même si les disciplines comme les mathématiques, les sciences ou la technologie, sont traditionnellement plus concernées parce que l'usage de l'informatique fait aussi l'objet d'enseignements spécifiques (tableur en mathématiques, CAO en technologie,..) (Brandt-Pomares & Boilevin, 2008, 2009).

3.3.3 Des formes scolaires différentes et des savoirs communs en Grèce et en France

En comparant l'enseignement au milieu des années 2000 en Grèce et en France nous avons constaté avec Komis (Brandt-Pomares & Komis, 2006) que des prescriptions similaires poursuivant un but d'alphabétisation pouvaient apparaître dans les deux curriculums mais dans deux disciplines différentes.

Notre recherche a porté sur les finalités avancées dans chaque pays, les objectifs à atteindre ou les compétences à développer, et les activités proposées aux élèves. Les finalités d'alphabétisation apparaissent semblables dans les deux systèmes éducatifs mais dans des disciplines différentes. La comparaison des textes officiels est faite au collège où le niveau scolaire dans les deux pays fait clairement apparaître la volonté de consacrer l'essentiel de la part des programmes scolaires qui concerne de près ou de loin l'informatique à l'alphabétisation numérique et à l'utilisation effective de progiciels, en Informatique en Grèce et en technologie en France. Au-delà des prescriptions, nous avons aussi interrogé la mise en œuvre des curriculums dans les formes disciplinaires qui leur sont propres pour mettre en évidence les similitudes et les différences qui caractérisent les enseignements comparés.

En France, les TIC sont considérées parallèlement à d'autres enseignements au sein d'une même discipline la technologie. En Grèce, en revanche, ils sont l'objet même et unique de la discipline appelé informatique. Pour autant, les finalités annoncées dans les deux systèmes sont assez proches et visent le développement des TIC dans la société. Ce que les enseignants ont à traiter est comparable (cf. Tableau 4) même si cela ne se traduit pas exactement de la même manière dans les programmes ; en objectifs à atteindre (objectifs, contenus, unités, activités) en Grèce et en compétences à développer en France (activités, notions, compétences attendues).

Age	France	Grèce
11 ans	6 ^e Traitement de texte (environ 30 heures)	
12 ans	5 ^e Deux unités : Utilisation du tableur-grapheur Pilotage de système automatisé (environ 30 heures)	1 ^{ère} Données, informations, histoire des ordinateurs Matériel, logiciel, logiciel système → Traitement de texte → Communication par ordinateur (courriel) (environ 40 heures)
13 ans	4 ^e Deux unités : Conception et fabrication assistées par ordinateur Consultation et transmission de l'information (30 heures environ)	2 ^{nde} → Représentation des données, fichiers, multimédia → Tableurs → Recherche de l'information navigation sur Internet (40 heures environ)
14 ans	3 ^e Deux réalisations assistées par ordinateur Communication AO Fabrication AO	3 ^e → Bases des données Internet Éléments de Programmation algorithmique (optionnel) (40 heures environ)

Tableau 4 Prescription au même niveau d'âge en France et en Grèce

La mise en œuvre effective de l'enseignement fait apparaître des spécificités dans chacun des cas. En Grèce, les activités proposées en classe s'apparentent à du travail en laboratoire qui privilégie l'apprentissage des fonctionnalités des logiciels, à travers la résolution de problèmes simples et souvent décontextualisés. Le support d'un manuel officiel conforte ces pratiques. En France, il n'existe pas de manuel officiel et la partie TIC des manuels de technologie n'est pas des plus développées. Les compétences et les activités proposées dans les programmes ne font pas apparaître clairement les enjeux d'apprentissage. En pratique les activités proposées aux élèves sont moins pilotées par les objectifs d'apprentissage que ceux de réussite de la tâche. Ces activités donnent lieu à un fort guidage de l'action. Sur le plan de l'équipement, les systèmes utilisés dans les deux enseignements sont quasi identiques (cf. Tableau 5). Alors que l'organisation de l'enseignement

relève d'une alternance entre cours magistraux et travaux d'application en laboratoire en Grèce, cette distinction n'existe pas en France où l'enseignement de la technologie est souvent organisé en ateliers tournants.

	France	Grèce
Matériels	PC (quelques cas de politiques locales qui équipent en ordinateurs portables)	orienté PC compatible
Logiciels	Windows et Pack office Microsoft ou logiciels libres -suite star office- (selon les politiques locales d'équipement) Logiciels spécifiques de CFAO	Windows (mais discussions à l'époque pour passer à Linux)

Tableau 5 Systèmes techniques utilisés

Cette comparaison montre, qu'en dépit de constructions curriculaires et de découpages disciplinaires différents, les objectifs portés par les deux systèmes scolaires à travers deux disciplines, technologie en France et Informatique en Grèce, sont identiques pour les élèves entre 11 et 14 ans. Dans les deux systèmes, le choix est fait de donner à une discipline enseignée la responsabilité d'apprentissages ayant pour vocation de favoriser l'usage des TIC. Aussi, il n'est pas surprenant que les objets d'enseignement dans les deux disciplines présentent des caractéristiques similaires. Dans les deux cas c'est la finalité éducative qui prévaut. Ces deux approches mixtes française et grecque se caractérisent principalement par la place faite à une formation des élèves aux usages des TIC au sein d'une discipline même si ce n'est pas la même. Des différences apparaissent cependant. Elles résultent de ce découpage disciplinaire différent. Plutôt discipline scientifique informatique en Grèce et plutôt éducation technologique en France. En Grèce, des enseignements formalisés en lien avec la discipline informatique apparaissent à côté des usages des TIC. C'est le cas de la programmation informatique. Alors qu'en France, les TIC s'inscrivent dans la partie technologie de l'information qui représente un tiers du programme

de la technologie au collège et que le reste du programme est consacré aux réalisations sur projet.

Cette recherche a permis de mettre en évidence une référence commune à des savoirs liés à l'usage des TIC dans des formes de scolarisation différentes. Malgré des variations minimales liées à des niveaux d'apparition différents, la finalité éducative visant à vouloir apprendre aux élèves à se servir des outils informatisés dans les deux systèmes éducatifs, renvoie à une épistémologie scolaire propre à des savoirs enseignables identiques que l'on retrouve dans les deux pays.

3.3.4 Une tentative de comparaison européenne

L'objectif du programme européen UPDATE (Understanding and Providing a Developmental Approach to Technology Education) financé par le 6^e PCRDT pendant trois ans de 2007 à 2010 m'a permis d'étudier, au travers des situations scolaires proposées aux élèves et de leur impact sur la différenciation de genre, les cursus scolaires des élèves, de l'école primaire au lycée, dans le cadre des curricula d'éducation technologique. Le projet a été coordonné par Université de Jyväskylä (Finlande), avec un co-pilotage de l'équipe Gestepro (IUFM Aix-Marseille, Marseille, France) et de l'University of Glasgow (UK). J'ai été *associated project manager* pour la France dans ce projet qui a regroupé 12 établissements⁸.

Les objectifs du projet étaient les suivants :

Objective area 1: Examining why girls drop out from Technology Education at different stages of their education.

The reasons why few women choose technological fields for their further carriers and jobs are rooted in their early years, and continuing through

⁸ Université de Jyväskylä (Finlande), Équipe Gestepro IUFM Aix-Marseille (France), University of Glasgow (Royaume Uni), Alexandru Ioan Cuza University of Iasi (Roumanie), Ovidius University Constanta (Roumanie), University of Tallinn (Estonie), University of Metternich (Allemagne), University of Koblenz (Allemagne), Catalan Foundation for Research and Innovation – UPC (Espagne), Institute of Philosophy of the Slovak (Slovaquie), State College of Education in Vienna (Autriche), Regional Institute for Educational Research (Italie), Aristotle University, Dept. of Mechanical Engineering (Grèce), Central University of Complutense de Madrid (Espagne)

all stages of education. Therefore the problem has to be addressed already at the beginning phases of education.

Objective area 2: Creating new ways and educational methods to make the image of technology and science more attractive for both boys and girls.

The project aims to offer the content for a holistic and developmental curriculum in technology education that provides boys and girls continuous interest towards various forms and possibilities of technology, as well as with equally functional understanding of technology, and ability to critical thinking in how to apply the scientific knowledge through technology.

Objective area 3: Promoting, encouraging and mobilizing especially girls and young women for engineering and technology.

À l'occasion de ce projet⁹, j'ai pu réaliser une analyse comparative de l'enseignement technologique dans neuf pays : l'Autriche, l'Allemagne, l'Écosse, l'Espagne, l'Estonie, la Finlande, la France, la Roumanie et la Slovaquie. Le projet n'avait pas pour but d'étudier séparément la désaffection de plus en plus réelles des filles pour les TIC (Valenduc, 2011) mais les données recueillies permettent d'isoler les TIC. Le partenaire responsable de formaliser les données sur le système éducatif de chacun des pays a répondu à un questionnaire qui m'a permis d'extraire les informations concernant les domaines de référence pour l'éducation technologique dans chaque pays.

Le Tableau 6 montre que dans les neuf pays l'enseignement technologique se réfère largement aux quatre principaux domaines que sont la mécanique, l'électronique, les TIC (ICT pour Information & Communication Technologies) et l'informatique (computing).

⁹ http://update.jyu.fi/index.php/Main_Page

	Score	Classification
Mechanical	18	1 ^{er}
Electronic	15	2 ^e ex aequo
ICT	15	
Computing	13	4 ^e
Mecatronic	10	5 ^e ex aequo
Textile	10	
Civil engineering	8	7 ^e
Robotic	7	8 ^e
Biotechno	4	9 ^e ex aequo
Archi	4	
Agribusiness	4	
Agronomy	3	12 ^e

Tableau 6 Score et classement des différents secteurs d'activité de référence

Potentiellement cité pour chaque niveau d'enseignement (3 niveaux : Early years (6-7 ans), Elementary (7-12 ans), Secondary (13-18 ans)) dans les neuf pays (score maximum : 27), les enseignements qui nécessitent de mettre en œuvre des dispositifs informatiques apparaissent cités en 2^e position ex aequo pour les TIC (ICT pour information and communication technology) et en 4^e position pour l'Informatique (computing).

Il est à noter que les TIC sont citées partout comme une référence, du moins dans le secondaire, sauf en Écosse (cf. Tableau 7) où elles ne sont citées à aucun niveau.

ICT	Au	Es	Fi	Fr	Ge	Ro	SI	Sc	SP
Early years (6-7)	N	N	Y	N	Y	N	N	N	N
Elementary (7-12)	N	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	N
Secondary (13-18)	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y

Tableau 7¹⁰ Réponses à la question : Is ET reefer to ICT domain?

¹⁰ Au: Autriche ; Es : Estonie ; Fi : Finlande ; Fr : France ; Ge : Germany ; Ro : Roumanie ; SI : Slovaquie ; SP : Espagne.

En Écosse, l'informatique ne fait pas partie d'une autre discipline non plus, par contre les TIC sont plutôt intégrées car encouragées dans l'enseignement de toutes les disciplines.

As technology becomes more and more embedded in our culture, we must provide our learners with relevant and contemporary experiences that allow them to successfully engage with technology and prepare them for life after school.[...]

Learning and Teaching Scotland aims to provide resources for practitioners, parents and pupils to engage with these technologies in order to inform and enhance the learning experience. (Learning and Teaching Scotland)¹¹

L'informatique n'est pas non plus une référence pour l'enseignement dans deux autres pays : la Roumanie et la Slovaquie (cf. Tableau 8).

Computing	Au	Es	Fi	Fr	Ge	Ro	Sl	Sc	SP
Early years (6-7)	N	N	N	Y	Y	N	N	N	N
Elementary (7-12)	Y	Y	N	Y	Y	N	N	N	Y
Secondary (13-18)	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	Y

Tableau 8 Réponses à la question : Is ET reefers to computing domain?

La référence aux objets d'enseignement relevant des TIC pour l'éducation technologique est donc largement répandue dans les pays étudiés. « ICT » et « Computing » sont largement représenté mais ne recouvrent du reste qu'une partie seulement de l'usage des outils informatisés. L'analyse des activités pour lesquelles le recours à des outils informatisés se développe dans l'enseignement de la technologie fait apparaître d'autres usages dans d'autres domaines : « Mechanical », « Electronic », « Mecatronic », « Robotic », « Archi » « Agribusiness », « Agronomy », « Civil engeenering », etc.

¹¹ LTS (learning and teaching Scotland) was the national body responsible for reviewing the curriculum, developing assessment to support learning and providing national guidance and advice to the education system on the use of ICT to support learning and teaching. These functions have now transferred to Education Scotland a new executive agency that brings together Her Majesty's Inspectorate of Education for Scotland (HMIE), LTS and some functions previously carried out by the Scottish Government <http://www.ltsotland.org.uk/usingglowandict/roleofictinlearning.asp> (dernière consultation 20/08/2011)

Cette analyse montre que la référence à l'informatique et aux TIC est très présente dans la plupart des programmes d'enseignement technologique des différents systèmes éducatifs (Andreucci, Brandt-Pomares, & Chatoney, 2009 ; Andreucci, Brandt-Pomares, Chatoney, & Ginestié, 2010)

Au final, malgré la diversité des approches, les disciplines en charge de l'éducation technologique apparaissent comme faisant toutes référence au TIC dans l'ensemble des pays, sauf en Écosse. Ces résultats me confortent dans une approche de la didactique de l'éducation technologique qui considère des TIC en tant qu'objet d'enseignement. Car si ces disciplines prennent des formes scolaires diverses, récentes et encore mal assurées dans les différents pays, elles relèvent toutes des mêmes bases épistémologiques communes à différentes approches (Combarnous, 1984 ; Deforge, 1985 ; Haudricourt, 1988 ; Ginestié, 1999a ; De Vries, 1993, 1994 ; Hostein, 1997 ; Lebeaume et Martinand, 1998 ; Lebeaume, 2001 ; Simondon, 1989). Celles-ci s'accordent pour reposer a minima sur l'étude du mode d'obtention et d'utilisation des objets techniques.

**DEUXIÈME PARTIE : LE RÔLE DES TIC DANS LES
SITUATIONS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE EN
ÉDUCATION TECHNOLOGIQUE**

1 LE RECOURS A INTERNET DANS UNE TACHE SCOLAIRE

1.1 L'articulation tâche-activité comme cadre d'analyse des processus d'enseignement-apprentissage

Après avoir considéré l'activité de recherche d'information comme référence prise pour l'enseignement, j'ai voulu m'intéresser à la mise en œuvre de cette activité par les enseignants et par les élèves dans les situations réelles d'enseignement. L'action des élèves comme celle de l'enseignant relevant de l'activité humaine, j'ai orienté mes recherches sur les processus d'enseignement-apprentissage à partir du cadre donné par les théories de l'activité. Cette approche me permettant de considérer le savoir en conjuguant la double question de la transmission, centrale dans l'activité de l'enseignant, et du sens donné aux apprentissages, central dans l'activité de l'élève.

1.1.1 Tâche scolaire

Des situations variées peuvent conduire les enseignants à recourir à Internet. La recherche d'information constitue un moyen de permettre aux élèves d'accéder à des informations qui peuvent aussi bien constituer une première rencontre avec le savoir ou permettre son étude approfondie (cf. paragraphe 3.2.2 page 61). Lorsque les installations le permettent (conditions d'accès à Internet), demander aux élèves d'effectuer ce type de recherche devient un travail facile à organiser. La conjonction de ces deux éléments, facilité d'organisation et accès à l'information, contribue à faire de la recherche d'information sur Internet un des travaux demandés aux élèves qui n'a pas fini de se développer à l'école. Dans ce contexte, le but de la tâche porte exclusivement sur l'information recherchée. Ce que les élèves ont à apprendre ne concerne pas directement la manière de chercher, même si elle est indissociable de l'objet de la recherche. Or, j'ai fait l'hypothèse que sans formation préalable, les élèves peuvent réussir la

tâche prescrite, sans pour autant développer les processus cognitifs que requiert l'activité de recherche d'information. La réussite de la tâche scolaire, pilotée comme toujours par le produit, masque en l'occurrence la faiblesse des processus. Ainsi, la réussite de la tâche est possible malgré la faiblesse des schèmes d'utilisation et plus particulièrement des schèmes d'usage (Rabardel, 1995) qui concernent les dimensions de l'activité liées aux propriétés et caractéristiques de l'outil. Dans la genèse instrumentale, ces schèmes sont indissociables des schèmes d'action instrumentée (cf. paragraphe 2.1.2 page 33) qui dépendent largement de l'objet de la recherche et des connaissances préalables des élèves par rapport à cet objet. Sans enseignement préalable, et sans avoir totalement acquis les schèmes d'usage de la recherche d'information sur Internet, les élèves peuvent néanmoins réussir les tâches prescrites par l'enseignant. En d'autres termes, les élèves ont un usage de l'outil sans en maîtriser une grande part des potentialités. Cela n'a rien de surprenant mais cela interroge le rôle d'Internet en tant qu'instrument dans les situations d'enseignement, à la fois comme moyen et comme objet d'apprentissage.

1.1.2 Affordance perçue par les élèves

Le recours à Internet est d'autant plus facilité que l'usage d'Internet se banalise. Or les élèves ont une vision d'Internet véhiculée par la société. Pour Norman, l'affordance (1988, 1992), développée par Gibson (1977, 1979) et reprise par Rabardel (1995, p. 124), désigne la perception des propriétés attribuées à l'objet qui conditionnent son utilisation (Greeno, 1994 ; Leplat, 2000, pp. 75-76 ; Norman, 1988, p. 9 ; 1993, p. 105 ; Veillard & Coppé, 2009), comme un siège sert à s'asseoir¹². L'affordance rend compte de la perception des objets en termes d'utilité. Ce à quoi ils servent, ou peuvent servir. Ce concept d'affordance me paraît puissant

¹² Le jeu de l'objet mystère repose sur le concept d'affordance, il illustre bien la difficulté qu'il peut y avoir à trouver à quoi sert un objet à sa seule observation. Clare Benson en fit la démonstration probante lors de la conférence CRIPT à Birmingham en 2005. L'affordance d'un gratte-ail provençal n'est pas évidente hors de son contexte historico-social. Elle est apparue peu diffusée dans la communauté internationale des chercheurs en éducation technologique.

pour expliquer que les potentialités d'un outil ne lui sont pas intrinsèques, elles dépendent des connaissances du sujet sur l'outil et de la signification qu'il donne à son utilisation.

En ce qui concerne Internet, l'affordance perçue par les élèves s'inscrit dans un contexte où ils développent entre eux des usages sociaux notamment des réseaux sociaux indépendamment de l'école et ce sont ces usages qui déterminent la nature réelle de l'appropriation des outils (Warschauer, 2003). Bien qu'évolutifs leurs usages sont aussi influencés par les médias et la publicité qui privilégie la consultation de pages ciblées et qui inscrit Internet dans un système de consommation (Deforge, 1985).

Pour montrer que les élèves peuvent réussir des tâches scolaires de recherche d'information sans que leur soit révélé le potentiel de l'activité et des processus sous-jacents, j'ai réalisé une recherche basée sur l'articulation entre la tâche et l'activité.

1.1.3 La tâche oriente l'activité

La distinction traditionnelle en psychologie du travail et en ergonomie entre tâche et activité traduit la différence qui existe entre ce qu'il y a à faire : la tâche, et ce qui est effectivement fait : l'activité (Leplat & Hoc, 1983 ; Montmollin De., 1986).

La tâche indique ce qui est à faire, l'activité ce qui se fait. La notion de tâche véhicule avec elle l'idée de prescription, sinon d'obligation. La notion d'activité renvoie, elle, à ce qui est mis en jeu par le sujet pour exécuter ces prescriptions, pour remplir ces obligations. (Leplat & Hoc, p. 50)

S'intéresser à l'articulation entre tâche et activité en situation d'enseignement revient à s'intéresser à la tâche prescrite par l'enseignant, à la tâche perçue par l'élève et à la tâche effectivement réalisée ou activité réelle de l'élève (Ginestié, 1999a).

On sait que l'exécution réelle d'un travail n'est jamais totalement conforme à la tâche prescrite (Montmollin De., 1986)

En jouant sur cette articulation, l'enseignant combine dans la tâche ce que les élèves savent déjà, avec ce qu'il faut apprendre pour faciliter l'accès à la compréhension de ce qu'il y a de nouveau. Certaines situations d'enseignement sont révélatrices de l'importance, sur le plan du processus de transmission-appropriation, de l'écart entre le travail que l'enseignant croit organiser pour les élèves et le travail qu'ils font réellement. Par exemple, l'analyse de situations où le dispositif fait appel à des documents à compléter (tableaux réponses à compléter, exercices à «trous») montre que ces documents peuvent être correctement complétés par un élève qui ne fait que recopier sur son voisin. Dans ce cas, la tâche est effectivement réalisée sans que l'élève ait accompli le travail attendu par l'enseignant. Les élèves, dans la logique qui est la leur, développent des stratégies dans le but de s'acquitter de la tâche, alors que l'enseignant croit en la proposant favoriser le développement d'un type d'activités particulier. L'analyse de situations d'enseignement dans des disciplines variées, rend compte de ce qui se joue dans l'articulation entre tâche et activité, c'est le cas de situation d'autodictées où cette articulation entre ce qui est attendu et ce que doit faire l'élève permet de comprendre pourquoi certains élèves pourtant faibles réussissent ce type d'exercice. Dans ce cas précis, au moins deux types de stratégies différentes peuvent être mises en œuvre par les élèves pour réussir la tâche. Soit les élèves identifient et retiennent les règles d'orthographe et de grammaire comme le font les bons élèves qui mesurent l'enjeu de la tâche que l'enseignant leur a demandée d'effectuer, soit ils ne font qu'apprendre par cœur le texte à reproduire et réussissent aussi bien la tâche demandée (Maurice, 1996). La réussite de la tâche constitue l'objectif annoncé, le but que l'enseignant communique explicitement et qui pilote l'activité de l'élève dans l'implicite du contrat didactique. Alors que ce sont les processus que l'élève doit développer qui sont le véritable enjeu de la tâche et non le résultat. C'est l'enjeu de la tâche qui est central dans le processus de transmission-appropriation. L'intérêt pour la manière dont les élèves s'y prennent pour effectuer la tâche qui leur est assignée par l'enseignant et par eux-mêmes, relève de l'analyse de l'activité des

élèves. L'activité s'inscrit toujours dans l'exercice d'une tâche. Inversement l'activité ne dépend pas seulement de la tâche. Pour Clot, l'action n'est pas seulement une réalisation de la tâche (1995), la tâche est un produit mais aussi une source de l'activité (Leplat, 2000, p. 7). L'activité des autres et les autres activités du sujet jouent un rôle sur l'activité. Elle est liée au sujet alors que la tâche s'exprime en fonction de l'objet de la tâche, d'un résultat attendu. D'ailleurs, les contraintes assignées par la tâche peuvent être traitées différemment d'un sujet à l'autre et donner lieu à des activités différentes selon les élèves. Dans les situations d'enseignement-apprentissage je considère l'activité du professeur en interaction avec celle de l'élève. Ce que je traduis dans la Figure 7.

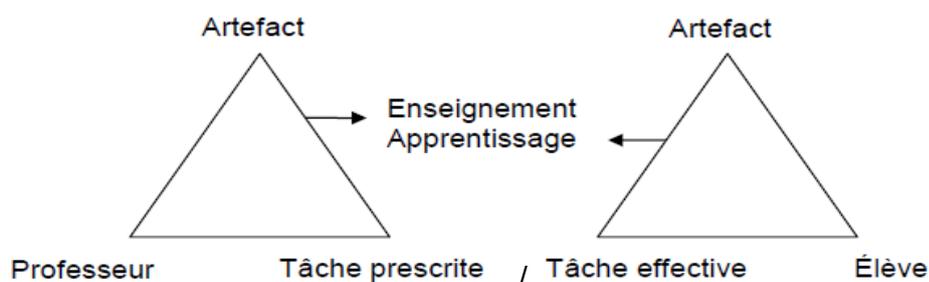


Figure 7 : Activité du professeur et activité de l'élève en interaction

Le travail de l'enseignant consiste à organiser le travail des élèves en leur demandant d'effectuer des tâches qu'ils peuvent prendre en charge et, dans le meilleur des cas, mener à bien tout en apprenant quelque chose de nouveau, parce qu'ils ont pu, grâce à elles, développer des stratégies caractéristiques des processus d'apprentissage (Mioduser et Betzer, 2008 ; Ginestié, 2009 ; Pavlova, 2005 ; Petrina, 2003). La principale activité de l'enseignant consiste à proposer des tâches aux élèves. L'activité de l'élève se conçoit dans la réalisation de la tâche proposée par l'enseignant.

1.2 Analyse de l'activité d'élèves en situation de recherche d'information dans une tâche scolaire

L'observation de l'activité des élèves dans le contexte d'une tâche de recherche d'information prescrite par un enseignant m'a permis de vérifier l'hypothèse selon laquelle les élèves peuvent réussir cette tâche sans mettre en œuvre, ou a minima, les processus complexes qui sont en jeu dans l'activité de recherche d'information.

1.2.1 Analyse a priori de la tâche prescrite

J'ai observé des élèves d'environ 14 ans en classe de 4e au collège. Ils devaient réaliser une tâche qui les conduisait à effectuer une recherche d'information sans avoir eu d'enseignement préalable. La recherche n'a porté que sur une partie d'un dispositif plus large prévu par l'enseignant de technologie de la façon suivante. Dans le cadre de la production d'un jeu électronique de type Quiz (jeu, concours par questions et réponses réf. Bibliorom Larousse), les élèves devaient fournir une batterie de couples de question-réponse en s'aidant d'Internet (Brandt-Pomares, 2008). Dans la tâche proposée aux élèves, chaque élève devait d'abord choisir un thème précis en accord avec l'enseignant. Quatre élèves font l'objet de notre observation au cours de deux séances avec à chaque fois deux binômes Mélanie et Anne, d'une part, Soraya et Kader, d'autre part. L'enjeu de la tâche ne porte pas sur une information précise à rechercher, il permet de s'attacher davantage aux schèmes d'usage du système technique, c'est-à-dire à la manière de se servir de l'outil, plutôt qu'aux schèmes d'activité instrumentée qui dépendent du but de la recherche et donc des connaissances que l'élève a déjà sur le thème de la recherche qu'il a lui-même choisi. La tâche qui consiste à formuler une question et sa réponse en même temps, repose sur la capacité des élèves à formuler des questions à partir d'affirmations qu'ils connaissent déjà, ou qu'ils peuvent rechercher dans des documents. La tâche demandée par l'enseignant revient à mettre l'élève en situation de rechercher des

assertions dans des documents accessibles par Internet et à formuler des questions qui s'y rapportent.

1.2.2 Recueil de données

Dans l'analyse de la pratique de recherche d'information sur Internet, ce qui nous intéresse ce sont les anticipations et les réactions de l'utilisateur en fonction de ce qu'il trouve, de ce que lui est proposé à l'écran. Nous voulons savoir à quelles pages les élèves accèdent, comment ils y arrivent, s'ils utilisent des mots clés, des liens hypertextes, le temps qu'ils passent, etc. En prenant appui sur la modélisation de l'activité que j'ai présenté dans la première partie de cette note, j'ai retenu les six indicateurs suivants pour analyser l'activité des élèves :

- i. La réussite de la tâche (couples de question-réponse produits) ;
- ii. le recours à au moins un mode de recherche (par mots clés et ou par catégories) et le passage de l'un à l'autre ;
- iii. la logique et la variété des mots clés utilisés ;
- iv. l'enchaînement logique des actions et leur inscription dans un processus réactif et anticipatif ;
- v. la modification des buts en cours d'activité et la régulation de l'activité ;
- vi. L'influence de l'organisation de la tâche scolaire.

Pour recueillir ces indicateurs de l'activité d'élèves sur l'ordinateur nous avons procédé à l'enregistrement des traces de l'activité des élèves. Cet enregistrement s'est effectué automatiquement sans interférer ni perturber l'activité grâce à une application logicielle conçue à cet effet "Direct Profil, Surfline" (Giraud & Brandt-Pomares, 2001) associée à un logiciel de navigation. Cette application enregistre une trace de tous les

changements d'écran en donnant la cause de ces changements, qu'il s'agisse de l'usage d'un lien ou de mots clés et la durée après laquelle ils interviennent. Il enregistre ces informations automatiquement, à l'insu de l'utilisateur dont l'activité consiste seulement à mettre en œuvre ce logiciel de navigation à des fins de recherche d'information.

L'enregistrement obtenu avec le logiciel Surflin Direct Profil (cf. Tableau 9), a permis de recueillir tous les mots-clés utilisés dans la recherche, le recours aux liens hypertextes pour passer d'une page à une autre, la chronologie de la navigation (stockage des adresses successives des pages visitées), l'heure de début et de fin de la recherche ainsi que le temps passé sur chaque page.

Adresse du site	Requête	Heure
file ://C :/Program%20Files/DirectProfil/home.htm		14 :39 :18
http ://www.voila.fr/		15 :24 :30
http ://www.voila.fr/		15 :24 :33
http ://search.voila.fr/	histoire	15 :27 :55
http ://search.voila.fr/	histoire	15 :27 :55
http ://search.voila.fr/	histoire	15 :28 :03
http ://search.voila.fr/	géographie	15 :32 :27
http ://search.voila.fr/	géographie	15 :32 :27
http ://search.voila.fr/	géographie	15 :32 :28
http ://search.voila.fr/	Hitler	15 :35 :19
http ://search.voila.fr/	Hitler	15 :35 :20
http ://search.voila.fr/	Hitler	15 :35 :21
http ://search.voila.fr/	Guerre mondiale	15 :37 :18
http ://search.voila.fr/	Guerre mondiale	15 :37 :18
http ://search.voila.fr/	Guerre mondiale	15 :37 :24

Tableau 9 : extraits d'enregistrement du protocole de navigation d'Anne avec Direct Surflin

1.2.3 Résultats

En l'absence de connaissances idoines et d'accompagnement, les élèves raisonnent et s'adaptent à partir de ce qu'ils savent déjà. Ainsi l'activité dépend de l'interaction in situ et de la manière dont les élèves la conçoivent a priori, de ce qu'ils projettent et de la représentation qu'ils se font du but à atteindre et de la manière de l'atteindre.

1.2.3.1 L'analyse des six indicateurs

i. La réussite de la tâche

Bien que les quatre élèves se soient acquittés de la tâche qu'ils avaient à accomplir (produire des couples de question-réponse) trois n'en produisent que deux chacun et le quatrième qui en produit onze a su tirer parti de résultats sportifs regroupés sur une même page. La réussite de la tâche n'est donc pas complètement, ni seulement, liée au développement de l'activité de recherche d'information sur Internet.

ii. le recours à au moins un mode de recherche (par mots clés et / ou par catégories) et le passage de l'un à l'autre

Seule Mélanie utilise les deux modes opératoires et sait passer de l'un à l'autre. Anne n'utilise que la recherche par mots clefs, alors que Kader qui effectue des requêtes ne consulte aucun résultat, il ne dépasse pas la page ou apparaît la liste de résultats et que Soraya n'utilise que les liens qui apparaissent en page d'accueil.

iii. La logique et la variété des mots clés utilisés

Trois élèves sur quatre n'utilisent pas les résultats de la recherche par mots clés dans l'élaboration des couples de questions-réponses.

iv. L'enchaînement logique des actions et leur inscription dans un processus réactif et anticipatif

Aucun élève n'est allé plus loin que la consultation du premier résultat de la liste. Non seulement la réponse classée première est considérée comme la meilleure, mais elle est aussi considérée comme la seule qui mérite d'être consultée. Ainsi les résultats suivants, même s'ils sont plus pertinents par rapport à la recherche, ne sont pas consultés. L'activité des quatre élèves ne permet pas de déceler une activité cyclique de type Évaluation, Sélection, Traitement. Seule l'activité de Mélanie présente une logique qui s'en approche.

