



**HAL**  
open science

**Processus ontophanique et design des environnements numériques immersifs d'apprentissage, Habilitation à diriger des recherches, Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Strasbourg, soutenue le 21 novembre 2016 à l'INSA de Strasbourg.**

Ecaterina Pacurar

► **To cite this version:**

Ecaterina Pacurar. Processus ontophanique et design des environnements numériques immersifs d'apprentissage, Habilitation à diriger des recherches, Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Strasbourg, soutenue le 21 novembre 2016 à l'INSA de Strasbourg.. Humanities and Social Sciences. Institut National des Sciences Appliquées (INSA) de Strasbourg, 2016. tel-04504281

**HAL Id: tel-04504281**

**<https://hal.science/tel-04504281v1>**

Submitted on 14 Mar 2024

**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.

# **Processus ontophanique et design des environnements numériques immersifs d'apprentissage**

Note de synthèse pour obtenir le titre d'Habilitation à diriger des recherches

**ECATERINA PACURAR**

*Maître de conférences à la Faculté de Sciences de l'éducation, laboratoire LISEC - Université de Strasbourg*

**Soutenance le 21 novembre 2016 - INSA de Strasbourg**

## **Membres du jury :**

- **M. Jacques AUDRAN**, Professeur des universités en sciences de l'éducation, INSA de Strasbourg laboratoire LGCO - *Garant*
- **M. Georges-Louis BARON**, Professeur des universités en sciences de l'éducation, Laboratoire EDA, Université Paris Descartes – *Président du jury*
- **M. Vasilis KOMIS**, Professeur des universités, Université de Patras, Grèce-  
*Rapporteur externe*
- **Mme Françoise POYET**, Professeure des universités en sciences de l'éducation, Université Lyon 2 –*Examineur*
- **M. Jean RENAUD**, Professeur des universités, INSA de Strasbourg laboratoire LGCO –  
*Rapporteur interne*
- **M. Jean-Luc RINAUDO**, Professeur des universités en sciences de l'éducation, Laboratoire CIVIIC, Université de Rouen – *Rapporteur externe*



## Remerciements

*Si cet ouvrage se voit achevé, ce n'est qu'un point d'étape dans la continuité de mon activité d'enseignante-chercheuse ancrée dans le champ des sciences de l'éducation, et que je développe depuis une dizaine d'années au sein du laboratoire LISEC et de la faculté de sciences de l'éducation à l'Université de Strasbourg. Les travaux de recherche et de formation décrits dans ce manuscrit sont situés dans la problématique interdisciplinaire de l'apprentissage avec le numérique et se veulent porter le germe fécond de nouvelles approches conceptuelles et méthodologiques en design des environnements virtuels d'apprentissage par l'ouverture aux questions d'ingénierie sémiotique, des neurosciences et de l'épistémologie de sciences et techniques. Cette entreprise n'aurait pas vu le jour sans les collaborations professionnelles et le soutien de ma famille.*

*En premier lieu, je tiens à remercier vivement Jacques Audran qui, en qualité de garant, a toujours su apporter ses conseils efficaces sur le plan scientifique, lors des moments-clés de l'élaboration de cet ouvrage de recherche. Qu'il soit assuré de ma sincère reconnaissance.*

*Je remercie vivement Georges-Louis Baron (Professeur des Universités, Université Paris Descartes) de m'avoir fait le grand honneur de présider le jury de ma soutenance d'HDR. Aussi, je remercie vivement Françoise Poyet (Professeure des Universités, Université Lyon 1) et les rapporteurs, Vasilis Komis (Professeur des Universités, Université de Patras, Grèce), Jean Renaud (Professeur des Universités, INSA Strasbourg) et Jean-Luc Rinaudo (Professeur des Universités, Université de Rouen) de m'avoir fait également l'honneur d'être membres de mon jury d'HDR.*

*Mes remerciements s'adressent à toutes et tous mes collègues de la Faculté de Sciences de l'éducation et du laboratoire LISEC, pour leur présence et leur accueil bienveillant. Merci à Brigitte, à mes doctorants ainsi qu'aux étudiants et à l'équipe LP ATC, à Nadira et Eric pour les collaborations fructueuses au sein de la formation continue et à distance.*

*Une pensée particulièrement profonde ne peut qu'embrasser mon fils Ioïl à qui je dédie cet ouvrage ! Maman, Papa, grâce à votre soutien, confiance et patience inépuisables dont vous avez toujours témoigné, me voilà enfin arrivée au bout d'un chemin avec, en promesse, de poursuivre mon exploration et la compréhension du réel<sup>1</sup> !*

---

<sup>1</sup> Je me réfère ici à la notion du « réel » tel qu'entendue par Bernard d'Espagnat dans son ouvrage « A la recherche du Réel : le regard d'un physicien », Ed. Bordas Paris, 1979.

## SOMMAIRE

<b>Quelques éléments dans la construction d'une cohérence de mes travaux ...</b>	<b>8</b>
1. Introduction .....	8
2. Plan de la note de synthèse d'habilitation .....	11
<b>PARTIE 1.....</b>	<b>14</b>
<b>Perceptions des technologies numériques en éducation chez des enseignants du secondaire : de l'intention à l'appropriation de l'interactivité numérique</b>	<b>14</b>
<b>Chapitre 1. L'ENT dans les pratiques pédagogiques au secondaire : intentions et attitudes des enseignants .....</b>	<b>16</b>
1.1. Le cadre conceptuel et questions de recherche .....	16
1.2. Notre questionnement mis à l'épreuve sur terrain .....	18
1.3. Que disent nos résultats ? .....	19
1.4. Que renseignent des recherches similaires ?.....	22
1.5. Des premiers résultats pour un questionnement en évolution .....	24
Résumé de transition au chapitre 2 .....	26
<b>Chapitre 2. L'appropriation des tableaux numériques interactifs et manuels numériques par les enseignants du second degré : hybridation ou substitution ? .....</b>	<b>27</b>
2.1. La question d'appropriation et ses niveaux : quelques éléments de problématique .....	27
2.2. Cadre conceptuel et hypothèse .....	29
2.3. Hypothèse de recherche et démarche méthodologique.....	32
2.4. Analyse et interprétation de résultats .....	34
2.5. Discussion et conclusion sur les niveaux d'appropriation du TNI-MNI et l'activation des affordances chez des enseignants du secondaire .....	40
Résumé de transition pour la partie 2 .....	42
<b>PARTIE 2.....</b>	<b>44</b>

<b>Le numérique entre virtualité et matérialité d'un processus onthopanique dynamique.....</b>	<b>44</b>
Introduction Partie 2 .....	45
<b>Chapitre 3. L'outil numérique sous l'angle de la co-conception dynamique en évolution.....</b>	<b>47</b>
3.1. Artefact et objet technique : genèse et technicité dans le monde numérique	47
3.2. L'interface numérique en tant qu'objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique.....	51
Résumé de transition au chapitre 4 .....	54
<b>Chapitre 4. Les affordances selon les perspectives écologiques, cognitives, sémiotiques et des neurosciences .....</b>	<b>55</b>
4.1. Affordance sous angle de psychologie de la perception et du courant écologiste .....	55
4.2. L'affordance sous l'angle d'ethnométhodologie, cognition distribuée et sémiotique systémique .....	57
4.3. Affordance sous l'angle des neurosciences et sciences cognitives .....	60
4.4. La question d'affordance dans l'objectivation de la perception des outils numériques pour l'apprentissage .....	66
Résumé de transition au chapitre 5 .....	70
<b>Chapitre 5. Matrice numérique et dynamique du processus design-appropriation : vers une approche anthropo-sémio-technique .....</b>	<b>72</b>
5.1. Objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique et structure matricielle co-évolutive : vers une d'analyse de la conception par l'appropriation	72
5.2. Isotopies et élaboration du sens dans l'interaction sujet-interface numérique contextuelle personnalisable : le cas des environnements MAENA'Scol et ANIPPO	76
Résumé de transition à la Partie 3 .....	82
<b>PARTIE 3.....</b>	<b>84</b>
<b>Didactique de recherche : vers un modèle de caractérisation du « design » de recherches - le cas des recherches sur les technologies numériques en formation et apprentissage .....</b>	<b>84</b>
Introduction Partie 3 .....	85
<b>Chapitre 6. Eléments d'épistémologie et de méthodologie dans la conception de recherches.....</b>	<b>87</b>
6.1. Courants d'épistémologie et de méthodologie : brève rétrospective de l'antiquité à l'époque classique.....	88

6.2. Approches méthodologiques en recherche : définitions et enjeux.....	105
<b>Chapitre 7. Repères de qualité dans les recherches en technologie pour la formation : vers un cadre conceptuel d'analyse à partir d'une cartographie des recherches empiriques en technologies pour la formation .....</b>	<b>115</b>
7.1. Tendances récentes des recherches sur les technologies de l'information et de la communication dans la formation à l'université : quelques résultats.....	115
7.2. Proposition d'un modèle de caractérisation des recherches en technologies pour la formation à partir des critères validés en didactique de la recherche .....	122
7.3. Premiers résultats à partir d'un corpus des recherches sur les technologies en éducation et en formation: traitement et interprétation.....	123
7.4. Discussion et conclusion.....	124
<b>PARTIE 4 : Programme de recherche .....</b>	<b>127</b>
A. Projets de recherche-développement situés dans une approche anthropo-sémio-technique : conception participative des objets phénoménotechniques interactifs pédagogiques (OPHIP).....	129
B. A la recherche d'une formalisation de la construction des recherches en technologies pour la formation : la question de « repères » de qualité et la matrice de phases de recherche.....	132
Quelques éléments de précision sur l'encadrement doctoral dans le laboratoire LISEC - quatre thèses en cours .....	133
Conclusion générale.....	137
Références bibliographiques.....	142
Curriculum Vitae .....	155



# Quelques éléments dans la construction d'une cohérence de mes travaux

## 1. Introduction

De formation scientifique avec une spécialisation en sciences physiques, j'ai exercé avec beaucoup d'intérêt ma première expérience professionnelle en tant qu'enseignante dans le secondaire en Roumanie. Lors de ma formation universitaire en sciences, j'étais amenée à suivre des cours d'initiation en didactique des sciences physiques et en psychopédagogie. Les mises en situations auxquelles j'ai été, par la suite, confrontée sur le terrain, ont contribué sans difficultés au développement de ma relation pédagogique avec les élèves et leurs familles. J'ai ensuite considéré ces premières expériences en enseignement-apprentissage comme étant des passerelles dans ma nouvelle orientation professionnelle par la formation qui fut désormais tournée vers un domaine pluridisciplinaire, celui de l'ingénierie éducative et communication humain-machine.

J'ai poursuivi ainsi en France mes études de master et de doctorat à l'Université de Technologie de Compiègne (UTC), en développant de nouvelles connaissances et compétences scientifiques dans le domaine de l'informatique et plus particulièrement en modélisation et conception des environnements numériques support à la formation et à l'éducation. L'objet de recherche de ma thèse concernait les métalangages de modélisation et de formalisation des unités d'enseignement-apprentissage. Le cadre conceptuel a été construit en prenant en compte le concept de scénario d'enseignement-apprentissage en y intégrant la notion d'interactivité ainsi que les approches théoriques de l'apprentissage.

L'objectif général de ma thèse était de proposer pour les enseignants non-expérimentés dans le développement des applications interactives, un environnement numérique support à la mise en ligne des contenus interactifs de cours suivant une progression pédagogique intégrée dans des scénarios d'enseignement-apprentissage. Dans le contexte spécifique de ma thèse, j'ai mis en œuvre une approche de conception centrée sur l'utilisateur, m'intéressant aux attitudes et intentions des enseignants quant à l'acceptation de l'artefact numérique ainsi développé.

Ces différents éléments de problématique et de cadre conceptuel, faisant l'objet de mes recherches en thèse, ont été d'avantage ancrés dans le domaine de l'informatique, tout en ayant cependant une orientation explicite en conception des technologies numériques support à la formation.

Ainsi mon profil de nature pluridisciplinaire, même si à l'origine avec une dominante en sciences physiques puis en ingénierie des systèmes d'information et technologies, m'a été favorable à la poursuite de mon projet professionnel en tant qu'enseignante-chercheuse en sciences de

l'éducation. En effet, après l'obtention de la qualification en double section, 70 et 27 CNU, j'ai été recrutée en 2006 comme maître de conférences en sciences de l'éducation à la Faculté de Psychologie et sciences de l'éducation de l'Université Louis Pasteur, Strasbourg. Le profil de poste dans lequel je me suis pleinement retrouvé, était ciblé « technologies éducatives et ingénierie pédagogique » et stipulait parmi les missions prévues, celle d'assurer la responsabilité pédagogique d'une formation à distance en Licence professionnelle « Activité et Techniques de Communication » ainsi que la mission de mener mes activités de recherche dans le champ de technologies numériques pour l'éducation au sein du laboratoire interuniversitaire LISEC EA 2310. Ainsi, depuis une dizaine d'années j'assume mon activité de chercheuse en tant que membre de l'équipe Apprentissages et Pratiques d'enseignement et d'éducation (AP2E) de ce même unité de recherche. Après une période de transition du domaine informatique aux sciences de l'éducation, je me suis engagé dans des projets régionaux (Sum-Tec, en collaboration avec Nancy, Metz et Lille) et européen (eSimtra, dans le programme Life Long Learning<sup>2</sup>) en assurant pour ce dernier la responsabilité de coordination du projet en tant que partenaire institutionnel français au sein d'un consortium regroupant cinq autres partenaires de cinq pays européens. De plus, mes activités d'encadrement de mémoire Master 2 Recherche en Sciences de l'éducation (12 environ) ont donné suite à trois thèses en cours dont j'assume l'encadrement. Par ailleurs, mon parcours antérieur de formation allant des sciences physiques au domaine des EIAH puis sciences de l'éducation, a contribué pleinement à l'évolution de mon cadre de référence épistémologique qui au départ se voulait être de perspective positiviste (voire techno-centrée) mais qu'aujourd'hui, suite à des multiples expériences théoriques et pragmatiques vécues en activité de recherche, se trouve transformée en une perspective pluri-réaliste (Barrau, 2014) avec un ancrage anthropo-sémio-phénoménotechnique. Cette perspective se trouve bien dans la lignée des cadres théoriques et méthodologiques spécifiques aux objets de recherche de mon équipe d'appartenance, visant l'analyse des pratiques d'enseignement et d'éducation. Ceci ne peut que me conforter dans des collaborations de recherche que je développe tant au sein de l'équipe AP2E, par exemple en encadrement d'une thèse située au carrefour de la psychologie du comportement humain et des sciences de l'éducation, qu'à l'extérieur que ce soit dans des équipes interdisciplinaires en épistémologie et technologies (CIDES, Paris) soit dans des équipes organisées en Chaire Uni-Twin Unesco<sup>3</sup> pour le développement des systèmes complexes (informatique).

---

<sup>2</sup> Voir annexe 2 du volume Annexe ci-joint, Projet nr. 3

<sup>3</sup> Depuis un an je participe activement aux projets « interdisciplinaires » de conception d'environnements numériques support à l'évaluation par les Paires, notamment la Chaire Uni-Twin sur la Complexité, Université de Caen-Basse Normandie (en Informatique). Mon apport est situé au niveau de l'élaboration de cadre conceptuels et méthodologiques de recherche issus des SHS.

Mais après ce passage biographique précisons les orientations actuelles de mes recherches en technologies numériques pour l'éducation et la formation. En effet, trois dimensions se distinguent dans mes activités de recherches et d'enseignement.

Premièrement, dans la continuité de mes recherches antérieures, je m'intéresse à la problématique générale de conception des artefacts numériques support à la formation et aux apprentissages, selon une approche *participative centrée-utilisateur* basée sur le prototypage (Delozanne, 2006). Ce questionnement lié à la dimension de conception des applications numériques est aussi bien intégré dans mes activités pédagogiques ainsi que dans mes travaux de recherche. En effet, deux applications numériques interactives, dont ANIPPO<sup>4</sup> centrée l'apprentissage coopératif en résolution de problèmes ouvertes et MAENA'Scol visant l'autoévaluation des apprentissages, sont conçues et développées conjointement par des étudiants en licence « développement informatique » (dont j'assume la responsabilité scientifique et pédagogique) et en master, dans le cadre des projets transversaux intégrés dans mes activités d'enseignement.

Deuxièmement, je relie le volet « conception » d'objet (artefact) numérique à celui « d'analyse sémio-technique du processus d'appropriation/non-appropriation » de cet artefact en situation d'apprentissage. Par exemple, le projet MAENA'Scol, en rapport avec le second volet, celui d'analyse de l'appropriation de l'artefact numérique, est en référence au processus d'autoévaluation (à chaud) par des élèves du primaire suite à des moments d'évaluation formative des savoirs ou savoir-faire (Pacurar, Jost, Prignot, 2015 ; voir Annexe 2, partie 2.1<sup>5</sup>). Notre attention se focalise sur des environnements numériques facilitant de par leur structure fonctionnelle, différents degrés d'interactivité mais donnant aussi accès à l'immersion, comme c'est le cas dans ce qu'on appelle les mondes « second life » utilisées aussi bien dans de contextes de formation à distance (Rinaudo, 2015) que dans des contextes d'apprentissage par la simulation au niveau scolaire (Antle & al, 2009 ; Hwang & Hu, 2013). Je reviendrai sur ce questionnement d'appropriation d'artefact et d'objet interactif, dans la seconde partie de cette présentation réflexive de mon parcours de recherche.

Troisièmement, mes interrogations quant à ma posture en recherche, ont connu une évolution en deux temps, cette dernière étant justifiée par ma formation d'origine. En amont, dans la période du doctorat, ma posture était influencée majoritairement par le courant dit « objectiviste », techno-centré. Puis vers la fin de ma thèse et dans la période de transition en sciences de l'éducation, mes choix méthodologiques et par la suite, épistémologiques, ont été influencés aussi bien par mes

---

<sup>4</sup> ANIPPO : Application numérique interactive pour les problèmes ouverts en mathématiques, c'est une application 3D développée sous Open-Sim ; l'application arrivée à sa 2<sup>nde</sup> version, se développe depuis février 2014 dans le cadre d'une initiative pédagogique personnelle en associant des étudiants en LPATC avec des compétences en informatique et des étudiants en master 2 qui développent leur compétences en ingénierie socio-éducative.

<sup>5</sup> Manuscrit en cours de rédaction en tant qu'article de recherche sur les premiers résultats d'expérimentation en classe, projet MAENA'Scol

lectures de littérature spécialisée (histoire et sociologie des sciences, épistémologie, et méthodologies de recherche en sciences humaines et sociales) que par mes interactions dans des projets avec des chercheurs de la communauté scientifique des sciences de l'éducation et notamment de l'axe de technologies numériques en éducation et formation.

Si les deux premiers volets peuvent être perçus de façon distincte, le troisième se veut plus transversal en ce sens que mes choix épistémologiques et méthodologiques ne se limitent pas seulement aux travaux de recherche mais sont aussi intégrés dans les contenus de mes enseignements (voir CV ci-joint).

## **2. Plan de la note de synthèse d'habilitation**

A la suite de cette partie introductive je vais décrire brièvement les éléments de contenu qui constituent ce rapport d'habilitation.

Une première partie introduit des éléments de terminologie quant aux notions d'environnement d'apprentissage et de technologie de l'information et de la communication (TIC) inspirés de travaux de Peraya (1998)<sup>6</sup> et présente une synthèse de nos travaux qui sont en lien avec la question de l'analyse du processus d'appropriation des technologies numériques chez des enseignants et des apprenants en contexte d'école. Seront présentés les éléments conceptuels, méthodologiques et discutés les résultats obtenus.

La deuxième partie discute au début, la question de perception, appropriation dans le processus de conception-usage puis se focalise sur l'évolution du concept d'affordance. Une attention particulière est donnée d'une part aux travaux de Gilbert Simondon sur le concept « d'objet technique » et les limites du concept d'« usage » face à la notion de « technicité » de l'objet. D'autre part, nous proposons une revue de littérature autour du concept d'affordance, à partir des travaux en psychologie cognitive, en sémiotique et en neurosciences (par exemple, le rôle des neurones miroir et canoniques dans la perception, à partir des travaux de Rizzolatti et Sinigaglia (2011)). La question du virtuel et du réel dans la perception des objets numérique, notamment dans le cas des mondes Second Life, nous a amené à interroger le numérique en tant que nouménalité (Bachelard<sup>7</sup>, 1970/2002) et donc celle d'ontophanie<sup>8</sup> numérique définie par Vial (2013). Ces éléments de synthèse ont été féconds pour nous dans notre cheminement vers la compréhension

---

<sup>6</sup> Nous nous référons ici à l'article de Peraya D. (1998) Théories de la communication et technologies de l'information et de la communication : un apport réciproque, *Revue européenne des sciences sociales*, Vol. 36 n°111, 171-188.

<sup>7</sup> Bachelard G. (1931-1932), *Nouménalité et microphysique*, *Recherches philosophiques*, I, 1931-1932, p. 55-65, Repris dans *Etudes* (1970), Paris Vrin 2002, p. 11-22.

<sup>8</sup> Nous prenons ce concept d'*ontophanie* (manifestation de l'apparition de l'être) à partir des travaux de Mircea Eliade (1956) dans *Le sacré et le profane*, Paris Gallimard, et repris aussi par S. Vial (2013) dans *L'être et l'écran : comment le numérique change la perception*, Ed. PUF, Paris.

des mécanismes perceptifs visuels sensori-moteurs qui influencent l'activation des affordances et nous nous en sommes inspirés dans la construction d'une proposition de cadre d'analyse sémiotique (inspiré de la sémantique interprétative) de ce que nous appellerons objet phénoménotechnique immersif pédagogique (OPHIP).

La troisième partie de la note de synthèse d'habilitation, quant à elle, a pour objectif de reprendre, à partir de travaux antérieurs, quelques éléments d'épistémologie et de méthodologie de la recherche tels que défendus par des chercheurs selon leur discipline dans le champ de sciences humaines et sociales et plus particulièrement en sciences de l'éducation. Dès lors qu'on s'intéresse à la « didactique » ou la méthodologie de la recherche, notons que ce questionnement, est important non seulement pour la communauté universitaire en sciences de l'éducation mais aussi en sciences humaines en général (Miles et Huberman, 2003 ; Van Der Maren, 2006 ; Paquay, Crahay & De Ketele 2010), ainsi qu'en informatique et dans les sciences exactes (Tchounikine, 2011 ; Norman, 2004 ; Baron, 2013).

Cette dernière partie du manuscrit de synthèse présentera les résultats d'une première version d'un modèle d'analyse de construction et validation méthodologique des recherches spécifiques au domaine de technologies numériques en éducation et formation. L'objectif de cette partie du projet est d'observer dans quelle mesure l'adéquation entre la démarche scientifique et le questionnement a été exprimée et validée. C'est à partir de méta-analyses sur les technologies numériques en formation et apprentissage que nous avons proposé une première formalisation (Pacurar & Abbas, 2014 C, Annexe 1). Par ailleurs, sur le plan conceptuel, cette formalisation a été réalisée à partir des *critères de qualité des recherches*, issus des travaux en méthodologie de la recherche en sciences humaines, plus particulièrement en sciences de l'éducation (Lincoln et Guba, 1985 ; Miles et Huberman, 2003 ; Van Der Maren, 2006 ; Pourtois et al, 2006 ; De Ketele et Maroy, 2006 ; Howe, 2011) et notamment les formes de recherche *nomothétique et de recherche appliquée* ainsi que *les analyseurs des approches méthodologiques (validité interne et externe, méthodes et outils de recueil et d'analyse de données, triangulation)*. Le modèle est constitué de trois facteurs *Validation, Méthodologie* et *Données*. Chaque facteur est composé de variables représentant des *critères de qualité* explicités ci-dessus. Cette proposition présentée en chapitre 7 se veut une contribution à une réflexion autour des approches méthodologiques et méthodes de recherche que notre « méta-analyse » qualitative révèle être mises en œuvre par les auteurs chercheurs du corpus d'articles recensés.

Les quatre parties présentées dans cette note de synthèse se veulent rendre compte de mes développements conceptuels ainsi que des perspectives épistémologiques et méthodologiques construites à travers des collaborations sur des projets de recherche instituées aussi bien au sein du

laboratoire LISEC et donc de mon équipe d'appartenance AP2E que dans des équipes pluridisciplinaires en informatique, psychologie cognitive et sciences de l'éducation. Mes contributions au sein du laboratoire LISEC seraient envisageables dans la mise en œuvre d'un axe transversal, de perspective interdisciplinaire, qui ouvrirait des chantiers autour de la question des avancées en technologies numériques et de leur appropriation en contexte d'apprentissage scolaire, par le prisme de la sémiotique cognitive, des neurosciences, de la didactique des disciplines avec une orientation sur une perspective anthropo-sémio-phénoménoteknique. Une autre perspective envisageable, liée aux thématiques du laboratoire LISEC, serait associée aux travaux en éducation thérapeutique, notamment par le questionnement du développement des objets interactifs de type jeu immersifs thérapeutiques<sup>9</sup> à destination des personnes présentant des troubles d'attention, de représentation de l'espace ou de reconnaissance des expressions faciales (ex. problématique de l'autisme).

---

<sup>9</sup> Nous nous référons ici aux travaux récents de Stéphanie Mader (2015)

## **PARTIE 1**

**Perceptions des technologies numériques en éducation chez des enseignants du secondaire : de l'intention à l'appropriation de l'interactivité numérique**

## Introduction Partie 1

Cette première partie de la note de synthèse illustre deux exemples de recherches en sciences de l'éducation dans lesquelles nous avons interrogé d'une part, les perceptions qu'ont les enseignants des environnements numériques de travail et leur intention d'utilisation dans les pratiques d'enseignement et d'autre part, les perceptions et l'appropriation d'environnements numériques interactifs chez des enseignants du secondaire. Ces exemples ont été choisis dans la note de synthèse en tant que point de départ dans le cheminement de mon orientation de recherche. Comme je l'avais précisé dans « éléments de biographie », mon entrée en sciences de l'éducation a été faite à partir de l'informatique, notamment du champ EIAH de par la spécificité de ma thèse de doctorat. Mon ancrage en sciences de l'éducation s'est fait progressivement, en passant par une phase d'acculturation lors de laquelle j'ai travaillé sur des objets de recherche portant non seulement sur l'analyse d'usage des outils numériques de communication en ligne ou encore sur l'usage des dispositifs de formation professionnelle à distance mais aussi sur l'impact de l'utilisation des jeux virtuels (en ligne, sous console) et des réseaux socio-numériques sur les résultats scolaires des jeunes. Même si ces diverses recherches ont donné fruit à des communications dans des colloques scientifiques ou des publications dans des revues de recherche, comme en témoigne le volume « Annexe » de cette note de synthèse, notre choix ici est motivé par l'orientation de ma recherche qui se veut être situé dans la problématique générale de l'usage de technologies numérique mais avec une spécificité sur l'analyse de la dynamique d'appropriation dans la conception participative des environnements interactifs virtuels d'apprentissage. C'est pourquoi les deux exemples qui composent cette partie de manuscrit doivent être saisis comme étant des points d'étape dans la construction de mon cheminement. Ce dernier commence à prendre forme à partir des propositions d'un modèle conceptuel servant de base pour l'étude de l'usage de l'ENT au secondaire, puis s'enchaîne par une autre recherche interrogeant l'appropriation des outils TNI et MNI par des enseignants du même degré académique que précédemment. Ce second exemple de recherche emploie aussi bien le concept d'appropriation (et ses niveaux<sup>10</sup>) que le concept d'affordance. La fin de cette partie est une ouverture pour le développement d'une approche théorique d'analyse du processus conception-appropriation d'environnements numériques d'apprentissage, dont la formalisation s'appuiera sur les notions d'ontophanie numérique (Vial, 2013), d'affordance (Niveleau, 2006 ; Morgagni, 2011 ; Pacurar, 2015B, Annexe 1) et d'objet transductif (Simondon, 1958/2012).

---

<sup>10</sup> Les niveaux d'appropriation telles que définies par Akrich mais aussi discutés par Beaucamps, voir article sur l'étude du TNI Pacurar, 2015, Annexe 1.

## **Chapitre 1. L'ENT dans les pratiques pédagogiques au secondaire : intentions et attitudes des enseignants**

Ce chapitre présente les résultats d'une recherche sur les pratiques pédagogiques des enseignants avec les technologies numériques et en particulier avec l'ENT Scolastance développé dans le cadre du projet ENTEA2 (Environnement Numérique de Travail en Alsace). La recherche réalisée en collaboration avec des enseignants du secondaire avait pour objectif d'étudier des questions liées à l'influence du genre<sup>11</sup> et des disciplines d'enseignements sur l'utilisation de cet ENT par des enseignants de lycées technologiques et professionnels dans l'Académie de Strasbourg.

Nous interrogeons l'intention d'usage des environnements numériques de travail par des enseignants de lycée professionnels. A partir des travaux sur l'usage du numérique à l'école nous avons retenu des facteurs socio-démographiques, techniques et pédagogiques pour élaborer une proposition de modèle hypothétique (Figure 1). D'ailleurs, lorsqu'on s'intéresse à étudier l'intention d'usage d'une technologie numérique, une abondante littérature anglophone témoigne de l'usage des modèles hypothétiques permettant ainsi d'utiliser l'analyse en pistes causales. Compte tenu de notre objet de recherche, ce modèle a été proposé en prenant comme variable expliquée l'intention d'utilisation pédagogique d'une technologie éducative.

### **1.1. Le cadre conceptuel et questions de recherche**

Ce cadre théorique d'origine prend comme variables exogènes la différence de sexe, les disciplines d'enseignement, l'utilisation des ordinateurs dans un cadre privé et la maîtrise technique perçue, afin de mesurer le degré de significativité de ces dernières sur l'intention d'intégration de l'ENT à l'école. Ce travail a été réalisé dans l'Académie de Strasbourg en collaboration avec une enseignante-formatrice aux TICE dans la branche des lycées professionnels. En effet il s'agissait d'une recherche réalisée à la demande des professionnels du domaine et se situant dans le contexte du déploiement du numérique, notamment d'un nouvel d'ENT Scolastance (projet ENTEA2).

---

<sup>11</sup> On se réfère ici à la différence de sexe

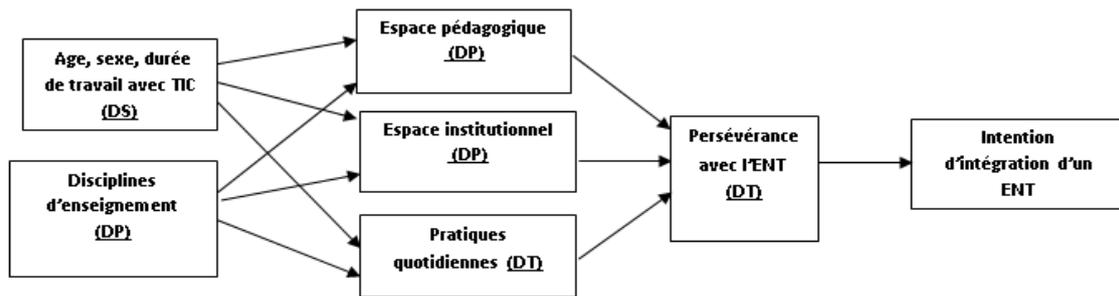


Figure 1. Proposition d'un modèle hypothétique basé sur l'articulation des dimensions contextuelle, pédagogique et technique

Le modèle présenté sur la figure 1 est basé sur une approche de modélisation par équation structurelle (Sang et al., 2010 ; Chen, 2010). Comme nous venons de le préciser ci-dessus, il a comme particularité un regroupement des facteurs sociodémographiques, pédagogiques (disciplines, ressources, espace collaboratif) et institutionnels (saisie de notes et absence). Par ailleurs, il prend en compte l'accès à la technologie et en particulier à l'ENT ainsi que l'usage privé et professionnel qui en est fait par les enseignants. L'Intention d'intégration d'un ENT par les enseignants, malgré les difficultés techniques rencontrées, représente la variable-réponse (variable expliquée), dans cette approche.

Dans notre première approche d'analyse des perceptions et intentions d'utilisation des objets numériques voire de environnements numériques de type ENT, nous avons proposé un cadre conceptuel structuré en trois axes, ou dimensions ; contextuelles, pédagogique et technique. Rappelons qu'à travers ce modèle, nous avons vérifié si l'articulation entre ces dimensions a une influence significative sur la persévérance des enseignants avec l'ENT mais aussi sur l'intention d'usage effectif de ce même environnement numérique. D'une part, notre objectif était d'apporter des éléments de réponse aux questions de recherche posées : Y a-t-il des relations d'association entre des facteurs exogènes (tels que la différence de sexe, l'expérience d'enseignement) et des facteurs endogènes (disciplines d'enseignement, utilisabilité, utilité), et leur attitude par rapport à l'intégration des fonctionnalités de l'ENT Scolastance dans leur pratique ? Ont-ils un usage pédagogique de l'ENT ? D'autre part, ces questions ont contribué à l'élaboration d'hypothèses (liées au modèle hypothétique proposé). Nous avons donc posé que :

H1) Il y a un effet significatif de la différence de sexe sur la relation entre l'acceptation de l'utilisation des outils institutionnels (saisie des notes, saisie des absences, édition des bulletins de notes et relevé des notes) et l'intention d'usage effectif de l'ENT.

H2) Il y a un effet significatif de la différence de sexe sur la relation entre la persévérance dans l'utilisation de l'ENT (malgré des difficultés techniques rencontrées) et l'intention de son intégration dans les pratiques pédagogiques des enseignants du secondaire. A travers la vérification de cette hypothèse, nous sommes intéressées à observer le comportement des enseignants et notamment l'intention d'acceptation de l'ENT lorsqu'ils se trouvent face à des problèmes techniques (par exemple, difficulté de paramétrage/personnalisation de la page d'accueil ou encore d'accès aux outils institutionnels).

H3) Il y a un effet significatif de la différence de sexe sur la relation entre l'acceptation d'utilisation de l'espace collaboratif de l'ENT et des outils de communication et l'intention de son intégration dans les pratiques pédagogiques.

H4) Il y a un effet de causalité des pratiques quotidiennes avec des environnements numériques (Internet, messagerie électronique) sur l'intention d'intégration de l'ENT dans les pratiques pédagogiques.

H5) Il y a une différence significative de la variable « discipline d'enseignement » sur l'utilisation des outils institutionnels et de communication.

Nos hypothèses ont été vérifiées en utilisant les corrélations entre les facteurs ainsi que la modélisation par équation structurelle, en particulier l'analyse en piste causale (pour plus de détail, voir article XX, en Annexe 1). Puis nous avons testé les effets de causalité de la variable modératrice « différence de sexe ».

La validation du modèle a été testée à partir des données obtenues suite à une enquête sur l'usage de l'ENT Scolastance dans l'Académie de Strasbourg. Pour le traitement de données nous avons utilisé les statistiques descriptives, l'analyse de variance (ANOVA) et la modélisation par équation structurelle.

## **1.2. Notre questionnement mis à l'épreuve sur terrain**

La méthodologie utilisée était de nature quantitative complétée par des entretiens auprès des enseignants de lycées professionnels et technologiques de l'Académie de Strasbourg. dans le but d'enrichir par des éléments de compréhension les résultats observés quantitativement. Les hypothèses posées, nous le rappelons, ont été formulées en lien avec les variables du schéma présenté (figure 1). L'inférence statistique était basée sur un échantillonnage aléatoire. Sur 41 établissements (lycées professionnels et technologiques), sollicités par mél, 71% ont proposé notre questionnaire à leurs enseignants. Le taux de retour est de 24, 5%. Notre échantillon valide était composé de 430 enseignants de lycée ayant répondu à cette enquête.

Afin de tester nos hypothèses dans des conditions propices à l'obtention de résultats fiables, nous avons mis en œuvre une démarche méthodologique mixte s'appuyant sur des approches empiriques quantitatives et qualitatives. L'analyse des résultats obtenus suite à l'enquête quantitative par questionnaires réalisée auprès des enseignants des lycées professionnels et technologiques de l'Académie de Strasbourg fait l'objet du présent texte. L'inférence statistique était basée sur un échantillonnage aléatoire. Sur 41 établissements (lycées professionnels et technologiques), sollicités par mél, 71% ont proposé notre questionnaire à leurs enseignants. Le taux de retour est de 24, 5%. Notre échantillon valide était composé de 430 enseignants de lycée ayant répondu à cette enquête.

En nous appuyant sur les dimensions composant le schéma de la figure 1 ci-dessus, nous avons construit un questionnaire structuré en trois parties concernant l'Espace institutionnel (espace de saisie d'absences, de notes, cahier de texte), l'Espace pédagogique (ressources numériques et outils de communication, l'espace collaboratif) et la Persévérance dans l'utilisation de l'ENT Scolastance, malgré d'éventuelles difficultés techniques rencontrées par les enseignants interrogés. Le questionnaire était composé de trente questions portant aussi bien sur l'usage quotidien de l'ordinateur, des outils institutionnels et de communication que sur l'utilisabilité de l'ENT Scolastance, sa maniabilité (Tricot et al., 2003 ; Betrancourt, 2007). D'une part, les variables endogènes représentaient ce que les enseignants disent de l'usage quotidien de l'environnement numérique, les outils institutionnels (absences, notes, bulletin de notes, relevé de notes, cahier de texte en ligne et papier), de communication (messagerie, forum), de persévérance dans l'utilisation de l'ENT (difficultés lors de la prise en main de l'ENT, persistance de difficultés, autonomie dans la résolution des problèmes techniques) ainsi que l'usage de l'espace collaboratif et de ressources numériques (Kiosque numérique, BCDI, etc). D'autre part, les variables exogènes prises en compte étaient l'âge, la différence de sexe, l'expérience avec l'ordinateur, les disciplines académiques.

Lors de la deuxième étape de ce projet nous avons conduit une série d'entretiens semi-directifs auprès de 19 enseignants volontaires sur les 430 participants à l'enquête par questionnaire. L'objectif de cette démarche qualitative était d'introduire une approche complémentaire, compréhensive, dans l'interprétation des résultats obtenus suite à l'enquête quantitative.

### **1.3. Que disent nos résultats ?**

Dans la démarche de vérification des hypothèses nous avons utilisé l'approche d'analyse en pistes causales ceci nous permettant d'interroger non seulement le degré de signification dans les relation de dépendance entre variables du schéma hypothétique mais aussi l'existence ou pas d'« effet de causalité » direct ou indirect (cela était posé en H3).

Ainsi, en ce qui concerne la première hypothèse (H1) « Il y a un effet significatif des différences de sexe sur la relation entre l'acceptation d'utilisation d'outils institutionnels (saisie des notes, saisie des absences, édition des bulletins de notes et le relevé des notes) et l'intention d'intégration de l'ENT dans les pratiques des enseignants», les valeurs du coefficient de régression ( $\beta = -15$  pour hommes ;  $\beta = -07$  pour femmes) montrent que la différence de sexe a une influence négative mais pas significative pour les relations de causalité entre l'usage des outils institutionnels et l'intention d'acceptation de l'ENT par les enseignants. Ceci amène à conclure que lors de la rencontre d'une difficulté technique, l'abandon est préféré par les deux catégories de sujets. Cependant, ce sont plus les femmes qui abandonnent l'usage des outils institutionnels que les hommes.

L'hypothèse 2 (H2) « Il y a un effet significatif de la variable « différence de sexe » sur la relation entre la persévérance dans l'utilisation de l'ENT (malgré des difficultés techniques rencontrées) et l'intention de son intégration dans les pratiques pédagogiques des enseignants du secondaire » est également vérifiée dans cette étude. Ainsi, comme montrent les figures 3 et 4 (intégrées dans l'article sur l'usage de l'ENT, Annexe 1), la variable « différence de sexe » influe sur l'intégration de l'ENT dans les pratiques pédagogiques, en ce sens que contrairement aux enseignantes, cette relation se montre positive mais pas significative pour les enseignants. D'une part, nous avons considéré que ce contraste peut s'expliquer par le fait que les enseignantes, en situation de difficulté technique, abandonnent l'utilisation des fonctionnalités intégrées dans l'ENT. D'autre part, chez les enseignants qui déclaraient intégrer l'ENT dans leur pratique pédagogique, l'intention d'usage effectif semble augmenter. En ce qui concerne l'hypothèse 3 (H3) « Il y a un effet significatif indirect de la variable « différence de sexe » sur la relation entre l'acceptation d'utilisation de l'espace collaboratif de l'ENT et des outils de communication et l'intention de son intégration dans les pratiques pédagogiques » les résultats obtenus indiquent l'existence d'une influence significative directe de l'usage de ces outils sur la persévérance dans l'intégration de l'ENT dans les pratiques pédagogiques, autant pour les enseignants que pour les enseignantes. En revanche, nous n'avons pas trouvé d'effet significatif indirect sur l'intention d'intégration de l'ENT par les deux catégories d'enseignants interrogés. Les résultats obtenus suite à l'analyse en pistes causales pour tester l'hypothèse 4 (H4) « Il y a un effet de causalité de pratiques quotidiennes avec des environnements numériques (comme Internet, courriel) sur l'intention d'intégration de l'ENT dans les pratiques pédagogiques » tendent vers la validation de celle-ci (Pacurar & Abbas, 2014 A, Annexe 1).

L'hypothèse 4 a été validée selon les résultats illustrés sur les figures 3 et 4 de l'article<sup>12</sup> joint en Annexe 1. En effet, pour les enseignantes, cette relation de causalité est significative pour  $\beta = ,31$  mais elle ne l'est pas pour les enseignants. Chez les enseignantes, contrairement aux enseignants,

---

<sup>12</sup> (Pacurar & Abbas, 2014) , article sur l'ENT donné en Annexe 1

l'usage quotidien de l'ordinateur augmente le niveau d'intention d'acceptation de l'ENT malgré les difficultés techniques.

Afin de vérifier la dernière hypothèse (H5) « Il y a une différence significative de la variable « disciplines » sur l'usage d'outils institutionnels et usage d'outils de communication », nous avons utilisé la technique d'analyse de variance (ANOVA). Les résultats de cette dernière analyse nous ont amené à considérer qu'il y avait un effet significatif des disciplines d'enseignement sur l'utilisation des fonctionnalités de l'ENT et particulièrement sur l'utilisation d'outils de communication pour  $F(4, 343) = 3,782, p < ,001$ . De plus, nous précisons que, parmi les disciplines, le domaine « Professionnel » ( $M = 2,231, SD = ,514$ ) a un effet plus significatif sur l'usage des outils de communication dans l'ENT. En revanche, il n'y a pas d'effet significatif de cette même variable sur l'usage des outils institutionnels.

### ***Des entretiens et des éléments d'analyse à finalité compréhensive***

Pour compléter les résultats de cette première enquête une démarche d'entretiens a été mise en place auprès des enseignants en mathématiques, en histoire-géographie, en langues, en économie-gestion, en commerce et en physique et biotechnologie. Le groupe d'interviewés était constitué de 13 hommes et 6 femmes dont l'expérience d'enseignement variait de sept à trente-cinq ans. Nous avons constaté à travers les discours, que la fréquence d'utilisation des outils intégrés varie de « tous les jours » à « jamais ». A l'exception de 2/19 enseignants, tous les autres déclaraient utiliser systématiquement (tous les jours) l'outil de gestion des absences et le bulletin de notes. Le cahier de texte était également utilisé par une grande majorité des interviewés. Parmi les dix-neuf qui déclaraient l'utiliser systématiquement, deux enseignants disaient le faire « parce que c'est obligatoire (ens\_9\_math ; ens\_1\_géogr) » (Pacurar & Abbas, 2014 A, Annexe 1).

Par ailleurs, les perceptions des enseignants sur la dimension pédagogique de l'ENT, ont été repérées dans le contenu des entretiens. Ainsi, le cahier de texte, l'espace collaboratif et les ressources numériques telles que l'encyclopédie Kiosque Numérique Educatif (KNE), ont été perçus par leurs utilisateurs - enseignants interrogés - comme étant des outils numériques à finalité pédagogique. En enseignement des langues, les enseignants disent utiliser le cahier de texte numérique en y intégrant pour leurs élèves, des pièces jointes de type application Webquest. Cependant, des problèmes d'incompatibilité logicielle liés aux documents joints du cahier de texte numérique, sont évoqués par des enseignants en mathématiques. Ces enseignants utilisent leurs cahiers de texte en joignant des documents personnels, spécifiques à leur discipline d'enseignement, dont le format n'est pas toujours compatible avec les logiciels de traitement de texte disponibles sur les ordinateurs en classe.

L'espace collaboratif et l'encyclopédie KNE sont également intégrés dans la pratique pédagogique des enseignants interrogés notamment en mathématiques, en économie-gestion et en histoire et géographie.

Dans l'espace collaboratif de l'ENT, les fonctionnalités de stockage et de partage de documents avec les élèves sont utilisées pour faire, par exemple, des corrections de devoirs. En revanche, les enseignants en langues, déclaraient ne pas utiliser ces fonctionnalités (collaboratives et espace-ressources KNE) en raison de problèmes techniques rencontrés en classe ou d'un manque de maîtrise d'utilisation techno-pédagogique de ces outils numériques. Ces approches méthodologiques complémentaires se sont avérées riches en résultats d'enquêtes quantitative et qualitative. Comment se situent-ils par rapports à d'autres recherches du domaine et similaires par leur questionnement ?

#### **1.4. Que renseignent des recherches similaires ?**

Les résultats de cette étude montrent que la généralisation de l'ENT Scolastance dans les établissements d'enseignement secondaire était perçue par les enseignants participants à notre enquête, comme une étape de transition dans les pratiques d'enseignement et d'apprentissage. Nous souhaitons savoir quels espaces de l'ENT Scolastance étaient utilisés et dans quelle mesure les enseignants– utilisateurs potentiels de cet environnement numérique – les intégraient dans leurs pratiques pédagogiques. Des hypothèses liées aux relations entre la différence de sexe et l'utilisation d'outils intégrés dans l'ENT, ont été posées et vérifiées par les résultats obtenus suite à notre enquête quantitative par questionnaires fermés. L'existence de différences entre les disciplines d'enseignement en rapport avec l'utilisation d'outils de communication ou institutionnels, a également fait l'objet de cette étude.

Les résultats obtenus par rapport à la différence de sexe montrent que l'utilisation de l'espace collaboratif et des outils de communication a un effet significatif direct sur l'intention d'intégration de l'ENT Scolastance autant dans les pratiques des enseignantes que dans celles des enseignants. Cependant, les enseignantes qui rencontraient des difficultés de maîtrise technique ou des problèmes d'accès au matériel informatique, abandonnaient l'utilisation des fonctionnalités intégrées dans l'ENT. En revanche, l'intention d'usage effectif augmente chez les enseignants persévérant dans l'utilisation des fonctionnalités de l'ENT malgré les difficultés de maîtrise technique rencontrées. Nous avons également observé chez les enseignantes, contrairement aux enseignants, que l'usage quotidien de l'ordinateur augmente le niveau d'intention d'acceptation de l'ENT malgré les difficultés techniques.

Des résultats similaires ont été observés par Kay (2006) dans une étude sur le genre et les attitudes des enseignants envers les technologies numériques. En effet, ses résultats montraient une influence significative du genre sur les attitudes des enseignants, uniquement avant l'implantation d'un environnement numérique dans l'école. Les enseignants interrogés avaient des attitudes plus positives que les enseignantes envers les technologies (Kay, 2006). Alors que l'ENT Scolastance était implanté depuis plusieurs années, des résultats de notre étude amènent à constater que les enseignants abandonnent moins que les enseignantes l'utilisation des fonctionnalités de gestion de classe (absences, cahier de texte, bulletin de notes), de communication et de collaboration.

La perception des enseignants sur l'utilisabilité et l'utilité du cahier de texte, des espaces d'information et de communication d'un ENT a également fait l'objet d'études récentes (Genevois et Poyet, 2010 ; Voulgre, 2011 ; Schneeweile, 2012). Nos résultats corroborent ces études par des observations sur l'utilisation du cahier de texte, de la gestion des absences et du bulletin de notes. Les outils à visée « pédagogique » tels que l'espace collaboratif et de ressources de type encyclopédie accessibles via l'ENT Scolastance ne s'avèrent que partiellement intégrés par les enseignants interrogés. Les non-utilisateurs soulignent, notamment dans leurs entretiens, des problèmes d'utilisabilité et d'utilité pédagogique. En revanche, les enseignants potentiellement intéressés précisent vouloir d'avantage les utiliser si leur fonctionnement devient stable du point de vue technique. Dans une direction similaire à celle des travaux de Voulgre (2011), ces constats amènent à considérer que le potentiel pédagogique en lien avec les ENT n'est que partiellement exploité.

La question sur les différences significatives entre les disciplines d'enseignement et l'utilisation des fonctionnalités de l'ENT a été traitée dans le cadre de cette contribution. Les résultats indiquent qu'il y a une différence significative entre les disciplines d'enseignement et l'utilisation des outils de communication. Rappelons que parmi les disciplines des enseignants interrogés, le domaine « Professionnel » a un effet plus significatif sur l'usage des outils de communication dans l'ENT. En revanche, il n'y a pas d'effet significatif de cette même variable sur l'usage des outils institutionnels. Ce résultat est probablement lié au profil de lycées, technologique et professionnel, utilisé dans ce travail. En prenant en compte l'approche qualitative de ce travail, les discours des entretiens soulignent que les enseignants des disciplines à visée professionnelle, auxquelles forment les établissements de notre étude, utilisent souvent l'espace de communication sur l'ENT pour communiquer avec les élèves stagiaires se trouvant dans leurs entreprises d'accueil.

Le lien entre la discipline d'enseignement et l'utilisation pédagogique de l'espace collaboratif et du cahier de texte fait aussi l'objet de discussion à partir des résultats des entretiens. Bien que statistiquement nos données ne révèlent pas de différences de discipline dans l'utilisation du cahier

de texte numérique, les entretiens nous font remarquer quelques « tentatives » d'utilisation chez des enseignants en géographie et en langues. Ainsi, en langues, histoire et géographie, les enseignants disent ne pas savoir utiliser techniquement l'espace collaboratif mais perçoivent l'utilité pédagogique du cahier de texte numérique, en l'utilisant avec des applications interactives pour les élèves. De plus, en langues, les enseignants interrogés perçoivent le potentiel didactique des ressources numériques et disent en faire un usage systématique dans leur séance de cours. En revanche, des enseignants en mathématiques utilisent l'espace collaboratif et de stockage pour la correction des devoirs ou pour la mise à disposition des élèves des ressources complémentaires au cours. Ces observations corroborent celles de Sutherland & al., (2004), Jedeskog (2005) et Erixon (2010).

Cette contribution présente les résultats d'une recherche sur les pratiques pédagogiques des enseignants avec les technologies numériques et en particulier avec l'ENT Scolastance développé dans le cadre du projet ENTEA2 (Environnement Numérique de Travail en Alsace). Elle tente d'apporter des éléments de réponse à des questions liées à l'influence de différence de sexe et des disciplines d'enseignements sur l'utilisation de cet ENT par des enseignants de lycées technologiques et professionnels dans l'Académie de Strasbourg.

Néanmoins, elle présente des limites conceptuelles et méthodologiques. En ce qui concerne les aspects conceptuels, notre recherche utilise les concepts d'utilité, utilisabilité et pratique pédagogique et interroge les perceptions des enseignants sur ces trois concepts liés aux technologies numériques. Si l'étude des deux premiers concepts peut se réaliser selon une approche quantitative d'enquête par questionnaire, ce n'est pas le cas dans l'étude des pratiques pédagogiques. Telles que nous les avons bien définies, les pratiques pédagogiques sont en lien avec les élèves. Pour augmenter la fiabilité conceptuelle et méthodologique et la qualité de résultats d'une recherche similaire, un protocole d'expérimentation qui intègre les élèves s'impose donc.

En ce qui concerne les aspects méthodologiques, les limites se situent au niveau de la taille du groupe pour les entretiens. De plus une approche mixte (quantitative et qualitative) *longitudinale* apportera des éléments pertinents dans la compréhension des résultats observés sur l'évolution des pratiques pédagogiques chez les enseignants et les élèves.

### **1.5. Des premiers résultats pour un questionnaire en évolution**

Nous concluons la présentation de l'exemple de cette première étude en soulignant que les résultats obtenus tendent à mettre en évidence que l'ENT est perçu avant tout comme un « outil de communication » via la messagerie, ou encore comme moyen de répondre aux usages prescrits par l'institution (saisie des notes, des absences, des remarques sur les bulletins, ...). De plus, ces résultats montrent l'existence d'associations entre sexe et discipline, d'une part, les outils institutionnels, de

communication et difficultés techniques, d'autre part. L'utilisation des TICE par les enseignants (femmes et hommes) des différentes disciplines n'est pas fortement ancrée dans les pratiques pédagogiques en classe ou dans la conception des supports de cours (Zender, 2011). Par ailleurs, les résultats de l'analyse thématique des entretiens auprès d'un groupe d'enseignants de lycées professionnels nous a amené à observer la tendance de leur argumentation sur le non-usage de l'ENT Scolastance à des fins pédagogiques (manque de formation pédagogique avec ces environnements numériques, problèmes techniques rencontrés pendant les séances en classe). Ainsi, ils regrettent la dimension verticale dans les usages prescrits qui s'adressent à un enseignant imaginaire et qui ne répondent pas à des besoins réels éprouvés et ressentis au quotidien dans leur pratique pédagogique. A partir de ces considérations, nous interrogeons l'écart entre la nature prescriptive de l'utilisation et celle déclarée, à savoir s'il y a un lien entre les attitudes des enseignants envers l'utilisation des TICE et en particulier de l'ENT Scolastance et l'intégration de ces outils dans les pratiques des enseignants. Ou alors, les enseignants ressentent-ils un besoin de formation pas tant technique que de nature réflexive, visant l'accompagnement à l'intégration effective dans leurs pratiques pédagogiques ?

Les résultats de l'analyse de nos entretiens ont montré que les pratiques avec les technologies, y compris avec l'ENT, sont loin d'être systématiques ou généralisées. Des enseignants sont passés au « tout numérique » dans certaines disciplines : histoire et géographie, langues vivantes, technologie ou sciences physiques. D'autres n'en font aucun usage, par manque de pratique, par inexpérience ou par absence de familiarité avec les outils numériques : un tel manque interroge les élèves et les parents d'élèves qui ne comprennent pas pourquoi les usages d'outils aussi performants ne sont pas généralisés.

Enfin, je tiens à souligner que les premiers résultats de cette recherche interrogeant les perceptions et intention d'usage de l'ENT par des utilisateurs-enseignants du secondaire, ont contribué à développer ultérieurement mes recherches, selon des approches conceptuelles situées dans une perspective pluridisciplinaire faisant appel aux concepts d'appropriation issu de la sociologie des usages ainsi qu'aux concepts d'affordance issu de la psychologie écologique.

