



HAL
open science

Internet en éducation : objets de savoirs

Béatrice Drot-Delange

► **To cite this version:**

Béatrice Drot-Delange. Internet en éducation : objets de savoirs. Education. Université Blaise Pascal - Clermont II, 2016. tel-02870504

HAL Id: tel-02870504

<https://theses.hal.science/tel-02870504v1>

Submitted on 16 Jun 2020

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.

Université Blaise Pascal – Clermont-Ferrand

UFR de Psychologie - Sciences Sociales et Sciences de l'Éducation

EA 4281 ACTé - Activité, Connaissance, Transmission en éducation

Synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches

Mention : Sciences de l'éducation

présentée et soutenue publiquement

par Béatrice Drot-Delange

le 24 Novembre 2016

Internet en éducation : objets de savoirs

Volume 1 : Mémoire de synthèse

Composition du jury :

Pr. Jacques **Audran**, INSA Strasbourg

Pr. Georges-Louis **Baron**, *garant de la candidature*, Université René Descartes, Paris 5

Pr. Éric **Bruillard**, ENS Cachan

Pr. Vassilis **Komis**, Université Patras, Grèce

MCF HDR, Claire **Margolinas**, Université Blaise Pascal, Clermont 2

Pr. Pierre **Mœglin**, Université Paris 13

Synthèse pour l'habilitation à diriger des recherches

Mention : Sciences de l'éducation

Présentée et soutenue publiquement

par Béatrice Drot-Delange

le 24 Novembre 2016

Internet en éducation : objets de savoirs

Volume 1 : Mémoire de synthèse

Garant de la candidature à l'HDR :

Pr. Georges-Louis Baron, Université Paris 5

Remerciements

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Georges-Louis Baron pour son soutien indéfectible durant ces quinze dernières années, ses conseils avisés et ses relectures patientes de cet exercice de synthèse.

Je remercie Jacques Audran, Éric Bruillard, Vassilis Komis, Claire Margolinas et Pierre Mœglin d'avoir accepté de participer au jury. Échanger avec eux m'a permis de préciser ma pensée.

Mes remerciements vont aussi à Marie-Christine Toczek, directrice du laboratoire ACTé, qui n'a ménagé ni ses encouragements ni son aide. La richesse des échanges lors des séminaires du laboratoire ACTé a contribué à l'évolution de ce travail.

Les recherches présentées doivent beaucoup aux projets menés avec les collègues des laboratoires Éducation Discours Apprentissages (EDA) et Sciences Techniques Éducation Formation (STEF). Les discussions avec mes amis et collègues de recherche ont nourri ma réflexion depuis mes débuts dans le domaine de la recherche, qu'ils en soient remerciés.

Ces travaux existent grâce à la confiance que m'accordent les cadres de l'éducation nationale, les enseignants et les étudiants, avec qui j'ai le plaisir de travailler.

Enfin, la disponibilité et la compréhension de mes collègues de l'UFR LACC et plus particulièrement de son directeur, Éric Agbessi, ont permis l'aboutissement de ce projet.

Table des matières

REMERCIEMENTS	3
TABLE DES ILLUSTRATIONS	7
INTRODUCTION	9
PARTIE 1 : INFORMATIQUE ET INTERNET COMME SAVOIRS À ENSEIGNER	19
INTRODUCTION	19
CHAPITRE 1 : PRINCIPES FONDATEURS D'UN CURRICULUM EN INFORMATIQUE	25
1. L'INFORMATIQUE COMME MODE DE PENSÉE.....	25
2. LES IDÉES FONDAMENTALES DE SCHWILL ET LES PRINCIPES DE DENNING	29
3. FONDEMENTS INFORMATIQUES D'UN ENSEIGNEMENT D'INFORMATIQUE	33
4. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	35
CHAPITRE 2 : INFORMATIQUE ET LITTÉRATIE INFORMATIQUE	39
1. DÉFINIR LES CONTOURS DE L'INFORMATIQUE, EN TANT QUE CHAMPS PROFESSIONNEL ET SCIENTIFIQUE	39
2. CULTURE INFORMATIQUE ET SAVOIRS INFORMATIQUES	43
3. INFORMATIQUE SOCIALE ET SAVOIRS INFORMATIQUES	52
4. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	60
CHAPITRE 3 : INTERNET EN TANT QU'OBJET DE SAVOIRS	63
1. UNE PRISE EN COMPTE RÉCENTE D'INTERNET DANS LES CURRICULA	63
2. UNE DIDACTIQUE ÉMERGENTE.....	68
3. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	70
SYNTHÈSE ET QUESTIONNEMENT DE LA PARTIE 1	73
PARTIE 2 : REPRÉSENTATIONS DES ÉLÈVES ET DES ÉTUDIANTS DANS LE DOMAINE D'INTERNET.....	77
INTRODUCTION	77
CHAPITRE 1. LES REPRÉSENTATIONS CONCERNANT INTERNET	83
1. QU'EST-CE QU'INTERNET	83
2. REPRÉSENTATION DES ÉCRITS D'ÉCRAN D'INTERNET	91
3. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	95
CHAPITRE 2. LES REPRÉSENTATIONS CONCERNANT LE WEB	99
1. LES MODÈLES MENTAUX DES ÉLÈVES ET ÉTUDIANTS CONCERNANT LE WEB	99
2. L'ANALYSE SELON LES MODES D'EXISTENCE DU WEB	101
3. REPRÉSENTATION DES ÉCRITS D'ÉCRAN DU WEB.....	103
4. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	104
CHAPITRE 3. LES REPRÉSENTATIONS CONCERNANT LES MOTEURS DE RECHERCHE.....	107
1. LES MOTEURS DE RECHERCHE SELON LES COLLÉGIENS ET LYCÉENS	108
2. LES MOTEURS DE RECHERCHE SELON LES ÉTUDIANTS	110
3. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	116
SYNTHÈSE ET QUESTIONNEMENT DE LA PARTIE 2	119

PARTIE 3 : L'INTERNET PROFESSORAL, POURVOYEUR DE RESSOURCES POUR LES ENSEIGNANTS . 125

INTRODUCTION : DE LA BUREAUTIQUE À L'INTERNET PROFESSORAL.....	125
CHAPITRE 1 : L'ÉMERGENCE DE RÉSEAUX DISCIPLINAIRES SUR INTERNET	129
1. LES DÉBUTS DE L'INTERNET PROFESSORAL	129
2. DES ESPACES DE RESSOURCES NUMÉRIQUES ÉDUCATIVES CIRCONSCRITS	134
3. DES ENSEIGNANTS QUI S'AFFRANCHISSENT DE CES ESPACES CIRCONSCRITS ?	138
4. SYNTHÈSE ET DISCUSSION	142
CHAPITRE 2. GESTION DE L'INFORMATION PERSONNELLE DANS L'ACTIVITÉ DES ENSEIGNANTS	147
1. RESSOURCES NUMÉRIQUES ET GESTION DE L'INFORMATION PERSONNELLE.....	150
2. LE CAS DE LA GESTION DES FICHIERS	152
3. LES TRAVAUX DE DIEKEMA ET OLSEN	153
4. PREMIERS RÉSULTATS EXPLORATOIRES DANS LE CAS DU PROJET REVEA	158
5. PROPOSITIONS MÉTHODOLOGIQUES.....	163
SYNTHÈSE ET DISCUSSION DE LA PARTIE 3	175
<u>SYNTHÈSE GÉNÉRALE ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE.....</u>	<u>179</u>
1. ENSEIGNEMENT D'INTERNET ET DE L'INFORMATIQUE	180
1.1 DIDACTIQUE D'INTERNET ET DE L'INFORMATIQUE	180
1.2 MATRICE ET DIDACTIQUE CURRICULAIRES	182
2. ACTIVITÉ PROFESSIONNELLE DES ENSEIGNANTS ET RESSOURCES NUMÉRIQUES.	185
2.1 POLITIQUES ÉDUCATIVES DES RESSOURCES NUMÉRIQUES	185
2.2 ACTIVITÉ DE L'ENSEIGNANT : GESTION DE L'INFORMATION PERSONNELLE.....	186
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	<u>189</u>
<u>INDEX DES AUTEURS</u>	<u>209</u>

Table des illustrations

Figure 1 Extrait du programme d'enseignement de spécialité d'ISN de la série scientifique – classe de terminale (BO n°8 du 13 octobre 2011)	65
Figure 2. Exemple 1. Programme de l'enseignement d'exploration ICN. Journal Officiel, Arrêté du 17 juillet 2015.....	67
Figure 3. Exemple 6. Programme de l'enseignement d'exploration ICN. Journal Officiel, Arrêté du 17 juillet 2015.....	67
Figure 4 Éditeur OpenHTML. En ligne à l'adresse http://openhtml.org/	69
Figure 5 Dessin du réseau Internet. (Source Normand, Bomfim Souza, 2000, p. 190).....	84
Figure 6 Représentation de la complexité technique (Source : Yan, 2005, p. 390)	86
Figure 7 Marques et cadre système (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6).....	93
Figure 8 Copier/coller fonds d'écran (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6).....	93
Figure 9 Cadre logiciel (navigateur), médiateurs et marques (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6).....	94
Figure 10 Cadre système (fenêtrage, etc.), cadre application (navigateur), médiateur, marques (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6).....	94
Figure 11 Métaphore de la planète et de la toile (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6).....	95
Figure 12 Modèles techno-fonctionnel et connecté-fonctionnel (Dinet et Kitajima, 2011).....	100
Figure 13 Mode morphologique d'existence du Web (Drot-Delange, 2015, p. 151).....	102
Figure 14 Métaphores du Web : la planète (Drot-Delange, 2015, p. 150).....	103
Figure 15 Mode d'existence politique du Web : les marques (Drot-Delange, 2015, p. 151).....	103
Figure 16 Web et interfaces (Google) (Drot-Delange, 2015, p. 153)	104
Figure 17 Aide en ligne de présentation de la page de résultats de Google (Source : archives personnelles, 2012 et 2015).....	106
Figure 18 Les ressources numériques sur Internet (Bibeau, 2005).....	133
Figure 19 GIP et activités des enseignants (Source : Drot-Delange, non publiée).....	158
Figure 20 Collection de référence de Sophie (juin 2015)	168
Figure 21 Synthèse du questionnement de recherche	179

Introduction

Mon intérêt en tant que chercheuse en sciences de l'éducation pour Internet, et l'informatique, trouve son origine dans mon parcours personnel et professionnel. Donner quelques éléments de ce parcours permettra de fournir les clés de mon positionnement scientifique, intriquant fortement sciences de l'éducation et informatique.