- v. La modification des buts en cours d'activité et la régulation de l'activité

Il n'y a que Mélanie qui oriente sa recherche en fonction des réactions du système et fait évoluer sa recherche en fonction des informations consultées.

- vi. L'influence de l'organisation de la tâche scolaire

Mélanie et Anne, qui ont communiqué entre elles pendant l'activité, ont toutes deux utilisé les résultats de la recherche par mots-clés. Cette différence d'un binôme (Mélanie et Anne) à l'autre (Soraya et Kader) tend à faire penser que la situation scolaire a pesé différemment sur l'activité des élèves. Dans le cas d'Anne et Mélanie, la situation scolaire a contribué à des échanges entre pairs et au développement de l'activité, alors que dans le cas de Soraya et Kader l'absence d'échange a rendu la situation infructueuse sur le plan du développement de l'activité.

1.2.3.2 L'analyse de l'activité de chaque élève

- i. Soraya

Sans effectuer de requêtes, Soraya a réussi la tâche demandée. Elle propose deux couples de questions réponses. Ses connaissances lui ont permis de tirer parti de ce qu'elle a pu lire à l'écran sur les deux pages d'accueil qu'elle a consulté, sans réellement mettre à profit les potentialités d'Internet.

L'enchaînement de quelques actions ne révèle aucune acquisition du processus réactif et anticipatif. Le but que Soraya poursuit est de réussir la tâche mais elle ne parvient pas pour autant à effectuer une seule requête. Si les couples qu'elle propose semblent avoir une signification, le choix de leur thème repose sur la publicité qui est faite sur une des deux pages d'accueil dont elle est restée captive pendant sa navigation.

ii. Kader

Kader est celui qui propose le plus de couples question-réponse. Pour autant, cette réussite apparente, tout comme les quatre requêtes qu'il effectue, masque le fait qu'il n'a cliqué sur aucun lien des pages de résultats. Il a effectué des requêtes mais n'a consulté que la liste et aucun des résultats auxquels elle renvoie, pas même le premier dans la liste proposée. Ses connaissances en matière de sport et la pléthore d'informations figurant sur une seule page lui a permis de produire autant de couples de question-réponse.

iii. Anne

Anne réussit la tâche prescrite en proposant seulement deux couples de question-réponse alors qu'elle effectue plusieurs requêtes par mots-clefs mais qu'elle ne recourt jamais à la recherche par catégorie. Seul le premier résultat de la liste est utilisé. Pour Anne aussi, l'enchaînement logique des actions et leur inscription dans un processus réactif et anticipatif sont loin d'être évidents. Tous les mots-clés qu'elle utilise sont en rapport avec le thème de sa recherche, sauf le dernier qui relève d'un échange avec Mélanie.

iv. Mélanie

Mélanie est la seule à combiner les deux modes opératoires et à consulter un résultat pour chacune de ses requêtes, même si c'est toujours le premier de la liste et qu'elle ne l'exploite pas forcément dans un couple de question-réponse. C'est elle qui a l'activité qui se rapproche le plus de l'activité modélisée. L'enchaînement de ses actions obéit à une logique qui lui permet de produire effectivement un couple de question-réponse pour chaque requête. Elle réussit à adapter sa navigation en modifiant ses buts en cours d'activité. Par ailleurs, mais seulement en fin de navigation, elle influence Anne, qui elle a plus de mal.

1.3 Les conséquences pour l'enseignement en termes de savoirs

Les résultats précédents convergent avec toutes les observations que j'ai pu mener sur la recherche d'information (Brandt-Pomares, 2003, 2006, 2008, 2011c). Ils s'accordent avec de nombreux auteurs sur la nécessité de former les élèves (Blondel, 2001, 2003 ; Blondel, Goffard, Goffard, & Schwob, 2004 ; Beaufiles, 2003 ; Bruillard & Baron, 2006 ; Drot-Delange, 2011 ; Ladage & Ravestein, 2012 ; Ravestein, Ladage, & Johsua, 2007 ; Serres & Le Deuff, 2009 ; Serres & Thiault, 2010) et l'intérêt d'appréhender la recherche d'information en tenant compte du caractère multi dimensionnel de l'activité (Allen, Karanasios, & Slavova, 2011 ; Dinet, Chevalier & Tricot, 2012 ; Karasavvidis, 2009 ; Spasser, 2007 ; Wilson, 2006, 2008 ; Xu & Liu, 2007).

L'analyse de l'activité des élèves m'a permis de mettre en évidence la distance entre ce que l'enseignant demande de faire et ce que les élèves font réellement sur Internet. Pour ce faire, la distinction entre le prescrit et le réel de l'activité s'est avérée particulièrement pertinente. Finalement, les élèves ont passé du temps à réaliser ce que l'enseignant leur demandait de faire et ont tant bien que mal réussi à produire ce qu'il attendait d'eux. Pour autant, si le but de la tâche n'était pas explicitement de leur apprendre à se servir d'Internet pour rechercher de l'information il sous entendait que les élèves en étaient capables. Or les résultats révèlent que les élèves peuvent avoir recours à Internet pour rechercher de l'information y compris en contexte scolaire mais que pour autant ils ne se livrent pas vraiment à ce que l'enseignant croit provoquer comme activité parce qu'ils ne maîtrisent pas ce qui pourrait les aider à mieux utiliser les potentialités d'Internet pour obtenir l'information recherchée.

Cette analyse de l'activité des élèves met en évidence ce qu'ils devraient savoir faire et ce sur quoi l'enseignement devrait donc porter pour accroître leurs possibilités d'action. D'autant que les élèves ont facilement

recours à Internet pour faire des recherches. Comme certains auteurs le soulignent à propos de la motivation (Retchitzki & Gurtner, 1997), j'ai pu constater dans toutes mes observations l'attrait des activités sur ordinateur auprès des élèves. Ils vont plus volontiers rechercher sur Internet que dans les livres et citent Internet en priorité quand on leur demande quels sont les moyens qu'ils utiliseraient pour préparer un exposé (Brandt-Pomares, 2011 ; Borlet, 2007). Cependant leur activité sur Internet révèle des faiblesses sur différents points : la fiabilité de l'information, la sélection de l'information, la navigation et le réseau, les mots clés et les outils de recherche.

1.3.1 La fiabilité des informations,

Les élèves ne font pas de distinctions entre les différentes sources d'informations et tiennent pour vraies toutes les informations consultées. En fait, ils ne mettent pas plus en doute ce qu'ils consultent sur Internet que ce qu'ils consultent ailleurs. Ils font confiance aux informations qu'ils trouvent sur le Web et n'estiment pas nécessaire qu'elles soient vérifiées ou prouvées. Cette confiance absolue, voire ce manque d'esprit critique, ouvre la porte au relativisme. Pourtant, les élèves ont l'intuition que toutes les informations et tous les moyens d'édition ne se valent pas, mais ils ne sont pas suffisamment armés pour détecter les informations qui pourraient s'avérer plus fiables que d'autres, notamment du point de vue de la source de l'information. J'ai déjà souligné le caractère d'outil psychologique d'Internet au sens que lui donne Vygotski, mais justement, la capacité d'Internet de donner accès à des informations et d'agir sur ses propres connaissances doit s'assortir des moyens intellectuels de critiquer ces informations. C'est flagrant avec Wikipédia, l'affichage résolument encyclopédique, avéré par la quantité et la variété des informations disponibles ne permet pas aux élèves de prendre conscience que, contrairement à une encyclopédie classique (Bruillard, 2007 ; Ladage & Ravestein, 2012), n'importe qui peut rédiger les articles sur ce site et que ce ne sont donc pas forcément les personnes les plus indiquées, les plus

compétentes ou les plus reconnues qui s'expriment mais celles qui s'autoproclament (Brandt-Pomares, 2011c). Il n'en demeure pas moins que la possibilité offerte à tous de réagir à ce qui est écrit en tant que contributeur en fait un procédé qui porte sur un collectif d'édition et une régulation sans précédent.

1.3.2 La sélection de l'information

Devant la liste de résultats que procure l'outil de recherche, les élèves ont toujours tendance à n'exploiter que le premier résultat. Il apparaît d'emblée comme le meilleur, alors qu'un processus de régulation devrait permettre l'examen des résultats suivants, afin de trouver l'information la plus pertinente par rapport à l'objet de la recherche. Pour lutter contre la difficulté à filtrer l'information, là où plus l'information est surabondante et moins l'attention est grande (Simon, 1971), tout se passe comme si le premier résultat se substituait au tri de l'information comme solution de moindre charge cognitive.

1.3.3 La navigation hypermédia et le réseau

Les limites du document ne se posent pas sur Internet de la même façon que dans les formes traditionnelles. La notion de site n'apparaît pas de manière aussi flagrante que celle de page ou de livre. L'écran fixe un cadre matériel, qui fait que très souvent, seul le contenu apparaissant d'emblée à l'écran est consulté sans utiliser les barres de défilement ou accéder à d'autres pages du même site (onglet, lien...). L'architecture des sites n'est pas immédiatement visible alors que le déplacement de page en page affiche un enchaînement successif. Pour se déplacer et éviter de se perdre, les élèves développent une stratégie fil d'Ariane (Brandt-Pomares, 2003) qui leur permet de suivre grâce aux fonctions *page précédente* et *page suivante* le fil de leur navigation. Cette stratégie les aide à se repérer mais seulement dans l'enchaînement des pages

consultées. En suivant une logique séquentielle, les élèves empruntent des chemins inutilement longs, alors que la recherche peut être raccourcie voire simplifiée par un accès direct. S'ils n'utilisent que les fonctions *page précédente* ou *page suivante* c'est parce qu'ils n'en maîtrisent pas d'autres. La façon dont ils opèrent montre qu'il faut les aider à se repérer dans le réseau et à accéder seuls là où ils veulent aller. Leur action doit être guidée par une conception du réseau auquel on peut effectivement accéder directement. Pour élever le degré de conscience de ce qu'ils font quand ils naviguent sur Internet, il faut que les élèves sachent se repérer grâce aux différentes fonctionnalités qui peuvent être utilisées (page précédente et page suivante, multifenêtrage, URL dans la barre d'adresse, historique, favoris...) dans la diversité des pages consultables (sites officiels, réseaux sociaux, blogs, pages perso,) et dans la manière d'y accéder (accès direct par l'adresse URL, mots clés dans les moteurs de recherche...).

1.3.4 Les mots-clés et les outils de recherche

Les élèves ne savent pas comment les pages sont indexées et comment fonctionnent les moteurs. Pas plus qu'ils ne connaissent la notion de mots-clés. Ils écrivent dans le masque de saisie de la recherche des termes, en pensant que l'ordinateur va chercher de lui-même, *tout ce qui est en rapport avec le terme* (Brandt-Pomares, 2000). Le formalisme des requêtes repose davantage sur l'orthographe que sur la notion d'appariement. Le champ des possibles apparaît nettement plus restreint dans l'activité des élèves que dans celle modélisée. Moins de modes opératoires disponibles, moins de requêtes, moins de résultats consultés, moins de mots-clefs variés. L'aspect cyclique de l'activité de recherche ne s'observe pas de manière flagrante chez les élèves. Ils font preuve d'assez peu d'interactions avec le système et ont du mal à interpréter les réponses qu'il lui renvoie. Ils ne font que peu ou pas évoluer leurs recherches en changeant de mots clés, d'outils, en reformulant, en faisant de nouvelles tentatives pour la même recherche.

Ces résultats qui montrent bien la diversité des apprentissages nécessaires (fonctionnalités des logiciels, architecture réseau, champ de connaissances lexicales et conceptuel sur lequel porte la recherche, indexation,...) m'ont conduit à m'interroger sur la mise en œuvre d'outils informatisés dans les situations scolaires au regard spécifiquement des processus d'enseignement-apprentissage.

2 LE ROLE DES OUTILS INFORMATISES DANS LES PROCESSUS D'ENSEIGNEMENT-APPRENTISSAGE

2.1 Les TIC comme instruments de l'activité enseignante

La mise en œuvre voire l'élaboration de dispositifs d'enseignement en technologie comme dans les autres disciplines, repose au moins en partie, sur les choix des enseignants. Ces choix sont déterminés par les programmes et autres prescriptions, mais la responsabilité en dernier ressort de ce qu'ils décident de faire repose sur les enseignants. Les artefacts qu'ils mettent en œuvre et par conséquent les TIC auxquelles ils recourent font partie de leur activité d'enseignement. J'ai donc orienté mes activités de recherche vers la compréhension du rôle que les enseignants peuvent faire jouer aux TIC dans les situations d'enseignement-apprentissage. J'ai dû pour cela appréhender le contexte particulier dans lequel les TIC s'inscrivent.

2.1.1 Un contexte sociétal favorable au développement des TIC

La question du rôle des TIC dans l'activité des enseignants de technologie intervient dans un contexte où le développement des TIC a de nombreuses répercussions dans la société et impacte aussi le système éducatif à différents niveaux (gestion des notes, des absences, relations avec les parents, méthodes d'enseignement, etc.).

Le développement des TIC dans la société française (Bigot & Croutte, 2009) traduit les tendances de l'évolution en cours et l'école n'échappe pas à la diffusion généralisée des TIC. Pour Chaptal, la situation est nouvelle :

Car ce qui différencie aujourd'hui les TIC des technologies éducatives qui les ont précédées, c'est bien qu'elles irriguent désormais tous les aspects de la vie économique comme de la vie sociale et personnelle. Leur prise en compte par l'école est donc, désormais, fondamentale ne serait-ce que du point de vue de la prise de citoyenneté. (Chaptal, 2009, p. 26)

Ce développement des TIC constitue un enjeu économique majeur. C'est une source de croissance des pays industrialisés dans un contexte économique difficile où les sources de croissance sont rares (OCDE, 2007). En 2010 malgré la crise économique, la diffusion des TIC dans la société française s'est poursuivie. Celle-ci s'est faite à un rythme très rapide. En 1998, 4% de la population avaient accès à Internet à domicile (11% seulement disposaient d'un téléphone mobile) alors qu'en 2008, 57% de la population française y avait accès (cf. Figure 8).

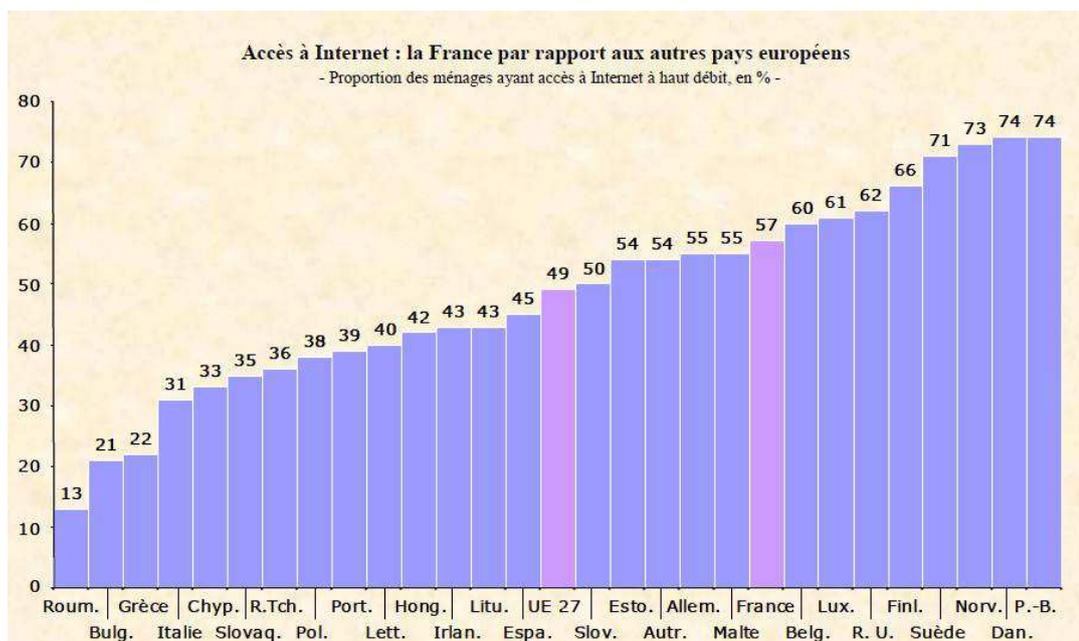


Figure 8 : Accès à Internet en % source Eurostat 2008¹³

Au-delà des taux d'équipements, ce sont comme pour les technologies qui les ont devancées (l'électricité, le téléphone,...) des usages sociaux

¹³ *Communication from the commission to the European parliament, the council, the European economic and social committee and the committee of regions Europe's Digital Competitiveness Report Volume 2 : 2010 ICT Country Profiles* http://ec.europa.eu/information_society/eeurope/i2010/docs/annual_report/2009/sec_2009_1104.pdf (consulté le 17 février 2010)

nouveaux qui apparaissent qui selon certains auteurs sont comparables à ceux que l'écriture où l'imprimerie ont apportés. (Serres, 2011). Ces évolutions induisent des usages nouveaux dans la société et à l'école.

2.1.2 Une intégration pédagogique limitée

Malgré ces évolutions dans la société assorties de politiques d'équipement massive de type top-down, différents auteurs (Chaptal, 2011 ; Menant, 2009 ; Thibert, 2011) constatent cependant un retard dans *l'intégration pédagogique des TICE* par rapport à d'autres pays et Chaptal, sans pour autant s'inquiéter de ce retard, met en avant l'importance que les TIC doivent avoir à l'école vis-à-vis du rôle qu'elles jouent dans la société indépendamment de leur intérêt pédagogique.

[...] il ne semble pas y avoir de raison d'exagérer l'importance du retard français. La situation française, compte tenu de ses spécificités et du peu de moyens et d'incitations qui y ont, jusqu'à présent, été consacrés centralement, n'est pas si différente qualitativement de celle qui existe en Angleterre et aux Etats-Unis. Mais cette situation qui fait une place encore limitée aux TICE n'est aucunement satisfaisante et ne saurait perdurer, sans graves conséquences. [...] il n'y a pas d'exemple d'une école qui puisse durablement se sanctuariser, se coupant de ce qui fait à la fois l'âme, la culture et les forces vives de la nation. (Chaptal, id).

La description désormais classique de ce que Cuban (1986, 1993, 2001) appelle la « *fickle romance* » traduit ce phénomène cyclique au cours duquel l'engouement pour une nouvelle technologie fait place à la désillusion avant qu'une nouvelle technologie survienne. Chaptal (2005) aussi, évoque les difficultés à généraliser l'innovation,

Chaque nouvelle technologie chassant dans les discours officiels ses devancières [...] Après une première phase enthousiaste d'expériences de pionniers, les usages s'avèrent décevants dès lors que l'on tente de généraliser le dispositif.

Baron et Bruillard (2006) mettent en avant l'idée qu'il faut du temps pour mesurer l'évolution des pratiques. Corollaires du développement de potentialités technologiques qui évoluent et se diffusent dans la société,

les enseignants sont équipés et ont un usage privé et professionnel des TIC mais qui, pour l'usage professionnel, se limite à la préparation de la classe (Cerisier & Popuri, 2011). Les TICE progressent aussi dans le système éducatif français mais pas autant, les enseignants ne les mettent pas significativement en œuvre dans leurs pratiques avec les élèves. De multiples recherches tendent à mesurer leur degré d'intégration pédagogique qui apparaît en définitive assez limité (Alluin, 2010 ; Cerisier, & Popuri, 2011 ; Baron, 2009 ; Chaptal, 2011 ; Commission européenne, 2006 ; Lagrange et Grugeon, 2003, Nachmias & al., 2008 ; Paryono & Quito, 2010 ; Punie & al., 2006 ; OECD, 2010, Thibert, 2011 ; Voogt, 2008). En effet, un décalage apparaît entre prescrit et réel à propos de l'intégration des TICE dans les pratiques des enseignants et ce malgré des politiques incitatives importantes.

2.1.3 De fortes incitations institutionnelles

Depuis plusieurs années, une politique d'équipement volontariste vise la réduction de la « fracture numérique ». L'expression fracture numérique a fait l'objet d'une rhétorique en France liée à la fracture sociale. Elle est fait écho sur la scène internationale à l'appellation « digital divide » définie par l'OCDE (2001, p. 4) :

the term 'digital divide' refers to the gap between individuals, households, businesses and geographic areas at different socio-economic levels with regard both to their opportunities to access information and communication technologies (ICTs) and to their use of the Internet for a wide variety of activities. The digital divide reflects various differences among and within countries

Cette volonté politique est toujours présente à tous les niveaux institutionnels y compris au plus haut niveau de l'État. Auditionnée par la commission parlementaire, dite commission Fourgous, j'ai pu en faire le constat encore récemment (Fourgous, 2012) pour la France mais c'est aussi le cas sur le plan international (UNESCO, 2011).

Dans certains départements (les Bouches-du-Rhône, les Landes, le Lot, le Val de Marne,..) cette politique a donné lieu à des opérations massives d'équipement des collégiens de type One to One¹⁴. Certains traits communs à ces dotations en ordinateurs portables apparaissent. Ils ont fait l'objet d'échanges entre chercheurs lors du séminaire POETIC¹⁵ auquel j'ai participé de 2008 à 2010 (Brandt-Pomares, Boilevin, 2009 ; Daguet, 2009 ; Rinaudeau, Ohana, 2009 ; Khaneboubi, 2009a, 2009b, 2009c). Dans tous les cas, l'introduction massive d'ordinateurs portables s'impose Top-Down et passe par l'équipement d'élèves de collège et leurs enseignants, sans beaucoup plus d'objectifs institutionnels annoncés, ni d'accompagnement. Et pour cause, les programmes et instructions officielles nationales émanent du MEN (Ministère de l'Éducation Nationale) et concernent toutes les académies de France, qui elles ont en charge la formation, alors que les décisions d'équipement relèvent pour les collèges des conseils généraux, dont le champ d'action est le département¹⁶. Le plus souvent les ordinateurs portables sont donnés avec peu d'applications (Open Office se généralise) et assortis d'une connexion Internet.

Mais l'équipement n'est pas le seul ni même le principal motif de la fracture numérique. Alors que la fracture liée à l'équipement tend à diminuer, une fracture de second ordre liée à la culture et aux usages numériques concerne principalement les questions d'éducation (Commission Européenne, 2008, OCDE & Spiezia, 2011, Warschauffer, 2003 ; Warschauer & al. 2004). Les recherches spécifiques sur des

¹⁴ *one lap top per child* (<http://one.laptop.org/>) est l'exemple plus emblématique de ce type d'opérations

¹⁵ POETIC : réseau national d'échanges constitué en observatoire de l'évolution des pratiques et des usages scolaires des TIC autour de chercheurs d'équipes différentes (UMR ADEF, CREAD, VST, EducTice, CIVIIC). Ce réseau, rattaché au programme « culture numérique » de l'INRP a été soutenu pendant 3 ans de début 2008 à fin 2010.

¹⁶ Le maillage entre l'académie qui représente le MEN et le département est aussi structurellement difficile. Dans le cas des Bouches du Rhône, bien que représentant une part importante de la population de l'académie, le département se distingue sur le plan géographique de l'académie d'Aix-Marseille qui s'étend aussi aux départements des Alpes de Haute-Provence, des Hautes-Alpes et du Vaucluse.

politiques d'équipement one to one (Warschauer, 2006) mettent justement en avant l'irréductibilité de la fracture au seul fait de l'équipement et critique le seul accès aux technologies numériques comme vecteur d'autonomisation (empowerment). Elles constatent cependant, pour celles qui sont le plus avancées (Warschauer, 2006, 2008 ; Warschauer & al. 2011) d'une part l'évolution du rôle qui demeure important des enseignants, et d'autre part, l'avènement de nouvelles formes d'apprentissage.

Literacy processes became more public, collaborative, authentic, and iterative, with greater amounts of scaffolding and feedback provided. Literacy sources expanded to include a wealth of online materials, more student-collected data, and digital or audio archives of students' own work. Literacy products extended beyond the essays and Power Point presentations that dominate typical schools to include a greater variety of textual and multimedia genres. All of these changes are in line with those often touted by technology enthusiasts but have previously not been regularly achieved through shared uses of educational computers (see Cuban, 2001; Warschauer, Knobel, & Stone, 2004).

(Warschauer, 2008, p. 64-65)

En comparaison, les enseignants mettraient plus l'accent sur l'apprentissage des logiciels (Internet Explorer, Power Point,...) dans les écoles traditionnelles ; alors qu'avec les ordinateurs portables, l'accès à l'information serait associé à la démarche propre de chaque élève, plus propice à l'appropriation. Pour autant, la recherche basée sur un corpus conséquent ne permet pas à Warschauer de se prononcer sur une éventuelle réduction de la fracture numérique (Warschauer & al, 2008, 2010). Cette difficulté à trancher se retrouve à propos des recherches visant à faire la preuve de l'efficacité des TIC dans l'éducation.

2.1.4 Une efficacité mitigée

Les recherches qui traitent de la question de l'efficacité des TIC dans l'éducation de par le monde ce sont multipliées ces dernières années (Balanskat & Al, 2006 ; Becta, 2007 ; Demunter, 2006 ; Dynarski, 2007 ; Eiaa 2008 ; Empirica, 2007 ; Empirica & Commission Européenne,

2006 ; Kvavik, & Al, 2004 ; Labit & Le Guellec, 2007 ; Lennon, & Al, 2003 ; Lepetit, & Al, 2007 ; Lim K., 2004 ; Mediappro ; 2006 ; Warschauer & al. 2011). Mais Chaptal (2003) nous met en garde à propos de la mesure de l'efficacité, surtout si elle conduit à évaluer les enseignants en fonction des résultats de leurs élèves. Le problème relève surtout selon lui de questions souvent mal posées, fondées *sur une approche implicitement ou explicitement productiviste* qui repose *sur les seules comparaisons mesurables avec des indicateurs en cohérence avec des modèles traditionnels* et à propos de phénomènes *d'une complexité extrême où de nombreux facteurs interfèrent*. Ces difficultés expliquent sans doute les résultats *mitigés* (Baron & Bruillard, 2007) des multiples recherches, survey, méta analyses,... sur la prétendue efficacité des TIC. Dans la continuité de l'ouvrage de Thomas L. Russell *The No Significant Difference Phenomenon: A Comparative Research Annotated Bibliography on Technology for Distance Education*, un site Web (<http://www.nosignificantdifference.org/about.asp>) engrange des recherches qu'il classe en deux catégories :

better results through technology - improvement in outcomes when curriculum is delivered at a distance;

better results in the classroom - improvement in outcomes when curriculum is delivered face to face;

Si bien que toutes les productions scientifiques même à renfort de résultats, tous plus éprouvés les uns que les autres, ne permettent pas de véritablement trancher. Tout cela serait-il vain ? Je partage les fausses interrogations de Baron et Bruillard (2007).

Observation shows that only a handful of studies about interventions using ICT have qualified and show significant results. Does this disqualify ICT for having any influence on learning ? Are there not other interesting questions, not about better efficacy at a test but about possible transformations in activities and practice (Chaptal 2003) ? This question surely deserves further thinking.

(Baron & Bruillard, id.)

Avec une volonté des institutions d'intégrer les TIC dans le monde de l'éducation, toujours aussi intacte après plusieurs années, des pratiques enseignantes qui se développent toujours aussi peu, mieux les comprendre, les connaître et les accompagner est un enjeu pour la recherche (PNER, 2002 ; MENRT, 2004 ; Lagrange et Grugeon, 2003 ; Larose, Grenon, & Palm, 2004).

Doit-on pour autant en conclure à l'échec programmé de ce type d'approche ? Non sans doute : qui peut croire que les méthodes employées pour enseigner soient sans effet sur l'apprentissage ? Un des problèmes actuels de la recherche est de repérer des genèses d'usages légitimes de ces technologies

(Bruillard & Baron, 2006).

A l'instar de Baron & Bruillard (2001), je pense qu'une approche centrée sur un champ théorique unique ne suffit pas à expliquer la diversité des phénomènes à prendre en compte (Brandt-Pomares & Boilevin, 2007). Ainsi, d'autres recherches récentes contribuent à la compréhension des processus d'enseignement apprentissage qui se jouent avec les TIC. Certaines se caractérisent par leur inscription dans des cadres conceptuels qui mettent l'accent sur les dispositifs d'enseignement-apprentissage (Albero, 2004 ; Baron & al., 2007, Lebrun, 2007 Paquelin, 2009). D'autres recherches produites dans le cadre de la psychologie, sont centrées sur l'apprentissage et s'intéressent à l'attribution de fonctions pédagogiques selon les différents types d'outils ou aux rôles joués par les documents numériques et hypermédias dans l'apprentissage (Burkhardt & Wolff, 2005 ; De Vries, 2001, 2006 ; Tricot, 2003, p. 17 ; Tricot, 2007). Ces approches accordent une importance centrale aux fonctions cognitives.

Dans une approche pluridisciplinaire propre la communauté des sciences de l'éducation, j'ai participé aux travaux du réseau POETIC¹⁷ cherchant à analyser les usages des TIC en éducation depuis des points de vue théoriques différents, privilégiant la sociologie, la psychologie cognitive, la

¹⁷ J'ai déjà évoqué le réseau POETIC page 95

psychologie sociale, la psychanalyse, la didactique professionnelle et la didactique des sciences et des technologies (Rinaudo & Poyet, 2009). Les travaux au sein du réseau ont permis de mettre en évidence la richesse des approches croisées mais aussi la difficulté à rendre compte d'usages peu stabilisés et d'un développement très mesuré des pratiques d'enseignement liées à l'usage des TIC, en pointant les limites de la seule mise à disposition des outils, ce dont de nombreuses études attestent. Ils témoignent cependant de la variété des outils rendant impossible le classement des TICE dans un seul et même ensemble. Au fond, qu'ont en commun ENT, accès à Internet, progiciels, EXAO,...? La question m'apparaît davantage comme étant celle-ci : qu'est-ce que chacune de ces technologies de l'éducation (Baron, 2011) peut avoir de spécifique dans les situations d'enseignement-apprentissage ?

2.2 Exemples d'instrumentation par les TIC de l'activité enseignante

2.2.1 L'usage du vidéoprojecteur

L'observation des usages sociaux qui se propagent dans les pratiques enseignantes est éloquente. L'innovation ne se décrète pas et ce n'est pas tant l'invention ou l'intégration d'outils nouveaux qui inscrit leur usage dans la pratique, cette intégration se fait sur la base des fonctions externalisées dans l'outil et de leur apport dans l'action individuelle de l'enseignant. Ainsi, la technologie vient augmenter le pouvoir d'agir (Yves Clot, 2008) des enseignants. L'usage du vidéoprojecteur illustre cette analyse. C'est le dispositif informatique cité avant tous les autres (i.e. 127/163) par les enseignants que j'ai interrogé à propos de la mise en œuvre de la démarche d'investigation (cf. Figure 11, p. 111).