## Résumé de transition au chapitre 2

*Rappelons que ma première expérience en tant que apprentie-chercheuse en conception et développement des plateformes numériques de formation ainsi que les résultats de mes premières recherches sur les perceptions et intentions d'usage de environnements numériques (notamment des ENT) auprès des enseignants, ont contribué pleinement à l'évolution de mes cadres de références du point de vue conceptuel, épistémologique et méthodologique, en leur attribuant une perspective anthropo-sémio-technique située dans une approche pluridisciplinaire (nous revenons plus en détail dans la Partie 2 du présent manuscrit). Si dans l'exemple donné au premier chapitre nous avons eu pour objet l'étude des intentions d'usage d'environnements de type ENT ( qui de par ses fonctionnalités sert par exemple, le suivi, la gestion de la classe et la communication avec les parents) utilisant une approche méthodologique « déclarative », le second exemple donné en Chapitre 2 ci-dessous aura pour objet l'étude des niveaux d'appropriation du Tableau numérique interactif en tant qu'objet intégré dans l'espace physique de la classe, et des ressources pédagogiques interactives ( qui dans notre cas renvoient au manuel numérique). Ainsi de la question de l'intention d'usage traitée dans le premier exemple, on passe à une analyse de niveaux d'appropriation dans les pratiques des enseignants avec le TNI, utilisant aussi bien des méthodes d'enquêtes que celle de l'observation in situ. De plus, le processus d'appropriation est analysé ici en association au concept d'affordance que nous nous proposons de redéfinir à partir des synthèses concernant la genèse de ce concept.*

## **Chapitre 2. L'appropriation des tableaux numériques interactifs et manuels numériques par les enseignants du second degré : hybridation ou substitution ?**

La recherche dont il est question dans ce second chapitre a pour objectif d'analyser les perceptions et l'appropriation, dans l'usage, du tableau numérique interactif et du manuel numérique ainsi que leur intégration dans les pratiques pédagogiques chez des enseignants du secondaire. Ce projet mené en collaboration avec une équipe d'enseignants (professeurs d'écoles-formateurs en économie-gestion au secondaire) a été mis en place dans un contexte institutionnel de déploiement des tableaux numériques interactifs au niveau des collèges et lycées français à orientation professionnelle et scientifiques situés en Alsace. En effet, ce projet a été initié sur la base de deux objectifs à caractère institutionnel. D'une part, nous envisageons d'observer si la formation continue des PE à l'utilisation des TICE était perçue comme facteur significatif de mobilisation de ces technologies en classe. D'autre part, nous avons interrogé si les enseignants de diverses disciplines, intègrent des objets numériques (le TNI, MNI dans ce cas) dans les situations d'enseignement-apprentissage en classe. Comment introduisent-ils ces objets pour la transmission /construction des savoirs spécifiques à leur discipline ? Quelle relation (que nous analysons par le niveau d'appropriation) ont-ils avec ces objets numériques dans leur pratique pédagogique ? Ainsi, ces questions ont été

### **2.1. La question d'appropriation et ses niveaux : quelques éléments de problématique**

La présente recherche, de par son objet lié aux applications numériques telles les tableaux interactifs et leurs interfaces graphiques, s'est construite en prenant comme référence d'une part l'approche hypothético-déductive et d'autre part l'approche empirique. Dans notre quête de positionnement épistémologique, rappelons que Bachelard préconisait dans son œuvre *Epistémologie* la nécessité d'atteindre un rationalisme concret, solidaire d'expériences toujours particulières et précises. Nous considérons avec Bachelard qu'« *il faut aussi que ce rationalisme soit ouvert pour recevoir de l'expérience des déterminations nouvelles. En vivant d'un peu-près cette dialectique, on se convainc de la réalité éminente des champs de pensée. Dans ces champs épistémologiques s'échangent les valeurs du rationalisme et de l'expérimentalisme* » (G. Bachelard, « Rationalisme », chap. 1, p. 2-4). Partant de ces considérations, nous avons développé notre méthodologie suivant une approche « mixte » qui amène à utiliser des méthodes qualitatives et quantitatives autant pour le recueil de données que pour leur traitement et analyse.

En résumé, la revue des travaux présentée ci-dessus montre qu'outre les études sur l'interactivité dans les situations d'enseignement-apprentissage (Chou, 2003) et des changements de pédagogie (Lewin & al, 2008 ; Sweeney, 2013), les chercheurs s'intéressent à analyser *l'appropriation/non-appropriation* d'outils numériques en classe et en formation à distance, en utilisant l'approche de genèse instrumentale (Nogry & al, 2013) et le concept d'affordance (Hillier & al, 2013 ; Simonian & Audran, 2012). *L'affordance* telle que définie en psychologie écologique et notamment par James Gibson (Gibson, 1979) représente l'utilité fonctionnelle d'un objet, d'une surface, d'un évènement, pour un organisme vivant présentant des caractéristiques physiques données (poids, taille) et certaines capacités d'action.

En ce qui concerne l'appropriation des fonctionnalités du TNI, les résultats des recherches antérieures convergent, montrant qu'il y a un décalage entre l'augmentation du niveau de compétences techniques des enseignants dans l'utilisation des applications numériques courantes et l'intégration des fonctionnalités interactives du TNI dans les activités pédagogiques en classe. Autrement dit, même si des enseignants avaient un bon niveau de maîtrise du traitement de texte ou d'autres logiciels professionnels spécifiques à leur spécialité, ils utilisaient le TNI, dans la majorité des cas, en le substituant au tableau classique mais en utilisant les fonctionnalités de traitement de texte qui y sont intégrées.

A partir de ces constats, des questions émergent : Quelles sont les affordances du TNI potentielles du TNI<sup>13</sup> celles actualisées par les enseignants en classe ? Quels facteurs contribuent à l'émergence des affordances, autrement dit des relations enseignant- outils numérique (le TNI et le MNI) dans l'environnement de la classe ? Les enseignants de notre échantillon, sont-ils dans une *logique d'usage* ou *de conception* ? Il y a-t-il des corrélations entre les *disciplines d'enseignement* et l'utilisation des *fonctionnalités interactives* du manuel numérique et du tableau numérique ?

Dans la continuité de ces travaux, notre premier objectif est de déterminer s'il y a des relations de dépendance significatives entre des facteurs externes (discipline d'enseignement, usage personnel des TICE) et des facteurs internes (utilisation des fonctionnalités du TNI et MNI) qui influencent l'appropriation du TNI et du manuel numérique interactif (MNI) parmi les enseignants des collèges et lycées français.

Par ailleurs, les politiques de déploiement des technologies numériques, dans des établissements d'enseignement, amènent à considérer que le défi d'un enseignant est de saisir les affordances potentiellement existantes dans un environnement écologique, en l'occurrence la classe, dont le TNI est un objet avec lequel il peut « faire corps ».

---

<sup>13</sup> Le tableau 1 du § 6.2 reprend les fonctionnalités du TNI et donne un aperçu des affordances potentielles que nous en avons a priori formalisées.

En nous référant au concept gibsonien d'affordance (Niveleau, 2006) notre deuxième objectif est d'observer, par une approche qualitative, compréhensive, les ajustements construits entre les fonctionnalités du TNI, en tant qu'outil technique, et la capacité des enseignants à les percevoir dans des espaces d'action en contexte (Bril, 2002). Précisons que notre questionnement, en tant que second objectif, consiste à observer quel(s) usage(s) du TNI et du MNI ont un impact sur la manière d'enseigner.

A partir de ces éléments de problématique, nous présentons ci-après les éléments conceptuels utilisés ainsi que les hypothèses de recherche.

## **2.2. Cadre conceptuel et hypothèse**

Dans un souci de cohérence théorique et empirique avec les questions de recherche, nous utiliserons le concept d'artefact en référence aux travaux en ergonomie cognitive et le concept d'appropriation des TIC tel que défini en sociologie des usages (De Fornel, 1992 ; Akrich, 1998 ; Akrich, 2006 ; Proulx, 2005). Pour observer les niveaux de transition dans l'appropriation du TNI et du MNI (Beauchamp, 2004) par les enseignants, nous prendrons en compte les notions d'hybridation et de substitution (Mallein & Toussaint, 1994).

### **2.2.1. Appropriation, hybridation, substitution dans les pratiques d'usages**

Le concept d'*artefact* introduit par Vygotsky (1930/1985) et Leontiev (1984) a été repris et développé, en ergonomie cognitive notamment par Rabardel (1995) dans le cadre de l'approche instrumentale. Dans la recherche en éducation, par exemple, cette approche a été utilisée pour l'élaboration du concept de conflit instrumental (Marquet, 2011).

Mais ce qui nous intéresse ici, c'est le concept d'artefact. Ainsi, un *artefact* est ce qui renvoie à un objet matériel ou symbolique tandis qu'un *outil* est le fruit d'une construction du sujet suite à l'utilisation de cet artefact. On considère l'outil comme un instrument composé de l'artefact et de schèmes d'utilisation issus de sa relation avec le sujet. Les schèmes d'usage tel que définis par Rabardel (1995) sont relatifs à la gestion des caractéristiques et des propriétés de l'artefact lui-même. Ceci amène à considérer l'existence d'un lien entre les schèmes d'usage et le processus d'appropriation d'outils numériques. Comme le définit Millerand (2002) *s'approprier*, c'est précisément choisir parmi un ensemble de possibles pour se réinventer son outil numérique, ce qui sous-entend une démarche d'appropriation chez les usagers. Nous pouvons appliquer cette définition au contexte de notre étude : un ensemble de possibles met en avant la question de l'usage induit par le TNI et le MNI ; une réinvention se réfère à un processus cognitif ; quant à la démarche, elle renvoie à un processus centré sur l'enseignant, ce dernier étant actif.

D'autres recherches ont montré que pour faire prédominer un usage conforme à ce qu'ils souhaitent, les utilisateurs peuvent procéder à faire des modifications sur les outils numériques et dépasser ainsi les usages prescrits. En s'interrogeant sur les tensions entre logique d'usage et de conception, Akrich (1998) distingue quatre niveaux d'appropriation : *déplacement* (modification de spectre des usages sans aucune modification majeure dans l'outil numérique) ; *adaptation* (modification du dispositif pour l'ajuster à son usage sans changement de la fonction originelle de l'objet technique) ; *extension* (ajout d'éléments au dispositif permettant d'enrichir la liste des fonctions) ; *détournement* (utilisation du dispositif pour un propos qui n'a rien avoir avec les usages prévus).

Dans une même perspective de recherche sur l'appropriation des objets techniques, Mallein & Toussaint (1994) séparent deux types de rationalité à l'œuvre dans la construction de l'offre du marché : une rationalité de la cohérence sociotechnique et une rationalité de la performance techniciste. A partir de ces deux types de rationalité, les auteurs ont différencié quatre types de concepts : banalisation vs idéalisation, hybridation vs substitution. Une comparaison de ces différentes catégorisations au regard des logiques et rationalités montre qu'il y a des similitudes permettant d'éclairer l'appropriation d'un objet numérique.

Ainsi le processus de déplacement est à rapprocher de celui de la *substitution* : l'objet technique s'inscrit dans une « identité passive » lorsque l'utilisateur se sent dépassé par la technique ou ne rentre pas dans une attitude réflexive par rapport à l'objet technique, succombant ainsi à la logique de conception. Au contraire, l'approche par *hybridation* est à rapprocher des trois autres processus d'appropriation à savoir adaptation, extension et détournement. Ces processus relèvent d'une attitude active et réflexive par rapport à l'objet technique, centrée sur les objectifs propres de l'utilisateur.

Toujours dans le domaine de la sociologie des usages, M. de Fornel expliquait qu'il se forme une « solidarité » entre l'outil numérique et l'usager, liée à des ajustements et au contexte de l'utilisation de cet outil (De Fornel, 1992). De même, Millerand (2002) parle d'une « construction de l'usage dans la *relation* de l'usager avec le dispositif, qui passe nécessairement par l'étape de l'expérimentation physique et concrète du dispositif ». Ces différents éléments explicatifs du processus d'appropriation montrent leurs liens avec le concept d'affordance.

L'explicitation des concepts définissant le processus d'appropriation et les types de rationalités d'usage nous a été particulièrement utile dans la construction de nos deux premières hypothèses de recherche que nous présentons ci-après. Les résultats d'un deuxième groupe d'hypothèse ne feront pas objet de présentation ici mais sont discutés dans une autre publication d'article dans une revue américaine (Pacurar & Clad, 2015D , Annexe, 1).

### **2.2.2. La question de l'affordance : premiers éléments de définition**

L'avancée dans développement des applications numériques a une incidence sur la complexification des pratiques d'interaction des acteurs humains dans leurs différents domaines d'activités. En se référant aux pratiques pédagogiques des enseignants à l'ère du numérique, on s'intéresse à la manière dont les outils numériques « communiquent » leur fonction. Dès lors, on s'interroge sur la manière dont l'interface graphique du TNI « communique » à l'enseignant des parties d'action sur lesquels il peut intervenir.

A partir de ces éléments d'analyse autour du processus d'appropriation nous avons étendu notre cadre conceptuel en y insérant le concept d'affordance en proposant une redéfinition qui sera donnée ci-après. Ainsi, au départ, dans l'acceptation de Gibson (1979) l'affordance n'était ni une propriété de l'organisme vivant ni une propriété de l'environnement mais *une relation*, un ajustement entre un environnement et l'organisme donné dans un certain contexte d'action.

Il est toutefois nécessaire de préciser que, depuis les travaux de Gibson et ses prédécesseurs de la Gestalt (Koffka, 1935 ; Lewin, 1935), ce concept a été repris et adapté à différents champs de recherche allant de la psychologie sociale et culturelle (Leonova, 2004) et de la sémiotique (Morgagni, 2011) aux neurosciences (Pellicano & al, 2011 ; Borghi, 2012) et au design des interfaces graphiques numériques (Norman, 1988 ; Gaver, 1991).

D'autres recherches en éducation, plus précisément sur l'usage pédagogique des environnements numériques dans la formation des adultes, nous ont été utiles pour interroger le concept d'affordance. Ainsi, en faisant référence à la dimension sociale dans l'apprentissage via les outils numériques, Allaire définit le concept d'affordance socio-numérique (Allaire, 2006). D'autres travaux, situés dans une approche anthropo-écologique de l'usage (Albero, 2010) en contexte de formation à distance via des plateformes numériques, développent le concept d'affordance socioculturelle (Simonian, 2014).

Dans notre recherche, nous considérons, avec Niveleau (2006) qu'une théorie des affordances permet de dresser l'inventaire de l'ensemble des choses perceptibles à partir d'une étude des relations valides entre l'organisme et son environnement. En prenant en compte l'importance du contexte dans la perception des affordances dans le cas du numérique nous proposons ici une adaptation du concept d'affordance. Ainsi, dans notre acception, *« un organisme vivant perçoit l'environnement et entre en relation avec celui-ci parce que les objets ont un potentiel d'action qui le poussent à les voir et à agir selon l'intentionnalité située dans une dynamique contextuelle et que d'un point de vue affectif ou émotionnel ils revêtent une valeur. En effet, la valeur ressource (VR) d'un*

*objet dépend de son potentiel d'action et de la valeur affective (VAE) que le sujet lui attribue » (Pacurar & al, 2015)<sup>14</sup>.*

Lorsqu'on transpose la définition d'affordances à notre objet de recherche, ceci nous amène à considérer que le TNI, en tant qu'objet intégré des fonctionnalités logicielles spécifiques, rend disponible certaines actions plutôt que d'autres. Ceci signifie que cet objet numérique incorpore, dans le champ des activités pédagogiques réalisées en classe dont les enseignants et élèves sont également parties prenantes, des éléments d'interface grâce auxquels il est possible d'établir avec lui un certain type d'actions spécifiques.

Il faut toutefois préciser que l'activité pédagogique est réalisée en *contexte d'interaction* (Peraya & Ricknemann, 1998). D'ailleurs, comme le souligne Joshua (1994, p. 156) « il n'y a pas d'enseignement possible sans que se construise un *espace commun de significations* (Amigues, 1991) entre le professeur et les élèves, au regard d'une *situation qui forme le contexte* où se manifestent les rapports au savoir en jeu [...]». Par ailleurs, en référence à la situation pédagogique et la signification dans l'action, nous considérons avec Audran « *les signes dans le cadre contextualisé de leur utilisation pratique, sans toutefois négliger le cadre de leur conception. La théorisation du signe comme « empreinte véhiculée » permettant l'interprétation actualisée de l'intention du concepteur par l'utilisateur, oblige le chercheur à prendre en compte un paramètre particulier qui est la nouvelle dimension sociale du contexte dans lequel les signes sont interprétés* » (Audran, 2010, p. 89). On observera ainsi, la place importante du *contexte* dans les activités d'apprentissage à tout niveau académique que ce soit.

### **2.3. Hypothèse de recherche et démarche méthodologique**

Un premier regroupement d'hypothèses vise à tester l'existence de relations de dépendance et des corrélations entre des variables indépendantes (disciplines d'enseignement) et des variables dépendantes (l'utilisation des outils numériques à usage professionnel et personnel, la fréquence d'utilisation du TNI et du MNI par les enseignants en classe) :

**H1** *Il y a une corrélation entre l'usage des applications numériques à finalité personnelle (UPr\_TIC) et pédagogique (UPd\_TIC) et l'usage des fonctionnalités du tableau numérique interactif (F\_TNI) et du manuel numérique (F\_MNI).*

**H2** *Il y a une relation de dépendance significative entre les disciplines d'enseignement et l'utilisation des fonctionnalités du manuel numérique.*

---

<sup>14</sup> Voir Annexe 1, Pacurar, Jost, Prignot (2015), Cette référence bibliographique à notre adaptation du concept d'affordance est liée à notre communication présentée lors du colloque Conditions enseignantes et pratiques d'enseignement, ENS de Lyon, 2015.

Ces deux hypothèses ont été testées selon une approche quantitative par enquête. Cependant, une approche qualitative, par observation et entretiens a été mise en place afin d'observer les facteurs contextuels, pédagogiques et techniques qui contribuent à l'activation de la relation enseignant-outil TNI et/ou MNI dans l'environnement écologique, la classe. Est-ce que l'utilisation des fonctionnalités complexes du TNI conduit à un changement de pratique pédagogiques (par exemple le passage du « magistral » à l'interaction « élève-groupe-enseignant ») ? Par l'approche qualitative, nous chercherons à observer si l'utilisation du TNI et/ou du MNI induit *l'hybridation* ou *la substitution* dans la pédagogie en classe.

Comme nous l'avons précisé dans la partie du cadre conceptuel, les différents degrés de complexité des affordances sont dépendants du contexte, des valeurs affectives et des valeurs ressources (Jackendoff, 2006) des objets. Nous considérons par ailleurs, que la *fonction perçue du TNI*, que nous rapprochons de la dimension technique, peut être un élément à prendre en compte lorsqu'on interroge les affordances de l'outil numérique en question. Il nous renseigne sur la signification du TNI chez les enseignants, en contexte spécifique.

L'analyse thématique des entretiens a été en rapport avec les affordances du TNI, du MNI et le contexte spécifique dans lequel enseignants et élèves sont en interaction. L'utilisation des méthodes d'enquête quantitative et qualitative, a permis de recueillir les premiers éléments d'observation pour savoir dans quelle mesure l'utilisation des fonctionnalités du TNI influence la dynamique des interactions entre enseignants et élèves, voir entre élèves, dans le contexte de la classe (Bril, 2002).

#### ***Approche mixed-method : enquête, entretiens et observation***

La démarche de recherche se situe dans le paradigme mixed-method. Autrement dit, dans la construction du processus de recherche, nous avons adopté une démarche hypothético-déductive et défini des hypothèses de recherche vérifiées statistiquement, auxquelles nous avons associé une approche compréhensive par entretiens semi-directifs et par observation directe, en classe. Afin de réduire les limites de la méthode déclarative qui est celle de l'enquête par questionnaires, nous développerons une approche quasi-empirique basée sur la triangulation par les méthodes (Krefting, 1991 ; Paquay *et al.* 2010).

Notre groupe de participants est constitué principalement des enseignants du secondaire : collèges et lycées dans une académie en France. L'inférence statistique était basée sur un échantillonnage aléatoire. L'échantillon valide était au final composé de 450 enseignants de lycée ayant répondu à cette enquête.

## Observation

Dans une volonté de renforcer la fiabilité et la validité interne et externe de cette recherche, nous avons mis en place des observations *in situ* auprès d'un groupe de quatre enseignants dont les disciplines d'appartenance étaient la géographie, les mathématiques et les sciences physiques. Le nombre limité d'enseignants participant à cette démarche de recherche s'explique par le fait qu'ils ont été les seuls à donner une suite favorable à notre sollicitation. Ces quatre observations directes, de durée d'une heure chacune, ont été réalisées en binôme. A cet effet, nous avons conçu une grille d'observation composée de six items dont le type d'interaction, le type d'activité, les ressources numériques et non numériques utilisées ainsi que les ressources pédagogiques construits par une contribution des TIC. Une séance de 50 min était découpée par nous en 10 séquences. La durée d'une séquence était de 5 min. Notons que lors de chacune des quatre séances observées, la première séquence consistait en des rappels des notions précédemment étudiées.

## 2.4. Analyse et interprétation de résultats

### 2.4.1. Résultats en rapport aux deux hypothèses

Pour la vérification de nos deux premières hypothèses, nous utiliserons le test de khi-deux  $\chi^2$  et une analyse bi-variée entre les variables discipline d'enseignement, usage personnel des TIC (UPr\_TIC), usage pédagogique des TIC (UPd\_TIC) ainsi que usage pédagogique des fonctionnalités du TNI (F\_TNI) et du manuel numérique (F\_MNI). Le tableau<sup>15</sup> de données obtenu suite au traitement sous SPSS V.19, regroupe les valeurs de la matrice de corrélation, N représentant la part de répondants sur la totalité de l'échantillon. Précisons que la matrice de corrélation est calculée sur des variables ordinales ; le coefficient utilisé est *Ro Spearman*.

Les valeurs numériques insérées dans la matrice (tableau 1)<sup>16</sup> montrent qu'il y a des relations significatives positives entre la fréquence d'utilisation des TIC à visée professionnelle (pédagogique) et la fréquence d'utilisation des fonctionnalités du tableau numérique interactif (0.26,  $p < .01$ ) et du manuel numérique (0.15,  $p < .01$ ). Cependant, on observe des relations moins significatives, d'une part, entre la fréquence d'utilisation des TIC à visée personnelle et l'usage du manuel numérique (0.11,  $p < .05$ ) et d'autre part, entre la fréquence d'utilisation du tableau numérique interactif et celle du manuel numérique (0.12,  $p < .05$ ).

Dans un cas de figure, les résultats amènent à considérer que les enseignants utilisant quotidiennement les TIC (Internet, réseaux sociaux, courrier électronique, logiciels professionnels) dans la préparation des cours se déclarent être intéressés et impliqués dans des démarches de

---

<sup>15</sup> Voir tableau en Annexe 1, article sur le TNI, Pacurar (2015B)

<sup>16</sup> article sur le TNI, Pacurar, (2015B), en Annexe 1

découverte, voire même d'utilisation plus avancée des nouveaux outils, du tableau numérique ( il s'agit des fonctionnalités complexes intégrées dans le TNI). Or, on remarque que l'usage des TIC à visée personnelle n'entraîne pas un usage fréquent du manuel numérique. Par ailleurs, il n'y a pas de relation fortement significative entre la fréquence d'usage du TNI et celle du MNI. Ceci conduit à observer que les contenus des manuels numériques ne sont que peu fréquemment intégrés et utilisés via un tableau numérique interactif en classe.

Concernant la deuxième hypothèse «*Il y a une relation de dépendance significative entre les disciplines d'enseignement et l'utilisation des fonctionnalités du manuel numérique et du tableau numérique interactif*» le test de khi-deux ( $\chi^2$ ) montre qu'il y a une relation de dépendance entre certaines fonctionnalités de ces deux outils numériques et les disciplines d'enseignement.

Ainsi, en ce qui relève de l'usage du manuel numérique en fonction des disciplines, on observe une seule relation de dépendance (khi-deux significatif  $\chi^2 = 11,044/\text{ddl } 5, p < .05$ ) entre les disciplines d'enseignement et l'usage que les enseignants disent faire des *applications de marquage* intégrées à ce même type de manuel. Sur la totalité de l'échantillon (n=396) toutes disciplines confondues, ils sont à 3,5%. Ceci est particulièrement mis en évidence dans le cas des enseignants en économie, gestion et commerce (EGC) de notre échantillon. A l'opposé, les enseignants qui indiquent utiliser rarement ou jamais l'application de marquage du manuel numérique, sont majoritairement issus des domaines de lettres, d'histoire-géographie (33,1%) et de mathématiques (31,6%) répartis sur la totalité de l'échantillon.

Les résultats de ce même test, appliqué aux variables disciplines d'enseignement et usage du tableau numérique interactif, confirment également l'existence de relations de dépendance dans le cas de certaines fonctionnalités logicielles. Ainsi on observe que pour un khi-deux significatif ( $\chi^2 = 19,733/\text{ddl } 5, p < .01$ ) il y a dépendance entre l'usage basique du tableau numérique interactif et les disciplines d'enseignement.

#### **2.4.2. Résultats analysant la question d'hybridation et de substitution du TNI- MNI et les affordances en contexte**

Par l'exploration des données en lien avec les deux dernières questions de ce texte, nous cherchions à comprendre comment l'enseignant, lors d'une séance donnée, intègre les outils interactifs, qu'ils soient numériques ou non. Autrement dit, est ce que l'utilisation des fonctionnalités complexes du TNI conduit à un changement de pratique pédagogique (par exemple le passage du « frontal » à l'interaction « élève-groupe-enseignant ») ? Notre dernière question se réfère au concept d'affordance. En effet, ce qui nous intéresse est de repérer des facteurs liés aux valeurs affectives et

aux dimensions socioculturelle, pédagogique et technique qui contribuent à l'émergence des relations enseignant-outil numérique dans l'environnement écologique, la classe.

Nous considérons avec Kytta (2003) que les différents degrés de complexités des affordances sont dépendants de contexte, des valeurs affectives et des valeurs ressources (Jackendoff, 2006) des objets. Cette question est construite à partir de l'une des caractéristiques fondamentales des affordances, à savoir qu'elles sont des combinaisons invariantes de variables (Wells, 2002).

Afin d'apporter des éléments de réponse, nous utilisons une approche qualitative par entretiens. A partir de ces entretiens, nous cherchons à observer dans quelle mesure le contexte pédagogique et les valeurs ressources, voir même affectives, ont contribué à l'activation de la relation entre les enseignants et les outils numériques, en particulier le TNI et le MNI. L'analyse de entretiens a été en rapport avec les affordances du TNI et le contexte spécifique dans lequel enseignants et élèves sont en interaction.

Cette méthode déclarative mais qualitative, a contribué à extraire des informations qui nous renseignent sur les affordances potentielles et utilisées (actualisées) d'un TNI par les enseignants. L'analyse du contenu des entretiens est structurée autour de trois thèmes : *pratique pédagogique avec le TNI, contexte pédagogique spécifique* (salle équipée d'un TNI, discipline d'enseignement) et *perception des valeurs ressources* que les enseignants expriment par rapport au tableau numérique et au manuel numérique.

Nous proposons une classification d'affordances, selon leur niveau de complexité lors de la manipulation des fonctionnalités du TNI par les enseignants, comme illustré dans le Tableau 1.

*Tableau 1. Proposition d'une classification d'affordances (simples et complexes) en prenant en compte les fonctionnalités du Tableau Numérique Interactif*

Code	Fonctionnalités du TNI supportant des affordances	<b>Affordances potentielles</b> (Enseignant-TNI)	Degré de complexité
A1	Le crayon	Ecriture/Rédaction d'un texte projeté écran-classe	Affordances simples
A2	Le surligneur	Marquage/Repérage des parties d'un texte	
A3	La gomme	Correction d'une production écrite	
A4	Les formes	Traçage des formes/Faire du dessin	
A5	Les zones de texte	Rédaction et mise en forme d'un texte	
A6	Annotations	Annotation sur un texte et/ou un	

		schéma/image	
A7	Retour à l'écran de l'ordinateur	Revenir à l'écran de l'ordinateur, en « mode souris »	
A8	Enregistreur d'écran	Enregistrement des contenus affichés à l'écran	
A9	Passer en plein écran	Affichage du contenu en plein écran	
A10	Insérer une nouvelle page	Création d'un document	
A11	Zoomer	Faire un zoom sur un texte/une partie de texte	Affordances complexes
A12	Accès aux diapositives	Accès aux documents de présentation type diapositives	
A13	Importer	Intégration des logiciels spécifiques aux objectifs pédagogiques	
A14	Exporter	Exportation des documents et des images	
A15	Naviguer dans logiciel	Navigation entre les pages d'un logiciel spécifique intégré préalablement	
A16	Présentation diapositives	Navigation entre les pages-diapositives	
A17	Reconnaissance des caractères	Ecrire en utilisation la reconnaissance de caractères	
A18	Insérer des éléments multimédias	Insertion des fichiers audio et vidéo/Animations	
A19	Manipulation des objets	Duplication, verrouillage et insertion des hyperliens	

Dans ce cas, les affordances simples émergent dans la relation enseignant-TNI lorsque les propriétés/qualités du TNI sont semblables/proches des propriétés/qualités du tableau blanc classique (non-numérique) et que *l'enseignant reste convaincu de la plus-value d'une approche frontale* dans la pratique pédagogique. En revanche, nous supposons que les affordances complexes émergent dans la relation enseignant-TNI dans l'environnement écologique, la classe, lorsque l'enseignant s'engage dans une dynamique de changement d'une pratique traditionnelle ou qu'il s'intéresse à découvrir des fonctionnalités du TNI bien différentes voire complémentaires par rapport à celles du tableau blanc classique. Dans les paragraphes suivants seront présentés les discussions des résultats d'entretiens et d'observation (n=4) que nous avons mené en tant qu'approche compréhensive.

#### **2.4.2.1. Pratique pédagogique, TNI et MNI : hybridation ou substitution**

En ce qui concerne la présentation du contenu, une différence entre les niveaux d'appropriation des fonctionnalités du tableau numérique ou d'autres outils numériques comme le vidéoprojecteur, est observée en fonction des disciplines. Ainsi nous remarquons que les enseignants en langues qui ont participé à l'entretien n'utilisent pas du tout le TNI. La présentation de contenu de leur cours en classe se fait au moyen du vidéo projecteur et surtout du tableau blanc classique et ceci pour des raisons variées comme par exemple le manque de flexibilité du TNI « *pour moi le TNI, ce n'est pas encore flexible, ce que j'en ait vu ne me montre pas une flexibilité suffisamment grande* ». Ou encore parce qu'ils n'envisagent pas s'approprier des fonctionnalités un peu plus interactives offertes par le TNI « *je fonctionne avec le tableau blanc comme d'autres fonctionnent avec un TNI n'est-ce pas ?* ».

En mathématiques, les enseignants manifestent sans doute un intérêt envers l'usage du tableau numérique interactif et même dans certain cas, celui du manuel numérique. Dans ce cas, nous observons autant l'émergence des affordances simples telles que la projection, l'annotation, la sauvegarde, le traçage des formes, que l'émergence des affordances plutôt complexes comme la résolution d'exercices, le calcul mathématique avec des outils didactiques intégrés au TNI, l'importation des logiciels spécifiques ainsi que la navigation entre les pages de ces logiciels (cf. tableau 2).

L'analyse des entretiens révèle qu'il y a également une émergence d'affordances plutôt complexes chez les enseignants en biotechnologie et en histoire – géographie. L'enseignant en biotechnologie considère que présenter son contenu avec le TNI relève d'une compatibilité avec son approche d'enseignement « *c'est pour (élèves) leur montrer des documents, statistiques, des photos...je mets des petites animations* ». Les affordances qu'il utilise en cours de biotechnologie sont bien plus complexes que celles offertes simplement par un tableau blanc classique. Il n'y a pas seulement la présentation (A1, A5), l'annotation (A6) et le traçage des formes (A4) mais bien plus, c'est à dire l'importation des simulations et d'animations (Affordance A18).

#### **2.4.2.2. Valeurs ressources du TNI et affordances**

En ce qui concerne les valeurs ressources perçues concernant le TNI (mais aussi les TICE en général), on remarque qu'elles ont un impact non seulement sur la perception des affordances de ces types d'outils mais aussi sur le choix que les enseignants en font. Parmi les valeurs ressources nous prenons en considération la qualité de « plus-value pédagogique » attribuée au TNI et au MNI par les enseignants interviewés. Comme nous avons pu le constater, cet aspect ne fait pas unanimité parmi les enseignants participant aux entretiens. Certains considéraient que le « *rapport qualité prix n'est pas encore évident* ». D'autres en revanche estimaient « *qu'il y a un intérêt pour la classe : [le TNI est]*

*un outil pour surprendre les élèves et pour projeter les contenus du cours ». Ils ajoutaient que « ça apporte de la dynamique dans le cours » et ça contribue à « captiver les élèves » en réduisant la « distance générationnelle entre un enseignant et ses élèves... ».*

Enfin, des enseignants en langues témoignent presque d'un attachement affectif vis-à-vis du tableau classique : *« j'aime bien pouvoir bidouiller et le fait d'avoir un feutre sur un tableau blanc me fait plaisir ».*

D'autres, en mathématiques et en sciences, soulignent leur passion pour l'informatique *« d'un côté (le TNI) ça m'attire puisque j'ai toujours baigné moi dans l'informatique depuis 30 ans donc tout ce qui est numérique m'intéresse au plus haut point ».* Cependant *« je suis passionné d'informatique et je me suis rendu compte que cet outil là n'apportait pas toujours une plus-value par rapport à ce que je fais en classe. Le tableau numérique quelque part m'attire mais en même temps je ne suis pas sûr de vouloir basculer là-dedans parce qu'à un moment donné si on fait le choix de l'utiliser je crois qu'on l'utilise tout le temps ».*

### **2.4.2.3 Contexte spécifique et affordances**

En ce qui concerne les facteurs contextuels, on remarque que les enseignants justifient le non-usage du TNI et du MNI, non seulement par un manque de compétences techniques et pédagogiques mais aussi par un problème d'accès aux salles équipées. Ainsi, un enseignant exprime son sentiment de rejet vis-à-vis d'une salle informatique équipée d'un TNI : *« il y a un tableau numérique dans une salle informatique que je n'ai jamais utilisé /parce que c'est plus un aspect matériel des choses/ il faut que j'aille dans cette salle /je n'ai pas forcément mes marques/ça ne m'a jamais attiré de bosser dans cette salle là ».* On observe ici l'impact que peuvent avoir les valeurs affectives *j'aime/je n'aime pas* sur l'activation ou la non-activation des affordances des objets situés dans l'espace-temps d'un écosystème, ici la classe et d'autres salles spécifiquement équipées d'un établissement scolaire.

### **2.4.2.4. Discussion des résultats d'observations in situ**

Nos observations directes en classe ont tendance à converger avec les résultats d'entretiens en ce qui concerne, selon les disciplines d'appartenance, les usages distincts des fonctionnalités du TNI et leurs différents degrés de complexité. En géographie, l'observation d'une séance amène à remarquer que l'enseignant s'inscrit plutôt dans une approche « frontale » bien qu'avec quelques passages sur support numérique, notamment le MNI pour faire usage des fonctionnalités simples. Il utilisait principalement le support papier, le tableau blanc classique (non-numérique) et le vidéoprojecteur pour l'affichage des images, cartes.

Contrairement à la séance en géographie, en mathématiques et en physique, nous avons constaté une diversification des types de ressources et d'outils de travail en classe. Ainsi, les enseignants observés

utilisent fréquemment en classe le TNI. De plus, ces mêmes enseignants avaient préparé, en amont, des supports interactifs de cours qu'ils ouvraient ensuite dans le TNI pour le compléter en classe. Pendant le déroulement des séances, nous avons remarqué chez les enseignants en mathématiques et sciences physiques, l'aisance avec laquelle ils manipulaient le TNI et ceci à des niveaux progressifs de complexité : annotations (A6), affichage du texte et images (A9), zoom (A11), démonstration avec l'activation d'un déplacement d'objets (A15), intégration d'un logiciel de simulation/calculatrice et navigation entre pages (A15-A16)... Nos observations directes fournissent des indications sur l'émergence ou l'absence des relations enseignants-TNI et/ou MNI dans l'environnement écologique dans lequel ils sont intégrés.

Les résultats d'analyse des entretiens et ceux obtenus suite aux quatre séances d'observation en classe, nous conduisent à distinguer trois profils d'usage à savoir passifs (utilisent les outils numérique seulement dans une logique de conception), réactifs (utilisent les outils numériques pour répondre aux attentes des élèves et aux demandes institutionnelles, ce qui les amènent à glisser vers une logique d'usage) et actifs (s'investissent dans une démarche d'hybridation, d'innovation en intégrant des fonctionnalités interactives à leur séance d'enseignement). Les résultats obtenus à la question « *Quels sont les facteurs liés aux valeurs affectives et aux dimensions socio-contextuelles, pédagogique et technique qui contribuent à l'émergence des relations enseignant-outil numérique dans l'environnement écologique, la classe* », conduisent à observer que la perception des degrés de complexités des affordances d'un TNI varie en fonction des enseignants et de leur appartenance disciplinaire. La *dominante* dans le processus d'appropriation, observée chez les enseignants de notre échantillon, est liée à *la substitution* dans l'usage de tableau et manuels numériques interactifs ; les facteurs contextuels et les valeurs ressources y jouant un rôle significatif, ce qui corrobore les résultats d'autres études en Angleterre (Beauchamp, 2004) mais aussi dans d'autres pays européens (Hilliart et al, 2013).

## **2.5 Discussion et conclusion sur les niveaux d'appropriation du TNI-MNI et l'activation des affordances chez des enseignants du secondaire**

Les résultats montrent que majoritairement les enseignants de notre échantillon étaient dans une approche transmissive (frontale) malgré l'accès qu'ils ont aux divers outils numériques tels que l'ENT, le TNI et même selon la politique de l'établissement, le manuel numérique. Cette persistance d'une approche « frontale » en classe a été observée également par des recherches antérieures (Kennewell & Beauchamp, 2007). Cependant, les données obtenues par les entretiens et les observations directes en classe nous indiquent que certains enseignants, notamment en sciences et en mathématiques, utilisent des affordances du TNI d'un degré de complexité plus élevé que ceux d'autres disciplines du même échantillon. Ainsi, comme nous l'avons remarqué, des enseignants en

mathématiques et sciences physiques mettent en place des activités de résolution d'exercices, de calcul mathématique avec des outils didactiques intégrés au TNI, mais ils effectuent aussi une importation de logiciels spécifiques ainsi qu'une navigation entre les pages de ces logiciels. Nous pouvons par conséquent considérer que ces enseignants (en mathématiques et sciences physiques) de notre échantillon se rapprochent du *profil d'innovateurs/experts* en *s'investissant* dans des *démarches d'hybridation* dans l'usage d'outils numériques, du tableau et du manuel numérique interactif.

Nos observations corroborent les résultats d'autres recherches notamment ceux obtenus par Beauchamp (2004) concernant les phases de transition dans l'appropriation d'un TNI, mais aussi ceux obtenus par Kennewell & Morgan (2006). Un autre problème qui a été signalé lors des entretiens mais qui a également été relevé par d'autres recherches se réfère à la dimension chronophage de la préparation du contenu pédagogique par TNI interposé (Manny-Ikan & Dagan, 2011). De plus, les enseignants expriment leur difficulté quant à l'utilisation des fonctionnalités multimodales via le tableau numérique, ce que confirment tant nos observations que d'autres recherches (Jewitt & al, 2007). Il est cependant intéressant de souligner que les enseignants interrogés lors de nos entretiens ainsi que ceux participant à d'autres recherches affirment leurs convictions quant aux avantages de l'usage d'un TNI dans la gestion de la classe. En effet, cet outil contribue à l'augmentation de l'attention, de la motivation et de la participation des élèves aux activités d'apprentissage en classe (Higgins, Beauchamp & al, 2007 ; Verenikina & al. (2010) ; Turel & Johnson, 2012).

Enfin, les résultats de notre étude s'accordent avec ceux produits par des recherches antérieures en ceci que l'engagement des enseignants dans le développement des ressources pédagogiques interactives avec le TNI est conditionné par la nécessité préalable d'une formation (Van Laer & al, 2014) autant pour des aspects techniques que des aspects pédagogiques. En se référant au lien interactivité-interaction, les résultats des recherches antérieures menées en UK et dans des pays du Nord montrent qu'il n'y pas de dépendance entre ces deux évènements.

Cependant, l'un de nos projets en cours, en lien avec la recherche présentée dans ce texte, cherche à établir si l'augmentation du degré de complexité dans l'interactivité du TNI et/ou du MNI induit de manière significative un changement dans la pratique pédagogique, notamment dans l'augmentation du niveau d'interaction élève-élève, élève-groupe classe, élèves-enseignant... Les résultats de cette nouvelle recherche interrogeant l'appropriation du TNI par des élèves du secondaire (N=75 élèves participants d'un collège privé à Strasbourg) et les affordances actualisées dans leur relation d'interaction avec ce tableau interactif ne sont pas exposés ici et seront présentés dans une prochaine publication en cours de rédaction.

L'une de nos principaux objectifs en perspective, est de poursuivre ces investigations par une approche quasi-expérimentale d'observation d'activités pédagogiques avec le TNI en classe, d'une part chez des élèves du secondaire et d'autre part chez des enseignants formés (en formation initiale et/ou continue) à l'usage pédagogique de ce type d'outils numériques.

## **Résumé de transition pour la partie 2**

*Dans cette partie les deux exemples convoqués ont permis de montrer :*

- *La perception qu'on les enseignants interrogés de l'ENT ; ce dernier est perçu avant tout comme un « outil de communication » via la messagerie, ou encore comme moyen de répondre aux usages prescrits par l'institution (saisie des notes, des absences, des remarques sur les bulletins, ...).*
- *L'existence, dans le contexte d'étude, d'une différence significative entre les disciplines d'enseignement et l'utilisation des outils de communication intégrés dans l'ENT. Les enseignants interrogés du domaine « Professionnel » déclarent porter un intérêt envers des outils de communication intégrés dans l'ENT ; ceux en langues perçoivent le potentiel didactique des ressources numériques ; en mathématiques, les il y a l'utilisation d'espace collaboratif et de stockage pour la correction des devoirs, rendre disponible des ressources complémentaires au cours.*

*En ce qui concerne la recherche sur le TNI, il a été observé par exemple que :*

- *une utilisation fréquente des TIC dans la préparation des cours favorise l'implication des enseignants participants aux démarches de découverte, voire même d'utilisation plus avancée des nouveaux outils (il s'agit des fonctionnalités complexes intégrées dans le TNI)*
- *les contenus des manuels numériques ne sont que peu fréquemment intégrés et utilisés via un tableau numérique interactif en classe*
- *l'actualisation des affordances dans les pratiques avec TNI varie selon les disciplines : en mathématiques et biotechnologies il y a émergence des affordances simples telles que la projection, l'annotation, et des affordances plutôt complexes comme la résolution d'exercices, le l'importation des logiciels spécifiques...*

*A partir de ce qu'il vient d'être illustré il convient de retenir que nous cherchions à comprendre comment l'enseignant, lors d'une séance donnée, intègre les outils interactifs, qu'ils soient numériques ou non. Quelle –relation entretient-il avec l'environnement numérique prescrit dans*

*l'usage à l'école? Quelle affordances potentielles perçoivent il et quels facteurs contribuent à leur activation? Autrement dit, il y avait-il un lien significatif entre l'utilisation des fonctionnalités complexes du TNI et un changement de pratique pédagogique, allant par exemple du transmissif au constructivisme?*

*Les sections suivantes présenteront quelques éléments de contenus liés aux concepts et approches épistémologique et méthodologiques de mon projet-programme de recherche. Les résultats de ces deux recherches ont influencé notre cheminement scientifique en sciences de l'éducation, en nous faisant prendre en compte les limites conceptuelles de l'approche « classique » d'analyse des perceptions sur et pratiques pédagogiques avec le numérique face à la complexité des interactions entre des facteurs d'ordre prescriptif-institutionnel, psycho-affectifs, socio-démographiques. Notre analyse réflexive personnelle nourrie d'un travail<sup>17</sup> de méta-synthèse sous forme de cartographie (Pacurar & Abbas, 2014 C; Pacurar, sous-presse<sup>18</sup>) d'un corpus de quatre-cent articles de recherche empirique sur les technologies en éducation et la formation nous a conduit de situer nos recherches dans un approche systémique de nature pluridisciplinaire. Nous focaliserons objet de recherche sur l'analyse sémio-technique de l'articulation entre deux dimensions: l'une en rapport à la compréhension qu'à l'utilisateur-apprenant ou enseignant, des propriétés sémio-techniques de l'environnement numérique; l'autre en rapport à l'acquisition des connaissances à partir des contenus rendus accessibles dans ce même environnement numérique. C'est pourquoi dans la deuxième partie du présent manuscrit l'élaboration de cette nouvelle proposition de cadre conceptuel d'analyse des pratiques d'apprentissage avec le numérique, se situe désormais au croisement de la sémiotique (Eco, 2007), la sémantique interprétative (Rastier, 1987) appliquée au design des interfaces interactives (Morgagni, 2009) ainsi que des neurosciences (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011).*

---

<sup>17</sup> A noter que la première partie de travail de recension et d'analyse de corpus (130 articles empiriques), débuté en 2012, a été réalisée en collaboration avec une jeune-chercheuse collègue d'équipe AP2E du LISEC, Nargis Abbas. Puis, en 2014, j'ai poursuivi, à titre personnel, en l'élargissant la recension aux recherches (anglophones et francophones) sur les technologies numériques en éducation menées sur des terrains d'écoles primaire et secondaire.

<sup>18</sup> Rappelons qu'en Annexe 3 de la note de synthèse, il s'agit du manuscrit d'ouvrage accepté pour publication chez l'Harmattan, collection Communication et Civilisations (sous-presse)

## **PARTIE 2**

**Le numérique entre virtualité et matérialité d'un processus  
onthophanique dynamique**

## Introduction Partie 2

*Dans un souci de clarté rappelons que notre première activité de recherche (en thèse)<sup>19</sup>, était étroitement liée à la problématique de conception des environnements numériques pour la formation tout en prenant en compte la question d'interopérabilité technologique et des formalismes de standardisation des ressources pédagogiques numériques accessibles en ligne. Rappelons que notre thèse a donc été située dans le champ des EIAH avec une dominante en modélisation et conception des environnements interactifs basée sur l'approche centrée-utilisateur. Puis, dès mon arrivée en tant qu'enseignante-chercheure en sciences de l'éducation, une focalisation de mes recherches sur la problématique de l'usage et de pratiques pédagogiques s'est avérée complémentaire à celle de la conception de ce type de technologies. Si la dominante « conception » est conservée dans mes centres d'intérêt pour la recherche, elle ne se situe pas, à présent, dans l'axe des technologies numériques à visée formation mais dans la problématique du développement des environnements interactifs, porteurs d'un réel artificiel<sup>20</sup> (Vial, 2013), en prenant en compte l'analyse de leur fonctionnement et dysfonctionnement sémio-technique lors du cycle de conception itératif et incrémental (Wang & Hannafin, 2005 ; Delozanne, 2006). Dans le cas de mes projets en cours, on se réfère ici aussi bien à des environnements interactifs qu'aux environnements immersifs de type second life, pour supporter des activités médiatisées d'apprentissage en situation de simulation des problèmes ouverts. D'ailleurs, dans une recherche portant sur l'analyse sémiotique des TIC, Peraya soulignait l'appartenance de ces technologies, au moins partielle, à la semiosis puisqu'elles sont, au sens large, des objets qui « contribuent par leur configuration technique (...) à l'élaboration du sens et à la construction des représentations qu'elles véhiculent »<sup>21</sup> (Peraya, 1998).*

*L'objectif de cette seconde partie est en effet, de poser les bases d'une proposition de cadre conceptuel d'analyse sémio-technique du processus conception-appropriation (itératif et participatif) des environnements numériques contextualisés et utilisés en situation a-didactique ((Brousseau, 1998), voir Annexe 2, § 2.2 en référence au projet ANIPPO) support aux apprentissages pluridisciplinaires. Par la même, nous interrogeons le processus d'élaboration de cohérence fond-forme<sup>22</sup> situé entre prescription faite par les concepteurs de la technologie et la cohérence (des*

---

<sup>19</sup> La thèse soutenue le 21 novembre 2005 à l'UTC de Compiègne, a été financée sous projet/contrat par le Pôle régional NTE ; le cadre du sujet de recherche a été en partie préalablement défini et validé par l'organisme financeur.

<sup>20</sup> Notons avec Vial (2013) que le virtuel informatique n'est pas autre chose qu'une espèce d'artificiel, au sens où (...) une machine virtuelle est un programme artificiellement construit (p, 158), dans *l'Etre et l'écran*, PUF Paris.

<sup>21</sup> Peraya D. (1998) Théories de la communication et technologies de l'information et de la communication : un apport réciproque, *Revue européenne des sciences sociales*, Vol. 36 n°111, 171-188.

<sup>22</sup> Plus de précisions au § 3.2, (Partie II, sous-partie 2.1, chap. 3)

*éléments graphiques disposés à l'interface phénoménoteknikue) perçue par les apprenants et enseignants lors des activités médiatisées d'apprentissage (Peraya & Bonfils, 2014).*

*Dans l'élaboration de notre ébauche de cadre d'analyse réflexive du processus de design<sup>23</sup>-appropriation, situé dans une perspective systémique, nous partons des travaux sur la genèse des objets techniques de Simondon (2012), des éléments de sémiotique interprétative (Eco, 1970 ; Rastier, 1987) et du concept d'affordance développé en psychologie écologique par Gibson (1979) et reformulé à partir des travaux de Niveleau (2006) et Morgagni (2011). Afin d'étudier les mécanismes d'actualisation des affordances potentielles en contexte qu'on suppose être mobilisées lors des pratiques d'apprentissage avec l'environnement numérique, le nouveau cadre de recherche est centrée sur l'utilisateur-acteur de l'éducation et situé dans une perspective sémio-phénoménoteknikue. La dernière sous-partie se veut être une perspective d'opérationnalisation d'un cadre d'analyse du fonctionnement et dysfonctionnement sémio-technique des objets phénoménoteknikues interactifs immersifs pédagogiques, en s'appuyant sur des notions de métaphore et isotopie issus de la sémiotique cognitive et sémantique interprétative. A titre d'exemple seront présentés synthétiquement les cadres conceptuels et méthodologiques mobilisés dans nos projets en cours, MAENA'Scol et ANIPPO<sup>24</sup>.*

---

<sup>23</sup> A la suite de ce texte nous utilisons le terme de « design » que nous considérons ici synonyme de « conception » des environnements numériques d'apprentissage tant dans leur forme que dans leur contenu pédagogique

<sup>24</sup> Rappelons qu'une présentation du cadre conceptuel et méthodologique du projet ANIPPO est donnée en *Annexe 2, (Section 2.2)* dans le volume complémentaire joint d'HDR.

## Chapitre 3. L'outil numérique sous l'angle de la co-conception dynamique en évolution

### 3.1. Artefact et objet technique : genèse et technicité dans le monde numérique

Si le développement technologique de la société peut être entendu comme résultant d'une succession des inventions humaines se trouvant majoritairement au croisement des domaines de sciences appliquées tels que la cybernétique, l'informatique, l'automatique et des sciences humaines, l'évolution historique sociotechnique n'a pas moins intéressé les philosophes et épistémologues notamment de sciences et techniques parmi lesquels Simondon (1958/2012), Leroy-Gurham et plus récemment Latour (1991), Hottois (2005). Par ailleurs, comme le souligne B. Albéro, dans la recherche en sciences humaines et sociales « *des multiples travaux issus des différentes disciplines invitent depuis plusieurs décennies à repenser les rapports entre objets techniques et activité humaine* » (Albéro, 2010, p. 2).

Du point de vue théorique et pragmatique, les notions d'objet technique et d'activités ont fait objet des travaux de psychologues notamment Vygotsky (1985) puis Léontiev (1984) sur la théorie de l'activité ainsi que des travaux en ergonomie cognitive en référence à la notion d'outil cognitif<sup>25</sup> (Norman, 1993) et la théorie de genèse instrumentale (Rabardel, 1995). En effet, dans la vision de Vygotsky, située dans une approche socioculturelle de la cognition, notre connaissance du monde et de son organisation se réalise par l'intermédiaire d'outils (matériels ou non) que nous apprenons à utiliser dans l'action. L'analyse de ces concepts trouve sa pertinence dans le présent projet dont l'objectif est de proposer un cadre théorique d'analyse du processus de conception-appropriation d'environnements numériques en situation de formation et d'apprentissage.

#### 3.1.1. Du concept d'artefact

Ce qui nous intéresse ici, dans un premier temps c'est de passer en revue les explicitations autour des concepts d'objet technique et de distinction entre artefacts et outil. Précisons que le développement de ces multiples travaux a contribué, en informatique, au passage d'une conception techno-centrée à une conception anthropocentrée, rendant ainsi capables de saisir aussi bien les propriétés des artefacts et d'objets que leur relations d'interdépendance avec les utilisateurs et leurs *pré-scriptions* (Akrich, 1987).

Le concept d'*artefact* introduit par Vygotsky (1930) et Leontiev (1981) a été repris et développé, en ergonomie cognitive notamment par Rabardel (1995) dans le cadre de l'approche instrumentale. Ainsi, un *artefact* est ce qui renvoie à un objet matériel ou symbolique tandis qu'un *outil* est le fruit

---

<sup>25</sup> D. Norman définit un artefact cognitif comme un « *outil artificiel conçu pour conserver, exposer et traiter l'information dans un but de satisfaire une fonction représentationnelle* » (Norman, 1993 p.18)

d'une construction du sujet suite à l'utilisation de cet artefact. On considère l'outil comme un instrument composé de l'artefact et de schèmes d'utilisation issus de sa relation avec le sujet. Les schèmes d'usage tel que définis par Rabardel (1995) sont relatifs à la gestion des caractéristiques et des propriétés de l'artefact lui-même.