L'informatique est arrivée relativement tôt dans ma vie, à l'occasion d'un enseignement optionnel de « gestion et informatique » suivi en classe de seconde en 1983, donc juste avant que l'option informatique ne soit mise en place dans les lycées. Quelques heures étaient consacrées à l'apprentissage de l'algorithmique et de la programmation en Basic, nous écrivions nos premiers programmes sur une machine à cassette. Après un diplôme universitaire de technologie (DUT) en informatique de gestion, j'ai intégré une société de services en informatique, où j'ai exercé pendant trois ans le métier de programmeur. En même temps, j'ai suivi une maîtrise d'informatique au Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM). A la faveur d'un congé de formation, j'ai eu la chance d'intégrer le diplôme d'études supérieures spécialisées (DESS) informatique et sciences de l'ingénieur de l'Université de Nice-Sophia Antipolis en 1990. Chance, car des chercheurs de l'Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (INRIA) y enseignaient, m'ouvrant des perspectives totalement inconnues, tant dans les savoirs abordés que dans la démarche de construction de ces savoirs auxquels tous participaient. Plusieurs parcours étaient proposés au sein du DESS, j'ai choisi la spécialité « bases de données », peu fréquentée par les étudiants d'alors, qui lui préféraient le « génie logiciel ». J'ai travaillé au sein de l'équipe du professeur Serge Miranda sur le développement d'un projet européen TOOTSI (*Telematic Object-Oriented Tools for Service Interfaces*) au sein du laboratoire I3S (Informatique, Signaux et Systèmes de Sophia-Antipolis) du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Ma participation consistait à réaliser l'interface destinée à permettre l'interrogation d'une base de données via les réseaux.

À l'issue de cette formation, je pouvais choisir de poursuivre une carrière technique ou bien de m'orienter vers la gestion. C'est la seconde option que j'ai choisie en suivant les enseignements du Mastère « Management social des organisations » de l'École Supérieure de Commerce de Paris. Ce fut ma deuxième rencontre avec le monde de la recherche, mais cette

fois-ci, il s'agissait de sociologues et de psychologues. Je leur dois d'avoir découvert la sociologie des organisations, la psychologie sociale, des penseurs tels que Bourdieu par exemple. Ce fut alors un déclic, je voulais me spécialiser dans les sciences sociales. J'ai alors décidé de passer les concours de l'éducation nationale et plus particulièrement l'agrégation de sciences sociales. J'ai d'abord obtenu le CAPES (en 1994) et deux ans après l'agrégation (1996). Est-ce à dire que c'était pour moi la fin de l'informatique dans ma carrière professionnelle ?

Non, mais elle était devenue un outil au sein de mon enseignement de sciences économiques et sociales. Les programmes demandaient de travailler avec les élèves à la consultation de bases de données et à l'utilisation de logiciels spécialisés. Cependant, je n'en avais pas totalement terminé avec l'informatique en tant que discipline. Si l'option informatique née en 1985 avait été supprimée en 1992, elle a été rétablie, sous une autre forme, pour les classes de première en 1996 et pour les classes de terminale en 1997. J'ai alors eu l'occasion d'enseigner l'informatique en classe de première et terminale de la série économique et sociale. Il s'agissait à l'époque de faire travailler les élèves par projet sur des thématiques adaptées à leur spécialité. Mes élèves ont eu entre autre à travailler au développement en *Smalltalk*, langage de programmation orienté objet, d'un convertisseur franc-euros. Le cahier des charges était simple : le convertisseur consistait en une carte de l'Europe, l'utilisateur choisissait le montant à convertir, le sens de conversion et cliquait sur le pays, la conversion s'opérant.

Cette approche d'une part de l'informatique outil et de l'informatique discipline avec des élèves de lycée a alors été pour moi l'occasion de découvrir que l'informatique n'était pas aussi innée et naturelle pour tout un chacun que ce que je pouvais imaginer. Si la préparation des concours et la formation à l'Institut Universitaire de Formation des Maîtres (IUFM) m'avaient initiée à la didactique de ma nouvelle discipline, il n'en était pas de même en informatique. Expliquer les concepts de ce langage n'était pas trivial. Mettre en œuvre ce langage avec des élèves qui ne se considéraient pas comme scientifiques pouvait sembler une gageure, mais aucun élève ne s'est découragé et tous ont réussi à développer cette application.

Les attitudes et comportements de quelques-uns de mes collègues vis-à-vis de l'informatique étaient également source de surprise pour moi. Certains me considéraient comme la technicienne capable de réparer ou de répondre à toutes leurs interrogations sur le matériel, ce qui n'était bien sûr pas le cas. D'autres avaient quelques appréhensions à utiliser en classe des logiciels spécialisés. La bureautique professorale ne me semblait pas très développée, des cours manuscrits étaient transmis du formateur aux professeurs stagiaires. Dans le même

temps, des enseignants étaient très à la pointe et s'investissaient beaucoup dans ces technologies. Bref, mon nouveau milieu professionnel m'a engagée à reconsidérer ma propre perception de l'informatique que certains qualifient d'informatique des utilisateurs.

Au moment où Internet prenait son essor, j'y ai vu un moyen extraordinaire pour m'imprégner des pratiques professionnelles que d'autres partageaient via les réseaux, pour chercher des informations et des documents, sorte de fonds communs de savoirs partagés, que je n'avais pas eu l'occasion d'acquérir durant ma formation. Mais ce fut aussi la source de nombreuses questions de recherche. J'ai entrepris une thèse sur les rationalités d'usage des outils de communication électronique au sein de disciplines scolaires tant par les enseignants que par l'institution. De nombreux postes de formateurs étaient alors proposés en IUFM dans le domaine des technologies de l'information et de la communication, j'ai saisi cette opportunité, qui m'a, entre autres belles rencontres, permis de travailler avec André Tricot. Dans le même temps, je finissais le mémoire de mon Diplôme d'Études Approfondies (DEA) en didactique de l'informatique à Paris 7, dirigé par le professeur Georges-Louis Baron. Ce fut le début d'une longue aventure puisque cette rencontre et ce mémoire se traduisirent par la soutenance d'une thèse en sciences de l'éducation en 2001, puis, aujourd'hui, à la présentation de ce mémoire de synthèse.

Recrutée en 2002 en tant que maître de conférences sur un poste en 71^{ème} section, ma mission a consisté en la création et en la responsabilité du parcours « conception et réalisation de produits multimédias » au sein de l'Institut Universitaire Professionnalisé « Ingénierie de l'information et de la communication » de l'Université de Clermont-Ferrand 2. Il s'agissait de former des étudiants d'origines diverses (littéraire et scientifique) aux technologies du multimédia et du Web dans le cadre d'une formation à la communication d'entreprise. Mes enseignements étaient alors essentiellement informatiques. Un détachement d'un an et demi en 2007 au sein d'un Centre Régional de Documentation Pédagogique (CRDP) en tant que responsable du service Édition (16 personnes dans le service) a été pour moi l'occasion, outre la découverte du monde passionnant de l'édition et de l'imprimerie, de renouer avec des questions et des terrains de prédilection : les technologies de l'information et de la communication dans le domaine éducatif, notamment la question des ressources éducatives et de leurs usages par les enseignants.

Ma forte implication dans les enseignements du master Ingénierie de la Documentation Technique Multilingue, créé en 2008, m'a amenée à poursuivre mes interrogations sur la notion de « ressources » tant du point de vue des utilisateurs finaux que du point de vue des

concepteurs. En effet, cette formation a pour objectif d'enseigner la conception de documentations techniques et scientifiques, tels que les modes d'emplois, les tutoriels, les aides en ligne, les notices légales, etc., sur des supports variés à destination de publics non spécialistes (par exemple dans le domaine industriel : pour les clients ou le service marketing ; dans le domaine médical : pour les patients, les personnels paramédicaux, etc.). La recherche d'information s'est alors trouvée au centre de mes questionnements de recherche et plus particulièrement dans sa dimension informatique. La volonté de réinvestir les thèmes de recherche qui m'étaient chers, telle que la didactique de l'informatique, m'a amenée à considérer Internet et le Web, comme des objets potentiels d'étude permettant d'introduire la dimension informatique auprès de publics non spécialistes. L'ouverture de l'enseignement de spécialité « Informatique et Sciences du Numérique » (ISN) en terminale m'a donné un terrain de recherche avec l'aide des enseignants de l'académie de Clermont-Ferrand et le soutien bienveillant de Malika More, directrice adjointe de l'Institut de Recherches sur l'Enseignement des Mathématiques (IREM), qui a accepté ma participation aux groupes ISN et ISO (Informatique Sans Ordinateur). Travailler sur l'histoire de l'enseignement de l'informatique et de son curriculum est pour moi comme travailler un peu sur ma propre histoire de vie : actrice de cet enseignement, en tant qu'élève, puis étudiante, puis enseignante, et ayant vécu les révolutions informatiques de la période, cette histoire suscite ma curiosité et mon envie de comprendre les rouages de la construction d'une discipline scolaire, son enseignement et son apprentissage.