Dans quasi toutes les observations de classe que j'ai pu faire, l'usage du vidéoprojecteur se généralise dans la pratique des enseignants depuis maintenant plusieurs années. Au-delà de ce qu'un tableau traditionnel

permet de faire, le vidéoprojecteur associé à un ordinateur offre aussi d'autres possibilités qui déchargent l'enseignant d'une partie de ce qu'il fait traditionnellement. L'association ordinateur et vidéoprojecteur permet de conserver la trace qu'il aurait fallu effacer pendant la séance pour pouvoir écrire à nouveau sur le tableau ou de préparer ailleurs, et par anticipation, ce qui aurait dû être écrit au tableau avant la classe. Pour peu que l'enseignant dispose sans trop de difficultés de cet équipement, il en incorpore facilement l'usage à sa pratique d'enseignement. Cet usage du vidéoprojecteur tend d'ailleurs à se généraliser dans différentes disciplines, succédant directement dans certains cas au tableau noir, mais aussi à d'autres types de supports. Dans l'enseignement de la technologie l'évolution de la fonction a conduit à ce que l'usage généralisé du système technique ordinateur et vidéoprojecteur succède à l'usage du rétroprojecteur. Pendant longtemps, les lois d'évolution (Deforge, 1985) s'appliquant au tableau n'avaient conduit qu'à de très faibles changements de solutions techniques (matériau : bois tôle ; couleurs : noir, blanc, vert ; crayon : craie, feutre ; support : fixe ou mobile). Mais avec le rétroprojecteur, la même fonction d'usage : permettre à l'enseignant de communiquer par écrit avec tous les élèves en même temps, est réalisée par de nouvelles fonctions et solutions techniques qui dissocient la trace écrite de sa projection. A contrario de la trace laissée au tableau, les transparents préparés à l'avance, faits de créations ou de photocopies, ou encore réalisés pendant la classe peuvent être conservés. L'incorporation de l'usage du rétroprojecteur à la pratique des enseignants résulte de l'intégration de fonctions en termes de gestion spatiale et temporelle que le rétroprojecteur apporte de plus que le tableau. C'est aussi cette externalisation des fonctions prises en charge par le sujet qui sont intégrées dans l'outil qui conditionne l'usage de toutes les technologies numériques qui suivent une loi d'évolution « de l'abstrait vers le concret » (Perrin, 1991b, p. 386 ; Simondon, 1989) :

Dans la terminologie de cet auteur [Simondon] qui compare l'objet à un organisme, est « abstraite » une solution composite, est « concrète » une solution dont les éléments sont intégrés, fondus l'un dans l'autre dans

une synergie de formes et de fonctions, l'aboutissement étant l'intégration totale, la fermeture, l'enveloppement et éventuellement la réduction des dimensions.

(Deforge, 1985)

Cependant la coexistence des deux, tableau et rétroprojecteur, témoigne de pratiques dans lesquelles les deux systèmes artefactuels jouent un rôle similaire mais pourtant distincts. Le rétroprojecteur s'est complètement effacé mais, le vidéoprojecteur n'a pas (encore) effacé le tableau. En l'occurrence, avec un ordinateur et un vidéoprojecteur l'enseignant dispose d'un outil de diffusion de la trace écrite en classe, qui facilite la démonstration et la gestion dans le temps et l'espace de la préparation de l'enseignement. Il n'est plus limité par la superficie du tableau et il peut sans difficulté montrer ou cacher la trace, sans avoir eu à préparer et retourner physiquement le tableau. Mais quand le tableau s'avère plus efficient, c'est-à-dire quand le coût (cognitif, en énergie, en temps...) de sa mise en œuvre est supérieur à celui qui permettrait d'aboutir à des résultats équivalents avec le tableau, celui-ci reste encore utilisé. Ainsi, nous pouvons dire que le nouveau système artefactuel sans engendrer de réelle innovation dans les pratiques d'enseignement décuple les possibilités. Avec l'ordinateur, l'enseignant prépare son enseignement en anticipant la diffusion de ce qu'il projettera en cours avec le vidéoprojecteur. Pour peu que cet outil soit accessible facilement, il aura, grâce à une gestion plus souple, repoussé les limites en termes d'espaces liées à l'affichage de ce qu'il choisit de diffuser et en termes de formes différentes de celles que peut prendre l'écriture à main levée (photos, films...). L'outil participe ainsi de l'efficacité de l'activité puisque source d'économie (Clot, 2008, p. 17). Même si le modèle d'écriture n'est plus uniquement celui de l'écriture à main levée, l'enseignant n'aura pas fondamentalement modifié sa pratique. Ainsi les TIC deviennent instruments dans l'activité de l'enseignant et se transforment en TICE sans qu'il soit question d'innovation du point de vue de l'enseignement. Il s'agit d'une amélioration technologique sans rupture ni organisationnelle,

ni technologique (cf. Tableau 10 : Type de changement technologique ou comportemental).

		Changement technologique	
		Faible	Fort
Changement comportemental	Faible	Rupture organisationnelle	Innovation radicale
	Fort	Amélioration technologique	Rupture technologique

Tableau 10 : Type de changement technologique ou comportemental

Si le produit est nouveau, le besoin ne l'est pas. L'exemple de l'ordinateur assorti d'un vidéoprojecteur, du fait de la portée de l'usage au moins aussi large que celle du tableau noir, peut s'envisager de manière générique indépendamment de la discipline enseignée. Car si le tableau noir a perduré jusqu'ici, et depuis si longtemps, cela tient à sa forme, au sens que lui donne Simondon, pour qui la bonne forme est celle qui a jusqu'ici le mieux résisté et qui se mesure par la quantité d'obstacles qu'elle permet de dépasser. Cette première analyse du recours au vidéoprojecteur ne tient pas compte de ce qui est enseigné et oblige à rester à un niveau de généralités qui, certes, rend compte d'une réalité mais qui ne rend compte que partiellement du rôle de ces artefacts dans l'activité d'enseignement, dans ce que l'activité recèle d'aide potentielle à l'apprentissage ; apprentissage lui-même indissociable du savoir à acquérir. L'usage du tableau ou du vidéoprojecteur ne présume en rien de ce qui est enseigné, ni de la façon de l'enseigner, du fait même de sa capacité à servir différents modes d'exposition du savoir, tant sur le plan formel (codes, langages,...) que du point de vue des modèles d'apprentissage sous-jacents explicitement ou implicitement aux modes d'enseignement. Ces premiers constats montrent qu'il n'est pas possible

d'aller plus loin dans l'analyse du rôle didactique joué par l'artefact sans aborder un enseignement en particulier.

2.2.2 L'application Prof Express

Prof Express est une application informatique développée par la société Classip (<http://www.profexpress.com>). J'ai eu l'occasion de participer à son développement dans le cadre d'une collaboration soutenue par l'Incubateur National Multimédia Belle-de-Mai (<http://www.belledemai.org/>), labellisé par les Ministère de la Recherche et de l'Éducation nationale. L'Incubateur National Multimédia Belle-de-Mai est un organisme destiné à aider les porteurs de projets innovants à accroître le transfert des résultats de la recherche vers de nouveaux services et de nouveaux produits, en encourageant la création et le développement de PME innovantes dans le domaine des TIC et de leurs usages.

Comme d'autres applications web développées en Amérique du Nord, Prof Express (cf. Image 1 : Page d'accueil de Prof Express) met en relation élèves et enseignants. Née en 1995 au Canada, « Allô prof » est une initiative de développement des services d'aide aux devoirs des représentants du réseau de l'éducation engagés dans la lutte contre le décrochage scolaire et soutenue par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport, Bell Canada, la société GRICS, la Fédération des caisses Desjardins du Québec et Télé-Québec. Ce service est offert à tout élève scolarisé au Québec. « Tutor.com » aux États-Unis est une société américaine créée en 1998 pour développer l'aide aux devoirs à la demande et autres services d'accompagnement scolaire. Les élèves se connectent à un réseau professionnel de professeurs disponibles en ligne et reçoivent de l'aide au moment où ils en ont besoin.

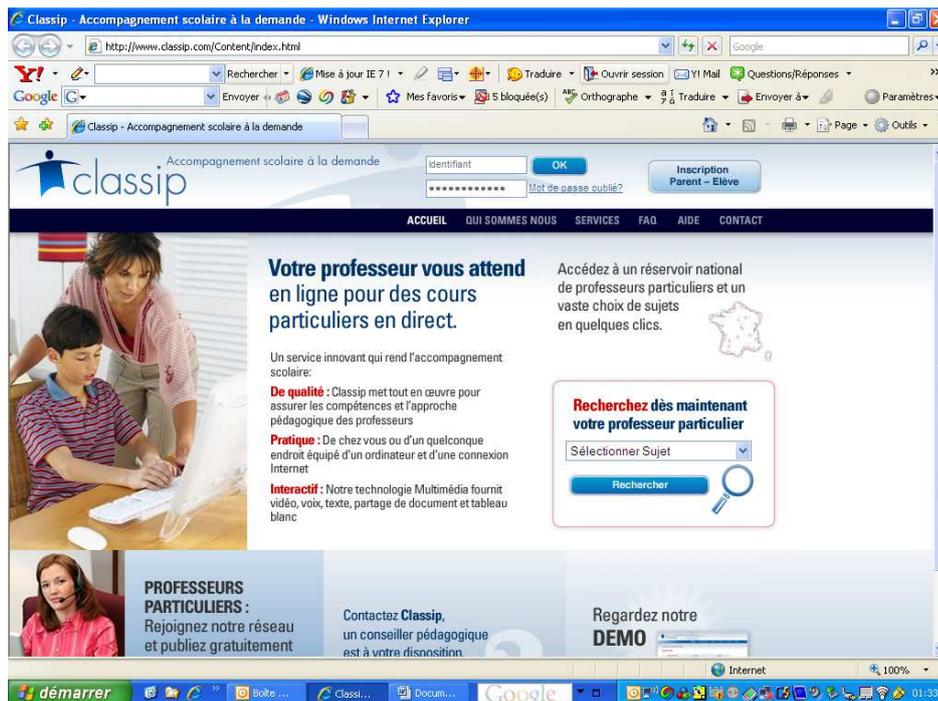


Image 1 : Page d'accueil de *Prof Express*

Prof Express met en relation des élèves avec des enseignants de mathématiques, ou de SVT ou de physique-chimie ou d'anglais dans une relation d'individu à individu. Dans le modèle économique marchand de *Prof Express*, le coût est supporté soit directement par la famille de l'élève, soit par le comité d'établissement (CE) de leur(s) employeur(s). Ce cours particulier, ponctuel ou régulier, relève d'une forme de téléassistance aux devoirs et repose sur une interaction très importante entre un élève et un enseignant (Brandt-Pomares, 2007). Les critères proposés par Jacquinot (1985) permettent de valider le degré d'interactivité élevé de *Prof Express*.

i. Les modalités directionnelles de l'échange

La communication est bidirectionnelle. L'élève et l'enseignant peuvent échanger (s'interroger mutuellement)

ii. La rapidité de la réponse

Les échanges sont synchrones, reposant sur une messagerie écrite (fenêtre de tchat), de la vidéo instantanée (fenêtre audio/vidéo), des documents partagés (porte documents), et un écran interactif commun (tableau d'affichage) (cf. Image 2 : Outils de *Prof Express*)

iii. L'individualisation de la réponse

L'enseignant s'adapte à un seul élève.

iv. La flexibilité des échanges ou du processus d'assistance

L'enseignant et l'élève peuvent choisir parmi différents outils.

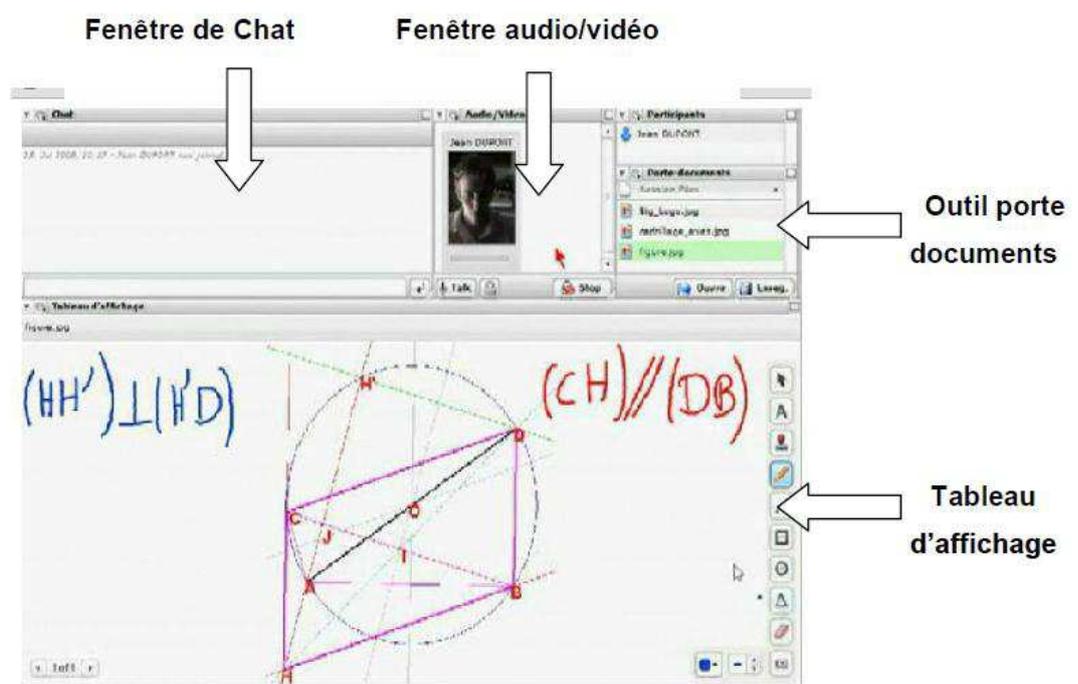


Image 2 : Outils de *Prof Express*

Les tâches qui sont instrumentées avec *Prof express* sont contraintes par les modes de communication (dessin, tchat, vidéo...cf. Image 2) mais plus encore par l'activité de l'enseignant. La question ou le problème soulevé par l'élève lui-même assure un minimum de sa motivation vis-à-vis de l'apprentissage, mais l'adéquation de la réponse qui lui est faite relève des

capacités de l'enseignant à apporter une réponse adaptée tant du point de vue des outils qu'il choisit, des savoirs en jeu et de la manière qu'il choisit d'adopter pour en faire l'étude. Cette partie capitale quant à l'efficacité de l'enseignement repose en définitive totalement sur l'enseignant. *Prof Express* revient à offrir des cours particuliers à distance mais ne conditionne pas les objets de savoirs et leur transmission qui ne relèvent que du fait de l'enseignant. C'est d'ailleurs ainsi que les concepteurs de l'application la définissent, *Prof Express* est conçu sur un modèle qui consiste à proposer une place de marché. Il permet de mettre en relation des enseignants et des élèves en leur procurant des conditions (sous la forme d'échanges économiques marchands) et des moyens (outils de communication à distance synchrones et asynchrones).

Avec *Prof Express*, les outils informatisés interviennent dans une activité particulière qui n'a pas cours à l'intérieur du système éducatif et qui n'est pas inscrite institutionnellement dans le travail ordinaire des enseignants. Elle n'en est pas moins une forme moderne d'aide aux devoirs. D'ailleurs, si son utilisation est centrée sur certaines disciplines, c'est moins du fait des disciplines elles-mêmes que de la demande sociale qui pèse sur elles eu égard à la sélection des élèves opérée dans le système scolaire français. Ce que révèle *Prof Express* c'est une organisation d'aide aux devoirs en marge de l'enseignement public, mais telle qu'elle peut exister dans des officines privées ou des associations et qui fait appel aux outils informatisés. Située en dehors du cadre et de la forme scolaire, la coopération avec les développeurs de *Prof Express* m'a permis d'identifier dans cette activité instrumentée qui est

un "mixte" incertain qui résulte de l'interaction entre les propriétés objectives des outils et les capacités subjectives des utilisateurs à les mettre en œuvre (Rabardel, 1995)

qu'il n'y pas d'efficacité absolue ni automatique à attendre de l'instrument, car c'est essentiellement sur l'enseignant que repose l'efficacité de l'activité. Mais comme pour l'étude du rôle du tableau et du vidéoprojecteur, l'étude didactique du rôle joué par l'outil tant qu'elle ne

concerne pas un enseignement en particulier voit sa portée limitée aux dimensions génériques de l'activité.

2.2.3 Les TICE dans la mise en œuvre d'enseignements basés sur la démarche d'investigation

La question de l'intégration des TICE se pose aussi dans l'activité enseignante telle qu'elle s'exerce dans le cadre ordinaire de l'institution scolaire.

Au cours d'une recherche menée sur l'enseignement basé sur l'investigation (Inquiry-based learning) et sur sa mise en œuvre au collège (Boilevin & Brandt-Pomares, 2011 ; Boilevin, Brandt-Pomares, Givry, & Pedregosa, 2011), j'ai étudié l'intégration des TICE dans les pratiques déclarés d'enseignants de sciences de la vie et de la terre (SVT), de physique-chimie et de technologie (Brandt-Pomares, 2011b).

Un questionnaire en ligne a été mis à disposition par le biais de listes de diffusion professionnelles. L'annonce du questionnaire ne traitait que de l'enseignement par investigation et pas des TICE. Un nombre limité ont volontairement suivi le lien hypertexte qu'ils avaient reçu et ce sont au total 163 enseignants anonymes qui ont répondu, plus d'enseignants de physique-chimie : 69 (42,33%) que de SVT : 46 (28,22%) ou de technologie : 50 (29,44%) se sont sentis concernés, comme le montre la répartition de la population interrogée dans la Figure 9.

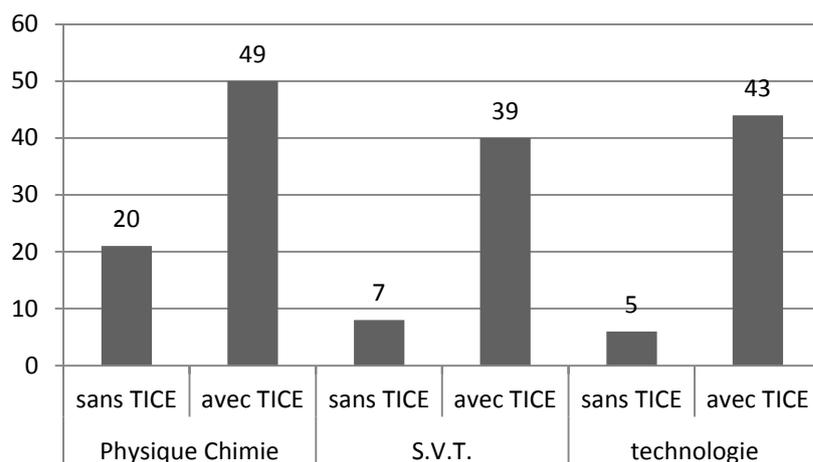


Figure 9 Répartition des enseignants par discipline et selon qu'ils déclarent utiliser les TICE pour enseigner la démarche d'investigation (en nombre)

Globalement les enseignants des 3 disciplines déclarent très majoritairement utiliser les TICE pour mettre en œuvre la démarche d'investigation en classe. Soit 131 enseignants, ce qui correspond à 80,36% des enseignants interrogés. Tous les enseignants interrogés disent connaître la démarche d'investigation, mais ils ne sont qu'une moitié environ (48,46%) soit 79 à déclarer la mettre en œuvre fréquemment. Ils se rejoignent tous concernant deux aspects : le peu de formation reçu et inversement le nombre important d'échanges avec des collègues à ce sujet. Cette importance donnée à la dimension d'échanges entre enseignants se confirme à propos des ressources auxquelles les enseignants recourent. Les sites personnels de professeurs obtiennent des scores proches des manuels scolaires ou des sites académiques (cf. Figure 10) qui constituent des références traditionnelles en termes de transposition didactique externe. Ainsi des échanges de pratiques entre enseignants qui ne se connaissent pas et qui peuvent être très éloignés géographiquement peuvent se faire grâce aux TICE. En cela, les TICE contribuent à l'inscription dans une communauté de ceux qui exercent l'activité.

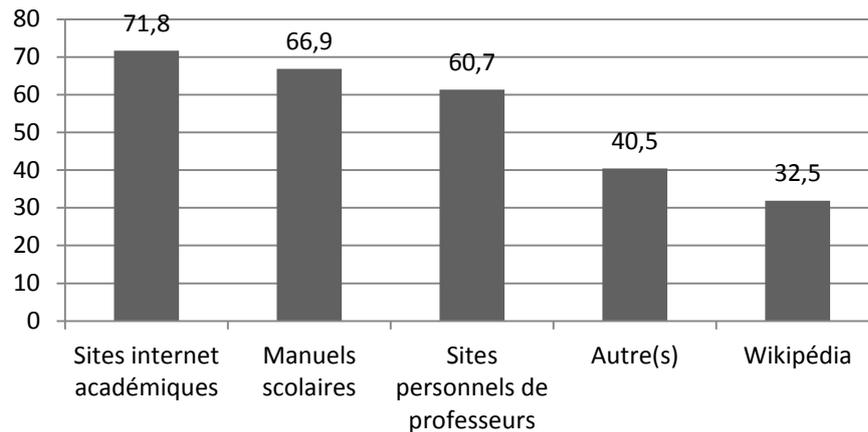


Figure 10 Ressources citées par les enseignants (en %)

À propos des ressources citées par les enseignants, les réponses classées dans les réponses *Autre(s)* (cf. Figure 10) peuvent se subdiviser en deux. Les réponses qui, sans les exclure, ne font pas explicitement référence aux TICE mais à des types de supports divers : documents personnels, journaux, vidéos, catalogues, photos, ouvrages... et celles qui font explicitement références aux TICE : CD-ROM, logiciels, Google, YouTube... Différents types de ressources coexistent. Elles se caractérisent davantage par leurs variétés que par la nature des technologies qui en sont à l'origine. Un journal, une photo ne fait pas référence explicitement aux TICE mais devient de plus en plus facilement accessible grâce à Internet. La coexistence et la diversité de différents types de ressources apparaissent de manière flagrante. Les TICE ont pour spécificité de faciliter la production de ressources et d'accéder à des ressources variées. La dynamique de création des techniques objective des fonctions humaines en les externalisant. Ainsi la technologie décuple les potentialités humaines et rend possible la production et l'accès par de plus en plus de personnes, à de plus en plus de ressources.

Les enseignants qui ont apporté des précisions sur les autres ressources auxquelles ils ont recours pour enseigner la démarche d'investigation mettent en avant les potentialités d'Internet, comme l'enseignant qui déclare utiliser :

Tout ce que je peux trouver sur Internet qui me donne des idées pour ce nouvel enseignement.

Dans une moindre mesure, quelques réponses soulignent des difficultés à trouver des ressources sur la démarche d'investigation, ou le fait que certaines ressources soient très récentes est mis en avant, comme c'est le cas dans les 3 réponses suivantes :

Il vient tout juste de sortir un livre *La démarche d'investigation Delagrave pour la techno*. Pour l'instant je ne connais rien d'autre. Les ressources des autres profs sont autant de tâtonnements.

Il n'y a presque pas de ressources pour les nouveaux programmes.

Peu de ressources concernant cette méthode, pas de formation, pas praticable selon les classes.

À la question : « Selon vous, qu'est-ce qui a le plus influencé la manière dont vous mettez en œuvre la démarche d'investigation ? », les enseignants évoquent les programmes, les inspecteurs, la formation, l'intérêt pour les apprentissages des élèves, etc. Mais deux enseignants mettent en avant les potentialités des TICE et répondent textuellement pour l'un d'entre eux :

La gigantesque bibliothèque mondiale que représente Internet.

et pour le second :

Les nouvelles technologies, la numérisation des ressources.

Ces deux enseignants convoquent les TICE pour répondre, signifiant ainsi que l'affordance qu'ils perçoivent des TICE à propos de l'accès aux ressources (livres, ressources existantes...) constitue une aide potentielle à l'enseignement.

Certains dispositifs apparaissent majoritairement utilisés, comme le vidéoprojecteur qui obtient un score de 127/163 (77,9%). Ce taux élevé, plus élevé que le recours à Internet, rend compte de l'usage qui tend à devenir automatique comme évoqué dans le paragraphe 2.2.1 sur l'usage du vidéoprojecteur (p. 99).

L'usage d'ordinateurs pour les élèves ou l'enseignant, qu'ils soient fixes ou portables, du vidéoprojecteur, d'Internet et des diaporamas semblent couvrir l'essentiel des pratiques les plus répandues (cf. Figure 11).

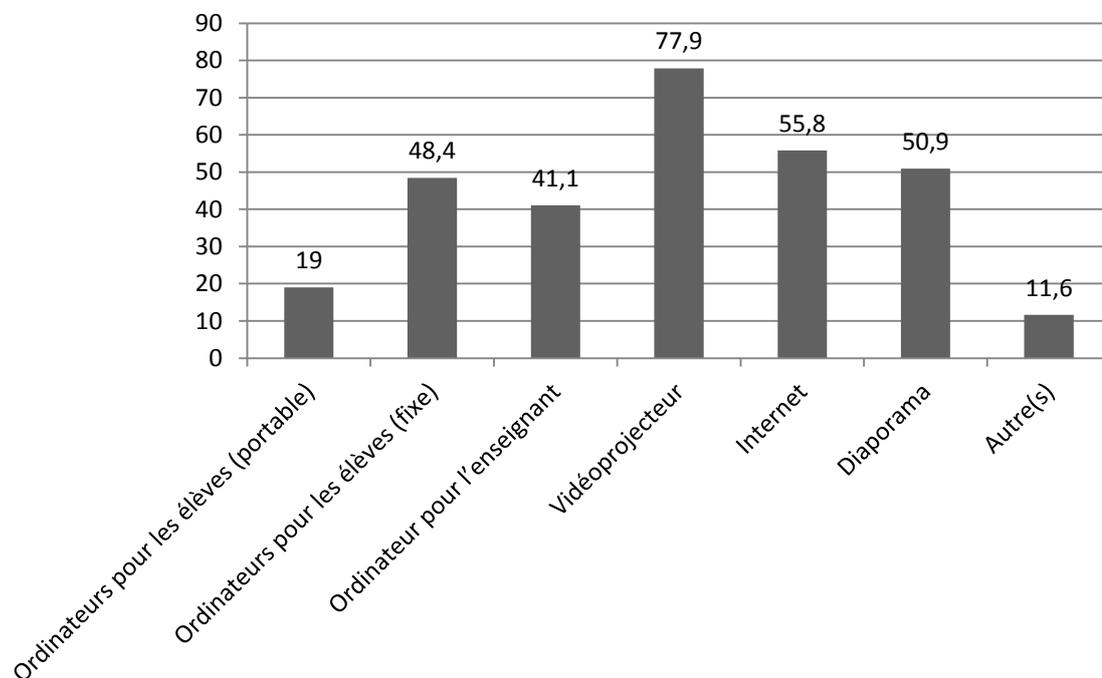


Figure 11 : Dispositifs informatiques utilisés (%)

Ces résultats montrent que les enseignants ont l'intention de recourir aux TICE quand ils mettent en œuvre un enseignement basé sur la démarche d'investigation et qu'ils considèrent Internet comme un accès aux ressources incontournable. Quand on leur demande dans quel but ils utilisent les dispositifs informatiques, ils font un lien entre l'accès aux ressources et la démarche d'investigation, notamment à propos du questionnement qu'ils veulent susciter chez les élèves. Cet aspect de l'investigation est particulièrement sensible à propos de la question de départ (la situation déclenchante...). Les enseignants ont recours aux TICE du fait de leurs capacités de représentation et d'évocation du réel (vidéo, image...). Plus globalement les pratiques déclarées par les enseignants, quant à l'usage des TICE, sont ancrées dans le collectif par les nombreux échanges entre enseignants qu'ils citent très souvent.

Pour autant, cette étude concernant le rôle que jouent les TICE dans l'enseignement trouve ses limites. Celles-ci butent sur l'absence de prise en compte directement lié au savoir en jeu. Les enseignants qui déclarent utiliser d'autres dispositifs que les choix proposés (11,6%, cf. Figure 11) évoquent peu d'autres types de dispositifs, mais il faudrait aller au-delà de leur déclarations et du simple inventaire pour analyser ce qu'ils en font dans l'enseignement. Que fait l'enseignant de SVT qui dit produire ses propres logiciels ? Que font exactement les trois enseignants qui mentionnent qu'ils utilisent l'un, une webcam en physique-chimie, l'autre, des animations Flash en SVT et le troisième un tableau blanc interactif en technologie ? Deux professeurs de technologie déclarent utiliser des maquettes et didacticiels. Deux autres enseignants de SVT évoquent l'EXAO, des tablettes PC, et le microscope numérique. Mais qu'en font-ils réellement ? Seule une analyse didactique précise des situations d'enseignement-apprentissage dans laquelle ces dispositifs interviennent peut permettre de répondre. Et c'est précisément cette étude qui s'arrête pour l'instant aux portes de la didactique et que je souhaite poursuivre.

2.2.4 Les limites de l'analyse liées à l'absence de savoirs.

Toutes les préconisations et incitations à l'égard des TICE ont un caractère général dont la portée s'étend indépendamment des disciplines. Dès lors qu'elles sont intégrées, les TICE sont complètement intriquées aux enseignements. De ce point de vue, les considérer comme moyen d'enseignement devrait contribuer à les appréhender autrement que pour leur caractère générique, qui ne permet pas de rendre compte de l'intégralité des processus à l'œuvre dans les situations d'enseignement-apprentissage (Brandt-Pomares, 2011b). Aborder les TIC de leur seul point de vue ne rend que partiellement compte de l'instrumentation qui peut en être faite dans l'activité enseignante car les fonctionnalités propres des outils doivent trouver écho chez le sujet pour lequel l'activité dépend de processus d'enseignement-apprentissage spécifiques

(spécificité de la discipline, de l'enseignement concerné, du savoir en jeu dans chaque situation).

Les trois exemples précédents sur le vidéoprojecteur, l'application Prof Express et l'enseignement basé sur l'investigation, ne permettent pas d'étudier précisément en quoi les TICE instrumentent l'activité de l'enseignant. Ils sont limités par l'absence de prise en compte des savoirs en jeu dans les situations d'enseignement-apprentissage. Dans ces trois cas, la prise en compte du rôle de l'instrument, pourtant abordée d'un point de vue de l'enseignement, manque d'être rapportée aux apprentissages visés. Ces exemples n'ont d'intérêt que pour montrer l'importance de tenir compte de l'activité réelle des enseignants dans toutes ses dimensions y compris relatives aux savoirs transmis pour rendre compte du rôle des dispositifs informatisés en tant qu'instrument potentiel de l'activité de l'enseignant.

2.3 Les ordinateurs portables comme instruments dans la situation d'enseignement-apprentissage

2.3.1 Problématique commune à deux recherches

L'introduction réelle d'ordinateurs portables dans les classes des Bouches du Rhône en 2003, a été pour moi l'occasion de délimiter un terrain privilégié pour mes recherches sur la manière dont les enseignants pouvaient instrumenter leur activité grâce au TIC (Brandt-Pomares, 2005). J'ai menée deux recherches distinctes qui s'inscrivent toutes deux dans le cadre de l'analyse de situations réelles d'activités instrumentées par un enseignant, dans lesquelles les ordinateurs portables sont utilisés dans l'interaction avec les élèves pendant la classe. Ces recherches s'inscrivent ainsi dans une perspective dynamique pour saisir les modifications simultanées de l'environnement et des pratiques instrumentées dans les situations d'enseignement-apprentissage où la logique de la discipline, celle de l'enseignant et celle de l'élève doivent être analysées (Amigues &

Ginestié, 1991 ; Ginestié & Andréucci, 1997). La situation d'enseignement est considérée dans ce cadre comme une situation d'activité instrumentée dans laquelle le recours aux ordinateurs portables interfère sur les relations (professeur-élève-savoir) et sur les interactions didactiques (élève-professeur ; élève-élève(s)).