### **3.1.2. Du concept d'objet technique et technicité**

Partant d'une intention à vouloir introduire dans la culture de notre société une connaissance adéquate des objets techniques, G. Simondon définit ce dernier comme une entité se constituant à partir d'un état primitif et évoluant vers un état concret. Ainsi, *l'objet technique abstrait*, est considéré par Simondon comme étant la traduction en matière « *d'un ensemble de notions et de principes scientifiques [...] rattaché seulement par leur conséquences qui sont convergentes pour la production d'un effet recherché* » (Simondon, 2012 p.56). Nous pouvons rapprocher cette définition de la tâche de modélisation des applications hautement interactives, réalisée par des concepteurs techniciens et ingénieurs des systèmes d'information car, comme le précise Simondon « *l'objet technique primitif est la traduction physique d'un système intellectuel* » (Ibid, p.56 ). En revanche, notons que *l'objet technique concret* possède la qualité de se rapprocher du mode d'existence des objets naturels. Cependant cette concrétisation des objets techniques n'atteindra pas l'état complet de concrétisation, ceci étant possible seulement dans le cas des objets naturels.

Par la concrétisation technique « *l'objet primitivement artificiel devient de plus en plus semblable à l'objet naturel* » (Simondon, 2012 p. 57) mais sans arriver à la concrétisation complète, celle-ci étant uniquement accessible à l'individu vivant. Une autre dimension de l'objet technique étudié par Simondon était l'individuation et la technicité. L'auteur explicite le processus d'individuation en prenant en compte rapport fond-forme par analogie avec les travaux en psychologie de la Forme et ceux de Freud en psychanalyse<sup>26</sup>.

Lorsqu'on s'intéresse d'analyser le processus de perception et d'actualisation dans l'usage d'applications numériques interactives d'apprentissage, la question de fond-forme telle que posée par Simondon, nous semble pertinente à prendre en considération. En psychologie de la Forme, on attribue la force à la forme or l'auteur remarque que ce qui est déterminant dans le processus imaginaire ce ne sont pas les formes mais *ce qui porte les formes*, à savoir le fond. Puisque « *perpétuellement marginal* » par rapport à l'attention, le fond est ce qui recèle les dynamismes ; il est ce qui fait exister le système des formes » (Simondon, 2012, p. 72). Un objet qui est seulement pensé n'a pas de consistance interne et donc n'est pas un objet technique mais un ustensile ou appareil. Cette acception « d'objet-pensé » peut être rapprochée de l'artefact introduit par Vygotsky

---

<sup>26</sup> Pour plus de détails (p. 72-74) sur l'analogie du rapport fond-forme à partir des travaux de Freud, dans G. Simondon, Du mode d'existence des objets techniques, Ed. Aubier, Paris, 2012.

et repris par Rabardel dans l'explicitation genèse instrumentale. Dans notre approche réflexive de l'analyse du processus de conception-appropriation, nous nous référons aussi au concept de « technicité ». L'évolution d'un objet technique se réalise sous forme de passages de causalité récurrente allant du niveau d'éléments à celui d'individus puis de celui des individus à celui d'ensembles. Simondon souligne qu'il s'agit d'un processus d'évolution cyclique qui tend vers la concrétisation. Qu'est ce qui constitue un outil technique de plus en plus concret ?

Notons qu'autant dans le monde physique que dans celui de la matière calculée (Vial, 2013) l'outil n'est pas seulement constitué de forme et de matière ; bien plus, « il est conçu d'éléments techniques élaborés selon un certain schème de fonctionnement et assemblé en structure stable par opération de fabrication »<sup>27</sup> (Ibid, p. 89). En effet, nous considérons avec Simondon que « la technicité de l'objet est plus qu'une qualité d'usage ; elle est ce qui en lui, s'ajoute à une première détermination donnée par un rapport de forme et de matière ; elle est comme l'intermédiaire entre forme et matière ». (Ibid, p. 89). La technicité est le degré de concrétisation de l'objet technique. Cette concrétisation se situe au niveau de l'élément puisque les éléments ont une propriété « transductive » qui les rendent être des vrais porteur de technicité. Comment pourrait –elle être imaginée l'évolution des objets phénoménotecniques en incluant leur propriété transductive ?

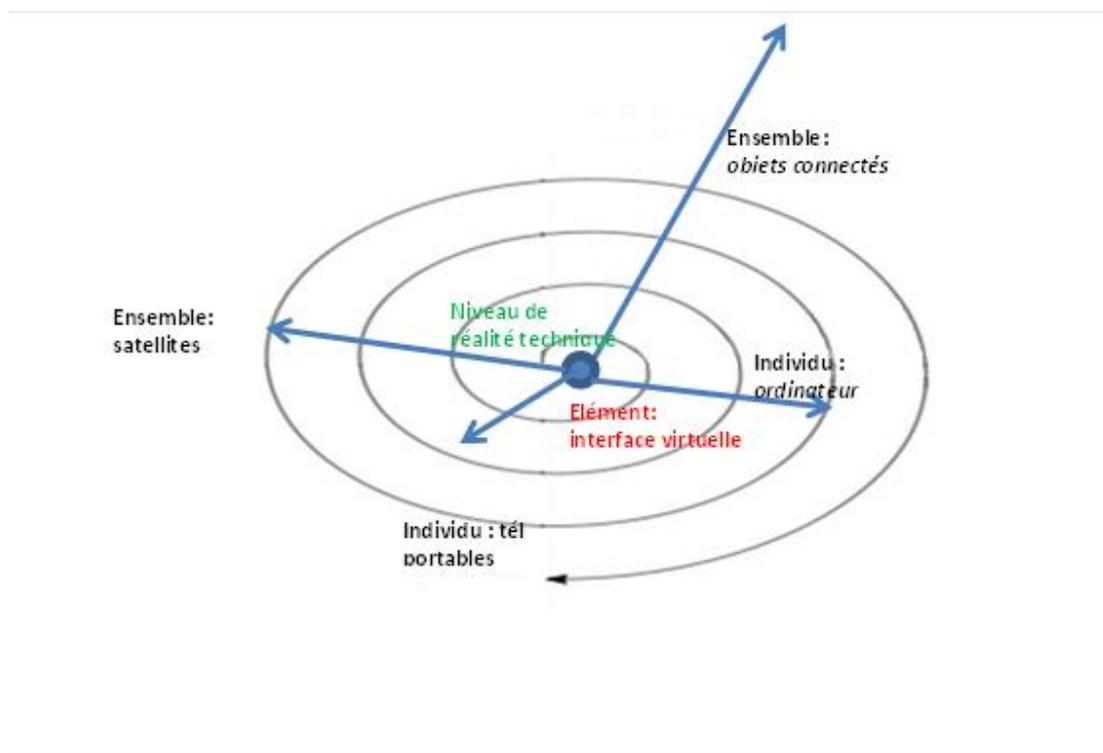


Figure 2. Schéma représentant le processus d'évolution des technologies numériques et objets phénoménotecniques interactifs (adapté selon l'approche de Simondon dans MEOT (2012))

<sup>27</sup> Simondon (/1958/2012)

Enfin, « c'est la réalité technique concrétisée que transporte l'élément tandis que l'individu et l'ensemble contiennent cette réalité technique sans pouvoir la véhiculer et la transmettre » (Ibid, p. 91). En m'appuyant sur l'évolution des objets techniques au sens de Simondon, je serais même tentée de faire un parallèle avec une évolution (figure 2) des objets techniques « hybrides »<sup>28</sup> supports de *nouménalité* numérique. Simondon avait explicité, en conceptualisant, le processus d'évolution des objets techniques qui sont en référence au monde physique, matériel. Le schéma ci-dessus se veut être une proposition d'adaptation à l'évolution des objets numériques mais qui ont comme support, des contenants, (enveloppes) matériels.

Lorsqu'on s'intéresse à analyser la perception de l'objet technique et son actualisation dans l'activité humaine, on considère l'existence d'un lien entre les schèmes d'usage et le processus d'appropriation d'outils numériques. En sociologie des usages (De Formel, 1992 ; Akrich, 1998 ; Proulx, 2005) et notamment comme le définit Millerand (2002) *s'approprier*, c'est précisément choisir parmi un ensemble de possibles pour se réinventer *son* outil numérique, ce qui sous-entend une démarche d'appropriation chez les usagers. Nous pouvons appliquer cette définition au contexte de notre étude : un ensemble de possibles met en avant la question de l'usage induit par le TNI et le MNI ; une réinvention se réfère à un processus cognitif ; quant à la démarche, elle renvoie à un processus centré sur l'enseignant, ce dernier étant actif.

Toujours dans le domaine de la sociologie des usages, De Fornel expliquait qu'il se forme une « solidarité » entre l'outil numérique et l'utilisateur, liée à des ajustements et au contexte de l'utilisation de cet outil (De Fornel, 1992). De même, Millerand (2002) parle d'une « construction de l'usage dans la *relation* de l'utilisateur avec le dispositif, qui passe nécessairement par l'étape de l'expérimentation physique et concrète du dispositif ».

Nous verrons au §3.2 et 3.3 que ces différents éléments explicatifs du processus d'appropriation et de la notion d'objet technique au sens matériel mais aussi dans sa phénoménalité numérique, montrent leurs liens avec le concept d'affordance mais aussi de ce que nous appellerons en chapitre 5, matrice numérique co-évolutive. Toutefois, avant d'aborder la question d'affordance, de leur potentialisation et actualisation, sous un angle pluridisciplinaire, il m'importe de donner, dans la section suivante, quelques éléments de précision sur la notion de phénomène numérique et virtuel tel qu'on peut l'entendre selon une approche philosophique de la technologie, située dans une perspective phénoménologique.

---

<sup>28</sup> Par objets techniques « hybrides » nous entendons ici les objets interactifs constitués de matière calculée qui prend forme à l'interface graphique et qui est intégrée dans une structure matérielle (le support physique)

### 3.2. L'interface numérique en tant qu'objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique

La question du phénomène numérique dans une perspective philosophique ne peut être dissociée de la notion de réel. Or depuis l'antiquité la question du réel, des réalités, fait objet de nombreux débats aussi bien philosophiques (Granger, 1995 ; Bachelard 1932/1970 ; Husserl, 1961) et scientifiques, notamment en physique<sup>29</sup> (d'Espagnat, 1994 ; Heisenberg, 1942/1998). Ceci prend d'autant d'ampleur lorsqu'on est face à certains phénomènes du monde qui ne se manifestent pas à nous dans notre expérience sensible, perceptive. En physique nucléaire, on parle des réalités quantiques que Bachelard définit comme étant des *noumènes*. Ces réalités, attestées par la science, sont inaccessibles à la perception sensible.

A la lumière de ces constats que pouvons-nous dire alors des processus numériques ? Pour plus de clarté, rappelons avec Vial (2013, p. 187) que le numérique « s'il est plus complexe qu'une suite discrète de 0 et 1 électroniquement exécuté sur une puce de silicium, il est également *plus subtil* qu'une suite d'image virtuelles qui défileraient sous nos yeux (...) ». Il semble pertinent d'approcher donc le processus numérique au principe de *nouménalité* puisque, pour pouvoir apparaître, il faut au processus numérique un outil technique. Cette notion du virtuel a aussi été abordée par le prisme de la psychanalyse dans les travaux de Serge Tisseron qui introduit la notion de *virtuel psychique* en soulignant « *qu'il existe chez l'être humain du virtuel psychique qui n'est pas l'imaginaire. Celui-ci renvoie à un objet qui n'existe pas alors que le virtuel concerne l'ensemble de nos attentes et de nos représentations préexistantes à une rencontre réelle* » (Tisseron, 2012, § 5.1, p. 19). De quelle virtualité s'agit-il dans l'univers du numérique ? Comme Vial (2013) le fait remarquer, dans le cas du numérique on est confronté à une réalité artificielle qu'on appelle aussi réalité virtuelle. C'est par exemple le cas d'environnements de simulation (pour applications industrielle) mais aussi le cas de ce qu'on appelle les mondes virtuels ou Second Life.

Si on approche le concept simondonien de *technicité* au cas du numérique, il revient à considérer que l'objet ou l'appareil technique ce n'est qu'un support de l'interface par laquelle parvient à notre perception sensible les *noumènes numériques* en tant que phénomènes visibles. Cela m'amène à poser que l'interface, dans ce cas, pourrait être considérée comme *objet phénoménotechnique porteur de technicité*. On peut imaginer le processus de design des environnements numériques

---

<sup>29</sup> B. d'Espagnat, *A la recherche du réel. Le réel voilé : analyse des concepts quantiques*, Ed Fayard, Paris, 1994 ; W. Heisenberg propose l'expression « régions de réalité » pour désigner un ensemble de connexions nomologiques ; ces régions sont imbriquées, ajustées, chevauchées. Ce même auteur propose aussi une distinction des régions de réalité regroupées en trois niveaux : le premier niveau correspond aux états de choses objectivables indépendamment du processus de connaissance (la physique classique) ; le deuxième niveau de réalité correspond aux états de choses inséparables du processus de connaissance (s'y trouve la physique quantique, la biologie et les sciences de la conscience) ; le troisième niveau de réalité correspond aux états de choses créés en connexion avec le processus de connaissance (s'y trouve la philosophie, l'art, la religion), *ibid*, p. 572

d'enseignement- apprentissage, se déployant sur deux espaces en interdépendance dynamiques : l'espace physique de l'objet technique (par ex. l'ordinateur, la tablette tactile, le tableau numérique interactif ...) en tant que « conteneur » et *l'espace nouménal* de l'objet phénotéchnique, l'interface, en tant que « contenu ».

Il s'agirait ici, cependant, d'un contenu au sens des éléments graphiques –signes, contenu de base, de niveau inférieur, perçu au sens « pragmatique » - mais auquel vient s'ajouter du contenu au sens « sémantique » du terme, qui serait de niveau supérieur. Par exemple, dans le cas des environnements interactifs de formation, nous utiliserons ici l'appellation de niveau inférieur et supérieur pour distinguer d'une part, un niveau de perception des dispositions graphiques des éléments à l'interface phénotéchnique et d'autre part, un niveau de perception pour l'interaction entre le sujet-acteur de la formation et, par exemple, des éléments de contenu « cours », qui habitent d'une façon intelligible, compréhensible, le « moule » graphique du niveau inférieur.

Dans un processus de matérialité numérique<sup>30</sup>, l'outil abstrait, pensé en tant *qu'interface interactive phénotéchnique* en phase de conception informatisée, devient *l'élément* à partir duquel se constituent les individus et les ensembles phénotéchniques. Par ailleurs, rappelons ici que la technicité est le degré de concrétisation de l'objet technique (matériel). Et la concrétisation, dans ce cas, nous supposons qu'elle puisse se situer au niveau de *l'élément* puisque les éléments ont une propriété « transductive » qui les rendent être des vrais porteurs de technicité. Cependant comment approcher la notion de degré de concrétisation aux objets phénotéchniques, et plus précisément aux environnements numériques de formation et apprentissage ?

Considérons par extension qu'un environnement numérique (dans son acception générale) est un « contenant » d'interface informatisée qu'on serait amené à l'appeler *objet phénotéchnique interactif (OPHI)*. De plus, dans une approche compréhensive pragmatique du numérique, nous proposons d'aborder l'objet en termes sémiotique de forme-action<sup>31</sup>. Partant de cette approche, il nous faut rappeler ici Beyaert-Geslin (2009) qui définit *l'objet factitif* désignant un objet qui *fait-être, fait-faire ou fait-croire*. Ainsi par rapprochement réflexif conceptuel, nous considérons que l'objet factitif, transposé au questionnement sur les technologies numériques en éducation et formation, serait un *Objet PHénotéchnique Interactif Immersif Pédagogique (OPHIP)*. En ce sens nous posons qu'un OPHIP peut être considéré comme un intermédiaire phénotéchnique qui établit une jonction (Vial, 2013) entre la matière calculée et les utilisateurs acteurs de la formation et de

---

<sup>30</sup> Nous utilisons cette appellation pour désigner le processus de fabrication d'ontophanies numériques (Vial, 2013)

<sup>31</sup> Le concept *d'objet factitif* est proposé par Beyaert-Geslin (2009) à partir de l'approche sémiotique de AJ Greimas, où l'objet est abordé en termes sémiotique de forme-action.

l'apprentissage. Nous pouvons admettre avec Vial (2013) qu'il y a des objets factitifs par accident et d'autres par intention. En ce qui nous concerne, nous entendons ici l'intention du concepteur ou designer mais on ne peut qu'associer à la première, l'intention de l'utilisateur.

Nous pouvons aussi prolonger notre réflexion en supposant que plus la jonction assurée par cet intermédiaire factitif est forte (voire stable), plus il y a compatibilité entre les intentions du « designer »<sup>32</sup> et celles de sujets-utilisateurs. Il nous semble que cette congruence des intentions designer-utilisateur d'un OPHIP, est une caractéristique qui pourrait servir à l'analyse des niveaux d'appropriation et par la même, de la perception des affordances potentielles et de leur activation, que cela soit par exemple, lors des interactions pédagogiques en classe ou dans des situations d'apprentissage a-didactiques (Brousseau, 1998) via des environnements virtuels. Dans le premier cas nous enverrons aux recherches antérieures sur les perceptions de l'ENT (Pacurar & Abbas, 2014A, en Annexe 1) et l'appropriation du TNI dans les pratiques pédagogiques (Pacurar, 2015 B, Annexe 1). Dans le second cas nous nous référons à titre d'exemple aux deux projets de recherche-développement dont l'un concerne l'environnement MAENA'Scol pour l'accompagnement interactif des élèves à l'autoévaluation des apprentissages scolaire (Annexe 2, partie 2.1) et l'autre concernant l'environnement virtuel 3D, ANIPPO pour l'apprentissage de la résolution des problèmes ouvertes en mathématique (Annexe 2, partie 2.2).

Ceci étant annoncé, en quoi pouvons-nous supposer que pourrait consister le degré de concrétisation de ces objets phénoménotecniques factitifs et de leurs environnements support lorsqu'il s'agit de les rendre utilisables et utiles en situation d'apprentissage ou formation ? Comment rendre possible l'analyse de l'appropriation de ces outils phénoménotecniques dès lors qu'on admet de s'intéresser non seulement à leur fonctionnalité mais à leur fonction ? Quelle serait la part du concept d'affordance, à quels facteurs cognitifs, psycho-sociologiques l'associer dans l'étude du processus de design des OPHIP, voire des environnements numériques interactifs virtuels ? Ces interrogations seront traitées par la suite sous l'angle de la psychologie cognitive, écologique et neurosciences, autour de la question de perception et actualisation des affordances d'objets techniques.

---

<sup>32</sup> Le terme « designer » renvoie ici pour nous à celui de concepteur (informaticien, expert pédagogique, etc)

## Résumé de transition au chapitre 4

*Nous avons discuté, dans les chapitre 1 et 2 les résultats de nos premiers travaux qui se sont appuyé sur des approches classiques d'analyse des perceptions et d'appropriation des environnements numériques, par la prise en compte des concepts d'utilité, utilisabilité mais aussi ceux de logique de conception et d'usage. De plus, nous avons l'analysé l'appropriation des objets interactifs utilisé en situation de classe en interrogeant le concept d'affordance tels que nous l'avons redéfini. Mais avec l'évolution des technologies numériques, qui engendre la complexité au niveau de degré d'exigence tant dans leur conception que leur pratiques d'usage, il y a aussi évolution des approches conceptuelles et méthodologiques de recherche en sciences humaines et sociales et pour ce qui nous intéresse ici, en sciences de l'éducation. On passe d'une approche techno-centrée inspirée de la sociologie des usages du numérique à des approches de nature systémique, centrée-utilisateur dont les fondements peuvent prendre appui sur des concepts issus de la psychologie écologique et cognitive telle que l'affordance des objets techniques (matériels) tout en explorant aussi la technicité numérique des objets, notamment de ce qu'on appelle objets phénoménotechniques appartenant à une réalité artificielle, virtualisée. Conçus dans des langages de programmation, ces objets d'ontophanie numérique, en tant que formes d'interface virtuelles, n'existent pas en dehors de l'appareillage informatique où ils viennent au monde. Comme nous allons le voir, qu'il s'agit d'objets matériels ou numériques (réalité artificielle, virtuelle), la perception de l'espace physique et la motricité ont un impact non-négligeable dans l'activation des affordances potentielles. Dans les chapitres 4 et 5 seront donnés quelques éléments de définition d'un cadre conceptuel d'analyse sémio-technique des objets phénoménotechniques interactifs immersifs pédagogiques (OPHIP). A cet effet seront mobilisés les concepts d'appropriation et d'affordance de ces objets, en prenant en compte les facteurs significatifs qui contribuent à leurs actualisations et activation, tels que se révèlent, nous allons voir, à partir des travaux en psychologie écologique, sémiotique et neurosciences.*

## Chapitre 4. Les affordances selon les perspectives écologiques, cognitives, sémiotiques et des neurosciences

Depuis quatre-vingt ans, des chercheurs en psychologie de perception, tant dans le courant gestaltiste qu'écologiste ou encore de la psychologie cognitive, se sont intéressés à la relation de « couplage » qu'entretiennent l'organisme vivant avec son milieu (naturel ou artificiel) et les objets qui habitent ce dernier. Nous poursuivons ce questionnement dans notre recherche dont l'objectif est d'étudier les facteurs perceptifs et cognitifs qui peuvent influencer le processus de conception-appropriation d'outil technique, en tant que technologie numérique, afin de le rendre capable d'acquérir et de retransmettre de manière distribuée des habitudes interprétatives culturellement établies et des structures cognitives dans le cadre d'une activité apprentissage formel ou informel.

### 4.1. Affordance sous angle de psychologie de la perception et du courant écologiste

A partir d'une première formalisation issue de la psychologie gestaltiste, les travaux de Lewin (1926) et ceux de Koffka (1936), il revenait à considérer que les objets ont un « caractère de demande », un « pouvoir » d'invitation (ou de sollicitation) à être saisis par les sujets vivants avec lesquels ils sont en interaction dans l'environnement qui les contient. Rappelons ici la notion de *valence* initialement proposée par Lewin et reprise par Koffka qui suppose l'existence de vecteurs capables d'attirer ou d'éloigner le sujet par rapport à l'objet d'observation. Ces vecteurs sont considérés par Koffka comme résultats d'une dynamique selon laquelle les valences d'un objet lui sont accordées à partir de son expérience construite sur une nécessité du sujet. Ainsi, selon Koffka, un objet a une valence si le sujet avec qui il est en relation se trouve en condition d'en éprouver la nécessité. Mais cette dimension expressive qui est propre aux travaux des gestalts sur la notion de « valence » se voit rejetée par Gibson qui situe ses travaux dans une dimension motrice de la perception visuelle.

Dans une perspective écologiste, la notion d'affordance est désignée par James Gibson (1979) comme *toute possibilité d'interaction offerte aux sujets par leur environnement*. On pourrait considérer que la focale est posée plus sur les propriétés physiques des objets qui permettent à une action d'avoir effectivement lieu. Telle que définie par Gibson (1979) dans sa première approche, l'affordance est la possibilité issue du couplage sujet/environnement, en se référant ici à la dimension écologique de ce dernier. Puis à partir des travaux moins connus, situés dans une visée à tendance sémiotique et centrée sur la perception des images, Gibson (1979 ; 2000) souligne la nécessaire distinction entre la perception basée sur le « sens direct » (perception du monde dans lequel le sujet est immergé) et la perception basée sur le « sens référentiel » (de nature indirect). En effet, il revient à considérer que dans la perception des images, du langage, le sens est indirect impliquant l'apprentissage afin que ces éléments deviennent accessibles. Bien que la perception des

images peut nous intéresser dans notre approche réflexive sur la production du sens lors d'une relation *sujet apprenant-interface graphique interactive*, il n'en reste pas moins pertinent d'explorer les mécanismes de nature perceptives et sémio-cognitives qui contribuent significativement à l'activation de l'affordance. Voyons par la suite comment a été interprété, à travers des nombreuses recherches, la « thèse relationnelle » (Niveleau, 2006) de l'affordance, cette problématique des relations et des dynamiques d'investissement s'étendant entre un organisme vivant (et/ou non-vivant) et son environnement.

Parmi les nombreux travaux interrogeant le concept d'affordance on retrouve aussi bien ceux qui relèvent de la psychologie cognitive classique que ceux sont issus des approches de la cognition distribuée ou encore du courant néo-écologiste. En effet, dans le domaine de la cognition appliquée à la conception des systèmes interactifs homme-machine, on peut se référer aux travaux de Donald Norman qui replacent le concept d'affordance dans une acception différente de celle gibsonienne. Pour Norman (1998, p.42) dans une première étape de ses recherches, les affordances sont toutes les informations qu'on peut percevoir sans avoir besoin d'une appréhension spécifique. Or cette vision a été largement discutée puisque l'interaction avec un objet (numérique ou physique) semble nécessiter un accès aux ressources sémantiques – le caractère sémio-perceptif des artefacts est très marqué par la sémantique de la langue. De plus, les recherches sur la préhension des objets montrent que l'interaction correcte avec un objet physique ou pas, demande souvent une réponse motrice différente de celle qui serait normalement activée (Klatzky, McCloskey et al, 1987 ; Morgagni, 2011).

Notons cependant que sous l'influence des travaux en ingénierie sémiotique (De Souza, 2005), Norman (2007) fait évoluer sa position en prenant en compte l'idée d'affordance entendue comme résultat d'un processus de communication. Ce changement peut être dû aux problématiques de terrain (pratiques) dans le monde du « design » qui sont fortement liées à la visibilité des affordances. Le questionnement de cet auteur est lié à la conception des objets technologiques dotés d'affordances efficaces et perceptibles ; il met en évidence que le pouvoir des affordances (mise en relation de « couplage ») réside dans un processus de communication capable de construire une voie privilégiée pour optimiser un comportement, sans même que le sujet ait besoin de s'en apercevoir (Norman 2004 ; 2007).

Si on se réfère aux limites des approches cognitivistes classiques que nous venons de passer en revue concernant la formalisation du concept d'affordance, il convient de citer Morgagni (2011, p. 253) pour qui « les relations entre les deux pôles, sujet et objet, constituant ces relations, ont toujours été prises en compte de manière insatisfaisante, en redécoupant systématiquement le système global

qui devrait en justifier l'émergence ». Comment alors peut-on minimiser ces limites, par quelle approche théorique ou cadre conceptuel emprunter le chemin de nos réflexions ?

#### **4.2. L'affordance sous l'angle d'ethnométhodologie, cognition distribuée et sémiotique systémique**

Dans une perspective ethnométhodologique, Raudaskoski (2003) et Kytta (2003) ont interrogé les facteurs ayant un impact sur l'actualisation des affordances perçues aussi bien dans le cas des écosystèmes naturels de jeux aménagés pour enfants que dans le cas de l'usage des appareils mobiles auprès des jeunes adolescents et des adultes. Partant des recherches sur les affordances des espaces de divertissement aménagés en environnement naturel par exemple pour la saison d'hiver, Kytta (2003) pose que les affordances sont caractéristiques de degrés de complexité (affordance simples et complexes). L'auteure souligne également la nécessité de distinguer entre des affordances potentielles et actualisés. Selon Kytta (2003) les *affordances existent dans l'environnement* (espaces/aires de jeux en milieu naturel) *qu'elles soient ou non actualisées*. Cette perspective conceptuelle des affordances se trouve être rapprochée des travaux de Raudaskoski (2003) qui portent sur l'appropriation de la technologie mobile, en particulier les appareils téléphoniques. Les résultats de son approche ethnométhodologique conduisent cette auteure à considérer que la perception des affordances n'est pas décidée *a priori*. Si cela pourrait être tenable, alors quand émergent-elles ? Et encore qu'est ce qui déclenche leur activation ?

Raudaskoski (2003) propose de distinguer entre a) *affordances potentielles conçues* et construites (*apcc*) et b) *affordances réellement perçues* (*arp*) par les sujets qui doivent les utiliser. Dans la première catégorie, les *affordances deviennent* alors des *simples possibilités d'action potentielles*. En prenant en compte cette caractéristique, il serait impossible de prévoir *a priori* leur rôle ainsi que leur capacité effective à « accorder » des actions pour les utilisateurs. Néanmoins, cette auteure utilise l'analyse conversationnelle afin de retrouver, à l'intérieur des applications mobiles, les affordances de la deuxième catégorie, celle qui sont réellement perçues par les utilisateurs (Raudaskoski, 2003). A partir des éléments résumant les travaux ci-dessus, nous considérons que si ces derniers ont un apport dans la problématique des affordances perçues, celui-ci se trouve aussi au niveau de la démarche méthodologique d'analyse qualitative et compréhensive qui peut contribuer à améliorer les pratiques d'usages et les modèles d'usagers qui sont utilisés lors de phases de conception et production des objets numériques.

D'autres recherches dans le domaine des technologies éducatives ont repris le concept d'affordance en l'adaptant aux situations d'enseignement-apprentissage en ligne. Nous pouvons nous référer ici aux travaux de Simonian (2014) situés dans une approche éco-anthropologique et s'intéressant au processus de socialisation dans la construction des apprentissages en ligne via des environnements

numériques adaptés. En effet, ces travaux basés sur la cognition distribués et la théorie de l'activité, ont amené l'auteur à définir *l'affordance socioculturelle*, en sciences de l'éducation, par « *la signification et la fonction pédagogique ou didactique d'un objet numérique*<sup>33</sup> *attribuée par un ensemble d'acteurs-auteurs-observateurs, dépendante de valeurs socioculturelles sous-jacentes et de dispositifs compris dans l'interrelation de leurs trois dimensions constitutives : idéal, fonctionnel de référence, vécu* » (Simonian, 2014). Nous retenons dans ce cas que l'affordance socioculturelle telle que définie par Simonian se détache de l'approche gibsonienne. A partir des situations d'enseignement-apprentissage à distance, l'auteur vise à analyser les processus de formation des sous-groupes et pour quelles raisons ils se forment, tout en considérant que cette formation permet de délimiter une niche d'activité possible et signifiante. Même si l'approche éco-anthropologique de l'affordance nous semble apporter des éléments de compréhension sur les processus d'interactions inter et intra-groupe dans des environnements numériques d'enseignement à distance, elle reste éloignée pour notre part, de la question de perception et d'actualisation des affordances que nous situons dans une approche dynamique de conception-appropriation d'objets numériques d'apprentissage à visée anthropo-sémio-technique.

La question de la perception et celle du concept d'affordance ont aussi fait objet de recherches en cognition distribuée, notamment avec les travaux de Jiajie Zhang et Vimla Patel (Zhang & Patel, 2006) et en sémiotique (Morgagni, 2009, 2011). Ainsi le concept d'affordance a été redéfini à partir d'une approche de cognition distribuée, en introduisant les notions d'espaces de *représentation externe*, en référence aux structures et informations présentes dans l'environnement, et ceux d'espace de *représentation interne* conditionnés par les structures de l'organisme, qu'elles soient physiques, biologiques, perceptives et cognitives. Dans cette configuration, *l'espace d'affordance*, qui est distribué, *émerge seulement à partir des deux espaces, interne et externe, pris dans leur ensemble*. En ce sens, Zhang et Patel (2006) proposent un élargissement de la catégorie d'affordance, dépassant le niveau de structure humaine et s'étendant aux niveaux<sup>34</sup> biologique, physique, perceptif, cognitif. Même si cette idée peut se situer dans une approche systémique, son application est difficilement concevable puisqu'elle manque d'un cadre opérationnel explicitant le passage d'une existence indépendante à un croisement de domaines spécifiques aux affordances telles que énumérées par Zhang & Patel (2006).

---

<sup>33</sup> En se référant aux outils numériques à vocation pédagogique, S Simonian fait remarquer, à juste titre qu'« un même objet technique peut revêtir différentes fonctions pédagogiques en fonction des objectifs visés et du modèle pédagogique privilégié. Le forum de discussion peut être utile dans un modèle comportementaliste pour valider des réponses ainsi que dans un modèle socioconstructiviste pour que les apprenants co-construisent, voire coproduise, des savoirs. Ce n'est pas donc l'objet qui est déterminant mais la conception à laquelle il réfère » (Simonian, 2014).

<sup>34</sup> *Affordances biologiques* : sont construites sur des processus biologiques ; *affordances physiques*, sont construites sur la structure physique ; *affordances perceptives* sont construites par les trajets spatiaux ; *affordances cognitives* sont construites par des conventions culturelles ; *affordance mixtes* sont constituées par une combinaison de plusieurs catégories parmi celle qu'on vient de lister.

A partir de ces interrogations on ne peut que faire mention ici des travaux de Simone Morgagni selon lequel la notion d'affordance, revue selon une approche sémiotique systémique, devrait être considérée comme une propriété placée au niveau du système plutôt que d'être juste « une composante laissant dépendre ses exploitations particulières, et non sa valeur primaire, du système et du couplage sujet-environnement » (Morgagni, 2011, p. 256). Par ses recherches dans le domaine des objets technologiques numériques comme dans le cas précédent, cet auteur étudie l'élaboration de cadre théorique d'analyse des processus d'actualisation des affordances et de leur sélection. Lorsqu'on suit la réflexion de Morgagni (2009 ; 2011) cela nous amène à considérer qu'un objet rend disponible certaines actions plutôt que d'autres parce qu'il incorpore des éléments nous permettant de déduire qu'il soit possible d'établir avec lui un certain type d'interaction spécifique. La proposition théorique avancée par Morgagni, nous semble féconde dans la poursuite de notre réflexion ici puisque, bien qu'elle prenne en compte la vision de James Gibson, elle tente de faire émerger des éléments d'un cadre sémiotique global qui conduit à considérer l'affordance comme « *une propriété se plaçant au niveau du système* » (Morgagni, 2011, p. 256). Cet auteur, dans son esquisse de cadre théorique prend appui sur la théorie sémiotique de Ch. Pierce et notamment la convergence entre la notion d'habitude et la notion de signifié<sup>35</sup>. Situées dans cette configuration, les affordances seraient définies comme étant « *les actions rendues possibles et saillantes par l'activité cognitive elle-même et pourraient ainsi être conçues comme des réponses concevables à une action pratique* » (Morgagni, 2011, p. 257).

En effet, dans une perspective de sémiotique interprétative pragmatiste, les affordances des objets doivent être lues non seulement comme des potentiels d'action mais comme des actions activées par un raisonnement de « haut niveau » dépassant la perception primaire des éléments qui nous entoure. S'agissant d'une activité de production sémiotique elle doit être entendue comme un processus dynamique continu dans lequel les trois catégories phénoménotechniques peirciennes de Primeité, Secondeité, Tierceité<sup>36</sup> se présupposent et se constituent l'une sur l'autre et l'une de manière complémentaire à l'autre. Comment les choses prennent pour nous un sens, deviennent intelligibles ? Dans la perception immédiate, ce qui se manifeste à nous comme sens constitué (d'une

---

<sup>35</sup> En 1878, dans un article sur « La logique de la science », Ch Pierce explicite le rôle de l'*habitude* dans le développement du sens d'une pensée : « pour développer le sens d'une pensée, il faut donc simplement déterminer les habitudes qu'elle produit, car le sens d'une chose consiste simplement dans les habitudes qu'elle implique. Le caractère d'une habitude dépend de la façon dont il peut nous faire agir non pas seulement dans circonstance probable donnée, mais dans toute circonstance possible si improbable qu'elle puisse être » (Ch Pierce, 1878, *Revue philosophique de la France et de l'étranger*, citation reprise par Morgagni, 2011).

<sup>36</sup> Les trois catégories Primeité, Secondeité et Tierceité constituent l'un des piliers de la théorie sémiotique interprétative de Ch. Pierce, permettant l'imbrication temporelle et le développement des processus sémio-cognitifs ; Rappelons donc que la Primeité, de l'ordre du possible, est une conception de l'être indépendamment de toute autre chose ; la Secondeité est la conception de l'être relatif à quelque chose ; la Tierceité est une loi de l'esprit qui ne peut se manifester qu'à travers des faits qui s'appliquent, donc dans la secondeité, et ces faits eux-même n'actualisant que dans la qualité, donc dans la primeité.

chose) ne se résume pas à un passage d'information directe<sup>37</sup> mais émerge toujours sur le fond d'une Tierceité préalable. Cette explicitation théorique d'un processus dynamique d'actualisation des affordances, par le prisme de la sémiotique interprétative, nous amène à considérer avec Morgagni (2011) que les éléments appartenant au monde s'insèrent dans un système de pratiques et de connaissances ouvrant des perspectives d'actions situées et spécifiques.

Si ces travaux montrent l'intérêt d'une approche sémiotique dans la construction de cadre d'analyse systémique concernant l'émergence, l'activation voire la sélection des affordances dans le domaine de technologies numériques (plateformes d'EAD, mondes virtuels de simulation, environnement d'apprentissage personnalisé, appareils mobiles, ENT), il nous semble cependant nécessaire, dans un même objectif de recherche, de poursuivre notre exploration à travers des études en neurosciences.

### **4.3. Affordance sous l'angle des neurosciences et sciences cognitives**

Avec l'avancée des techniques d'analyse par imagerie du cerveau humain, plusieurs recherches en neurosciences se sont réalisées autour de la question des mécanismes d'activation des fonctions cérébrales dans le développement des capacités sensori-visuo-motrices pour la sélection des affordances. Si on considère l'activation des affordances comme sensible à des informations contextuelles de « granularité » fine, alors nous devons interroger l'existence d'une relation d'ajustement entre le type de contexte et le type de posture du sujet, en raison d'un décalage<sup>38</sup> présumé entre l'objectif de l'action et le contexte.

#### **4.3.1. Affordance et contexte**

Les travaux récents de Borghi & al (2012) avaient pour objectif d'étudier dans quelle mesure l'activation des affordances était soutenue par le contexte. Dans leurs expérimentations utilisant des images projetées à l'interface des ordinateurs, *le contexte* est en référence à une situation dans laquelle sont insérés deux objets et un repère (une main). Les différentes phases du protocole prenaient en compte, d'une part, trois contextes Spatial, Manipulatoire et Fonctionnel et d'autre part, quatre postures de la main dont posture fonctionnelle, manipulatoire, main approchée des objets et main absente de la scène (Borghi & al, 2012). Les résultats obtenus par ces auteurs montrent que le nombre des erreurs obtenu par les participants dans la reconnaissance des objets affichés à l'écran diminue significativement lorsque les objets sont représentés en contexte manipulatoire et fonctionnel. En revanche lorsque les objets étaient présents à l'image dans un contexte spatial, la posture fonctionnelle de la main (affichée en tant qu'image à l'écran) a inhibé leur reconnaissance par les sujets participants.

---

<sup>37</sup> Si on s'exprime en termes peirciens, le passage de l'information directe correspondrait à une Primitéité

<sup>38</sup> Notre traduction libre depuis l'anglais : mismatch = **décalage**

D'autres recherches relevant de l'analyse du comportement par imagerie cérébrale à résonance magnétique (Iacoboni & al., 2005) ont aussi étudié l'impact du type de contexte sur la reconnaissance des objets. Ces auteurs ont analysé l'activation dans trois cas de figure : objet saisi par une main sans contexte (une tasse dans une main) ; objet dans un contexte sans présence de la main (une table avec des objets arrangés comme avant ou après un thé) ; objet saisi par une main mais dans deux contextes qui suggèrent deux intentions différentes (boire dans une tasse ou la jeter après avoir bu du thé). Les résultats de leurs travaux ont montré que le contexte, à travers l'activation de l'information visuelle, appelle le système moteur qu'il prépare pour l'action située. Ceci consiste en une observation des vidéos d'action et du contexte activant le circuit pariétal-frontal (Iacoboni & al., 2005) pour la saisie des objets.

Dans une approche comportementaliste, certaines études ont contribué à observer que l'information fonctionnelle d'un objet est plus facilement accessible que l'information manipulative du même objet (Borghi & al, 2012). L'activation de ces deux types d'informations, manipulative et fonctionnelle, est modulée par un but d'action qui dans ce cas est rendu explicite à travers le contexte. Notons aussi que lorsqu'on saisit un objet, les informations relatives à sa fonction et à sa manipulation, s'activent et rentrent en une sorte de « compétition », cette dernière étant plus facilement résolue quand *le contexte oriente la situation*<sup>39</sup>, en la rendant non-ambigüe. `

Sur la base de certains résultats de recherche résumés ici nous pouvons retenir que dans le cas des interactions objets techniques – sujets, situées en environnement matériel, l'activation des affordances potentielles est *modulée par le contexte*. Ces résultats ne répondent que partiellement à la question de l'activation des affordances. Ces dernières s'activent-elles automatiquement ou alors leur activation est-elle modulée par d'autres facteurs externes et/ou internes ? Si oui, lesquels de ces facteurs sont-ils repérés par les recherches non seulement situées dans des approches unidisciplinaire mais plutôt dans des perspectives pluridisciplinaires voire interdisciplinaire? Comme précisé par Borghi & al (2012) cette partie de résultats peut avoir des implications théoriques importantes en contribuant aux débats sur l'automatisme de l'activation des affordances, notamment dans les recherches en sciences cognitives portant sur le développement de l'intelligence artificielle et de la robotique (Metta, Sandini & al., 2006 ; Caligiore, Borghi & al., 2010).

C'est dans cette branche de sciences cognitives que des travaux questionnant l'impact d'une classe de neurones, appelés « neurones miroir » (Rizzolatti et Sinigaglia, 2011), sur l'interprétation et la prédiction des actions, ont fait constater que lorsqu'on observe une action, le but inféré est mis en

---

<sup>39</sup> A ce propos, les travaux de Van Elk, Schie & Bekkering (2008) ont démontré que les objets présents à un endroit associé au but de l'action ont été reconnus plutôt que les objets situés à un autre endroit sans correspondance au but de l'action (ex : une tasse de thé près des yeux).

correspondance avec l'information reçue à partir du contexte. Avant de poursuivre la présentation des apports des travaux en neurosciences sur l'activation des affordances, il devient utile de donner ci-après, quelques éléments de compréhension du mécanisme de fonctionnement des neurones miroir en comparaison avec les neurones canoniques.

#### **4.3.2. Neurones miroir : éléments de définition**

Depuis un peu plus d'une dizaine d'années, les techniques d'imagerie cérébrale ont montré que l'observation d'une action chez l'humain, active six zones du cerveau telles le gyrus inférieur frontal (GIF), partie inférieure du gyrus précentral, dans le lobule pariétal inférieur (LPI) ainsi que les aires temporelle, occipitale et visuelle pariétale (Rizzolatti et Craighero, 2004).

L'activation de la *pars opercularis* du *gyrus inférieur frontal* (GIF) reflète l'observation de l'action distale de la main et de la bouche, alors que l'activation du *cortex prémoteur* (CP) reflète les mouvements proximaux du bras et du cou. Une catégorie des neurones appelés *neurones miroir* (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011) s'activent chez un être humain même en observant des mouvements sans signification (intransitifs). Ainsi l'observation des *actions transitives* déclenche une décharge de neurones miroir (NM) au niveau des *nœuds frontal* et *temporel* tandis que l'observation des *actions intransitives* en déclenche une décharge des neurones miroir uniquement au niveau du *nœud frontal* (Iacoboni et al, 2001 ; Koski et al, 2003).

En plus des neurones miroirs qui s'activent à la fois, lorsqu'on effectue une action soi-même et quand on voit quelqu'un d'autre l'effectuer, un autre type de neurones, appelés *canoniques*, s'activent lorsqu'un observateur (une personne) voit simplement un objet qui peut être saisi par le mouvement de préhension de la main. Dans un tel cas, les résultats obtenus par imagerie cérébrale (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011) montrent que ces neurones canoniques codent les mouvements comme si le cerveau de la personne, en ce cas de l'observateur, présentait une interaction possible avec cet objet et se préparait à une action sur lui.

#### **4.3.3. Affordance et système neuronal : quel rôle de neurones miroir ?**

Comme nous l'avons précisé dans la section § 5.1 plusieurs recherches en psychologie cognitive (Constantini, Ambrozini & al, 2011 ; Pellicano, Iani & al, 2010) et neurosciences (Borghi & al, 2012) font souligner qu'en observant les postures fonctionnelles dans la saisie d'un objet, il y a inférence des buts aussi bien à court terme (attraper un objet) qu'à long terme (utiliser l'objet). En effet, ces travaux spécifient deux modalités d'interaction avec les objets : volumétrique et fonctionnelle (Bub & al, 2008). D'une part, les « gestes volumétriques » sont en rapport avec les propriétés de taille et de prise d'objets et concernent plutôt les postures de la main dans la prise ou le déplacement des objets que leur utilisation effectivement prévue. D'autre part, les « gestes fonctionnels » impliquent la manipulation spécifique des objets en accord avec leur propre utilisation conventionnelle. Si

l'importance des gestes volumétriques est saisie dans un monde d'objets techniques (matérialité physique) alors la prise en compte de ce type de gestes, dans le cas des objets numériques à visée formation, s'avère aussi nécessaire lorsqu'on s'intéresse à étudier l'activation et la sélection des affordances dans un monde numérique matérialisé.

Dans notre exploration des affordances en environnement numérique, une autre particularité des objets mise en évidence par Jax & Buxbaum (2010) a attiré notre attention. Leurs travaux ont été focalisés sur les « objets de conflit »<sup>40</sup> désignant les objets qui appellent différentes actions dépendant des buts d'action. Ces objets évoquent aux sujets aussi différentes voies de manipulation. De plus, si l'on regarde les affordances par le prisme de l'imagerie cérébrale, des résultats de recherche conduisent à observer l'activation de deux circuits (Rizzolatti et Matelli, 2003) liée aux différentes affordances. L'un des circuits (dorso-dorsal stream en angl.) est basé sur la *structure de l'objet* tandis que l'autre (dorso-ventral stream en angl.) est relatif à la *fonction de l'objet* (Buxbaum et Kaleline, 2010). Mais si on a observé que ces zones du cerveau sont impliquées dans les différents niveaux constituant une affordance, que se passe-t-il lors de sa sélection parmi d'autres affordances potentielles en références aux objets ? Pour répondre à cette question, des résultats de travaux en sciences cognitives et neurosciences convergent pour mettre en évidence le rôle des neurones miroir.

En effet, une récente revue de littérature a interrogé l'existence d'une relation entre l'activation, la sélection affordances et le système neural notamment les neurones miroir. L'analyse des recherches empiriques basées sur neuro-imagerie a montré que ces deux systèmes peuvent être hiérarchiquement liés. Quelles propriétés ont-ils ces neurones spécifiques? Les chercheurs en neurosciences et psychologie cognitive précisent que les neurones miroir peuvent encoder les objectifs d'actions, peuvent s'activer indépendamment de l'exécution de l'action et possèdent des caractéristiques d'anticipation<sup>41</sup>. Que dire alors de fonctions du cerveau relatives aux mécanismes de prédictions ? Des recherches en cognition située (Bar, 2007) portant sur le rôle de la mémoire épisodique dans les mécanismes de prédictions chez les humains, ont montré que l'activation des prédictions est dépendante des perceptions, associations et analogies. Cependant, les résultats de ces mêmes recherches ont fait apparaître le rôle du *contexte* aussi bien dans l'élaboration des associations que des analogies. Pour plus de clarté dans ce propos, rappelons que la *zone du cerveau*<sup>42</sup> responsable de la perception du stimulus spécifique du *contexte et des associations*, est le

---

<sup>40</sup> Notre traduction de « conflict objects » en « objets de conflit »

<sup>41</sup> Pierre Jacob a dirigé récemment – un mémoire master 2 recherche en neurosciences dans lequel est mise en débat et rejetée la thèse défendue par Marco Iacoboni et ses collaborateurs, concernant le « pouvoir » d'anticipation, de prédiction, supposé possédé par les neurones miroir.

<sup>42</sup> A partir des travaux sur les mécanismes de prédiction en neurosciences et cognition située, les chercheurs ont observé (par des techniques d'imagerie cérébrale) que les associations ont été largement trouvées s'activer au niveau du Lobe

cortex para-hypocampus (PHC). Cette zone est sensible à l'apparence spécifique ( ex : *mon bureau*) tandis que la zone Cortex Médial Pariétal (MPT) représente les connaissances sur les associations relatives au contexte prototypique (ex : *bureau*). L'activation des associations pour la prédiction nécessite la prise en compte du contexte dans lequel l'input a été rencontré. Comme l'a montré Bar (2004) ceci implique l'activation de la sélection des associations les plus rélevantes.

Retenons aussi que le système miroir joue un rôle fondamental dans l'imitation (Iacoboni, Woods & al, 1999) puisqu'il code l'action observée en termes moteurs et permet ainsi la reproduction de celle-ci. Par ailleurs, ces neurones miroir ne répondent pas seulement aux objectifs d'action mais aussi aux d'action basées sur des objectifs de « haut niveau » (Thill & al, 2013) ces derniers étant basés *sur le contexte et les états motivationnels et émotionnels du sujet*.

Ainsi les résultats d'analyse de ces recherches spécialisées en neurosciences ont contribué à l'élaboration, par Thill et ses collaborateurs (2013), d'un cadre conceptuel opérationnel intégré, illustrant que dans la relation à tendance hiérarchique, le système miroir est fortement lié aux *objectifs de haut niveau qui sont construits à partir des aspects contextuels, motivationnels, affectifs*. Quant au système d'affordances, il pourrait être *subordonné* et plus étroitement lié à l'implémentation des actions. Autrement dit, on peut considérer les neurones miroir responsables de l'encodage des buts de comportement représentés aux différents niveaux d'abstraction tandis que le système d'affordances plutôt attaché à la planification et à l'exécution des actions (Thill & al, 2013).

Apportons par la suite une discussion à partir de notre sélection de travaux autour de la question des relations significatives entre les mécanismes d'activation et sélection des affordances et les neurones miroir.

#### **4.3.4. Discussion : ce que nous retenons pour notre recherche**

Nous avons déjà esquissé que lorsqu'on regarde ce questionnement selon l'approche de cognition située et sémiotique interprétative, on obtient un point de vue qui consiste à dire que l'activation des affordances potentielles dépend non seulement de la perception directe des objets par les sujets mais aussi de leur pratiques, habitudes ainsi que des valeurs psycho-affectives qui leur est attribués à un moment donné. Si l'on regarde d'un point de vue des neurosciences et sciences cognitives il semble que l'activation des affordances et sa dimension « automatique » est, comme le rappelle Borghi & al (2012), une question faisant sujet des débats. Une étude détaillée liée à ce questionnement peut être faite à partir des travaux récents en neurosciences (Sahin & Erdogan,

---

Medial Temporel (MTL), du Hypocampus et du Parahypocampus Cortex (PHC) ; cependant, les régions du cerveau concernant la médiation de la pensée par analogies ont été moins explorées en recherche ; on peut noter que certains types de pensées par analogies sont activées dans les zones latérale et médiale du Cortex Préfrontal (PFC) ;

2009) par l'imagerie cérébrale (Barsalou & al, 2008 ; Caligiore, Borghi & al, 2010). Toutefois, concernant l'axe des affordances dans notre approche réflexive de recherche, nous retenons des travaux en neurosciences que *l'activation des affordances dépend* aussi bien de *la tâche* prescrite et/ou effective que *du contexte*.

Pour ce qui est de l'activation *automatique* des affordances, l'interprétation du mécanisme doit être plutôt nuancée : même si la tâche nécessite un processus réflexif d'identification de l'objet en question (attribution d'une couleur, classification dans une catégorie) les affordances relatives aux autres aspects (saisie, orientation) sont activées automatiquement. Dans cette perspective devons-nous entendre que les dimensions (« facettes ») constitutives d'un objet technique<sup>43</sup> s'accordent-elles individuellement et globalement, dans une relation de double dépendances avec l'affordance de ce même objet ? Peut-on imaginer l'affordance comme une relation utilisateur apprenant-objet phénoménoteknique<sup>44</sup> ? Si tel est le cas, alors ce mécanisme d'activation automatique des affordances serait-il transposable aux pratiques pédagogiques avec le numérique ? Même si les recherches ci-dessus ont montré pouvoir contribuer à l'avancée des études théoriques en neurosciences, autour de la question d'affordance et de son activation automatique, leurs résultats émergent à partir des expérimentations dans lesquelles les participants sont amenés à tester via de simulations, leurs capacités de perception, reconnaissance et manipulation des objets techniques (matériels).

Or si l'on s'intéresse à étudier la perception et l'activation des affordances des objets numériques dans une approche phénoménoteknique (Vial, 2013) alors on doit prendre en compte des dimensions (ou facettes) spécifiques de ces derniers telles que leurs fonctions et fonctionnalités mais aussi des processus de perception des images, leur représentation graphique au niveau des formes et du fond (Simondon, 1965/2014). Avant de passer à la suite il nous importe de préciser que dans son approche phénoménologique de la technique, Vial (2013) propose le concept *d'ontophanie numérique* en tant que *manifestation de l'apparition de l'étant numérique*, pour saisir la complexité phénoménologique du numérique à partir d'une approche philosophique du design. L'approche de cet auteur nous semble féconde dans la présente recherche réflexive pour proposer des éléments conceptuels d'analyse du processus dynamique de design-appropriation des ontophanies numériques que nous avons déjà appelé OPHIP (voir § 3.3, chp. 3). Les éléments fonctionnels de ces objets phénoménotekniques pédagogiques et les processus perceptifs<sup>45</sup> qu'ils engendrent, sont

---

<sup>43</sup> Dimensions ou facettes telles que perceptive, fonctionnelle, manipulatoire...

<sup>44</sup> Ce dernier étant considéré en tant que OPHIP et ayant les « facettes » déjà identifiées aux objets en question

<sup>45</sup> Processus perceptifs pragmatiques et sémantiques, en référence aux travaux en neurosciences sur l'activation de circuits neuronaux qui sont spécifiques pour coder la perception d'une possibilité d'action (prise d'un objet matériel) (cf. § 4.3)

susceptibles d'avoir une contribution significative pour l'élaboration du sens en prenant en compte des éléments graphiques et contenus d'apprentissage, l'ensemble disposé à l'interface numérique.

Nous verrons dans le chapitre 5 ci-après, que les espaces d'interdépendance dynamique constituant l'objet phénoménoteknique se sont des éléments qui participent à ce que nous proposons d'entendre par matrice numérique co-évolutive.