Finalement, ce parcours a provoqué chez moi un double intérêt pour la question d'Internet en éducation.

D'une part, mon expérience professionnelle m'a conduite depuis la fin des années 1990 à interroger la manière dont les enseignants, les institutions, les inspecteurs, les associations professionnelles, s'approprièrent Internet et tentaient d'en promouvoir les usages par les enseignants. Cette perspective s'inscrit dans le champ de la sociologie de l'éducation (Duru-Bellat et Van Zanten, 1999), en ce qui concerne l'analyse des institutions et des politiques éducatives. Elle s'inscrit également en sociologie du curriculum définie comme :

cette approche spécifique des faits éducatifs qui tente d'élucider l'ensemble des fonctionnements et des enjeux sociaux de la scolarisation en prenant en compte comme point de vue privilégié et en quelque sorte comme « révélateur » ces phénomènes de sélection, d'organisation et de programmation. (Forquin, 2008, p. 76)

D'autre part, les situations d'enseignement vécues auprès d'élèves puis d'étudiants spécialistes d'autres disciplines que celle de l'informatique, m'ont fait m'interroger sur les savoirs en jeu dans l'enseignement d'Internet et du Web. Cette perspective s'inscrit dans le champ de la didactique de l'informatique.

Il convient de définir ce que recouvre le terme Internet dans ce mémoire de synthèse. Internet est d'abord une architecture physique telle que le définit le *Federal Networking Council* d'Internet, en date du 24 octobre 1995 :

« Internet » désigne le système d'information mondial qui : (i) est relié logiquement par un espace d'adressage unique au monde basé sur le protocole Internet (IP) ou ses extensions/suivis ultérieurs ; (ii) est capable de soutenir les communications utilisant la suite de protocoles Transmission Control Protocol/Internet Protocol (TCP/IP) ou ses extensions/suivis ultérieurs, et/ou d'autres protocoles compatibles IP ; et (iii) fournit, utilise ou rend accessible, publiquement ou en privé, des services de haut niveau basés sur les communications et l'infrastructure connexe décrites dans la présente résolution.¹

Priol (2010) distingue trois aspects liés à ce qu'il nomme l'« écosystème Internet » : les réseaux, les outils de communication et les outils d'accès à l'information. La première composante de cet écosystème renvoie aux protocoles réseau, aux objets connectés, etc. La seconde comprend le courrier électronique, les réseaux sociaux, etc. La troisième concerne le Web et ses évolutions, du Web statique au Web sémantique, les moteurs de recherche, etc.

Une vision un peu différente est proposée par Floridi (1998) pour qui il faut considérer Internet comme la combinaison de trois espaces différents : l'espace physique (l'infrastructure), l'espace numérique (plate-forme de mémoire) et l'espace sémantique (cyberespace). L'espace numérique se construit sur l'infrastructure physique et rassemble tous les espaces de mémoire que chaque ordinateur hôte met à disposition publiquement du réseau. Cette « plate-forme de mémoire » est celle qui permet l'installation et le fonctionnement de logiciels, l'archivage de documents. Le troisième espace considéré par Floridi est un espace fonctionnel et sémantique, celui de cyberespace, constitué de l'ensemble des services et des documents enregistrés. Ce cyberespace n'existe pas comme espace physique, mais comme réalité conceptuelle, que l'utilisateur perçoit comme un espace dans lequel on peut naviguer.

¹Repéré à : www.internetsociety.org/fr/internet/qu'est-ce-que-l'internet/histoire-de-l'internet/un-bref-historique-de-linternet

Il se caractérise par sa semi-ubiquité, entendue comme la propriété d'être simultanément à proximité immédiate de tout autre lieu de l'espace en question.

Le langage courant tend à confondre ces différents espaces ou composantes. C'est pourquoi le terme Internet dans ce mémoire de synthèse, sauf mention contraire, sera considéré comme recouvrant ces différents espaces tant techniques qu'épistémologiques.

Lorsque ma carrière de chercheur a débuté sous la houlette du professeur Georges-Louis Baron, j'ai été surprise de constater que l'école était très en avance sur la société dans son ensemble concernant Internet. Un article du cahier multimédia de Libération du 10 octobre 1997 titrait : « *L'école tire ses premières leçons d'Internet* », avec en sous-titre « *Bilan contrasté du réseau comme outil pédagogique, à la veille d'un plan gouvernemental d'équipement en nouvelles technologies* » (p. III). Le discours d'Hourtin avait été prononcé quelques mois auparavant et le ministre Claude Allègre s'appropriait à décliner son plan². L'article cité donne quelques exemples de pratiques en classe : recherche d'information sur la statue d'Athéna, tant dans les CD-Rom d'une encyclopédie que sur Internet ; exposé envoyé à une autre classe connectée. L'article tempère cependant la possibilité d'une extension de ces usages en soulignant le manque de formation des enseignants ainsi que la moyenne d'âge de ceux-ci jugée élevée par un membre du bureau des technologies nouvelles du Ministère de l'Éducation Nationale. Affaire de génération, donc. Surprenant de constater que les médias sommaient l'école de tirer un bilan d'une innovation vieille de six années... Le Web a été proposé dans sa forme conceptuelle par Tim Berners-Lee en 1989 et mis en œuvre en août 1991. En 1997, selon la Banque mondiale, les utilisateurs d'Internet³ représentaient 4,3% de la population française⁴. À titre de comparaison : les utilisateurs d'Internet comptaient 6,7% de la population en Allemagne, 7,4% au Royaume-Uni, 19,5% en Finlande et 21,6% aux États-Unis.

Pourtant, bien qu'au tout début du phénomène, le débat était déjà vif si l'on en croit la tribune particulièrement virulente publiée par Robert Redeker dans Le Monde du 12 septembre 1997, titrée « *L'école doit-elle fabriquer des internautes ou instituer des citoyens ?* » (p. 14). Relevons quelques-unes des phrases de l'article :

²voir l'analyse critique faite par Moatti (2010), notamment sur la notion de majorité silencieuse des enseignants.

³Les utilisateurs d'Internet sont les personnes qui accèdent au réseau mondial.

⁴Rapport sur le développement des télécommunications dans le monde et base de données de l'Union internationale des télécommunications et estimations de la Banque mondiale. Repéré à : <http://donnees.banquemondiale.org/indicateur/IT.NET.USER.P2>

« À l'école, il vaut mieux étudier Shakespeare et Descartes que d'apprendre à se **servir** – ce dont on aura toujours le temps – des outils informatiques, que de **s'exercer** à naviguer sur le Web. » ;

« très performant dans les domaines professionnels hyperspécialisés, cet outil devient aussi indigent que la télévision dès que, touchant le grand public, il se transforme en **objet de consommation** » ;

« que l'on accorde à l'enfant et à l'adolescent le droit d'ignorer **l'usage** de ce qui asservira sa vie ! » ;

« s'agit-il de rendre l'individu disponible pour Internet, de le mettre à disposition de ce système ? ». (souligné par nous).

La charge est sévère et vise nommément le ministre de l'époque. Mais on peut constater à la lecture complète de l'article que l'objet de la critique consiste à considérer qu'il n'y a aucun savoir propre à Internet. Au mieux apprend-on à l'utiliser pour être employable, ce qui n'est pas un objectif de l'école républicaine. On peut à l'inverse considérer comme le fait Bruillard (2000) qu'il y a bien matière à connaissances dans les usages dans son texte « *Qu'importe qu'ils comprennent, puisqu'ils savent s'en servir !* ».

Alors que le discours dominant sur l'éducation ressasse la nécessité de « donner du sens », on amène les enfants ou les adultes à répéter des suites d'actions sans aucune signification pour eux. (...) Comprendre en quoi consistent ces actions, les organiser, imaginer de nouvelles séquences pour faire face à des situations inédites, cela implique d'avoir une idée des objets sur lesquels on opère (p. 3).

Ce questionnement est au cœur de mes travaux de recherche concernant la composante informatique d'Internet en éducation. Ceux-ci abordent deux dimensions que j'estime complémentaires.

La première dimension concerne la question des savoirs en jeu dans l'informatique dite des utilisateurs, dont Internet fait partie intégrante, et tente de répondre à deux questions :

- Quelle est la place accordée aux savoirs concernant Internet dans les curricula ?

Les objets numériques connectés reposent sur Internet et ses différentes applications. Il s'agit alors de s'interroger sur l'enseignement d'Internet comme objet(s) de savoirs. Cette question d'Internet en éducation renouvelle celle plus ancienne de l'informatique, à peu près dans les mêmes termes : enseignement de ... ou éducation à ; outil/objet d'enseignement. *In fine*, ce sont les questions de la place de l'informatique dans les curricula et d'Internet dans

l'enseignement de l'informatique qui sont posées. C'est pourquoi une partie de mes travaux de recherche analyse les évolutions des curricula dans ce domaine, en comparaison avec ce qui s'est fait ou se fait dans d'autres pays. Je cherche à montrer comment la question d'Internet est liée de manière étroite à celle de l'informatique, même si cette relation n'épuise pas les approches possibles, comme celle de la nature médiatique d'Internet.

- Quelle compréhension les utilisateurs (élèves et étudiants) d'objets numériques connectés ont-ils de la dimension informatique et des implications de celle-ci ?

Il s'agit alors de l'exploration des relations entre culture numérique, supposée acquise par la pratique, et culture informatique dans les travaux que je mène sur la compréhension et les représentations des étudiants du fonctionnement des moteurs de recherche, d'Internet, ou du Web.