2.3.1.1 Les situations d'enseignement-apprentissage

La situation d'enseignement est centrale dans l'activité professionnelle de l'enseignant. Dans cette activité au sens initialement développé par différents auteurs de la psychologie historico-culturelle (Leontiev, 1974, 1975 ; Luria, 1979 ; Vernant, 1997 ; Vygotski, 1985), ce qu'il fait pendant la phase de préparation ou dans l'interaction de la classe relève d'actions orientées par différents facteurs. La finalité de ses actions trouve sa réalisation dans la mise en œuvre de situations permettant la transmission-appropriation de savoirs. La structure didactique est le lieu où se manifeste la relation ternaire professeur-élève-savoir (Johsua & Dupin, 1993). Cette structure est en effet constituée non pas des trois pôles superposés que sont le professeur, l'élève, et le savoir ni de la *somme des relations binaires* qu'ils entretiennent (p. 6), mais des relations ternaires entretenues par ces trois pôles, lesquelles ne se manifestent qu'« en référence au problème que le savoir permet de résoudre et non d'abord en référence à l'intention d'enseigner.». (p. 261).

Pour ces auteurs (id., p. 260) :

Il y a situation didactique chaque fois que l'on peut caractériser une intention d'enseignement d'un savoir par un professeur à un élève, et que des mécanismes socialement définis sont institués pour ce faire.

Ainsi l'intention d'enseigner, c'est-à-dire de faire apprendre, est une condition nécessaire des situations didactiques, elle est essentielle en tant que motif qui permet de considérer l'enseignement comme une activité.

En fait, les situations réelles recouvrent des situations de travail complexes (Devolé & Margot, 2001, Rogalski, 2008) dans lesquelles la

responsabilité de l'enseignant est engagée vis-à-vis des savoirs qui sont justement en jeu dans ces situations.

l'élève et le professeur n'occupent pas des positions symétriques dans le rapport au savoir. Le second non seulement en « sait » plus que le premier, mais a la responsabilité d'organiser des situations d'enseignement réputées favorables aux apprentissages du premier (Johsua & Dupin, 1993, p. 249)

Dans les situations d'enseignement-apprentissage les interactions didactiques permettent d'analyser les enjeux de transmission-appropriation de savoirs.

2.3.1.2 Interactions didactiques : tutelle et médiation

Les interactions interindividuelles occupent une place centrale dans les processus d'acquisition de connaissances autrement dit quand l'objet de l'activité est l'apprentissage (Amigues, 1994 ; Aumont & Mesnier, 1992 ; François, 1990 ; Weil-Barais & Dumas-Carré, 1998). En soi, le langage et les interactions langagières ont dans l'activité le même caractère que Rabardel donne aux instruments et que Vygotsky, Leontiev et Engeström donnent aux artefacts. L'interactivité qui vise l'apprentissage de savoirs par les élèves se traduit par des échanges verbaux ou interactions didactiques entre le professeur et des élèves ou entre élèves à propos des savoirs.

Ces interactions se manifestent par des encouragements, des invitations à l'explication, des rappels de l'attention,... Elles peuvent être qualifiées d'interactions de tutelle ou d'interaction de médiation selon qu'elles visent plutôt la réussite immédiate ou l'apprentissage.

Pour Weill-Barais (1998) :

L'appropriation des connaissances par les élèves nécessite en effet ces deux modes d'interactivité et il semble utile que les professeurs parviennent à les maîtriser et à les instaurer, selon les intentions didactiques et les besoins des élèves. (Weil-Barais, 1998).

i. Les interactions didactiques de tutelle

Pour Bruner (1983) l'interaction de tutelle ou guidage, est « une entreprise de collaboration à travers laquelle on aide l'enfant à se développer ». Elle correspond à un

processus d'étayage qui rend l'enfant ou le novice capable de résoudre un problème, de mener à bien une tâche, ou d'atteindre un but qui aurait été, sans cette assistance, au-delà de ses possibilités. (Bruner, 1983)

Le concept d'étayage apparaît ainsi lié au concept de zone proximale de développement proposé par Vygotski. L'étayage est défini autour des points suivants : l'enrôlement de l'élève, la réduction des degrés de liberté dans la réalisation de la tâche, le maintien de l'orientation définie, la signalisation des caractéristiques déterminantes pour l'exécution de la tâche, le contrôle de la frustration de l'enfant et la démonstration. Dans les situations d'interaction en classe, c'est l'exécution des tâches qui détermine les interventions du professeur. Le guidage est centré « sur l'aide à la production de réponses ou sur l'aide à l'appropriation de procédés de traitement ou de contrôle de l'activité cognitive » (Weil-Barais, 1998). L'action de tutelle est efficace s'il y a adéquation entre les conduites des élèves et les intentions de l'action du tuteur. Car le guidage de l'action s'avère efficace du point de vue de la réalisation de la tâche (de la réussite) mais souvent pauvre du point de vue des apprentissages (Weill-Fassina, 1979).

ii. Les interactions didactiques de médiation

Le concept de médiation recouvre des sens très différents suivant le champ d'utilisation. Dans la théorie de Vygotski, les activités humaines sont ainsi considérées comme socialement médiatisées. Pour Gilly (1995), le rôle de la médiation sociale est essentiel « dans les rapports entre l'individu et son environnement (médiation par les outils) et dans l'activité psychique intra-individuelle (médiation par les signes) ». La fonction de l'adulte consiste essentiellement à fournir les intermédiaires sémiotiques,

principalement le langage, pour amener l'enfant, après intériorisation, à l'autonomie.

S'inspirant de la conception de la médiation dans le champ de l'intervention sociale, Weil-Barais et Dumas-Carré (1995) définissent la médiation scolaire comme

un processus visant à prévenir et / ou à résoudre un conflit ou une difficulté cognitive... une stratégie de prévention et de résolution des incompatibilités cognitives [...] la notion de médiation considère l'intervention verbale comme un acte [et non comme] une simple expression d'un savoir à transmettre et / ou d'une représentation mentale indépendante de l'énoncé et du contexte de l'énonciation. (Weil-Barais & Dumas-Carré, 1995).

Dans les interactions de médiation, l'enseignant négocie avec les élèves « les changements cognitifs ». Ces changements ont trait aux significations, aux règles, aux normes et aux conventions. La médiation peut ainsi être considérée comme un processus de co-construction dans lequel l'enseignant accompagne l'élève dans son appropriation du savoir.

Pour Saint-Georges (2001), les interactions didactiques qu'elles soient de type tutelles ou médiation peuvent s'analyser d'après trois critères :

- i. la répartition de la durée du discours et du mode de prise de parole : part du professeur et de l'élève)
- ii. le guidage des tâches complexes : découpage ou dévolution (Brousseau, 1998)
- iii. la prise en compte des erreurs (correction ou confrontation).

Ces interactions interviennent dans la situation d'enseignement-apprentissage dans le cadre d'un système d'attentes entre l'élève et le professeur : le contrat didactique.

2.3.1.3 Le contrat didactique

Au sein de la relation didactique, le « contrat didactique » (Brousseau, 1998) règle les interactions complexes entre élèves, savoirs et enseignant. Tout se joue, dans la situation scolaire, comme si les partenaires avaient à respecter des clauses qui n'ont jamais été discutées, et dont les ruptures peuvent correspondre à des avancées de la connaissance partagée. Ces clauses du contrat didactique ne peuvent au fond jamais être totalement explicitées et entièrement respectées sans risque de voir s'évanouir l'enjeu d'apprentissage.

Il s'agit en fait d'un système de règles (implicites et / ou explicites) et de décisions (négociées ou non ; spontanées ou non) qui détermine ce que chaque partenaire (enseignant, élève) a la responsabilité de gérer dans la relation didactique, et dont il sera d'une manière ou d'une autre responsable devant l'autre. Il préexiste à la situation didactique. L'enseignant et l'élève y sont contraints. Il définit en quelque sorte le système d'attentes réciproques entre le professeur et les élèves.

2.3.1.4 Objectifs des deux recherches

À partir du cadre théorique de la situation d'activité instrumentée, j'ai cherché à comprendre et à expliquer les mécanismes relatifs au rôle de médiation que les ordinateurs portables peuvent jouer dans l'activité enseignante. Comment les professeurs les utilisent ou peuvent les utiliser pour enseigner et organiser les conditions d'apprentissage des élèves ? Les situations d'enseignement au travers des tâches proposées aux élèves et des modes de questionnement adoptés servent d'analyseur des enjeux de transmission-appropriation de savoirs qui peuvent solliciter différemment les fonctions d'un même outil et ainsi faire varier les conditions de la genèse instrumentale des ordinateurs portables dans l'activité des enseignants de technologie.

2.3.2 Bases méthodologiques communes à deux observations

Pour analyser la manière dont les ordinateurs portables sont utilisés comme outil pour l'enseignement et deviennent instrument dans l'activité de l'enseignant, la méthodologie que j'ai employé s'attache à comprendre et à expliquer les mécanismes de l'action de l'enseignant. Inspirées de l'ergonomie (voir aussi le paragraphe 2.2 page 40), elle privilégie l'analyse qualitative et repose sur une approche qui s'appuie sur l'observation de situations réelles. Les séances observées font toujours l'objet d'enregistrement audio et vidéo et de retranscriptions qui s'assortissent de toutes les traces qu'il est possible de recueillir pour tenter de rendre les processus observables. Dans cette optique chaque observation est précédée et suivie d'entretiens avec l'enseignant qui permettent de revenir sur des points qu'il souhaite aborder où que le chercheur a besoin d'éclaircir. Là aussi les entretiens font toujours l'objet d'enregistrement audio.

2.3.3 Une première observation choisie mais non provoquée

2.3.3.1 Le parti pris d'observer l'ordinaire

À l'origine, mon projet de recherche s'inscrivait dans une perspective dynamique ayant pour but de saisir les modifications simultanées du contexte avec l'arrivée des ordinateurs portables et des pratiques instrumentées des professeurs dans les situations d'enseignement. Je ne m'attendais donc pas à observer des pratiques installées mais des pratiques nouvelles (Boilevin, Brandt-Pomares, Ranucci, 2005 ; Brandt-Pomares, 2005) pour en assister à leur naissance et aux prémices de la genèse instrumentale en train de se faire afin de mieux la comprendre.

Car, de fait :

Des usages de nouveaux environnements n'apparaissent pas d'emblée. Ils font l'objet d'une véritable genèse, menée selon un principe de continuité par rapport à l'existant. (Bruillard & Baron, 2006, p. 270)

Afin de neutraliser le maximum d'autres facteurs, l'enseignant de technologie retenu pour l'observation est un enseignant expérimenté qui exerce depuis plusieurs années dans un établissement réputé difficile et qui a l'habitude de se servir des ordinateurs dans sa pratique professionnelle, dans ses préparations mais aussi en classe. Il a déjà fait l'objet d'observations par des chercheurs et est plutôt enthousiaste vis à vis de l'arrivée des ordinateurs portables. L'observation a porté sur 3 séances d'affilée dans la même classe de 4^e en décembre 2004.

2.3.3.2 L'analyse de la tâche demandée aux élèves et les savoirs en jeu

J'ai procédé à l'analyse des intentions didactiques de l'enseignant et des tâches prévues pour les élèves dans les séances observées (Mercier & Salin, 1988). L'enseignant est professeur principal de la classe et les séances portent sur un travail effectué dans le cadre de la préparation du conseil de classe. En tant que professeur principal, l'enseignant avait prévu la réalisation numérique d'une présentation de ses résultats par chaque élève. Présentation qu'il aurait de toute façon accomplie avec l'équipement informatique fixe. Le but de l'enseignant est tout à la fois de responsabiliser les élèves par rapport à leurs notes, ce qui fait défaut pour la grande majorité des élèves de l'établissement, et de réaliser un document numérique à partir de sources de données différentes (fichier image, tableur, texte...). Le travail qu'il demande aux élèves contribue à la réalisation d'un diaporama de trois diapositives avec insertion d'objets (photos, tableaux, graphiques,...) en vue de la présentation de leurs résultats individuels lors du conseil de classe. La gestion des fichiers, des enregistrements, de la fonction copier-coller, devraient être acquises depuis la 6^e. Or, en 4^e beaucoup d'élèves éprouvent des difficultés, ce qui

oblige l'enseignant à revenir sur des bases en rappelant des techniques opératoires :

P : Avant de copier un objet, il faut le sélectionner, quel que soit l'objet ! Une image, un texte, un tableau, ... si vous ne le sélectionnez pas, ça sert à rien...

Le fait de n'avoir pas beaucoup pratiqué et de s'être peu entraîné n'est sans doute pas étranger à ces difficultés que rencontrent les élèves mais étonnent l'enseignant :

P : E_A, je sens une petite baisse d'intensité dans le travail... C'est dommage parce qu'on est sur la dernière ligne droite cette semaine. C'est vrai qu'on est un petit peu pressés, peut-être qu'on n'a pas assez insisté sur certaines choses. Il y a des opérations que je pensais que vous saviez faire et que vous n'arrivez pas à faire... Euh, pour la semaine prochaine, ... E_A tu me regardes, ... mademoiselle E_B tu m'écoutes...

Et sur lesquelles il est obligé de revenir alors qu'il ne l'avait pas prévu.

2.3.3.3 Les instruments de l'activité de l'enseignant

Au moment de l'observation en janvier 2005, le déploiement total de l'opération *Ordina 13* n'était pas terminé. Plus d'un an après le début de cette opération initiée en 2003/2004, la connexion au réseau n'était pas opérationnelle dans l'intégralité des collèges concernés. Un projet d'une telle envergure a nécessité du temps pour sa mise en œuvre totale. Cependant, dès la distribution des ordinateurs à ses élèves, l'enseignant observé a décidé de les intégrer au travail scolaire même sans connexion au réseau. Du coup des problèmes majeurs pour communiquer les fichiers se sont posés. Pour y remédier, l'enseignant a communiqué ses documents sur Cd-Rom et récupéré les fichiers des élèves sur un support de masse externe, une clé USB. Inquiet de l'endroit où se trouve sa clé USB, il demande à plusieurs reprises:

Est-ce que quelqu'un a ma clé USB, là ? Mon stick !

ou

Qui a ma clé USB ? Ah c'est toi... Je peux l'enlever ?

En procédant ainsi, il s'est appuyé sur son expérience du maniement des fichiers qui lui a permis d'adapter la situation pour pallier l'absence de réseau.

Par rapport au mode de fonctionnement habituel, l'organisation spatiale de la classe est modifiée. Elle s'apparente aux situations de classe traditionnelles mais elle est par contre radicalement différente de sa façon d'enseigner habituelle avec les postes informatiques fixes. Sa manière de recourir aux ordinateurs en classe est modifiée par la disposition de la classe. Avec leurs ordinateurs portables, les élèves sont installés à leur place comme avec leurs cahiers alors que l'enseignant a l'habitude de pouvoir d'un seul coup d'œil visualiser tous les écrans des postes fixes disposés en fond de classe. Dans cette configuration il prélève habituellement rapidement l'information sur l'avancée des travaux des élèves. Avec les ordinateurs portables que les élèves ont ouvert chacun à leur place habituelle, il ne voit pas les écrans, sauf en se déplaçant ce qu'il ne manque pas de faire souvent. Du coup, avec les ordinateurs portables l'enseignant se sert davantage du vidéo projecteur qu'avec les ordinateurs fixes. Il fait justement vivre l'intérêt commun et gère la dimension collective du travail scolaire comme il se servirait du tableau. Il demande particulièrement en début et en fin de cours de « fermer les tablettes », sous-entendu de ne plus regarder l'écran de son ordinateur portable, mais de regarder l'enseignant et d'être attentif, comme en témoignent les échanges suivants :

[début de la séance]

P : Vous fermez les tablettes et vous notez sur vos carnets de correspondance que demain je ne suis pas là. M. P absent, je suis en stage.

E_C : vous l'avez dit !

P : je l'ai dit mais vous ne l'avez pas marqué, et si vous avez besoin de sortir, surtout en fin de journée, vous avez besoin que ce soit marqué sur le carnet. Donc notez-le : absent le 2 décembre. Je suis en stage pour la journée, je ne pourrai pas être là.

Aujourd'hui c'est l'avant dernière heure, puisque nous avons encore une heure lundi prochain, et l'après-midi c'est le conseil de classe. (s'adressant à E_D) Tu fermes la tablette !

[après 2 mn]

P : Alors les autres... (s'adressant à E_E) Tablette, tablette ! La tablette, allô ? Non, tu peux pas écouter là, tu ne peux pas y être...

[Après 8 min]

P : (s'adressant à un troisième élève dissipé E_F) Tiens ferme ta tablette, toi ! Je t'écoute... On fait comment pour ouvrir un fichier sur le CD ? Je t'écoute ! Allez ! Tu veux récupérer ta photo, tu fais comment ?

E_F : Je l'ai pas faite la photo moi !

P : Tu l'as pas faite en plus ? Ah oui, c'est sûr. Comme ça au moins t'es exonéré de réponse, tu vas récupérer le logo ? Tu vas faire comment ?

E_F : Je sais pas.

P : Tu sais pas ? C'est normal, tu m'écoutes pas... Tu peux pas savoir ! Bien... Qui peut répondre ? (Une élève lève la main) Je t'écoute E_G...

[Après 48 min juste avant la fin de la séance]

P : (s'adressant à E_H) Oh regarde-moi ! Ferme ta tablette ! Oh, tu ne me parles pas comme ça... On n'est pas copains tous les deux ! Chut ! E_H Au moins, à huit jours du conseil de classe, vous avez raison... S'il y avait des doutes, au moins il n'y en a plus ! Vous avez tout compris, là, la stratégie ???...

L'enseignant doit canaliser l'attention et se soucier que rien ne vienne empêcher les élèves de se concentrer sur ce qu'il dit, il leur demande de se détourner du portable, comme il leur demanderait de fermer le livre ou le cahier qui pourrait jouer le même type de rôle, avec toutefois une attractivité peut-être plus importante pour l'ordinateur portable mais qui n'oriente pas la motivation des élèves vers la tâche demandée. Compte tenu de cette attractivité exercée par l'ordinateur sur les élèves, on sent que l'enseignant déploie une énergie certaine pour recentrer l'attention des élèves sur l'activité demandée.

Cependant il réussit tout de même à user d'artifices et à donner au savoir un apprêt didactique pour que les élèves apprennent. En l'occurrence, il tente de formuler un problème que l'élève doit résoudre par lui-même. En effet pour qu'un élève s'engage dans une tâche qu'il ne maîtrise pas encore, l'interaction, la médiation de l'enseignant est capitale. Ainsi, pendant la seconde séance l'enseignant use d'un artifice didactique pour qu'une élève, qui a du mal à sauvegarder un document, récupère son fichier :

P : Toi, tu n'as pas fait la photo ? Allez je te prends en photo là... Mais elle est pour toi la photo, je la veux pas moi.

En procédant ainsi, il engage cette élève à trouver elle-même une solution pour conserver sa photo. Cette façon de poser le problème à l'élève, de la renvoyer à ce qu'elle devrait faire, en l'encourageant à s'engager dans ce qu'elle doit faire, est typique du travail de l'enseignant. Cet échange que l'on peut qualifier d'interactions de médiation (apprendre à faire) plutôt que de tutelle (réussir à faire) au sens de Weill-Barais et Dumas-Carré (1995) (cf. 2.3.1.2 page 115) peut tout à la fois s'analyser du point de vue du savoir, qui permet de résoudre le problème posé (accéder au répertoire de destination du fichier à enregistrer) que de sa dévolution à l'élève (Brousseau, 1998). Il relève de la compétence de l'enseignant à développer les processus d'apprentissage. De par sa grande expérience, l'enseignant ne laisse passer aucune occasion de le faire y compris dans le feu de l'action, mais il n'a pas pu autant anticiper que ce qu'il le fait aisément habituellement. Notamment Il n'avait pas prévu certaines difficultés des élèves, ce qui l'auraient amené à réguler, sans difficulté du fait de son expertise, sa préparation pour une réédition.

2.3.3.4 L'instrument dans l'activité des élèves

Même si ce n'était pas l'unique ordinateur auquel les élèves pouvaient avoir accès, jusqu'ici le professeur ne demandait aux élèves de ne travailler que sur l'ordinateur fixe utilisé en technologie. Mais avec un

portable, l'ordinateur n'est plus seulement l'outil de travail scolaire qui sert à exécuter ce que l'enseignant demande. L'élève l'emporte avec lui et en dispose librement, même s'il n'est pas habilité à effectuer certaines installations (les premiers ordinateurs étaient relativement bridés). Cela devient un objet personnel dont l'appropriation passe par une genèse instrumentale qui n'est pas d'emblée pédagogique, même si l'enseignant a remarqué qu'avec les ordinateurs portables, quelques élèves continuaient à travailler à la maison même sans qu'il le leur demande. Jusque-là, le travail informatique se restreignait au travail en classe du fait justement de ce que l'opération ORDINA 13 contrecarre : l'absence de matériel personnel et donc l'impossibilité d'utiliser des logiciels spécifiques de la discipline à la maison. Sur la plupart des ordinateurs les élèves ont installé un fond d'écran et à plusieurs reprises l'enseignant a dû demander d'arrêter la musique qui se faisait entendre par ci, par là. Pour autant, les élèves, ont effectué le travail demandé par l'enseignant comme dans n'importe quelle autre situation et avec n'importe quel autre dispositif scolaire. Les élèves sont confrontés à aux usages multiples qu'ils peuvent faire de l'outil à la fois privés et scolaires.

2.3.3.5 Le contrat didactique

Lors de la deuxième séance deux élèves ont oublié leur ordinateur. Pour l'enseignant cet oubli est à rapprocher de tout oubli de matériel scolaire :

P : E₁ chut ! Euh, les gens qui n'ont pas les ordi, là, je m'aperçois que quand vous n'avez pas les ordi, en gros, je ne vous accepterai plus en cours parce que vous êtes gênants pour le groupe. Vous n'avez pas d'ordi, donc vous n'avez rien à faire... E₁ je parle pour toi ! Tu comprends ? C'est clair ! Donc la prochaine fois, c'est comme le matériel scolaire... Pas de livre, pas de matériel, pas de cours !

Cet oubli relève d'attentes réciproques que le contrat didactique n'explicite pas toujours et pour cause. Pour un élève, disposer de son matériel scolaire s'acquiert tôt dans la scolarité et devient rapidement implicite. Mais pour ces élèves l'ordinateur portable faisait-il parti du matériel scolaire ?

L'activation de savoirs que les élèves devraient pouvoir réinvestir dans la situation à propos de la gestion de fichiers ne devrait pas non plus poser de problème. C'est vraisemblablement l'acquisition sur le long terme qui fait défaut, car avec des logiciels d'exploitation identiques, les savoirs ne relèvent pas spécifiquement du travail effectué avec les ordinateurs portables et auraient dû être réactivés et transférés d'un matériel à l'autre.

Ce qui est saillant dans la situation observée relève moins des savoirs en jeu que de la maîtrise par l'enseignant de leur mode de transmission. L'enseignant semble devoir jongler entre les moments collectifs et les aides individuelles alors qu'il a habituellement la maîtrise de ces alternances-là. Non pas qu'il soit dépassé par la situation, mais les choses paraissent beaucoup plus claires et apaisées habituellement. Sans doute que cette nouvelle « donne » matérielle, participe, au moins pour les premiers temps, d'une rupture de contrat didactique du fait d'une modification des habitudes de travail. Cependant, la force interprétative du contrat reste intacte. Ce sont les consignes données par l'enseignant qui guident le travail des élèves. L'enseignant a besoin de repreciser le contrat. Ainsi, il doit anticiper sur les conditions nécessaires à la mise en œuvre de la situation d'enseignement qu'il a prévue et dans les conditions matérielles qui sont les siennes (absence de prises de courant dans la classe), l'enseignant demande d'écrire sur le cahier de texte de charger les portables pour la séance prochaine. D'ordinaire, au mois de décembre il n'a plus à demander d'apporter son matériel, si ce n'est de manière exceptionnelle à des élèves récalcitrants ou s'agissant d'un matériel particulier.

2.3.3.6 Discussion

Cette première observation révèle les problèmes qui surgissent dans l'activité de l'enseignant, pourtant expérimenté. L'utilisation nouvelle des ordinateurs portables le rend moins à l'aise que d'habitude pendant le

déroulement des séances et a eu du mal à faire coïncider ses objectifs avec ceux des élèves (Baron et al., 2007).

Il n'a pourtant pas fait jouer aux ordinateurs portables un autre rôle que celui qu'il avait prévu de faire jouer aux postes fixes mais avec plus de difficultés (absence de réseau, moins de visualisation des écrans, élèves motivés par d'autres fonctions, ...). Ce choix qui n'a pas été particulièrement adapté à l'outil ne l'a pas aidé à penser autrement la situation. D'autant que bien qu'il ait dû revenir sur des savoirs anciens, il n'avait pas prévu d'enjeu de savoir nouveau lié à l'usage des ordinateurs portables. Par ailleurs, le travail demandé aux élèves était chargé sur le plan de l'investissement personnel. Sans doute, l'absence de véritable enjeu de savoir, l'émotion liée aux résultats trimestriels et la perspective du conseil de classe, rajoutées à la nouveauté des ordinateurs portables auront contribué à rendre la séance plus difficile à diriger. Les ordinateurs portables, et surtout l'absence de réseau que l'enseignant a dû pallier, n'ont pas facilité le travail de l'enseignant qui s'est adapté à la situation. Difficile dans ce cas d'évoquer un apport positif des ordinateurs portables et de parler de genèse instrumentale pour l'enseignant car ils ont davantage contraint l'activité qu'ils n'ont permis de la développer. En voulant faire « pareil » qu'avec des ordinateurs fixes, il s'est retrouvé empêché par l'absence de réseau et a vu ses potentialités d'actions régresser. Soulignons cependant que la séance aura alerté l'enseignant sur les défaillances des élèves relatives aux savoirs, comme ceux liés à la gestion de fichiers, que l'enseignant pensait acquis.

2.3.4 Une observation provoquée en physique-chimie et en technologie

2.3.4.1 Le recours à la conception d'une ingénierie

Après la première observation qui précède, je n'ai eu de cesse d'essayer d'observer d'autres séances pour appréhender le rôle joué par l'introduction des ordinateurs portables dans l'activité d'enseignement. J'ai

cherché justement à observer et analyser d'autres « situations naturelles, au sens où elles ne seraient pas provoquées par le chercheur et qui seraient de véritables situations didactiques dans lesquelles les enjeux de savoirs seraient centraux. Or l'enseignant observé dans un premier temps pouvant être considéré plutôt comme un pionnier, il s'est avéré difficile de trouver d'autres terrains de recueil de données, d'autant que nous souhaitions avec Boilevin initier la même recherche en technologie et en physique-chimie. Nous pensions sans doute trop naïvement (Brandt-Pomares & Boilevin, 2008), que l'arrivée massive des ordinateurs portables nous permettrait d'accéder assez rapidement à des situations d'enseignement ordinaires dans lesquelles les ordinateurs constitueraient un des moyens d'action de l'enseignant. Ce ne fut pas le cas et la difficulté se présentait encore plus accrue en physiques-chimie qu'en technologie. Après deux années passées sans possibilité d'observer de situations produites spontanément par des enseignants, nous avons eu moins de difficultés à trouver des enseignants volontaires pour participer à un groupe de travail visant l'élaboration de dispositif d'enseignement, que pour être observés directement. C'est donc ce que nous avons fait en parallèle en technologie et en physique-chimie. Avec un cadre commun sur le plan théorique et méthodologique, celui que nous débattons dans le cadre de GESTEPRO à propos de la didactique des sciences et des technologies, nous avons bâti avec Boilevin la même méthodologie que nous avons expérimentée parallèlement en technologie et physique-chimie. Cette recherche a fait l'objet de plusieurs publications (Boilevin & Brandt-Pomares, 2007 ; Brandt-Pomares & Boilevin, 2007, 2009) sa finalité étant de mieux comprendre le rôle que pouvaient jouer les ordinateurs portables dans l'activité d'enseignement dans les deux disciplines. Le dispositif a porté sur l'élaboration et l'observation. En effet, il s'est avéré nécessaire de provoquer les situations d'enseignement à observer. Il a fallu initier une expérimentation pour que le recours aux ordinateurs dans une situation d'enseignement puisse être observé et analysé dans le cadre réel de la classe. Une ingénierie didactique spécifique a reposé sur l'élaboration par un groupe d'enseignants

volontaires d'un dispositif qu'un des enseignants du groupe a effectivement mis en œuvre dans sa classe. Dans chaque discipline, une équipe a travaillé à l'élaboration d'une séquence mettant en jeu les ordinateurs portables au service de l'enseignement-apprentissage. Le but annoncé explicitement étant de pouvoir analyser l'apport de ces outils dans l'enseignement de la discipline. Le travail d'équipe de quelques professeurs (de trois à six selon les séances) et d'un enseignant chercheur de la discipline s'est concentré, pendant environ quatre séances de travail, sur la recherche d'enseignements adaptés aux potentialités de l'outil informatique. Les savoirs mis en jeu ont fait l'objet d'un travail particulier pour arriver à voir dans quelle mesure ils méritaient de recourir aux ordinateurs portables. Le dispositif élaboré s'appuie donc sur un travail collectif qui a abouti à une construction qui se voulait au plus près de l'activité réelle de l'enseignant (représenté en l'occurrence par le collectif d'enseignants). Habituellement, cet aspect de l'activité de l'enseignant peut varier selon le cas de la conception d'ingénieries originales (comme ce fut le cas dans cette recherche) à la mise en œuvre d'ingénieries créées par d'autres.

Cette ingénierie, mise en œuvre par un des concepteurs du groupe, a fait l'objet d'une observation et d'une analyse sur les savoirs en jeu, les actions, le contrat didactique, les interactions didactiques. En mettant l'accent dans l'analyse sur le rôle joué par le matériel dans l'activité de l'enseignant et des élèves. Le déroulement de la séance concerne une classe de troisième et dure deux périodes de 50 minutes entrecoupées d'une récréation.