#### **4.4 La question d'affordance dans l'objectivation de la perception des outils numériques pour l'apprentissage**

Comme montré dans la partie 1 de ce manuscrit, lors d'une première phase de transition du domaine de l'informatique à celui des sciences de l'éducation je me suis intéressée à la problématique de l'usage des outils numériques par les enseignants du secondaire et notamment aux perceptions des enseignants quant à l'utilité pédagogique de l'ENT déployé dans l'académie de Strasbourg. Mon objectif était d'observer, selon la méthode d'enquête par questionnaire, comment s'articulent l'influence des facteurs relevant des dimensions socio-contextuelle, pédagogique et technique sur l'intention d'appropriation de l'ENT chez des enseignants de lycées professionnels et technologiques. Il advient cependant utile de préciser, pour plus de clarté, que le concept d'intention est dans ce cas, employé dans son acception *d'intention préalable*. Ce concept, tel que définit en philosophie de l'action (Goldman, 1972 ; Dretske, 1988), représente le but de l'action prise dans son ensemble. L'intention préalable précède l'action. Des lors, on peut évidemment s'interroger sur des facteurs qui font émerger le passage à l'action d'utiliser des outils numériques, dans notre cas chez des enseignants du secondaire, à partir de l'intention préalable. Rappelons aussi que partant de mes premiers résultats de recherche sur l'ENT j'ai orienté le cadre conceptuel vers la sociologie des usages, en prenant compte concepts primaires « l'appropriation » (Akrich, 1998) et les logiques de conception (Paquelin, 2004) et d'usage (Perriault, 1995). Mes travaux ont par la suite porté sur l'appropriation du Manuel numérique (MNI) et du Tableau Numérique Interactif (TNI) chez des enseignants du secondaire. Dans cette seconde approche théorique j'ai pris en compte, d'une part, les travaux de Beauchamp (2004) sur les profils d'utilisateurs en fonction des niveaux d'appropriation et d'autre part, les travaux de James J. Gibson en psychologie écologique notamment liés au concept « d'affordance » (Gibson, 1979).

Cette nouvelle ouverture est située dans l'approche *écologique de l'apprentissage* à laquelle j'associe le concept *d'affordance contextuelle* construite dans des *espaces d'actions encouragées* (Reed & Bril, 1996). En effet, tout apprentissage (formel et informel) se construit dans un contexte spécifique qu'il est nécessaire de prendre en compte dans ce que des chercheurs en psychologie culturelle (Bril, 2002) désignent par une « écologie de l'apprentissage ». Ce terme, tel que définit en psychologie désigne « l'analyse des éléments du milieu dans lequel se déroulent ces acquisitions, comme par

exemple les acteurs concernés ou les objets dont dispose l'apprenant, ainsi que les relations qu'entretiennent ces éléments entre eux et avec l'apprenant dans les situations d'apprentissage » (Bril, 2002). Les espaces d'action encouragés ont pour but d'introduire dans l'espace d'actions un ensemble d'activités, d'objets, de lieux qui doivent amener l'apprenant à augmenter son potentiel d'action et par conséquent, ses capacités d'action. Cette notion vient en élargissement de ce qu'on appelle l'espace d'actions libres qui, selon Valsiner (1997) structure a) l'accès de l'enfant à différents lieux de son environnement, b) la disponibilité d'objets à l'intérieur de cette aire, et c) la manière d'agir sur ces objets. Ces lieux incluent non seulement des objets mais aussi les idées, les actions et possèdent une signification sociale.

Parmi mes projets en cours autour de la question d'affordance, l'un fait suite à mes recherches sur l'appropriation du TNI et du MNI chez les enseignants du secondaire et s'intéressant particulièrement aux apprenants, c'est-à-dire des élèves du secondaire. Il m'importe par ailleurs de préciser ma proposition d'adaptation du concept d'affordance qui reste cependant proche de l'approche de psychologie écologique de James Gibson mais n'est pas en lien avec l'approche purement technique proposée par Donald Norman et William Gaver, aux situations d'interaction sujet-objet (artefact numérique) dans le domaine de l'interaction humain-machine.

Ainsi dans mes travaux, je considère avec Niveleau (2006) qu'une théorie des affordances permet de dresser l'inventaire de l'ensemble des choses perceptibles à partir d'une étude des relations valides entre l'organisme et son environnement. Ainsi, partant de la définition de James Gibson et en s'appuyant de l'analyse de Niveleau sur ce même concept, nous posons qu'une affordance n'est ni une propriété de l'organisme vivant ni une propriété de l'environnement mais *une relation*, un ajustement entre un environnement et l'organisme donné dans un certain contexte d'action (Gibson, 1979).

En prenant en compte le contexte, nous (Pacurar et al, 2015) proposons une reformulation du concept d'affordance. Ainsi, comme le montre le schéma de la figure 3, « *un organisme vivant perçoit l'environnement et entre en relation avec celui-ci parce que les objets ont un potentiel d'action qui le poussent à les voir et à agir selon l'intentionnalité située dans une dynamique contextuelle et que d'un point de vue affectif ou émotionnel ils revêtent une valeur* En effet, la valeur ressource (VR) d'un objet dépend de son potentiel d'action et de la valeur affective (VAE) que le sujet lui attribue » (Pacurar et al, 2015).

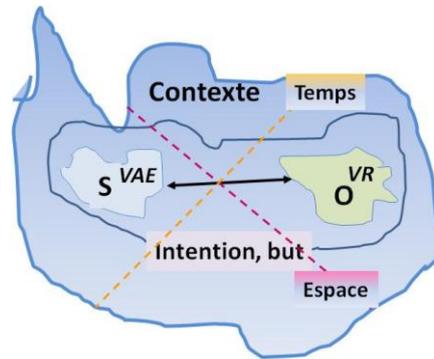


Figure 3. L'affordance en contexte et les facteurs dont dépend son actualisation ; S(VAE) – valeur affective ou émotionnelle du sujet ; O(VR) – valeur ressource de l'objet (Pacurar et al, 2015)

Comme illustré sur la figure 3, l'émergence de la relation sujet/objet/contexte dépend à la fois de l'intention du sujet, son but en contexte et du contexte socioculturel dans lequel s'inscrit la valeur de l'objet (Pacurar & al, 2015) puisque l'objet mis dans un contexte familier le rend immédiatement perceptible (Palmer, 1975 ; Heft, 2003 ; Kytta, 2003).

Lorsqu'on transpose la définition d'affordances à notre objet de recherche, ceci nous amène à considérer que le TNI, en tant qu'objet phénoménoteknique interactif pédagogique, intégrant des fonctionnalités logicielles spécifiques, rend disponible certaines actions plutôt que d'autres. Ceci signifie que cet objet numérique incorpore, dans le champ des activités pédagogiques réalisées en classe dont les enseignants et élèves sont également parties prenantes, des éléments d'interface grâce auxquels il est possible d'établir avec lui un certain type d'actions spécifiques.

En revenant à notre définition de la notion d'affordance, notons que des recherches en neurosciences (Borghi & al, 2012 ; Thill & al., 2013) relatives au rôle du *contexte* et l'actualisation des affordances, sert d'appui dans notre démarche réflexive d'exploration concernant le mécanisme de sélection des affordances par les sujets dans un environnement *virtualisé*. D'ailleurs en se référant aux objets matériels, Rizzolatti & Sinigaglia (2011) les considèrent comme des *pôles d'actes virtuels* lesquels, par leur nature relationnelle, définissent et sont définis par la configuration motrice qu'ils activent. Que se passe-t-il dans les aires cérébrales responsables de ces mécanismes ? On sait que la sélection des affordances visuelles des objets matériels est accomplie dans l'aire AIP et l'activation subséquente des actes potentiels qui leur sont conformes, se produit dans l'aire F5 (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011, p. 58). Selon ces deux auteurs cependant, le deux processus en question ne se limiteraient pas à la transmission de l'information aux parties exécutives du système cérébral mais établiraient une corrélation entre le type de prise et le type d'objet codé. L'enclenchement de ces *phases visuelles-motrices* lors de la saisie *d'objets matériels*, a un impact d'une part, sur l'établissement des connexions par le circuit AIP-F5 qui faciliteraient la réactivation des réponses

appropriées au stimulus visuel et d'autre part, sur la consolidation de la caractérisation en termes de possibilités d'action (saisissable avec le pouce, l'index, à pleine main, avec tous les doigts).

Retenons ici que les *facteurs moteurs associés aux visuels* ont un *rôle significatif* pour la *sélection et activation efficaces des affordances* dans le cas d'*objets matériels*. Or, les objets numériques, plus précisément leurs interfaces constituées d'éléments graphiques disposent de propriétés esthétiques, *leur forme et fond étant à l'état d'images*. Mieux encore, on serait tentés de se demander comment pourrait-elle être mise à profit cette congruence entre la sélectivité motrice et celle visuelle des neurones des aires F5 et AIP dans le cas de objets numériques, notamment des appareils mobiles aux interfaces haptiques mais aussi des environnements de simulation qu'ils soient de types « second life », réalité virtuelle ?

Dans ces interrogations, nous partons du constat des travaux en neurosciences qui informent que « les actes potentiels<sup>46</sup> évoqués préfigurent un sens à l'objet perçu qui concourt à le déterminer comme *tel ou tel objet saisissable par telle ou telle prise* en lui attribuant ainsi une valeur significative qu'il ne pourrait avoir autrement » (Gallese, 2000, p. 31). Précisons cependant que ces circuits F5-AIP participent à une compréhension « pragmatique »<sup>47</sup> de l'objet et ne détermine en soi aucune représentation « sémantique » de ce même objet. Ces neurones répondent seulement à certains traits des objets comme la forme, la taille, orientation et « la sélectivité des objets est significative en tant que ces traits sont interprétés comme autant des systèmes d'affordances visuelles et d'actes moteurs potentiels » (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011, p. 60). Si tel est le cas alors à quel niveau des aires cérébrales sont codés les informations sur les aspects esthétiques par exemple ? Les analyses par imagerie neuronale montrent que les profils, les couleurs et les trames des objets sont codées par les neurones situés dans l'aire du cortex temporel inférieur. Mais les fonctions de ces aires du cortex temporel inférieur, bien qu'elles soient contributives de la caractérisation des objets, ne se suffisent pas en elles-mêmes *dans la constitution du sens* puisque, comme le fait mentionner Rizzolatti et Sinigaglia (2011) on ne réduit pas le processus perceptif à une simple identification des figures, des images et on ne fragmente pas le sens de l'action en une simple succession des mouvements en soi privés de tout corrélat objectuel. C'est précisément le comportement de ces neurones F5-AIP qui permettrait à l'homme de saisir au niveau cortical cette dimension motrice de l'expérience et comme le dit Merleau-Ponty (1945, p. 164), « nous fournit une manière d'accéder à l'objet (...) originale ».

---

<sup>46</sup> Nous en avons précisé qu'il s'agit des actes potentiels tels que *l'objet saisissable avec l'index, la pleine main...*

<sup>47</sup> Si on prend l'exemple d'une tasse de café, les neurones F5-AIP codent l'objet perçu *comme saisissable avec la main* (dimension « pragmatique ») et non pas *comme une «tasse à café»* (dimension « sémantique »).

## Résumé de transition au chapitre 5

*Avant de passer à une analyse du processus de fabrication du sens par les utilisateurs dans leur activités d'apprentissage réalisées via des environnements interactifs numériques il devient pertinent de préciser que dans les actes sensori-motrices, qu'elles soient effectivement exécutés ou potentiellement évoqués, prennent corps des activités d'orientation, de préhension « qui contribuent à configurer le monde comme un milieu praticable, jalonnée des chemins, d'obstacles, bref à constituer un monde habitable » (Changeux & Ricoeur, 1998, p. 173). Dans le niveau de réalité matériel, la constitution d'un tel monde ne dépend pas seulement de nos capacités de préhension de tel ou tel objet mais bien plus de notre capacité à se déplacer, à s'orienter dans l'espace environnant. Orientons notre attention dans le chapitre 5, à une analyse de processus d'appropriation des objets interactifs numériques par des acteurs-apprenants que nous supposons se développer dans une relation dynamique d'interdépendance transcendant l'espace environnant d'une région de réalité « matérielle » et se rejoint dans un espace interactif situé dans une région de réalité « virtualisée ». Si, comme le font savoir les travaux en neurosciences, la dimension sensori-motrice joue un rôle indispensable dans l'activation des affordances d'objets matériels, qu'en est-il de la perception et de l'activation des affordances potentielles spécifiques aux ontophanies d'interface numérique ? En effet, en référence aux travaux de Turkle (1997) on peut supposer avec Audran (2005, p. 157) qu'il n'y a pas de séparation nette entre monde personnel et monde virtuel (informatique) mais que cette « zone interstitielle »<sup>48</sup> serait engendrée par la manipulation mentale d'objets impossibles. Dans cette même lignée des idées la première partie du chapitre 5 revisite la notion de perception de l'espace et celle de réalité avec ses composantes matérielle et virtuelle en les considérant comme base de réflexion dans la schématisation de la notion d'objet phéno-technique immersif pédagogique dont la structure fonctionnelle serait imaginée en tant que matrice numérique en co-évolution. La seconde partie de ce chapitre 5 décrira les premières bases de formalisation d'un cadre d'analyse interprétatif sémiotique des OPHIP en illustrant les premiers résultats de deux projets de recherche-développement<sup>49</sup> en cours.*

---

<sup>48</sup> Il s'agit d'une appellation que nous proposons ici.

<sup>49</sup> Pour plus de précisions voir aussi la description conceptuelle et méthodologique des projets MAENA'scol et ANIPPO en Annexe 2.



## Chapitre 5. Matrice numérique et dynamique du processus design-appropriation : vers une approche anthro-sémio-technique

Il va sans doute pour dire que depuis la fin du XXème siècle, dans nos expériences quotidiennes nous apprenons à vivre en contact avec la matière calculée. La frontière de ce que nous avons appris à considérer être le réel (en rapport aux choses sensiblement perçues) est imbriquée par des niveaux de réalité numérique et virtuels. Mais si la question de la notion du réel et de celle l'espace mériterait d'être posée, ce qui nous importe d'abord ce sont les conceptions de l'espace (prenant en compte les objets et sujets que celui-ci habite), vues sous l'angle de la psychologie cognitive.

### 5.1. Objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique et structure matricielle co-évolutive : vers une d'analyse de la conception par l'appropriation

Ainsi, la perception des objets en référence à l'espace proche est le résultat du codage des neurones VIP-F4 qui sont en grande partie bimodaux et préfèrent des objets tridimensionnels à des stimuli lumineux<sup>50</sup>. Pour que ces neurones s'activent, il est nécessaire que le stimulus visuel soit dans la région spatiale dont les objets soient à portées de main. Il s'agit de *l'espace péripersonnel* ou espace proche qui se distingue de *l'espace extra-personnel* ou espace lointain (Gentilucci et al, 1988). Ce qui nous semble devoir attirer notre attention c'est un constat obtenu par expérimentation en imagerie cérébrale et qui est compatible avec l'approche de Lupasco (1979) et aux intuitions<sup>51</sup> de Mach (1905): l'espace prend forme à partir des objets et de la multitude des actes coordonnés qui nous permettent de les atteindre. Autrement dit, qu'ils soient physiques (matériels) ou numériques, les objets techniques en eux-mêmes, n'étant que des *hypothèses d'action* (Merleau-Ponty, 1945), sont habités par des lieux de l'espace.

Enfin, ces lieux de l'espace ne sont pas des « positions objectives » par rapport à une position objective de notre corps mais comme le dit Merleau-Ponty (1945) ils « inscrivent autour de nous la portée variable de nos visées ou de nos gestes ». Ceci nous amène à considérer que si notre positionnement tend vers une épistémologie relationnelle au sens de Barrau (2016) basée sur le pluri-réalisme, alors la question du « dedans » et « du dehors » ne peut prendre pour nous un autre sens que celui holistique. D'ailleurs, en parlant de « réalité », Heisenberg écrivait<sup>52</sup> dans le Manuscrit en 1942 (1998, p. 166) qu'elle est « la fluctuation continue de l'expérience telle que la saisit la conscience. A ce titre, elle (la réalité) n'est jamais identifiable en son entier à un système isolé (...) ».

---

<sup>50</sup> A noter que leur champs récepteurs sont codés en coordonnées somatiques et ancrés dans divers parties du corps (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011)

<sup>51</sup> Mach E. (p. 337-338) écrivait que : les points de l'espace physiologique ne sont que les buts de différents mouvements que nous faisons pour saisir, pour regarder, pour marcher », Mach (1905) *La connaissance et l'erreur*, nr fr E. Flammarion, 1908.

<sup>52</sup> W. Heisenberg , *Philosophie, Le manuscrit de 1942*, Paris Seuil, 1998.

Effectivement nous convenons avec W. Heisenberg que la réalité dont nous pouvons parler n'est jamais la réalité « en soi », mais seulement « une *réalité* dont nous pouvons avoir un savoir, voir dans bien des cas, une réalité à laquelle *nous avons nous-même donné forme* ». Notons aussi que la réalité ne peut pas se réduire à la substance ; en physique, mieux encore, comme le précise Nicolescu (2009, p. 61) « la matière est le complexe *substance-énergie-espace-temps-information* ».

Nous pourrions considérer que cette perspective de réalité dans laquelle nous avons notre rôle à jouer à travers nos expériences-du-monde, se construit dans des régions voire des niveaux de réalité<sup>53</sup>. Cette approche de « régions » de réalité nous semble pertinente à prendre en compte dans la recherche en technologies numériques à visée formation et apprentissage notamment lorsqu'on s'intéresse à explorer des approches sémiotiques qui pourraient contribuer au processus de « construction » du sens.

D'ailleurs, plus les environnements numériques et les objets phénotecniques qu'ils contiennent, sont porteurs du sens dans leurs fonctionnalités et fonctions, plus il y a développement, voire même, changement de paradigme autour des pratiques d'enseignement-apprentissage avec de tels objets. Comme nous l'avons observé dans la revue de littérature sur les affordances (§4.3, chp. 4), l'un des facteurs externes significatifs dans l'actualisation des affordances est le *contexte*. A partir de ce constat il nous semble pertinent de s'intéresser à la conception des *interfaces numériques contextualisées* en interrogeant leur apport dans l'actualisation des affordances des mondes immersifs et le degré de significativité de leur rôle dans la compréhension des savoirs à acquérir dans un contexte disciplinaire ou pluridisciplinaire donné. Des recherches récentes se développent à ce sujet autant dans les situations interactives d'apprentissage scolaire (Hwang, Chiu, Chen, 2015 ; Hwang, Tsai et Yang, 2008) que dans le domaine de la robotique et sciences cognitives.

Ceci rejoint notre questionnement sur les niveaux d'appropriation de l'interface-TNI, en posant que le niveau d'implication des enseignants dans des processus d'hybridation serait plus élevé si les éléments fonctionnels interactifs sont faciles d'accès et surtout s'ils puissent être facilement compatibles avec des contextualisations disciplinaires et des habitudes<sup>54</sup> pédagogiques en situation d'enseignement-apprentissage en classe.

---

<sup>53</sup> W. Heisenberg propose l'expression « régions de réalité » pour désigner un ensemble de connexions nomologiques ; ces régions sont imbriquées, ajustées, chevauchées. Ce même auteur propose aussi une distinction des régions de réalité regroupées en trois niveaux : le premier niveau correspond aux états de choses objectivable indépendamment du processus de connaissance (la physique classique) ; le deuxième niveau de réalité correspond aux états de choses inséparables du processus de connaissance (s'y trouve la physique quantique, la biologie et les sciences de la conscience) ; le troisième niveau de réalité correspond aux états de choses créés en connexion avec le processus de connaissance (s'y trouve la philosophie, l'art, la religion), *ibid*, p. 572

<sup>54</sup> Nous nous référons ici aux contextes et « habitudes » en tant que facteurs qui influencent l'activation des affordances potentielles, tels que illustré dans les travaux en neurosciences présentés dans le chapitre 4 ; nous entendons par « disciplines » les matières d'enseignement ;

Analysons d'un point de vue phénoménotechnique, le processus de design (au sens de Vial) d'environnements numériques par le prisme de l'appropriation et ses implications possibles dans la fabrication des ontophanies numériques contextualisées. En effet, si la condition de cette caractéristique est satisfaite, alors nous supposons que les objets OPHIP peuvent être porteurs de sens<sup>55</sup> en contexte auprès des acteurs de la formation avec les technologies numériques, notamment enseignants et apprenants.

Comme cela est présenté dans la première partie de cette synthèse, l'un de mes projets en cours concerne une étude sur l'utilisation et le niveau d'appropriation d'un outil numérique support à l'autoévaluation des élèves de primaire, MAENA'Scol. Cette recherche se donne comme objectifs : a) d'analyser les affordances de l'outil technique ; ; b) la perception de l'affordance de l'autoévaluation (considérée en tant qu'outil métacognitif) chez les élèves de primaire ; c) d'interroger l'influence de sa mise en pratique sur le concept de soi, l'estime de soi et la motivation dans la réussite scolaire.

Nos réflexions dans le présent manuscrit, prennent en compte seulement les deux premiers objectifs le troisième faisant objet de recherche de l'une des thèses de doctorat en cours, que j'encadre. Dans le cadre de ce second projet j'interroge le concept d'affordance en contexte en l'associant au concept de « matrice numérique co-évolutive » dont la définition se rapprocherait de celle proposé par S. Vial (2013) sur la *matrice ontophanique*. Selon cet auteur, la technique se présente comme une matrice ontophanique désignant « un moule phénoménologique produit par la culture et l'histoire, dans lequel se coule notre expérience du monde possible » (Vial, 2013, p.166). Ainsi, en se référant aux technologies, nous considérons que le monde des objets numériques<sup>56</sup> est tenu dans une méta-structure dynamique au sens de structure en réseaux, étant en perpétuelle co-évolution et co-production qui se garde en équilibre. L'équilibre est atteint par un processus d'auto-régulation de cette méta-structure. Le processus d'appropriation des technologies, avec ses phases telles que définies par Akrich (1998) et explicitées au chapitre 2, est dépendant de la capacité de compréhension et d'utilisation des niveaux de la matrice numérique. La méta-structure est ternaire en ce sens qu'elle fait cohabiter la noosphère, les micros et macro sphères telles que définies par Morin (1991). Sur le schéma de la figure 4 ci-dessous on peut imaginer la prise en compte des idées des utilisateurs-acteurs, leurs pensées et sentiments, lesquels dans l'approche d'Edgar Morin, se situent au niveau de la noosphère.

---

<sup>55</sup> Reprécisons que dans le cas d'applications interactives d'apprentissages, nous entendons par « OPHIP porteur de sens », les applications interactives dont les fonctionnalités et fonctions sont facilement perçues et surtout « invitent » les utilisateurs à « faire corps » avec, sans opposer résistance par exemple dans le développement des pratiques d'usage ou dans leur changements si nécessaire ;

<sup>56</sup> Nous l'imaginons comme monde de nature hybride, habité par des interactions entre sujets-humains et objets (ou actants)

Les éléments fonctionnels des objets phénoménotecniques pédagogiques et les processus perceptifs<sup>57</sup> qu'ils engendrent, sont susceptibles d'avoir une contribution significative pour la fabrication du sens à partir des éléments graphiques et contenus d'apprentissage. L'ensemble de ces éléments étant disposés dans une zone de jonction, on peut supposer avec S. Turkle que ces intermédiaires phénoménotecniques, en tant qu'outils factitifs, « font vivre dans les interactions » ou encore « vivre entre deux mondes, comme en suspension » (Turkle cité dans Vial, 2013, p. 207).

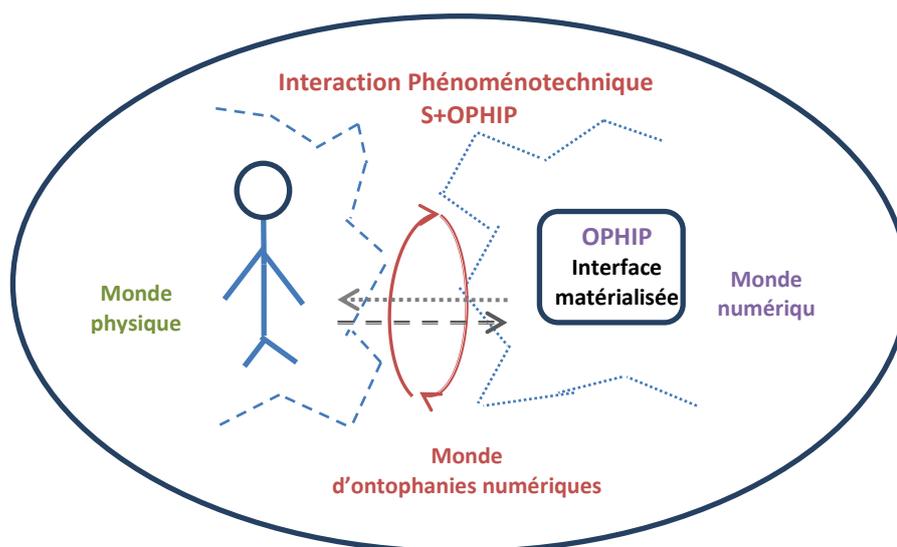


Figure 4. Espace d'interaction phénoménotecnique comme zone ontophanique imbriquée dans la relation dynamique sujet-objet

Ces jonctions, qu'elles soient « fortes » ou « faibles », nous pouvons les imaginer comme des espaces d'interdépendance dynamique constituant l'outil phénoménotecnique ; ce sont des éléments qui participent à ce que nous proposons d'entendre par *matrice numérique co-évolutive*. Cette matrice numérique est à l'image d'un « moule » dans lequel se contient emboîtés l'objet technique matériel ainsi que les deux niveaux, inférieur (pragmatique) et supérieur (sémantique), de l'objet phénoménotecnique interactif pédagogique.

De plus, nous posons qu'au niveau primaire de la matrice, l'utilisateur perçoit (visualise) les éléments disposés à l'interface. Il s'agit d'un premier niveau de perception dans l'immédiateté ; niveau dans lequel les relations entre les éléments (au sens de Simondon, voir ci-dessus) ne sont pas saisies. On peut faire l'hypothèse que ce premier niveau<sup>58</sup> peut être déroutant puisque l'utilisateur ne perçoit

<sup>57</sup> Processus perceptifs pragmatiques et sémantiques, en référence aux travaux en neurosciences sur l'activation de circuits neuronaux qui sont spécifiques pour coder la perception d'une possibilité d'action (prise d'un objet matériel) (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011)

<sup>58</sup> Que nous avons déjà désigné d'« inférieur » car les éléments d'interface sont perçus seulement en tant qu'objets pour l'action ; en neurosciences ceci s'explique par le fait que les neurones visuo-moteurs F5-AIP décharge à la vue par exemple d'un objet matériel, la tasse de café, en la percevant comme un objet à saisir par la main ;

pas la structure intelligible<sup>59</sup> (telle que conçue par le concepteur technicien) qui « lie » les éléments qui constituent la matrice numérique de l'application interactive. Cela dépend des facteurs tels la motivation pour la réalisation de la tâche dans l'application en question mais aussi du niveau de contextualisation/décontextualisations, du niveau d'acculturation technique, etc.

Situer l'analyse d'appropriation des objets phénoménotechniques factitifs appelle une perspective complémentaire basé sur la sémiotique et qui nécessite la prise en compte des notions de signe, métaphore et de l'icône (Eco, 1970). De plus, avec l'avènement des interfaces hautement interactives, les assemblages textes-images ont un rôle commun, celui de support perceptif d'une série d'actions. Par quels mécanismes peut-on rendre compte des éléments graphiques qui entrent en rapport avec l'action développée par l'utilisateur ? Comment observer s'il y a maintien d'une cohérence globale entre des éléments iconiques dans l'interaction usager-OPHIP, puisqu'il arrive de se trouver devant une icône inconnue sans être capable de comprendre quelle en était la signification ? A ces questions nous tentons d'apporter quelques éléments de réponse en s'appuyant sur la notion d'isotopie (Greimas, 1966 ; Rastier, 1987).

## **5. 2. Isotopies et élaboration du sens dans l'interaction sujet-interface numérique contextuelle personnalisable : le cas des environnements MAENA'Scol et ANIPPO**

Comme nous l'avons vu dans la conception et l'appropriation des environnements interactifs des projets MAENA'Scol et ANIPPO (Annexe 2<sup>60</sup>), notre souci premier était de œuvrer à rendre disponible à l'utilisateur-apprenant, un cadre d'actions et interactions intelligible, intuitif afin que la manipulation des éléments graphiques à l'interface ne déconcentre pas ce dernier<sup>61</sup> dans la réalisation des activités d'apprentissages (cognitives et méta-cognitives). Pour ce faire nous avons basé notre cadre de recherche-développement sur une approche de conception par prototypage incluant des phases de tests intégrées dans des pré-expérimentations et selon le cas, des expérimentations de type « exploratoire » mobilisant aussi bien des méthodes quantitatives (questionnaires d'enquête) que qualitatives (entretiens, observations).

Etant donné notre public d'un jeune âge, il semble pertinent de poser un cadre réflexif de l'analyse de la cohérence des éléments graphiques et de contenus qui prendrait en compte, dans une perspective anthro-sémio-phénoménotechnique, l'intégration des métaphores (Eco, 1970) qui associé à un design approprié des icônes (Pierce, 1978) pourraient contribuer à la constitution de la cohérence « globale » de l'interface des objets phénoménotechniques interactifs d'apprentissage.

---

<sup>59</sup> On peut l'entendre ici en tant que structure sémantique

<sup>60</sup> Deux textes en Annexe 2 concernant des manuscrits en cours de rédaction l'un sur le projet MAENA'Scol et l'autre sur le projet ANIPPO.

<sup>61</sup> Nous nous référons ici à l'utilisateur-apprenant, mais on peut aussi se référer, selon le cas, à l'utilisateur-enseignant, tuteur que cela soit dans un contexte de formation à distance ou en mode « présentiel enrichi », utilisant un environnement numérique qui intègre un OPHIP spécifique

### 5.2.1. *Métaphores, icônes, fond perceptif*

Afin de préciser les notions de métaphore et d'icône en sémiotique il nous faut rappeler ce que Ch. Pierce (1966) entendait par signe comme artefact porteur de signification.

Un *signe*, ou *representamen*, désigne « quelque chose qui tient lieu pour quelqu'un de quelque chose sous quelque rapport ou à quelque titre » (CP 2.228). Autrement dit, un signe (R) est la face perceptible de quelque chose de réel : son objet (O) ou référent. Il est adressé à quelqu'un et crée dans l'esprit de cette personne un signe équivalent ou plus développé, nommé, dans la terminologie de Ch. Pierce, « interprétant » (I) du signe initial, en vertu de la représentation qu'elle se fait de la relation qui unit R à O.

En revanche, *la métaphore* n'est pas en soi un signe particulier, elle consiste à unir ou réunir des signes et conceptions jusque-là distincts (CP 2.277). Enfin, être *l'icône*<sup>62</sup> de quelque chose c'est ressembler à cette chose et être utilisé comme signe de cette chose. L'icônicité traduit alors cette « présence de l'objet dans le signe » (Fisette, 1997, p. 30) perceptible, par exemple, dans les tremblements de la voix qui témoignent de la présence (icônise) d'une émotion (Angué, 2009). Mais nous sommes à même de devoir souligner avec Eco (2007) et Morgagni (2009) que dans le domaine des technologies numériques (entendue en tant qu'objets interactifs porteurs d'ontophanies numériques), pour parler d'un signe iconique il faudrait parler de l'hypoîcône. En effet, en référence aux interfaces numériques, un hypoîcône est un type de signe qui contient aussi une composante symbolique conventionnelle. Dans un processus de sémiologie, un troisième élément, *le type*, intervient comme médiateur dans la relation entre l'hypoîcône présente à l'interface graphique et l'objet réel auquel elle fait référence.

Notre projet ici étant d'esquisser quelques éléments conceptuels d'un cadre d'analyse d'une cohérence des éléments graphiques et de contenu des OPHIP, une analyse plus approfondie fera objets de développements ultérieurs dans mes travaux de recherche-développement des environnements interactifs virtuels d'apprentissage 3D, notamment dans le projet ANIPPO en cours. Retenons ici que dans le cas des OPHIP, pour établir une cohérence qu'on peut qualifier de « globale », c'est bien le facteur *habitudes* qui constitue la base la plus importante. Ceci a déjà été montré par les résultats des recherches en neurosciences et psychologie cognitive synthétisés au chapitre 4 du présent manuscrit. Autrement dit, il s'agit des habitudes que les utilisateurs, par exemple apprenants dans le cas d'utilisation de l'environnement MAENA (figure 5, ci-dessous) mais aussi dans le cas de la plateforme ANIPPO (figure 1, dans Annexe 2/2.2), peuvent développer au

---

<sup>62</sup> L'icône n'est pas que visuel

niveau de l'action et de la perception. Le schéma de la figure 5 donne une esquisse des phases de recherche-développement utilisées dans le cadre de ces deux projets en cours.

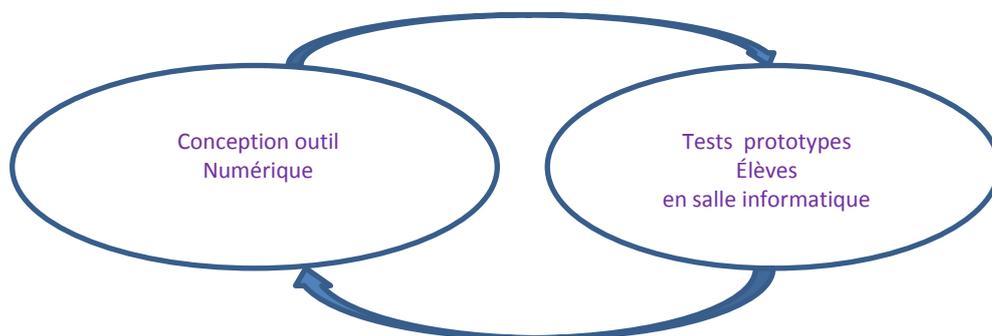


Figure 5. Eléments illustrant les phases du processus recherche-développement dans MAENA'Scol et ANIPPO

Nous observons sur la partie de l'interface dans MAENA'scol que sont rendus disponibles à l'apprenant des représentations graphiques aussi bien basées sur des métaphores (les « mondes » thématiques accessibles aux choix) que sur des icônes représentant, par exemple (figure 6), « un « curseur » et une échelle (qui se veut représentée seulement sous forme de barre verticale, sans graduation explicite).



Figure 6. Interface ludique de l'environnement MAENA'Scol pour l'accompagner à l'autoévaluation des apprentissages, représentant un « monde » aquatique et les icônes « curseur »

Notre objectif dans une première phase de design (Pacurar, Jost & Prignot, 2015, Annexe 2, §2.1 en référence au projet MAENA) était d'interroger, par des approches qualitatives et quantitatives (figure 7 ci-après) non seulement la perception qu'ont les apprenants de l'autoévaluation de leurs apprentissages mais surtout leur facilités et obstacles dans la perception pragmatique<sup>63</sup> et sémantique des éléments graphiques avec lesquels ils étaient en interaction au moment des tests en classe.

L'interprétation des icônes constituant l'interface phénoménoteknique pédagogique voire l'efficacité de cette dernière, dépendent du processus de sémiotique qui indique par exemple, que telle

<sup>63</sup> Comment on doit utiliser, manipuler les éléments graphiques disposés à l'interface dans MAENA'Scol ; à quoi servent ils

image est susceptible de déclencher une action dans le sens du but que les utilisateurs-apprenants cherchent à atteindre dans des situations d'apprentissage.

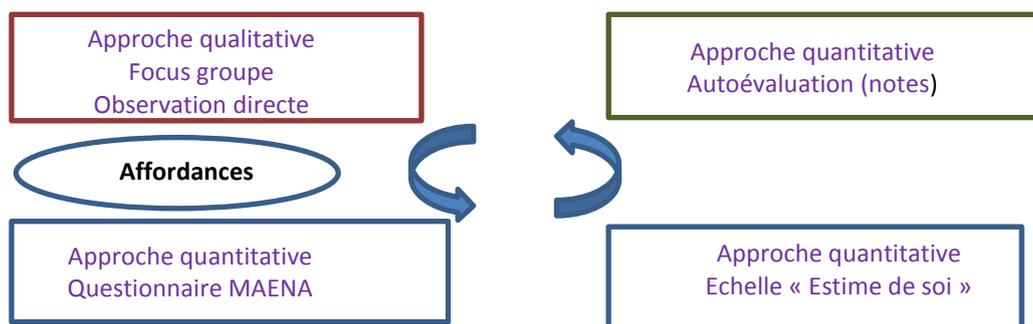


Figure 7. Eléments illustrant les cadre méthodologique de recherche, projet MAENA'scol

Nous observons que cette interface interactive (fig. 6) contient aussi bien du texte utilisé pour expliquer (rendre intelligibles) même indirectement, la signification des icônes que des icônes qui pourraient donner un rôle aux textes voisins. Dans notre démarche de design nous avons supposé que cette manière/arrangement des éléments graphiques-textuels à l'interface donne à celle-ci une cohérence au moins quasi-globale d'interaction. Les résultats obtenus aux pré-expérimentations nous ont confirmé que partiellement cette hypothèse de travail puisque, par exemple, l'icône représentant le curseur n'a pas été saisie intuitivement par la majorité des élèves de CM1-CM2<sup>64</sup> interrogés, et ceci en raison de l'absence de gradation au niveau de l'échelle (ici la barre verticale).

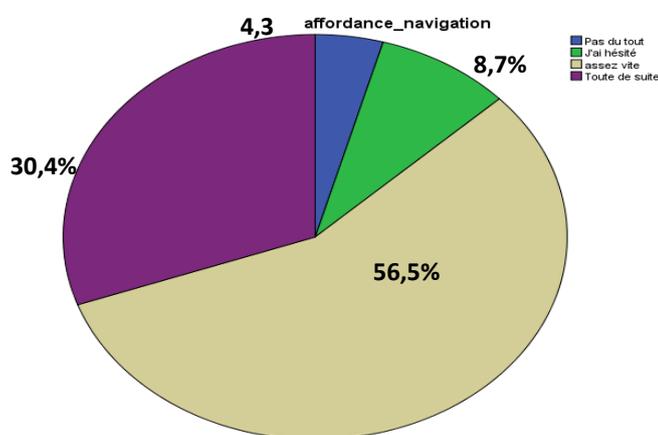


Figure 8. Un extrait des résultats des réponses de 45 élèves (niveau CM) au questionnaire concernant la perception des fonctions et fonctionnalités de l'environnement MAENA'scol

<sup>64</sup> A la 1<sup>ère</sup> pré-expérimentation (en 2014) ont participé 45 élèves de deux classes CM, appartenant à deux écoles primaires en milieu rural en Alsace, Bas-Rhin. Les résultats de la pré-expérimentation ont fait objet d'une présentation en communication au Colloque Pratiques enseignantes, ENS Lyon, 2015 ; A noter qu'une expérimentation a cependant eu lieu en mai-juin 2015 auprès des trois classes de primaire dans le canton Fribourg, le Cercle scolaire Le Mouret – les résultats sont en cours de traitement et une publication est prévue pour la fin de cette année. Enfin, le projet MAENA'scol fait aussi objet de thèse de doctorat en cours (Mme Sylvie Jost, enseignante en maternelle), pour laquelle j'assume le co-encadrement à l'université de Strasbourg.

Cependant les résultats d'analyse des entretiens et questionnaires portant sur la question des affordances ont montré que qualitativement : l'affordance concernant l'aspect de navigation a été moyennement activé automatiquement, cela nécessitant un temps d'apprentissage/familiarisation pour qu'il y ait immersion dans la tâche d'autoévaluation par élève dans sa relation avec la matrice numérique co-évolutive, c'est-à-dire l'environnement technique contenant l'interface phénoménoteknique ; d'autres aspects comme l'affordance induite par le curseur ont été évalués positivement par la majorité (56, 5%, N=45) des élèves participants à la première pré-expérimentation.

Du point de vue qualitatif, à la fin de la première séance d'autoévaluation, les élèves ont été invités à s'exprimer librement à des questions comme par exemple : à quoi sert MAENA'Scol ? – la moitié du groupe (23/N=45) avait estimé que l'environnement numérique leur sert à s'autoévaluer en « intimité » puisqu'ils l'ont perçu comme « *espace à l'usage individuel, personnel* »<sup>65</sup> et auquel « *ni la maitresse ni les « copains » ne pouvaient avoir accès* ». De plus ils avaient considéré qu'une telle démarche d'autoévaluation par interface interposée, en intimité, leur favorise la prise d'une attitude réflexive en rapport à la question de l'évaluation, sans « subir » le jugement d'un autrui. En effet, dans leur démarche d'autoévaluation en interagissant avec l'environnement, les élèves participants avaient la possibilité de revoir leur copie de test<sup>66</sup> et apporter des corrections « à chaud » s'ils en jugeaient nécessaire.

Il m'importe de préciser que ces pré-expérimentations pendant des phases de conception par prototypages, sont riches en enseignement côté « design numérique dynamique », permettant d'ajuster les fonctions et fonctionnalités des deux environnements<sup>67</sup> numériques et leurs ontophanies interactives, afin de leur attribuer une cohérence, porteuse de sens en interaction.

### ***5.2.2. L'isotopie globale dans l'analyse de la cohérence des ontophanies numériques interactives : une exploration en perspective***

En sémiotique, une notion utilisée pour discuter, selon des analyses sémiolinguistiques, les cohérences globales et /ou locales des textes, est celle d'*isotopie* introduite par AJ Greimas en 1966. Dans notre démarche réflexive de recherche concernant la prise en compte (lors du design et de l'analyse d'appropriation) de la cohérence des contenus sous forme graphique et textuelle, tant au niveau pragmatique que sémantique, il nous semble pertinent d'évoquer la notion d'isotopie comme piste à explorer, elle-même pouvant être liée à un axe d'ingénierie sémiotique.

Telle que définie par Greimas, l'isotopie rend compte de l'homogénéité du discours par récurrence de certains composants sémantiques (Rastier, 1987). On peut considérer les isotopies comme étant

---

<sup>65</sup> Personnel puisque authentification par mdp

<sup>66</sup> En effet, les élèves s'autoévalué juste après des tests d'évaluation formative, que cela soit en grammaire ou en calcul, selon le choix des enseignantes participantes à la pré-expérimentation dans les deux écoles rurales en Bas-Rhin ;

<sup>67</sup> Les deux environnements auquel nous nous référons sont ceux des projets en cours : MAENA'Scol et ANIPPO

des traits qui se répètent mais sans être encodés dans les mots. Parmi les typologies d'isotopies il y a distinction entre isotopies inhérentes et afférentes mais aussi entre isotopies locales et globales. L'isotopie constituée par la récurrence d'un sème inhérent est une isotopie inhérente. Si une isotopie est constituée par la récurrence d'un sème afférent, elle est aussi afférente<sup>68</sup>. Par ailleurs, l'afférence peut être indiquée soit par le contexte soit par l'influence socioculturelle. En fait, les isotopies globales sont constituées par la récurrence d'un sème isotopant qui est présent dans tout le texte – pas seulement dans une séquence, mais au cours de tout le texte. De l'autre côté, les isotopies locales sont constituées par la récurrence d'un sème isotopant dans une séquence du texte, liée par exemple à une situation spécifique qui ne se répète plus.

A la lumière de ces typologies, l'isotopie afférente et celle globale pourraient attirer notre attention. Nous supposons que l'isotopie afférente peut trouver sa place en tant qu'élément d'analyse des applications numériques d'apprentissage, puisqu'elle se manifeste dans une relation de dépendance avec des facteurs externes comme le contexte ou des facteurs socioculturels qui ont leur contribution significative dans l'actualisation des affordances. Cela conduirait à la création d'un espace cognitif plus vaste, capable de relier les actualisations de l'interface phénoménotechique (l'OPHIP<sup>69</sup>) avec les pratiques interprétatives de l'utilisateur-apprenant, et de constituer des espaces globaux d'action et cognition. Nous admettons avec Morgagni (2009) que cette constitution peut avoir lieu si la représentation expressive, qui se développe dans l'espace d'ontophanie numérique (càd. interaction apprenant-OPHIP, figure 9<sup>70</sup>) est constituée d'unités sémantiques minimales qui seraient ensuite insérées par les pratiques des usagers dans une isotopie globale (Rastier, 1987), elle-même définie par l'activité perceptive et l'action des sujets.



Figure 9. Personnages avatars et éléments graphiques spécifiques à l'un des problèmes ouverts dans ANIPPO

<sup>68</sup> Isotope afférente, par exemple : Le trait /carrières/ dans la phrase Le Rouge et le Noir forme une telle isotopie, parce que le trait ne constitue pas l'essence des expressions 'rouge' et 'noir' ; (Hodrmantova, 2010), *Les réseaux d'isotopies dans le Petit prince*, rapport de recherche, Université Masarykova, Brno, 2010.

<sup>69</sup> Nous nous référons ici à la partie interface graphique (OPHIP) que nous pouvons aussi qualifier de « narrative », contenue dans la matrice numérique co-évolutive, cette matrice ayant été définie au chapitre 5, § 5.1.

<sup>70</sup> La figure 9 donne un exemple de représentation graphique en monde immersif 3D du projet ANIPPO.

Pour permettre le développement de cette forme d'interaction utilisateur-texte-images graphiques particulière, une certaine cohérence et une compréhensibilité des éléments en termes de « contenants » et « contenus » est nécessaire. Nous considérons enfin, que pour gagner en cohérence, les structures graphiques perceptives, qui se rendent visibles, accessibles à l'interface phénoménotechnique interactive d'apprentissage, devraient respecter une certaine permanence. Il nous semble pertinent de supposer que l'avènement de cette permanence peut contribuer par exemple, à la construction et au maintien d'un nombre restreint de métaphores locales et globales, des icônes et plus généralement des éléments visuels.

### **Résumé de transition à la Partie 3**

*Cette deuxième partie du manuscrit est, d'un part, une mise en lumière des apports de la psychologie cognitive, de la sémiotique et neurosciences, au développement d'une problématique de recherche autour des mécanismes d'actualisation des affordances potentielles spécifiques aux environnements support d'ontophanie numérique en contexte d'éducation et formation. Elle rappelle la distinction du numérique et celle de virtualité psychique en faisant remarquer que le monde numérique nous donne accès à un niveau de réalité qui se veut artificiel. Les mondes artificiels sont constitués d'interfaces graphiques dont les images virtuelles (personnages, animations, formes, couleurs) n'existent pas en dehors de l'instrument informatique où elles sont engendrées.*

*La synthèse autour de la notion d'affordance, nous a conduits vers une meilleure compréhension des mécanismes cognitifs, psycho-moteurs qui participent à la génération efficace de la relation sujet-objets techniques. Les résultats des recherches en sémiotique et neurosciences nous ont servi de base dans l'élaboration d'une cadre conceptuel d'analyse sémio-technique ouvrant ainsi à la notion d'Objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique (en tant que contenu) qui se garde dans une structure fonctionnelle nommée matrice numérique co-évolutive. Un OPHIP (objet phénoménotechnique immersif pédagogique) a les caractéristiques suivantes : a) Constitue un espace transitionnel<sup>71</sup> (Winnicott, 1971) de niveaux de réalités ontophaniques (Vial, 2013 ; Turkle, 1995) ; b) Intègre conjointement les propriétés d'interactivité transitive et intransitive (Château, 1990 ; Jacquinot, 1993) ; c) Représente un espace cognitif qui relie les actualisations de la matrice narrative le constituant avec des pratiques interprétative de l'apprenant et de l'enseignant (Morgagni, 2009) ; d) Fonctionne sur le principe de permanence et immédiateté (Baron, 2011 ; Rinaudo, 2015).*

*A partir de ces éléments conceptuels nous avons enfin proposé les bases d'une formalisation d'analyse sémio-technique d'un OPHIP présumé comme étant utilisé dans une situation a-didactique d'apprentissage. Nous nous référons ainsi aux concepts de métaphore et d'isotopie pour analyser la perception du niveau de cohérence/décohérence des OPHIP, notamment ceux immersifs. Deux*

---

<sup>71</sup> Winnicott D. W. (1971), *Jeu et réalité*, Paris, Gallimard

*projets sont en cours (sur lesquels nous testons ce cadre conceptuel et sa formalisation), dont MAENA'Scol est présenté comme exemple à la fin de cette seconde partie. Parmi les notions dont nous avons traité ici, celles que nous proposons sont celles d'ontophanie numérique, d'objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique, de matrice numérique co-évolutive ainsi que celles d'affordance en contexte<sup>72</sup>, de neurones miroirs, de métaphore et d'isotopie.*

---

<sup>72</sup> Nous utilisons « affordance en contexte », ou « contextuelle » pour souligner, à partir des travaux en neurosciences et en sémiotique, que l'activation, le choix d'une affordance parmi d'autres est dépendant non seulement des intérêts, valeurs véhiculées par les objets techniques mais aussi dépendant du contexte, des habitudes des sujets vivants...

## **PARTIE 3**

**Didactique de recherche : vers un modèle de caractérisation du « design » de recherches - le cas des recherches sur les technologies numériques en formation et apprentissage**

### Introduction Partie 3

*Faisant suite aux précédents chapitres, cette partie suit deux objectifs. Premièrement elle retrace brièvement des passages de l'histoire de sciences centrés sur la question de l'épistémologie et de l'évolution des paradigmes. Seront rappelés quelques découvertes scientifiques qui ont contribué aux avancements importants sur les notions de réel et de vérité/opinion, ainsi qu'au prises de position scientifique selon des courants dits positivistes constructivisme ou encore ceux du pragmatisme et la phénoménologie.*

*Deuxièmement cette partie se veut aussi une courte synthèse sur les approches méthodologiques et méthodes en shs, notamment en sciences de l'éducation. Nous constatons à travers cette mise en synthèse qu'il y a une évolution des cadres méthodologiques allant des tendances mono-méthodes (qualitative ou quantitatives) aux perspectives plus récentes de type « mixed-method ». Chacune des approches méthodologiques a évidemment des avantages et limites et se trouvent pertinentes selon les objets de recherches et les domaines d'appartenance de chercheurs qui opèrent sur ces objets là. Notre parcours d'exploration sur ces thèmes d'épistémologie et méthodologie a été particulièrement fécond dans notre cheminement intellectuel servant ainsi de base à l'évolution de nos cadres conceptuels et méthodologiques en sciences de l'éducation ayant comme spécificité les technologies en éducation. D'ailleurs afin d'enrichir notre expérience par un approfondissement sur l'état de la recherche anglophone et francophone, nous avons procédé ces derniers 5 ans à une recherche de type « méta-analyse » qualitative basée sur la récitation d'un corpus de 400 articles empiriques. La dernière sous-partie (3.2) donne en exemple quelques résultats d'analyse d'une première étude publiée en 2014. Enfin seront aussi décrits (en sous-partie 3.2) les résultats d'une première version d'un modèle d'analyse de construction et validation méthodologique des recherches spécifiques au domaine de technologies numériques en éducation et formation. L'objectif de ce modèle était d'observer dans quelle mesure l'adéquation entre la démarche scientifique et le questionnement a été exprimée et validée. C'est à partir des méta-analyses sur les technologies numériques en formation et apprentissage que nous avons proposé une première formalisation (Pacurar & Abbas, 2014, Annexe 1).*

*Par ailleurs, sur le plan conceptuel, cette formalisation a été réalisée à partir des critères de qualité des recherches issus des travaux en méthodologie de la recherche en sciences humaines et plus particulièrement en sciences de l'éducation (Lincoln et Guba, 1985 ; Miles et Huberman, 2003 ; Van Der Maren, 2006 ; Pourtois et al, 2006 ; De Ketele et Maroy, 2006 ; Howe, 2011) et notamment les formes de recherche nomothétique et de recherche appliquée ainsi que les analyseurs des approches méthodologiques (validité interne et externe, méthodes et outils de recueil et d'analyse de données,*

*triangulation). Le modèle est constitué de trois facteurs Validation, Méthodologie et Données. Chaque facteur est composé de variables représentant des critères de qualité explicités ci-dessus. Cette proposition présentée en chapitre 7 se veut une contribution à une réflexion autour des approches méthodologiques et méthodes de recherche utilisées en sciences de l'éducation et que notre méta-analyse « qualitative » révèle être mises en œuvre par les auteurs chercheurs du corpus étudié..*

## Chapitre 6. Éléments d'épistémologie et de méthodologie dans la conception de recherches

La prolifération des méthodes et méthodologies qualitatives et quantitatives dans la recherche en éducation suscite le débat au sujet des normes pour la conception et la réalisation de la recherche (Howe, 2011). Pendant plusieurs décennies, les chercheurs dans toutes disciplines confondues ont communément admis qu'il y a différentes voies conduisant à la découverte du monde et qu'un type particulier de science n'est qu'une voie parmi d'autres (St Pierre, 1997). Le débat sur la nature objective et subjective de la connaissance, sur le développement des courants épistémologiques, a fait l'objet de bon nombre d'études autant en sciences qu'en sciences humaines et sociales (Miles & Huberman, 2003 ; Le Moigne, 1995 ; Friedman, 2003 ; Avenier, 2011).

La coordination voire l'intégration d'un champ de connaissance existant à un champ émergent requiert la prise en compte d'un grand nombre de facteurs tels que les caractéristiques du nouveau champ et ses relations avec les autres champs déjà exploités, ses spécificités, la nature des objets d'étude, les paradigmes épistémologiques, les méthodes de recherche et techniques d'interprétation des résultats objectifs (Mialaret, 2010). Cette prise en considération des apports de tous les champs scientifiques déjà existants apparaît comme une nécessité parce que « *la science ne se développe pas au sein de petits noyaux de recherche isolés les uns des autres ; la science est un grand livre dans lequel tous les chercheurs ont quelque chose à écrire* » (Mialaret, 2010, p. 7).

Les recherches scientifiques font émerger, la plupart du temps, des théories nouvelles qui prennent naissance à partir des processus d'intégration des résultats des théories précédentes. Parfois, les résultats obtenus précédemment reçoivent une nouvelle signification ou alors on considère qu'ils ne sont que des cas particuliers des nouvelles théories. En ce qui concernent les théories physiques, il advient de considérer, par exemple, que la théorie de la relativité et la théorie quantique sont des cas exceptionnels de rupture dans l'histoire de la science (Mialaret, 2010).

Or, ce chapitre a pour objectif de reprendre à partir de travaux antérieurs, quelques éléments d'épistémologie et de méthodologie de la recherche tels que défendus par des chercheurs selon leur discipline dans le champ de sciences humaines et sociales et plus particulièrement en sciences de l'éducation. Il importe de préciser que la synthèse est développée à partir du questionnement sur la connaissance du monde, du réel en retraçant succinctement de manière chronologique, la contribution des personnalités marquantes (philosophes, logiciens, mathématiciens, physiciens, historiens) à l'émergence des courants épistémologiques. Seront ensuite présentées les approches méthodologiques en « design de recherche » mises en œuvre par les chercheurs en sciences humaines et notamment en sciences de l'éducation.

## **6.1. Courants d'épistémologie et de méthodologie : brève rétrospective de l'antiquité à l'époque classique**

Depuis longue date le débat épistémologique sur le paradigme positiviste et le paradigme compréhensif dans le champ des sciences humaines et sociales, à fait l'objet de nombreux travaux autant en Europe (Malherbe, 1978, Virieux-Reymond, 1985 ; Milles & Hubermas, 2003 ; Paquay, Crahay & De Ketele, 2006 ; Weisser, 2005) qu'aux Etats- Unis (Kuhn, 1983 ; Hostetler, 2005; St. Pierre, 2006 ; Johnson et Onwuegbuzie, 2004 ; Howe, 2011).