La deuxième dimension se situe dans le prolongement de ma thèse. Celle-ci visait à étudier la constitution de réseaux disciplinaires via Internet et la rationalité d'usage par les enseignants des outils de communication électronique. Aujourd'hui, dans le cadre du projet ANR REVEA⁵, mes travaux portent sur les contours d'un Internet professoral, qui s'est largement développé ces quinze dernières années, selon deux points de vue. D'abord celui de l'offre de ressources numériques. Comment celle-ci se constitue-t-elle ? Avec quels acteurs ? Quels en sont les enjeux ? Avec quelle réception par les enseignants ? Ensuite, le second point de vue est celui de l'intégration des ressources numériques par les enseignants à leur espace personnel d'information. Les ressources existent pour une part dans un espace public ou collectif, à accès restreint ou non. Par quelles actions et opérations ces ressources sont-elles intégrées par les enseignants dans leurs espaces personnels d'informations ? Comment ces espaces sont-ils gérés par les enseignants ? Comment ces espaces sont-ils instrumentés ?

Le travail mené ici vise donc à explorer les deux dimensions retenues concernant l'Internet en éducation.

Analyser la place et la nature des savoirs informatiques concernant l'Internet en éducation conduit d'abord à étudier la place et la nature de l'informatique dans ces mêmes curricula (partie 1). Cette partie a pour objet de faire un état de la question, tout en proposant des pistes d'analyse que je n'ai pas jusqu'à présent explorées. Ainsi il peut être intéressant, dans une visée comparatiste, de tenter de déterminer quels sont les fondements d'un enseignement de

⁵Programme ANR : Apprentissages (APPR) 2013, Référence projet : ANR-13-APPR-0006, Ressources Vivantes pour l'Enseignement et l'Apprentissages, 2014-2018.

l'informatique, du primaire à l'enseignement supérieur (chapitre un). Dans le chapitre deux, je rappellerai les débats historiques sur les finalités d'un tel enseignement pour tous, cristallisé selon moi autour de la notion de littératie informatique. La littératie a en effet à voir avec la culture (ici scientifique et technique) et les rapports de pouvoir au sein d'une société. Nous verrons qu'il y a émergence d'une didactique de l'Internet en nous appuyant principalement sur des travaux anglo-saxons, la recherche francophone étant peu présente dans ce champ (chapitre trois).

J'approfondirai cet aspect par une recension et une analyse secondaire des études portant sur les représentations des élèves et étudiants, études auxquelles mes travaux participent (partie 2) concernant Internet (chapitre un), le Web (chapitre deux) et les moteurs de recherche (chapitre trois). Je propose dans la partie 3 de définir la notion d'Internet professoral et son développement. J'analyserai comment se constituent et s'articulent les offres de ressources numériques et les pratiques des enseignants (chapitre un), comment les enseignants gèrent l'articulation entre espaces personnels de ressources et espaces publics (chapitre 2). Je conclurai ce mémoire de synthèse par les questions vives de recherche qu'il soulève.

Partie 1 : Informatique et Internet comme savoirs à enseigner

Introduction

Les pratiques instrumentées avec des objets numériques connectés se sont développées rapidement ces dernières années. Elles renouvellent selon moi la question de l'informatique des utilisateurs. Dans notre ouvrage (Baron, Bruillard et Drot-Delange, 2015), nous posons la question des relations qu'entretient cette informatique avec la science informatique d'un point de vue didactique. Nous indiquons que se poser cette question, c'était implicitement considérer que des connaissances et des compétences de nature informatique sont nécessaires aux utilisateurs (p. 104). J'ai souligné, à propos des logiciels libres en éducation (2011c – CP06⁶), tout l'intérêt de l'apprentissage non pas des éléments spécifiques à telle ou telle interface d'une application donnée, mais bien des concepts informatiques sous-jacents, qui seuls permettent adaptabilité et évolutivité des compétences. Et ce malgré la pression parfois forte des apprenants eux-mêmes, qui estiment qu'il vaut mieux, pour eux, acquérir les compétences demandées par les employeurs, avec le désir d'être immédiatement productifs. C'est une des focales de mes travaux de recherche que de tenter d'éclairer cette relation science informatique et informatique des utilisateurs, et plus particulièrement à propos d'Internet.

Pour comprendre les débats sur l'enseignement de l'informatique, il convient d'abord d'en retracer l'historique, ce que nous faisons dans plusieurs textes (Baron, Drot-Delange, Grandbastien, & Tort, 2015 – CP15 ; Baron, Drot-Delange, Grandbastien, & Tort, 2014 – CP13 ; Drot-Delange, 2012 – CP08 ; Tort & Drot-Delange, 2013 – CP11), qui intègrent les évolutions récentes en la matière en ce qui concerne la France (introduction d'un enseignement Informatique et Sciences du Numérique – ISN – en classe de terminale). Je reprends ici les principaux jalons publiés dans ces textes.

Baron et Bruillard (1996, p. 20) périodisent l'introduction et le développement de l'informatique dans le système éducatif à partir de la vision dominante que celui-ci s'en est

⁶ CP renvoie à la Collection numérotée de mes Publications qui figurent dans le second volume de ce mémoire.

construite. Les médias audiovisuels comme moyens pour enseigner constituent la caractéristique de la première période, avant les années 1970.

La deuxième période, de 1970 à 1980, voit la prédominance de l'informatique comme démarche de pensée et comme instrument du travail de l'enseignant. En 1970 est lancée une expérimentation nationale d'introduction de l'informatique dans l'enseignement du second degré (Baron, 1989, p. 84). Des établissements ont été équipés, des centaines d'enseignants de toutes disciplines ont été formés. Il ne s'agissait pas de former les élèves à un langage de programmation, mais de promouvoir une « démarche informatique » dans toutes les disciplines, comme « élément de culture et de rénovation » (ibid. p. 84).

La troisième période, de 1980 à 1989, s'ouvre avec le rapport Simon, professeur en informatique à l'Université Pierre et Marie Curie de Paris. Ce rapport distingue l'informatique « moyen d'enseignement » et l'informatique « objet d'éducation » (1980, cité par Baron 1989, p. 87). Il préconise la création d'une discipline informatique, avec un horaire, un corps de professeurs spécialistes de l'informatique et donc l'instauration de concours de recrutement. Cette position est contestée par des acteurs influents, pour lesquels l'informatique doit rester intégrée aux disciplines scolaires existantes.

Le rapport Pair-Le Corre (1981, cité par Baron 1989), s'il convient de l'intérêt de l'informatique dans le milieu scolaire, revient sur la nécessité de la création d'un corps professoral spécialisé. En 1981, une option informatique est ouverte dans les lycées, d'abord à titre expérimental, puis généralisée en 1985, évaluée au baccalauréat en 1988, instituant ainsi l'informatique comme discipline de formation générale dans le second degré, mais sans corps d'enseignants spécialisés (Baron 1989, p. 90). Les contenus de l'option sont alors une transposition de ceux de l'enseignement de l'informatique à l'Université en licence. Après les élections de 1981, ce sont les préconisations du rapport Pair-Le Corre qui seront mises en œuvre : pas de création d'un corps enseignant spécifique et une volonté de faire de l'informatique une discipline transversale aux autres disciplines, sa démarche algorithmique participant à la formation générale de l'esprit (Baron, 1989, p. 178).

La quatrième période s'ouvre en 1990 et voit l'informatique comme outil intégré aux disciplines scolaires existantes. Les critiques de l'option informatique ont porté d'une part sur son rôle élitiste et d'autre part sur son incapacité à atteindre ses objectifs de « discipline carrefour » et non de discipline de transmission de savoirs (Baron & Bruillard, 1996, p. 78). Le Conseil National des Programmes en 1990 remet en cause l'utilité même d'une option ou d'un module informatique au lycée :

il convient d'enseigner en priorité non pas l'informatique discipline, mais l'informatique outil... Dans la mesure où l'informatique est utilisée dans toutes les disciplines, cela ne paraît plus nécessaire [...] En effet la pratique de l'outil informatique doit permettre aux élèves de savoir si ça les intéresse ou pas, sans doute mieux que l'apprentissage de la programmation structurée (cité par Baron et Bruillard 1996, p. 78).

L'option est supprimée et remplacée par des ateliers de pratique en technologie de l'information et de la communication, ouverts aux élèves volontaires sans distinction de niveau de classe qui s'engagent à en suivre les activités durant toute l'année scolaire.

Changements politiques aidant, l'option est rétablie en classe de seconde en 1995. Cet enseignement de l'informatique est alors conçu « pour donner à l'ensemble des élèves une base de formation en informatique et leur permettre une utilisation raisonnée de l'ordinateur dans les différentes disciplines »⁷. Des options différenciées selon les séries du baccalauréat seront mises en œuvre en première et terminale. Cette option est à nouveau supprimée, de fait, avec la réforme des lycées de 1999.

La décennie suivante ne connaîtra pas d'introduction de l'informatique en tant que discipline scolaire, les technologies de l'information et de la communication, qu'elles soient qualifiées d'usuelles ou de modernes selon les textes, occupant désormais le devant de la scène. L'introduction en 2001 du Brevet Informatique et Internet (B2i) consacre ce phénomène, liant Internet à l'informatique, sous le sceau des compétences et des usages, principalement du courrier électronique et de la recherche d'information, tant pour les élèves que pour les professeurs.

L'introduction commune des programmes de l'enseignement des mathématiques, des sciences de la vie et de la Terre, de physique-chimie du collège précise⁸ qu' :

Un accent fort est mis désormais sur la maîtrise de l'usage des techniques modernes de l'information et de la communication. Cependant, cet accent se limite à l'utilisation des systèmes informatiques, **sans aborder vraiment la compréhension**, même élémentaire, de leurs principes. (p. 10, souligné par nous).

On peut s'étonner par exemple qu'une discipline comme la technologie au collège, qui considère l'information comme une matière d'œuvre, donne la même place (applicative) à Internet que toutes les autres disciplines, comme le montre cet extrait des programmes

⁷BOEN n° 18 du 4 mai 1995.