2.3.4.2 L'enjeu de la situation d'enseignement

L'enseignement retenu en technologie a été choisi en rapport à l'usage habituel d'ordinateurs fixes ; cependant au-delà du recours à un logiciel utilisé habituellement en conception assistée par ordinateur (CAO), l'accent a été mis sur les aspects de communication rendus plus faciles

avec le réseau Internet et l'aspect personnel de l'outil. La séance observée s'articule autour d'une tâche de conception assistée par ordinateur (CAO). Chaque élève est responsable d'une pièce et, par groupe de trois, ils doivent réaliser, avec le logiciel Solidworks, un assemblage de trois pièces (un porte-bloc de papier, un porte-crayon et un porte-courrier) pour réaliser un set de bureau. Tous les documents leur sont communiqués par fichier (consigne de travail, cahier des charges, fichiers des pièces) et les échanges ont lieu par messagerie grâce au réseau Internet. Le choix de la couleur et du modèle de pièce parmi trois possibilités, ainsi que le respect de contraintes d'assemblage, participent au travail de conception demandé aux élèves. Ils doivent communiquer entre eux par mail pour se coordonner et obtenir les choix des autres membres de la triplète à laquelle ils appartiennent, avant de réaliser chacun l'assemblage que le logiciel de CAO permet de faire. Pour réaliser cette tâche de conception, les élèves vont devoir :

- i. Consulter des documents électroniques
- ii. Échanger sur des propositions de choix
- iii. Réaliser un assemblage en CAO

Dans le travail de préparation, les enseignants ont suivi un objectif d'intégration des ordinateurs portables dans l'élaboration de la séance et, plus largement, ont conçu un dispositif incluant le recours à l'informatique. Leur but s'est finalement surtout centré sur ce qu'ils pouvaient demander de faire aux élèves avec les ordinateurs portables. Du coup, les savoirs en jeu ont porté autant sur les possibilités offertes par le réseau que celles offertes par le travail autonome lié à l'utilisation d'un logiciel de CAO. Certains membres du groupe d'ingénierie, et en particulier l'enseignant qui expérimente la séance, anticipaient d'éventuelles difficultés des élèves à gérer différents fichiers à la fois. Or après sa mise en œuvre, l'enseignant constate par lui-même que ce n'est pas le cas.

Ce qu'on voit bien quand même c'est qu'ils arrivent à se balader de dossier en dossier sans problème, ils vont de l'un à l'autre. Des adultes qui n'ont pas l'habitude de travailler comme ça pensent que c'est plus difficile. Pour les élèves pas du tout [...] j'avais peur qu'il y ait trop de fichiers, c'est pour cela que je n'ai pas mis notamment la liste des groupes.

2.3.4.3 Les interactions didactiques

Les échanges verbaux traduisent des interactions didactiques portant essentiellement sur le mode de la tutelle qui vise à accompagner l'élève dans la réalisation de la tâche mais pas forcément dans les apprentissages. Seuls trois moments dans la séance sont plutôt propices à la co-construction et donc à une médiation de la part de l'enseignant qui va engager les élèves dans un processus qui leur est propre.

D'abord, pendant la présentation de la séance dans laquelle l'enseignant explique aux élèves ce qu'ils vont avoir à faire et s'enquiert de ce que les élèves se soient correctement représentés le but de la séance. Les élèves doivent opérer un choix de conception par groupe en échangeant par messagerie.

Il faut imaginer. Imaginez ! que vous avez travaillé sur la conception d'une pièce et que vous n'êtes pas dans le même pays. Donc, avec vos collaborateurs.[...], ça dépend de quel point de vue vous vous placez, il est dans un autre pays. Donc vous n'avez pas le droit de parler avec lui.

À deux autres moments dans la séance l'enseignant va aussi favoriser l'apprentissage dans ses interactions avec les élèves.

Quand il constate que les élèves n'ont pas encore réussi à opérer de modification de couleur, il leur signifie qu'ils devraient pouvoir y arriver sans trop de difficultés : « *Ne passez pas deux heures sur la couleur* ».

D'ailleurs dans l'entretien à chaud après la séance, l'enseignant déclare :

Cette classe, censée être la meilleure classe du collège, est quand même moins autonome car beaucoup de questions. Bloquer sur des histoires de couleur alors qu'il y a une icône couleur. C'est quand même pas difficile à trouver. C'est pour ça qu'on ne le met pas dans la fiche ressource. On ne peut pas tout donner.

Il n'a pas montré où se trouvait l'icône couleur. Par contre dans la deuxième partie de la séance, l'enseignant se sert de son ordinateur portable pour faire la démonstration, vidéoprojecteur à l'appui, de ce que le logiciel Solidworks permet de faire en termes d'assemblage. Les élèves n'ont encore jamais utilisé les fonctionnalités concernées. Bien que relevant de la tutelle, cette manière de procéder renvoie à une démonstration didactique visant l'appropriation rapide des fonctionnalités du logiciel et apparaît de ce point de vue très adaptée. L'apport de l'enseignant, à propos de la démonstration des fonctionnalités utiles pour la réalisation de la tâche, va procéder d'une aide qui va permettre aux élèves de réellement s'engager dans la tâche en leur donnant du sens et sans être prisonnier du suivi de la fiche consigne pas à pas. Il est à noter que le dispositif initial ne prévoyait pas, sans pour autant l'interdire, une telle intervention à laquelle l'enseignant a choisi de procéder pour aider les élèves à avancer. Le discours qui accompagne la démonstration accompagne aussi les élèves dans leurs apprentissages.

Vous créez un nouveau fichier assemblage, nous n'aurons pas la même extension, vous regarderez l'extension d'ailleurs elle n'est pas la même que les fichiers pièces. Vous cliquez sur nouveau et vous patientez le temps que le fichier s'ouvre. Tout l'arbre de fabrication de l'assemblage qui va apparaître ici là-haut. Il faut que j'aille chercher pièce par pièce. Vous allez commencer comme on vous dit dans le TP par aller chercher le porte-courrier parce que c'est la base. Donc on insère un porte-courrier. Il apparaît dans la fenêtre. Vous déplacez votre pièce comme bon vous semble. Suivez bien la fiche ressource pour repérer les différentes icônes qui peuvent se trouver ailleurs pour vous. Insérer des composants, je fais parcourir et je vais chercher un porte-bloc. Je le pose et fais un zoom au mieux. Ce que je veux faire c'est coller ce porte-bloc sur cette surface. Donc je positionne au mieux ma pièce et nous avons besoin des contraintes pour qu'il colle cette face sur le porte-courrier. Nous allons utiliser les contraintes géométriques pour forcer à assembler les 2 pièces par contrainte géométrique. Je sélectionne une face et je dis où je veux la mettre et comment : ici je veux que les deux faces soit coïncidentes. Il suffit de cliquer sur les faces à contraindre et d'appliquer la contrainte. Faites attention de ne pas faire des conflits entre les contraintes.

Toutes les autres interventions de l'enseignant se caractérisent par la tutelle. La durée du discours n'est pas la plus significative. L'enseignant intervient peu et les élèves aussi, ils ne s'expriment que rarement et de

manière très brève. Mais le mode de prise de parole du professeur est typique des interactions de tutelle. Par exemple, la phrase incomplète suivante « Il y a trois types de pièces : le porte-stylo, le porte-courrier et le porte ? » appelle une réponse des élèves qui n'ont plus qu'à la compléter.

2.3.4.4 L'excès de guidage de l'action des élèves

Le recours au « tout informatique » accentue un phénomène déjà connu en technologie. L'essentiel est communiqué par écrit dans des documents mis à la disposition des élèves. Cela se traduit par des échanges en classe qui ne mettent pas toujours les savoirs au cœur des interactions langagières mais plutôt un rappel des consignes surtout quand les documents, en l'occurrence électroniques, sont testés en classe pour la première fois :

Je voulais faire un petit rappel car la fiche consigne ne vous suffit pas. Si vous remarquez bien la fiche consigne, vous avez des numéros d'ordre pour les travaux, 1, 2 et 3. Alors premier travail, vous allez prendre connaissance des fichiers Solidworks que vous avez reçus. Chaque élève du groupe reçoit une partie du total : porte-stylo, porte-bloc et porte-courrier.

De ce point de vue, le contrat didactique est semblable dans ces aspects les plus pérennes avec les règles de travail habituelles en technologie. Les consignes sont transmises sous forme de documents qui déterminent le travail des élèves et quand l'enseignant intervient, il le fait toujours dans l'optique de guider les élèves dans la réalisation de la tâche qu'ils ont à effectuer. Du coup, le sens que les élèves donnent au travail qu'ils sont en train d'effectuer, échappe à l'enseignant et dans un contexte de travail et d'échange informatique ; finalement les élèves peuvent donner le change assez facilement. Le nez rivé sur leur écran, ce qu'ils font réellement échappe à la prise d'indicateurs en temps réel par l'enseignant pour savoir si les élèves suivent.

L'analyse de la séance appelle une remarque quant au dispositif d'enseignement tel qu'il a été prévu. Sans doute, la première exécution

d'une ingénierie permet-elle toujours des ajustements notables, et en l'occurrence l'organisation mise en œuvre notamment pour communiquer par fichiers interposés avec les élèves, et l'équilibre de la gestion du temps didactique méritent des ajustements. Il n'en reste pas moins que l'enseignant a pris à bras le corps les problèmes d'appropriation de l'outil par les élèves, tout en poursuivant le but qu'il s'était fixé. L'enjeu de dévolution du travail à faire est propice aux interactions de médiation. Mais pendant la séance, mis à part la présentation porteuse de cet enjeu, les interactions de médiation apparaissent bien lorsque l'enseignant tient à procéder à des ajustements qu'il n'a pas forcément anticipés mais qui visent à aider les élèves à surmonter les difficultés qu'ils rencontrent. Il réorganise les conditions de l'étude pour mieux faire progresser les élèves, ses interventions orientent son activité à des fins didactiques. Mais les interactions langagières ne sont pas les seules à organiser le travail de l'élève dans la séance, la mise en activité des élèves repose essentiellement sur les consignes données dans les documents et leur implication dans la réalisation de ce qu'ils ont à faire renvoie à une gestion de la situation d'enseignement-apprentissage qui n'est pas seulement balisée par les interventions de l'enseignant.

2.3.4.5 Le rôle joué par le dispositif informatique dans l'activité des élèves

Les élèves doivent se servir du dispositif informatique auquel ils ont accès pour effectuer le travail qui leur est demandé. Cela suppose qu'ils développent la genèse instrumentale qui leur permettra de se servir, d'une part, d'un logiciel de CAO pour modifier et assembler des représentations de pièces, et d'autre part, d'échanger des fichiers et informations relatives à ces pièces par messagerie. Le recours aux outils informatiques porte aussi bien sur l'acquisition de schèmes relatifs à l'instrumentation (tourné vers le maniement de l'outil) qu'à l'instrumentalisation (tournée vers la réalisation de la tâche).

Les élèves se sont davantage familiarisés avec l'ordinateur que ne l'imaginait l'enseignant, notamment pour la gestion de fichiers, alors qu'à l'inverse, la genèse instrumentale de Solidworks s'est avérée présenter plus de difficultés que prévu. Dans les deux cas, le dispositif matériel a joué le rôle d'instrument dans l'activité de l'élève qui ne pouvait réaliser les tâches sans se l'approprier.

2.3.4.6 Le rôle joué par le dispositif informatique dans l'activité de l'enseignant

L'enseignant a fait intervenir le dispositif informatique dans l'organisation des conditions d'étude en mettant en œuvre l'ingénierie prévue. Il se sert des ordinateurs dans la séquence d'enseignement parce qu'il est partie intégrante des tâches demandées aux élèves, mais il s'en sert aussi pour faire une démonstration avec vidéoprojecteur ; il utilise les fonctionnalités de l'outil dans ce qu'elles l'aident pour enseigner. Il s'en sert comme il pourrait montrer au tableau n'importe quel autre mode opératoire. Ce n'est que parce que le vidéoprojecteur lui permet de faire plus facilement ce qu'ils faisaient avant avec le tableau que l'enseignant l'utilise (cf. L'usage du vidéoprojecteur paragraphe 2.2.1 page 99). Le vidéoprojecteur lui permet de montrer instantanément les écrans sur lesquels les élèves doivent travailler.

2.3.4.7 Apports de la comparaison des deux disciplines et discussion

Dans les deux disciplines, le dispositif matériel a joué le rôle d'instrument dans l'activité de l'élève qui ne pouvait réaliser les tâches sans s'en approprier l'usage. Alors qu'en physique-chimie l'enseignant se sert de l'ordinateur pour permettre aux élèves d'apprendre, le savoir associé aux travaux pratiques d'optique, en technologie il s'agit d'apprendre en même temps à se servir de l'outil et à réaliser l'exercice de CAO. L'utilisation de l'outil informatique sert à enseigner dans les deux disciplines mais force est de constater qu'il constitue un savoir spécifique en technologie. Dès la

conception de la séance, la différence entre les deux disciplines porte sur le fait que le dispositif qui intègre les ordinateurs portables en réseau est utilisé pour enseigner quelque chose qui ne pourrait pas s'enseigner sans, en technologie (CAO et échanges internet), alors qu'en physique-chimie le recours au dispositif informatique ne modifie pas réellement le savoir enseigné (composition d'une couleur, synthèse additive) ni mais la manière de l'enseigner puisqu'il permet aux élèves de faire ce que l'enseignant aurait fait seul dans une démonstration. Finalement, ce ne sont pas les manières d'enseigner qui changent le plus puisque, bien qu'elles soient différentes, celles de technologie comme de physique-chimie sont plutôt confortées. La situation d'enseignement-apprentissage porte sur les savoirs d'optique en physique alors qu'elle concerne des savoirs de conception avec l'outil informatique en technologique. Les contrats didactiques habituels continuent à fonctionner même s'ils semblent plus difficiles à faire vivre : travail guidé en technologie et recours à un dispositif expérimental en physique (Boilevin & Brandt-Pomares, 2007). Alors que l'enjeu de savoir lui occupe une place fondamentale. C'est moins la manière d'enseigner qui change que ce qui est enseigné. L'objectif d'enseignement conduirait à modifier le savoir enseigné davantage que le moyen de l'enseigner. Cette nouvelle hypothèse mériterait d'être vérifiée.

2.3.5 Retour sur la problématique et discussion

Il est un fait que ni la première observation plutôt audacieuse, ni la seconde qui a été provoquée, ne peuvent servir pour parler de genèse instrumentale chez les enseignants. Bien au contraire, la difficulté à trouver des terrains d'observations et l'intervention des chercheurs pour accompagner les enseignants et les aider à produire les dispositifs mis en œuvre dans les situations d'enseignement-apprentissage témoignent de leur difficulté à s'engager seuls dans l'usage des ordinateurs portables

dans le face à face avec les élèves, mais pas dans les phases de préparation. Tous ceux que nous avons rencontrés venaient avec leur ordinateur et en avaient une pratique aguerrie.

De la même manière, les élèves dès la première observation montrent que l'usage de leurs ordinateurs existe bel et bien, mais indépendamment de l'enseignant (le fond d'écran, la musique,...). Cette appropriation de l'outil par les élèves est un fait marquant. Quand certains élèves continuent le travail à la maison, à l'insu de l'enseignant qui ne leur a rien demandé, cela montre à quel point c'est un objet personnel sur lequel les élèves ont un pouvoir d'agir.

Les élèves ont une relation individuelle avec l'objet qui intervient aussi dans la classe et qui pourrait être mise à profit dans l'apprentissage. Dans l'interaction avec l'ordinateur portable, le suivi de leur activité pourrait être balisé de façon automatique (Laisney, 2008 ; Laisney, Brandt-Pomares, & Ginestié, 2010) par des marqueurs produits par l'ordinateur que l'enseignant pourrait mettre à profit au moment de l'interaction dans la classe ou dans une trace conservée et analysée ensuite. Une recherche sur cette prise d'indices de l'activité des élèves pourrait s'avérer intéressante. Notamment du point de vue de la gestion de l'erreur, non seulement de l'identification de l'erreur éventuelle, mais du moment où elle survient et surtout de la possibilité d'intervenir dans la procédure et d'inférer le raisonnement suivi. Cela pourrait constituer un outil efficace de gestion de l'erreur mais plus largement d'ajustement des tâches à l'activité des élèves à des fins d'apprentissage.

Comme le souligne Ménant (2009), il n'y a pas de raison que le métier d'enseignant change « dans ses valeurs, ni fondamentalement dans ses objectifs ». Or les valeurs portées par une profession fondent l'identité professionnelle et déterminent pour ses membres les usages sociaux qui s'y rapportent. Ainsi, la résistance au changement ne suffirait pas à expliquer les réticences des enseignants qui sont les gatekeepers (Cuban, 2001) de ce qu'ils décident de faire avec les élèves. Ce sont eux qui sont

les derniers acteurs de la transposition didactique au sein de la classe. S'il faut du temps pour que les genèses puissent se faire, comment se déterminent-elles ? Quelles sont les vertus que les enseignants attendent de reconnaître à un outil pour décider de s'en servir et qu'il devienne un instrument professionnel au-delà de la préparation de la classe.

Pour qu'une praticienne ou un praticien chevronné modifie ses pratiques d'ordre pédagogique ou didactique, encore faut-il qu'il puisse imaginer, projeter et vivre des expériences de bénéfice réel tant au plan de la pratique que de ses effets sur les enfants auprès desquels il ou elle œuvre. Si les problèmes attendus sont supérieurs aux bénéfices escomptés, considérant que la large majorité des praticiennes et des praticiens sont des professionnels compétents et efficaces, il est peu probable qu'on voit émerger d'importantes modifications à leurs pratiques effectives (Larose, Grenon, & Palm, 2004, p. 123).

Je partage l'idée de Larose & al. selon laquelle l'enseignant qui n'y voit pas d'intérêt n'aura aucune raison de choisir de lui-même d'utiliser les TIC. Car ce que les enseignants peuvent et doivent exactement faire, relève essentiellement de leur propre expérimentation, de leur pratique volontaire et souvent individuelle (Boilevin & Brandt-Pomares, 2004). Encore aujourd'hui après plusieurs années de mise en œuvre de cette politique d'équipement, c'est aux enseignants qu'il appartient de choisir d'utiliser les ordinateurs portables ou de ne pas y avoir recours dans leur enseignement.

Pourtant, ce que les TICE permettent de faire, leurs affordances réelles (Conole & Dyke, 2004), ou autrement dit les potentialités qu'elles offrent en termes de médiation entre le sujet et l'objet peuvent ne pas être totalement perçues. L'affordance perçue traduit la relation entre sujet et objet dans un cadre où les conventions et les codes culturellement et socialement déterminés conditionnent l'usage d'un artefact (Andreucci, 2008). La distinction entre usage et utilisation est à cet égard révélatrice de l'utilisation prévue par le prescripteur ou le concepteur et de son actualisation dans l'usage de ceux qui s'en servent réellement.

L'usage que l'enseignant fait de l'outil dans son activité d'enseignement résulte, au moins pour partie, de l'affordance qu'il perçoit de l'outil.

The presence in a situation of a system that provides an affordance for some activity does not imply that the activity will occur, although it contributes to the possibility of that activity. (Greeno, 1994)

En fait, l'affordance perçue à propos des ordinateurs portables individuels des élèves plus généralement des TIC est largement insuffisante pour que les enseignants modifient leurs habitus professionnels. Tant qu'ils ne voient pas ce qu'ils peuvent faire d'intéressant avec, ou qu'on ne les accompagne pas dans cette voie (dans les programmes ou en formation) il n'y a aucune raison que leur activité se transforme et qu'une genèse instrumentale se produise.

Dans un contexte d'évolution de ces outils, il ne s'agit pas de prédire les usages que nous ne connaissons pas encore mais que la recherche accompagne les acteurs du système éducatif qui sont en première ligne avec les élèves.

**TROISIÈME PARTIE : PERSPECTIVES DE
RECHERCHE SUR L'ENSEIGNEMENT TECHNOLOGIQUE
INTÉGRANT LES TIC**

1 LE CADRE GENERAL DANS LEQUEL S'INSCRIVENT MES PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Mes travaux s'inscrivent dans le champ des recherches en didactique des enseignements technologiques. Elles s'enracinent dans des questions de praticienne qui concernent l'éducation technologique et portent sur les dispositifs d'enseignement nécessitant la mise en œuvre des TIC en tant qu'outils.

1.1 L'éducation technologique

L'enseignement d'une discipline a pour vocation l'élévation du niveau d'éducation et de formation des élèves. L'éducation technologique est entendue dans ce cadre au sens d'une alphabétisation (literacy) technologique. La création de la discipline technologie au collège en France, comme dans d'autres pays d'Europe a suivi le même mouvement et repose sur des finalités relatives à la connaissance du monde des objets (Dackers 2006, De Vries, 94 ; Deforge, 93 ; Layton & al. 1994 ; Middleton, 2005). Son inscription dans le système scolaire en tant que discipline d'enseignement général pour tous les élèves (COPRET, 1992) témoigne de cette volonté d'inscrire les finalités de la discipline dans un projet d'éducation pour tous et de culture partagée. Avec la création de cette nouvelle discipline, l'idée selon laquelle le rapport aux objets mérite un enseignement qui relève d'un champ de connaissances nouvelles, qui ne sont pas abordées dans d'autres disciplines et que tous les élèves doivent acquérir est consacrée. Sans résoudre tous les problèmes d'institutionnalisation, de mise en œuvre, de relations avec les autres disciplines,... le rapport de la COPRET (ibid.) décline les finalités ambitieuses qui contribuent au projet d'une éducation technologique commune qui vise la compréhension du monde des objets techniques (Deforge, 1970 ; De Vries, 1993 ; Ginestié, 1999a) dans une approche

anthropologique de la technique (Haudricourt, 1988 ; Simondon, 1989, Sigaut, 1985, 1994 ; Perrin, 1991a) et l'acquisition d'une culture technologique constitutive de la culture générale. Dans le rapport qui a conduit à la rédaction des premiers programmes de technologie *le terme « objet technique »* est spécifié. Dès 1985 il prend le sens large que lui donnent les différents auteurs qui intègre déjà ce qui ne s'appelle pas encore TIC :

Nota : Si le terme « objet technique » n'évoque que le matériel (outil, appareil, mécanisme, machine, bref le « hardware ») il peut paraître désuet à une époque où les technologies avancées (dite parfois de troisième vague) développe le travail sur l'information. [...] il conserve une valeur pédagogique certaine en concrétisant les informations. (COPRET, 1992, p. 4).

L'éducation technologique contribue à élever le niveau de conscience relatif à l'existence des objets techniques et traduit la lecture qui peut en être faite : à quoi servent-ils ? Comment sont-ils conçus, fabriqués ? Comment les utiliser ? Autant de questions qui traduisent la relation entre l'être humain et son environnement, et de ce fait, la portée anthropologique de cette relation. Les objets s'inscrivent dans un contexte social et ne prennent corps que dès lors qu'une relation sujet-objet est construite. En tant que construits sociaux, ils sont porteurs d'un ensemble de signifiants et de signifiés qui les inscrit dans une culture donnée. Autrement dit la nature de l'objet est définie par la nature de la relation instanciée dans le contexte social qui lui fait sens. Selon le type de relation, la nature de l'objet est radicalement modifiée conduisant ainsi à des objets différents (Ginestié, 2000; Haudricourt, 1988; Lebahar, 1998, 2009. Outil pour qui s'en sert pour travailler, produit pour qui le fabrique, l'achète, le vend,... C'est cette relation individuelle entre le sujet et l'objet qui donne du sens à l'objet et permet sa compréhension par le sujet dans un contexte social et culturel donné.

À l'aune des évolutions technologiques, le projet ambitieux à l'origine de la discipline conserve toute sa nécessité. Son absence à l'école reviendrait à exclure la compréhension du monde des objets techniques de la

compréhension du monde. Toute éducation est porteuse de valeurs ; en éducation technologique, ces valeurs rendent compte de praxéologies qui interrogent les rapports entre les objets techniques et leur inscription sociale et historique. Sans tenir compte de cette dimension sociale des objets, leur seule étude technique ne traduirait pas d'enjeux de savoir relatifs au pouvoir qu'ils confèrent aux sujets, ni à leur existence et à leur usage (Dackers, 2006 ; Ellul, 2001 ; Mioduser & Betzer, 2008 ; Nachmias & al. 2008 ; Pavlova, 2005)

1.2 Le pouvoir d'agir

La praxéologie rend compte du savoir sur l'objet. Elle renvoie au pouvoir d'agir (Clot, 2008 ; Bronckart, 2004 ; Rabardel & Pastré, 2005 ; Rogalski, 2008 ; Samurçay & Pastré, 2004 ; Vermesch, 1972 ; Weill-Fassina, 1979) sur l'environnement. Comme les autres animaux (Vauclair, 1995), l'être humain utilise des outils pour agir sur le monde. C'est dans l'action qu'il exerce sur le monde, que l'homme construit le sens qu'il donne à l'objet. Chez l'homme, la construction de savoirs qui passe par la construction du rapport à l'objet permet d'en apprécier sa portée, son usage, son utilité,.... Non seulement l'objet permet la transformation du réel mais la construction de savoirs étend la portée de son champ. Savoir et pouvoir d'agir sont indissociables. Savoir, c'est pouvoir agir, sur, avec, grâce, de manière à...

En intégrant toujours plus de savoirs les outils étendent leur potentialité d'action. La calculatrice embarque des savoirs mathématiques, ce qui permet a minima à celui qui s'en sert d'aller plus vite dans ses calculs que sans machine et d'effectuer des calculs qu'il ne pourrait pas faire sans. Toutefois, la calculatrice ne dispense pas d'apprendre à s'en servir, tout comme n'importe quel professionnel apprend à se servir des outils de sa profession. Les gestes et les outils de toutes les professions ont leur spécificité. Les ciseaux du coiffeur ne sont pas ceux des tailleurs (de vêtements ou de pierre), ni ceux de l'écolier. L'objet devient outil dès lors qu'il porte les marques intrinsèques d'inscriptions socialement partagées

de savoirs (Poitou, 1984 ; Rabardel, 1995). Apprendre à se servir d'un outil est un enjeu de savoir qui se traduit directement en pouvoir d'agir avec cet outil. Ce pouvoir d'agir s'exerce aussi sur le sujet lui-même et sur sa connaissance quand l'outil est un moyen d'apprendre.

1.3 L'activité

L'outil, pourtant porteur de toutes les inscriptions sociales qui l'ont précédé, ne révèle son potentiel d'action que dans l'usage qui en est fait par le sujet. L'outil, comme tout autre artefact, devient moyen de l'action du sujet qui lui attribue des fonctions. Ainsi, le cadre théorique sur lequel je m'appuie oblige à penser l'outil inséré dans l'activité (Vérillon & Andreucci, 2006). Le résultat de l'activité est obtenu grâce à la médiation de l'activité par les outils. Que ce soit par l'artefact chez Vygotski, ou par les mediating artefacts : tools and signs chez Engeström, ou encore par l'instrument chez Rabardel, on retrouve chez ces différents auteurs l'importance accordée à l'outil en tant que médiateur de l'activité. Typiquement chez Rabardel, l'outil devient instrument dans l'usage qui en est fait par le sujet, même en dehors de l'utilisation initialement prévue. Ainsi, l'objectif poursuivi dans l'activité détermine l'usage de l'outil. L'outil est un médiateur à la fois intermédiaire et moyen par lequel l'activité se réalise. Il est difficile de distinguer la manière dont l'outil est mis en œuvre, la technique, de l'activité dans laquelle il s'insère. L'outil non seulement participe de l'activité mais il la rend possible, il ne peut en être dissocié.

La complexité avec laquelle devrait être envisagé le rôle des outils montre qu'aucune séparation naturelle n'est repérable, qu'aucune frontière supposée ne résiste entre la vision du monde de l'individu et la construction de ses pratiques au cours de la médiation (Agostinelli, 2009)

Si les outils portent en eux une potentialité d'agir qui peut être socialement partagée, cette potentialité, aussi précise soit-elle dans l'esprit et la réalisation des concepteurs à l'origine des outils, ne se traduit en pouvoir d'agir que dans l'action du sujet qui a pu s'approprier l'outil dans la relation sujet-objet. Cette construction de l'instrument renvoie à des schèmes

procéduraux, le comment s'en servir, et des schèmes sémiotiques, le pourquoi s'en servir (Rabardel, 1995 ; Vérillon & Andréucci, 2006). Or, ces schèmes (Vergnaud, 1991) ne s'acquièrent pas toujours par auto adaptation et peuvent nécessiter un apprentissage particulier et faire l'objet d'un enseignement.

1.4 L'enseignement et l'apprentissage en éducation technologique

Pour le professeur, l'enseignement consiste à proposer des situations construites dans le but d'orienter l'activité des élèves avec les outils. Ces situations d'enseignement s'organisent à partir de tâches scolaires et de dispositifs didactiques susceptibles d'aider les élèves à les réaliser (Bastien, 2007 ; Bastien & Bastien-Toniazzo, 2004; Hérold & Ginestié 2011, Musial & Tricot, 2008a, 2008b ; De Vries & Tricot, 1998). Les tâches dévolues aux élèves et leurs conditions de réalisation sont significatives des actions nécessaires à la mise en œuvre des outils en fonction de leurs potentialités et de leur utilité sociale (Lebahar, 1998).

Ainsi, la genèse instrumentale escomptée dépend de l'orientation donnée à l'activité des élèves dans la situation proposée et de l'usage spécifique qui est fait de l'outil (Rabardel, 1995).

Pour l'élève, l'apprentissage consiste à développer une logique de réalisation d'un type de tâche en organisant et en orientant ses actions (Ginestié, 2008c ; Lebahar, 2008 ; Tricot, 2007). Cela suppose la planification et la construction d'une stratégie, la prise en compte d'éléments de régulation par la prise d'indice du déroulement des actions en comparaison de la planification prévue...(Galperine, 1966 ; Leontiev, 1974) Dans les situations d'apprentissage, les processus sont pilotés et se développent dans la logique de la réalisation de ce qu'il faut arriver à faire, le but de la tâche.

Ainsi, les apprentissages mettant en jeu des outils permettent la construction de techniques relatives aux gestes et de technologies relatives au sens donné à ces gestes. Dans les situations d'enseignement-apprentissage, l'ensemble technique-technologie contribue à produire du sens sur les finalités de l'enseignement, et en définitive sur son utilité perçue (Benson, 2006; Petrina, Feng, & Kim, 2008; Welch, 2007). L'atteinte du but assigné par la tâche guide les élèves. Leur conduite est fonction de la tâche choisie par l'enseignant, de son potentiel à générer les apprentissages des élèves par rapport à ce qu'ils savent déjà et ce qu'ils doivent apprendre. Autrement dit, du lien entre les connaissances et les processus d'apprentissage (Tricot, 2011). Dans cette approche, c'est la mise en tension entre ce qu'il faut faire, et donc savoir, et ce qui est fait, et donc appris, qui relève de l'articulation enseignement-apprentissage (Ginestié, 2008c ; 2009). Cette articulation ne peut réellement s'entendre que dans la mise en tension des logiques d'enseignement et d'apprentissage. Elles peuvent être concourantes, mais elles sont parfois concurrentes (Ginestié, 2008a). Dans la logique de l'enseignement se jouent la logique propre à l'enseignant mais aussi celle de la discipline. Le croisement de l'analyse de la tâche confiée aux élèves par l'enseignant et de l'activité des élèves permet de caractériser les interactions qui existent entre ces deux logiques et les effets produits par cette mise en tension (Ginestié, 1996). Comment, dans la confrontation entre ces deux logiques, la genèse instrumentale s'organise ? Comment les dispositifs peuvent-ils être suffisamment ouverts pour laisser place à une activité des élèves certes orientée par l'enseignant, mais pas complètement dictée. Quelles tâches ? Et comment les choisir pour que les élèves s'approprient l'objet dans une activité qui lui donne du sens ? C'est cette construction qui témoigne de l'apprentissage en termes d'opérationnalité, d'effectivité et d'efficacité (Leplat & Pailhous, 1981). C'est sur cet axe que je souhaite faire porter mes recherches. Ainsi, sur le plan didactique, les activités réalisées par les élèves organisent la genèse instrumentale et ainsi donnent du sens aux outils et à ce qu'ils peuvent faire avec. La tâche organise l'activité de l'élève et détermine ce qu'il va

construire de savoirs. En fonction des outils manipulés, il ou elle aura fait « de l'ordinateur », « du fer à souder »... A minima, l'élève retiendra l'outil utilisé et ce qu'il a fait avec en classe. Seulement quand l'apprentissage des outils nécessite un enseignement, n'importe quelle tâche assurant la mise en œuvre de l'outil ne garantit pas l'apprentissage du savoir, c'est à dire l'articulation entre ce qu'il peut faire avec et le sens qu'il donne à ce pouvoir d'agir. En fonction de l'activité produite par l'élève, la tâche sera porteuse d'une signification attribuée à l'outil ou d'une autre. Or, quand la forme scolaire se centre sur les procédures d'usage des outils au détriment de la signification de cet usage dans lequel ils s'insèrent, elle ne rend pas compte de la portée praxéologique de la manière d'agir sur et dans son environnement. La question du sens de ce qui est fait s'échappe alors, entraînant avec elle le projet d'éducation technologique. Il en est de même si le dispositif ne permet pas à l'élève d'intervenir sur la planification de ses actions. C'est le cas assez fréquemment à cause d'un guidage de l'action trop fermé. Comme on ne s'approprie un outil jamais que pour ce qu'il permet de faire, l'élève se construit un rapport à l'objet grâce à l'activité qu'il a en classe, mais celui-ci peut s'éloigner des potentialités et de l'utilité socialement admise de l'outil considéré. Cette approche en termes de tâche prescrite et d'activité réalisée permet d'identifier les éléments organisateurs et structurants qui agissent et interagissent dans ces processus d'enseignement-apprentissage.