Retraçons dans ce qui suit les principes et méthodes posées par les savants de l'Antiquité dans leur quête de la compréhension du monde, des connaissances sensibles. A ce propos, une étude rétrospective proposée par Antoinette Virieux-Reymond (1985) sur les étapes de l'épistémologie, remontée jusqu'aux présocratiques, a particulièrement attiré mon attention.

### **6.1.1. Objectivité vs. Subjectivité : ou le questionnement sur la vérité et l'opinion en antiquité**

D'une part, son étude systématique et approfondie des manuscrits datant des 500 ans avant J. C montre que depuis Parménide d'Elée (544 av. J.-C.) les philosophes hellènes faisaient la distinction entre la vérité – portant sur le monde intelligible des mathématiques -et l'opinion « *étant le jugement variable et peu sûr porté au moyen de nos sensations sans cesse changeantes sur le devenir apparent du monde qui nous entoure* » (Virieux-Reymond, 1985, p. 6). D'autre part, cette même auteure fait observer que le questionnement sur la nature subjective de la connaissance et la réflexion critique sur les sciences remontent à la période présocratique. Ainsi, Démocrite (460-370 av. J. – C.) considère que toute connaissance a un caractère subjectif. Ce même philosophe, disciple de Leucippé (460 av. J.-C.), pose par ailleurs que nos connaissances sensibles sont conventionnelles et hypothétiques (Virieux-Reymond, 1985). A cette même période-là, étaient posées les réflexions critiques sur les sciences. La systématisation de ces réflexions critiques commence avec les travaux de Zénon d'Elée (490 av. J. –C.) qui, en partant des démonstrations par l'absurde, fait découvrir qu'on n'obtient pas le continu par une sommation d'unités discontinues : le temps n'est pas une somme d'instant, ni la ligne, une somme de points, ni le mouvement, une somme d'immobilités (Zafropulo, 1958, cité par Virieux-Reymond, 1985).

Dans le domaine de la médecine, la réflexion critique a été posée par Hippocrate (460 av. J. – C.) et les hippocratiques. En se basant sur le principe de causalité, les hippocratiques ont introduit la *loi des contraires* (applicable seulement si, à l'époque d'Hippocrate, l'on connaissait la cause de la maladie) et la *loi de semblables* (suivant le principe de vaccination).

Leur réflexion critique les amenait à constater les limites de l'approche par le diagnostic (qui est une connaissance par les causes) et à considérer la nécessité de recourir au pronostic ou prédiction du développement probable de la maladie en prenant en compte les symptômes.

En suivant le cheminement du développement épistémologique, et par la même, la perception du déterminisme rigoureux de Claude Bernard, on remarque avec Virieux-Reymond et Robert Clarke que « même si les hippocratiques se sont livrés à la méthode expérimentale, ils n'en ont pas conclu que les mêmes causes produisent les mêmes maladies (*effets*) car ils voulaient qu'on tînt compte de la complexion de chacun » (Robert Clarke, 1961 cité par Virieux-Reymond, 1985, p. 11-12).

Bien que chacun des penseurs philosophes de l'antiquité, dont ceux que je viens de présenter, a contribué à la constitution des bases dans la réflexion critique des sciences, c'est surtout Platon qui est à l'image d'un épistémologue. En employant les notions d'opinion droite<sup>73</sup> et de dialectique<sup>74</sup>, il nous dit, dans son œuvre *Menon* (98 a) ce qu'est la science : se sont les opinions droites, mais seulement une fois qu'on les a enchainées par un raisonnement de causalité. Platon considère que la science véritable naît dans le monde intelligible auquel nous accédons en nous appuyant sur la connaissance sensible. Il recommande principalement une méthode d'analyse fonctionnelle dans laquelle « *il insiste que le tout est tout autre chose que la somme de ses parties : il ne suffit pas de voir quels sont les éléments qui composent un tout, il faut encore savoir comment ils fonctionnent* » (Virieux-Reymond, 1970).

Par ailleurs, l'un parmi les obstacles épistémologiques que Platon a interrogé est celui du « subjectivisme » qu'il faut dépasser pour réduire, autant qu'il soit possible (grâce à la *géométrisation* de l'univers) la déformation de nos connaissances sensibles. Alors que la dernière épistémologie platonicienne est devenue relationnelle, la réalité du monde intelligible (le monde sensible n'existant que par l'information qu'il en reçoit) n'a pas cessé d'être admise (Virieux-Reymond, 1985).

Si pour Platon les connaissances sensibles étaient considérées comme point de départ pour accéder au monde intelligible, pour Aristote la perception sensible elle-même produit en nous l'universel. Sans rentrer dans le détail je rappellerai les principes et les méthodes définies et employées par Aristote et ses disciples. Ainsi, dans son œuvre *Seconds Analytiques*, Aristote établit la théorie du syllogisme formel et décrit ses arguments sur la compréhension du monde en posant ses principes fondateurs dont celui d'intuition, d'analogie, de différenciation et de la quadruple causalité<sup>75</sup> (forme,

---

<sup>73</sup> L'opinion droite est une opinion qui se trouve vraie, mais la science ne peut se contenter d'un jugement vrai isolé.

<sup>74</sup> La dialectique est une conversation dans laquelle on opère un choix. Notons que les principaux textes sur la dialectique se trouvent dans G. Rodis-Lewis : *Platon* (Paris, Eds. Seghers, 1963)

<sup>75</sup> Pour plus de détails sur ces concepts consulter le chapitre sur Aristote dans *Histoire de la philosophie*, A. Rivaud, Paris 1948.

matière, cause finale et efficiente). Aussi, « pour l'aristotélisme, le domaine du sensible est le domaine propre de la connaissance humaine. Pas de sensation, pas de science » (Alexandre Koyré, 1973). En prenant comme référence l'épistémologie platonicienne en rapport à celle d'Aristote, l'analyse amenait à observer des points communs tels que la science porte sur l'universel, sur le nécessaire et même qu'elle s'intéressait au lien de cause à effet. Dans une même acception que celle de Platon, l'existence de la science est conditionnée par celle des connaissances systématisées. Autrement dit, « c'est parce que l'universel est fondé en raison qu'il est nécessaire, tandis que le contingent (ce qui est accueillable, donc possible), l'accidentel ne saurait faire objet de science » (Virieux-Reymond, 1985, p. 21). Mais la divergence traduite par le rejet du principe de géométrisation du réel et de la théorie de la réminiscence ont amené Aristote à poser le principe de la pluralité des sciences en argumentant son raisonnement à partir des principes d'analogie, d'identification et de causalité formelle<sup>76</sup>.

En ce qui concerne l'approche méthodologique d'Aristote, l'analyse de ses œuvres fait constater une évolution due à sa pratique de sciences (Virieux-Reymond, 1985). Au début de ses travaux, la méthode privilégiée était le recours à l'intuition dans la découverte de l'universel. Puis, ayant remarqué la limite de l'induction par intuition dans la science de l'universel, il propose de se contenter momentanément de ce qui arrive le plus souvent. Dans la pratique des sciences chez Aristote, deux tendances sont observées : l'approche descriptive (la science du *Que*) et l'approche explicative (ou la science du *Pourquoi*). En effet, il visait à construire une science explicative et à trouver l'organisation rationnelle, systématique qui est « supérieure » à la connaissance du *Que*. En se référant à la méthode d'Aristote, Antoinette Virieux-Reymond conclut que « la méthode recommandée semble être, en dernière analyse, l'intuition qui propose des vastes synthèses, mais seulement dans le domaine où l'on a acquis une grande familiarité ; cette méthode utilise alors l'expérimentation et le recours à la théorie » (Virieux-Reymond, 1985, p. 27).

Ainsi, la manière d'aborder l'étude des phénomènes en sciences de la nature, par les savants de l'Antiquité, était donc celle s'appuyant non seulement sur le principe de cause – effet et de l'induction mais aussi sur celui de géométrisation de l'univers (structure).

Ces quelques éléments de compréhension sur les approches méthodologiques et méthodes<sup>77</sup> que je viens de présenter font apparaître à l'évidence que les préoccupations actuelles sur l'épistémologie et les méthodes scientifiques sont celles dont s'interrogeaient non seulement les penseurs de

---

<sup>76</sup> C'est la forme d'un individu adulte qui détermine l'ensemble de transformations par lesquelles passe le germe pour atteindre cette forme (Virieux-Reymond, 1985, p. 23).

<sup>77</sup> L'œuvre de Brunet et Mieli (1935) fait mention des travaux de Herophile et de Erasistrate, en médecine, en indiquant qu'ils avaient appuyés leurs travaux anatomiques et leur pratique médicale sur l'usage méthodique de la dissection, Brunet et Mieli, *Histoires des Sciences, Antiquité*, 553 pages, Eds Payot, Paris.

l'Antiquité tels que Platon et Aristote mais aussi ceux du Moyen Age et de la période de transition. La section suivante donne un aperçu des avancées réalisées par des savants de l'époque médiévale et basées sur le développement des réflexions critiques rapportées aux méthodes et principes des sciences.

### **6.1.2. Quelques éléments sur le développement de la pensée critique dès le Moyen âge à l'Epoque classique**

Dans la pensée médiévale et celle de la renaissance, l'influence platonicienne a joué un rôle important dans la redécouverte, je dirais même dans la reconstruction, de la méthode expérimentale. Cette évolution consistait en l'introduction des considérations quantitatives dans la pratique des expériences et dans l'énoncé des lois. Sans vouloir retracer l'histoire de la pensée médiévale ni celle de la renaissance, je rappellerai des personnalités ayant contribué, par leur positionnement épistémologique, à la révolution scientifique chronologiquement située à l'époque de transition et celle classique. Ainsi, les historiens des sciences admettent que dans le domaine de la physique et plus précisément l'étude de la lumière, l'épistémologie néo-platonicienne de Robert Grosseteste a constitué la première étape du développement d'une science mathématique de la nature. En ce qui concerne leur méthodologie, Crombie et Koyré (Koyré, 1973, p. 78) précisent qu'elle était essentiellement aristotélicienne, fondée sur le principe d'économie<sup>78</sup> (faut pas multiplier les causes possibles au-delà du nombre strictement exigible pour la production de phénomènes) et celui de l'uniformité des lois de la nature qui avait été déjà exprimé par Aristote (*to épi to polu*). Hormis les préoccupations sur l'étude de la lumière en physique, l'intérêt des penseurs médiévaux s'est aussi porté sur la nature de *l'infini*, des questions portant sur le *minima* et le *maxima* et la question de la limite. Sur la question de *l'infini* la littérature souligne les travaux de Jean Buridan (le 1<sup>er</sup>), grand philosophe du XIV<sup>e</sup> siècle (Duhem, 1912-1914, p. 289). En se référant à la nature de l'infini, Jean Buridan distingue avec grande clarté *l'infini catégorématique* (on attribue à la totalité du sujet la quantité infinie) et *l'infini syncatégorématique*<sup>79</sup> (désigne un processus indéfiniment renouvelé entre des quantités qui elles sont finies). Dans sa définition de *l'infiniment petit*, Jean Buridan stipule que « ...le point est infiniment petit parce qu'indéfiniment il y a un terme, une première ou une dernière partie d'un continu [...] » (Duhem, 1914, p. 36). Comme le remarque Virieux-Reymond (1985), cette notion d'infiniment petit a probablement servi aux travaux de Leibnitz lorsqu'il avait attribué à la différentielle une quantité plus petite que toute quantité donnée.

---

<sup>78</sup> Principe auquel Platon obéit dans le Timée, comme le précise A. C. Crombie, *Robert Grosseteste and the Origin of Experimental Science*, Oxford, Clarendon Press, 1962.

<sup>79</sup> La définition de l'infini syncatégorématique : « le temps et le mouvement peuvent durer perpétuellement et à l'infini car il ne saurait exister un mouvement fini si grand qu'il ne pût exister un mouvement fini plus grand » in Duhem, *Le Système du Monde*, tome VII, p. 67.

La notion d'*infini* a été utilisée ensuite à la Renaissance, précisément dans les travaux de Nicolas de Cues (XVe s.) portant, d'une part, sur le *principe de continuité*<sup>80</sup> qui a été le point de départ de la géométrie des indivisibles au XVIIe siècle et, d'autre part, sur la notion de *nombre* dont le principe est l'*unité*. Dans son raisonnement, de Cues considérait que l'unité est le maximum et la fin de tous les nombres. Mais, dans une progression indéfinie (en allant du grand au plus grand, du petit au plus petit) on ne quittera jamais le domaine de la finitude et donc on n'arrivera jamais au maximum ni au minimum. Pour que ces deux limites soient atteintes, il faudrait transcender la série indéfinie du grand et du petit (Duhem, 1914, p. 247-351). Dans ses travaux sur l'apport scientifique de la Renaissance, l'historien des sciences Alexandre Koyré (1973, p. 54) souligne la contribution de la conception de l'infini proposée par Nicolas de Cues, dans le déclenchement du processus de pensée qui a abouti à une ontologie nouvelle, celle de la géométrisation de l'espace et de la disparition de la synthèse hiérarchique.

A la même époque, Kepler, partant des principes platoniciens concernant la géométrisation de l'espace, découvrait les lois véritables des mouvements planétaires et formulait la première hypothèse de l'attraction magnétique. Cependant, par opposition avec l'intuition de Giordano Bruno sur l'expansion infinie de l'Univers, Kepler est resté dominé par l'idée d'un monde bien structuré et hiérarchiquement ordonné telle qu'elle a été posée par Copernic.

Si avec Kepler, dont l'œuvre représentait le mieux l'esprit de la Renaissance dans la science, nous sortons de l'époque médiévale, c'est avec Galilée que nous rencontrons l'aube de la science classique. En effet, il a dépassé Kepler par l'adoption de l'idée archimédienne qui est celle de la physique mathématique. Selon les historiens de la science, Galilée est peut-être le premier penseur savant qui a cru que les formes mathématiques étaient réalisées effectivement dans le monde. Ses découvertes, comme par exemple, la nouvelle notion de *mouvement* étaient fondées sur l'*expérimentation* (en lat. *experimentatum*) qu'il distinguait de l'*expérience commune* qui n'est qu'observation. Dans la réalisation de ses œuvres scientifiques, en connaissant les limites de l'observation des faits qui se présentent normalement et naturellement à nos yeux, il stipulait qu'il faut savoir formuler la question et savoir déchiffrer et comprendre la réponse. Autrement dit, il faut appliquer à l'expérimentation les strictes règles de la mesure et l'interprétation mathématique. Par ailleurs, son épistémologie et sa démarche expérimentale lui ont servi dans l'élaboration du premier véritable instrument scientifique. A ce propos, Alexandre Koyré (1973, p. 59) précisait qu'autant le télescope que la pendule étaient des incarnations de la théorie. C'est Galilée l'un parmi les premiers à avoir compris d'une manière très précise la nature et le rôle de l'expérimentation dans la science.

---

<sup>80</sup> Nicolas de Cues pose formellement que le polygone à une infinité de côtés coïncide avec un cercle (Virieux-Reymond, 1985, p. 66)

Descartes, considéré par Elie Denisoff le premier théoricien de la physique mathématique, apporte sa contribution en science de la nature, notamment par ses travaux en optique et loi de la réfraction. Il pose comme principe qu'il y a une seule science qui se construit grâce à deux opérations mentales dont l'*intuition* ou la proposition cherchées dans l'immédiateté et la *déduction*. Il développa ainsi une méthode exposée dans le *Discours de la Méthode* suivant laquelle cette déduction doit s'opérer. Les règles de cette méthode suivent l'ordre des raisons et c'est l'algèbre qui est la clé de toutes les sciences. Dans la pensée cartésienne on retrouve à la fois la métaphysique et l'épistémologie qui ne font qu'un et rayonnent autour du *cogito*.

Notons avec Martial Gueroult que le système cartésien était fondamentalement différent du système aristotélicien « puisque entièrement immanent à la certitude mathématique enveloppée dans l'intellect clair et distinct [...] » (Gueroult, 1958, p. 18 ). Par ailleurs, Descartes recommandait le recours à l'expérimentation et considérait que le fait scientifique est construit, idéalisé<sup>81</sup> et donc qu'il n'y a jamais d'objet tout à fait conforme à ceux idéalement représentés dans les équations mais que l'approximation est suffisante s'il y a action sur ces objets. L'épistémologie et la méthode cartésiennes ont constitué un levier extrêmement puissant de la recherche scientifique puisqu'elles offraient une explication mécanique de tous les phénomènes du monde sensible (Dugas, 1954, p. 200). Mais on s'interrogerait avec Lecourt (p. 17) si « l'épistémologie cartésienne, toute entière appuyée sur la référence aux idées simples, peut suffire à caractériser la pensée scientifique présente ». Cette question est reprise dans la section §1.3 dans laquelle sont discutées la limite de la notion de *cause finale* dans la conception aristotélicienne et celle de l'approche mécaniste en rapport avec la science moderne marquée par deux révolutions scientifiques dont la théorie de la relativité générale et la théorie de quanta.

A la même époque, Issac Newton apportait sa contribution scientifique principalement dans les deux œuvres dont *Principia* qui présentait les principes mathématiques de la philosophie naturelle et *Opticks* dans laquelle il tentait de proposer et de prouver les propriétés de la lumière. Du point de vue épistémologique, on retient que Newton était opposé à l'approche cartésienne, en considérant l'hypothèse en tant que fiction (Koyré, 1965). Il recourt à l'expérience et postulait que de la même manière qu'en mathématique, en philosophie naturelle, l'étude des questions difficiles par la méthode analytique devrait précéder l'exposé synthétique<sup>82</sup>. La synthèse newtonienne et la science moderne, conclut Koyré (1965) *ont unifié l'univers mais en même temps elles ont introduit une cassure entre le monde qualitatif tel que nous le percevons et le monde quantitatif et seul réel, si bien*

---

<sup>81</sup> Cf. lettre 207 : « Car de dire qu'on ne doit pas supposer que la balle n'ait ni pesanteur, ni figure , etc., c'est montrer qu'on ne sais pas ce que c'est que science »... cité dans Virieux-Reymond , 1985, p. 85.

<sup>82</sup> Cf. A. Koyré, Les Queries de l'Optique, Archives internationales d'histoire des sciences, Janvier-juin, 1960, p. 16 et B. Cohen, Franklin et Newton, Philadelphie,, The American Philosophical Society, 1956, p. 183, cités dans A. Virieux-Reymond, Les grandes étapes de l'épistémologie jusqu'à Kant, Eds. Patino, 1985, p.101.

*que la tragédie de l'esprit moderne qui a résolu l'énigme de l'univers l'a remplacé par l'énigme de sa propre nature.*

Cette mise en synthèse, concernant les approches épistémologiques et méthodologiques, loin d'être exhaustive, rend compte de l'évolution des positionnements métaphysiques des savants ainsi que le développement de découvertes en sciences et en sciences de la nature. Dès lors, on peut s'interroger sur le trait distinctif entre la méthode scientifique du XVIIe siècle comparée à celle des grecs de l'Antiquité. Ainsi, ce trait de méthode, comme le fait remarquer A. C. Crombie (1953, p. 369), était sa conception de la manière dont une théorie devait être liée aux faits observés qu'elle se proposait d'expliquer, la série de démarches logiques qu'elle comportait pour édifier des théories et les soumettre aux contrôles expérimentaux. Enfin, tel qu'affirmé par Koyré (1975), l'histoire de la logique des sciences montre que non seulement la théorie est étroitement liée à l'expérience mais que la théorie domine et détermine la structure de l'aspect expérimental de la science moderne.

### **6.1.3. La nature de la connaissance et la question du « réel »**

Comme le montre la section précédente, depuis l'Antiquité l'intérêt sur la compréhension du monde, la connaissance du réel, a donné lieu à des nombreuses découvertes autant en mathématiques, avec la notion d'infini, l'algèbre et la géométrie, le calcul différentiel, qu'en mécanique, optique et astronomie, avec les notions de mouvement, d'inertie, de réfraction, et en médecine notamment avec les travaux des hypocratiques.

Le développement au XXe siècle, des travaux en sciences, notamment les progrès en physique des particules, contribue à l'exploration de l'infiniment petit et de l'infiniment grand et peut induire une réévaluation des concepts en sciences humaines. Ainsi, la notion de cause-effet, du probable, de l'incertain, et aussi celle du déterminisme actuel sont traités en tant que concepts à partir desquels, comme le fait remarquer Gaston Mialaret (2010), peut se développer la recherche en sciences humaines, notamment en psychologie de la perception et en sciences de l'éducation.

#### **6.1.3.1. De la certitude au probable et à l'imprévisible**

Dans les interrogations sur la construction des connaissances scientifiques, le concept de *cause* et la relation de *cause-effet* sont marqués par une rupture de conceptions aristotéliennes à partir de Galilée. Ses travaux associés à ceux de Kepler, Huyghens et Descartes ont contribué à rejeter toute idée de finalité en attribuant à la cause une forme mécanique, conception qui à son tour à ses limites puisque comme le remarque Lecourt, (p. 146-147) Descartes postulait qu'une physique existe seulement si l'on réduit tout corps à sa figure et à son mouvement. Cette vision cartésienne impliquait par conséquent de faire abstraction de toutes autres qualités de nos sens et notre imagination, telles la dureté mais aussi la perception des couleurs, odeurs...

Or, cette acception d'*indépendance cause-effet* a été critiquée par Gaston Bachelard, philosophe de sciences, qui considérait que le schéma cause-effet, dans sa simplicité, ignore la réalité dans laquelle se trouve le processus. La complexité des phénomènes étudiés transforme le prévisible de la relation cause-effet en imprévisible, car « *la notion de complexité caractérise une situation dans laquelle l'observateur sait que le système est susceptible de manifester un comportement imprévisible* » (Bulea et Bronckart, 2005, p. 140). Je rappellerais ici, sans détailler, que les avancées en sciences physiques, telles qu'en thermodynamique, en électromagnétisme, en physique de particules, ont contribué au développement des référents conceptuels et méthodologiques en sciences du vivant, en sciences humaines et sociales...

A titre d'exemple, la notion de *complexe*, formalisée à partir des travaux de Weaver (1948) puise ses sources dans la thermodynamique, notamment dans le concept d'entropie<sup>83</sup> défini par Clausius et réinterprété par Boltzmann<sup>84</sup>. Le concept d'entropie<sup>85</sup> est appliqué aussi bien au domaine microscopique que macroscopique et les éléments de sa définition trouvent actuellement divers acceptions selon les domaines de la connaissance : mesure de degré de dégénérescence de l'énergie, mesure du désordre ou de la désorganisation, mesure de la dégradation qui est soumise à un processus irréversible au sein d'un système clos (Bulea et Bronckart, 2005, p. 137). En effet, la complexité du réel, issue à partir du principe de désordre et de la physique de *quanta*, rompe avec la vision cartésienne de la relation cause-effet en ce sens que le retour exact à une observation précédente est impossible ; l'observateur et ses instruments de mesure sont susceptibles de modifier le processus observé.

Dans d'autres champs d'applications comme par exemple en électromagnétisme, s'est développé le concept de boucle cybernétique basé sur le principe de rétroaction (Figure 10). Les résultats de ces découvertes en physique, amènent à redéfinir le principe de causalité linéaire en partant de la rétroaction pour introduire le principe de boucle causale qui se retrouve aussi dans des situations considérées par les sciences humaines, notamment par Wallon dans sa théorie de l'émotion (Mialaret, 2010).

En se référant au principe de causalité, Gaston Mialaret (2010, p.16) dans son remarquable œuvre *le nouvel esprit scientifique et les sciences de l'éducation*, souligne que « *dans tous les domaines de sciences humaines, qu'il s'agit de psychologie, de sociologie, de sciences de l'éducation..., la cause n'est pas indépendante de l'effet qu'elle produit* ». Dans ses travaux de recherche, le chercheur doit

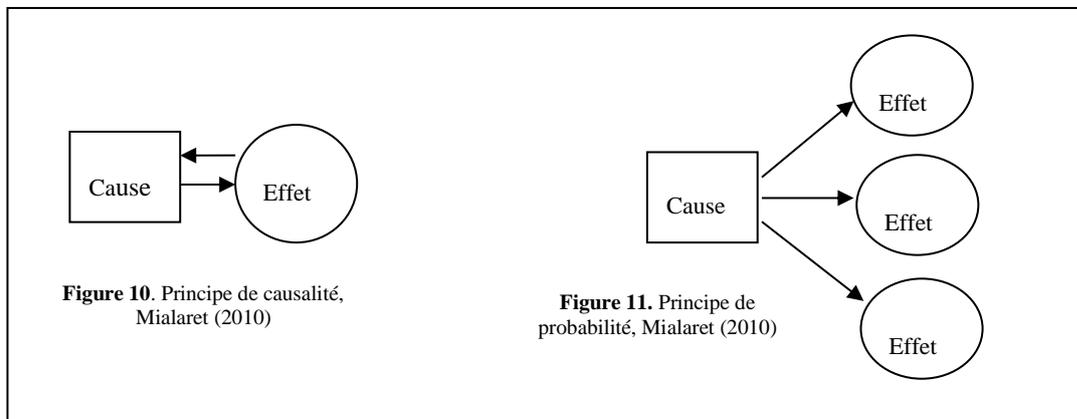
---

<sup>83</sup> Déf. De Clausius : *L'entropie exprime le rapport entre l'énergie (Q) et la température (T)*.

<sup>84</sup> Voir plus de détails à propos de l'entropie et son réinterprétation, formalisées par Boltzmann dans E. Bulea et J-P. Bronckart, 2005, p. 127-128.

<sup>85</sup> E. Bulea et J-P. Bronckart (2005, p. 139) précise avec clarté que « *l'entropie, en tant que fonction d'état, exprime le rapport entre le mode de manifestation (la chaleur) de ce quelque chose d'abstrait (l'énergie) et la manière dont nous avons accès à ce mode de manifestation (les paramètres définis pour un système à un moment donné)*.

tenir compte par exemple de la caractéristique historique du système mais aussi de la variation d'intensité de la cause qui provoque l'effet (fig. 11).



Prenons l'exemple donné par Gaston Mialaret (2010), celui d'*action éducative* en tant qu'objet d'étude en sciences de l'éducation. Dans ce cas, la complexité de modélisation de l'expérimentation est liée au choix qu'on devrait opérer parmi un nombre infini de variables indépendantes qui permettraient de définir avec précision la cause au sein du processus pédagogique. Quid de l'intelligibilité de la complexité ? Cette question n'entraîne pas une réponse unique qui fait consensus dans l'absolu ; bien au contraire cela dépend entre autre, de la posture épistémologique que chacun choisit en recherche. En se référant à l'étude de l'action éducative, Gaston Mialaret (2010) souligne que le processus de choix parmi une infinité de variables indépendantes entraîne l'introduction du subjectif dans la démarche expérimentale qui se veut objective. Dès lors, s'impose une analyse méta-réflexive qui permet au chercheur de déterminer les intervalles de confiance et contribue au passage de la certitude aux résultats probables. Autrement dit, on peut considérer avec G. Bachelard<sup>86</sup> (1965) qu'avec la théorie de quanta développée par Max Planck et dont l'origine se trouve en thermodynamique<sup>87</sup>, une nouvelle acception du « déterminisme » voyait le jour.

Ainsi, en se référant à la notion de déterminisme actuel, G Mialaret (2010) rend explicites avec méthode et rigueur, des rapprochements entre les concepts issus de la physique quantique, de la théorie des champs et ceux étudiés en psychologie<sup>88</sup> et en éducation (la discontinuité, la vision

<sup>86</sup> G. Bachelard, *La formation de l'esprit scientifique*, Paris Vrin, 1965

<sup>87</sup> Lecourt, p. 785, en se référant à Einstein précise qu'« [...] il vaut la peine d'insister sur le fait souvent négligé, qu'aux origines de la quantique se trouvent deux problèmes manifestement macroscopiques (la thermodynamique du corps noir et celle des solides) montrant clairement que la vocation de la théorie ne se limite en rien à l'échelle atomique », dirions nous ni sous-atomique.

<sup>88</sup> Voir les travaux de Kurt Lewin en psychologie, école de la gestalt; « [...] *la théorie du champ postule que le comportement est déterminé par la répartition des forces dans l'ensemble du champ et que ce n'est qu'en destabilisant celles-ci qu'on peut modifier une conduite* », in Doron – Parrot, *Dictionnaire de psychologie*, cité dans G. Mialaret (2010, p. 65).

statistique de la réalité). Il s'agirait dès lors, d'un déterminisme scientifique, non-cartésien<sup>89</sup>, caractérisé par ses multiples formes et niveaux d'influence.

A ce propos, prenons l'exemple d'une situation d'enseignement-apprentissage intégrant des outils numériques. S'il s'agit d'un cours en présence (face à face traditionnel), la conduite de l'enseignant dépend aussi bien des facteurs internes comme son expérience pédagogique, la maîtrise de la technique, sa motivation, ses états socio-affectifs, que des facteurs externes tels le niveau académique dans lequel s'inscrit la situation éducative, le climat de classe, l'accessibilité aux outils numériques. Dans le cas d'une formation à distance via des environnements numériques, d'autres paramètres interviennent, étant liés, par exemple, au niveau d'autonomie dans l'apprentissage et au sentiment d'isolement. Ces formes de déterminismes, à savoir institutionnel, technique, psycho-social, interfèrent au moment de la décision et de l'exécution de l'action.

Cette acception, voire même posture épistémologique, ne fait-elle pas émerger une nouvelle vision de l'intelligibilité de la nature (Espinoza, 1987), de la complexité (Morin, 1991 ; Bulea et Bronckart, 2005), en ce qu'elle tente proposer un « dialogue »<sup>90</sup> (Bachelard, 1949) entre le rationalisme et l'expérimentation scientifiques ? On peut toutefois admettre avec Mialaret qu'en tenant compte des positions de la physique moderne, nous dirons que la recherche scientifique en éducation est fondamentalement une recherche qui porte sur des processus dynamiques en constante évolution. D'où le recours à des méthodes d'analyse qui ne sont plus celles de la science mécaniste mais celles d'une science probabiliste.

Ce questionnement concernant le développement épistémologique en sciences humaines et sociales a aussi été traité par des chercheurs dont les recherches s'inscrivent dans le champ de l'éducation et de la formation avec les technologies numériques. Ainsi, à partir d'une série de travaux portant sur l'analyse de la recherche en formation et sur le rapport entre l'objet technique et l'acte éducatif, Brigitte Albero propose un cadre conceptuel et épistémologique permettant de structurer un *paradigme de recherche cumulatif, historiquement ancré, culturellement situé et politiquement relié* (Albero, 2010, p. 38). Cette même perspective épistémologique située dans le courant constructiviste a aussi été considérée dans des travaux interrogeant l'apport des TIC dans la construction des cadres de référence conceptuels et méthodologiques notamment la notion de dispositif technique (Linard, 2002 ; Audran, 2012) et celle d'artefact cognitif (Rabardel, 1995 ; Linard, 2004). D'autres travaux francophones d'analyse rétrospective réalisés récemment (Baron, 2013), ont

---

<sup>89</sup> En se référant à l'épistémologie non-cartésienne G. Bachelard affirmait que « *garder une sorte de doute récurrent ouvert sur le passé de connaissances certaines, voilà encore une attitude qui dépasse, prolonge, amplifie la prudence cartésienne et qui mérite d'être dite non-cartésienne, toujours dans ce même sens où le non-cartésianisme est du cartésianisme complété* » (G. Bachelard, *Le Nouvel Esprit scientifique*, p. 165).

<sup>90</sup> G. Bachelard (1949), in *Le rationalisme appliqué*, p. 2-4.

fait apparaître que lorsqu'on interroge l'appropriation des technologies éducatives voir même leur intégration dans les pratiques pédagogiques, les recherches ont tendance d'être plutôt focalisées sur des approches mono-méthode de type quantitative en rendant moins les résultats dans une dimension compréhensive qu'explicative (ou confirmatoire) (Bruillard, 2011 ; Guichon, 2012).

A titre d'exemple, lors d'une étude de méta-synthèse sur les recherches en technologies éducatives (Pacurar & Abbas, 2014 C, en Annexe 1) ces analyses épistémologiques et méthodologiques ont été utilisées pour explorer les caractéristiques des études empiriques en technologies éducatives, autour des dimensions conceptuelle (dc), technologique (dt), méthodologique (dm), institutionnelle socio-culturelle (disc). Dans cet projet-là, nous avons pris en compte les études publiées, ces sept dernières années (2007-2013) dans des revues scientifiques anglophones et francophones du domaine. Les travaux constituant le corpus de données ont été réalisés par des équipes de chercheurs, aussi bien en sciences humaines et sociales qu'en sciences appliquées, en technologies et en informatique.

Comme nous avons l'illustré dans l'article publié sur ce projet de méta-synthèse sur les travaux en TICE (Pacurar & Abbas, 2014C, en Annexe 1), chaque recherche a été analysée selon les variables *objet d'étude*, *public visé*, *concepts*, *type d'environnement numérique interactif* sur lequel porte l'étude, *méthodologie* et *techniques de recueil et d'analyse de données* ainsi que des variables situées dans une dimension institutionnelle socio-contextuelle telles que la *discipline d'appartenance* des chercheurs impliqués et le *pays* où s'est réalisée l'expérimentation. Précisons par ailleurs que notre analyse de la première version du corpus, publiée précédemment (Pacurar et Abbas, 2014C, Annexe 1), faisait apparaître non seulement une tendance disparate d'objets d'étude mais aussi un caractère hétérogène des équipes de recherche du point de vue de leur champ d'appartenance disciplinaire. Un autre constat portait sur la diversité d'approches conceptuelles, prenant leur source en psychologie cognitive et sociale, en sociologie des usages, en sciences de l'éducation. Enfin, les données constituant la première version du corpus (Pacurar et Abbas, 2014) révèlent une tendance de conception méthodologique autant orientée vers des approches descriptives<sup>91</sup> que vers des approches compréhensives situées dans une complémentarité<sup>92</sup> des méthodes qualitatives et quantitatives. Rappelons que nous avons intégré cette première version du corpus (regroupant 169 études empiriques en technologies éducatives en contexte de formation à l'université, selon les critères précisés dans l'article publié (Pacurar & Abbas, 2014C, Annexe 1) et esquissés ci-dessus) dans une seconde recherche étendue aux recherches empiriques sur les technologies numériques éducatives en contexte scolaire. Cette deuxième étude qui visait l'élaboration d'une cartographie des

---

<sup>91</sup> Il s'agit d'une approche mono-méthode, quantitative basée sur l'enquête par questionnaire.

<sup>92</sup> Nous faisons ici références aux études de notre base de données dont le protocole expérimental est se compose des méthodes d'analyse de traces enregistrées automatiquement par l'environnement numérique sur lequel porte d'étude, de méthodes d'enquête par questionnaires, d'entretien et de l'observation (participante ou non).

recherches selon les profils des domaines scientifiques des chercheurs co-auteurs, des approches méthodologiques et conceptuelles mobilisées, a fait objet d'un manuscrit d'ouvrage récemment accepté pour publication (Pacurar, sous-presse, Annexe 3).

Les précisions que nous venons de donner se veulent être des éléments de parcours dans l'évolution de notre cadre épistémologique et méthodologique. Les éléments de synthèse qui sont présentés dans les deux chapitres de cette Partie 3, illustre l'évolution des paradigmes en sciences humaines et sociales, cette évolution prenant appui sur des analyses critiques des paradigmes scientifiques menés par des historiens de sciences.

Par ailleurs, à travers l'analyse sous forme de cartographie faisant objet du manuscrit d'ouvrage nous étions intéressés d'observer les choix en méthodologie de recherche opérés par des équipes pluridisciplinaires dont l'appartenance prédominante se réfère au domaine de sciences empiriques<sup>93</sup> et à leur branche concernant les sciences humaines et sociales (Hempel, 1985).

La suite de ce chapitre reprendra des éléments de réflexions concernant les relations de dépendance entre les champs disciplinaires et la posture du chercheur notamment autour du questionnement entre le paradigme disjonctif et conjonctif (Prigogine & Stengers, 1986/2012).

### **6.1.3.2. Paradigmes disjonctif et conjonctif : une alliance possible ?**

Si en sciences de la nature, le temps d'une épistémologie positiviste qui considérait les mathématiques comme un simple moyen d'expression des lois physiques est passé<sup>94</sup>, *quid* de l'épistémologie en sciences humaines et sociales ? La question de la légitimité du positivisme classique tel que posé par Auguste Comte quant à son application aux questions humaines a toujours fait problème (Linard, 2004). Cependant, à partir des années '50 nous assistions à l'émergence des nouvelles sciences telles les sciences cognitives, les sciences des organisations, de la gestion, de la décision, qui n'aboutissant pas à se conformer aux standards des « sciences dures » se sont tournées vers d'autres perspectives épistémologiques. Une abondante littérature scientifique spécialisée en épistémologie (Piaget, 1970 ; Bachelard, 1991 ; Habermas, 1979, Kremer-Marietti, 1983 ; Hempel, 1985, Merleau-Ponty, 1988) et en histoire des sciences et des techniques (Koyré, 1973 ; d'Espagnat, 1994 ; Kuhn, 1983 ; Prigogine & Stengers, 1986/2012 ; Levy-Leblond, 2006) décrit et analyse les principes fondamentaux sur la connaissance du monde à partir desquels se construisent les courants épistémologiques contemporains. Les tendances dominantes actuelles sont l'empirisme logique, le rationalisme critique, le pragmatisme, la phénoménologie et le constructivisme. D'ailleurs, comme le souligne Marcel Crahay dans un remarquable chapitre d'ouvrage portant sur le questionnement des

---

<sup>93</sup> Nous considérons la terminologie « sciences empiriques » telle qu'explicitée par Carl Hempel (1985, p. 1-3) dans « *Éléments d'épistémologie* », Ed. Armand Colin, Paris, p. 184.

<sup>94</sup> G. Bachelard, *Le rationalisme appliqué*, 1949, p. 2.

convergences méthodologiques en sciences humaines et sociales, « *la science instituée et, partant, considérée comme normale est de tradition positiviste* » (Crahay, 2010, p. 34). Du point de vue épistémologique, le positivisme est basé sur le principe d'unicité de la science tout en considérant la réalité du monde comme étant objective autant au niveau physique que social. Nous observons à partir des travaux des philosophes et historiens de sciences que depuis les présocratiques et jusqu'aujourd'hui la perception du « réel » diffère selon les courants épistémologiques.

Il devient ainsi pertinent, dans la réalisation de ce projet, de rappeler succinctement des principes fondateurs de ces épistémologies tout en mettant en ouverture les perspectives qui tendent faire consensus dans les recherches appliquées aux questions humaines et sociales.

En quoi consistent la spécificité des programmes de recherche et leurs courants épistémologiques ? L'empirisme logique postule que la connaissance scientifique résulte de l'union des idées logico-mathématiques et de l'expérience sensible. Les seuls objets de la connaissance sont les faits. L'empirisme logique se rapproche de rationalisme en ce qu'ils s'intéressent aux mêmes thèmes tels que la distinction observation/théorie ou encore celle de découverte/justification. Les rationalistes tout comme les empiristes, partagent le principe d'unification de la science<sup>95</sup> et posent que la science doit avoir une structure déductive, ses concepts doivent être le plus précis possible. Ainsi, autant pour les empiristes que pour les rationalistes, la connaissance scientifique ne peut être d'une autre nature qu'objective.

A l'opposé, dans la phénoménologie on trouve le refus du réductionnisme de l'activité scientifique et on rejette l'idée de restreindre le fait à l'observable. Les phénoménologues s'accordent à considérer l'approche descriptive de leur méthode comme étant nécessaire et suffisante à l'intelligibilité. Or, c'est là une de ses limites épistémologiques et méthodologiques parce que pour reconstruire le mécanisme qui explique les régularités trouvées dans la description du phénomène il faut des hypothèses ; ceci complèterait l'approche descriptive par celle explicative puisque pour expliquer l'observable il faut souvent faire appel à des théories et des entités inobservables. La phénoménologie est en général considérée trop subjectiviste parce que marquée par l'idée que l'étude de la nature doit être dérivée de l'étude de moi (Espinoza, 1987).

Dans la vision du pragmatisme au sens de W. James ou du pragmaticisme de Ch. Pierce, la réalité n'est pas indépendante de nous. Mais dans ce même courant épistémologique, il y a une divergence de point de vue sur la nature de la connaissance. Ch. Pierce et plus récemment H. Putnam, posent qu'il existe une rationalité qui, tôt ou tard, produit des résultats que nous devons accepter. Pierce

---

<sup>95</sup> Les néopositivistes et les rationalistes postulent que la science peut être unifiée car il n'y a pas de différence méthodologique entre les sciences naturelles et les sciences de l'homme (Espinoza, 1987), *Essai sur l'intelligibilité de la nature*, Ed. Universitaires du Sud, 1987.

postule l'existence d'une connaissance objective. A l'opposé, W. James ou J. Dewey considèrent que la rationalité ne connaît pas de critères externes, objectifs ; la vérité, selon ces deux derniers, n'est autre chose qu'une réponse adéquate à nos besoins<sup>96</sup>.

Le positivisme classique, développé au XIX<sup>ème</sup> siècle à partir des travaux d'Auguste Comte, repose sur le principe de causalité suffisante et sur celui de dualité entre sujet et objet. Le réel, dans le paradigme positiviste, est régi par des lois naturelles universelles qui sont formalisables dans le langage logico-mathématique. Cette vision du positivisme, ces principes le caractérisant, ont longtemps été à la base du développement des sciences modernes. Cependant, le principe de dualité sujet-objet ne satisfait pas la conception des recherches consacrées à l'étude de l'activité humaine, des relations sociales. A ce propos, Herman (1983) affirmait que « *les faits sociaux ne sont pas des choses, la société n'est pas un organisme naturel, mais plutôt un artefact humain. [...] l'objet social n'est pas une réalité externe, c'est un construit subjectivement vécu* » (Herman, 1983, p. 44 cité dans M. Crahay, 2010, p. 38).

Notons, dans cette même perspective, qu'une analyse éclairante d'un positionnement épistémologique situé entre le monisme et le dualisme ontologique et méthodologique, a été récemment exprimé par M. Crahay. Cet auteur soulignait qu'entre deux radicalismes opposant le monisme et le dualisme « *on trouve des auteurs tels Piaget, Vygotski, mais aussi JP Bronckart, qui postulent l'unité de la nature tout en reconnaissant la nécessité d'un pluralisme méthodologique. Cette dernière position consiste à considérer que les phénomènes sociaux et psychologiques et, donc, les idées, les sentiments, les significations sont des phénomènes réels, justifiables, au même titre que les phénomènes physiques, d'une seule et même démarche scientifique* » (Crahay, 2010, p. 38). En effet, il s'agit d'une position épistémologique matérialiste (ou réalisme radical) hérité de Spinoza et qui consiste à supposer que « *la nature est une, faite d'une seule substance et donc, que les idées et les sentiments sont aussi réels que les atomes ou les cellules nerveuses* » (Ibid, p. 38).

Par ailleurs, des recherches en sciences humaines et sociales sont développées dans la perspective constructiviste, telle qu'a été proposée en 1967 par J. Piaget selon lequel « *le propre d'une épistémologie constructiviste qui relie la connaissance à l'action est au contraire de situer sur les mêmes plans multiples le sujet et l'objet, leurs séparations n'étant que de méthode et pour ainsi dire provisoire* » (Piaget, 1967, p. 1265)<sup>97</sup>. Le constructivisme, en tant que paradigme<sup>98</sup> (Kuhn, 1983) a fait objet des travaux en sciences des organisations notamment sur la question de la complexité (Le Moigne, 2007 ; Morin, 1991) et en gestion et management (Avenier, 2011; Avenier & Thomas, 2011).

---

<sup>96</sup> Espinoza, 1987.

<sup>97</sup> J. Piaget (1967). Logique et connaissance scientifique, Paris : Gallimard.

<sup>98</sup> Kuhn, dans son œuvre *La structure des révolutions scientifiques*, postule que « *dans une science, un paradigme [...] c'est un objet destiné à être ajusté et précisé dans des conditions nouvelles ou plus strictes* » (Kuhn, 1983, p. 45).

A la différence du positivisme, le paradigme constructiviste s'est construit à partir de quatre principes fondateurs : le principe de primat du sujet et de représentabilité, le principe phénoménologique, le principe d'activité finalisé et celui d'inséparabilité. Ainsi en référence au premier principe, les constructivistes postulent qu'il n'y a pas de réalité indépendante des représentations de l'observateur (Le Moigne, 2007). Selon le second principe, le sujet ne peut pas connaître les choses « en soi » mais seulement l'acte par lequel il perçoit l'interaction entre lui et ces choses<sup>99</sup>. Nos connaissances du réel sont « construites »<sup>100</sup> (Bachelard, 1980). Les connaissances, médiatisée par des symboles, se construisent à partir de notre expérience et de nos interactions intentionnelles de sujets agissant sur le monde « en vue de » (Le Moigne, 2007). Enfin, le quatrième principe du paradigme constructiviste amène à considérer que sujets connaissant et objets de connaissance sont inséparables, en interaction constitutive réciproque, permanente et évolutive (*ibid*).

Le développement des recherches prenant comme cadre de référence l'approche constructiviste est aussi depuis longue date (Linard, 2004 ; Weisser, 2005) réclamé par des chercheurs en sciences de l'éducation. D'ailleurs M. Linard (2004) précisait qu'au plan épistémologique la perspective positiviste n'était pas au fondement des Sciences de l'éducation. M Weisser (2005, p. 8), interrogeant la perspective compréhensive, propose un cadre méthodologique en s'appuyant sur le concept d'arc herméneutique développé par P. Ricoeur (1986, p. 167). L'arc herméneutique rend progressivement possible le passage de la compréhension naïve d'une situation à son explication armée puis à une explication scientifique. Cette position défendue par M. Weisser (2005), était aussi partagée par Leutenegger et Saada-Robert<sup>101</sup> (2002), selon lesquels toute science était à la fois composé d'une dimension explicative et une dimension compréhensive. Par ailleurs, P. Ricoeur considérait que « *la querelle entre Expliquer et Comprendre va donc se voir dépassée par un modèle mixte d'interprétation de corpus, qui fait alterner des segments causals et téléologiques* » (Ricoeur, 2000, p. 234 cité dans Weisser, 2005, p. 8).

Ainsi, depuis plus d'une trentaine d'années, des chercheurs en sciences humaines (P. Ricoeur, 2000) et pour ce qui nous intéresse, en sciences de l'éducation, tels que M. Tardy (1984), B. Charlot, E. Bautier & J.Y. Rochex (1992), P. Ricoeur (2000), M. Linard (2004), M. Weisser (2005), B. Albero

---

<sup>99</sup> J.L Le Moigne (1995). *Le constructivisme : les fondements*, Tome 1, ESF Paris ; J.L Le Moigne (1995) *Le constructivisme : les épistémologies*, Tome 2, ESF Paris.

<sup>100</sup> G. Bachelard (1965). *La formation de l'esprit scientifique*, Paris Vrin, Collection Bibliothèque des textes philosophiques.

<sup>101</sup> Nous trouvons la citation de Leutenegger et Saada-Robert, revealatrice d'une perspective épistémologique conjonctive : « *on peut admettre en première approximation que toute science est à la fois composée d'une dimension explicative dans ses moments méthodiques, ceux de la recherche proprement dite, et d'une dimension compréhensive dans ses moments non méthodiques, c'est à dire au moins, en amont de la recherche lors du choix du problème soumis à la question, et en aval, lors de l'intégration des résultats à une compréhension du monde, à une époque et dans un lieu données* » (Leutenegger et Saada-Robert, 2002, p. 16 cité dans M. Weisser, 2005, p. 8-9)

(2010), G. Mialaret (2010) avaient mis en débat les limites du positivisme logique en sciences de l'éducation. Ceci amènerait à observer, en sciences sociales (Le Moigne, 2007 ; Latour, 1991), sciences des organisations et du management (Avenier, 2011) mais aussi en science de l'éducation (Albero, 2010, Mialaret, 2010 ; Eneau, 2016) et en sciences de l'information et de la communication (Saleh et Hachour, 2012) une tendance de mise en perspective épistémologique et méthodologique qui romprait avec le dualisme sujet/objet et serait ouverte à l'approche conjonctive.

Nous dirons avec B. Latour qu'en recherche sur les humains et les interactions sociales, il n'y a point de séparation entre le sujet observateur et l'objet observé, puisque « beaucoup plus de subjectivité demande beaucoup plus d'objectivité » (B. Latour, p. 146). Ces éléments de principe situés dans la perspective conjonctive, sont posés par B. Latour à partir de ses travaux en anthropologie comparée, notamment l'anthropologie symétrique. Selon le schéma de la figure 12, cette approche d'anthropologie symétrique, en utilisant l'analyse de réseaux, met en évidence que tous les collectifs constituent des natures et des cultures ; seules la dimension de la mobilisation varie (Latour, 1991, p. 142).

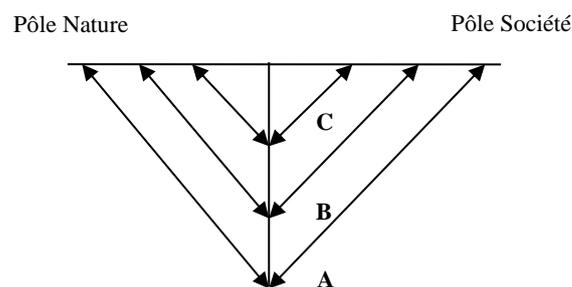


Figure 12. Illustration structurée de l'approche d'anthropologie symétrique (B. Latour, 1991)

Dans le développement de cette approche, ce même auteur part du principe que les cultures et la nature ne sont pas universelles, puisque la notion même de « culture est un artefact créé par notre mise entre parenthèse de la nature ». De plus, se voit apparaître, dans la perspective d'anthropologie symétrique, la notion de natures-cultures, appelée collectifs. Ces collectifs sont semblables puisqu'ils construisent à la fois les humains et les non-humains et ils sont assez différents dans la répartition qu'ils font des êtres, dans les propriétés qu'ils leur attribuent. Autrement dit, tous les collectifs sont semblables par la coproduction et différent par la taille. Le but du principe de symétrie n'est pas seulement d'établir l'égalité<sup>102</sup> mais aussi d'enregistrer les différences, les asymétries et surtout de comprendre les moyens pratiques qui permettent aux collectifs de positionner leur rapports de force. Notons enfin qu'en faisant un parallèle avec les sciences et les techniques, dimension qui nous

<sup>102</sup> « [cette égalité] celle-ci n'est que le moyen de régler la balance au point zéro », (B. Latour, 1991, p. 145)

intéresse dans notre présent projet, B. Latour (1991, p. 146-147) remarquait que « les sciences et les techniques ne sont pas remarquables parce qu'elles sont vraies ou efficaces [...] mais parce qu'elles multiplient les non-humains enrôlés dans la fabrique des collectifs et qu'elles rendent plus intimes la communauté que nous formons avec ces êtres ».

Dans une position semblable mais en se référant au paradigme constructiviste comme perspective en sciences de l'éducation, M. Linard (2004) préconise de repenser de manière opératoire et dans un autre cadre, les acquis en termes d'analyse de variables, d'administration de la preuve ou de réfutation de l'hypothèse en termes de vérité. Ceci va dans un même sens que l'analyse de G. Mialaret (2010) au sujet de la construction du protocole expérimental et la complexité du choix parmi une infinité des variables indépendantes. Dès lors qu'on considère la recherche scientifique en éducation comme étant fondamentalement une recherche qui porte sur des processus dynamiques en constante évolution, le recours à des méthodes d'analyse différant de celles de la science mécaniste à tendance à s'imposer dans la pratique de recherche. En se référant à la nécessaire prise en compte des postulats fondamentaux spécifiques au domaine de l'éducation, M. Linard (2004) puis B. Albero (2010) postulent qu'il faut formaliser une méthode de validation épistémologiquement située, théoriquement fondées, publiquement discutables et enseignables en tant que corps de savoirs, provisoirement acceptés comme plausibles et justifiés<sup>103</sup>. Cela conduit vers la conception et la mise en pratique des cadres de références socio-anthropologiques sur lesquels peuvent se construire des principes épistémologiques et ontologiques ayant leur dominante dans le paradigme conjonctif. Nous serions tentés de s'interroger sur la perspective d'approcher le cadre théorique d'anthropologie symétrique développé par B. Latour, au méta-paradigme au sens de Kuhn (1983), entendu comme la structure d'un espace de discussion organisé de telle sorte qu'il favorise la réflexivité de cette composante qui se veut normative-pratique (Monjo, 2003, p. 12).

D'ailleurs, en parlant d'une nécessaire solution (théorique et pratique) à inventer pour combler les limites de la vision dualiste, la perspective qu'annonce Isabelle Stengers est celle où « nous aurions à inventer, dans nos propres termes, un antidote à la croyance qui nous rend redoutables, celle qui définit vérité et fiction en termes d'opposition, [...] croyance plus ancienne que l'invention des sciences modernes, mais dont cette invention a constitué un recommencement » (Stengers, 1993, p. 185). Dès lors, si l'on veut dépasser la croyance en la vérité objective, il ne faut pas adopter une posture de juge, mais « d'inventer les moyens de la *civiliser*, de la rendre capable de coexister avec ce qui n'est pas elle, sans considérer qu'elle a [...] le pouvoir de ramener l'hétérogène à l'homogène »<sup>104</sup>.

---

<sup>103</sup> M. Linard, *La relation entre praticiens et chercheurs en Sciences de l'éducation*, Recherches et éducation, 8/2004.

<sup>104</sup> Isabelle Stengers, *L'invention des sciences modernes*, La Découverte, Paris, 207 p. ( citation, p. 186).

Bien que le questionnement sur la connaissance du monde, sur l'intelligibilité de la nature, demeure une « affaire » d'épistémologie, son impact n'est pas des moindres sur la construction des protocoles de recherche intégrés dans des approches méthodologiques, méthodes et outils de recueil et d'analyse de données.

## 6.2. Approches méthodologiques en recherche : définitions et enjeux

Peut-on considérer que les intentions de Bachelard étaient d'encourager la communauté scientifique dans son cheminement vers une alliance rationalisme-expérimentalisme ? Ou encore, en méthodologie, ce 3<sup>ème</sup> paradigme de *mixed-method* ? Dans son argumentaire, il préconise qu'il faut aussi que ce rationalisme soit ouvert pour recevoir de l'expérience des déterminations nouvelles. En vivant d'un peu-près cette dialectique, on se convainc de la réalité éminente des champs de pensée. Dans ces champs épistémologiques s'échangent les valeurs du rationalisme et de l'expérimentalisme (G. Bachelard<sup>105</sup>).