⁸Programme toujours en vigueur à la rentrée 2015. BOEN HS n° 6, 19 avril 2007

officiels encore en vigueur en 2015 : « Il convient de montrer à l'élève que l'utilisation de l'outil informatique recouvre une très grande diversité d'applications qui dépasse largement le cadre du traitement de texte, du tableur-grapheur et des applications utilisant l'Internet. »⁹

Le B2i peut être vu comme un référentiel qui liste un ensemble de compétences que les élèves doivent avoir acquis en fin d'école élémentaire, au collège et au lycée. Les domaines et compétences du B2i sont revus en 2006¹⁰ puis en 2011¹¹. Une littérature abondante existe sur les heurs et malheurs du B2i, nous y renvoyons le lecteur intéressé (Cerisier, Rizza, Devauchelle et Nguyen, 2008; Fluckiger et Bart, 2012; Gobert, 2012; F. Holo, 2012). Le B2i est prolongé dans l'enseignement supérieur par le C2i (Certificat Informatique et Internet) pour les étudiants avec deux niveaux. Le niveau 1 correspond à la licence, le niveau 2 est spécialisé par domaine de formation, avec par exemple le C2i2e, qui concerne les métiers de l'enseignement. Lagrange (2013) souligne la particularité du C2i2e :

Le dispositif C2i2e apparaît comme une singularité parce qu'il naît dans un contexte institutionnel et social où la réflexion se porte sur les usages plus que sur le développement des équipements et sur ses effets conçus dans une perspective mécaniste. Prenant en compte implicitement l'absence de programmes d'utilisations, il se centre sur un référentiel de compétences professionnelles s'appliquant à une grande variété d'usages permettant d'objectiver un développement professionnel à travers ses usages (p. 179).

Tout comme pour les élèves, ces référentiels de compétences ne se déclinent pas en savoirs, bien que des formations soient proposées pour le C2i et le C2i2e.

La décennie actuelle est celle d'un renouveau d'initiatives concernant un enseignement d'informatique au collège et au lycée. Ce mémoire de synthèse est l'occasion de les mentionner, dans le prolongement des rétrospectives existantes, même si les programmes ne sont pas encore entrés en application.

Au collège, le socle commun, qui devrait entrer en vigueur en septembre 2016, prévoit « (...) l'apprentissage de la langue française, des langues étrangères et, le cas échéant, régionales, des langages scientifiques, des langages informatiques et des médias ainsi que des langages des arts et du corps »¹².

Cette compétence est déclinée comme le fait de savoir que :

⁹BOEN spécial n° 6 du 28 août 2008, p. 11

¹⁰BOEN n°29, 20 juillet 2006

¹¹BOEN n°28, 14 juillet 2011

¹²BOEN n° 17 du 23 avril 2015

(...) des langages informatiques sont utilisés pour programmer des outils numériques et réaliser des traitements automatiques de données. Il [l'élève] connaît les principes de base de l'algorithmique et de la conception des programmes informatiques. Il les met en œuvre pour créer des applications simples.

Parallèlement, la culture numérique (plutôt rattachée aux médias dans le texte) est explicitement mentionnée :

L'élève apprend à utiliser avec discernement les outils numériques de communication et d'information qu'il côtoie au quotidien, en respectant les règles sociales de leur usage et toutes leurs potentialités pour apprendre et travailler. Il accède à un usage sûr, légal et éthique pour produire, recevoir et diffuser de l'information. Il développe une culture numérique¹³.

Au lycée, l'algorithmique a été introduite dans les programmes de mathématiques en classe de seconde (rentrée 2009), de première (rentrée 2010) et de terminale (rentrée 2011) dans toutes les séries¹⁴. Un enseignement de spécialité a été proposé à la rentrée 2012, « Informatique et Sciences du Numérique » (ISN), destiné aux élèves des classes terminales scientifiques, avec une phase d'expérimentation en 2009 et 2010 (Baron, Drot-Delange, Grandbastien, & Tort, 2015 – CP15). L'informatique trouve à nouveau droit de cité, de façon marginale, dans les curricula français. Mais ce n'est pas le cas de l'Internet et du Web, si ce n'est par les usages.

La réforme des programmes du collège ne prévoit pas qu'Internet soit considéré comme un objet de savoirs. Le Web, dans le futur socle commun des connaissances, est un média, au même titre que la presse écrite et l'audiovisuel¹⁵. La création de « site Internet » est mentionnée dans les projets de programme 2016 du cycle 4 comme exemple d'enseignement pratique interdisciplinaire et la création d'un Web journal comme exemple d'activités pour l'apprentissage des langues étrangères et régionales¹⁶.

Au lycée, un enseignement d'exploration est proposé en expérimentation depuis la rentrée 2015 en seconde, intitulé « Informatique et création numérique » (ICN). En illustration de sa philosophie, un module concernant la réalisation d'un site Internet (ou site Web en fonction des passages du texte) est décliné en concepts associés. L'enseignement d'Internet dans le primaire et le secondaire est donc lié d'une part à celui des médias et d'autre part à celui de

¹³BOEN n°17 du 23 avril 2015, p. 4

¹⁴BOEN n° 18 du 6 mai 2010

¹⁵BOEN n° 17 du 23 avril 2015, p. 5

¹⁶Projet de programme, cycle 4, Conseil National des Programmes, 9 avril 2015, p. 20 et 57

l'informatique, principalement du point de vue des usages, renouvelant ainsi les questions soulevées par l'enseignement de l'informatique depuis quelques décennies.

J'ai précisé quels étaient les jalons marquants de l'introduction de l'enseignement de l'informatique dans le système éducatif français et constaté l'absence de considération d'Internet comme objet de savoirs informatiques à quelques exceptions près (ICN et ISN). La manière d'envisager Internet et le Web dans les curricula en tant qu'objets de savoir est liée à ce qui est considéré comme fondateur de l'enseignement de l'informatique. Je proposerai d'abord une typologie des principes fondateurs de cet enseignement, puis étudierai la manière dont ils se déclinent concernant Internet et le Web (chapitre 1).

La question de savoir ce qu'il faut enseigner en informatique à tous les élèves est récurrente. Elle est cristallisée dans les débats autour d'une nécessaire ou inutile littératie informatique, elle-même à géométrie variable selon les acteurs, soit pour la promouvoir soit pour la bannir. Littératie à enseigner ou bien acquise par familiarité lors des usages d'objets numériques connectés ? La notion de littératie est intéressante car elle inclut une réflexion sur les rapports de pouvoir entre les acteurs. C'est bien aussi cette tension qui est au cœur des débats sur la nature de l'informatique. La place des filles dans les filières informatiques n'échappe pas non plus à cette lecture en termes de rapports de pouvoir (chapitre 2).

Si au niveau de l'enseignement universitaire, Internet est présent dans les cursus en informatique, ce n'est le cas du Web que depuis peu. Qui plus est, même si Internet et le Web sont étudiés à l'aune de la science informatique, peu de considération est accordée à leurs spécificités. Alors que de plus en plus de cursus de non spécialistes en informatique intègrent cet enseignement, comment le penser ? Nous verrons (chapitre 3) des tentatives d'ouverture de cet enseignement vers ces publics de non spécialistes tant au niveau scolaire qu'universitaire, qui s'accompagnent de l'émergence d'une didactique du Web.

Chapitre 1 : Principes fondateurs d'un curriculum en informatique

La réflexion menée dans ce chapitre trouve une première ébauche dans (Tort et Drot-Delange, 2013 – CP10) avec la mise en œuvre du modèle de Darmstadt, pour décrire un curriculum en informatique, proposé par Hubwieser (2013) et que nous avons appliqué au cas de la France. Cette réflexion s'est prolongée avec la préparation de la cinquième édition du colloque francophone Didapro5-DidaSTIC¹⁷ sur les curricula et les perspectives didactiques en informatique, que j'ai organisée et présidée à Clermont-Ferrand en 2013.

Lors de la préparation de l'ouvrage qui est issu de ce colloque (Baron, Bruillard et Drot-Delange, 2015), j'ai initié une réflexion sur des comparaisons curriculaires entre pays/régions où la place de cet enseignement est très variable. La Grèce, la Bavière ou Israël par exemple ont des traditions fortes et anciennes d'un enseignement de la science informatique, alors que la Suisse ou la Belgique se rapprochent davantage d'un enseignement orienté vers les usages des outils informatisés, à la manière de la France d'avant les années 2010 (Baron, Drot-Delange, Grandbastien et Tort, 2014 – CP13; Tort et Drot-Delange, 2013 – CP10).

À l'occasion de ce mémoire de synthèse, il m'est apparu nécessaire de formaliser ce travail, en proposant une typologie des principes issus d'une revue de littérature. J'ai ainsi pu repérer trois sources de fondements des curricula, qui ont parfois diffusé hors de leurs frontières d'origine : modes de pensée, idées fondamentales ou principes, et enfin paradigmes informatiques. Ces catégories ne sont pas exclusives les unes des autres, il est également probable qu'elles ne couvrent pas l'intégralité des situations. J'ai illustré, lorsque c'était possible, chaque principe fondateur sur un cas particulier, que l'on peut considérer comme idéal-typique.

1. L'informatique comme mode de pensée

Dans (Drot-Delange, 2014 – CP14), j'ai proposé d'analyser dans quelle mesure la littératie informatique emprunte aux théories de la littératie. À l'instar de l'écriture qui amène de nouveaux modes de pensée, ce serait aussi le cas pour l'informatique. Cette contribution reprend les propositions de chercheurs ou d'acteurs de l'enseignement de l'informatique, qui

¹⁷<http://didastic.sciencesconf.org/>

ont explicité cette notion de pensée, que certains qualifient d'algorithmique et d'autres d'informatique.