En tant qu'outils informatisés, les TIC n'échappent pas à cette difficulté rencontrée à tous les niveaux de l'enseignement technologique encore très marqué par l'apprentissage de l'outil pour l'outil. Pourtant, le degré d'interactivité qu'elles permettent intéresse les processus d'enseignement-apprentissage.

1.5 L'interactivité des TIC

Les outils qui relèvent des TIC ont la particularité de présenter un fort potentiel d'interactivité (Balpe, 1997 ; Baron & Bruillard, 2008 ; Bruillard, 1997 ; Mabillot, 2000 ; Proulx S. & Senecal, 1995 ; Rouquette, 2008 ;

Sénécalm, 2006 ; Tricot & Ruffino, 1999 ; Tricot, 2007 ; Weissberg, 1999). Les réponses apportées par les outils font partie intégrante de l'activité dans laquelle ils interviennent. Ce sont les dispositifs et les tâches qui organisent les situations d'enseignement-apprentissages au cours desquelles les processus d'apprentissage se réalisent. Le potentiel d'interaction des outils peut jouer dans ce cadre un rôle important dans l'organisation des conditions de l'étude en intervenant dans la régulation de l'activité de l'élève. L'interactivité permet de transférer le contrôle à la machine et de jouer sur les niveaux de contrainte pris en compte et donc sur la complexité de la tâche qui est confiée aux élèves.

Les modalités directionnelles de l'échange, la rapidité, l'individualisation des réponses et la flexibilité des échanges permettent de caractériser l'interactivité possible entre l'outil et le sujet. Mais cette notion d'interactivité mérite d'être précisée:

Car elle peut revêtir des sens très différents depuis le déclenchement de l'étape suivante dans l'exposition d'une consigne jusqu'au contrôle par l'apprenant des paramètres d'une simulation pour en comprendre les règles de fonctionnement (Burkhardt, 2005)

Ce potentiel d'interaction nous intéresse par rapport à la régulation de l'activité. Il nécessite d'être spécifiée dans l'activité précise dans laquelle il intervient et d'être rapporté à l'activité de l'enseignant dont il est complémentaire. Ainsi, l'interactivité peut intervenir dans le déroulement de l'activité en confiant à l'environnement informatique une part du contrôle du déroulement de l'activité des élèves. La lecture de la tâche, la façon d'organiser son activité et d'orienter ses actions, ce qu'il prend en considération et ce qu'il ne voit même pas, permettent de caractériser les processus d'apprentissages de l'élève. L'activité instanciée dans la tâche permet d'analyser les difficultés rencontrées par les élèves pour en garantir, avec l'intervention de l'outil et celle de l'enseignant, un traitement efficace de nature à les surmonter, sans les éviter. Dans cette perspective, on peut repérer les difficultés rencontrées par les élèves, la manière dont ils les traitent, les stratégies adoptées et la planification de

leurs différentes actions pour adapter l'outil mis en œuvre de manière à ce qu'il intervienne pour favoriser les processus d'apprentissage. Étudier le rôle de l'interactivité dans le processus d'apprentissage et la manière dont l'enseignant peut organiser le dispositif ouvre des perspectives de recherche.

1.6 Orientation des recherches

Mes recherches portent sur l'intelligibilité des situations d'enseignement-apprentissage et des interactions élève, enseignant, savoir en éducation technologique. Dans le cadre scolaire, la question des savoirs en jeu porte aussi bien sur ce qui est enseigné et qu'il faut apprendre que sur ce qui est réellement appris. La finalité des situations d'enseignement-apprentissage réside dans leur efficacité en termes d'apprentissage.

Dans ces situations, je considère les TIC en tant qu'outils dont la genèse instrumentale repose à la fois sur l'acquisition des schèmes procéduraux, sur lesquels porte l'instrumentalisation, et des schèmes sémiotiques, sur lesquels porte l'instrumentation. Les deux étant indissociables de la genèse instrumentale qui donne du sens aux objets qui deviennent instruments dans l'activité et donnent au sujet un pouvoir d'agir sur le monde et sur lui-même et ainsi la possibilité de transformer le réel.

C'est toujours dans cette perspective que je propose de développer des recherches :

- i. sur l'élaboration de savoirs de référence technologiques relatifs à des activités médiatisés par les TIC pour lesquelles les pratiques méritent d'être analysés et formalisés ;
- ii. sur le rôle des TIC dans les situations d'enseignement-apprentissage technologiques en tant qu'instrument pour l'enseignant et pour l'élève ;

- iii. sur les processus d'ingénierie et développement professionnel des enseignants de technologie à propos de la construction de situations d'enseignement-apprentissage incluant les TIC.

2. TROIS AXES POUR ORIENTER LES RECHERCHES

2.1 Perspectives de recherches sur l'élaboration de savoirs de référence technologiques sur des activités médiatisés par les TIC

Les recherches que j'ai menées m'ont donné l'occasion d'examiner la question de l'élaboration des savoirs de référence pour l'enseignement à propos de la recherche d'information. Cette question de la référence est une question qui soulève encore des interrogations. La question des savoirs qu'une discipline d'enseignement prend en charge revêt des aspects particuliers en technologie à différents égards.

La discipline est une des plus récentes du système éducatif français, sans filiation scientifique unique elle repose sur des savoirs divers et elle puise sa référence externe dans des pratiques. Une fois résolue la question du choix des pratiques prises en référence, leur identification ne suffit pas à elle seule à définir les savoirs à transposer dans la classe.

Cette question des savoirs à enseigner, en l'occurrence sur la recherche d'information, a été à l'origine de ma thèse et m'a permis de développer une méthodologie d'analyse de l'activité inspirée de l'ergonomie. Les savoirs experts (Johsua, 1996) constituent très souvent une source de savoirs de référence dans la formation professionnelle. Leur formalisation est d'autant plus difficile que leur existence ne se justifie que pour leur transmission. L'approche en termes de savoirs experts nécessite ce travail didactique d'élaboration de savoirs sur la pratique qui m'a permis d'élargir la portée de la transposition didactique à des savoirs sur les pratiques. Depuis ma thèse, le développement des recherches en didactique dans d'autres disciplines que les disciplines scientifiques a permis de tester la portée du concept de transposition didactique dans des domaines confrontés à l'absence au moins partielle de référence savante

notamment dans le champ de la didactique professionnelle (Cheneval-Armand, 2010 ; Lebahar, 2001 ; Pastré, 1997 ; Pastré, 1992 ; Pastré, Mayen, & Vergnaud, 2006 ; Samurçay & Pastré, 2004). Dans ce domaine où les attentes sont spécifiquement liées à la mise en œuvre de pratiques, des transformations et réductions de pratiques professionnelles de référence relèvent de phénomènes et d'actes de transposition (Vergnaud, 1996). Dans les recherches menées au sein de Gestepro, Cheneval-Armand (2010) a mis en évidence la multi-référentialité, et la composition multi-dimensionnelle des savoirs et des processus d'identification à l'œuvre chez un élève dans la construction de ses connaissances.

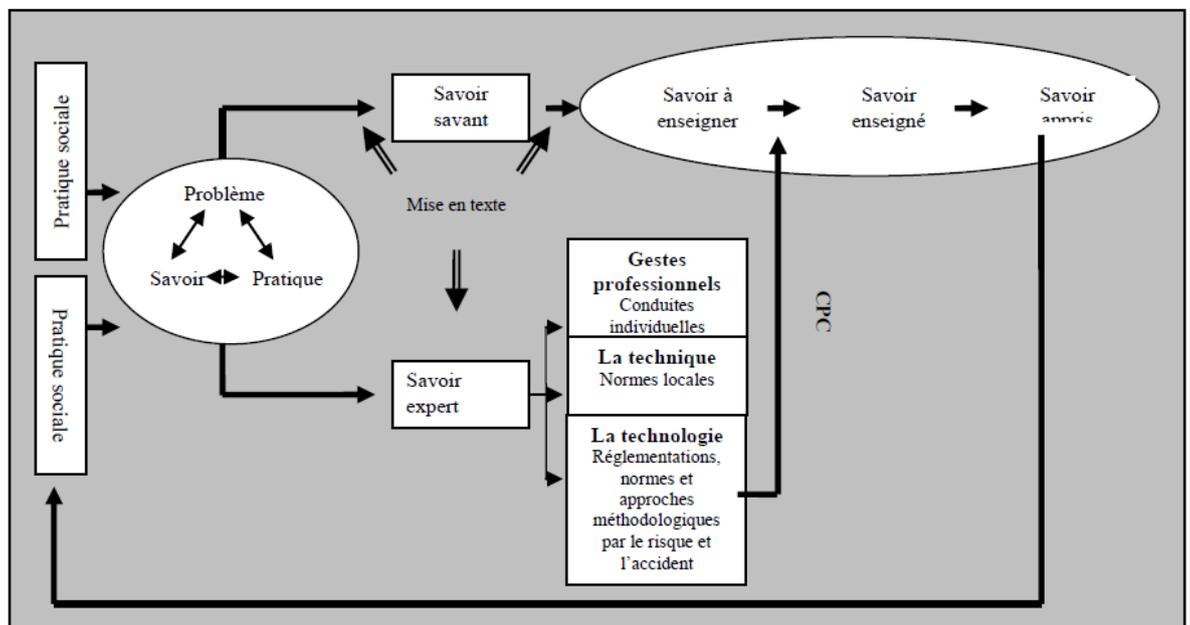


Figure 12 Processus d'élaboration des savoirs et transposition didactique des savoirs dans le domaine de l'enseignement de la santé et de la sécurité au travail (ES&ST) (Cheneval-Armand & Ginestié, 2009)

La Figure 12 illustre ces processus dans le domaine de l'enseignement de la Prévention des Risques Professionnels. Elle rend compte du fait que les savoirs enseignés nourrissent les pratiques. Et que ces pratiques, en retour, alimentent la transposition didactique. Cette conception de la transposition didactique rend compte de l'inscription des savoirs appris dans l'action et fonde l'idée simple selon laquelle la formation est un levier

de changement des pratiques. Pratiques qui, dès lors qu'elles s'avèrent efficaces, pertinentes, reproductibles et transmissibles, reposent nécessairement sur des savoirs.

Plus globalement, en intégrant la pratique sociale à l'élaboration des savoirs ce développement de la transposition didactique permet d'expliquer le rôle d'adaptation et d'émancipation que joue l'école dans le système économique et social dans lequel elle s'insère.

Questions de recherche

Toutes les pratiques sont déterminées par des savoirs spécifiques. Pour autant ceux-ci restent souvent non formalisés, voire non identifiés. Quelles sont les pratiques de référence de ce qui doit être enseigné ? Quelles sont les activités réelles dans lesquelles les TIC sont mises en œuvre, quelles sont les conditions et contraintes liées à leur mise en œuvre et quels sont les savoirs nécessaires pour leur mise en œuvre ? Ces questions sont celles soulevées dans le travail de thèse de Moukagni codirigée avec Jacques Ginestié. Il porte sur l'analyse des activités mettant en œuvre les TIC dans la pratique professionnelle des assistant(e)s de direction gabonais(es). Il s'agit d'analyser l'activité des professionnels pour en extraire les savoirs experts et ce qu'il y a d'impersonnel dans leur activité, c'est-à-dire les tâches. Proche de la modélisation dans la conception des EIAH et de l'ingénierie en didactique professionnelle, ma démarche s'initie par l'analyse de l'activité. Selon Pastré (2005), pour construire une formation qui a pour objectif l'acquisition et le développement de compétences professionnelles, il est important de procéder à une analyse du travail prescrit et réel. En d'autres termes, le détour par une analyse de la pratique professionnelle s'avère indispensable, voir Figure 13 Plan de la recherche (assistant-e de direction). L'enjeu de la thèse de Moukagni porte sur la construction d'éléments de référentiel de formation choisis pour l'instrumentation numérique qu'ils requièrent et leur mise en œuvre dans la formation des assistant(e)s de direction au Gabon. Il s'agit d'arriver à produire des conditions propices à ce que les élèves non

seulement sachent se servir des logiciels de bureautique, ce qui figure déjà dans les programmes et donne d'assez bons résultats mais qui n'est que peu mis en lien, à part en stage, avec l'activité d'assistant(e)s de direction, et ce que déplore les différents acteurs (employeurs, enseignants et élèves). Bien qu'elle concerne l'enseignement professionnel, cette recherche me paraît typique de ce qui relève aussi d'un problème de l'enseignement technologique à propos des apprentissages des TIC. C'est toute la question du sens, du pourquoi on fait les choses et pas seulement du comment, qui doit aussi être prise en charge dans tous les enseignements technologiques et professionnels.

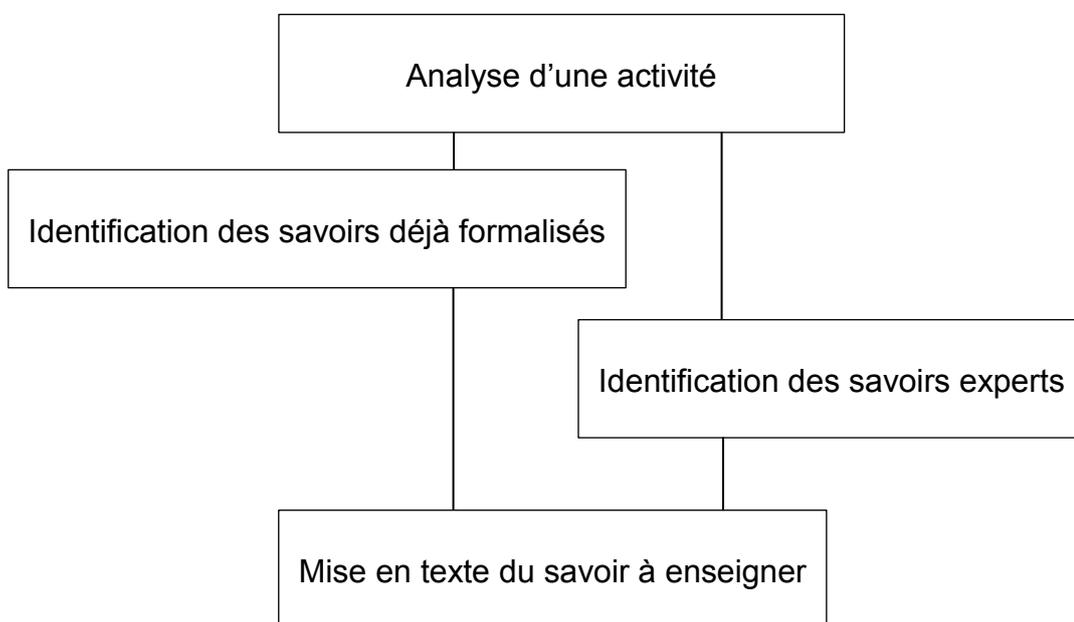


Figure 13 Plan de la recherche (assistant-e de direction)

Le cadre théorique de ce type de recherche articule approche ergonomique et didactique non pas pour étudier directement l'activité de l'enseignant mais bien en amont de la classe pour définir ce qu'il doit enseigner. Depuis l'analyse de l'activité prise en référence à la définition des savoirs qui pourront être mis à l'étude en situation d'enseignement et de formation.

En développant la compréhension de ce qui se joue dans l'extraction des savoirs experts (ceux produits grâce à l'analyse de l'activité) et leur articulation avec les savoirs déjà formalisés par ailleurs, il s'agirait à terme de contribuer une modélisation des activités médiatisées par les TIC pour les enseignements technologiques. Quelle pratique ? Quel problème ? Quels enjeux ? Quels buts ? Quels outils ? Quelles situations ? Quelles logiques d'actions ? Quelles évolutions ?...

Ce qui n'est encore qu'un projet de recherche entre en résonance avec une meilleure identification des savoirs technologiques pour lesquels savoirs et activité s'articulent pour offrir une alternative possible à un enseignement trop exclusivement centré sur l'apprentissage des fonctionnalités des logiciels.

2.2 Perspectives de recherche sur le rôle des TIC dans les situations d'enseignement-apprentissage technologiques

Les situations d'enseignement au cours desquelles l'activité de l'enseignant et celle de l'élève peuvent être analysées constituent des objets d'études privilégiés pour mes recherches. Cet axe qui porte sur le rôle que jouent les dispositifs dans les situations d'enseignement-apprentissage est pour moi central. Il constitue à la fois le ferment problématique et le terrain de la recherche. En effet, c'est dans la tâche que l'enseignant prévoit pour l'élève que peuvent se réaliser les apprentissages.

Les TIC présentent un niveau d'interactivité que les autres instruments habituellement utilisés par les enseignants ne présentent pas. Cela confère au TIC un statut particulier qui prend un tour complètement différent en regard des outils à faible niveau d'interaction. En effet, il est commun de dire qu'un outil prolonge le geste et les capacités de l'être humain (Simondon, 1989 ; op.cit) et il est aussi communément admis que l'automatisation puisse le libérer de certaines tâches. Mais les réponses

du système qui interviennent dans la relation homme-machine prennent un tour nouveau avec les TIC. C'est sans doute un des éléments moteur du développement que celles-ci connaissent ces dernières années. Ces nouveaux niveaux d'interactivités portés par les TIC ne sont pas sans conséquence sur le rôle qu'ils jouent dans le processus d'enseignement-apprentissage. La réactivité d'un système ou la potentialité interactive d'un dispositif sont porteurs de l'intentionnalité du concepteur (Dutoit & al., 2011). Avec le concepteur, l'enseignant n'est donc plus le seul responsable de l'usage que les élèves font des ressources.

2.2.1 Questions de recherche

Quelle incidence ces potentialités des TIC qui peuvent absorber, orienter et réguler l'activité, ont-elles sur les situations d'enseignement-apprentissages ? Comment l'enseignant peut-il organiser les tâches des élèves ? Quelles sont-elles qu'il choisit ? Comment arbitre-t-il entre ce qui revient au TIC et ce qui reste à la charge de l'élève ? À sa charge ? Quel est le potentiel cognitif des tâches ? Et comment se joue cette répartition de la médiation entre TIC et enseignant ?

L'activité de l'élève requiert dans ce cadre une attention particulière. L'interactivité permet de transférer le contrôle à la machine, elle permet d'intervenir dans le processus d'apprentissage en provoquant la régulation de l'activité de l'élève. Ce qui reste à la charge de l'élève et ce qui relève des TIC revêt un intérêt majeur pour l'analyse des interactions professeur-élève-savoir et de leurs effets sur les apprentissages des élèves. Ceux-ci ne peuvent entrer en ligne de compte qu'à propos de savoirs précis.

2.2.2 L'activité de conception et la CAO en Classe de 4e

La thèse de Laisney que je codirige avec le Professeur Ginestier porte sur l'activité de conception. Cette activité revêt un caractère fondamental en éducation technologique pour aborder la question du mode d'obtention

des objets. Trop souvent les enjeux de conception qui relèvent de l'élaboration de solutions variées laissent place au seul apprentissage des fonctionnalités d'un logiciel de CAO. Dans l'activité de CAO étudiée, comme dans toutes les activités, l'usage des outils informatisés est spécifique de l'activité mise en œuvre. Les schèmes d'usage, liés à l'utilisation de l'outil, et les schèmes d'activité instrumentée, qui permettent d'atteindre le but de l'activité, sont liés. L'enjeu des situations d'apprentissage n'est jamais restreint totalement à l'apprentissage du maniement de l'outil mais de l'activité de laquelle il est au service. Ainsi la technique et son activité concomitante ne sont pas séparables d'où l'intérêt de bien choisir l'activité pour rendre compte des potentialités de l'outil (Norman, 1988 ; Kaptelinin, 2003), C'est ce que fait Laisney en s'attachant à montrer que l'enseignement peut-être piloté par l'enjeu de résolution d'un problème de conception ouvert.

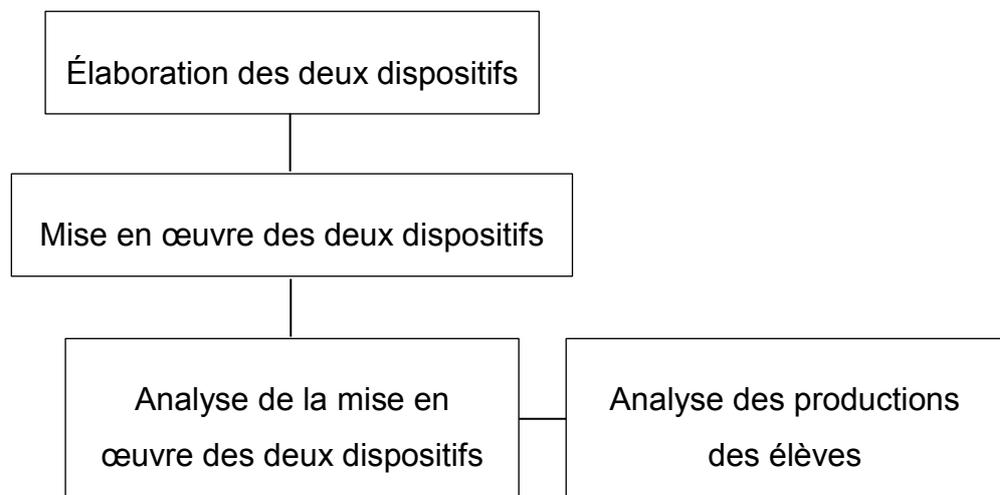


Figure 14 Plan de la recherche (CAO)

Ainsi, il étudie deux tâches de conception (Gounon & Leroux, 2010 ; Gounon, Leroux, & Dubourg, 2005) dans lesquelles la recherche de solutions passe par l'élaboration d'intermédiaires graphiques produits soit à main levée, soit avec un logiciel de CAO. Le choix laissé aux élèves dans la phase créative atteste de l'usage du logiciel de CAO (comme du

dessin à main levée d'ailleurs) en tant qu'instrument au service de la formalisation des idées et de l'objectif de l'activité. L'analyse devrait être poursuivie pour identifier ce qui est pris en charge par le logiciel (dimensions, échelle, modélisation dans l'espace,...) et ce qui est laissé à la charge de l'élève.

Les situations analysées ont fait l'objet d'une élaboration spécifique dans le but de montrer comment les processus de recherche de solutions peuvent s'enrichir des deux modes de productions d'intermédiaires graphiques dans la phase créative : dessin à main levée et utilisation de logiciel de CAO. Les productions graphiques des élèves complètent le protocole (cf. Figure 14 Plan de la recherche (CAO)) dans une approche méthodologique mixte qui combine qualitatif et quantitatif.

2.2.3 Le choix des logiciels en fabrication mécanique

Dans la thèse d'Abouelala que je codirige avec le Professeur Ginestié et qui est en cotutelle avec le professeur Taha-Janan de l'ENSET de Rabat, la recherche menée porte sur le rôle des outils de modélisation et de simulation (OMS) utilisés pour la CFAO. Dans l'industrie la préparation de la fabrication mécanique sur MOCN (machine-outil à commande numérique) s'effectue grâce à ces OMS dont l'usage s'est généralisé dans l'industrie. La question de la formation à ces outils s'inscrit dans un projet de formation professionnelle des étudiants qui doit à la fois assurer la connaissance des logiciels actuels utilisés dans l'industrie pour la fabrication mécanique et l'adaptation à leur possible évolution. L'analyse des activités dans lesquelles ils peuvent être mis en œuvre est un moyen d'en spécifier l'intérêt didactique en fonction des apprentissages qu'ils rendent possibles.

La question qui se pose est celle du choix de tel ou tel OMS plutôt qu'un autre. Une enquête à partir d'un questionnaire (cf. Figure 15) a mis en évidence la disparité des logiciels utilisés (Abouelala, Taha Janan, &

Brandt-Pomares, 2012), l'idée est d'identifier pour chacun d'eux ce qu'il permet de faire et proposer une méthodologie d'analyse des OMS pour l'enseignement dans un but de mise en œuvre des OMS les plus adaptés aux apprentissages visés.

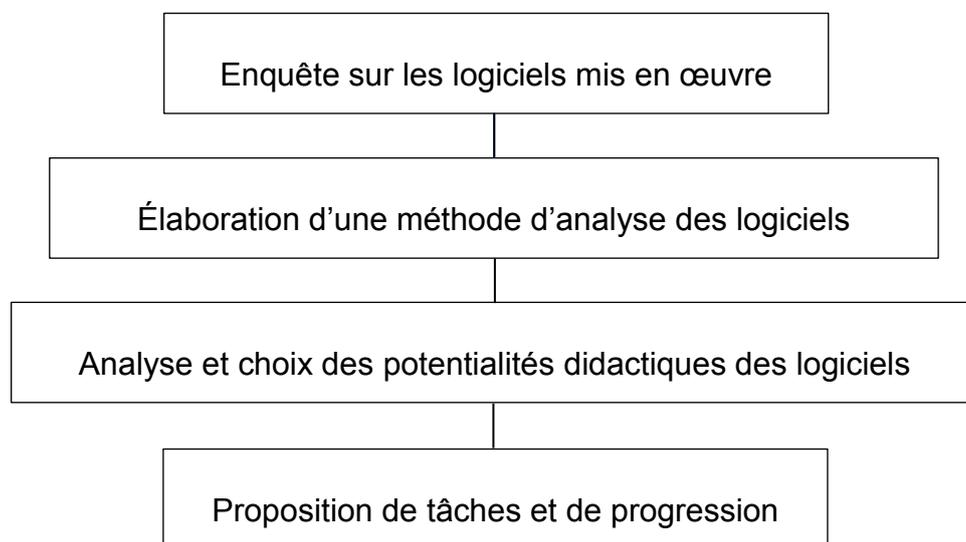


Figure 15 Plan de la recherche (OMS en CFAO)

Cela nécessite une analyse des logiciels, de la portée didactique qu'ils peuvent avoir en fonction des savoirs à acquérir, des tâches qui peuvent être proposées et de leur progression. La méthodologie prévue est mixte. Elle combine les données quantitatives des questionnaires à l'analyse didactique des logiciels et de leur usage.

Ces deux recherches bien que distinctes s'attachent à mieux comprendre le rôle joué par les TIC dans les situations d'enseignement-apprentissage notamment du point de vue de la tâche comme expression de la relation professeur-élève-savoir.

Ces recherches s'inscrivent dans une perspective de modélisation d'élaboration de tâches signifiantes en éducation technologique et dans les enseignements technologiques qui ne privilégient pas seulement l'instrumentalisation.

2.3 Ingénierie et développement professionnel des enseignants

Les situations d'enseignement-apprentissage médiatisée par les outils informatisés et les tâches proposées aux élèves constituent l'objet central de mes recherches. L'analyse de l'activité de l'enseignant et de celle de l'élève étant privilégiée pour étudier les processus d'enseignement apprentissage.

L'activité de l'enseignant étant à l'origine de l'activité de l'élève. Dès lors qu'un enseignement requiert la mise en œuvre de matériel, celui-ci occupe une place de médiateur. Médiateur, pour aboutir à un résultat qui se mesure au fait que les élèves ont appris, grâce à l'activité du professeur. En d'autres termes, c'est ce que l'enseignant demande de réaliser avec l'outil (la tâche) qui doit être porteur de l'activité de l'élève. L'élaboration et le choix des tâches est donc capital. Comme le montre l'analyse en termes d'articulation entre tâche et activité développée ces dernières années dans l'équipe de recherche Gestepro (Brandt-Pomares, 2008 ; Cheneval-Armand & Ginestié, 2008 ; Ginestié, 2008a, 2008b, 2008c ; Laon & Lebahar, 2008 ; Vérillon, 2008). C'est la dimension didactique de l'activité de l'enseignant quand elle est médiatisée par les outils informatiques que j'essaie de mieux comprendre pour la développer.

En effet, réunir les conditions pour que chaque enseignant puisse développer son activité dans ce sens, interroge plus largement la question de l'articulation entre le monde de la recherche en éducation et les pratiques enseignantes. Elle bute aujourd'hui sur la difficulté à répartir le travail d'ingénierie (la conception et la mise en œuvre) entre chercheurs, formateurs et enseignants. Et donc, d'une certaine manière, sur la répartition des tâches dans une organisation qui respecterait le travail de chacun et s'enrichirait de compétences distinctes. J'ai abordé ces questions d'ingénierie dès mes travaux de thèse en butant sur la difficulté à inscrire dans sa pratique de classe, une élaboration qui malgré toutes

les précautions prises, notamment de travail en commun, s'avérait en définitive comme parachutée par l'enseignant. Pourtant, je continue à penser que le développement d'ingénieries didactiques n'est pas une impasse et constitue un enjeu pour la didactique (Dupin & Johsua, 1997, p. 102) et en particulier celle de l'éducation technologique (Ginestié, 1999a, p. 117). Ces questions font l'objet de préoccupations bien connues qui se posent de manière aigüe à propos de la diffusion de dispositifs élaborés à partir des savoirs déjà identifiés mais dont la mise en œuvre dans des situations d'enseignement-apprentissage pose le problème de l'intervention du chercheur dans l'activité des enseignants et plus largement de la diffusion des savoirs produits par la recherche en éducation. J'ai avancé dans cette voie, contrainte par la nécessité de provoquer les situations d'enseignement à observer et d'élaborer en conséquence des ingénieries mises en œuvre avec des ordinateurs portables (Boilevin & Brandt-Pomares, 2007 ; Boilevin, et al., 2005 ; Brandt-Pomares & Boilevin, 2007, 2009). J'avais alors déjà associé plusieurs enseignants à la démarche.