Nous remarquons avec des chercheurs en sciences humaines et sociales, notamment en « didactique de la recherche », que le questionnement du choix méthodologique suit dans la continuité du positionnement épistémologique. Parmi les chercheurs s'intéressant à la didactique de la recherche, Van Der Maren (2006) interroge la pertinence du positionnement, a priori ou a posteriori, des questions épistémologiques et méthodologiques dans le processus de recherche. Ainsi, selon cet auteur, « la [...] qualité de la recherche se repère à trois éléments, tous identifiables *a posteriori* au moment de la communication des résultats de la recherche. Ces éléments d'appréciation de la qualité des recherches se rapportent à la démarche ou à la méthode<sup>106</sup>, aux caractéristiques des résultats [...] et à l'attitude des chercheurs » (Van Der Maren, 2006, p. 67). Dans une perspective de réflexion rapprochée de celle de Van Der Maren, même si orientée au domaine de sciences du management et des organisations, Avenier et Thomas (2011) rappellent que la validité des connaissances est vérifiée à partir des critères spécifiques propres à chaque paradigme épistémologique. En effet, en questionnant les contributions des approches mixtes au sein de trois paradigmes épistémologiques (positivisme, réalisme critique, constructivisme pragmatique), ces auteurs (Avenier et Thomas, 2011) précisent qu'il n'est pas possible d'évaluer *a priori* l'apport d'une combinaison des méthodes de recherche (quantitative-qualitative).

---

<sup>105</sup> G. Bachelard, *Épistémologie*, textes choisis par Dominique Lecourt, PUF, 1972, p. 114-115 ;

<sup>106</sup> Les critères explicités par Van Der Maren (2006), p. 67-68 : « la transparence dans le rapport de la démarche doit être représentée dans ses détails avec suffisamment de cohérence pour avoir une certaine consistance ; le caractère hypothétique des énoncés (conclusions), c'est-à-dire souligner que les énoncés d'une recherche sont provisoires (marqués par le temps, la vie, l'évolution des connaissances), conditionnels aux contextes et instruments de leurs productions, relatif aux concepts et théories [...] ; l'attitude de doute (par rapport à ce qu'on a fait) ; [...] les résultats d'une recherche ne sont ni absolument vrais ni absolument généralisables ».

Notre objectif est de donner un aperçu des principes de base qui définissent les approches qualitatives et quantitatives en recherche dans le champ des sciences humaines et sociales notamment en sciences de l'éducation. Notre projet n'est pas celui d'une présentation exhaustive des approches méthodologiques mais plutôt de passer en revue les méthodes et outils de recueil de données qui, d'après notre analyse du corpus<sup>107</sup>, se révèlent avoir été utilisées dans les études empiriques sur les technologies en éducation et en formation.

Le contenu de cette partie est une synthèse basée sur des travaux des chercheurs qui se sont intéressés au processus de construction des recherches s'inscrivant autant dans le courant de l'approche qualitative (Denzin et Lincoln, 2000 ; Lincoln et Guba, 1985 ; Van der Maren, 2006 ; Miles & Huberman, 2003) que de l'approche quantitative et celle de mixed-method (Teddlie et Tashakkori, 2006 ; Howe, 2011, Crahay, 2010).

Pour notre propos, nous serions tentés de reprendre la question, bien qu'ancienne mais d'actualité, sur la pertinence scientifique des approches mono-méthode<sup>108</sup> dans la construction des cadres d'intelligibilité de la réalité d'un phénomène étudié en recherches se situant en sciences de l'éducation. Ainsi, dans une étude récente Leopold Paquay (2006), en analysant les articulations d'un ensemble de dimensions des recherches, souligne qu'en pratique, les choix entre qualitatif et quantitatif ne sont pas nécessairement exclusifs : « *on peut s'intéresser tout à la fois aux « faits » et aux significations que leur attribuent les acteurs et parfois, à l'écart entre les faits et la signification qu'ils prennent aux yeux des acteurs* » (Paquay, 2006, p. 17).

Bien que la tendance dominante soit encore celle de la science expérimentale, nombreux chercheurs, notamment en éducation, inscrivent cette tendance dans un processus de complémentarité aux approches qualitatives (Hofstetter et Schneuwly, 1998 ; De Meur et Rihoux, 2002 ; Roskam et Vandenplas-Holper, 2006). Un résultat d'observation similaire quant à la complémentarité des méthodologies, s'est aussi révélé lors de l'analyse de notre premier corpus regroupant des recherches en technologies pour la formation à l'université (Pacurar et Abbas, 2014C, Annexe 1). Il convient ainsi de préciser que l'existence d'une complémentarité se situe aussi bien au niveau des méthodes d'investigation qu'à celui des types de données voire même de leur traitement puisque les approches subjectives donnent souvent du sens à des données objectives. Mais *quid* des données en recherche scientifique ?

Rappelons avec Leopold Paquay que les données consistent en une sélection d'information à propos d'une réalité complexe, multiforme, évolutive et souvent peut structurée. Et comme l'a montré Jean

---

<sup>107</sup> Nous faisons ici référence au corpus que nous avons constitué à partir des études empiriques en technologies pour l'éducation et la formation, publiées de 2007 à 2013, dans 13 revues dont 8 anglophones et 5 francophones (voir Chap. 3)

<sup>108</sup> Pour nous, l'approche *mono-méthode* est en référence au choix unique d'approche qualitative ou quantitative opéré pour une recherche donnée.

Piaget, « au départ, toutes les données sont qualitatives » (Paquay, 2006, p. 18). Or autant le recueil que l'analyse de données dépendent, dans leur mise en œuvre, des de approches méthodologique et méthodes de recherche. Et la littérature spécialisée sur ces questions est bien abondante, tant dans les travaux sur la « didactique de la recherche » francophones qu'anglophones. Ces questions nous intéressant, comme fil conducteur dans notre projet de recherche, une synthèse sur différentes approches méthodologiques est présentée dans la section ci-après.

### **6.2.1. Approches quantitatives - approches qualitatives : formes des recherches, hétérogénéité, complémentarité**

Dans la poursuite de notre démarche d'analyse du corpus du point de vue des méthodologies, méthodes et outils de recueil de données, nous expliciterons la distinction entre des formes de recherches telle qu'est proposée en « didactique de la recherche » en éducation. Ainsi, Van der Maren (2006) rappelle qu'en fonction des finalités on peut différencier, en sciences de l'éducation, trois types de recherche, à savoir la recherche nomothétique, la recherche appliquée et la recherche en éducation.

La recherche nomothétique vise à décrire, expliquer la situation éducative ; son objectif est la théorisation de l'éducation. Ce type de recherche peut être qualifiée d'inductive lorsqu'elle vise l'élaboration d'hypothèses conceptuelles ou alors déductive lorsqu'elle essaye de corroborer ou infirmer une théorie par la mise à l'épreuve d'un modèle hypothétique (Van der Maren, 2006). Une autre forme de recherche pour l'éducation est la *recherche appliquée* ; elle réalise l'ingénierie de l'éducation selon deux versants différents dont l'un statique qui vise le développement d'interventions gouvernementales et l'autre dynamique étant plutôt en rapport avec la recherche-action menée à l'intérieur des projets d'école ou de communautés locales (*Ibid*). Enfin, la recherche en éducation, ou recherche pédagogique, est considéré la clinique de l'acteur enseignant, formateur, et ouvre sur une théorisation des actions pédagogiques.

Si les deux dernières formes de recherches sont spécifiques aux approches des recherches-intervention voire recherche-action rapprochées à l'épistémologie pragmatique constructiviste, la recherche *nomothétique confirmatoire* est plutôt située dans l'épistémologie positiviste. En ce qui concerne notre projet, l'analyse de la première version du corpus d'étude (Pacurar et Abbas, 2014 C, Annexe 1) révèle que les recherches sur les technologies pour la formation universitaire sont basées sur des approches à dominante quantitative telle l'enquête par questionnaire, avec une complémentarité intégrée par des approches qualitatives telles l'entretien, l'analyse des traces ou l'analyse du discours en communication asynchrone via des outils numériques. A partir de ce premier constat nous focalisons le contenu des paragraphes suivants sur un rappel des caractéristiques des approches qualitatives et quantitatives.

Nous avons observé dans les précédentes sections de ce premier chapitre qu'il y a des relations plus ou moins explicites entre les approches épistémologiques et les formes de recherches. Les travaux en épistémologie et méthodologie de recherche en sciences humaines et sociales, sont abondants et les résultats, en termes d'articulation de l'objectif et du subjectif, ne convergent pas systématiquement. En effet, comme le remarque Pourtois, Desmet et Lahaye (2010), selon le contexte socioculturel, institutionnel (en tant que facteur externes) et des facteurs internes, le chercheur construit ses recherches qui se situent généralement entre les modèles « puristes » et les modèle « holistes ». La première catégorie désigne exclusivement quantitatif ou qualitatif tandis que la seconde catégorie renvoie à une complémentarité quantitatif-qualitatif. Cependant, ces derniers décennies se développent des modèles « hybrides » dans une volonté d'approcher l'hétérogénéité et « *de capter les paradoxes et les impuretés du phénomène humain* » (Ardoino et de Peretti, 1998, cité dans Pourtois, Desmet et Lahaye, 2010).

Par ailleurs, dans les approches hybrides de conception d'une recherche, le chercheur adopte une mise en œuvre *a priori* ou *a posteriori* de sa méthodologie. Au premier cas correspond la démarche confirmatoire (faits soumis à une hypothèse) et au deuxième cas correspond l'enquête sans hypothèse préalable. Par souci de complémentarité, des croisements au niveau d'approches méthodologiques, type d'analyse et type de données sont également envisageables, soit analyse *a posteriori* utilisant des données quantitatives et qualitatives et en appliquant des analyses quantitatives et qualitatives.

La dernière section du chapitre décrira les analyseurs des approches de recherche et passera en revue les travaux des chercheurs s'intéressant au développement du paradigme *mixed-method*.

### **6.2.2. Analyseurs et repères de qualité dans les approches de recherche scientifique**

Dans cette dernière partie du chapitre dans lequel ont été passés en revue quelques principes fondateurs des courants épistémologiques ainsi que des éléments de base décrivant les formes de recherches, nous rappellerons les analyseurs des recherche tels que proposés par J-M De Ketele et Ch. Maroy<sup>109</sup>(2010) dans leurs ouvrage collectif.

Nous avons choisi cet ouvrage de référence en raison d'une adéquation de posture épistémologique annoncée qui est celle de défendre une approche plurielle de la recherche en sciences humaines et sociales et notamment en sciences de l'éducation. Ainsi, en référence à la production de l'intelligibilité en tant que fonction première de toute recherche scientifique, nous considérons avec J-M. de Ketele, L. Paquay et M. Crahay que les approches qualitatives et quantitatives se complètent,

---

<sup>109</sup> Nous faisons référence au chapitre Quels critères de qualité pour les recherches en éducation ? , J-M de Ketele, Ch. Maroy, in L'analyse qualitative et éducation : des pratiques de recherches aux critères de qualité, L. Paquay, M. Crahay, J-M de Ketele, Eds de Boeck, 2010.

s'entremêlent et se raliennent dans un tout cohérent. Ce choix de paradigme, qualifié de « mixed-method », bien qu'il soit encore objet de débat, est aussi défendu chez les chercheurs anglo-saxons (Gorard et Cook, 2007 ; Tashakkori et Teddlie, 2008). Un modèle matriciel représentant le cheminement croisé des étapes de construction d'une recherche suivant le paradigme mixed-method sera explicité à la suite d'un rappel des analyseurs des approches<sup>110</sup> de recherche.

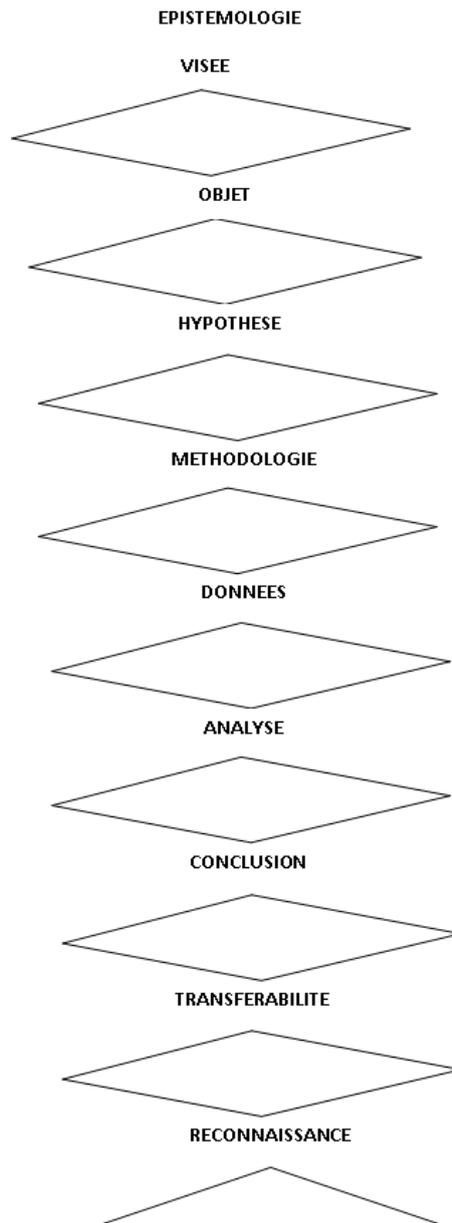
Le schéma de la figure 12, inspiré des travaux de J-M de Ketele et Ch. Maroy (2010) illustre le positionnement des éléments de méthode de recherche et ceux d'outils de recueil de données qui se retrouvent spécifiés lors de la conception du protocole d'expérimentation. Certains de ces éléments, appelés aussi analyseurs, ont été utilisés dans la constitution de notre base de données (cf. Chapitre 3 ci-après). On y retrouve ainsi aux extrémités, les deux pôles représentant les modalités « pures » en recherches qualitative et quantitative. Si on se place sur un continuum, il sera question du degré de présence ou d'importance de chacun de ces deux pôles.

L'analyseur « épistémologie » se décline en une visée « explicative » et une autre « compréhensive ». Comme nous l'avons vu au § 1.3, l'approche explicative est en référence à l'épistémologie positiviste tandis que l'approche compréhensive renvoie au courant constructiviste. Par ailleurs, les concepts de régularité et de généralisation sont à la base de l'épistémologie « explicative » (ou encore « confirmatoire », « vérificateur »). Les concepts de complexité, de spécificité et de singularité, se trouvent au centre de l'épistémologie dite « compréhensive ». Au delà de ces deux cas fréquemment rencontrés par exemple en recherche sur le processus d'apprentissage et les perceptions qu'ont les étudiants et les enseignants, de l'utilité pédagogique des environnements de type MOOC (Raffaghelli et al., 2015) ou encore dans des recherches sur l'usage des technologies numériques pour la formation (Pacurar et Abbas, 2014C, Annexe 1), d'autres types d'approches telles l'étude de cas ou encore les recherches dites « exploratoires », sont choisies en fonction des objectifs et des contextes d'étude.

Aussi bien les *recherches exploratoires* que certaines des *recherches-action* ou recherche-intervention, sont conduites dans une démarche compréhensive et leur résultats permettent de concevoir une recherche confirmatoire dont la pertinence sera meilleure (de Ketele et Maroy, 2010). Notons également l'*étude de cas* en tant qu'exemple d'une approche complémentaire dont la visée prioritaire serait plutôt compréhensive et la visée seconde serait explicative ; les résultats de cette dernière seraient utilisés en vue d'un approfondissement ou d'un renouvellement de l'approche compréhensive.

---

<sup>110</sup> Nous reprenons le terme « approche » tel qu'il était défini par de Ketele et Maroy (2010, p. 225) : « par *approche*, il faut entendre une façon de concevoir et d'aborder les composantes ou les étapes de la recherche ».



*Figure 13. Analyseurs des approches de recherches scientifiques (De Ketele et Maroy, 2010)*

Trois autres analyseurs figurant sur ce même schéma sont l'objet de recherche, l'hypothèse et la méthodologie. Lorsqu'on se place dans une approche explicative, l'objet d'étude suit un découpage précis, réalisé en amont du recueil de données. Si on se situe dans une approche compréhensive, la préoccupation première sera plutôt de circonscrire le champ de l'observation ou encore d'entourer le terrain de l'observation pour en cerner la complexité (Verhoeven, 2010).

L'analyseur « hypothèses » se situe soit a priori par la formulation des hypothèses avant le recueil de données à visée confirmatoire, soit a posteriori par la formulation des hypothèses après le recueil de données. Dans le cas des approches mixtes, les hypothèses sont construites progressivement au

cours d'une étude. Parmi des nombreuses variantes qui existent on retrouve par exemple le cas où un même corpus de données est analysé de manière répétitive sur des jeux d'hypothèse qui sont renouvelés autant de fois que cela semble nécessaire (de Ketele et Maroy, 2010).

Selon le choix de la visée épistémologique, les méthodologies sont conçues et validées a priori et dirons nous, pendant la réalisation de l'étude. Habituellement dans le cas d'une approche confirmatoire, autant l'échantillonnage que la démarche de recueil de données et les types de variables sont délimitées, définies et validées a priori. Quant à l'approche compréhensive, l'échantillon sur lequel seront recueillies les données est, selon les cas, détermine également a priori. Enfin, les deux autres éléments représentés sur le schéma de la figure 13 et qui sont aussi pris en compte dans notre étude, en tant que variables, sont l'analyseur « données » et l'analyseur « modèle d'analyse ».

Parler de données amène à penser l'opposition qualitatif-quantitatif. Or, comme le souligne par exemple M. Crahay (2010), toutes les données, dans leur essence, sont d'abord qualitatives. Par ailleurs, parler des données conduit implicitement à la question de la quantification. Autant Van de Maren (2006) que plus récemment M. Crahay (2010) consacrent, dans leurs chapitres respectifs portant sur des questions d'épistémologie et de méthodologie en recherche, une analyse de la question de quantification et de la technique du codage de données. A partir de leurs textes de références nous retenons ici que « la définition ou la délimitation d'une unité est consubstantielle de la quantification ». Puisque le réel humain est composé de phénomènes continus, l'identification d'éléments discrets ne semble pas évidente. Ceci amène à saisir l'unité d'encodage comme « un construit de l'esprit qui découpe le réel en fonction des cadres ou schémas interprétatifs » (Crahay, 2010, p. 48).

Lorsqu'on parle de modèles d'analyse on se réfère couramment soit aux modèles statistiques soit aux modèles herméneutiques. Dans le cas de la première catégorie, les données originales sont transformées en grandeurs qui, suivant des règles mathématiques, les réduisent à des fins soit de description, soit de comparaison, soit de mise en relation, soit de prédiction soit de classification. Le second type de modèles transforme selon la technique de codage le contenu d'informations originales en attribuant du sens à un ensemble d'indices mis en relation les uns avec les autres (De Ketele et Maroy, 2010).

Enfin, les analyseurs « conclusion » et « transférabilité » sont interlié puisque ce dernier interroge la possibilité de transférer les conclusions produites dans une recherche vers un horizon plus large (Dupriez, 2010). Si une recherche se revendique d'un paradigme expérimentale classique, caractérisé par un découpage a priori de l'objet d'étude et par un dispositif manipulateur, alors le processus d'inférence repose sur une réduction du complexe et sur la recherche des régularités des relations

entre phénomènes qui seraient reproductibles dans d'autres contextes. Le processus d'inférence s'identifie à l'interprétation des informations recueillies qui doit conduire vers une compréhension du phénomène observé.

### **6.2.3. L'approche « mixed-method » : définitions, typologie**

Ces différents analyseurs se retrouvent intégrés aussi bien dans les recherches qualitatives et quantitatives qui seraient basées sur une approche dites mono-méthode que dans les approches dites « mixed-method ». Nous choisissons de présenter quelques principes de base concernant l'approche « mixed-method » parce qu'elle fera aussi objet d'analyse lors du traitement et de l'interprétation des résultats de données qui composent notre corpus d'étude.

La question concernant la conception des formes hybrides d'expérimentation intéresse depuis plus d'une vingtaine d'année, autant la communauté scientifique francophone (Drapeau, 2004 ; Paquay, Crahay & De Ketele, 2010 ; Mialaret, 2010) qu'anglophone (Greene & al., 1985 ; Creswell, 2012 ; Gorard & Cook, 2007 ; Teddlie & Tashakkori, 2010).

L'approche mixed-method, comme le réprecise Teddlie et Tashakkori (2006) se définit comme une modalité de conception d'une recherche dans laquelle les méthodes qualitatives et quantitatives sont mêlées à travers les étapes d'une étude. Ces auteurs proposent une typologie d'approches mixed-method à partir d'un modèle de structuration qui utilise une décomposition en « phases » et en « étapes ». Ainsi l'élément « étape » désigne un composant d'une phase de recherche. Bien qu'elle soit utile, cette typologie n'est pas exhaustive. De plus, les chercheurs en didactique de la recherche font remarquer qu'une taxonomie complète en mixed-method ne peut pas se construire en raison de sa capacité de muter dans d'autres formes diverses.

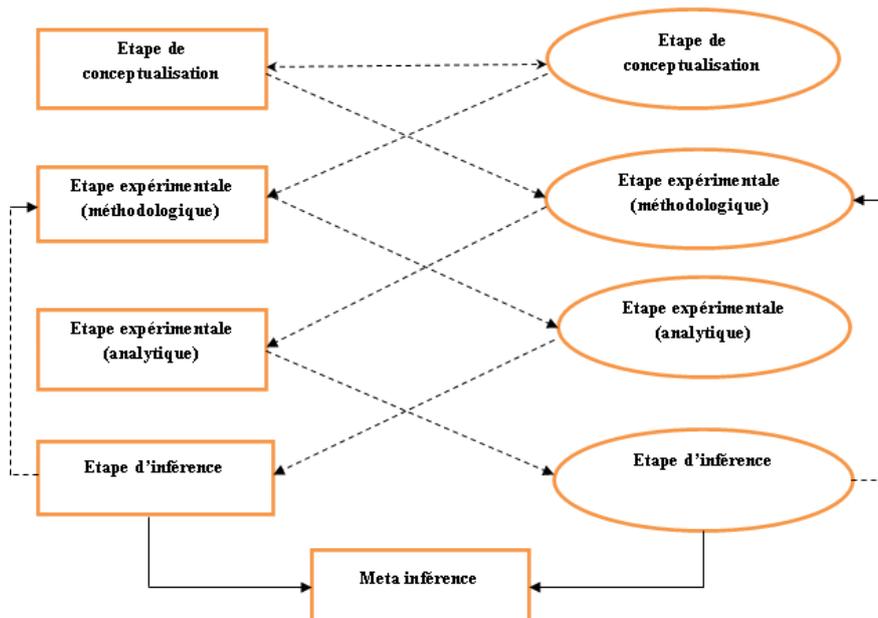
Le modèle de typologie proposé par Teddlie et Tashakkori (2006) est basé sur une *Matrice de phases de méthodes*. Cette matrice a deux dimensions et est composée de quatre cellules (figure 14). Au niveau des dimensions on croise le type de méthode utilisé dans une étude avec le nombre de phases de cette même étude là. La première colonne est en référence à la conception mono-phase et regroupe deux cellules dont l'une représentant les mono-méthodes (A) et l'autre les mono-phases quasi-mixtes (B).

La deuxième colonne est associée aux approches de conception multi-phases. Ainsi, la troisième cellule (C) de la matrice présente les mono-méthodes multi-phases qui se décline en mono-méthodes concurrentes et séquentielles. La dernière cellule (D) regroupe les méthodes mixtes multi-phases et les méthodes quasi-mixtes multi-phases.

Conception mono-phase	Conception multi-phase
<b>A</b>	<b>C</b>
<i>Mono-méthode</i> 1 – recherche quantitative	<i>Mono-méthode multi-phase</i> 1 – mono-méthodes concurrentes
<b>B</b>	<b>D</b>
<i>Mono-phase quasi-mixte</i> Transformation mono-phase	<i>a- Méthode mixte multi-phase</i> b - Quasi-mixte multi-phase

**Figure 14.** Matrice de phases de méthodes (adapté à partir de Teddlie et Tashakkori, 2006)

A partir des travaux antérieurs (Creswell, Plano-Clark, Gutmann et Hanson, 2003 ; Johnson et Onwuegbuzie, 2004) concernant la recherche basée sur méthodes mixtes, Teddlie et Tashakkori ont défini la structure d'une phase composée d'une première étape de conceptualisation, une seconde étape méthodologique et analytique ainsi qu'une troisième et dernière étape inférentielle.



**Figure 15.** Présentation graphique du modèle global d'approche mixed-method (Teddlie et Tashakkori, 2006)

Nous observons sur le schéma de la matrice (figure 14), zone C, que l'approche mixte de conception d'une recherche peut s'implémenter suivant l'un des trois type de processus, soit séquentiel, synchrone ou par conversion (ou transformation). Il faut noter que le processus de transformation, tel qu'il a été aussi explicité par Van der Maren (2006), Crahay (2010) prend en compte les techniques de codage.

Par ailleurs, la figure 15 montre les possibles combinaisons sous forme de modèle global tel qu'il est proposé par Teddlie et Tashakkori (2006). Ainsi, comme illustré ci-dessus, lorsqu'il s'agit d'un processus concurrentiel, les étapes de chaque phase s'exécutent en parallèle. Dans le cas d'un processus séquentiel, les étapes d'une phase s'exécutent dans un ordre chronologique avec une phase qui émerge à partir d'autres phases.

Il convient de remarquer que ce schéma global est plutôt complémentaire à celui proposé par De Ketele et Maroy (2010) et qui décrit le positionnement et le rôle des analyseurs des approches de recherche. On retrouve par analogie dans ces deux modèles, les analyseurs « objet d'étude », « méthodologie et méthode d'analyse » de données ainsi que la « conclusion ». Enfin, ce travail de synthèse sur les approches de conception en méthodologie de la recherche a été particulièrement fécond dans l'élaboration de notre proposition de cadre méthodologique, notamment pour le choix des critères de recueil, de traitement et d'analyse de donnée.

## **Chapitre 7. Repères de qualité dans les recherches en technologie pour la formation : vers un cadre conceptuel d'analyse à partir d'une cartographie des recherches empiriques en technologies pour la formation**

Dans le domaine de recherche sur les technologies pour la formation à l'université, la grande diversité des objets d'études, des approches théoriques et méthodologiques amènent les chercheurs à s'interroger sur la pertinence de l'élaboration des cadres communs de référence susceptibles de susciter le débat au sein de la communauté scientifique (Albero et Thibault, 2009 ; Guichon, 2012). Ainsi, située dans la continuité de ce questionnement, la recherche que nous présentons ici se propose de caractériser du point de vue méthodologique, un corpus de 169 travaux empiriques sur l'utilisation des technologies numériques pour la formation à l'université.

Notre corpus dont l'analyse un extrait de résultats sera présentée ci-après (§ 7.1) est constitué des travaux publiés ces cinq dernières années (2007 - 2012) dans des revues francophones et anglophones. Les objectifs de cette étude portent, d'une part, sur la caractérisation des recherches empiriques sur les perceptions et pratiques des étudiants et enseignants avec les technologies numériques à l'université. D'autre part, dans la seconde partie de ce chapitre (§ 7.2 – 7.3), nous nous envisageons de proposer quelques éléments de formalisation dans l'élaboration d'un cadre structuré d'analyse des recherches empiriques en technologies éducatives basé sur des repères de qualités tels que définis par des chercheurs en « didactique de la recherche ».

### **7.1. Tendances récentes des recherches sur les technologies de l'information et de la communication dans la formation à l'université : quelques résultats**

L'approche par méta-analyse et synthèse peut s'observer dans plusieurs sous-champs liés aux technologies, comme l'enseignement à distance (William, 2006) et l'apprentissage des langues médiatisé par les technologies (ALMT) (Guichon, 2012). La diversité des recherches dans le champ de la formation à distance, a incité des chercheurs en sciences humaines et sociales à réaliser des synthèses critiques sur les apports et les limites observés en termes de résultats, en s'appuyant sur des approches de méta-analyses quantitatives. A partir d'une revue des travaux de synthèse présentée dans (Article Pacurar & Abbas, 2014C, Annexe 1) des questions de recherches et un cadre méthodologique pour la conception de notre corpus de données, ont été spécifiés.

#### **7.1.1. Questions de recherches**

Comment les recherches sur les technologies se développent-elles ? En effet, ce questionnement intéresse la communauté scientifique du domaine faisant, ces vingt dernières années, l'objet de synthèse (Guichon, 2012) et méta-analyses quantitatives (Zawacki-Richter et al., 2009 ; Davies et al.,

2010) dont les résultats ont contribué aux controverses épistémologiques et méthodologiques en sciences humaines et sociales (Howe, 2011). Notre étude s'appuie sur un corpus d'articles publiés dans treize revues anglophones et francophones dans le domaine des technologies pour la formation à l'université. Les *objets de recherche* tels que *spécifié* par les *auteurs des articles* du corpus ont été regroupés en trois catégories : a) perception qu'ont les enseignants et les étudiants des applications numériques, b) les pratiques de formation avec des applications numériques et c) la performance académique des étudiants en contexte de formation à l'université. Ces trois catégories sont représentatives de l'ensemble des recherches du corpus. On observe que le corpus est constitué de travaux dont les cadres de recherche font l'objet d'une grande variété d'approches théoriques et méthodologiques. Cette diversité est constaté lors de la mise en relation des domaines de spécialité des chercheurs et de la nature mono/pluridisciplinaire des équipes de recherche avec les objets, méthodes et outils de recherches employés. La présente recherche se propose d'apporter des éléments de réponse aux questions suivantes : quelles sont les tendances des méthodologies de recherche lorsqu'on s'intéresse à l'acceptation des technologies numériques et leur intégration dans les pratiques d'enseignement-apprentissage ? Quelle articulation observe-t-on entre la nature des approches méthodologiques et la composition des équipes de recherche (domaine de spécialité)?

Notre contribution se situe dans une *approche exploratoire* ayant comme objectif de caractériser des recherches empiriques sur les perceptions et les pratiques des enseignants et étudiants à l'université, en mettant en évidence des convergences et spécificités du corpus étudié.

### **7.1.2. Méthodologie de constitution/recueil du corpus d'analyse : critères de sélection et élaboration des catégories**

La première étape visait à sélectionner de revues à comité scientifique dans le champ de l'éducation et des technologies. Ensuite nous avons choisi des critères de sélection des articles afin de constituer notre base de données. Lors de la troisième étape, nous avons mis en œuvre la procédure de caractérisation des recherches retenues.

Les recherches francophones ont été recensées à partir des revues scientifiques à comité de lecture françaises et canadiennes: Distances & Savoirs, la RITPU, Questions Vives, STICEF, Recherches en Education. Remarquons que sur les cinq revues francophones, trois sont spécifiques au champ des technologies pour la formation. Nous avons retenu les autres deux revues, Questions vives et Recherches en Education, en raison de leur ouverture vers des travaux portant également sur les technologies numériques en contexte universitaire.

Quant aux travaux publiés dans les revues Anglophones, les revues scientifiques ACL ont été sélectionnées : *Computer & Education*, *American Journal of Distance Education*, *International Journal of Open and Distance Learning*, *Educational Technology and Society*, *Educational Technology*

*Research and Development, British Journal of Educational Technology, Distance Education, Australasian Journal of Educational Technology.*

A partir des travaux de méta-analyse et synthèses antérieurs nous avons élaboré notre liste de critères de sélection d'articles. On y retrouve des critères de sélection tels que l'objet et la nature des recherches, le public visé, le contexte et la période de publication. Ils sont communément admis dans la technique de constitution des bases de données utilisée pour ces types d'approches (Zawacki-Richter et al. 2009 ; Hsu et al., 2012).

La constitution du corpus de cette étude s'est basée ainsi sur des *critères* liés à *la période de publication, la nature des recherches, l'objet de recherche, la nature du public visé par les recherches* et le *contexte*. Afin de situer le choix chronologique dans la constitution de notre corpus il nous semble important de préciser que la plupart des études antérieures présentées dans §3, ont été réalisées à partir des recensions des travaux empiriques publiées dans des revues anglophones dans la période 1999-2008.

La recension a été constituée à partir de nos lectures des articles dont les titres et les résumés décrivent des recherches sur l'acceptation des technologies numériques (applications et appareils) et sur leur intégration dans les pratiques d'enseignement-apprentissage (critère *objet de recherche*). Toutes ces recherches ont utilisé comme public cible les enseignants et étudiants (critère *nature du public d'expérimentation*) à l'université (critère *contexte*). Dans un premier temps la lecture a été réalisé individuellement par nous deux, auteure et co-auteure de ce texte. Nous avons ensuite confronté et validé cette première catégorie de données (tous les articles du corpus).

La caractérisation des recherches a été réalisée à partir d'une base de données regroupant les éléments nécessaires au traitement statistique. Ainsi, pour obtenir un résultat cohérent et fiable, nous avons procédé à une démarche de lecture croisée et approfondie de chacun des articles retenus. Pour pouvoir intégrer un article dans notre corpus il fallait que nous ayons accès dans cet article aux données suivantes : l'objet d'étude, l'année de l'expérimentation, la technologie étudiée, les approches théoriques utilisées, la nature du public participant à l'expérimentation, les formes de recherche, les méthodologies et outils de collectes de données utilisées, les pays des études et le champ de spécialité des chercheurs.

### **7.1.3. Description des catégories élaborées à partir de la lecture des articles du corpus**

La *dimension conceptuelle* rassemble une diversité d'approches issues des sciences de l'éducation mais aussi des sciences cognitives et des sciences de l'information et de la communication. Elle a été décomposée en quatre groupes : a) le modèle de l'acceptation d'une technologie (Edmunds et al,

2012 ; Shroff et al, 2011) et la théorie unifiée de l'acceptation de l'usage de technologies (UTAUT, Venkatesh & al, 2003), b) un deuxième groupe appelé *croyances et comportements* est composé de notions et concepts tels que la compétence (Villeneuve, Karsenti & al, 2012), la satisfaction, l'attitude, le développement professionnel (Berger et al, 2008), awarness, communauté de pratique (Martin-Blas & Serrano-Fernandez, 2009), c) *l'approche cognitive et sociale*, en tant que troisième groupe de notre corpus, intègre la théorie de l'auto-détermination et la motivation (Sorebo & al., 2009), la théorie du comportement planifié (Cheon & al., 2012), Actor Network Theory (Conole & al., 2011), la théorie de la distance transactionnelle (McBrien & Jones, 2009), d) le quatrième groupe concerne les usages (Assude et al., 2010 ; Peraya & Peltier, 2012), la genèse instrumentale ainsi que les profils d'utilisateurs enseignants et apprenants tels « digital native » (Margaryan et al. 2011).

La *dimension technologique* réunit une variété d'outils numériques allant de technologies web jusqu'aux plateformes de formation à distance. Pour la structuration des données en vue du traitement statistique, ces outils sont regroupés en cinq groupes : a) plateformes LMS, b) réseaux sociaux et environnements « Second Life » (Chow et al. 2012), Web 2.0 (Caron & Varga, 2009 ; Avci & Askar, 2012), c) technologies web, en tant qu'applications (par exemple, les travaux de Connan et Emprin, (2011) sur l'usage d'un portfolio numérique par les formateurs d'enseignants) d) simulations ( par exemple les travaux de Tao, Chen et al., (2012) sur les simulateurs de jeux) et e) technologies mobiles, en tant qu'appareils (par exemple les travaux de Huang et al, (2008) sur des PDA et Smartphone).

La *dimension méthodologique* des recherches du corpus est constituée des variables réparties en trois groupes : a) *type de devis de recherche* prenant en compte les approches nomothétique confirmatoire, exploratoire et recherche appliquée telles que définies par Van Der Maren (2006). Ainsi, la recherche nomothétique, appelée aussi recherche sur l'éducation, « vise à décrire, comprendre, expliquer la situation éducative, ses tenants et aboutissants ; elle conduit à la théorisation de l'éducation » (id., p.68), et elle peut prendre deux formes : exploratoire (inductive) et confirmatoire (hypothético-déductive). La recherche appliquée, appelée aussi recherche pour l'éducation « vise à instrumenter les acteurs à partir des connaissances acquises [...] elle se déroule selon une démarche de mise au point ou selon une intervention finalisée sur l'action » (id., p.69), b) *type de méthodes* utilisé par les recherches du corpus, soit qualitative, quantitative et mixte (qualitative et quantitative) c) les analyseurs tels que *l'outil de collecte (questionnaires, traces à partir des file logs)*, le *traitement de données (analyse thématique, analyse statistique, statistiques descriptives)* et la *triangulation*. La triangulation, telle que définie par Denzin (1978) représente une technique censée à confirmer un résultat en montrant que les mesures indépendantes qu'on en a

faites vont dans le même sens. On distingue ainsi la triangulation des sources de données, des méthodes, des théories et des informateurs (Jick, 1983 ; Miles & Huberman, 2003, p. 480-481).

La dimension *champs disciplinaires de chercheurs* fait référence aux sept groupes d'appartenance disciplinaire dont deux mono-disciplinaires et cinq pluridisciplinaires. Ces groupes ont été composés en prenant en compte le co-autorat et l'appartenance institutionnelle de chacun des auteurs et co-auteurs des articles du corpus. Nous avons ainsi identifié six groupes de chercheurs dont deux d'appartenance mono-disciplinaire se retrouvant dans les catégories *Education, TICE*. Ceux d'appartenance pluri-disciplinaire recouvrent les catégories *Sciences appliquées (SA), Management, Information et Communication (MIC), Education et Santé (ES), Sciences humaines et Sciences appliquées (SHSA), Education et Sciences Humaines (ESH)*.

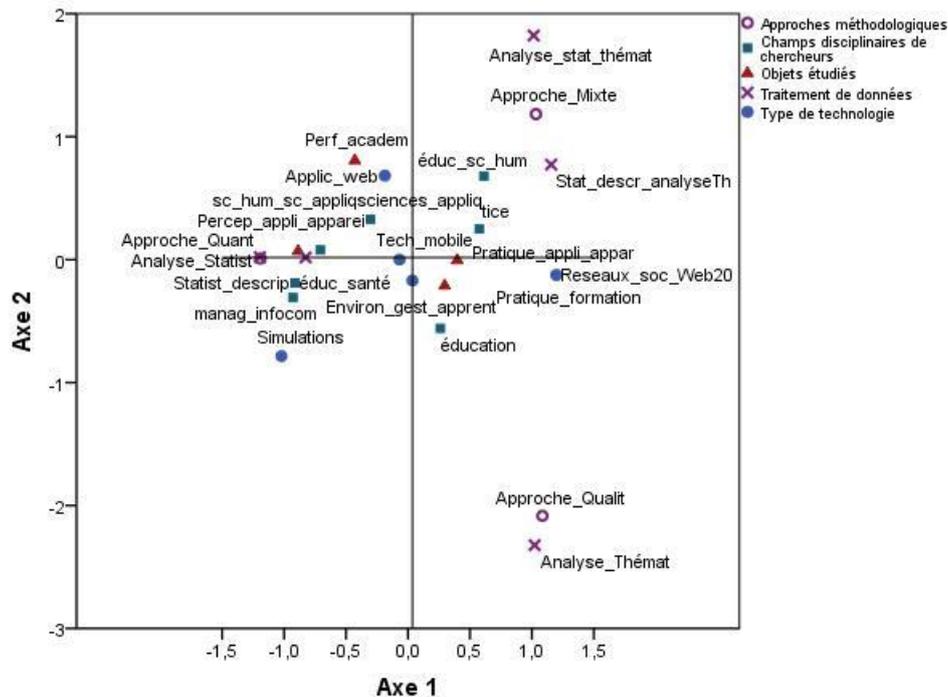
#### **7.1.4. Analyse et interprétation des résultats (un extrait)**

Le questionnement sur les relations de dépendance entre les objets d'étude, la forme de recherche, les approches théoriques et les technologies dont l'usage était étudié, nous ont déterminé, à utiliser la technique *d'analyse de correspondances multiples* (Lebart et Fénélon, 1973). L'analyse des correspondances multiples est une méthode exploratoire multidimensionnelle qui fournit une représentation synthétique des catégories issues d'un ensemble de données qualitatives (Desbois, 2008). La représentation graphique que l'on souhaite obtenir de nos données en termes de catégories, s'effectue dans un repère orthonormé dont on doit préciser le nombre d'axes  $\alpha$ , appelé la *dimension de la solution*. Ainsi, les deux dimensions retenues (nommées Axe 1 et Axe 2) permettent de prendre en compte la valeur (estimé en pourcentage) de l'inertie totale à travers une représentation graphique plane interprétable en termes de distances entre observations. Ce type d'analyse est une technique exploratoire permettant de décrire les relations existantes entre deux ou plusieurs variables nominales, en fournissant une représentation graphique de leurs catégories, sous la forme d'un nuage de points (*points-catégories*) projetés dans un sous-espace de faible dimension (Desbois, 2008).

##### **7.1.4.1. Méthodologies de recherches en fonction des champs disciplinaires de chercheurs**

La figure 16 présente la répartition de la variable approches méthodologiques en fonction des domaines des chercheurs. La variance totale expliquée est de 41,4 % avec une contribution forte des modalités à l'Axe 1 de 45,3 %. Lorsqu'on observe les tendances des méthodologies utilisées dans les recherches du corpus, on voit que l'Axe 1 discrimine les champs disciplinaires *Tice (TICE)* à gauche, et ceux de *Management et Info-Com (MIC), Education- Santé (ED-MED)* et *Sciences humaines – sciences appliquées (SHS-SAP)*, à droite. Par exemple, les modalités proches du champ *TICE* sont la

méthodologie mixte (qualitative et quantitative) et le domaine *éducation-sciences humaines* (EHS). La modalité proche des domaines MIC, ED-MED et SHS-SAP est l'approche quantitative. Ces résultats indiquent qu'en interrogeant les perceptions qu'ont les étudiants et les enseignants des technologies (en e-learning et en formation à distance), les chercheurs en MIC et en SHS-SAP mettent en œuvre des méthodologies de recherche basées sur l'approche quantitative.



**Figure 16.** Représentation des formes de recherches en fonction des domaines de chercheurs

En revanche, l'axe 2 oppose les méthodes mixtes (en haut) et la méthode qualitative (en bas). On observe sur la figure 16 que les chercheurs du domaine *Education* (ED) utilisent des méthodes qualitatives (entretiens, focus-groupes) basées sur l'analyse thématique du contenu alors que ceux du domaine pluridisciplinaire *Education-Sciences Humaines* (ESH) emploient des approches mixtes (qualitative et quantitative). Autrement dit, les chercheurs du domaine MIC et SHS-SAP adoptent l'approche nomothétique confirmatoire lorsqu'ils étudient les perceptions de l'usage des technologies web et mobiles en contexte universitaire. Sur l'axe 2 (en bas), on observe que l'approche nomothétique exploratoire est davantage utilisée par les chercheurs du domaine *Education* (ED) et ceux des savoirs disciplinaires ESH. Ils s'intéressent également à étudier les pratiques des étudiants et des enseignants avec les technologies pour la formation à l'université.



(WebCT, Moodle...) et utilisent la méthode d'enquête par questionnaires. Les recherches utilisant les *approches cognitives et sociales* (la théorie de l'activité -TA, la théorie de l'acteur-réseau -ANT, l'apprentissage situé, la théorie de l'auto-détermination et de flow) interrogent les *pratiques de formation* avec des applications numériques. Elles s'appuient sur des *méthodologies mixtes*, en utilisant pour une même recherche par exemple les outils d'enquête par questionnaires et de traces à partir d'enregistrement automatique. On remarque aussi que ces recherches sont basées essentiellement sur les méthodes d'entretien ou d'enquête par questionnaires fermés, sans mettre en place des techniques de triangulation. En revanche, l'Axe 2 oppose les approches théoriques usages des technologies (en haut) et croyances et comportements (en bas). Les approches liées aux *usages des technologies* pour l'apprentissage (genèse instrumentale), ont été employées lors des études sur la pratique des étudiants et des enseignants avec des réseaux sociaux et du web 2.0 (figure 16). Comme précédemment, ces recherches se sont aussi appuyées sur des méthodes d'entretien et d'enquête. Ce qui les différencie c'est l'usage de la méthode des traces, que ce soit à partir des enregistrements automatiques (files-log) ou des documents rédigés sous forme des rapports réflexifs. Par ailleurs, le concept d'*usage* a été utilisé par des chercheurs en *éducation* (ED) qui étudiaient la pratique par des étudiants et par des enseignants avec des réseaux sociaux (facebook) ou des applications web 2.0 (Blog, wiki). Sur l'Axe 2 en bas, les modalités proches des *croyances et comportements des utilisateurs* sont les *applications web* (ePortfolio, webquest), les appareils mobiles (i-Pad, Smartphone) et le champ disciplinaire le plus proche est celui des *TICE* (figure 16). Autrement dit, les recherches sur les pratiques avec des applications web et des appareils mobiles, utilisent des concepts tels la satisfaction, l'attitude, le développement professionnel (Berger et al., 2008 ; Martin-Blas & Serrano-Fernandez, 2009) ; elles ont été réalisées par des chercheurs en *TICE*.

## **7.2. Proposition d'un modèle de caractérisation des recherches en technologies pour la formation à partir des critères validés en didactique de la recherche**

La première étape de l'analyse de données décrite ci-dessus, conduit à observer une multitude d'approches diversifiées autant par les cadres conceptuels que par les méthodes, les outils de collecte et le traitement des données. D'ailleurs, comme le soulignent De Ketele et Maroy (2010) « *la recherche est faite d'une multitude d'approches de par la combinatoire des approches possibles* ». Cependant, nous sommes intéressées à observer dans quelle mesure l'adéquation entre la démarche scientifique et le questionnement a été exprimée et validée. Nous reprenons ce questionnement à partir des travaux de Greene et Clintock (1985), Greene, Caracelli & Graham (1989) sur la conception et la validation d'un cadre conceptuel de caractérisation des recherches en s'appuyant sur des critères de scientificité d'une recherche auxquels nous faisons, en partie,

référence. Ainsi, dans le but d'apporter des éléments de réponse nous proposons un modèle de caractérisation de recherche basé sur des critères tels que la *triangulation* (simple ou hybride), la *pertinence* (*p*), la *validité interne* (*vi*) et *externe* (*ve*), la *fiabilité conceptuelle* (*fc*) et la *fiabilité de traitement de données* (*ftd*), les *méthodes de recherche* (*mr*), les *outils de collecte* (*oc*) et *l'analyse des résultats* (*ar*).

Ces variables, nominales qualitatives, ont été recodées et regroupées en deux domaines. Le domaine « Validation » a été calculé selon les valeurs des cinq (*p*, *vi*, *ve*, *fc*, *ftd*) parmi les neuf premières variables listées ci-dessus. En effet, ces variables ont été communément admises en tant que critères de scientificité, par la communauté de chercheurs en didactique de la recherche en sciences humaines et sociales (De Ketele & Maroy, 2010 ; Cohen & Crabtree, 2008 ; Creswell, 2012). Le domaine « Données » a été calculé selon les valeurs des trois dernières variables (*mr*, *oc*, *ar*). Toutes ces variables prennent la valeur binaire 0 (Non), 1 (Oui). Un troisième domaine, appelé « Méthodologie » regroupe les formes de recherches (nomothétique confirmatoire, exploratoire et recherche appliquée) et les approches méthodologique (descriptive, quasi-expérimentale, expérimentale et développementale). Par ailleurs, ces approches, qui constituent le troisième domaine du modèle proposé, ont été utilisées, selon le cas, par les recherches de notre base. Cette proposition ainsi formalisée, a été testée auprès de cent vingt-quatre recherches empiriques formant le corpus de cette étude.

### **7.3. Premiers résultats à partir d'un corpus des recherches sur les technologies en éducation et en formation: traitement et interprétation**

Afin d'observer le comportement des données de ces trois domaines de caractérisation d'une recherche (à partir du contenu de notre corpus), nous avons mise en œuvre une analyse de variance (ANOVA) en utilisant le logiciel de traitement statistique SPSS v. 19. Les premiers résultats d'analyse conduisent à observer s'il y a des interactions significatives entre deux variables indépendantes, « population étudiée » et « champ disciplinaire de chercheurs », pour chacun des trois facteurs du modèle proposé. Ces résultats ne sont statistiquement significatifs que pour le facteur *Validation*. Le Tableau 2 présente les données de l'analyse ANOVA pour le calcul du *facteur Validation* en fonction de ces mêmes variables.

En ce qui concerne le principal effet de la variable "population étudiée", la valeur du F ( $F = 0.963$ ,  $p = 0.329$ ) n'a pas été significative.

Domaine chercheurs	Population étudié	N	Mean	SE	SD	95% Confidence Interval for Mean	
						Lower	Upper
1	1	36	4.278	.164	1.025	3.954	4.602
	2	18	4.389	.231	1.283	3.930	4.847
2	1	22	4.636	.209	1.368	4.222	5.051
	2	6	3.833	.401	1.049	3.039	4.627
3	1	18	4.500	.231	1.097	4.042	4.958
	2	6	4.000	.401	1.506	3.206	4.794
4	1	6	3.833	.401	1.862	3.039	4.627
	2	4	5.500	.491	.816	4.528	6.472
5	1	7	4.286	.371	1.732	3.551	5.021
	2	3	2.667	.567	2.000	1.544	3.790

**Tableau 2.** Information descriptive des « domaines de chercheurs » et de la « population étudiée » pour le facteur *Validation*

Ceci implique que si on ignore la variable «champs disciplinaires de chercheurs », la variable « population étudiée » dans une recherche n’affecte pas les standards pour mesurer le facteur « Validation ». Autrement dit, toute chose égale par ailleurs, la variable «population étudiée » (étudiants ou enseignants), a été également considérée lorsqu’on a mesuré le facteur « Validation » pour une recherche donnée.

#### **7.4. Discussion et conclusion**

Nos résultats corroborent ceux obtenus par Hsu et al. (2012) en ce qui concerne la distribution des recherches en fonction de l’évolution technologique. Ainsi, à partir de notre corpus, pour la période 2007 – 2012, on observe une décroissance des recherches sur l’usage des plateformes elearning (Moodle, Blackboard, WebCT). Une augmentation du nombre de recherches sur l’usage des technologies web, mobiles (Smartphone, I-pad) et de réseaux sociaux (Facebook, Second Life) en est aussi observée. Ces recherches développées en Amérique et en Angleterre, utilisent une approche de type développementale. En revanche, on constate qu’en 2009 et 2012 les recherches de notre corpus étaient orientées vers *l’étude de pratiques avec les technologies*. Elles se sont appuyées sur des méthodologies mixte et qualitative. Les recherches adoptant une approche mixte sont davantage réalisées en Angleterre et dans des pays de l’Europe de l’Ouest et de l’Orient. Le résultat de cette observation confirme partiellement ceux d’une recherche par méta-analyse sur la caractérisation des travaux en technologies pour la formation, réalisée par Zawacki-Richter et al. (2009). En effet, ils observent une tendance à l’augmentation en fréquence de l’approche nomothétique mixte, suivie de l’approche quantitative. Dans notre recherche, *l’approche mixte* (qualitative et quantitative) est plutôt en relation avec l’approche *qualitative* qu’avec l’approche *quantitative*. Ceci pourrait s’expliquer par le caractère fortement orienté de notre corpus en termes d’objets de recherches :

notre base de données est restreinte à un nombre des revues spécifiques du domaine des technologies pour la formation. Si on se place du point de vue « champ disciplinaire de chercheurs » on constate qu'il y a adoption de l'approche *quantitative* par les chercheurs dans le domaine *Management et Info-Com* (MIC) lorsqu'ils étudient les perceptions qu'ont les étudiants et les enseignants de l'utilisation des technologies web et mobiles en contexte de formation à l'université. On observe également que l'approche *qualitative* est davantage utilisée par les chercheurs du domaine *Education* (ED). Ils s'intéressent aux *pratiques avec les technologies* pour l'elearning et la formation à distance.

En conclusion, précisons que les éléments de recueil et d'analyse de données, développés dans cette contribution, se sont référés à une recherche de type exploratoire. A partir des critères de sélection présentés en début de cette section, le corpus a été constitué de 169 travaux empiriques publiés dans treize revues scientifiques internationales du domaine. Rappelons que notre objectif était de caractériser les recherches du corpus afin de comprendre comment se construit la recherche sur les perceptions et pratiques d'enseignement et d'apprentissage avec les technologies numériques à l'université. Les résultats en termes d'observations pour nos questions, ont été obtenus suite à l'analyse de correspondances multiples. Nous avons présenté nos données sous forme de graphiques spécifiques à cette méthode d'analyse. L'interprétation des résultats a conduit à une première caractérisation des travaux nous permettant ainsi d'atteindre notre objectif de recherche.

Bien qu'une première étape de ce travail exploratoire soit achevée certaines limites sont à préciser. Premièrement, notre corpus de données n'est pas saturé en raison de la procédure de sélection manuelle des articles que nous avons mis en œuvre et la période de publication choisies. En ce qui concerne la chronologie de publication, nous avons sélectionné les articles publiés dans la période 2007-2012. Nous envisageons à reprendre ce corpus en l'élargissant à partir des nouvelles requêtes *via* les bases de données et moteurs de recherches scientifiques. Deuxièmement, le nombre de revues ne couvre pas complétement le champ des technologies pour la formation. Pour la prochaine étape, à court terme, nous prendrons en compte par exemple, les revues canadiennes et d'autres revues anglophones du domaine. Troisièmement, la question de la cohérence et de la pertinence des catégories utilisées pour l'analyse doit être prise en compte. A présent, les catégories ont été constituées selon une technique de codage propre aux deux auteurs de ce projet. Nous soumettrons nos catégories à un panel d'experts en vue d'une prochaine validation. Quatrièmement, la prise en compte du co-autorat c'est une procédure à approfondir. Dans le travail réalisé à présent, nous avons constitué les catégories de champ disciplinaires en fonction des domaines de spécialité de chacun des auteurs et co-auteurs d'un même article. Par ailleurs, il est possible qu'il y ait un effet

*revue*, c'est-à-dire que le format et les approches méthodologiques soient très contraints par la culture de la revue. Cette dimension fera objet d'une prochaine étape de cette de recherche.