1.1 Une pensée algorithmique

On peut considérer que le rapport de l'académie des sciences (Institut de France, Académie des sciences, 2013) est un exemple de proposition de construction d'un curriculum mettant au centre de sa proposition la pensée informatique. Il précise les principes que devraient respecter un enseignement de l'informatique : équilibrer théorie et expérimentation, relier l'informatique au monde réel et aux autres disciplines (et pas seulement aux mathématiques), garantir la pérennité des contenus (en s'appuyant sur des fondements et des concepts, et non des particularités liées à tel outil ou langage), réduire les fractures (en mêlant abstraction et monde réel, pour ne pas conforter une image trop masculine de l'informatique, déconnectée du monde réel), dépasser les seuls usages et les formations sur le tas. La pensée informatique est citée à plusieurs reprises, mais n'y est pas définie. On trouve simplement la mention que « l'apprentissage de la programmation permet de découvrir les rudiments de la pensée informatique » (p. 24). Cette dernière ferait donc plutôt référence à la pensée algorithmique telle qu'elle a été définie dans les années 1980 en France.

Rogalski (1987) insiste sur l'apport de l'informatique à la résolution de problèmes dans d'autres disciplines grâce à ses outils théoriques (les concepts), les outils techniques renvoyant à l'environnement informatique.

C'est cet aspect de l'informatique comme outil de pensée qui a été mis en avant dans l'introduction institutionnelle d'un enseignement de l'informatique dans le second cycle des lycées. L'initiation de culture générale à l'informatique implique ainsi une part importante de modélisation de situations-problèmes (p. 7).

Papert prône l'importance de l'apprentissage d'un langage de programmation, comme moyen d'enseigner aux enfants à penser : « (...) certaines utilisations d'une technique informatique puissante, voire d'un état d'esprit informatique, peuvent fournir aux enfants de nouvelles façons d'apprendre, de penser (...) » (Papert, 1981, p. 30).

Il déplore cependant l'absence de réflexion sur les choix des langages de programmation, conçus par des industriels pour des professionnels, qui ne répondent pas aux besoins des enfants dans le projet pédagogique tel qu'il le conçoit, alors même que ce « langage utilisé colore fortement une culture informatique » (ibid., p. 48).

L'algorithmique est la base de la culture informatique selon Duchâteau (1992, p. 5):

Je crois aussi que les méthodes et concepts typiques de l'algorithmique sont parmi les plus fondamentaux de l'informatique et que, de plus en plus, une certaine familiarité avec le "faire faire" qui est au cœur de la programmation, au sens large, fait partie d'une utilisation efficace de beaucoup d'outils logiciels récents.

On retrouve chez Arsac (1987) le fait que l'informatique est une autre approche de la résolution de problèmes, contribuant au développement de compétences intellectuelles, bref, une démarche de pensée informatique qualifiée par lui d'algorithmique, d'opérationnelle et d'organisationnelle (Arsac, 1981). Le consensus se fait, parmi les partisans d'un enseignement de l'informatique, autour de l'idée qu'apprendre la programmation formera les élèves à une forme de pensée singulière liée la résolution de problèmes. Ils seraient alors à même de transférer cet apprentissage à d'autres domaines. Toutefois, la revue de littérature menée par (Baron, 1990) souligne que ces transferts de compétences ne sont pas prouvés lors d'expérimentations cherchant à les mesurer.

La pensée algorithmique trouve son application dans l'écriture de programmes, jugée incontournable dans tout apprentissage de l'informatique. On ne saurait comprendre l'informatique qu'en écrivant soi-même un programme. Ce serait le moyen pour les élèves et les étudiants d'expérimenter le contrôle direct d'une machine ... programmable (Cutts, Esper et Simon, 2011). La programmation serait à l'apprentissage de l'informatique ce que jouer d'un instrument est à l'apprentissage de la musique (Seehorn *et al.*, 2011).

1.2 Une pensée computationnelle

Aujourd'hui la terminologie « pensée algorithmique » cède le pas à « pensée computationnelle » (*computational thinking*), au moins dans les médias¹⁸. On peut lire dans Wikipédia que « la pensée computationnelle s'intéresse à la résolution de problèmes, à la conception de systèmes ou même à la compréhension des comportements humains en s'appuyant sur les concepts fondamentaux de l'informatique théorique »¹⁹.

Celle-ci plonge ses racines dans des textes plus anciens. Hebenstreit (1984) préconisait de former les élèves à utiliser les instruments informatiques pour résoudre des problèmes, qui se poseraient dès lors autrement. On peut en trouver la trace dans la citation précédente de Papert

¹⁸En effet, les programmes de collège en vigueur à la rentrée 2016 reprennent l'expression « pensée algorithmique ».

¹⁹Pensée computationnelle (9 décembre 2015). Dans *Wikipédia*. Récupéré de https://fr.wikipedia.org/wiki/Pens%C3%A9e_computationnelle le 2 février 2016.

dans la formule « un état d'esprit informatique » et l'expression exacte dans un texte de 1996 (Papert, 1996).

La pensée computationnelle selon Wing (2006) inclurait la capacité à poser des problèmes, les résoudre, à concevoir des systèmes, à comprendre le comportement humain en s'appuyant sur les concepts fondamentaux de l'informatique. Il ne s'agit pas seulement de savoir programmer. Wing le précise dans un texte ultérieur (2010). Il s'agit de savoir formuler un problème, pas seulement dans le domaine des mathématiques, mais dans tous les domaines de la vie, qui admette une solution informatique. Il s'agit selon elle de la nouvelle littérature du XXI^e siècle, qui consiste à discerner ce qui relève d'une solution informatique ou non, à choisir les moyens de la mettre en œuvre, à appliquer ou à adapter les outils ou techniques à de nouveaux usages, etc.

Certains expriment la crainte qu'il ne s'agisse là que d'habits neufs pour un contenu ancien. Ainsi, Denning (2009) considère que la pensée computationnelle n'est pas spécifique de l'informatique, mais qu'elle est présente dans d'autres sciences. Dès les années 1980, se sont créés dans certaines universités des départements de sciences computationnelles, pour les distinguer de l'informatique (*computer science*). La pensée computationnelle y avait une large place. De plus, Denning suggère que c'est vouloir remplacer la programmation par la pensée computationnelle comme représentante adéquate (et unique) de l'informatique. Pour lui, cette pensée ne constitue pas un principe de l'informatique (nous reviendrons plus loin sur les principes selon Denning de l'informatique), mais en est une pratique. Or une pratique ne peut suffire à couvrir l'intégralité d'un champ.

Les industriels informatiques eux-mêmes se sont emparés de cette notion (BCS, Microsoft, Google & Intellect, 2012) considérant que la pensée computationnelle fournit de « nouvelles lunettes à travers lesquelles nous regarder ainsi que notre monde ». Elle est aussi au cœur de la réforme menée au Royaume-Uni concernant l'introduction d'un enseignement d'informatique, le distinguant clairement de l'enseignement des technologies de l'information et de la communication (Furber, 2012).

Si la pensée algorithmique trouve des déclinaisons directes dans l'enseignement, ce n'est pas le cas de la pensée computationnelle, qui n'est pas véritablement un concept opératoire. Mais elle a l'avantage de ce fait de pouvoir être réinterprétée et revendiquée dans différentes configurations. Pensée algorithmique et pensée informatique ne sont donc pas tout à fait équivalentes. La première fait référence à la programmation, ce qui n'est pas obligatoirement le cas de la seconde.

Une manière de structurer un curriculum en informatique est de chercher à identifier les concepts essentiels de la science informatique. Ce à quoi se sont essayés plusieurs chercheurs en informatique de différents pays.

2. Les idées fondamentales de Schwill et les principes de Denning

Schwill et Denning cherchent tous les deux à exprimer ce qu'est l'informatique d'une manière qui permette d'une part une progressivité dans les apprentissages et d'autre part la pérennité du cadre proposé, quelles que soient les évolutions technologiques ou scientifiques.

Schwill (1997), qui mène des recherches en didactique de l'informatique depuis les années 1990 en Allemagne, notant la rapidité et l'importance des évolutions de l'informatique, propose de construire l'enseignement sur des idées fondamentales, principes, méthodes et modes de pensée de la science informatique. Ceci d'autant plus que les enseignants, parfois peu ou pas formés, ne pourraient pas suivre les évolutions technologiques. Il puise cette approche dans les travaux de Whitehead et Bruner.

Whitehead (1967) propose de limiter le nombre de sujets enseignés mais de les enseigner complètement, à partir de grandes idées de portée générale, plutôt que de multiples fragments, que les élèves ne parviendraient pas à articuler. Schwill fait également référence à Bruner (2009), selon lequel un curriculum se construit par le repérage des grands principes de chaque matière à enseigner. Seules ces idées fondamentales²⁰ permettraient le transfert de principes et d'attitudes acquis durant la scolarité. Elles seraient le reflet des structures des sciences. Bruner n'ayant pas défini explicitement les idées fondamentales, Schwill propose les critères suivants, qu'il appliquera au champ de l'informatique. Selon cet auteur, une idée fondamentale, en ce qui concerne certains domaines (par exemple en science), est un schéma pour penser, agir, décrire ou expliquer ce qui :

- peut être utilisé ou reconnaissable sous de nombreuses formes dans différents domaines (caractère horizontal),
- peut être décrit et présenté à chaque niveau intellectuel (caractère vertical),
- est clairement perceptible dans l'évolution historique (du domaine) et demeure pertinent à long terme (pérennité) et,
- est en rapport avec le langage courant et le sens commun (sens).

²⁰Fondamental signifie ici ayant une large et forte applicabilité

Il propose alors trois idées fondamentales en informatique, chacune donnant lieu elle-même à d'autres idées fondamentales. Nous ne retiendrons ici que le premier niveau. La première idée fondamentale est celle d'algorithmisation²¹, entendue comme l'ensemble du processus de conception, de mise en œuvre et d'exécution d'un algorithme. La deuxième est la « dissection structurée ». Elle concerne le processus de subdivision d'un objet en plusieurs parties d'une manière structurée, comprenant une description détaillée des parties, leurs relations à l'ensemble ainsi que les interactions entre les parties. La dernière est celle du langage. Il joue un rôle important dans la programmation (langages de programmation), les spécifications, la vérification, les bases de données (langage de requêtes) et les systèmes d'exploitation (langages de commande).