Avec d'autres chercheurs de Gestepro, je continue à expérimenter ce travail d'articulation entre le monde de la R&D et celui de son application à propos de la démarche d'investigation en physique-chimie, en SVT et en technologie. Nous avons mis en place une organisation de groupe de travail qui réunit chercheurs et enseignants (Boilevin & Brandt-Pomares, 2009) qui tend à ce que les enseignants s'approprient les résultats de la recherche, sans que les chercheurs idéalisent leur mise en œuvre. Ce type de travail accompagne les enseignants en tenant compte de leur professionnalité, de la complexité de leur tâche, et en leur donnant les moyens de l'appropriation des résultats de la recherche, au-delà d'une prescription normative qui ne favorise pas le développement professionnel et la pratique réflexive (Brandt-Pomares, 2009 ; Brandt-Pomares, et al., 2008 ; Brandt-Pomares, Chatoney, Martinez, Mistre, & Oliveri, 2006 ; Brandt-Pomares, Ginestié, Roustan, Chatoney, & Boilevin, 2010).

Ce dispositif se distingue de la formation, en instaurant des règles de fonctionnement au sein du groupe, qui font que les chercheurs s'interdisent tout jugement de valeur sur ce que les enseignants proposent. La présence de plusieurs enseignants-chercheurs joue dans ce cadre le rôle d'un collègue de chercheurs qui aide à respecter cette règle. Le but premier n'est pas un but de formation des enseignants. Il consiste à l'élaboration de dispositifs d'enseignement en commun que les enseignants mettent ensuite eux-mêmes en œuvre dans leur classe. Cette organisation vise à favoriser l'appropriation du dispositif dont la mise en œuvre pour valider l'intérêt du dispositif fait aussi l'objet d'une analyse. Il ne s'agit pour l'instant pas encore de recherche proprement dite, encore mais bien d'ingénieries. Mais à terme, je souhaite que mes recherches permettent de caractériser les processus didactiques qui portent sur l'organisation des situations scolaires articulant dispositifs d'enseignement et tâches apprentissage inscrite dans le travail de l'enseignant. Ces ingénieries me paraissent être un moyen original de m'en approcher. L'objectif de ces recherches étant de dégager les conditions qui rendent possible une certaine forme de transfert technologique utile en particulier pour la formation continue des enseignants.

Mes recherches sont conduites dans l'équipe Gestepro du laboratoire ADEF et dans le périmètre de l'IUFM où j'exerce aujourd'hui. Après avoir exercé 8 ans dans l'enseignement secondaire, mon activité d'enseignante, est depuis quinze ans orientée vers la formation initiale et continue des enseignants. L'université est le lieu de diffusion du savoir qu'elle produit. Et l'université française est désormais l'institution en charge de la formation initiale des enseignants. La création des IUFM en 1991 a initié un processus chaotique d'universitarisation de la formation. Pendant près de vingt ans, les IUFM ont oscillé entre école professionnelle et formation universitaire. Une formation professionnelle universitaire attestée par un master spécifique distinct du master disciplinaire pour le 2nd degré n'est possible que depuis la réforme récente, dite de la mastérisation, en 2009.

Pour autant, mon parcours de recherche s'est inscrit d'emblée, depuis mon recrutement à l'IUFM d'Aix-Marseille en 1996, dans cette perspective de nourrir la formation professionnelle des enseignants des savoirs produits par la recherche. Cette approche s'inscrit en faux avec la conception qui renvoie l'exercice de la profession d'enseignant à un métier d'exécution et la diffusion de recettes peu étayées sur le plan scientifique.

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'enjeu de mes recherches sur l'efficacité de l'enseignement en termes d'apprentissage de savoirs technologiques.

Bibliographie

- Abouelala, M., Taha Janan, M., Brandt-Pomares, P., (2012), Évaluation qualitative des outils de modélisation et de simulation dans l'enseignement de la conception et la fabrication assistées par ordinateur, congrès de l'association internationale de pédagogie universitaire (AIPU), Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR), 14-16 mai 2012, Trois-Rivières. P. 99-119
- Adell, N. (2011). *Anthropologie des savoirs*. Paris: Armand Colin.
- Agostinelli, S. (2009). Comment penser la médiation inscrite dans les outils et leurs dispositifs ? Une approche par le système artefactuel. *Distances et savoirs* 7(3), 355-376.
- Albero, B. (2004). Technologies et formation : travaux, interrogations, pistes de réflexion dans un champ de recherche éclaté. *Savoirs*, 2(5), 9-69.
- Allen, D., Karanasios, S., & Slavova, M. (2011). Working With Activity Theory: Context, Technology, and Information Behavior. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 62(4), 776-788.
- Alluin, F. (2010). Les technologies de l'information et de la communication (TIC) en classe au collège et au lycée : Éléments d'usages et enjeux. Paris : Département des études, de la prospective et des statistiques, n° 197
- Amalberti, R., de Montmollin, M., & Theureau, J. (1991). *Modèles en analyse du travail*. Liège: Pierre Mardaga.
- Amigues, R. (1994). *Construction des faits d'enseignement et voies de recherches en psychologie de l'éducation. Un exemple, les technologies éducatives*. [S.l.]: [s.n.].
- Amigues, R., & Ginestié, J. (1991). Representations and Strategies of Students Learning the Grafcet Command-Language. *Travail Humain*, 54(1), 1-19.
- Andreucci, C. (2008). The structuring role of artefacts in thought development. In J. Ginestié (Ed.), *The cultural transmission of artefacts, skills and knowledge: Eleven studies in technology education* (pp. 21-41). Rotterdam: Sense Publishers.
- 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, A. Rasinen, J. Ginestié & J. Dakers (Eds.), *European Project UPDATE* (pp. 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.
- Andréucci, C., Froment, J.-P., & Vérillon, P. (1996). Contribution à l'analyse des situations d'enseignement/apprentissage d'instruments sémiotiques de communication technique. *Aster* (Vol. 23, pp. 182-211). Paris INRP.
- Aumont, B., & Mesnier, P.-M. (1992). *L'acte d'apprendre*. Paris: PUF.
- Bachelard, G. (1967). *La formation de l'esprit scientifique : contribution à une psychanalyse de la connaissance objective* (5e ed.). Paris : J. Vrin.
- Balanskat, A., Blamire, R., & Kefala, S. (2006). *The ICT impact report: A review of studies of ICT impact on schools in Europe*. European Schoolnet.
- Baldy, R., & Weill-Fassina, A. (1986). Activités propres à l'espace graphique : le rôle des différents aspects moteurs et des représentations construites et utilisées lors de l'exécution et de la lecture de formes graphiques, . *Technologies, Idéologies et Pratiques*, V (4) & VI (1), 75-83.
- Balpe, J.-P. (1997). Hypertexte et interactivité. *Hypertextes et hypermedias*, / (1), 11-22.
- Baron, G.-L. (1989). *L'informatique, discipline scolaire ? le cas des lycées*. Paris : PUF.
- Baron, G.-L. (2009) Des Tice aux environnements numériques en milieu scolaire : contexte et perspectives. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques*. Lyon : INRP, 215-226.
- Baron, G.-L. (2011). Learning design. *Recherche & formation*, 3, 68. p. 109-120.
- Baron, G.-L., & Bruillard, É. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Paris : Presses universitaires de France (L'Éducateur).
- Baron, G.-L., & Bruillard, É. (2001). Une didactique de l'informatique ? *Revue Française de Pédagogie*, 163-172.

- Baron, G.-L., & Bruillard, É. (2007). ICT, educational technology and educational instruments. Will what has worked work again elsewhere in the future? *Education and Information Technologies*, 13, Springer Netherlands.
- Baron, G.-L., & Bruillard, É. (2008). Technologies de l'information et de la communication et indigènes numériques : quelle situation ? *STICEF*, 15, http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2008/09r-baron/sticef_2008_baron_09.htm dernière consultation le 16 novembre 2012.
- Baron, G. L., & Bruillard, É. (2011). L'informatique et son enseignement dans l'enseignement scolaire général français : enjeux de pouvoirs et de savoirs. In Lebeaume Joël, Hasni Abdelkrim et Harlé Isabelle (dir.), *Recherches et expertises pour l'enseignement scientifique*. Bruxelles : De Boeck, p. 79-90
- Baron, G.-L., Bruillard, É., & Chaptal, A. (1997). From personal use to classroom use-implications for teacher education in France. In: D. Passey and B. Samways (Eds.). *Information technology supporting change through Teacher Education*. London: Chapman & Hall. 161-168
- Baron, M., Guin, D., & Trouche, L. (2007). *Environnements informatisés et ressources numériques pour l'apprentissage : conception et usages, regards croisés*. Paris: Hermès.
- Bastien, C. (1997). *Les connaissances, de l'enfant à l'adulte*. Paris: Armand Colin
- Bastien, C., & Bastien-Toniazzo, M. (2004). *Apprendre à l'école*. Paris: Armand Collin.
- Beaufils A. (2003).- Recherche documentaire sur Internet, utilisation de l'assistant ARI par des élèves de lycée. in C. Desmoulins, P. Marquet & D. Bouhineau. *EIAH2003 Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Strasbourg, 15,16 et 17 avril. Paris : INRP, 421-428.
- BECTA. (2007). *Harnessing Technology Review 2007: Progress and impact of technology in education*. 76 p.
- Benson, C. (2006). Système éducatif et formation des enseignants en Angleterre (J. Ginestié, Trans.). In J. Ginestié (Ed.), *Formation des enseignants, au-delà des apparences, quelles différences?* (2e ed., pp. 37-46). Santiago (Chili): Los Salesianos SA.

- Bigot, R., & Croutte, P. (2009). *La diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française*. Paris CREDOC Centre de Recherche pour l'Etude et l'Observation des Conditions de Vie.
- Blondel F.-M. (2001). La recherche d'information sur internet par des lycéens, Analyse et assistance à l'apprentissage, in : de Vries E., Pernin J.P., Peyrin J.P. (eds), *Hypermédiats et Apprentissages 5* : Actes du cinquième colloque. Grenoble, 9, 10, 11 avril 2001 - Paris : INRP-EPI, pp. 119-133.
- Blondel F.-M. (2003). Observer, et évaluer les activités de recherche d'information sur internet. in Desmoulins, C., Marquet, P. & Bouhineau, D. EIAH2003 *Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain*. Strasbourg, 15,16 et 17 avril. Paris : INRP, 429-436.
- Blondel, F.-M., Goffard, M., Goffard, S., & Schwob, M. (2004). Pratiques documentaires d'élèves en travaux personnels encadrés (French). Documentation in « Supervised Individual Work » (English) (39), 91-121.
- Boilevin, J.-M., & Brandt-Pomares, P. (2004). Ordina 13 : vers la réduction de la fracture numérique ? *Éducation Technologique*, 24, 13-14.
- Boilevin, J.-M., & Brandt-Pomares, P. (2007, 28-31 août). Intégration d'ordinateurs portables dans l'organisation de l'étude en physique et en technologie. Symposium pratiques professionnelles et environnements numériques dans l'enseignement ; questions méthodologiques et résultats de recherches. Paper presented at the Congrès international d'actualité de la recherche en éducation et formation : continuités et ruptures entre évaluation des pratiques et évaluation de l'analyse des pratiques professionnelles, Strasbourg.
- Boilevin, J.-M., & Brandt-Pomares, P. (2011). Démarches d'investigation en sciences et en technologie au collège : les conditions d'évolution des pratiques. In M. Grangeat (Ed.), *Les démarches d'investigation dans l'enseignement scientifique. Pratiques de classe, travail collectif enseignant, acquisitions des élèves*. Lyon : École Normale Supérieure de Lyon, 51-61.
- Boilevin, J.-M., Brandt-Pomares, P., Givry, D., & Pedregosa, A. (2012). Enseignement des sciences et de la technologie fondé sur l'investigation : Étude d'un dispositif collaboratif entre enseignants de collège et chercheurs en didactique. In B. Calmettes (Ed.). *Didactique des sciences et démarches d'investigation : Références, représentations, pratiques et formation* (pp. 199-221) Paris : L'harmattan.

- Boilevin, J.-M., Brandt-Pomares, P., & Ranucci, J.-F. (2005). *Un ordinateur portable pour chaque élève : quelles influences sur les enseignements scientifique et technologique au collège*. Paper presented at the Actes des Quatrièmes Rencontres Scientifiques de l'ARDIST, Lyon.
- Boilevin, J.-M., & Dumas-Carré, A. (2004). *Fonctions de la verbalisation dans l'apprentissage de règles de schématisation en électricité au collège*. Paper presented at the Colloque Faut-il parler pour apprendre ? Dialogues, verbalisation et apprentissages en situation de travail à l'école : acquis et questions vives, Arras.
- Bonfadelli, H. (2002). The Internet and Knowledge Gaps: A Theoretical and Empirical Investigation. *European Journal of Communication* (Vol. 17, pp. 65-84). London: SAGE Publications.
- Borlet, D. (2007). *Que savent les élèves à propos d'Internet ?* Unpublished Mémoire professionnel IUFM d'Aix-Marseille.
- Brandt-Pomares, P. (1998a). *Approche didactique de l'introduction d'un nouvel objet d'enseignement en technologie : Les technologies de l'information*. Mémoire de DEA de Sciences de l'éducation. Université de Provence Aix-Marseille I.
- Brandt-Pomares, P. (1998b). *L'introduction des technologies de l'information dans l'enseignement de la technologie*. Paper presented at the XXI^e journées internationales sur la communication, l'éducation et la culture scientifiques et industrielles, technologies-Technologie.
- Brandt-Pomares, P. (2003). *Les nouvelles technologies de l'information et de la communication dans les enseignements technologiques : De l'organisation des savoirs aux conditions d'étude : didactique de la consultation d'information*. Thèse de doctorat de l'Université de Provence (mention sciences de l'éducation), Aix en Provence. Available atelier national de reproduction des thèses, Lille.
- Brandt-Pomares, P. (2005, June 24-28). *A laptop for each pupil: An analysis of technology education teacher activity*. Paper presented at the 5th International Primary Design and Technology Conference, Birmingham.
- Brandt-Pomares, P. (2007). *Le développement de CLASSIP, soutien scolaire et accompagnement à la scolarité*. Paper presented at the « École étendue »

- Brandt-Pomares, P. (2008). Searching for information on the internet about the link between task and activity. In J. Ginestié (Ed.), *The cultural transmission of artefacts, skills and knowledge : Eleven studies in technology education*. Rotterdam : Sense Publishers, 173-192.
- Brandt-Pomares, P., & Boilevin, J.-M. (2009). Ordinateurs portables et médiations dans l'enseignement : le cas de deux situations en physique et en technologie. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques*. Lyon : INRP, 83-105.
- Brandt-Pomares, P. (2009, 27-28 janvier). *Formation des enseignants et culture technologique, L'exemple du module Techno-pro*. Paper presented at the Colloque international de l'AEET : Professeur de technologie, spécialité et formation ? Rennes.
- Brandt-Pomares, P. (2011a). *Didactique de la recherche d'information en éducation technologique* : saarbrücken : Editions Universitaires Européennes.
- Brandt-Pomares, P. (2011b). L'Intégration des TICE dans les pratiques des enseignants de sciences et technologie à propos de la démarche d'investigation. In G.-L. Baron, E. Bruillard & V. Komis (Eds.), *Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif : Analyse de pratiques et enjeux didactiques*, DIDAPRO 4. Université de Patras: Athènes : New Technologies Editions, 65-68.
- Brandt-Pomares, P. (2011c). Technological Education : The issue of Information retrieval via the Internet. In C. Benson & J. Lunt (Eds.), *International Handbook of Primary Technology Education ; Rewriting the past twenty years*, Vol. 7, 151-166). Birmingham : Sense Publishers.
- Brandt-Pomares, P. & Boilevin, J.M. (2007). L'ordinateur portable comme instrument dans la situation d'enseignement apprentissage en physique et en technologie. *Skholé*, hors série 1, 77-89.
- Brandt-Pomares, P., & Boilevin, J.-M. (2007). L'ordinateur portable comme instrument dans la situation d'enseignement apprentissage en physique et en technologie. In J.-M. Boilevin & K. Ravanis (Eds.), *Regards croisés franco-helléniques sur l'éducation scientifique et technologique à l'école obligatoire* (pp. 77-89). Marseille : IUFM Aix-Marseille.
- Brandt-Pomares, P., & Boilevin, J.-M. (2008). Didactique des physique-chimie, didactique de la technologie, et usage des TICE. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 4(2), 245-254.

- Brandt-Pomares, P., & Boilevin, J.-M. (2009). Ordinateurs portables et médiations dans l'enseignement : le cas de deux situations en physique et en technologie. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques ?* Lyon : INRP, 64-83.
- Brandt-Pomares, P., & Komis, V. (2006). *Quels enjeux de savoir et quelle forme disciplinaire en France et en Grèce à propos de l'informatique : le cas des collèges*. Paper presented at the Apprendre (avec) les progiciels, Entre apprentissages scolaires et pratiques professionnelles DIDAPRO 2, Neuchatel.
- Bronckart, J.-P. (2004). Pourquoi et comment analyser l'agir verbal et le non verbal en situation de travail ?, In Bronckart et le groupe LAF. (2004). Agir et discours en situation de travail. *Cahiers de la section des sciences de l'éducation*, Genève, Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation, 103, 11-144.
- Brousseau, G. (1998). *Théorie des situations didactiques* (Didactique des mathématiques 1970-1990). Grenoble : La pensée sauvage.
- Bruillard, E. (1997). Des machines à enseigner. Paris: Hermès.
- Bruillard, E. (2007). L'éducation face à Wikipédia : la rejeter ou la domestiquer ? *Médialog*, 61, 39-45.
- Bruillard, E., & Baron, G-L., (2006). Usages en milieu scolaire : caractérisation, observation et évaluation. In Granbastien & Labat (dir.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain, Traité IC2*, Lavoisier, Paris, 269-284
- Bruner, J. S. (1983). *Le développement de l'enfant : savoir faire, savoir dire*. Paris : PUF.
- Burkhardt, J.-M., & Wolff, M. (2005). *Réalité Virtuelle et nouvelles technologies de formation : vers une formalisation des critères de choix et de la démarche centrée sur l'apprentissage*. Rapport final de contrat LEI-SNCF.
- Casanova, A. (2001). Techniques, capacités productives et sociétés. In M. Larose & M. m. d. s. d. l'homme (Eds.), *Techniques et société en méditerranée* (pp. 89-98). Paris : Jean-Pierre Brun et Philippe Jockey.
- Castoriadis, C. (1979). *Capitalisme moderne et révolution, L'impérialisme et la guerre*. Paris : Union Générale d'éditions.
- Castoriadis, C. (1986). *Domaines de l'homme*. Paris: Éd. du Seuil.

- Cerisier, J-F. & Popuri, A. (2011). « Technologies numériques à l'école : Ce qu'en disent les jeunes. *Administration et éducation*, 2011-1, 129, mars, 27-32.
- CIEP. (1969). Initiation à la technologie, *Centre international d'études pédagogiques* Texte imprimé. Toulouse, Centre régional de documentation pédagogique, 3.
- Champy-Remoussenard, P. (2005). Les théories de l'activité entre travail et formation. *Savoirs*, 2(8), 9-50.
- Chaptal, A. (2003). *L'efficacité des technologies éducatives dans l'enseignement scolaire, Analyse critique des approches française et américaine*, Paris, L'Harmattan, 384 p.
- Chaptal, A. (2005). Le système apprend-il ? *Les dossiers de l'ingénierie éducative*. Retrieved from <http://www2.cndp.fr/DOSSIERSIE/tribune/tribune200503.htm> dernière consultation le 16/11/2012. Dernière consultation 16 novembre 2012.
- Chaptal, A. (2008). La réalité des TICE : Un regard critique. In Andler Daniel & Guerry Bastien (dir.). *Apprendre demain. Sciences cognitives et éducation à l'ère numérique*. Paris : Hatier, 26-51
- Chaptal A. (2009) Mémoire sur la situation des TICE et quelques tendances internationales d'évolution , *STICEF*, 16, http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2009/04-chaptal/sticef_2009_chaptal_04p.pdf dernière consultation le 16/11/2012.
- Chaptal, A. (2011). « Un retard français ? ». *Administration et éducation*, 1, 129, mars, 43-48.
- Cheneval-Armand, H. (2010). *Approche didactique de l'enseignement de la prévention des risques professionnels en baccalauréat professionnel*. Université de Provence, Marseille.
- Cheneval-Armand, H., & Ginestié, J. (2009). Des pratiques sociales aux savoirs experts. Une analyse de la prévention des risques professionnels dans les métiers du génie énergétique. *Didaskalia*, 35, 11-36.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble : Ed. la Pensée sauvage.
- Clot, Y. (1995). *Le travail sans l'homme ? Pour une psychologie des milieux de travail et de vie*. Paris : Ed. la Découverte.

- Clot, Y. (1997). Le problème des catachrèses en psychologie du travail : cadre d'analyse. *Le travail humain*, 2 (60), 113-129.
- Clot, Y. (2008). *Travail et pouvoir d'agir*. Texte imprimé. Paris: Presses universitaires de France.
- Combarrous, M. (1984). *Les Techniques et la technicité*. Paris: Éditions sociales.
- Commission Européenne. (dir.) (2008). *The use of ICT to support innovation and lifelong learning for all*. Bruxelles.
- Commission Européenne (dir.) (2006). *Benchmarking access and use of ICT in European schools 2006*. Bonn : Commission des Finances.
- Conole, G., & Dyke, M. (2004). What Are the Affordances of Information and Communication Technologies ? *ALT-J: Research in Learning Technology*, 12(2), 113-124.
- COPRET (Commission Permanente de Réflexion sur les Enseignements Technologiques). (1992). in Levrat Ed. *Technologie. Textes de référence : rapports I et II Annexe : technologie et sciences dans les curricula*. Sèvres: CIEP.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines. The classroom use of technology since 1920*. New York: Teachers College Press.
- Cuban, L. (1993). *Computers meet classroom: Classroom wins*. *The Teachers College Record*, 95(2), 185–210.
- Cuban, L. (2001). *Oversold and underused : Computers in the classroom*. Cambridge. Mass., Etats-Unis: Harvard University Press.
- Dakers, J. (2006). *Defining Technological Literacy. Towards an Epistemological Framework*. New-York: Palgrave MacMillan.
- Daguet (2009). La mise à disposition d'ordinateurs portables et ses effets sur pédagogie et les usages TICE des enseignants. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques*. Lyon : INRP, 107-123.
- De Vries, E. (2001). Les logiciels d'apprentissage : pamoplie ou éventail ? *. Revue Française de Pédagogie (137)*, 105-116.
- De Vries, E. (2006). *Représentation et technologie en éducation*. Mémoire pour l'habilitation à diriger des recherches, Université Pierre-Mendès-France

- De Vries, M., (1994). Technology education in Western Europe, In Layton Ed., *Innovation in science and technology education*, 5, Paris : Unesco.
- De Vries, M., (1993). Approaches to technology education, In Gordon, Liao, Hacker and al Eds, *Integrating Advanced Educational Technologies into Technology Education*, Proceeding NATO ASI, Berlin : Springer.
- De Vries, E., & Tricot, A. (1998). Évaluer l'utilisation d'hypermédias : intérêts et limites des variables de performance. In A. Tricot & J.-F. Rouet (Eds.), *Les hypermédias : approches cognitives et ergonomiques* (pp. 175-190). Paris : Hermès, n° Hors Série de la revue Hypertextes et Hypermédias
- De Vries, M. (2005). *Teaching About Technology. An Introduction to the Philosophy of Technology for Non-Philosophers*. Dordrecht : Springer.
- Deforge, Y. (1970). *L'éducation technologique*. Paris : Casterman.
- Deforge, Y. (1985). *Technologie et génétique de l'objet industriel*. Paris: Maloine.
- Deforge, Y. (1993). *De l'éducation technologique à la culture technique pour une maîtrise sociale de la technique*. Paris : ESF éditeur.
- Deforge, Y. (1997). *Des techniques à la technologie : recueil d'articles*. Paris : Ministère de l'éducation nationale.
- Delserieys-Pedregosa, A., Boilevin, J.-M., Brandt-Pomares, P., Givry, D., & Martin, P. (2010). Enseignement intégré de science et technologie, quels enjeux ? *Review of science, mathematics and ICT education*, 4 (2), 9-28.
- Demunter, C. (2006). How skilled are Europeans in using computers and the Internet, Eurostat, European Communities, Statistics in focus, 17, 2006.
- Devolé, N., & Margot, A. (2001). Le travail de l'enseignant du point de vue de l'ergonomie. *Éducation et Psychologie*, 44 (mars), 43-54.
- Dinet, J. (Ed.). (2008). *Usages, usagers et compétences informationnelles au 21ème siècle*. science publications, Lavoisier. Paris : Hermes.
- Dinet J., Chevalier A., Tricot A. (2012) Information search activity : An overview. *Revue Européenne de Psychologie Appliquée/European Review of Applied Psychology*, 62, 2, 49-62.

- Dinet, J., Rouet, J.-F., & Pesserault, J.-M. (1999). Les « nouveaux outils » de recherche documentaire sont-ils compatibles avec les stratégies cognitives des élèves ? In J.-F. Rouet & De la Passadière (Eds.), *Hypermédias et apprentissages. Actes du quatrième colloque. 15-17 oct. 1998*. Poitiers. (pp. 149-161). Paris : INRP EPI.
- Drot-Delange, B. (Ed.). (2011). *Didactique de l'informatique et recherche d'information sur le web : quelle (s) perspective (s) ?* Patras : New Technologies Editions.
- Dupin, J.-J., & Johsua, S. (1997). Conceptions, obstacles, ingénierie et contraintes. *Skholé*, 6, 89-104.
- Duthoit, E., Mailles-Viard, S. , & Soury-Lavergne, S. (2011). Designer and teacher: Activities and interaction. 3rd World Conference on Educational Sciences. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 2011, 1813-1817.
- Dynarski, M. et al. (2007). Effectiveness of Reading and Mathematics Software Products: Findings from the First Student Cohort. Report to Congress. March 2007. - Institute for Educational Sciences. National Centre for Educational Evaluation and Regional Assistance.
- EIAA, European Interactive Advertising Association. (2008). EIAA Digital families 2008: Executive summary. EIAA. Série : Mediascope Europe Series.
- Ellul, J. (2001). *La Technique ou L'enjeu du siècle* ([2e éd. rev.] ed.). Paris: Economica.
- EMPIRICA & Commission Européenne (2006). Benchmarking Access and Use of ICT in European Schools 2006. Final Report from Head Teacher and Classroom Teacher. Surveys in 27 European Countries.
- EMPIRICA. (2007). Digital Literacy and ICT Skills: Report N° 6. Commission européenne. Série : Benchmarking in a Policy Perspective. 1-64 p.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by Expanding : An Activity-Theoretical Approach to Developmental Research*. Helsinki : Orienta-Konsultit Oy.
- Engeström, Y., Miettinen, R., & Punamäki-Gitai, R. L. (1999). *Perspectives on Activity Theory*. Cambridge : Univ Press.
- Engeström, Y., & Sannino, A. (2010). Studies of expansive learning: Foundations, findings and future challenges. *Educational Research Review*, 5(1), 1-24.

- Fourgous, C. J.-M. (2012). *"Apprendre autrement" à l'ère numérique. Se former, collaborer, innover : Un nouveau modèle éducatif pour une égalité des chances* : commission parlementaire.
- François, F. (1990). *La communication inégale, heurs et malheurs*. Paris : Delachaux et Niestlé.
- Greeno, J. (1994). Gibson's Affordances. *Psychological Review*, 101 (2), 336-342.
- Galperine, P. (1966). Essai sur la formation par étapes des actions et des conceptions. In L. A. Leontiev, Smirnov A. (Ed.), *Recherches psychologiques en URSS* (pp. 114-132). Moscou : Les éditions du progrès.
- Gibson, J. J. (1977). The Theory of Affordances. In R. E. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, Acting, and Knowing: Toward an Ecological Psychology* (pp. 67-82). Hillsdale : Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, J. J. (1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- Gilly, M. (1995). Approches socio-constructives du développement cognitif. In e. C. G. D. Gaonac'h (Ed.), *Manuel de psychologie pour l'enseignement* (pp. 130-167). Paris : Hachette.
- Ginestié, J. (1996). Computer based control in technology education: Some questions about introducing and teaching. Paper at the Second Jerusalem International Sciences and Technology Education Conference, JISTEC' 96.
- Ginestié, J. (1997). Technology education in France. In W. Theuerkauf & D. Blandow (Eds.), *Strategien und Paradigmenwechsel zur technischen Bildung* (pp. 75-85). Hildesheim : Diverlag Franzbecker.
- Ginestié, J. (1999a). *Contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique* : note de synthèse. Texte imprimé, Université de Provence, Aix-en-Provence.
- Ginestié, J. (1999b). La démarche de projet industriel et l'enseignement de la technologie. *Éducation technologique*, 24, 14-21.
- Ginestié, J. (2000). How to deal with the concept of technical object in technology education. *Connect, the international science, technology and environmental education journal*, 25(1-2), 27-74.

- Ginestié, J. (2002). The industrial project method in French industry and in French schools. *International Journal of Technology and Design Education*, 12 (2), 99-122.
- Ginestié, J. (2008a). Une ballade entre plusieurs mondes - réels, virtuels, modélisés, maquettisés... In J. Ginestié & P. Leroux (Eds.), Acte du 9e colloque francophone de robotique pédagogique, *Skôlé*, 14, 43-56. Marseille: IUFM Aix-Marseille.
- Ginestié, J. (2008b). Konzepte einer Technischen Bildung in Frankreich (C. Vitale, Trans.). In E. Hartmann & W. Theuerkauf (Eds.), *Allgemeine Technologie und Technische Bildung* (pp. 107-125). Frankfurt am Main: Peter Lang.
- Ginestié, J. (2008c). From task to activity, a re-distribution of the roles between the teacher and the pupils. In J. Ginestié (Ed.), *The cultural transmission of artefacts, skills and knowledge: eleven studies in technology education*. Rotterdam: Sense Publishers. 225-256.
- Ginestié, J. (2009, 25-27 février). *Mode d'organisation sociale des connaissances scolaires et processus d'enseignement apprentissage en éducation technologique*. Paper presented at the Congrès de la recherche en didactique des disciplines scientifiques et techniques, Tunis.
- Ginestié, J. (2009). Thinking about Technology Education in France: A brief overview and some aspects of investigations (R. Watson, Trans.). In M. De Vries, J. Smith & T. Mac Alister (Eds.), *International Handbook: Technology education for future*. 31-40. Rotterdam: Sense Publisher,.
- Ginestié, J. (2010). How pupils solve problems in technology education and what they learn. In M. Barak & M. Hacker (Eds.), *Fostering Human Development through Engineering and Technology Education*. 171-189. Rotterdam : Sense publisher.
- Ginestié, J., & Brandt-Pomares, P. (1998). Distanced resources access in Technology education. In T. Kananoja, J. Kantola & M. Issakainen (Eds.), *The principles and practices of teaching technology*. 150-159. Jyväskylä : University of Jyväskylä.
- Giraud, E., & Brandt-Pomares, P. (2001). *Direct-Profil pour l'analyse des stratégies individuelles dans un contexte d'hypermédia éducatif*. Paper presented at the H²PTM'01, Nouvelles écritures, nouveaux médias.
- Godelier, M. (1991). Préface. In J. Perrin (Ed.), *Construire une science des techniques* 7-10. Limonest : l'Interdisciplinaire.