## **PARTIE 4 : Programme de recherche**

## **Introduction Partie 4**

*La dernière partie de cette note décrit mes projets de recherche en cours ainsi qu'une courte synthèse des travaux de doctorants que j'encadre depuis octobre 2014.*

*En effet mon programme de recherche est situé sur deux axes interdépendants. L'un est en rapport avec l'approche réflexive d'analyse du processus conception-appropriation d'environnements numériques en formation et apprentissage. Puis, l'autre axe (voir la section B ci-dessous) se veut être en rapport avec la question d'épistémologie et de méthodologie de recherche en shs, particulièrement en sciences de l'éducation lorsqu'on centre des objets de recherche dans le domaine des technologies numériques à visée éducation et formation. Comme annoncé précédemment, je développe cette dimension de recherche, en partie, dans la continuité de mes travaux de thèse qui étaient orientés « ingénierie du processus de conception ».*

## **A. Projets de recherche-développement situés dans une approche anthropo-sémio-technique : conception participative des objets phénoménotechniques interactifs pédagogiques (OPHIP)**

Dans le contexte actuel du développement en sciences et technologies du numérique avec une ouverture interdisciplinaire en y associant la psychologie, les sciences de l'éducation mais aussi les neurosciences, plusieurs axes de travail autour des thématiques de l'interaction homme-machine, de l'apprendre avec le numérique ou encore d'apprendre le numérique, font objet de programmes de recherche soutenus conjointement par des agences de pilotage, des industriels mais aussi des académies de l'éducation nationale. Parmi des enjeux actuels mis en évidence à travers les descriptions des plans d'actions<sup>111</sup> scientifiques dans le domaine du numérique, il y a celui en référence à l'axe sur l'interaction humain-machine voire par extension humain-robot, et qui consiste en l'amélioration de l'interaction avec le monde numérique par des nouveaux objets et environnements interactifs. Un autre enjeu actuel est en rapport avec l'éducation et la formation et consiste à étudier dans quelle mesure l'avancée du numérique favorise l'apprentissage en réduisant l'échec scolaire, les inégalités socio-économiques mais aussi, par exemple, des effets cognitifs dans le cas des troubles d'apprentissage ou sensori-moteurs. Nous convenons que ces enjeux ne sont pas nouveaux mais plutôt réactualisés dans l'avancée technologique, notamment lorsqu'il s'agit de l'interactivité dans les environnements virtuels d'apprentissage ou des interactions entre enseignant-apprenants ainsi qu'entre apprenants eux-mêmes médiatisées par les fonctionnalités des interfaces numériques. Que l'on s'intéresse à la perception du numérique et/ou aux pratiques de formation et d'apprentissage, ces questions ont fait objet de nombreux travaux comme en attestent nos analyses et synthèses dans la partie 1, portant sur les environnements ENT et TNI (chap. 1 et 2) et dans la partie 3 notamment la cartographie des tendances récentes (chap. 7). Il a été montré que lorsqu'on s'intéresse à la question de l'intégration du numérique dans les pratiques de formation et d'apprentissage (Pacurar & Abbas, 2014 ; Pacurar & Clad, 2015), l'utilisation des approches conceptuelles complémentaires, se situant dans une dimension pluridisciplinaire, telles que la genèse instrumentale (Rabardel, 1995), les logiques d'usage et de conception ainsi que les niveaux appropriation (Jouët, 2000 ; Beauchamp et al, 2010) du numérique, a une contribution significative dans la compréhension des phénomènes étudiés. Des approches issues de la psychologie écologique et de la cognition ont été mises à l'épreuve, adaptées, dans les études de l'impact des environnements numériques sur le développement de la qualité des interactions en formations à distance (Audran, 2010 ; Simonian, 2014), de la conception des contenus interactifs en présentiel

---

<sup>111</sup> Il s'agit notamment du plan d'action 2016-2017 proposé par l'ANR

enrichi (Beauchamp et al, 2012 ; Komis et al, 2013) ainsi que pour les recherches interrogeant les performances en apprentissage (Battalio et al, 2009 ; Bulent & Seda, 2013 ). Bien que le nombre de travaux sur l'usage de la technologie mobile (Bouzeghoub, Garlatti & Peter, 2009) mais aussi sur le développement des environnements adaptatifs d'apprentissage (Rinaudo & Lavoué, 2012) en contexte de formation à l'université ne cessent à augmenter, la prospection de ces derniers est mise en avant, comme nous l'avons mentionné, dans des plans stratégiques des programme de recherche nationaux relatifs aux sciences et technologie du numérique. Même si à l'échelle du champ de recherche notre ancrage est dans le domaine du numérique dans l'apprentissage et la formation, l'orientation sera focalisée sur le terrain du primaire et secondaire en s'approchant de la problématique de la didactique des sciences et des technologies (Bruillard, Komis & Laferrière, 2013). Dans un premier temps, l'un des axes de recherche sera focalisé sur l'approche recherche-développement des environnements virtuels interactifs ludo-éducatifs support à l'apprentissage par la découverte des notions et phénomènes scientifiques en adéquation avec les programmes académiques pour le niveau primaire. Cette orientation scientifique poursuit notre développement du cadre conceptuel de matrice<sup>112</sup> onthopanique numérique ainsi que la mise en œuvre du cadre opérationnel de la dynamique conception-appropriation des OPHIP par des élèves et enseignants participants non seulement aux expérimentations mais aussi aux tests itératifs pré-expérimentaux. Situés dans une approche d'observation directe, les tests de « manipulation première » (les premiers instants de visualisation<sup>113</sup> des éléments graphiques) et « secondaire » (compréhension du fonctionnement, émergence du sens qu'on les éléments graphiques apparus dans l'interface de l'OPHIP) sont des outils méthodologiques contribuant à l'extraction et à la formalisation de données empiriques utilisable dans le repérage et analyse des types d'isotopies présents à l'interface de l'OPHIP. Cette piste de recherche nous paraît répondre aux objectifs des programmes scientifiques actuels, ces derniers visant de promouvoir les recherches sur le développement des nouvelles applications interactives basée sur la réalité virtuelle et avec une attention particulière sur la présentation d'une information plus utile et plus intelligible à l'utilisateur (ANR, 2016). En effet il serait dans ce cas question d'étudier d'appropriation des espaces virtuels immersifs par les utilisateurs, élèves, dans leurs pratiques d'enseignement-apprentissage médiatisées par le

---

<sup>112</sup> Rappelons que par « matrice onthopanique numérique » nous entendons l'environnement intégré contenant aussi bien les fonctionnalités d'un OPHIP que ses éléments d'interface graphique et les supports d'apprentissage (texte des cours, ressources complémentaires...) selon le cas.

<sup>113</sup> En parlant de « manipulation primaire », nous supposons qu'au premier instant de manipulation d'un OPHIP (sur quel que soit le type de support numérique en tant qu'appareil), l'utilisateur (jeune élève, par exemple) agit sur les éléments graphiques à l'interface de l'OPHIP dans le but de découvrir leur « pouvoir », « l'enchantement », sans en apercevoir le sens, les liens qui les unissent pour se constituer en structure cohérente...Il faut cependant noter que nous nous référons ici à la « cohérence » vue par l'utilisateur, indépendamment de celle construite, modélisée et implémentée par les concepteurs informaticiens et les concepteurs pédagogiques (enseignants). Autrement dit, nous sommes tentés de supposer qu'une telle première phase de « manipulation primaire » est décisive pour l'enclenchement de l'activation de l'affordance. (Partie 2, § 4.3 2, §4.3.3)

numérique avec ou sans la présence d'un enseignant. Il a été montré qu'en formation à distance *via* des espaces second life la « présence-absence » des tuteurs-enseignants s'avère propice à la création pour les étudiants participants (Rinaudo, 2011 ; Rinaudo, 2015). On serait tenté d'explorer, en contexte scolaire, l'impact de ce facteur « présence-absence » des enseignants dans les environnements immersifs, de type second life et accessibles à distance, sur le développement de la créativité chez des élèves, par exemple en activité de résolution de problèmes ouverts portant sur des sujets de découvertes en sciences du vivant, mais aussi d'entraînement en calcul et représentation des figures dans l'espace pour la géométrie.

Dans la conception du cadre théorique centrée sur une approche anthro-sémio-technique, nous faisons référence aux concepts d'outil technique (abstrait et concret) et à celui de technicité et d'individuation tels que proposés par G. Simondon (2012) et explicités dans les précédentes parties de cette synthèse d'habilitation. Nos analyses seront élaborées en associant aux précédents concepts celui de matrice numérique co-évolutive et d'affordance contextuelle. Plus spécifiquement, nous sommes intéressés d'observer les facteurs psycho-affectifs et socio-cognitifs qui contribuent à l'actualisation de la relation objet numérique ANIPPO – apprenants, à la construction de prise de conscience et la construction du sens chez les apprenants d'école primaire lorsqu'ils sont amenés à immerger dans des mondes constituées d'«ontophanies numériques» (au sens de S. Vial, 2013) dans le but de développer des apprentissages à partir des résolutions de problèmes de divers degré de complexité.

Parmi les contributions des résultats de ces recherches nous précisons celle en référence au développement des applications interactives en apprentissage dont l'appropriation dépassera le niveau primaire, c'est à dire celui d'usage<sup>114</sup> et sera intégrée dans un processus d'hybridation ou comme le souligne Perriault (1989) dans une logique de « conception ». Il s'agit d'une réduction de l'écart entre l'intention/prescription du concepteur, en ce qui concerne la fonction et les fonctionnalités de l'outil numérique en tant que potentialités et la perception de l'agencement de ces éléments, l'actualisation de leurs affordances contextuelles. Notre approche dynamique d'analyse inductive-déductive du processus itératif de *conception pour l'appropriation*, (située dans une perspective anthro-sémio-technique) contribuera aussi au développement des interfaces graphiques « contextualisées » non seulement tangibles mais aussi hautement intuitives pour des élèves et enseignants, ce qui entrainera un gain pour la variable « temps d'apprentissage » en contexte scolaire. D'ailleurs, en se référant à l'apport d'une ingénierie sémiotique dans le design des environnements interactifs d'apprentissage, Pierre Tchounikine (2016) précise que «*the original focus of semiotic engineering is to help designers communicate their message to users as away for*

---

<sup>114</sup> Distinction entre logique d'usage et logique de conception – J. Perriault (1989).

*users to correctly interpret that message* ». Il convient enfin de préciser, en rappel, que les interfaces numériques des OPHIP pour lesquelles on suppose retrouver un niveau d'isotopie globale (perçu par l'utilisateur) pourraient avoir un impact sur la gestion de la charge cognitive et contribuer à minimiser en permanence l'énergie mentale nécessaire pour que l'utilisateur (apprenant et/ou enseignant) accomplisse ses tâches. En faisant un rapprochement aux récents appels de l'ANR (2016) nous tentons de supposer que la mise en place de ce processus<sup>115</sup> dans les situations d'enseignement-apprentissage conduit à la libération de fonctions créatives des apprenants et enseignants au profit d'autres tâches, celles de l'innovation permanente, de la qualité.

## **B. A la recherche d'une formalisation de la construction des recherches en technologies pour la formation : la question de « repères » de qualité et la matrice de phases de recherche**

Comme précisé au chapitre 6 de ce manuscrit, le deuxième axe de ce travail a comme objectif de poser les bases d'une formalisation de cadre de construction des recherches en technologies pour la formation. Les résultats de ce projet en cours, nous amèneront à observer dans quelle mesure l'adéquation entre la démarche scientifique et le questionnement a été exprimée et validée. C'est à partir d'une critérisation sur la base des méta-analyses en technologies pour la formation et l'apprentissage, que nous avons proposé une première modélisation constituée de trois domaines<sup>116</sup> Validation, Méthodologie et Données. Chaque domaine est composé de variables représentant des critères de scientificité (appelés aussi « repère de qualité ») issus des travaux en méthodologie de la recherche (voir §6 ci-dessus). Notre proposition de modélisation a aussi été inspirée des travaux de Teddlie et Tashakkori (2010) sur la question de « *mixed-method* » et la notion de *matrice de phases de méthodes* (Teddlie et Tashakkori, 2006).

Les premiers résultats d'analyse (en utilisant la technique d'analyse de variance ANOVA) obtenus à partir d'un corpus de 165 articles de recherche sur les technologies en éducation et en formation, conduisent à observer s'il y a des interactions significatives entre deux variables indépendantes, « population étudiée » et « champ disciplinaire de chercheurs », pour chacun des trois facteurs du modèle proposé. Ces résultats ne sont statistiquement significatifs que pour le facteur Validation. Les chercheurs en TICE ont une approche différente des autres en ayant la caractéristique d'utiliser plusieurs méthodes de recueil et de traitement de données.

Toutefois, notre première modélisation et les premiers résultats issus de l'analyse ANOVA sur le domaine *Validation* amènent à en considérer certaines limites. Cette proposition de modèle n'a pas

---

<sup>115</sup> Nous nous référons au processus de minimisation de l'énergie mentale

<sup>116</sup> Le lecteur peut considérer les domaines qui nous intéressent ici en tant que facteurs.

encore été soumise à l'évaluation inter-juges. En effet, nous envisageons, à court terme, de mettre en place une série de tests sur notre grille de critères auprès d'un panel d'une vingtaine de chercheurs confirmés. Les résultats de ces tests, c'est-à-dire, le rapport des scores divergent/convergent, auront un apport dans la correction voir ajustement de cette proposition de modèle de caractérisation d'une recherche. Par ailleurs, il est possible qu'il y ait un effet *revue*. C'est-à-dire que le format et les approches méthodologiques soient très contraints par la culture de la revue. Cette dimension fera objet d'une prochaine étape de ce travail de recherche.

A la suite de ce travail sur les approches méthodologiques et méthodes de recherche en technologies numériques pour la formation et l'apprentissage, j'envisage la prise en compte du nombre de co-auteurs et le genre. Puis, un deuxième objectif consiste en la formalisation de ma proposition de modèle de caractérisation de recherches dont la première version je viens de l'esquisser (à la section 7.2-7.3, Chp. 7), à partir des critères de scientificité issus des travaux en didactique de la recherche (Lincoln et Guba, 1985 ; Miles et Huberman, 2003 ; Van Der Maren, 2006 ; Pourtois et al, 2006 ; De Ketele et Maroy, 2010 ; Howe, 2011) et notamment la validité, la fiabilité, la triangulation, mais aussi les formes de recherche nomothétique et recherche appliquée et les approches méthodologiques. Afin de pouvoir appliquer un traitement statistique à nos données qualitatives, je compte poursuivre l'affinement, l'approfondissement d'une technique de codage appropriée (*validation par l'approche « inter-juges »*, prenant en compte l'intersubjectivité) pour la transformation des variables qualitatives en données numériques nominales. Cette démarche de transformation rendra possible et pertinente du point de vue statistique, l'analyse de variance (ANOVA). La démarche conceptuelle mise en œuvre ainsi que les résultats de l'analyse de variance, feront objet d'une prochaine contribution de recherche.

### **Quelques éléments de précision sur l'encadrement doctoral dans le laboratoire LISEC - quatre thèses en cours**

Une attention particulière j'accorde d'ores et déjà, à la formation de mes quatre doctorants au questionnement sur la posture du chercheur et apprenti-chercheur. J'organise des séances de formation en groupe (ouverts seulement aux étudiants en M 2 et doctorants que j'encadre) sous forme d'ateliers de réflexion-débat autour des paradigmes épistémologiques et des approches méthodologiques utilisés couramment en sciences exactes et sciences humaines et sociales. Ce projet de séminaire scientifique au sein du groupe de mes doctorants contribuera à développer une approche épistémologique de perspective relationnelle (pluri-réaliste au sens de Barrau, 2016) laquelle, comme nous l'avons illustré en Partie 3 (§ 6.1 ci-dessus) vise à dépasser le paradigme disjonctif (séparation sujet/objet) et ses conséquences sur les méthodologies, méthodes et

instruments de recherche dans le domaine des sciences de l'éducation et notamment en technologies pour la formation et l'apprentissage en contexte scolaire et universitaire.

En qui concerne les thèses en cours, trois sont co-encadrés en collaboration avec des collègues en sciences de l'éducation et une quatrième en collaboration avec une collègue en psychologie du développement. Aussi l'une des trois thèses en sciences de l'éducation dont le sujet est « L'autoévaluation des compétences en contexte d'apprentissage : entre affordances et intimisme », se développe à partir de l'un de mes projets de recherche en cours. A titre d'exemple, deux projets en cours intègrent aussi bien l'analyse du processus de conception que celui d'usage et d'appropriation d'outils (environnements) numériques développées, notamment MAENA'Scol<sup>117</sup> et ANIPPO. En lien avec l'expérience d'apprentissage avec les objets numériques de chacun de ses deux projets (en situation a-didactique) nous prenons pour objet de recherche l'étude de l'articulation des deux niveaux de compréhension dont l'un en rapport aux propriétés sémio-cognitives de ces deux objets numériques (dans leurs contexte d'application) et l'autre en rapport à l'activité cognitive propre à leurs utilisateurs-apprenants ainsi que ses résultats (par exemple, en termes d'élaboration de structures conceptuelles).

Ainsi, comme explicité dans la Partie 2 de ce manuscrit, le projet MAENA'Scol a été développé sous ma direction, par une équipe d'étudiants en informatique et sciences de l'éducation. Ce projet de recherche-développement (participatif centré-utilisateur) s'est concrétisé en la réalisation d'un outil interactif numérique à destination des élèves d'école élémentaire. Partant de l'objet de recherche rappelé dans le paragraphe ci-dessus, l'un des objectifs était d'analyser, par observation (in situ), focus-groupe et questionnaires, la perception qu'ont les élèves des éléments constituant l'interface graphique ludique et les niveaux de compréhension des propriétés sémio-techniques de cet objet. Ce projet est poursuivi en thèse de doctorat réalisée par Mme Sylvie Jost que j'encadre depuis octobre 2014. De plus, depuis janvier 2015, le projet MAENA'Scol fait objet d'un second terrain de recherche dans le cadre d'une collaboration bi-nationale Franco-Suisse faisant participer les apprenants et enseignants de trois classes, en école primaire dans la région Fribourg.

Le deuxième projet en cours, ANIPPO (Application Numérique Immersive Pour la résolution des Problèmes Ouverts) est en rapport avec la conception d'un environnement interactif 3D à destination des apprenants de cycle CM. Ses caractéristiques en termes de contenu le rend pertinente son utilisation en situation a-didactique (voir Annexe<sup>118</sup> 2, § 2.2). Bien qu'on peut entrevoir un rapprochement aux travaux de Shaffer (2006) et Sanchez et al (2015) qui portent sur la conception et l'analyse des jeux numériques épistémiques, le projet ANIPPO garde une spécificité, à

---

<sup>117</sup> Mon Autoévaluation Numérique d'Apprentissage Scolaire

<sup>118</sup> Second Volume de cette HDR, voir Annexe 2, section 2.2 en référence au projet ANIPPO

présent, sur deux dimensions : l'ouverture à la créativité des nouvelles situations problèmes élaborées par la coopération entre sujets-apprenants ; la prise en compte de « l'agir interprétatif » dans les interactions des utilisateurs médiatisées par l'interface numérique, ce processus ayant comme source la sémantique interprétative.

Par ailleurs, au niveau de cette première version nous avons implémenté, dans un monde ludique immersif, des objets graphiques rendant le plus fidèlement possible la transposition des énoncés des problèmes ouverts spécifiques aux notions de base en mathématiques préalablement validés par des collaborateurs enseignants-agrégé de la discipline en question. Il s'agit d'un environnement Second Life, dont l'interface graphique est constituée d'éléments représentant virtuellement la métaphore du Cirque. L'objectif général de recherche est d'observer comment, à partir des multiples explorations dans le *monde ANIPPO*, les apprenants comprennent (localement et globalement) ses fonctionnalités et fonctions, ses propriétés sémio-techniques. Aussi nos observations in situ, se focalisent sur les fonctionnements et disfonctionnements sémiotique qui contribuent à l'activation des affordances potentielles. Comme nous l'avons discuté en section § 5.2, le cadre méthodologique d'analyse se veut construit à partir des concepts de issus de la sémiotique cognitive telle que les métaphores (primaires, spécifique et génériques définies à partir des travaux de Lakoff & Johnson, 1985 ; Collard, Fastrez & Brouwers, 2012) mais aussi de la sémantique interprétative, notamment l'isotopie (Rastier, 1987). L'approche de conception participative est concrétisée par la mise en place d'un processus dynamique de phases d'évaluation-corrections-ajustements. Les détails sur des aspects conceptuels et méthodologiques sont donnés dans l'Annexe 2 (projet nr 2), présentés notamment sous forme d'un manuscrit de publication en construction. Une pré-expérimentation a déjà été réalisée auprès d'un groupe d'élèves de CM dans l'école Jean Mermoz à Schiltigheim et deux autres expérimentations dans la même école, sont en cours pour cette nouvelle année scolaire.



## Conclusion générale

Les technologies numériques en éducation et formation ayant un ancrage en tant que domaine en sciences de l'éducation, ont dès le départ suscité aussi l'intérêt d'autres disciplines parmi lesquelles la linguistique, l'informatique, les sciences cognitives, la sémiotique. La recherche qui a fait objet de cette note de synthèse s'est inscrite dans la problématique générale de l'appropriation des technologies de l'information et de la communication pour l'éducation (TICE) dans des pratiques d'apprentissage et d'enseignement en contexte scolaire. Si on se réfère à la problématique de perception voire usage de TICE, selon la perspective sociologique, une abondante quantité des recherches empiriques, autant anglophones que francophones, se livre à nous à travers des revues scientifiques du domaine (Baron, 2013 ; Pacurar & Abbas, 2014C, Annexe 1). Par ailleurs, ce constat ne peut guère surprendre car en tant qu'objets technologiques pour la communication, ils sont omniprésents dans toutes les sphères de la société.

Cependant, si on se place du côté de la sémiotique alors ces objets numériques sont perçus comme étant des « communicants », des signifiants sans lesquels par exemple, les langages graphiques, les images photo, le multimédia, n'existeraient pas au sens où ils ne seraient pas rendus perceptibles aux destinataires. En effet, les technologies numériques participent, par leur configuration technique, à l'élaboration du sens et à la construction des représentations qu'elles véhiculent. Et pour reprendre une expression de D. Peraya (1998), elles appartiennent aussi à l'univers de la *semiosis*. Des lors, comment perçoit-on les messages, les éléments graphiques et les contenus qui y sont insérés dans des environnements numériques immersifs d'apprentissage ? Dans quelles conditions émerge (ou n'émerge pas) l'actualisation des affordances entre l'utilisateur-apprenant ou enseignant et l'interface phénoménotechnique immersive, en situation d'enseignement-apprentissage ? Quelle est la part du subjectif et de l'émotionnel dans les interactions de groupe en environnements immersifs 3D face aux interfaces numériques « classiques » ? Comment la part de l'interaction intransitive face à l'interaction transitive dans des environnements 3D à visée apprentissage ? Telles sont des questions auxquelles nous aimerions pouvoir apporter des éléments de réponse à partir des cadres conceptuels et méthodologiques présentés dans ce texte.

La première partie a illustré les résultats de deux recherches dont l'une autour de la question de l'intention d'usage des ENT et l'autre ayant pour objectif l'analyse des perceptions et d'appropriation, du tableau numérique interactif (manuel numérique) ainsi que leur intégration dans les pratiques pédagogiques chez des enseignants du secondaire. Nous avons pu observer l'existence d'une différence significative entre les disciplines d'enseignement et l'utilisation des outils de communication intégrés dans l'ENT. Par rapport au second exemple, il a été montré que

l'actualisation des affordances dans les pratiques avec TNI varie selon les disciplines : c'est en mathématiques et biotechnologies qu'il y avait émergence des affordances simples telles que la projection, l'annotation, et des affordances plutôt complexes comme la résolution d'exercices, le l'importation des logiciels spécifiques.

Puis, la seconde partie de ce manuscrit (structurée en trois sous-parties) s'est située dans une perspective anthropo-phénoménotechique d'analyse des mécanismes d'actualisation des affordances contextuelles. L'objet général de recherche était l'analyse sémio-technique de l'articulation entre deux dimensions de compréhension : a) l'une en rapport à la compréhension qu'à l'utilisateur-apprenant ou enseignant, des propriétés sémio-techniques de l'environnement numérique ; b) l'autre en rapport à l'acquisition des connaissances à partir des contenus rendus accessibles dans ce même environnement numérique.

Les deux première sous-parties (2.1 chap. 3 ; 2.2, chap. 4) portaient sur des résultats de recherche en sémiotique (Eco, 2007 ; Morgagni, 2009), et neurosciences (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011) quant à l'influence des circuits de neurones (miroir et canoniques) sur la perception et l'activation des affordances dans le cas des objets matériels. Rappelons que les *facteurs moteurs associés aux visuels* ont un *rôle significatif* pour la *sélection et activation efficaces* des *affordances* dans le cas d'*objets matériels*. Or, les objets numériques, plus précisément leurs interfaces constituées d'éléments graphiques disposent de propriétés esthétiques, *leur forme et fond* étant à l'état d'*images*.

Précisons cependant que ces circuits F5-AIP participent à une compréhension « pragmatique »<sup>119</sup> de l'objet et ne détermine en soi aucune représentation « sémantique » de ce même objet. Les analyses par imagerie neuronale montrent que les profils, les couleurs et les trames des objets sont codées par les neurones situés dans l'aire du cortex temporel inférieur. Mais les fonctions de ces aires du cortex temporel inférieur, bien qu'elles soient contributives de la caractérisation des objets, ne se suffisent pas en elles-mêmes *dans la constitution du sens* puisque, comme le fait mentionner Rizzolatti et Sinigaglia on ne réduit pas le processus perceptif à une simple identification des figures, des images et on ne fragmente pas le sens de l'action en une simple succession des mouvements en soi privés de tout corrélat objectif (Rizzolatti & Sinigaglia, 2011).

Quant au système de neurones miroir, il convient de retenir son rôle fondamental dans l'imitation (Iacoboni, Woods & al, 1999) puisqu'il code l'action observée en termes moteurs et permet ainsi la reproduction de celle-ci. Par ailleurs, ces neurones miroir ne répondent pas seulement aux objectifs d'action mais aussi aux actions basées sur des objectifs de « haut niveau » (Thill & al, 2013) ces derniers étant basés *sur le contexte et les états motivationnels et émotionnels du sujet*. De plus, à

---

<sup>119</sup> Si on prend l'exemple d'une tasse de café, les neurones F5-AIP codent l'objet perçu *comme saisissable avec la main* (dimension « pragmatique ») et non pas *comme une «tasse à café»* (dimension « sémantique »).

partir d'une vision sémiotique (Morgagni, 2009) et des travaux en neurosciences (Borghi et al, 2012) il convient de souligner que *l'activation des affordances dépend* aussi bien de *la tâche prescrite et/ou effective* que *du contexte*.

La synthèse autour de la notion d'affordance, nous a conduits vers une meilleure compréhension des mécanismes cognitifs, psychomoteurs qui participent à la génération efficace de la relation sujet-objets techniques. Les résultats des recherches en sémiotique et neurosciences nous ont servi de base dans l'élaboration d'un cadre conceptuel d'analyse sémio-technique ouvrant ainsi à la notion d'Objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique (en tant que contenu) qui se garde dans une structure fonctionnelle que nous nommons matrice numérique co-évolutive.

La dernière sous-partie (2.3, chap. 5) se veut être une perspective d'opérationnalisation d'un cadre d'analyse du fonctionnement et disfonctionnement sémio-technique des objets phénoménotechniques interactif immersif pédagogiques en s'appuyant sur des notions de métaphore et isotopie issus de la sémiotique cognitive et sémantique interprétative. A titre d'exemple seront présentés synthétiquement les cadres conceptuels et méthodologiques mobilisés dans nos projets en cours, MAENA'Scol et ANIPPO<sup>120</sup>.

La troisième partie a retracé brièvement des passages de l'histoire de sciences centrés sur la question de l'épistémologie et de l'évolution des paradigmes. Cette partie a donné aussi une courte synthèse sur les approches méthodologiques et méthodes en shs, notamment en sciences de l'éducation. Nous en avons constaté qu'il y a une évolution des cadres méthodologiques allant des tendances mono-méthodes (qualitative ou quantitatives) aux perspectives plus récentes de type « mixed-method ».

Cette exploration sur des questions d'épistémologie et méthodologie a été particulièrement féconde dans notre cheminement intellectuel servant ainsi de base à l'évolution de nos cadres conceptuels et méthodologiques en sciences de l'éducation ayant comme spécificité les technologies en éducation. D'ailleurs afin d'enrichir notre expérience par un approfondissement sur l'état de la recherche anglophone et francophone, une « méta-analyse » qualitative basée sur la recension d'un corpus de 400 articles empiriques, a été réalisée lors des cinq dernières années. La dernière sous-partie (3.2) a été un exemple de résultats d'analyse d'une première étude publiée en 2014 (Pacurar & Abbas, 2014 C, Annexe 1). Ensuite, des résultats d'une première version d'un modèle d'analyse de construction et validation méthodologique des recherches spécifiques au domaine de technologies numériques en éducation et formation, ont été illustrés en fin de partie 3. L'objectif de ce modèle était d'observer

---

<sup>120</sup> Rappelons qu'une présentation du cadre conceptuel et méthodologique du projet ANIPPO est donnée en Annexe 2 dans le volume complémentaire joint d'HDR.

dans quelle mesure l'adéquation entre la démarche scientifique et le questionnement a été exprimée et validée.

Enfin, la dernière partie du manuscrit est une mise en perspective des programmes /orientations de recherche et présente aussi brièvement les démarches d'encadrement doctoral que je mets en œuvre en équipe avec mes doctorants pour lesquels je suis co-encadrante (avec deux collègues en sciences de l'éducation, une collègue en psychologie du développement au sein du laboratoire LISEC) depuis octobre 2014.

Enfin, quelle ouverture en tant que domaine d'application serait-elle envisageable ? Si les environnements immersifs 3D semblent pouvoir servir la mise en œuvre, la transposition, à une réalité virtuelle, des contenus interactifs d'apprentissage dans des contextes scolaires, des recherches actuelles montrent une plus-value de ces objets aussi dans des domaines d'application tels que la santé ou la formation dans le secteur industriel.

Dans le domaine de la santé nombreuses recherches se sont intéressées à la conception et la classification des jeux qui se veulent de nature « jeu utile »<sup>121</sup> (Alvarez & Djaouti, 2008). Une distinction est cependant à faire entre jeu utile pour la santé et jeu thérapeutique<sup>122</sup>. Nous retenons que les environnements immersifs sont développés aussi bien pour compléter des traitements des patients visant des fonctions par exemple, cognitives et motrices. Comme le souligne Feng (2008) les jeux thérapeutiques visant les facultés cognitives peuvent entraîner non seulement l'attention et la mémoire mais aussi l'orientation dans l'espace. Des applications immersives 3D ont été développées par exemple pour contribuer à l'amélioration des fonctions cognitives chez des seniors souffrant de la maladie d'Alzheimer (Mader, 2015).

Si ce domaine d'application du numérique peut contribuer aux avancées de la recherche dans le domaine de la santé, notons aussi que des travaux récents avaient interrogé le potentiel des mondes virtuels sur le comportement social des enfants autistes (Wolf, 2008 ; Cheng, Chiang & al., 2010). En effet, dans une même perspective, nous envisageons d'explorer des pistes de recherche-développement dans une visée interdisciplinaire ayant pour objet l'étude de l'impact des objets immersifs 3D éducatifs sur le développement des comportements en groupe (Passerino & Costi Santarosa, 2008) et la reconnaissance des expressions faciales chez des jeunes autistes et auprès d'enfants présentant des troubles d'attention.

---

<sup>121</sup> Mader Stéphanie dans sa thèse, propose une définition de jeu utile à partir d'une synthèse des travaux : un jeu ayant une utilité au-delà du divertissement et dont l'utilité est voulue par le concepteur (Mader, 2015, p. 74).

<sup>122</sup> Jeu thérapeutique : un dispositif interactif et ludique qui, en interaction avec un patient produit une expérience de jeu et un effet thérapeutique attendu, direct et mesurable sur la condition médicale du patient. Cet effet peut être de soigner, soulager ou améliorer la condition médicale du patient (Mader S., 2015 à partir du McGraw-Hill Concise Dictionary Modern Medicine).



## Références bibliographiques

- Akrich M (1998). Les utilisateurs, acteurs de l'innovation, *Education permanente*, n° 134.
- Akrich M (1987). Comment décrire les objets techniques ?, *Techniques et cultures*, n° 9, janvier-juin, pp. 49-64.
- Akrich M, Callon M, Latour B., *Sociologie de la traduction – Textes fondateurs*, Paris, Presses de l'École des Mines, 2006, 303 p.
- Albero B., Thibault F. (2009). La recherche scientifique en sciences humaines et sociales sur les technologies en éducation, *Revue Française de Pédagogie*, 169, p. 53-66.
- Albero B. (2010) Penser le rapport entre formation et objets techniques, Leclercq G., Varga R. Eds, Dispositifs de formation et environnements numériques : enjeux pédagogiques et contraintes informatiques, Paris, Hermès-Lavoisier.
- Albero B (2010). Une approche sociotechnique des environnements de formation. Rationalités, modèles et principes d'action. *Education et didactique*, Vol 4, nr. 1.
- Allaire, S. (2006). *Les affordances siconumériques d'un environnement d'apprentissage hybride en soutien à des stagiaires en enseignement secondaire de l'analyse réflexive à la co-élaboration de connaissances*, thèse, Université de Laval, Québec.
- Alvarez J., Djaouti D. (2008). Une taxinomie des Serious Games dédiés au secteur de la santé, SEE, *Revue REE* N°11, Décembre 2008, p. 91-102, 2008.
- Angué, K. (2009). Role et place de l'abduction dans la création des connaissances et dans la méthode scientifique peircienne, *Recherches qualitatives*, vol 28/2, p. 65-94.
- Antle A., Corness G., Droumeva M. (2009), What the body knows : Exploring the benefits of embodied metaphors in hybrid physical digital environments, *Interacting with Computers*, 21/2009, p. 66-75
- Ardoino J., de Peretti A. (1998). *Penser l'hétérogène*, Paris Desclée Brouwer.
- Assude T., Bessieres D., Combrouze D. & Loisy C. (2010). Conditions des genèses d'usage des technologies numériques dans l'éducation, in *Revue STICEF*, vol. 17, ISSN : 1764-7223
- Audran J. (2005). *Ethnologie et conception des sites web scolaires*, Ed. Hermes-Lavoisier, Paris, 219 p.
- Audran J. (2010). *Dispositifs et situations : Contribution à l'étude anthropologique et communicationnelle des environnements d'apprentissage en ligne dans l'Enseignement supérieur*, Habilitation à Diriger de Recherches, Université Paris Descartes, 2010, 200 pages, 2010.
- Audran, J., & Garcin, C. (2011). Apprendre en ligne, une question de participation ? *Recherche et formation* 68, 63-78.
- Avci, U., & Askar, P. (2012). The Comparison of the Opinions of the University Students on the Usage of Blog and Wiki for Their Courses. *Educational Technology & Society*, 15 (2), 194–205.
- Avenier, M.-J. (2011). Les paradigmes épistémologiques constructivistes: post-modernisme ou pragmatisme? *Management et avenir*, 43(3), 372-391.
- Avenier M. J., Thomas C. (2011). Mixer quali et quanti pour quoi faire ? Méthodologie sans épistémologie n'est que ruine de réflexion, *Cahier de recherches*, nr 2011 – 06 E4.
- Bachelard G. (1931-1932), *Nouménalité et microphysique*, Recherches philosophiques, I, 1931-1932, p. 55-65, Repris dans *Etudes* (1970), Paris Vrin 2002, p. 11-22
- Bachelard G. (1949). *Le rationalisme appliqué*, vol. 1, PUF, p. 215.

- Bachelard G. (1965). *La formation de l'esprit scientifique*, Paris Vrin, Collection Bibliothèque des textes philosophiques.
- Bachelard G. (1991). *Le nouvel esprit scientifique* (1934), Paris PUF « Quadrige »
- Bar M. (2004). Visual objects in context. *Nature Reviews: Neuroscience*, 5, 617-629.
- Bar M. (2007). The proactive brain : using analogies and associations to generate predictions, *Trends in cognitive sciences*, vol 11/7
- Baron G-L (2013). La recherche francophone sur les « technologies » en éducation : Réflexions rétrospectives et prospectives, *Revue STICEF*, Volume 20, ISSN : 1764-7223
- Baron, G.-L. (2011). Préface. Dans F. Poyet et C. Develotte (dir.). *L'Éducation à l'heure du numérique. État des lieux, enjeux et perspectives* (p. 5-7). Lyon : ENS-INRP.
- Barrau A. (2016). *De la vérité dans les sciences*, Paris Dunod, p. 94.
- Barsalou L. W, Santos A., Simmons W. K. & C. D. Wilson (2008) *Language and simulation in conceptual processing*. In: *Symbols, embodiment, and meaning*, ed. M. De Vega , A. M. Glenberg & A. C. Graesser , pp. 245–83. Oxford University Press.
- Battalio J. (2009). Success in Distance Education: Do Learning Styles and Multiple Formats Matter?, *The American Journal of Distance Education*, 23: 71–87,
- Beauchamp G. (2011). Interactivity and ICT in the primary school: categories of learner interactions with and without ICT, *Technology, Pedagogy and Education*, 20/2, 175-190.
- Beauchamp, G. & Kennewell, S. (2010). Interactivity in the Classroom and Its Impact on Learning. *Computers & Education*, 54(3), 759-766.
- Beauchamp G. (2004). Teacher use of the interactive whiteboard in primary schools: towards an effective transition framework, *Technology, Pedagogy and Education*, 13(3), 327–348.
- Beyaert–Geslin A. (2009). *Formes de tables, formes de vie. Réflexions sémiotiques pour vivre ensemble*, MEI : Méditation Et Information, nr. 30-31, Paris l'Harmattan, p. 99-110.
- Berger H., Eylon Bat-Sheva & Bagno E. (2008). Professional development of physics teachers in an evidence-based blended learning program, *Journal of Science Education Technology*, 17.
- Betrancourt M. (2007). *L'ergonomie des TICE, quelles recherches pour quels usages sur le terrain ?*, dans Charlier B., Peraya D. (Eds) *Regards croisés sur la recherche en technologie de l'éducation*, De Boeck, Bruxelles, 2007.
- Borghi A-M., Flumini A., Natraj N. & Weaton L. A. (2012). One hand, two objects: emergence of affordance in contexts, *Brain Cognition*, 80(1), pp. 64-73.
- Brill B. (2002). Apprentissage et contexte, *Intellectica*, 2/35, pp. 251-268.
- Brousseau G. (1998). *Théorie des situations didactiques*, Grenoble : La Pensée Sauvage éditions.
- Bruillard E. (2011). Le déploiement des ENT dans l'enseignement secondaire : entre acteurs multiples, dénis et illusions. *Revue française de pédagogie*, nr. 177, p. 101-130.
- Bruillard E., Komis V., Laferrière T. (2013). TIC et apprentissage des sciences : promesses et usages, *revue RDST*, 6.
- Bub D.N., Masson M. E. J., Cree G. S (2008). Evocation of functional and volumetric gestual knowledge by objects and words, *Cognition*, nr. 106, p. 27-58.
- Buxbaum, L. J., & Kalénine, S. (2010). Action knowledge, visuomotor activation, and embodiment in the two action systems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1191(1), 201-218.

- Caligiore D., Borghi A.M., Parisi D., Baldassarre G. (2010). TRoPICALS: a computational embodied neuroscience model of compatibility effects. *Psychological Review*, 117:1188–1228.
- Caron P-A. & Varga R. (2009). Artefacts malléables et perméables pour mener des activités pédagogiques : l'usager acteur et créateur de son dispositif numérique, *Distances et savoirs*, 7/2009.
- Changeux JP, Ricoeur P. (1998). *La nature et la règle, ce qui nous fait penser*, Ed. Odile Jacob
- Charlot B., Bautier E., Rochex J-Y. (1992). *Ecole et savoir dans les banlieues ... et ailleurs*, Paris A. Colin
- Chateau D. (1990) L'effet Zapping. *Communications (Télévisions, mutations)*, 5, 145-57
- Cheon J., Lee S., Crooks S. M. & Song J. (2012). An investigation of mobile learning readiness in higher education based on the theory of planned behavior, *Computer & Education*, 59, Elsevier.
- Chen R.J. (2010). Investigating models for preservice teachers' use of technology to support student-centered learning. *Computers Education*, nr 55
- Cheng Y., Chiang H-C., Ye J., Cheng Li-H. (2010). Enhancing empathy instruction using a collaborative virtual learning environment for children with autistic spectrum conditions, *Computers & Education*, 53.
- Chou C. (2003). Interactivity and interactive functions in web-based learning system, : a technical framework for designers, *British Journal of Educational Technology*, 34/3.
- Chow M. Herold D. K., Choo Tat-M. & Chan K. (2012). Extending the technology acceptance model to explore the intention to use Second Life for enhancing healthcare education, *Computers & Education*, 59, Elsevier.
- Cohen D. J. et Crabtree B. (2008). Evaluative Criteria for Qualitative Research in Health Care: Controversies and Recommendations, *Annals for Family Medicine*, 6(4).
- Collard AS., Fastrez p., Brouwers A. (2012). Convivialité et métaphore dans les interfaces de systèmes interactifs, *Interfaces numériques*, vol. 1, nr. 3.
- Conole G., Galley R. & Culver J. (2011). Frameworks for understanding the nature of interactions, networking and community in a social networking site for Academic Practice, *The International review of research in open and distance learning*, 12(3).
- Connan P-Y. & Emprin F. (2011). Le porfolio numérique : quelle évolutions des usages et des représentations chez les formateurs d'enseignants ?, in *Sciences et Technologies de l'Information et de la communication pour l'éducation et la formation*, Vol. 18, ISSN : 1764-7223
- Costantini,M., Ambrozini E. Sinigaglia C., Gallese V. (2011). Tool-use observation makes far objects ready-to-hand. *Neuropsychologia*, 2011.
- Crahay M. (2010). *Qualitatif-Quantitatif : des enjeux méthodologiques convergents ?* in *L'analyse qualitative en éducation*, Paquay, Crahay & De Ketele Eds. (2006), Bruxelles De Boeck & Larcier.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research* (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). *Advanced mixed methods research designs*. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 209-240). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cross N. (1999). Design research: a disciplined conversation. *Design issues*, 15(5).
- Crombie A C. (1962). *Robert Grosseteste and the Origin of Experimental Science*, Oxford, Clarendon Press.

- Davies R S., Howell S L., Petrie J. A. (2010). A Review of Trends in Distance Education Scholarship at Research Universities in North America, 1998-2007, *International review of research in open and distributed learning*, Vol 11/3, Athabasca University.
- De Fornel, M. (1992). Alors tu me vois ? Objet technique et cadre interactionnel dans la pratique visiophonique, *Culture technique*, n° 24.
- De Ketele J-M. & Maroy Ch. (2010). *Quels critères de qualité pour les recherches en éducation ?* in Paquay L., Crahay M., De Ketele J-M. (Eds). *L'analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherches aux critères de qualité* (2006), de Boeck.
- Delozanne E. (2006), Interfaces en EIAH , in M. Grandbastien, J.-M. Labat (eds.), *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, chapitre 10, Hermes-Lavoisier, 223-244.
- De Meur G., Rihoux B. (2002). *L'analyse quali-quantitative comparée. Approches, techniques et applications en sciences humaines*. Louvain-la-Neuve ; Bruyant-Academia.
- Denzin, N. K. (1978). *Sociological methods: A source book* (2<sup>nd</sup> ed.). New York : Mac Graw Hill
- Denzin N. K., Lincoln Y. S. (2000). *Handbook of Qualitative Research*, second edition, London, New Delhi, Thousand Oaks : Sage Publications.
- Desbois D. (2008). Analyse de correspondances multiples : introduction à l'analyse d'homogénéité, *Revue Modulad*, nr. 38.
- De Souza C.S. (2005). Semiotic engineering: bringing designers and users together at interaction time. *Interacting with Computers*, 17 (3) p. 317-341
- DfEE (1998b). *The National Litteracy strategy*, Report, London.
- Drapeau M. (2004). Les critères de scientificité en recherche qualitative. *Pratiques psychologiques* 2004;10:79-86
- Dretske F. (1988). *Explaining behavior. Reasons in a World of Causes*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- Dugas R. (1954). *La mécanique au XVIIe siècle*, Neuchâtel, Griffon.
- Duhem A. (1914). *Le système du Monde*, tome VII, Eds. Hermann, Paris.
- Dupriez V. (2010). *Quelle généralisation à partir d'une théorie locale ? Discussion méthodologique de la recherche de M. Verhoeven*, in Paquay L., Crahay M., De Ketele J-M. (Eds), *L'analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherches aux critères de qualité* (), de Boeck-Larcier.
- Eco U. (1988). *Le signe, histoire et analyse d'un concept*, Eds. Labor, Bruxelles.
- Eco U. (1970). Sémiologie des messages visuels, in *Communications*, nr. 15, Analyse des images, pp. 11-51.
- Eco U. (2007). *La soglia e l'infinito*, in Paolucci C. (Ed) *Studi di semiotica interpretativa*, p. 145-176, Milano.
- Edmunds R., Thorpe M. & Conole G. (2012). Students attitudes towards and use of ICT in course study, work and social activity: A technology acceptance model approach, *British Journal of Educational Technology*, 43(1).
- Eneau J. (2016). *Formation d'adultes et dispositifs hybrides : comment « faire confiance à distance » ?* In S. Agulhon, F. Guarnieri, S. Perseil, & Y. Pesqueux (dir.). *La confiance en questions* (pp. 143-164). Paris : L'Harmattan (collection Perspectives organisationnelles).
- Erixon P.-O. (2010). School subject paradigms and teaching practice in lower secondary Swedish schools influenced by ICT and media. *Computer & Education*, 54, p. 1212-1221.

- d’Espagnat B. (1994). *A la recherche du réel. Le réel voilé : analyse des concepts quantiques*, Ed Fayard, Paris.
- Espinoza M. (1987). *Essai sur l’intelligibilité de la nature*, Ed. Universitaires du Sud.
- Feng J., & Spence, I. (2008). Video Games Change your Brain. In *Proceedings of Meaningful Play 2008*, Michigan, USA.
- Fisette J. (1997). Signe iconique, signe visuel. *Médiation et Information*, 6, 2939.
- Friedman K (2003). Theory construction in design research: criteria, approaches and methods. *Design Studies*. 24, 507-522.
- Gallese V. (2000) The inner sense of action: agency and motor representations. *Journal of Consciousness Studies*, 7; p. 23-40
- Gaver W. (1991). Technology affordances, in *Computer Human Interaction, New Orleans*.
- Genevois S., Poyet F. (2010). Espaces numériques de travail (ENT) et « école étendue. *Distances et savoirs*, 4/2010 (Vol. 8), p. 565-583.
- Gentilucci, M., Fogassi, L., Luppino, G., Matelli, M., Camarda, R., & Rizzolatti, G. (1988). Functional organization of inferior area 6 in the macaque monkey: I. Somatotopy and the control of proximal movements. *Experimental Brain Research*, 71, 475–490
- Gibson J.J.(1979). *The Ecological Approach to Visual Perception*, Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- Gibson, E.J., Adolph K. E. et Eppler M. A. (1999). *Affordances, MIT encyclopedia of the cognitive sciences*. Cambridge, MA, MIT Press, pp. 4-6
- Gibson, E. (2000). Where is the information for affordances ? *Ecological Psychology*, 12, 53-56.
- Goldman A. (1972). Reviewed work: A theory of human action, in *The Journal of Philosophy*, vol. 69, nr.9.
- Guichon N. (2012). L’apprentissage des langues médiatisé par les technologies (ALMT) – Etude d’un domaine de recherche émergent à travers les publications de la revue *Alsic*, in *Alsic*, 15(3).
- Granger G.G. (1995). *Le Probable, le Possible et le Virtuel. Essai sur le rôle du non-actuel dans la pensée objective*, Paris, Odile Jacob.
- Greene, J. C, & McClintock, C. (1985). Triangulation in evaluation: Design and analysis issues. *Evaluation Review*, 9, 523-545.
- Greene, J. C., Caracelli, V. J., & Graham, W. F. (1989). Toward a conceptual framework for mixed-method evaluation designs. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 11(3), 255-274.
- Greimas, J. (1966). *Sémantique structurale*. Paris, Larousse.
- Habermas J. (1979). *Connaissance et intérêt*, Paris Ed. Gallimard, p. 383
- Heft, H. (2003). Affordances, dynamic experience and the challenge of reification. *Ecological psychology*, 15/2.
- Heisenberg W. (1942/1998) *Philosophie, Le Manuscrit de 1942*, Paris Seuil.
- Hempel C. (1985). *Eléments d’épistémologie*, Ed. Armand Colin, Paris, p. 184.
- Higgins, S., Beauchamp, G. & Miller, D. (2007). Reviewing the Literature on Interactive Whiteboards. *Learning, Media and Technology*, 32 (3), 213 – 225

- Hillier E., Beauchamp G. et Whyte S. (2013). A study of self-efficacy in the use of interactive whiteboards accros educational settings: a European perspective from the iTILT project, *Educational Future, e-journal of the British Education Study Association*, 5(2).
- Hofstetter R., Schneuwly B. (1998). *Le pari des sciences de l'éducation*, Paris Bruxelles: De Boeck & Larcier, collection Raisons éducatives.
- Hostetler K (2005). What is "googd" education research ?, *Educational Researcher*, vol.34, nr 6.
- Howe K. R. (2011). Positivist Dogmas, Rhetoric, and the Education Science Question. *Educational Researcher*. 38(6), 428-440.
- Hsu Y.-C., Ho, H. N. J., Tsai, C.-C., Hwang, G.-J., Chu, H.-C., Wang, C.-Y., & Chen, N.-S. (2012). Research Trends in Technology-based Learning from 2000 to 2009: A content Analysis of Publications in Selected Journals. *Educational Technology & Society*, 15 (2), 354–370.
- Huang Y-M., Huang, T.-C., & Hsieh, M.-Y. (2008). Using annotation services in a ubiquitous Jigsaw cooperative learning environment. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(2),3-15
- Husserl E. (1961). *Recherches pour la phénoménologie et la théorie de la connaissance*. Paris : PUF.
- Hwang G. J., Chiu, L. Y., & Chen, C. H (2015). A contextual game-based learning approach to improving students' inquiry-based learning performance in social studies courses. *Computers & Education*, 81, 13–25
- Hwang W-Y., Hu S-S. (2013). Analysis of peer learning behaviors using multiple representations in virtual reality and their impacts on geometry problem solving, *Computers & Education*, 62, p. 308-319, Elsevier.
- Hwang, G. J., Tsai, C. C., & Yang, S. J. H. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Educational Technology & Society*, 11(2), 81-91.
- Iacoboni M., Molnar L., Gallese V., Buccino G., Mazziotta JC., Rizzolatti G. (2005). Grasping the intention of others x-with one's own mirror neuron system, *PLoS Biology*, 3, p. 529-535.
- Iacoboni M, Koski LM, Brass M, Bekkering H, Woods RP, Dubeau MC, et al. (2001). Reafferent copies of imitated actions in the right superior temporal cortex. *Proceedings National Academic Science USA*, 98:13995–9
- Iacoboni M, Woods RP, Brass M, Bekkering H, Mazziotta JC, Rizzolatti G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation, *Science*, 286(5449).
- Jackendoff R. (2006). *The peculiar logic of value*, *Journal of cognition and culture*, Brill Academic Publisher.
- Jacquinet G. (1993). La communication éducative médiatisée : de l'âge de pierre à l'âge de bronze », *Études de communication* [en ligne], 14.
- Jax S.A, Buxbaum L. J. (2010). Response interference between functional and structural actions linked to the same familiar object. *Cognition*, 115(2):350–355
- Jedekog G.(2005). *Ch@nging school: implementation of ICT in Swedish school, campaigns and experiences 1984-2004*. Uppsala: Uppsala universitet.
- Jewitt C., Moss G. et Cardini A. (2007). Pace, interactivity and multimodality in teachers' design of texts for interactive whiteboards in the secondary school classroom. *Learning, Media and Technology*, 32(3), 303–317.
- Jick T D (1983) *Mixing Qualitative and Quantitative Methods: Triangulation in Action*. In *Qualitative Methodology* (Van Maanen J Ed.), pp.135-148, Sage Publications, Beverly Hills, CA

- Johnson, R. B. & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed-methods research: a research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26.
- Joshua S. *Le concept de contrat didactique et l'approche vygotkienne*. In C. Raisky & M. Caillot (Éd.), *Au-delà des didactiques, le didactique*. Bruxelles : De Boeck Université, 1996.
- Jouët J. (2000). Retour critique sur la sociologie des usages. *Réseaux*, vol 18, nr 100, Communiquer à l'ère des réseaux. pp. 487-521
- Kay R.H. (2006). Evaluating strategies used to incorporate technology into preservice education: A review of the literature. *Journal of Research on Technology in Education*, 38(4), 383-408.
- Kennewell, S. & Beauchamp G. (2007). The features of interactive whiteboards and their influence on learning, in *Learning , Media and Technology*, 32/3.
- Kennewell S., Morgan A. (2006). Factors influencing learning through play in ICT settings, *Computers and Education*, 46(3), 256-279.
- Klatzky R.L, McCloskey B, Doherty S, Pellegrino J., Smith T. (1987). Knowledge about hand shaping and knowledge about objects, *Journal of Motor Behavior*, nr. 19, p. 187-203.
- Kohler W. (1938). *The Place of Value in a World of Facts*, London, Kegan Paul.
- Koffka K. (1935). *Principles of Gestalt Psychology*, New York, Hartcourt.
- Koyré A. (1973). *Etudes d'histoire de la pensée scientifique*, Bibliothèque des Idées, Eds. Gallimard, Paris.
- Koyré A. (1965). *Newtonian studies*, Eds. Chapman & Hall, London.
- Koski L, Iacoboni M, Dubeau MC, et al. (2003). Modulation of cortical activity during different imitative behaviors. *Journal of Neurophysiology*, 89:460–71
- Krefting L. (1991). Rigor in Qualitative Research: The Assessment of Trustworthiness. *The American Journal of Occupational Therapy*, 45(3), 214-222.
- Kuhn Th. (1983). *La structure des révolutions scientifiques*, Ed. Champs Flammarion Paris, p. 237.
- Kytta M. (2003). *Children in outdoor contexts: Affordances and Independent mobility of environmental child friendliness*, Academic Dissertation, Université de technologie de Helsinki, Finland.
- Latour B. (1991). *Nous n'avons jamais été modernes*, Paris, La Découverte.
- Lakoff G., Johnson M. (1985). *Les métaphores dans la vie quotidienne*, Editions de Minuit, Paris.
- Lebart L., Fénélon J-P. (1973). *Analyse des correspondances*, Lebart L. et J-P. Fénélon Coord. Statistique et informatique appliquée, 2<sup>ème</sup> Ed. Paris Dunod.
- Leontiev A-N (1984). *Activité, conscience, personnalité*, Moscou, Edition du progrès.
- Leonova, T. (2004). L'approche écologique de la cognition sociale et son impact sur la conception des traits de personnalité. *L'année psychologique*, vol. 104, n°2, 249-294.
- Leutenegger F, Saada-Robert M. (2002). *Expliquer et comprendre en Sciences de l'Éducation*, Bruxelles, De Boeck
- Levy-Strauss C. (1962). *La pensée sauvage*, Ed. Plon, Paris.
- Lewin K. *A Dynamic Theory of Personality*, Selected Papers of Kurt Lewin (1931-1935), New-York, McGraw-Hill Book Company, 1935.