Schwill décline ensuite ces idées fondamentales sur des exemples de mises en œuvre selon les trois représentations identifiées par Bruner : symbolique, iconique, éactive et selon les classes auxquelles s'adressent cet enseignement.

Pour éclairer ces propos, nous reprenons l'exemple décliné par Schwill dans son article de 1997 de l'algorithme « diviser pour régner », incluse dans l'idée fondamentale d'algorithmisation. Au niveau de l'école primaire, il pourrait par exemple consister en un tri d'un jeu de cartes, que l'enfant coupe en piles, chaque pile étant triée par d'autres enfants. Au final, toutes les piles sont fusionnées (c'est que l'on nomme le tri fusion²²).

Denning (2013) s'interroge sur les répercussions des débats concernant la scientificité de l'informatique sur le système éducatif. Il note qu'aux États-Unis, le nombre d'étudiants en informatique a chuté de 50 % entre 2001 et 2009. Cela aurait été imputable selon lui au fait que la moitié d'entre eux n'avait pas de cours d'informatique au lycée. Les autres, dans la majorité des cas, auraient eu une initiation au clavier et au traitement de texte. Très peu avaient des cours sur les principes de l'informatique. En 1998, un curriculum basé sur la programmation orientée objet a été instauré par le *US Educational Testing Service (advanced placement computer science APCS)*. Denning rapporte que seulement un tiers des lycées l'a mis en place et que la plupart des enseignants ne comprenaient pas suffisamment ce paradigme pour l'enseigner efficacement. La baisse du nombre d'étudiants dans les filières informatique est devenue un problème mondial.

La volonté de promouvoir la science informatique s'est accomplie via une mobilisation internationale de personnes, d'associations qui ont proposé des cours d'introduction à

²¹L'auteur écrit *algorithmization*, nous conservons la forme algorithmisation pour garder l'idée de processus.

²²Pour une présentation accessible du tri fusion, on pourra consulter (Dowek, 2011, p. 143)

l'informatique, basés sur les principes informatiques, que ce soit avec des ordinateurs ou sans (Bell, Alexander, Freeman, & Grimley, 2008 ; Drot-Delange, 2013 – CP12 ; Fellows, Bell et Witten, 1996). En effet, selon Denning, la science informatique ne se réduit pas à la programmation, qui n'est qu'une des pratiques de l'informatique, au côté de la modélisation, l'innovation, etc. Il propose des principes sur lesquels la science informatique est selon lui articulée. Les principes sont de deux types : les principes de la structure de calcul et de comportement (*computation structure and behavior*, qu'il nomme la mécanique) et les principes de conception (*design*). Selon Denning, les pratiques et les principes sont étroitement liés. Un principe n'est compréhensible que si on sait d'où il est issu, pourquoi il est important, récurrent, universel et incontournable (2003, p. 15).

Denning constate que le nombre de technologies de base en informatique ne cesse d'augmenter. Il a triplé en une cinquantaine d'années (allant des algorithmes à la visualisation en passant par la robotique et le e-commerce) pour atteindre au début des années 2000 une liste d'une trentaine d'items. S'interrogeant sur la manière de définir ces principes, il s'inspire de ce que font d'autres champs comme la physique, l'astronomie, etc. Le champ de l'informatique, définie comme la science des processus informationnels, se subdiviserait en six principes, les principes étant orthogonaux aux domaines d'application : le calcul (*computation*), la communication, la coordination, la mémorisation, l'évaluation, la conception (Denning et Martell, 2015). Les domaines proposés sont : l'information, les machines, la programmation, le calcul, la mémoire, le parallélisme, les réseaux et Internet en particulier.

Prenons l'exemple de la coordination. Ce principe est défini comme la collaboration de multiples entités pour atteindre un résultat unique. Cela concerne les domaines suivants : la communication humain à humain (le *workflow* par exemple), la communication homme-machine (avec les notions d'interface, d'entrée/sortie, de temps de réponses, etc.) ; la communication machine-machine (avec les notions de synchronisation, d'accès concurrents, de verrouillage, etc.).

On retrouve une mise en œuvre à la fois des principes de Denning et des idées fondamentales par le *College Board* (Kick et Trees, 2015), organisation qui propose des tests d'entrée aux universités et leurs préparations, dans le test *Advanced Placement Computer Science Principles (AP CSP)*²³. Celui-ci sera mis en place à la rentrée 2016 avec une première session en 2017. Un test existe déjà avec pour objectif d'initier les étudiants à la pensée algorithmique

²³Repéré à <http://apcsprinciples.org/>

et à la résolution de problèmes par la programmation. Le nouveau programme a l'ambition de toucher davantage de personnes, non spécialistes de l'informatique, mais qui souhaitent accroître leur compréhension des principes et des pratiques de l'informatique.

L'*AP CSP* n'est pas centré sur la programmation, même si elle en est une composante essentielle. Le cours est construit sur six domaines de la pensée computationnelle (informatique connectée, créer des artefacts computationnels, abstraire, analyser des problèmes, communiquer, collaborer) et sept idées fondamentales (créativité, abstraction, données et information, algorithmes, programmation, Internet, impact global) (Astrachan et Briggs, 2012). Les étudiants, pour réussir le test, doivent créer un artefact numérique avec un objectif qui peut être personnel, pratique, ou sociétal. Ils doivent choisir les outils et les techniques adéquats. Ils doivent expliquer comment les données, les informations, ou les connaissances sont représentées et expliquer comment des abstractions ont été utilisées dans la création de cet artefact. Ils doivent évaluer des solutions alternatives, corriger les erreurs trouvées, et justifier de la pertinence de leurs choix. Ils communiquent leurs résultats dans le langage, les notations et les visualisations appropriés. Ils collaborent dans la résolution de problèmes.

La programmation n'est pas centrale, mais elle est présente dans tout le curriculum. Par exemple, si les étudiants écrivent du code pour produire un graphique qui affiche dynamiquement les données, ils doivent expliquer les concepts sous-jacents : les algorithmes mis en œuvre pour traiter les données et l'implémentation de ces algorithmes. L'objectif affiché est de faire en sorte que des utilisateurs de la technologie en comprennent mieux les enjeux et les utilisent pour résoudre de manière plus efficace et efficiente des problèmes. Il s'agit pour les étudiants de réinterroger les objets qu'ils utilisent quotidiennement. Par exemple, ils peuvent dans le cadre de leur projet, chercher à comprendre comment une montre GPS fonctionne pour savoir ce que pourrait faire un individu des données fournies et les impacts sur certaines parties de la population (les athlètes par exemple). Chaque objet ayant son propre langage, cela implique que les étudiants s'approprient ce langage.

Un dernier principe fondateur émerge de ma revue de littérature. Il s'agit d'une sorte de mise en abyme : utiliser un paradigme ou des concepts informatiques comme structure du curriculum en informatique.

3. Fondements informatiques d'un enseignement d'informatique

Les réflexions sur les fondements informatiques présentées ci-après ont fait l'objet d'une mise en œuvre en Bavière pour les premières (modèle objet) et en France pour les secondes (concepts).

3.1 Le modèle objet selon Peter Hubwieser²⁴

Hubwieser est à l'origine d'un enseignement généralisé de l'informatique pour tous les élèves de collèges et de lycées en Bavière, instauré par le gouvernement en 2004. Hubwieser a proposé un modèle de curriculum dès les années 1990, qu'il a pu expérimenter à l'occasion d'une réforme du système scolaire. Ses résultats ont fait l'objet de nombreuses publications. Des objectifs généraux de formation concernant l'ensemble des élèves ont été définis, ainsi que des objectifs d'apprentissage. Ces derniers reposent sur le croisement de différents types de connaissances (factuelles, conceptuelles, procédurales et métacognitives) avec les processus visés (mémoriser, comprendre, appliquer, évaluer ou créer) selon la classification d'Anderson, Krathwohl et Bloom (2001).

Pour structurer le curriculum, le choix a été fait de retenir comme idée fondamentale, définie comme précédemment, le processus du traitement de l'information, comprenant trois étapes : la représentation de l'information, son traitement ou transfert, et son interprétation. Au moment de la réflexion sur ce curriculum (1994), étaient rendues publiques des méthodes de modélisation orientée objet. Ce paradigme de programmation et de modélisation a été retenu pour construire l'ensemble du curriculum. En France, des groupes de formation ont exploré cette possibilité, sans que cela ne soit généralisé. Lévy (1996b) relate l'expérience et les productions d'un groupe d'enseignants de mathématiques et conclut « Nous avons là un des rares exemples (mais l'avenir nous en apportera certainement d'autres) de convergence fructueuse entre le niveau théorique de la "science informatique" et les utilisations des dispositifs micro-informatique sur le terrain des apprentissages. » (p. 173)

Ce paradigme peut s'appliquer pour penser les documents produits par des logiciels utilisés habituellement par les élèves, tels un traitement de texte, un logiciel d'image, un système d'exploitation, bref, dans des contextes et problèmes dits authentiques.

²⁴On trouvera une synthèse en français de la situation de l'enseignement d'informatique en Bavière dans (Hubwieser, 2015a) et du modèle objet comme fondement du curriculum dans (Hubwieser, 2015b), texte dont j'ai assuré la traduction avec Magali Loffreda.