- Gounon, P., & Leroux, P. (2010). EdiScenE: A System to Help the Design of Online Learning Activities. In V. K. J. M. J. Aleven (Ed.), *Intelligent Tutoring Systems, Part II*, Vol. 6095, 324-326.
- Gounon, P., Leroux, P., & Dubourg, X. (2005). Describing Learner Support: An adaptation of IMS-LD Educational Modelling Language. In C. K. M. G. B. B. J. Looi (Ed.), *Artificial Intelligence in Education: Supporting Learning through Intelligent and Socially Informed Technology* (Vol. 125, pp. 807-809).
- Grabe, M., & Grabe, C. (2004). *Integrating Technology for Meaningful Learning* (4 ed.). New York : Houghton Mifflin Company.
- Grandbastien, M. (Ed.). (1990). *Les technologies nouvelles dans l'enseignement général et technique : situation au terme des années 80 et propositions d'orientations pour la décennie à venir*. Paris : La Documentation Française.
- Guthrie, J.-T. (1988). Locating information in documents : examination of cognitive model. *Reading Research Quarterly*, 23, 22.
- Haudricourt, A.-G., (1988). *La Technologie science humaine : recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques*. Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'Homme.
- Hérol, J.-F., & Ginestié, J. (2011). Help with solving technological problems in project activities. *International Journal of Technology and Design Education*, 21(1), 55-71.
- Hostein, B., (1997), *L'enseignement des techniques ou comment assembler la pensée et l'action dans les formations*, Note de synthèse en vue de l'obtention de l'habilitation à diriger des recherches, Bordeaux, Université Victor Segalen
- Hoc, J.-M. (1987). *Psychologie cognitive de la planification*. Grenoble : Presses Universitaires de Grenoble.
- Jacomy, B. (1990). *Une Histoire des techniques*. Paris: Ed. du Seuil.
- Jacquinot, G. (1985). *L'école devant les écrans*. Paris : ESF.
- Johsua, S. (1996). Le concept de transposition didactique n'est-il propre qu'aux mathématiques ? In C. Raisky & M. Caillot (Eds.), *Au-delà des didactiques, le didactique ; débats autour de concepts fédérateurs*. 57-82. Bruxelles : De Boeck.
- Johsua, S., & Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris : Presses universitaires de France.
- Jonassen, D. H. (2000). *Computer as mindtools for schools : engaging critical thinking*. Columbus : Prentice-Hall.

- Kananoja, T. (1994). Technology education in the Nordic countries. In D. Layton (Ed.), *Innovations in science and technology education*. Vol. V, 45-58. Paris : UNESCO.
- Khaneboubi, M., (2009a). Description de quelques caractéristiques communes aux opérations de dotations massives en ordinateurs portables en France. STICEF, 16. http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2009/06r-khaneboubi/sticef_2009_khaneboubi_06p.pdf. Dernière consultation le 16/11/2012
- Khaneboubi, M., (2009b). Facteurs influençant les usages de l'informatique en classe par des enseignants des collèges du département des Landes. In G.-L. Baron, E. Bruillard et L.-O. Pochon (Eds.). *Informatique et progiciels en éducation et en formation*. Lyon : ENS Cachan, IRDP et INRP
- Khaneboubi, M., (2009c). Structure des usages de l'ordinateur en classe et socialisation des enseignants de collège du département des landes. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques*. Lyon : INRP, 123-133.
- Kaptelinin, V. (1996). Activity Theory: Implications for Human-Computer Interaction. In Bonni & Nardi (Eds.), *Activity Theory and Human-Computer Interaction* 17-38. Boston : MIT.
- Kaptelinin, V. (2003). Learning with artifacts : integrating technologies into activities. *Interacting with computers*, 15, 831-836.
- Karasavvidis, I. (2009). Activity Theory as a conceptual framework for understanding teacher approaches to Information and Communication Technologies. *Computers & Education*, 53 (2), 436-444.
- Kolmayer, E. (1999). Démarche d'interrogation documentaire et navigation. In : Eds. Hypermédias et apprentissages, Actes du quatrième colloque, 15-17 oct. . In J.-F. Rouet & De la Passadière (Eds.), *Hypermédias et apprentissages, Actes du quatrième colloque*, 15-17 oct. 1998, Poitiers, (pp. 121-134). Paris : INRP EPI.
- Kuutti, K. (1996). Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research. In Nardi (Ed.), *Context and Consciousness : Activity Theory and Human-Computer Interaction* (pp. 17-44). Massachusetts : MIT Press.
- Kvavik R. B., Caruso J. B. & Glenda M. (2004). ECAR Study of Students and Information Technology, 2004: Convenience, Connection, and Control. EDUCAUSE. Série : Research Study from the EDUCAUSE Center for Applied Research. No. Volume 5, 106 p.

- Labit, C., & Le Guellec, J.-C. (2007). Les technologies de l'information et de la communication dans les lycées en Bretagne. 136 p.
- Ladage, C. & Ravestein, J. (2012). *Wikipédia à l'école, où en est-on aujourd'hui ?* Jocair 2012
- Laisney, P. (2008, 5-7 mai). *Influence de l'usage d'ordinateurs portables dans le processus de transmission acquisition de savoirs dans les enseignements technologiques*. Paper presented at the XXIXe Journées Internationales sur la Communication, l'éducation et la culture scientifiques, techniques et industrielles : différences et inéquités, enjeux culturels et scolaires pour les sciences et les technologies, Chamonix.
- Laisney, P. (2009, 27-28 janvier). *CFAO et éducation technologique. Etude des processus de transmission acquisition des savoirs*. Paper presented at the Colloque international de l'AEET : Professeur de technologie, spécialité et formation ?, Rennes.
- Laisney, P., Brandt-Pomares, P., & Ginestié, J. (2010). Influence de l'ordinateur sur l'activité d'enseignement : le cas d'une situation en technologie au collège. *Review of science, mathematics and ICT education*, 4 (3).
- Lagrange, J.-B. & Grugeon, B. (2003). Vers une prise en compte de la complexité de l'usage des TIC dans l'enseignement. Une méta-analyse des publications d'innovation et de recherche en mathématiques. *Revue française de pédagogie*, n° 143.
- Larose, F., Grenon, V., & Palm, S.-B. (2004). *Enquête sur l'état des pratiques d'appropriation et de mise en œuvre des ressources informatiques par les enseignantes et les enseignants du Québec*. Sherbrooke : Centre de Recherche sur l'Intervention Educative.
- Layton, D., Jenkins, E., & Donnelly, J. (1994). Scientific and technological literacy: meanings and rationales; an annotated bibliography. Leeds: Centre for Studies in Science and Mathematics Education.
- Le Crosnier, H. (Ed.). (2010). *Internet : la révolution des savoirs*. Paris : La documentation française.
- Lebahar, J.-C. (1995). Compétence de conception, conception des compétences: le pédagogue est un concepteur de tâches fictives. *Éducation Permanente*, 123, 78-90.
- Lebahar, J.-C. (1998). Les objets de la conception: de la permanence du complexe polysensoriel à l'artefact cognitif. *Journal Of Design Science And Technology*, 6, 9-24.

- Lebahar, J.-C. (2001). Approche didactique de l'enseignement du projet en architecture. *Didaskalia*, 19, 39-77.
- Lebahar, J.-C. (2008). (Ed.). L'enseignement du design industriel : entre art et technologie. Paris: Hermès-Lavoisier.
- Lebahar, J.-C. (2009). L'analyse de l'activité de conception : situations professionnelles, situations didactiques, perspectives. *Skholé*, 15, 53-74.
- Lebahar, J.-C. (2009). Les deux systèmes d'existence de l'artefact : objet et système. In J. Baillé (Ed.), *Du mot au concept « objet »* (pp. 9-27). Grenoble : Presses universitaires de Grenoble.
- Lebeaume J. (1996). Une discipline à la recherche d'elle-même : trente ans de technologie pour le collège, *Aster*, 23, 9-42.
- Lebeaume, J. (Ed.) (1999). Discipline scolaire et prise en charge de l'hétérogénéité. Pratiques enseignantes en technologie au collège. Rapport de recherche en réponse à l'appel d'offre du Comité National de Coordination de la Recherche en Education, GDSTC-LIREST, ENS Cachan
- Lebeaume, J. (2000). *L'éducation technologique. Histoire et méthodes*. Paris : ESF.
- Lebeaume, J. (2001). Pratiques socio-techniques de références, un concept pour l'intervention didactique : diffusion et appropriation par les enseignants de technologie. In A. Mercier, G. Lemoyne et A. Rouchier (Eds.), *Le génie didactique - Usages et mésusages des théories de l'enseignement* (pp. 127-142). Bruxelles : De Boeck Universités.
- Lebeaume, J., & Martinand, J.-L. (1998)(Eds.). Enseigner la technologie au collège. Paris : Hachette éducation.
- Lebrun, M. (2007). *Théories et méthodes pédagogiques pour enseigner et apprendre : quelle place pour les TIC dans l'éducation*. Bruxelles : De Boeck.
- Le Moigne, J.-L., (1977). La théorie du système général Théorie de la modélisation, Presses Universitaires de France.
- Lemonnier, P. (2010). Retour sur « L'Étude des systèmes techniques ». Une urgence en technologie culturelle, 54-55 (1-2), 46-67.
- Lennon, M., Kirsh, I., Von Davier, M., Wagner, M. & Yamamoto, K. (2003). Feasibility Study for the PISA ICT Literacy Assessment, ACER, ETS, NIER.

- Leontiev, A. N. (1972). *Activité, conscience, personnalité* (2eme ed.). Moscou : Editions du Progrès.
- Leontiev, A. N. (1974). The problem of activity in psychology. *Soviet Psychology*, 13, 14-33.
- Leontiev, A. N. (1975). *Activité, conscience, personnalité*. Moscou : Éditions du progrès.
- Lepetit P., Lesne J.-F., Bardi A.-M., Pecker A., & Bassy A.-M. (2007). Rapport sur la contribution des nouvelles technologies à la modernisation du système éducatif. 52 p. http://www.audits.performance-publique.gouv.fr/bib_res/664.pdf dernière consultation le 17 novembre 2012.
- Leplat, J. (2000). *L'analyse psychologique de l'activité en ergonomie. Aperçu sur son évolution ses modèles et ses méthodes*. Toulouse : Octares.
- Leplat, J., & Hoc, J.-M. (1983). Tâche et activité dans l'analyse psychologique des situations. In Octares (Ed.), *Cahiers de Psychologie Cognitive*. L'analyse du travail en psychologie ergonomique, (pp. 49-64). Toulouse.
- Leplat, J., & Pailhous, J. (1981), L'acquisition des habiletés mentales : la place des techniques. *Le Travail Humain*, 44 (2) : 275-282
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le Geste et la parole, technique et langage*. Paris : A. Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1971). *Évolution et techniques, L'homme et la matière*. Paris : Éd. Albin Michel.
- Levrat, R. (1992). (Ed.). *Technologie. Textes de référence : rapports COPRET I et II Annexe : technologie et sciences dans les curricula*. Sèvres: CIEP.
- Liaroutzos, O., & Robichon, M. (1999). La recomposition des métiers de base de l'informatique. Entre technologie et prestation de service. *Cereq Bref*, 155.
- Liaroutzos, O., & Sulzer, E. (2006). La méthode ETED De l'analyse du travail aux référentiels d'emploi/métier. *Relief 14*, Cereq.
- Lim K. (2004). A Survey of First-Year University Students' Ability to use Spreadsheets, *Spreadsheets in Education*, 1 (2), 71-85.
- Luria, A. (1979). *The making of mind: A personal account of Soviet Psychology*: Harvard University Press.

- Mabillot, V. (2000). Les mises en scènes de l'interactivité. Représentations des utilisateurs dans les dispositifs de médiations interactives. Directeur Jean-François Têtu. Université Lyon 2.
- Makrakis, V. (1988). Computers in Education Studies in International and Comparative Education. *Stockholm of International Education*.
- Mandon, N. (2009). *Analyser le sens et la complexité du travail - La méthode ETED (Emplois Types En Dynamique)* : L'Harmattan.
- Marchioni, G. (1992). Interfaces for End-User Information seeking. *Journal of the American Society for Information Science*, 43, 156-163.
- Martinand, J.-L. (1986). *Connaître et transformer la matière : des objectifs pour l'initiation aux sciences et techniques*. Berne : Peter Lang.
- Martinand, J.-L. (1989). Pratiques de référence, transposition didactique et savoirs professionnels. *Les Sciences de l'Éducation*, 2, 23-29.
- Martinand, J.-L. (1991). *Vers une didactique des disciplines technologiques*. Paper presented at the Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques de Cachan.
- Martinand, J.-L. (1994, Juillet). *La technologie dans l'enseignement général : les enjeux de la conception et de la mise en œuvre*. Paper presented at the Conférence Internationale Éducation scientifique et technologique, Paris.
- Martinand, J.-L. (1995). *Rudiments d'épistémologie appliquée pour une discipline nouvelle : la technologie*. In M. Develay (Ed.), *Savoirs scolaires et didactique des disciplines*, 339-352. Paris : éditions ESF.
- Martinand, J.-L. (1996). Familiarisation technique et connaissance technologique, la technologie au collège. *Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques de Cachan*, 1997, 17-27.
- Maurice, J.-J. (1996). *Le savoir-faire de l'enseignant expérimenté*. Université Pierre-Mendès-France, Grenoble.
- MEDIAPPRO (2006). A European Research Project: The appropriation of New Media by Youth.
- Meigné, F., & Lebeaume, J. (2004). Technologie de l'information au collège. In B. André ; G.-L. Baron ; E. Bruillard (Eds.), *Traitement de texte et production de documents. Questions didactiques*, 99-110, Paris : INRP et Paris 12, 99-110

- M. E. N. R. T. (Ministère de l'éducation nationale, de la recherche et de la technologie) (2004). *Les attitudes des enseignants vis-à-vis des technologies de l'information et de la communication dans les premier et second degrés.*
- Ménant, G. (2009). Enseigner et apprendre à l'ère numérique. *Futuribles*, 357, 29-40.
- Mercier, A., & Salin, M.-H. (1988). *L'analyse a priori, outil pour l'observation*. Paper presented at the Université d'été : didactique et formation des maîtres à l'école élémentaire. Olivet.
- Middleton, H. (2005). Creative thinking, values and design and technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 15(1), 61-71.
- Ministère de l'Éducation nationale, (1997). Bulletin Officiel Arrêté du 26 décembre 1996 paru au B. O. du 30 janvier.
- Ministère de l'Éducation nationale (2008), Bulletin officiel spécial n° 6 du 28 août 2008.
- Mioduser, D., & Betzer, N. (2008). The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal Of Technology And Design Education*, 18(1), 59-77.
- Montmollin De., M. (1986). *L'intelligence de la tâche. Éléments d'ergonomie cognitive*. Bern : Peter Lang.
- Moukagni, D. (2008). Approche des procédures d'élaboration des référentiels professionnels: la question de l'accès au savoir de référence dans la formation des assistant(e)s de direction. In A. Bouras, J. S. Bekale Nze, J. Ginestié & B. Hostein (Eds.), *Education technologique, formation professionnelle et lutte contre la pauvreté* (pp. 487-492). Hammamet (Tunisie): ISEFC (université Tunis 1), RAIFFET, UNESCO.
- Musial, M., & Tricot, A. (2008a). Enseigner pour que les élèves apprennent. 1) un modèle de l'apprentissage. *Technologie STI*, 156, 20-27.
- Musial, M., & Tricot, A. (2008b). Enseigner pour que les élèves apprennent. 2) le modèle « Enseigner pour que les élèves apprennent ». *Technologie STI*, 158, 22-33.

- Nachmias, R., Mioduser, D. & Forkosh-Baruch, A. (2008). Innovative Pedagogical Practices Using Technology : The Curriculum Perspective. In Voogt Joke & Knezek Gerald (dir.). *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. Springer US, 20, 163-179.
- Newell, A., Simon, H. A., (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Norman, D. A. (1988). *The psychology of every things*. New York : Doubleday.
- Norman, D. A. (1992). *Turn signals are the facials expressions of automobiles*. Addison : Wesley Publishing Company inc.
- Norman, D. A. (1993). *Things that make us smart: Defending human attributes in age of the machine*. Reading MA. Addison : Wesley Publishing Company Inc.
- OCDE. (2001). *Understanding the digital divide*. Paris.
- OCDE. (2007). *Science, technologie et industrie : tableau de bord de l'OCDE*: Éditions OCDE.
- OCDE. (2011). *Regards sur l'éducation 2011*. Éditions OCDE.
- OECD. (2010). Assessing the Effects of ICT in Education: Indicators, Criteria and Benchmarks for International Comparisons *Education & Skills*, 2009, 37, 1 - 217
- OECD, & Spiezia, V. (2011). *Does Computer Use Increase Educational Achievements ? Student-level Evidence from PISA*.
- Ouvrier-Bonnaz, R., & Werthe, Ch. (2006). La référence au travail en classe de technologie : un débat de métier. *Activités*, 3 (2), 15-26, <http://www.activites.org/v3n2/activites-v3n2.pdf>
- Osmont, B. (1992). *Itinéraires cognitifs et structuration du lexique. Études d'interrogation de banques de données*. Université de Paris 8, Paris
- Papert, S. (1981). *Jaillissement de l'esprit. Ordinateur et apprentissage*. Paris : Flammarion.
- Paquelin, D. (2009). *L'appropriation des dispositifs numériques de formation : du prescrit aux usages* Paris : L'Harmattan.
- Paryono, P. & Quito, B. G. (2010). Meta-analysis of ICT integration in vocational and technical education in Southeast Asia. *Seavern Journals*, 2, 1.

- Pastré, P. (1997). Didactique professionnelle et développement. *Psychologie française*, 42(1), 89-100.
- Pastré, P. (1992). *Essai pour introduire le concept de didactique professionnelle : rôle de la conceptualisation dans la conduite de machines automatisées*. [S.l.]: [s.n.].
- Pastré, P. (2005). La deuxième vie de la didactique professionnelle. *Éducation permanente*, 165(2005-4), 29-46.
- Pastré, P., Mayen, P., & Vergnaud, G. r. (2006). La didactique professionnelle : note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, 154, 145-198.
- Pavlova, M. (2005). Knowledge and values in technology education. *International Journal of Technology and Design Education*, 15(2), 127-147.
- Petrina, S. (2003). Two cultures of technical courses and discourses: The case of computer aided design. *International Journal Of Technology And Design Education*, 13(1), 47-73.
- Petrina, S., Feng, F., & Kim, J. (2008). Researching cognition and technology: how we learn across the lifespan. *International Journal Of Technology And Design Education*, 18(4), 375-396.
- Perriault, J. (1989). *La logique de l'usage*. Essai sur les machines à communiquer, : Flammarion.
- Perrin, J. (1991a). *Construire une science des techniques*. Limonest : l'Interdisciplinaire.
- Perrin, J. (1991b). Sciences de la nature et sciences de l'artificiel :deux processus différents de production de connaissances. In J. Perrin (Ed.), *Construire une science des techniques* (pp. 381-397). Limonest : l'Interdisciplinaire.
- Piaget, J., & Beth, E.-W. (1961). *Épistémologie mathématique et psychologie. Essai sur les relations entre la logique formelle et la pensée réelle* (Vol. 14). Paris : PUF.
- PNER (Programme de Numérisation pour l'Enseignement et la Recherche). (2002). Étudier les usages pédagogiques des technologies de l'information et de la communication : une pratique de recherche ou/et de légitimation ? *Étude n °3* Groupe de travail Méthodes et outils pour l'observation et l'analyse des usages, Rapport final, Lyon.
- Poitou, J.-P. (1984). Dessin technique et division sociale du travail. *Culture et technique*, 12, 196-207.

- Proulx S. & Senecal, M. (1995). L'interactivité technique, simulacre d'interaction sociale et de démocratie ?, *Technologies de l'information et société*, vol. 7-2, 239-255.
- Punie, Y., Zinnbauer, D. & Cabrera, M. (2006). A Review of the Impact of ICT on Learning. *JRC- Commission Européenne*.
- Rabardel, P., & Pastré, P. (2005). *Modèles du sujet pour la conception - Dialectiques activités développement*. Toulouse: Editions Octares.
- Rabardel, & Vérillon, P. (1985). *Relations aux objets et développement cognitifs* Paper presented at the Actes des septièmes journées sur l'éducation scientifiques, Chamonix.
- Rabardel, P. (1980). *Contribution à l'étude de la lecture du dessin technique*. [S.l.]: [s.n.].
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin Éditeurs.
- Rabardel, P., & Waern, Y. (2003). From artefact to instrument. *Interacting with Computers*, 15, 641-645.
- Ravestein, J., Ladage, C., & Johsua, S. (2007). Trouver et utiliser des informations sur Internet à l'école : problèmes techniques et questions éthiques. *Revue française de pédagogie*, 158(1), 71-83.
- Retchitzki, J., & Gurtner, J.-L. (1997). *L'enfant et l'ordinateur*. Bruxelles : Mardaga.
- Rinaudo, J.-L., & Ohana, D. (2009). Entre aise et malaise pratique banales des enseignants autour d'Ordi 35. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques ?* Lyon : INRP, 71-81.
- Rinaudo, J.-L., & Poyet, F. (Eds) (2009). *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques ?* INRP.
- Rogalski, J. (2008). Le cadre général de la théorie de l'activité. Une perspective de psychologie ergonomique. compléments sur les théories de l'activité et du développement. In F. Vandebrouck (Ed.), *La classe de mathématiques : activités des élèves et pratiques enseignantes* (pp.429-456). Toulouse: Octarès.
- Rouet, J.-F., & A.Tricot. (1998). Chercher de l'information dans un hypertexte : vers un modèle des processus cognitifs. In J.-F. Rouet & A.Tricot (Eds.), *Les Hypermédias. Approches cognitives et ergonomiques* (pp. 57-74). Paris: Hermes.

- Rouquette S. (2008) Les blogs « extimes » : analyse sociologique de l'interactivité des blogs, *tic&société* [En ligne], 2, 1, mis en ligne le 13 octobre 2008 <http://ticetsociete.revues.org/412>
- Saint-Georges, M. (2001). L'analyse des dialogues en classe : un outil pour une formation didactique des professeurs de physique-chimie. *Aster*, 32, 91-122.
- Samurçay, R., & Pastré, P. (2004). *Recherches en didactique professionnelle*. Toulouse : Editions Octares.
- Sénécalm, M. (2006). Interactivité et interaction : sens, usages et pratiques, in Proulx S., Poissant L. Et Sénécal M. (dir.), *Communautés Virtuelles*, Laval, Presses de l'Université Laval, pp. 133-146
- Sellier, M. (1992). (Ed.). *Technologie. Textes de références*. Sèvres : CIEP.
- Serres, A., & Le Deuff, O. (2009). Outils de recherche : la question de la formation. In B. Simmonot & G. Gallezot (Eds.), *L'entonnoir. Google sous la loupe des sciences de l'information et de la communication* (pp. 93-111). Caen : C&F Editions.
- Serres, A., & Thiault, F. (2010). Six questions vives de la culture informationnelle. In A. Serres, P. Duplessis, O. Le Deuff, I. Ballarini-Santonocito, J. Kerneis, F. Thiault & A. Montaigne (Eds.), *Culture informationnelle et didactique de l'information. Synthèse des travaux du GRCDI*.
- Serres, M. (2011). *Petite Poucette*. Le Pommier.
- Sigaut, F. (1985). More (and enough) on Technology ! *History and Technology*, 2 (2), 115-132.
- Sigaut, F. (1988). Haudricourt et la technologie. In A.-G. Haudricourt (Ed.), *La Technologie science humaine : recherches d'histoire et d'ethnologie des techniques* (pp. 9-34). Paris : Éditions de la Maison des sciences de l'Homme.
- Sigaut, F. (1991). Postface. In J. Perrin (Ed.), *Construire une science des techniques* (pp. 409-416). Limonest : l'Interdisciplinaire.
- Sigaut, F. (1994). La technologie, une science humaine. In R. Scheps (Ed.), *L'empire des techniques* (pp. 51-62). Paris : éditions du Seuil.
- Simon, H.A., (1971). Designing organizations for an information-rich world, in Martin Greenberger, ed. *Computers, Communications and the Public Interest*. The Johns Hopkins Press.

- Simondon, G. (1989). *Du mode d'existence des objets techniques* (Réédition). Paris : Aubier.
- Simondon, G. (2005). *L'individuation à la lumière des notions de forme et d'information*. Grenoble : J. Millon.
- Spasser, M. (2007). Thematic issue: Activity Theory and information studies - Issue editorial. *Information Research-an International Electronic Journal*, 12(3).
- Spengler, O. (1969). *L'homme et la technique* (Réédition du texte en allemand de 1936). Paris: Éditions Gallimard.
- Spiezia, V. (2010). Does Computer Use Increase Educational Achievements? Student-level Evidence from PISA : Economic Studies. *OECD Journal*, 1.
- Theureau, J. (1992). *Le cours d'action : analyse sémio-logique*. Bern : Peter Lang.
- Theureau, J., & Jeffroy, F. (Eds.). (1994). *Ergonomie des situations informatisées. La conception centrée sur le cours d'action de l'utilisateur*. Toulouse: Octarès Éditions
- Thibert, R. (2011). « Internet, de l'équipement aux usages pédagogiques : Contexte international et situation française ». In *L'éducation à l'heure du numérique*. Lyon : INRP, 11-28
- Tricot, A. (2003). *Apprentissage et recherche d'information avec des documents électroniques*. Université de Toulouse le Mirail, Toulouse.
- Tricot, A. (2007). *Apprentissages et documents numériques*. Paris: Belin.
- Tricot, A. & Rufino, A. (1999). Modalités et scénarios d'interaction dans des hypermédias d'apprentissage. *Revue des sciences de l'éducation*, 25, 1, p. 105-129.
- UNESCO. (2002). *A Curriculum for schools and programme of teacher development*. Paris : UNESCO.
- UNESCO. (2011). *Transforming Education: The Power of ICT Policies*. Paris : United Nations Educational Scientific and Cultural Organization. Education sector, References, 237.
- Valenduc, G. (2011). Cycles de vie et carrières dans les métiers des TIC : une perspective de genre, *tic&société* [En ligne], Vol. 5, 1, URL : <http://ticetsociete.revues.org/939>
- Vauclair, J. (1995). *L'Intelligence de L'animal*. Points. Points Sciences

- Veillard, L., & Coppé, S. (Producer). (2009) Mobilisation de connaissances antérieures en formation professionnelle par alternance. Perspectives apportées par une approche comparatiste. *Éducation et didactique*. retrieved from <http://educationetdidactique.revues.org/463>
- Vergnaud. (1996). Didactique des disciplines et didactique professionnelle. *Éducatons*, 7, 2.
- Vergnaud, G. (1991). *La théorie des champs conceptuels*. Paris: La pensée sauvage.
- Vergnaud, G. (2000). *Lev Vygotski : pédagogue et penseur de notre temps*. Paris : Hachette éducation.
- Vérillon, P. & Andreucci, C. (2006). Artefacts and cognitive development: How do psychogenetic theories of intelligence help in understanding the influence of technical environments on the development of thought ? In M. de Vries & E. Mottier (Eds.), *International handbook of technology education: The state of the art* (pp. 399-416). Rotterdam: Sense Publishers
- Vérillon, P., & Rabardel, P. (1995). Cognition and artifacts - a contribution to the study of thought in relation to instrumented activity. *European journal of psychology of education*, 10(1), 77-101.
- Vermersch, P. (1972). Quelques aspects des comportements algorithmiques. *Le travail humain*, 35, 117-130.
- Vernant, D. (1997). *Du discours à l'action. Formes sémiotiques*. Paris : PUF.
- Verret, M. (1975). *Le temps des études* (Vol. 2). Paris: Librairie Honoré Champion.
- Vicente, K. J. (1999). *Cognitive Work Analysis. Toward safe, productive, and healthy computer-based work*. New Jersey : LEA.
- Villame, T. (1994). *Modélisation des activités de recherche d'information dans les bases de données et conception d'une aide informatique*. Université de Paris 13, Paris.
- Voogt, J. (2008). IT and Curriculum Processes : Dilemmas and Challenges. In Voogt Joke & Knezek Gerald (dir.). *International Handbook of Information Technology in Primary and Secondary Education*. New York : Springer US, 20, 117–132.
- Vygotski, L. S. (1985). *Pensée et Langage*. Paris: Éditions sociales.

- Vygotski, L. S., & Rieber, R. W. (1987). *The Collected works of L.S. Vygotsky*. New York : Plenum Press.
- Warschauer, M. (2003). *Technology and Social Inclusion : Rethinking the Digital Divide*. Cambridge. Massachussetts : MIT Press.
- Warschauer, M. (2006). *Laptops and literacy*. New York: Teachers College Press.
- Warschauer, M. (2008). Laptops and Literacy: A Multi-Site Case Study. *Pedagogies: An International Journal*, 3, 52-67
- Warschauer, M., Knobel, M., & Stone, L. A. (2004). Technology and equity in schooling: Deconstructing the digital divide. *Educational Policy*, 18 (4), 562–588.
- Warschauer, M., & Matuchniak, T. (2010). New technology and digital worlds: Analyzing evidence of equity in access, use, and outcomes. *Review of Research in Educational*, 34, 179–225
- Warschauer, Mark, Cotten, S. R., & Ames, M. G. (2011). One Laptop per Child Birmingham : Case Study of a Radical Experiment. *International Journal of Learning and Media*, 3(2), 61–76.
- Weil-Barais, A. (1998). Rapport final. In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Eds.), *Tutelle et médiation dans l'enseignement et la formation*. Recherche soutenue par l'IUFM de l'Académie de Versailles, 4-6.
- Weil-Barais, A., & Dumas-Carré, A. (1995). *Essais d'objectivation et de transformation des pratiques médiatrices des enseignants dans l'éducation scientifique*. Paris: Université Paris 7.
- Weil-Barais, A., & Dumas-Carré, A. (1998). Les interactions didactiques : tutelle et / ou médiation ? In A. Dumas-Carré & A. Weil-Barais (Eds.), *Tutelle et médiation dans l'éducation scientifique* 1-15. Berne: Peter Lang.
- Weill-Fassina, A. (1979). Guidage et planification de l'action par les aides au travail. *Bulletin de psychologie*, XXXIII(334), 343-349.
- Weissberg, J.-L. (1999). Retour sur interactivité, in *Présences à distance : déplacement virtuel et réseaux numériques : pourquoi nous ne croyons plus la télévision*. Paris: L'Harmattan.
- Welch, M. (2007). Learning to design: The continuum of engineering education. *International Journal Of Engineering Education*, 23(1), 84-94.

- Wilson, T. D. (2006). A re-examination of information seeking behaviour in the context of activity theory. *Information Research-an International Electronic Journal*, 11(4).
- Wilson, T. D. (2008). Activity theory and information seeking. *Annual Review of Information Science and Technology*, 42, 119-161.
- Wisner, A. (1995). *Réflexions sur l'ergonomie*. Toulouse : Éditions Octares.
- Wolton, D. (1997). *Penser la communication*. Flammarion.
- Wolton, D. (1999). *Internet et après ? : une théorie critique des nouveaux médias : suivi d'un glossaire*. Flammarion.
- Xu, Y., & Liu, C. (2007). The dynamics of interactive information retrieval, Part II: An empirical study from the activity theory perspective. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 58 (7), 987-998.