- Lewin C., Somekh B. et Steadman S. (2008). Embedding interactives whiteboard in teaching and learning: the process of change in pedagogical practice. *Education and Information Technologies*, 13/4, 291-303.
- Linard M. (2004). La relation entre praticiens et chercheurs en Sciences de l'éducation, *Eduquer*, 8/2004, mis en ligne le 13 octobre 2008.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills : Sage Publications.
- Lupasco, S. (1979). *L'Univers psychique*, Paris Eds. Denoël/Gonthier, p. 94-95.
- Mach E. (1905) *La connaissance et l'erreur*, Ed. Flammarion Paris.
- Mader S. (2015). Le « game design » de jeux thérapeutiques : modèles et méthodes pour la conception du gameplay, thèse de doctorat, Paris CNAM.
- Mallein , P. & Toussaint Y. (1994). L'intégration sociale des TIC : une sociologie des usages, *Technologie de l'information et société*.
- Manny-Ikan E., Dagan O., Tikochinski T. B. et Zorman R. (2011). Using the Interactive White Board in Teaching and Learning – An Evaluation of the SMART CLASSROOM Pilot Project, *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, vol. 7, pp. 250-273.
- Margaryan A., Littlejohn A. & Vojt G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies, *Computers & Education*, 56, Elsevier.
- Marquet P. (2011). *e-Learning et conflit instrumental*, *Recherche et formation*, 68, p.31-46.
- Martin-Blas T. & Serrano-Fernandez A. (2009). The role of new technologies in the learning process: Moodle as a teaching tool in Physics, *Computers & Education*, 52, Elsevier.
- McBrien, J. L. & Jones Ph. (2009). Virtual spaces : Employing a synchronous online classroom to facilitate student engagement in online learning, *The International Review of research in open and distance learning*, 10(3).
- Merleau Ponty M. (1945). *Phénoménologie de la perception*, Ed. Gallimard Paris
- Metta G., Sandini G., Natale L., Craighero L., Fadiga L (2006). Understanding mirror neurons: a bio-robotic approach, *Interaction Studies*. Volume 7 Issue 2.
- Miles M. B. et Huberman A. M (2003). *Analyse des données qualitatives*. Paris-Bruxelles: Editions De Boeck.
- Millerand, F. (2002) *La dimension cognitive de l'appropriation des artefacts communicationnels*. In F. Jauréguiberry & S.Proulx (Eds), *Internet : nouvel espace citoyen*, Paris, L'Harmattan, 2002, pp. 181-203.
- Mialaret G. (2010). *Le nouvel esprit scientifique et les sciences de l'éducation*. Paris: PUF, 2010, 186 pages
- Le Moigne JL (1990). *Les épistémologies constructivistes*, Que sais-je, nr. 2969, PUF
- Le Moigne JL (2007). *Les épistémologies constructivistes* (1995), Paris PUF.
- Morgani S. (2009). Montages signifiants : les icônes d'Apple iPhone entre texte et image. Signes, Discours, nr. 2 in *Identités visuelles*.
- Morgani S. (2011) Repenser la notion d'affordance dans ses dynamiques sémiotiques, *Intellectica*, 1/55, p. 241-267.
- Morin E. (1991). *La méthode 4. Les idées : leur habitat, leur vie, leurs mœurs, leur organisation*, Ed Seuil Paris, p. 264.
- Nicolescu B. (2009). *Qu'est ce que la réalité ?*, Ed. Liber Canada, ISBN 10: 2895781915

- Niveleau Ch. E. (2006). Le concept gibsonien d'affordance: entre filiation, rupture et reconstruction conceptuelle: *Intellectica*, 43, 159-199
- Nogry S, Decortis F, Sort C. et Heurtier S. (2013). Apports de la théorie instrumentale à l'étude des usages et de l'appropriation des artefacts mobiles tactiles à l'école, *Revue STICEF*, Volume 20.
- Norman D. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. New York : Basic Books.
- Norman D. (1993). *Les artefacts cognitifs. Raisons Pratiques*, 4, 15-34, in J. M. Carroll (Ed.). (1991), *Designing Interaction* (pp. 17-38). Cambridge : Cambridge University Press.
- Norman D. (1998) *The Invisible Computer*, Cambridge (Mass.) : MIT Press
- Norman, D. (2004). *Emotional Design Why we love (or hate) everyday things*, New York : Basic Books
- Norman D. (2007). *The design of nature things*. New-york : Basic Books.
- Pacurar E., Jost S et Prignot P. (2015). *Perception de l'autoévaluation dans la relation enfant-matrice narrative numérique : affordance en contexte*, Colloque scientifique Conditions enseignantes et pratiques éducatives : enjeux et perspectives, ENS Lyon, janvier 2015.
- Paquay L., Crahay, M., De Ketele J.-M. (2010). *L'analyse qualitative en éducation. Des pratiques de recherche aux critères de qualité* (2006), Collection Pédagogies en développement, Bruxelles, De Boeck-Larcier, 1<sup>è</sup> édition, 280 p.
- Paquay L. (2006). *Au-delà des cloisonnements entre divers types de recherche, quels critères de qualité ?* in *L'analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherches aux critères de qualité*, (2006), Collection Pédagogies en développement, Bruxelles, De Boeck et Larcier, 1<sup>è</sup> édition, 280 p.
- Paquelin D. (2004). Le tutorat accompagnement de l'actualisation du dispositif, *Distances et Savoirs*, vol. 2, CNED Paris Lavoisier, p.159.
- Palmer S. E. (1975). The effects of contextual scenes on the identification of objects. *Memory Cognition* 3, 519–526
- Passerino L M., Costi Santarosa L. M. (2008). Autism and digital learning environments : Processes of interaction and mediation, *Computers & Education*, 51, 385-402.
- Peirce, C.S. (1958/1966). *The Collected Papers of C.S. Peirce*. Volumes 1 à 6 édités par Ch. Harthorne et P. Weiss. Volumes 7 et 8 édités par A. Burks. Cambridge, MA : Harvard University Press
- Peirce C. S. (1978) *Écrits sur le signe*, rassemblés, traduits et commentés par Gérard Deledalle, Paris, Seuil.
- Pellicano A., Thill S., Ziemke T., Binkovski F. (2011). Affordances, adaptive tool use and grounded cognition. *Frontal Psychology*. 2/53.
- Pellicano A, Iani C, Rubichi S, Ricciardelli P, Borghi AM, Nicoletti R. (2010). Real life motor training modifies spatial performance. *American Journal Psychology*, 123(2):169–179
- Peraya D. & Peltier C. (2012). Une année d'immersion dans un dispositif de formation aux technologies : prise de consciences du potentiel éducatif des TICE, intention d'action et changement de pratique, in *Revue Internationale en Technologies pour la Pédagogie Universitaire* (RITPU), 9(1-2), p. 111-134.
- Peraya, D. , Rickenmann, R. (1998). New perspectives for Media Education. Theory and Practice. *Educational Media International*, 35(2), 125-132.
- Peraya D. (1998) Théories de la communication et technologies de l'information et de la communication : un apport réciproque, *Revue européenne des sciences sociales*, Vol. 36 n°111, 171-188.

- Perriault J. (1989). *La logique de l'usage. Essai sur les machines à communiquer*, Paris, Flammarion, p.14.
- Piaget J. (1970). *Psychologie et Epistémologie. Pour une théorie de la connaissance*, Paris, Ed. Denoel-Gonthier, p. 187.
- Piaget J. (1967). *Logique et connaissance scientifique*, Paris : Gallimard
- Pourtois J-P., Desmet H. & Lahaye W. (2010). *Quelle complémentarité entre les approches qualitatives et quantitatives dans les recherches en sciences humaines ? – Discussion méthodologique de la recherche de I. Roskam et C. Vandenplas-Holper*, in Paquay L., Crahay M., De Ketele J-M. (Eds). *L'analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherches aux critères de qualité* (2006), de Boeck.
- Prigogine I., Stengers I (1986/2012). *La nouvelle alliance. Métamorphose de la science*, Paris Ed. Gallimard, p. 439.
- Proulx S. (2005). *Penser les usages des technologies de l'information et de la communication aujourd'hui : enjeux, modèles, tendance*. In Lise Vieire et N. Pinède, eds. *Enjeux et usages de TIC : aspects sociaux et culturels*, Tome 1, PUB.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies, une approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin, Paris.
- Raffaghelli J.E., Cucchiara S, Persico D. (2015). Methodological approaches in MOOC research: Retracing the myth of Proteus. *British Journal of Educational Technology*, 46 (3), pp.488-509.
- Rastier, F. (1987) *Sémantique interprétative*, Paris : PUF
- Raudaskoski, S. (2003). The affordances of mobile application, *Proceeding of the workshop on technology interaction and workplace studies*, Tampere.
- Rinaudo, J.-L. (2015). *Médiation numérique en éducation. Distances et médiations des savoirs*, 12. Mis en ligne le 17 décembre 2015
- Reed, E. & Bril B. (1996). *The primacy of action in development*. A commentary of N. Bernstein. Dans M. Latash & M. Turvey (Eds.) *Dexterity and its development* (pp. 431-451). Hillsdale, NJ: Erlbaum Associates.
- Ricœur P. (1986). *Du texte à l'action. Essais d'herméneutique II*, Paris, Seuil
- Ricœur P. (2000). *La mémoire, l'histoire, l'oubli*, Paris, Seuil
- Rinaudo, J-L. (2011). De la toute-puissance à la contenance. Présence-absence des formateurs sur des forums didactiques, in Elke Nissen, Françoise Poyet, Thierry Soubrié (dir.), *Interagir et apprendre en ligne*, Grenoble : Ellug, pp. 209-221.
- Rinaudo J-L. (2015) *Médiation numérique en éducation, Distances et médiations des savoirs* [en ligne], 12
- Rizzolatti G, Craighero L. (2004). *The mirror-neuron system*. *Annals Review Neuroscience*, 27:169–92
- Rizzolatti G., Sinigaglia C. (2011). *Les neurones miroir*, Paris Ed. Odile Jacob.
- Roskam I., Vandenplas–Holper Ch. (2006). *Une recherche collaborative avec les services d'aide précoce à partir de données qualitatives et quantitatives*, in *L'analyse qualitative en éducation*, Eds. Paquay, Crahay & De Ketele, Bruxelles De Boeck & Larcier.
- Sahin E., Erdogan S. T. (2009). Towards linking affordances with mirror/canonical neurons, in *International Symposium on Computer and Information Sciences* (Guzelyurt), p. 397–404
- Saleh I., Hachour, H. (2012). Le numérique comme catalyseur épistémologique. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, 1(1).

Sanchez E., Emin-Martinez V., Mandran N. (2015) Jeu-game, jeu-play, vers une modélisation du jeu. Une étude empirique à partir des traces numériques d'interaction du jeu Tamagocours, *Revue STICEF*, Volume 22, ISSN : 1764-7223

Sang G., Valcke M., Van Braak J., Tondeur J. (2010). Student teachers' thinking processes and ICT integration: Predictors of prospective teaching behaviors with educational technology. *Computers Education*, nr 54.

Schneeweile M. (2012). Implantation d'un E.N.T. dans l'enseignement secondaire, analyse et modélisation des usages : le cas lorrain. Thèse de doctorat, Université de Lorraine.

Shaffer D.W. (2006). Epistemic frames for epistemic games. *Computers and Education*, 46(3), p. 223-234.

Shroff R., Deneen Ch. C. & Ng E. M.W. (2011). Analysis of the technology acceptance model in examining students behavioral intention to use an e-Portfolio system, *Australasian Journal of Educational Technology*, 27/4.

Simondon G. (2012), *Du mode d'existence des objets techniques*, Paris, Aubier, coll. Philosophie.

Simondon G. (1965/2014) *Cours sur la perception*, Ed. Paris PUF.

Simonian S., Audran J. (2012). Approche anthropo-écologique du non-usage, *Recherches & éducations*, 6/2012, p. 161-177, 2012.

Simonian S. (2014). *Affordance socioculturelle: une approche éco-anthropocentrée des objets techniques*, HDR, Université de Rennes 2..

Sorebo O., Halvari H., Flaata Gulli V. & Kristiansen R. (2009). The role of self –determination theory in explaining teachers 'motivation to continue to use elearning technology, *Computers & Education*, 53, Elsevier.

Stengers I. (1993). *L'invention des sciences modernes*, Paris La Découverte, p. 207

St.Pierre, E.A. (2006). Scientifically based research in education: Epistemology and ethics. *Adult Education Quarterly*, 56(4), 239-266.

St.Pierre, E. A. (1997). Methodology in the fold and the irruption of transgressive data. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 10(2), 175-189.

Sutherland R., Armstrong V., Barnes S., Brawn R., Breeze N., Gall M., Matthewan S., Olivero F., Wishart J., John P. (2004). Transforming teaching and learning: Embedding IC Tinto everyday classroom practices. *Journal of Computer Assisted Learning*, 20, 413–425.

Sweeney T. (2013). Understanding the use of interactive whiteboards in primary science, in *Australian Journal of Educational Technology*, 29/2

Tao, Y. H., Cheng, Ch-J; Sun, S-Y. (2012). Alignment of Teacher and Student Perceptions on the Continued Use of Business Simulation Games. *Educational Technology & Society*, v15 n3 p177-189

Tardy M. (1984). *Considérations épistémologiques*, Strasbourg CRDP

Tchounikine, P. (2011). *Computer science and educational software design A resource for multidisciplinary work in technology enhanced learning*, New York, NY Springer

Tchounikine, P. (2016). Designing for Appropriation: A Theoretical Account. *Human-Computer Interaction*, DOI:10.1080/07370024.2016.1203263.

- Teddlie C. et Tashakkori A. (2010). Putting the human Back in “Human research methodology”: the researcher in mixed-method research, In Tashakkori A., Teddlie C Eds. Sage handbook of mixed-method in social and behavioral research (2nd edition, p. 893), Thousand Oaks. CA SAGE.
- Teddlie, Ch. & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in Schools*, 13 (1), 12-28.
- Thill S., Caligiore D., Borghi A., Ziemke T., Balddassare G. (2013). Theories and computational models of affordances and mirrors systems : an integrative review, *Neurosciences and Biobehavioral Reviews*, vol 37/3, p. 491-521.
- Tisseron S. (2012). Rêver, Fantasmer, virtualiser. Du virtuel psychique au virtuel numérique. Paris, Dunod.
- Turel, Y. & Johnson, T. E. (2012). Teachers’ Belief and Use if interactive Whiteboards for Teaching and Learning, *Educational Technology & Society*, 15/1, 381-394.
- Turkle S. (1995). *Life on the Screen: Identity in the Age of the Internet*, New York: Simon & Schuster, 1995.
- Van Der Maren J-M. (2006). *Les recherches qualitatives : des critères variés de qualité en fonction des types de recherche*, in Paquay L., Crahay M., De Ketele J-M. (Eds), *L’analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherches aux critères de qualité*, de Boeck, 2006.
- Van Laer S., Beauchamp G. et Colpaert J. (2014). Teacher use of the Interactive Whiteboards in Flemish Secondary Education – mapping against a transition framework, *Education and Information Technologies*.
- Valsiner, J. (1997). *Culture and the development of children’s action : a theory of human development* (2<sup>nd</sup> edition). New York, New York : John Wiley and Sons.
- Venkatesh V, Morris, M. G., Davis, G. , Davis, F. D. (2003). User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View, *MIS Quarterly*, 27, p. 425-478.
- Verenikina, I., Wrona, K., Jones, P. T. & Kervin, L. K. (2010). Interactive whiteboards: interactivity, activity and literacy teaching. In J. Herrington & B. Hunter (Eds.), *Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications* (pp. 2605-2614). VA, USA: AACE.
- Verhoeven M. (2006). Traitement scolaire de la différence culturelle et identités de jeunes issus de l’immigration. Une recherche semi-inductive et comparative multi-niveaux, in Paquay L., Crahay M., De Ketele J-M. (Eds), *L’analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherches aux critères de qualité*, de Boeck-Larcier.
- Vial S. (2013) *L’être et l’écran : comment le numérique change la perception*, Ed. PUF, Paris.
- Villeneuve S., Karsenti Th., Raby C., Meunier H. (2012). Les futurs enseignants du Québec sont-ils technocompétents ? Une analyse de la compétence professionnelle à intégrer les TIC, in *Revue Internationale sur la Technologie pour la Pédagogie Universitaire (RITPU)*, 9/1-2.
- Virieux-Reymond A. (1985). Les grandes étapes de l’épistémologie jusqu’à Kant, Ed. Patino, 134 p.
- Vygotski L. (1985). *Pensée et langage* (Trad. F. Sève). Paris : Messidor.
- Voulgre E. (2011). Une approche systémique des TICE dans le système scolaire français : entre finalités prescrites, ressources et usages par les enseignants. *Thèse de Doctorat en Sciences de l’Éducation sous la direction de Wallet J., CIVIIC, Université de Rouen, 357p.*
- Wang F, & Hannafin, M.J (2005) Design-based research and technology –enhanced learning environments, *Educational Technology Research and Development*, 53(4), p. 5-23.

- Wells A.J. (2002). Gibson's Affordances and Turing's Theory of Computation, *Ecological Psychology* 14(3), pp. 141-180.
- Weisser M. (2005). Quelle épistémologie pour les Sciences de l'Éducation ? Le modèle de l'arc herméneutique. *Penser l'éducation*, Laboratoire CIVIIC, 2005, 18.
- Williams, S. L. (2006). The Effectiveness of Distance Education in Allied Health Science Programs: A Meta-Analysis of Outcomes. *American Journal of Distance Education*, 20 (3), p. 127 – 141.
- Winnicott D. W. (1971). *Jeu et réalité*, Paris, Gallimard.
- Wolf, J.M., Tanaka, J.W., Klaiman, C., Klaiman, C., Cockburn, J., Herlihy, L., et al. (2008). Specific impairment of face-processing abilities in children with autism spectrum disorder using the Let's Face It! Skills Battery, *Autism Research*, 1, p. 329–340.
- Zawacki-Richter O., Bäcker E. M., Vogt S. (2009). Review of distance education research (2000 to 2008): Analysis of research areas, methods and authorship patterns, *The International review of research in open and distributed learning*, 10 (6).
- Zender S. (2011). Environnement numérique de travail, entre utilité, acceptabilité et usages pédagogiques, Mémoire de recherche, Université de Strasbourg, 2010.
- Zhang, J., Patel, V.L. (2006). Distributed cognition, representation, and affordance. *Cognition and pragmatics*, 14(2) p. 333-341.

## **Curriculum Vitae**

## Curriculum Vitae

PACURAR Ecaterina

Date de naissance : 24/03/1972

*1 enfant de 7 ans*

Adresse profess : 7, rue de l'Université

67000 Strasbourg

---

### Titres et diplômes

**Depuis 2007 Maître de Conférences en Sciences de l'Education** (*titularisation*)

Faculté des Sciences de l'Education, Laboratoire de recherche – LISEC Alsace. Université de Strasbourg, France.

**2006 Qualifications 27<sup>ème</sup> et 70<sup>ème</sup> section CNU**

**2002-2005 Doctorat en Technologies de l'Information et des Systèmes** de l'Université de Technologie de Compiègne, Laboratoire HEUDIASYC UMR CNRS 6599

Mention « Très Honorable » (depuis septembre 2005 l'UTC ne délivre plus « les félicitations du jury »).

**2001-2002 DEA en Informatique, Communication Homme-Machine et Ingénierie Educative**, Laboratoire d'Informatique de l'Université du Maine (LIUM), Le Mans, France.

**1991-1996** Maîtrise en Physique (bac + 5)

Université de l'Ouest, Timisoara, Roumanie

---

### Activités professionnelles dans l'enseignement supérieur en France

**Depuis 2007 Responsable scientifique et pédagogique** de la Licence professionnelle Activités et Techniques de Communication (**formation dispensée uniquement à distance**)

**2005 - 2006** ATER (Attaché Temporaire d'Enseignement et Recherche) à l'Université de Technologie de Compiègne, France.

**2002-2005** Allocataire de Recherche en Informatique, Université de Technologie de

Compiègne, financé par le pôle STEF (Sciences et Technologies pour l'Education et la Formation) du Conseil régional de Picardie, France.

**2003-2005** Chargé de cours en Informatique à l'UPJV d'Amiens et l'Université de *Technologie de Compiègne, France*

**2002** Vacations pour l'enseignement de la bureautique et technologies web à la Faculté des Lettres de l'Université du Maine (enseignement d'un semestre), Le Mans, France.

**2000-2002** Assistante accompagnatrice lors des travaux dirigés en première année (DEUG) à la Faculté de Lettres de l'Université de Nantes (j'ai été employée en tant que vacataire de l'Académie de Nantes).

**1997-1998** Enseignante en physique, mathématiques et chimie au lycée et collège, Arad, Roumanie

---

### **Activités d'enseignement, projet de recherche-développement et encadrement des mémoires master recherche**

**Depuis 2013** Master 2 IIMSE en Sciences de l'éducation : enseignements en Méthodologie quantitative, Ingénierie de conception des applications numériques éducatives, Gestion des projets de recherche-développement.

**2007-2015** Master 1 – j'assure des enseignements en Méthodologie de la recherche en sciences de l'éducation ; Médiation humaines et techniques ; Lire, écrire, argumenter.

**2007-2015** Licence 3 année Sciences de l'éducation et Licence Pro ATC – les cours que je dispense sont orientés « technologies pour la formation des personnes » : Conception et évaluation des environnements numériques d'enseignement-apprentissage ; Réseaux numériques pour l'éducation ; L'ingénierie pédagogique pour la formation à distance ; Méthodologies de conception des environnements numériques interactifs ; Usages de TIC en formation de formateurs.

**2007-2015** Encadrement de 12 mémoires de recherche principalement dans la problématique des usages de TICE à l'école mais aussi de l'usage des média numériques, des réseaux sociaux et de l'ordinateur et la réussite scolaire/comportement des jeunes enfants.

**2012-2013** Projet de recherche-développement - la conception d'un outil pour l'Auto-Evaluation des Apprentissages – niveau primaire. J'utilise la méthode conception centrée

utilisateur et par prototypage. Ce projet, MAENA'Scol (Mon autoévaluation numérique d'apprentissage scolaire), a été valorisé par une recherche empirique en Master 2 IIMSE, réalisé auprès des élèves de CM et CE 2 dans deux écoles primaires Alsaciennes. Les résultats de ce travail de recherche ont fait objet d'une communication scientifique au Colloque « Conditions enseignantes et pratiques éducatives : enjeux et perspectives », ENS Lyon, janvier 2015. Cette année, ce même projet a été expérimenté dans 4 classes auprès des élèves du Cercle scolaire Le Mouret, à Fribourg – Suisse.

---

## **Responsabilités scientifiques et pédagogiques**

**Depuis 2007 Responsable scientifique et pédagogique** de la formation **Licence Pro ATC** à distance :

Dans le cadre de cette mission je suis amenée à coordonner l'équipe pédagogique dans la tâche de conception et validation des contenus du programme de formation. A noter qu'il s'agit d'une formation dispensée entièrement à distance et qui accueille un public mixte à savoir des étudiants salariés en formation continue ainsi que des apprentis. Pour ce qui est de l'accueil des étudiants en apprentissage, une contractualisation avec le centre CFAU a été mise en place depuis 2008.

Je tiens à préciser que depuis 2012 j'ai développé une nouvelle maquette qui a été validée par le MNESR et dont le contenu vise le développement des compétences en conception et développement des applications multimédia numériques, avec une ouverture aux spécialisations en Développement Web ainsi qu'en Ingénierie du e-learning et techniques de communication culturelles et scientifiques.

---

## **Encadrement de thèses en cours**

**Depuis 2014**

**Mme. Sylvie Jost**

Sujet : L'autoévaluation des compétences en contexte : entre affordances et intimisme

Thèse sous la direction de Professeur Henri Vieille-Grosjean, encadrement assuré par E. Pacurar

## **Depuis 2014**

**Mme. Vasiliki Mourgela**

Sujet : Elaboration et évaluation de l'efficacité d'une version e-learning du programme l'ABC du comportement de l'enfant ayant un TED/TSA : des parents en action !

Thèse sous la direction de Professeure Céline Clément, ESPE de l'Université de Strasbourg, encadrement assuré par E. Pacurar

## **Depuis 2014**

**M. Partrick Prignot**

Sujet : L'appropriation de l'outil numérique par les élèves dans le dispositif de la classe inversée : le cas de l'enseignement secondaire

Thèse sous la direction du Professeur Henri Vieille-Grosjean, Faculté de Sciences de l'éducation, encadrement assuré par E. Pacurar

---

## **Participation en tant qu'examineur à des jurys de thèse**

**2012** Membre de jury de thèse de Mme Louiza Salmi, directrice Mme N. Poteaux, Université de Strasbourg

**Titre de la thèse :** *Pertinence des normes et standards dans les dispositifs de formation à distance*

**2013** Membre de jury de thèse de Mme Carolyn Ngunu Hungu, directeur Professeur Alain Jaillet, Université de Cergy Pontoise

**Titre de la thèse :** *L'impact de l'intégration des logiciels éducatifs dans l'enseignement des sciences au Kenya*

**2014** Membre de jury de thèse de Mme Iuliana Rossi, directeur Professeur Alain Jaillet, Université de Cergy Pontoise.

**Titre de la thèse :** *L'effet paravent des TICE*

---

## **Publications dans des revues ACL et communications dans des colloques scientifiques**

*Articles de recherche dans des revues qualifiantes francophones et anglophones (ACL)*

**Pacurar E.,** Clad N. (2015). Interactive whiteboards and digital teaching book to secondary school teachers and contextual affordances: hybrid or substitute? in *Journal of Educational Technology Systems*, Sage Publishing, 43(3).

**Pacurar E.** (2015). L'appropriation du tableau numérique interactif et du manuel numérique chez des enseignants du second degré : valeurs ressources et affordances contextuelles, in *La recherche en éducation (AFIRSE)*, 13/2015, pp. 78-101.

**Pacurar E.,** Abbas N (2014). Tendances récentes des recherches sur les technologies de l'information et de la communication dans la formation à l'université, in *La Recherche en Education*, n°11, pp. 91-109, ISSN 1647-0117.

**Pacurar E.,** Abbas N, (2014). Analyse des intentions d'usage d'un ENT chez les enseignants de lycées professionnels, *Revue STICEF, Volume 21, 2014, ISSN : 1764-722*

Qadir M. J., **Pacurar E.** & Hameed, A (2014). Teacher's perceptions about the usefulness of IT Labs Project in Schools of Punjab, Pakistan. *World Journal of Educational Technology*, 6(1), 48-59.

**Pacurar E.,** Abbas N. (2013). Analysis of French secondary school teacher intention to integrate digital work environments into their teaching practices, *Education and Information Technologies Journal*, Springer, ISSN: 1573-7608.

**Pacurar E.** et al. (2006). *Knowledge base for automatic generation of online IMS LD compliant course structures - Learning Design*, in Rob Koper (Special Issue Edition) publié dans *Journal of Educational Technology & Society*, sous l'égide de 'IEEE Learning Technology Task Force' (ISSN 1436-4522), Janvier 2006.

**Pacurar E.,** Trigano Ph., Alupoie S. (2005a) A QTI editor integrated into the netUniversité web portal using IMS LD, in *Advances in Learning Design*, Colin Tattersall and Rob Koper (Special Issue Editorial). *Journal of Interactive Media in Education* (special issue), ISSN: 1365-893X

**Pacurar E.,** Trigano Ph., Zamfirescu C. (2005) An IMS LD Graphic Editor using the graphs representation for modifying the course structures, in *Advances in Learning Design*, Colin Tattersall and Rob Koper publié dans la revue *Journal of Interactive Media in Education*, (special issue), ISSN: 1365-893X, 2005.

**Pacurar E.**, Trigano Ph., Alupoiaie S. (2005b) NetUniversité: un portail web utilisant l'IMS Learning design, publié dans la revue *RES - ACADEMICA* (Canada), AIPU, à paraître, 2005b.

**Pacurar E.**, Trigano Ph., Alupoiaie S. (2006) Concevoir des modèles de sites webs éducatifs en utilisant IMS Learning Design”, publié dans la revue *Canadian Journal of Learning and Technology – La Revue Canadienne de l’Apprentissage et de la Technologie*, février 2006.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2004a). CEPIAH, a method for Evaluation and Design of Pedagogical Hypermedia, in *Higher Education in Europe*, édition spéciale "Thematic reflexion in Higher Education" vol. XXIX, No.1, avril 2004a.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2004b). Toward a Web based environment for Evaluation and Design of Pedagogical Hypermedia ”, in journal of *Educational Technology & Society* édité par ‘International, Forum of Educational Technology & Society’ sous l’égide de ‘IEEE Learning Technology Task Force’ (ISSN 1436-4522), Volume 7 n° 3, juillet 2004b.

### *Conférences scientifiques nationales et internationales avec actes et comité d’évaluation*

**Pacurar E.**, **Jost S.**, **Prignot P.** (2015). *Perception de l’autoévaluation dans la relation enfant-matrice narrative numérique : affordance en contexte*, Colloque scientifique Conditions enseignantes et pratiques éducatives : enjeux et perspectives, ENS Lyon, janvier 2015.

**Pacurar E.**, Vieille-Grosjean H. (2014). Jeux en environnements virtuels et enfants : une approche compréhensive des pratiques, **Colloque Scientifique International sur les TIC en éducation, Montréal, Québec.**

**Pacurar E.**, Abbas N. (2012). *Analyse des intentions d’usage d’un ENT chez des enseignants de lycée*, in Actes du **colloque Scientifique International sur les TIC en éducation, Montréal, Québec.**

**Pacurar E.**, Abbas N. (2011). *Quels usages effectifs de l’ENT Scolastance par les enseignants ? Le cas des lycées professionnels*, in Depover Ch. et al. (Eds), Actes du colloque **EIAH 2011**, Mons, Belgique.

Oget D., Pacurar E. (2008). Les dispositifs de professionnalisation des formations dans l’enseignement supérieur comparaison entre sciences de l’éducation et sciences pour

l'ingénieur, in Actes du Colloque Questions de Pédagogie dans l'Enseignement Supérieur (QPES) , Brest 2008, France.

**Pacurar E.**, Trigano Ph., Popescu E, Crubille P. (2005) Creating online courses models conforming to IMS Learning Design, in Actes dans la conference CAPS'05, International Conference on Human-System Learning, Maroc, Novembre 2005.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2004). Towards a design of pedagogical web sites, E-earn 2004, World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Washington, DC, USA, Novembre 1-5, 2004.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2003) Pedagogical Hypermedia: Design and Evaluation, ICCE 2003 (International Conference on Computers in Education), Hong Kong, Chine, Décembre 2003a.

**Pacurar E.**, Trigano Ph.(2003b) Flexible navigation for the pedagogical hypermedia design and evaluation improvement ", E-Learn 2003, World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education, Phoenix, Arizona, USA, Novembre 7-11, 2003b.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2003c) Evaluation and Design of pedagogical hypermedia on the Web", Actes dans la conference CAPS'04, Fourth International Conference on Human-System Learning, Glasgow Caledonian University, Scotland, UK, July 2003c.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2003) CEPIAH, designing and evaluating pedagogical hypermedia" (short paper), ITHET 2003, 4th IEEE International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, marrakech, Maroc, juillet 2003.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2003d). Design and evaluation of Pedagogical Multimedia Software", 3rd International **Conference on Technology in Teaching and Learning in Higher Education, University of Heidelberg**, Allemagne, juillet 2003d.

**Pacurar E.**, Trigano Ph., Ghitalla F. (2004). Vers une conception des modèles prédéfinis de scénarios pédagogiques ", **TICE'2004**, Colloque International sur les Technologie de l'Information et de la Communication dans les Enseignements d'ingénieurs et dans l'industrie, Compiègne, novembre 2004.

**Pacurar E.** (2003) Conception et Evaluation d'EIAH sur le Web, in Actes du **Colloque EIAH 2003**, session « jeunes chercheurs », Strasbourg. 2003.

**Pacurar E.**, Trigano Ph. (2003e). Navigation flexible favorisant la conception et l'évaluation des hypermédia pédagogiques", **H2PTM'03, 7e colloque 'Hypermedia, Hypertexts, Products, Tools and Methods'**, Université Paris 8, Paris, septembre 2003e.

---

## **Coordination et participation à des projets européens et nationaux**

**Depuis 2015 - Responsable du projet** de recherche franco-suisse – **MAENA'Scol – en partenariat avec le Cercle scolaire le Mouret – Fribourg Suisse**

**2009-2012** Co-Coordinatrice partenaire français du projet européen « **e-Simulation Environment for training on Interaction with Children** », **projet européen** (consortium composé de six partenaires européens dont l'Université de Strasbourg pour la France, projet dont **le montant était de 70.000 euros** pour l'Université de Strasbourg-Ecole de Management, en tant que partenaire français).

**2011-2016** Membre dans le **projet Inter-régional SUM-Tec** financé par la MSH Lorraine, Partenaires Laboratoire LISEC et le Centre de recherche CREM de Metz.

**2007-2015** Initiation du programme de formation ERASMUS en partenariat avec l'Université de Bucarest, Faculté de Psychologie et Sciences de l'Education, Roumanie.

**2004-2006** UNFOLD : projet européen dont le but était la création des communautés de pratique concernant les usages des environnements informatiques intégrant des supports de cours modélisés en « langage » l'IMS Learning Design.

**2004-2005** TELEPEERS - Self regulated Learning in Technology Enhanced Learning Environments at University Level : a Peer Review": projet européen dont l'objectif était de développer des critères d'accès à la qualité des TICE, évaluer les similarités et les différences entre universités, dans le domaine de l'utilisation du eLearning et déterminer ce qui est transférable d'un pays à un autre (accessible depuis: <http://www.hds.utc.fr/telepeers/>).

**2006-2008** **Création un projet de formation et recherche** : collaboration inter-universitaire entre le laboratoire Heudiasyc de l'Université de Technologie de Compiègne et l'Université « Polytechnica » de Timisoara, Roumanie. Dans le cadre de ce projet sont impliqués trois professeurs roumains et trois professeurs français issus des domaines de l'ingénierie de connaissances, système multi-agents, EIAH. De point de vue échange des étudiants, nous

avons prévu chaque année d'accueillir en stage trois étudiants roumains dont deux en fin d'étude et un en master recherche (ERASMUS/SOCRATES, 2006-2008).

**2005-2006 Participation à des projets de formation et recherche :** eDalgo (eDidactique de l'Algorithmique) Création d'un support interactif de cours pour l'apprentissage autonome de l'Algorithmique et la programmation, utilisant l'environnement netUniversité. (en collaboration avec Université de Craiova en Roumanie, Institut de Hautes Etudes Commerciales de Carthage en Tunisie, Institut National d'Informatique en Algérie, Université de Technologie de Compiègne, projet international financé par l'AUF, 2005-2006).

**2006-2007 Participation à des projets de formation et recherche :** VANUPIETS (VAlorisation de NetUniversité pour des Polycopiés Interactifs dans l'Enseignement Supérieur). Projet de valorisation (expérimentation en milieu écologique et validation) d'un outil de la création de polycopiés interactifs avec le portail web netUniversité, afin de proposer dans l'Enseignement Supérieur, des modèles d'enseignement hybrides en complétant des enseignements traditionnels en présence.

**2005 – 2009 Membre du Réseau d'excellence KALEIDOSCOPE** « Concepts and methods for exploring the future of learning with digital technologies » (2004 – 2007), financé par l'Union Européenne, et regroupant plus de 50 équipes de recherche de la plupart des pays de l'union européenne : *présentation des travaux de recherche au SIG AIED* « First Integration Meeting Workshop » organisé par des chercheurs du département d'Informatique de l'Université Duisburg-Essen, Allemagne, le 20 et 21 avril 2005.

---

## **Précisions sur les projets de recherche et recherche – développement que je coordonne**

### **Depuis 2014 Coordination du projet recherche-développement MAENA'Scol**

Contexte et objectifs du projet : Le processus d'évaluation, à la fois critiqué mais pourtant omniprésente semble en pleine réflexion chez les professionnels de l'Education, notamment enseignants et responsables de direction d'établissement scolaires. L'objectif 2 du Projet Académique en accord avec le programme ministériel, est d'assurer l'équité scolaire par un parcours personnel de réussite pour chaque élève, il est demandé de « faire évoluer l'évaluation pour en faire un outil de personnalisation ».

MAENA'Scol, Mon AutoEvaluation Numérique d'Apprentissage Scolaire, est un outil qui a été conçu en 2012-2013 en tant que plateforme de recherche, par Ecaterina Pacurar, enseignante-chercheuse en Sciences de l'Education et développé, sous sa direction, par des étudiants en informatique dans le cadre de la formation LPATC au sein de la Faculté de Sciences de l'Education. MAENA est un outil interactif numérique à destination des élèves d'école élémentaire. Le public auquel s'adresse cet outil est un public d'élèves allant du CE1 au CM2. La lecture étant un pré-requis obligatoire pour pouvoir utiliser l'outil.

Cette application fonctionne sur le principe de "l'échelle de la douleur" (Huskisson, 1974)<sup>123</sup> et permet à l'élève de se rendre compte par lui-même de ses forces et faiblesses. Le but de cette web-application n'est pas de remplacer les évaluations actuelles mais de proposer un outil complémentaire de compréhension et d'assimilation. Ce nouvel outil à caractère éducatif permet à l'élève de prendre conscience de la place qu'il tient dans son mécanisme d'apprentissage. L'enfant, acteur principal de sa scolarité, gagne en autonomie multipliant ainsi ses chances de réussite.

Les élèves évaluent ainsi leurs propres compétences, dans un domaine déterminé par l'enseignant. La charge de sélectionner les compétences à évaluer à l'instant T revient au professeur. C'est un outil innovant d'abord parce qu'il est numérique et ensuite parce qu'il est destiné à des élèves du primaire. C'est un public pour lequel les réflexions sur l'évaluation sont rares. Qualifier un outil d'innovant parce qu'il est numérique et qu'il est destiné à un jeune public n'est certes pas suffisant. Cependant ces deux caractéristiques nous amènent à nous pencher sur l'environnement et son influence sur les apprentissages. L'outil numérique permet au jeune apprenant d'être actif, l'autoévaluation lui permet de comprendre le processus d'apprentissage c'est-à-dire la métacognition mais lui donne également l'occasion de montrer la perception qu'il a de lui-même.

### **Depuis 2014 – coordination du Projet ANIPPO – Résolution des problèmes ouverts en maths**

Le projet ANIPPO vise l'élaboration d'un environnement *Second Life* dédié à l'apprentissage, par entraînement, des problèmes ouverts en mathématiques (Arsac et Mante, 2005 ; Dagenet, 2012) pour des élèves d'école primaire. C'est un projet transversal développé sous ma direction et conjointement par des étudiants en Master des sciences de l'éducation et des

---

<sup>123</sup> Huskisson, E. C. (1974). Measurement of pain. *The Lancet*, 304(7889), 1127-1131.

étudiants de Licence professionnelle LPATC qui ont des compétences en développement Web. Il s'agit d'une application numérique immersive offrant aux apprenants la possibilité d'évoluer dans la résolution des problèmes. Il faut noter les énoncés des problèmes ont été préalablement construits sous forme de texte et validés en équipe avec la collaboration des enseignants du primaire et des enseignants agrégés en maths. Puis, l'équipe du projet transversal ANIPPO a modélisé et implémenté graphiquement un échantillon de trois énoncés (les problèmes de carrés, pesés et cubes) accessibles aux apprenants via un espace interactif ayant pour thème le cirque.

La spécificité du projet est en rapport avec la résolution des problèmes ouverts en prenant en compte principe de « pédagogie de l'erreur » et l'apprentissage coopératif. Le public ciblé concerne les enseignants et élèves du CM1 à la sixième, des associations d'éducation populaire à vocation scientifique et aux animations des Centres socio-culturels. Une expérimentation pilote a déjà été réalisée auprès de 8 élèves en classe de CM1 à l'école Jean Mermoz à Schiltigheim.

### **2012 – 2016 – Membre du Projet Sum-TEC – Savoirs universitaires médiatisés par les technologies**

Projet de recherche interrégional financé par la MSH Lorraine, Partenaires Laboratoire LISEC et le Centre de recherche CREM de Metz.

Contexte et objectifs de recherche : Ce projet porte sur l'étude des représentations des enseignants et étudiants quant aux outils numériques et de leur pratiques d'enseignement avec les outils numériques dans des contextes de formation universitaire selon des modalités en présence et à distance. Du point de vue méthodologique le projet s'appuie sur une approche qualitative utilisant les méthodes d'entretien et d'observation. Le corpus d'étude est constitué d'une soixantaine d'entretiens semi-directifs d'une dizaine d'observations réalisées auprès des enseignants-chercheurs en SHS dans quatre universités du grand-est (Nancy, Metz, Dijon et Reims). Ma participation se situe aussi bien au niveau de la conception du protocole d'expérimentation que dans l'élaboration des outils de recueil de données.

Mon principal objectif de recherche dans le projet est d'observer comment s'articule l'appropriation des outils numériques chez des enseignants selon leur discipline d'appartenance. Sont-ils plutôt dans une logique de conception ou dans une logique d'usage ? Leur niveau d'appropriation se situerait-il plutôt dans une démarche de substitution ou

d'hybridation. Je suis également intéressée d'observer, par analyse inductive, quels sont les éléments qui freine ou qui encourage l'actualisation de relation enseignant-outil numérique en référence au concept d'affordance contextuelle (tel que proposé dans Pacurar, 2015) non seulement dans le cas des formations en présence mais aussi dans des formations de type « elearning », « blended » et « à distance ».

---

### **Activités d'expertise et participation à des comités de recrutement MCF**

**2011-2015** Membre nommée titulaire au CNU 70<sup>ème</sup> section - Nomination par le MESR

**2013-2015** Membre des comités de spécialistes (recrutement MCF) : Université Paris 8, Université de Lille 1, Université de Besançon.

**2010 – 2013** Membre des deux comités spécialistes (recrutement MCF) : Université Cergy Pontoise et Université de Strasbourg

**2007** Expert evaluator for eContentPlus European Program at the European Commission from Luxembourg

---

### **Membre des comités scientifiques pour des revues et colloques scientifiques nationaux et internationaux**

**Depuis 2007** *Expertise évaluation pour les revues scientifiques :*

*Journal of IEEE Transaction on Education*

*Journal of Educational sciences and research - ISSN: 2409-7756*

*Recent Patents on Computer Science Journal*

*Revue Formation et Profession: revue scientifique internationale en l'éducation –CRIFPE*  
Montréal

*Revue Frantice.net*

***Participation à des Comités scientifique et Comités d'organisation des colloques***

**2007 Membre du comité d'organisation du Congrès d'Actualité de la Recherche en Education et en Formation (AREF) 2007.** Il s'agit du traditionnel congrès de l'AECSE (Association des Enseignants et des Chercheurs en Sciences de l'Education) qui s'ouvre à la

communauté francophone et qui s'est tenu à Strasbourg du 29 août au 1<sup>er</sup> septembre 2007. À l'occasion des 40 ans de la discipline et de ses 30 ans, l'association s'est entourée des associations équivalentes belge (ABC-Educ) et suisse (SSRE).

**Depuis 2009** Membre du comité scientifique dans le cadre de International Conference on e-Learning - ICEL

**Depuis 2009** Membre du comité scientifique dans le cadre de European Conference on e-Learning - ECEL

**Depuis 2014** Membre du comité scientifique dans le cadre de International conference on education and new development

**2015** Membre du comité scientifique et **présidente d'un atelier scientifique en TIC et multiculturalité** dans le cadre du *Congrès International de l'ARIC – L'interculturel aujourd'hui, perspectives et enjeux*, Université de Strasbourg, 2015

---

### **Membre des Groupes de recherche et des Associations savantes**

#### **Depuis mai 2015**

Membre du Comité scientifique d'expertise **AUF – IFIC** (Institut Francophone d'Ingénierie de la Connaissance)

#### **Depuis 2015**

Membre associé du groupe **Ateliers Simondon** – Centre International Des Etudes Simondoniennes (CIDES) - centre de recherche de la Fondation "pour la science" et de la Maison des Sciences de l'Homme Paris-Nord

#### **Depuis 2007**

Membre de l'association **AECSE**, et plus particulièrement membre de la **Commission « Doctorant et jeunes chercheurs »**.

---

### **Participation en tant qu'invité à des colloques et workshops nationaux et internationaux**

**Conférencier Invitée au Symposium « L'Evaluation dans les pratiques d'enseignement » organisé par Elisabeth Isaieva**, Chercheure en sciences de l'éducation à l'Université de Genève.

Ma communication était sur les premiers résultats du projet MAENA'Scol : *Perception de l'autoévaluation dans la relation enfant-matrice narrative numérique : affordance en contexte*, Colloque scientifique Conditions enseignantes et pratiques éducatives : enjeux et perspectives, ENS Lyon, janvier 2015.

Conférencier invité : Le projet CEPIAH (Conception et évaluation des polycopiés interactives pour l'apprentissage humain). **Workshop IMS Learning Design** organisé par l'AFNOR (CN36) et l'équipe du projet UNFOLD (projet européen concernant l'IMS Learning Design), **Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris**, le 31 mars et 1 avril 2005.

Conférencier invité : Automatic generation of pedagogical websites courses by using IMS LD. **Workshop IMS Learning Design** organisé par l'équipe du projet UNFOLD et **l'Université de Minho au Portugal**, le 15, 16, 17 juin 2005.

Conférencier invité : Knowledge base for automatic generation of online IMS LD compliant course structures - Learning Design. Workshop « Current research on IMS Learning Design » organisé par **l'Université Ouverte de Pays Bas (Open University)** et l'équipe des projets européens UNFOLD et PROLEARN, le 22 et 23 septembre 2005, à **Valkenburg, Heerlen, Pays Bas**.

---

## **Responsabilités collectives nationale et locales à l'université de Strasbourg**

**Depuis 2011** Membre nommé titulaire au CNU 70<sup>ème</sup> section

**Depuis fin 2015** Membre du **Comité CHSCT** de l'Université de Strasbourg, nomination par délégation de UNSA Education – Sup'Recherche

**Depuis 2015** Membre de la **Commission Education**, une instance nationale au sein de la fédération UNSA Education – Sup'Recherche

**2009-2011** Membre du **Bureau de Faculté de Sciences de l'éducation**, Université de Strasbourg

## TABLE DE MATIERES

### **Quelques éléments dans la construction d'une cohérence de mes travaux .... 8**

- 1. Introduction ..... 8
- 2. Plan de la note de synthèse d'habilitation ..... 11

### **PARTIE 1.....14**

### **Perceptions des technologies numériques en éducation chez des enseignants du secondaire : de l'intention à l'appropriation de l'interactivité numérique**

#### **Chapitre 1. L'ENT dans les pratiques pédagogiques au secondaire : intentions et attitudes des enseignants .....16**

- 1.1. Le cadre conceptuel et questions de recherche ..... 16
- 1.2. Notre questionnement mis à l'épreuve sur terrain ..... 18
- 1.3. Que disent nos résultats ? ..... 19
- 1.4. Que renseignent des recherches similaires ? ..... 22
- 1.5. Des premiers résultats pour un questionnement en évolution ..... 24
- Résumé de transition au chapitre 2 ..... 26

#### **Chapitre 2. L'appropriation des tableaux numériques interactifs et manuels numériques par les enseignants du second degré : hybridation ou substitution ? .....27**

- 2.1. La question d'appropriation et ses niveaux : quelques éléments de problématique ..... 27
- 2.2. Cadre conceptuel et hypothèse ..... 29
  - 2.2.1. Appropriation, hybridation, substitution dans les pratiques d'usages ..... 29
  - 2.2.2. La question de l'affordance : premiers éléments de définition ..... 31
- 2.3. Hypothèse de recherche et démarche méthodologique ..... 32
- 2.4. Analyse et interprétation de résultats ..... 34
  - 2.4.1. Résultats en rapport aux deux hypothèses ..... 34
  - 2.4.2. Résultats analysant la question d'hybridation et de substitution du TNI- MNI et les affordances en contexte ..... 35
    - 2.4.2.1. Pratique pédagogique, TNI et MNI : hybridation ou substitution ..... 38
    - 2.4.2.2. Valeurs ressources du TNI et affordances ..... 38
    - 2.4.2.3 Contexte spécifique et affordances ..... 39
    - 2.4.2.4. Discussion des résultats d'observations in situ ..... 39
- 2.5. Discussion et conclusion sur les niveaux d'appropriation du TNI-MNI et l'activation des affordances chez des enseignants du secondaire ..... 40

Résumé de transition pour la partie 2 .....	42
<b>PARTIE 2.....</b>	<b>44</b>
<b>Le numérique entre virtualité et matérialité d'un processus onthophanique dynamique</b>	
Introduction Partie 2 .....	45
<b>Chapitre 3. L'outil numérique sous l'angle de la co-conception dynamique en évolution.....</b>	<b>47</b>
3.1. Artefact et objet technique : genèse et technicité dans le monde numérique	47
3.1.1. Du concept d'artefact.....	47
3.1.2. Du concept d'objet technique et technicité .....	48
3.2. L'interface numérique en tant qu'objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique.....	51
Résumé de transition au chapitre 4 .....	54
<b>Chapitre 4. Les affordances selon les perspectives écologiques, cognitives, sémiotiques et des neurosciences .....</b>	<b>55</b>
4.1. Affordance sous angle de psychologie de la perception et du courant écologiste .....	55
4.2. L'affordance sous l'angle d'ethnométhodologie, cognition distribuée et sémiotique systémique .....	57
4.3. Affordance sous l'angle des neurosciences et sciences cognitives .....	60
4.3.1. Affordance et contexte .....	60
4.3.2. Neurones miroir : éléments de définition.....	62
4.3.3. Affordance et système neuronal : quel rôle de neurones miroir ?.....	62
4.3.4. Discussion : ce que nous retenons pour notre recherche .....	64
4.4. La question d'affordance dans l'objectivation de la perception des outils numériques pour l'apprentissage .....	66
Résumé de transition au chapitre 5 .....	70
<b>Chapitre 5. Matrice numérique et dynamique du processus design-appropriation : vers une approche anthropo-sémio-technique .....</b>	<b>72</b>
5.1. Objet phénoménotechnique interactif immersif pédagogique et structure matricielle co-évolutive : vers une d'analyse de la conception par l'appropriation	72
5.2. Isotopies et élaboration du sens dans l'interaction sujet-interface numérique contextuelle personnalisable : le cas des environnements MAENA'Scol et ANIPPO76	
5.2.1. Métaphores, icônes, fond perceptif.....	77

5.2.2. L'isotopie globale dans l'analyse de la cohérence des ontophanies numériques interactives : une exploration en perspective.....	80
Résumé de transition à la Partie 3 .....	82
<b>PARTIE 3.....</b>	<b>84</b>
<b>Didactique de recherche : vers un modèle de caractérisation du « design » de recherches - le cas des recherches sur les technologies numériques en formation et apprentissage</b>	
Introduction Partie 3 .....	85
<b>Chapitre 6. Eléments d'épistémologie et de méthodologie dans la conception de recherches.....</b>	<b>87</b>
6.1. Courants d'épistémologie et de méthodologie : brève rétrospective de l'antiquité à l'époque classique.....	88
6.1.1. Objectivité vs. Subjectivité : ou le questionnement sur la vérité et l'opinion en antiquité .....	88
6.1.2. Quelques éléments sur le développement de la pensée critique dès le Moyen âge à l'Epoque classique .....	91
6.1.3. La nature de la connaissance et la question du « réel » .....	94
6.1.3.1. De la certitude au probable et à l'imprévisible.....	94
6.1.3.2. Paradigmes disjonctif et conjonctif : une alliance possible ? .....	99
6.2. Approches méthodologiques en recherche : définitions et enjeux.....	105
6.2.1. Approches quantitatives - approches qualitatives : formes des recherches, hétérogénéité, complémentarité.....	107
6.2.2. Analyseurs et repères de qualité dans les approches de recherche scientifique	108
6.2.3. L'approche « mixed-method » : définitions, typologie.....	112
<b>Chapitre 7. Repères de qualité dans les recherches en technologie pour la formation : vers un cadre conceptuel d'analyse à partir d'une cartographie des recherches empiriques en technologies pour la formation .....</b>	<b>115</b>
7.1. Tendances récentes des recherches sur les technologies de l'information et de la communication dans la formation à l'université : quelques résultats.....	115
7.1.1. Questions de recherches.....	115
7.1.2. Méthodologie de constitution/recueil du corpus d'analyse : critères de sélection et élaboration des catégories.....	116
7.1.3. Description des catégories élaborées à partir de la lecture des articles du corpus.....	117
7.1.4. Analyse et interprétation des résultats (un extrait).....	119

7.1.4.1. Méthodologies de recherches en fonction des champs disciplinaires de chercheurs.....	119
7.1.4.2. Approches théoriques, méthodes et objets de recherche .....	121
7.2. Proposition d'un modèle de caractérisation des recherches en technologies pour la formation à partir des critères validés en didactique de la recherche .....	122
7.3. Premiers résultats à partir d'un corpus des recherches sur les technologies en éducation et en formation: traitement et interprétation.....	123
7.4. Discussion et conclusion.....	124
<b>PARTIE 4 : Programme de recherche .....</b>	<b>127</b>
A. Projets de recherche-développement situés dans une approche anthropo-sémio-technique : conception participative des objets phénoménotecniques interactifs pédagogiques (OPHIP).....	129
B. A la recherche d'une formalisation de la construction des recherches en technologies pour la formation : la question de « repères » de qualité et la matrice de phases de recherche.....	132
Quelques éléments de précision sur l'encadrement doctoral dans le laboratoire LISEC - quatre thèses en cours .....	133
Conclusion générale.....	137
Références bibliographiques.....	142
Curriculum Vitae .....	155