En Bavière, les deux premières années d'enseignement (élèves de 11 à 13 ans) sont consacrées à l'acquisition des concepts objets : attribut, méthode, classe et agrégation. À la fin de la deuxième année, les élèves sont capables d'écrire leur premier programme à l'aide du robot Karol. Ils apprennent également la modélisation des flux de données. En 9^{ème} année (élèves de 14-15 ans), les élèves apprennent la modélisation orientée objet des données. En 10^{ème} année (élèves de 15-16 ans), ils programment réellement. L'auteur conclue que ce curriculum est couronné de succès en termes de réussite aux examens et de poursuite d'études en informatique. Toutefois, il rappelle qu'il s'agit d'un public particulier, celui des collèges-lycées bavarois. Or les élèves sont soumis très tôt dans leur scolarité à une sélection sur leurs compétences et leurs talents. Un tiers seulement d'une cohorte d'âge y accède.

3.2 Les concepts de l'informatique selon Gilles Dowek

Dowek est un des concepteurs de l'enseignement de spécialité Informatique et Sciences du Numérique en terminale scientifique en France. Nous avons présenté en détail cet enseignement dans deux articles (Drot-Delange, 2012 – CP08 ; Baron, Drot-Delange, Grandbastien et Tort, 2015 – CP15).

Pour Dowek (2011b) :

Quand on enseigne une discipline, il faut veiller à en respecter les équilibres internes, afin que les contenus enseignés donnent une image fidèle de la discipline elle-même. On propose ici l'idée que, l'informatique est structurée par quatre concepts : algorithme, machine, langage et information, et on insiste sur l'importance de respecter l'équilibre entre ces différents concepts dans la conception d'un programme d'enseignement de l'informatique au lycée (p. 21)

Ces quatre concepts fondent le programme²⁵ de la spécialité ISN. C'est aussi le plan du manuel de science informatique à destination des élèves (Dowek, Archambault et Baccelli, 2012). Dans la préface de cet ouvrage, Gérard Berry considère que les concepts proposés par Dowek sont quatre composantes, scientifiques et techniques, génériques de l'informatique, et que les concepts qui leur sont associés resteront pérennes dans le temps. Notons que le manuel destiné aux enseignants (Dowek, 2011a) n'est pas tout à fait structuré de la même manière. Il comprend les chapitres suivants : représentation numérique de l'information, langages et programmation, algorithmique, architecture, réseaux, structure et contrôle de l'information, bases de données relationnelles et Web. Dowek (2011a) considère que

²⁵BOEN n°18 du 13 octobre 2011

l'enseignement de l'informatique a beaucoup évolué en 20 ans et qu'« enseigner ne consiste plus à transmettre des atomes de connaissances, mais à les mettre en perspective et à montrer comment ils s'assemblent » (p. 22). La place centrale de la programmation est mise en avant dans la découverte de l'informatique :

Un programme est un texte qui exprime un algorithme transformant de l'information et qui est écrit dans un langage de programmation afin d'être exécuté par une machine. Clé de voûte où les quatre arcs qui structurent l'informatique se rejoignent, la programmation a naturellement une place privilégiée dans un cursus de découverte de l'informatique. (p. 125).

Une des principales limites de cette approche est qu'elle ne permet pas de penser un curriculum de l'école au lycée, ni pour tous les élèves. Elle n'embarque pas avec elle de principes pédagogiques ou didactiques forts, à l'inverse par exemple du modèle proposé par Peter Hubwieser.

4. Synthèse et discussion

Si l'on considère, comme le font d'ailleurs les brevets et certificats informatique et Internet (B2i et C2i), qu'Internet est lié à l'informatique, alors il est judicieux de s'intéresser à la manière dont est pensé l'enseignement de l'informatique, et de là, interroger la place d'Internet en tant qu'objet de savoirs au sein de cet enseignement.

J'ai repéré plusieurs principes fondateurs proposés par des chercheurs, principalement des informaticiens, pour l'enseignement de l'informatique, parfois à l'école en primaire, le plus souvent dans l'enseignement secondaire, dans des pays ayant peu ou prou une tradition d'enseignement de l'informatique. Ces principes fondateurs sont de trois ordres :

- les « principes structurants » qui permettent d'articuler les concepts et les pratiques informatiques tout au long d'un curriculum (tel le modèle objet),
- les « principes épistémologiques » qui visent à identifier les savoirs en informatique mais qui ne permettent pas toujours de les décliner en curriculum, au moins sur l'ensemble d'une scolarité (les concepts de Dowek, les idées fondamentales de Schwill),
- les « principes heuristiques », qui par leur degré de généralité ne sont pas directement opérationnels, mais qui, moyennant leur déclinaison opératoire, peuvent aider à structurer un curriculum (les principes de Denning, la pensée informatique).

Qu'obtient-on concernant Internet et le Web lorsqu'on applique ces principes ? Dans la perspective d'Hubwieser, le champ de connaissance « réseaux et Internet » se traduit en « collaboration parallèle des objets, définie par des protocoles » pour les concepts orientés objets. Les exemples proposés par Hubwieser sont le courrier électronique, le système client-serveur, les protocoles réseaux (Hubwieser, 2015b, p. 189). Les pages hypertextuelles peuvent être des exemples des concepts d'objets, de méthodes, de classes et d'attributs dans le champ de connaissances des « structure de données » (p. 189). Dans le programme français d'ISN, élaboré selon les concepts de Dowek, Internet figure dans les réseaux et le langage HTML comme langage de représentation de l'information.

Considérant les cours du *College Board* comme une application à la fois des principes de Denning et des idées fondamentales de Schwill, étudions la place et les savoirs concernant Internet. Tout d'abord Internet est considéré comme une idée fondamentale à part entière. Les étudiants doivent comprendre que :

- Internet est un réseau de systèmes autonomes ;
- Les propriétés d'Internet influencent la conception des systèmes basés sur le réseau ;
- La cyber-sécurité est une préoccupation importante pour Internet et ses systèmes.

C'est surtout les concepts de l'architecture réseau et ses protocoles qui sont concernés par cette idée fondamentale. Mais Internet apparaît dans trois autres idées fondamentales. Concernant la créativité, la page Web est citée comme exemple possible d'artefact numérique, à côté des images, du son, ou de la vidéo, artefact défini comme une création par l'être humain utilisant un ordinateur. Concernant l'information et les données, un des objectifs est de faire comprendre que l'information facilite l'exploration et la découverte de connexion entre elles. Une des connaissances essentielles est celle des métadonnées, comme données descriptives d'une image, d'une page Web, ou d'autres objets plus complexes. Enfin, Internet est aussi présent dans l'idée fondamentale « Impact global ». Sont considérées comme connaissances essentielles :

- celles sur l'amélioration des méthodes et opportunités de communiquer et collaborer offertes par Internet et le Web,
- celles des changements dans plusieurs secteurs (e-santé, e-commerce, accès à l'information),
- celles sur les impacts positifs et négatifs d'Internet et du Web sur la productivité de plusieurs domaines.

Les standards proposés par l'association *Computer Science Teachers Association* (CSTA) expriment les mêmes intentions, avec une progression dans les parcours (Seehorn *et al.*, 2011). Le Web a fait son apparition dans les standards en 2003 (Seehorn *et al.*, 2011; Tucker, 2003).

Une des conclusions de ce panorama, qui mériterait d'être complété de manière plus systématique, est qu'Internet comme objet de savoir est le plus souvent pensé comme une application de concepts informatiques (réseaux, protocole, etc.). Ses spécificités ne sont pas prises en compte. Une exception est celle de l'application des principes de Denning et des idées fondamentales de Schwill par le *College Board* qui laisse une large place à la dimension sociale. Elle est en effet traitée de manière variable en fonction des contextes : assez présente aux États-Unis pour être intégrée aux curricula, absente dans le cas français et allemand. Forquin définit les variabilités curriculaires comme :

les différences qui sont susceptibles d'apparaître dans les modes de composition et de structuration des programmes d'études, considérés aussi bien à l'échelle « macroscopique de la comparaison entre les différents systèmes nationaux d'enseignement qu'à l'échelle « moyenne » de la confrontation entre les différents segments d'un même système (..) ou à l'échelle plus restreinte d'une seule matière, d'un seul cours, voire d'une seule leçon ou séquence didactique. (Forquin, 2008, p. 10)

Ici, elles peuvent s'expliquer par les choix effectués en matière de principes fondateurs de la discipline informatique. Une piste complémentaire d'explication réside dans la manière de penser l'informatique : comme science et technique ou comme science, technique et pratiques. De cette manière de penser l'informatique découleraient les prescriptions en matière d'enseignement de l'informatique et d'Internet. Mais cet enseignement ne peut ignorer les cultures informatiques et numériques développées hors de l'école par les élèves.

Chapitre 2 : Informatique et littératie informatique

Dans une perspective éducative et formative, s'interroger sur les contenus d'un enseignement en informatique, c'est d'abord définir l'informatique. Or la réponse n'est pas triviale. Selon Beaudoin-Lafon (2009) une des causes de la difficulté de l'introduction de l'informatique dans l'enseignement du second degré est justement l'ambiguïté de sa place dans les différentes institutions scientifiques en France, son statut et même son objet. Il indique que « ce qu'il faudrait apprendre de l'informatique dans les collèges et les lycées passe d'abord par une réflexion de ce qu'est l'informatique en tant que science » (p. 57). La difficulté à définir l'objet même de l'informatique tiendrait au fait que la technologie des ordinateurs devance régulièrement les avancées théoriques et que les impacts sociétaux devancent l'offre technologique. Ce qui amène dans un deuxième temps à s'interroger sur les liens entre culture informatique, savoirs et littératie informatique.

1. Définir les contours de l'informatique, en tant que champs professionnel et scientifique

L'informatique relève selon Tedre et Sutinen (2008) de trois traditions qu'il convient de connaître pour mieux comprendre les débats et les positions des uns et des autres dans ce champ professionnel et scientifique. L'article de Tedre et Sutinen prend appui sur un rapport produit en 1989 par un groupe de travail dirigé par Denning (Comer et al., 1989). La discipline informatique y est caractérisée par trois dimensions distinctes mais entrelacées : théorie, abstraction (modélisation) et conception. Ces dimensions sont ancrées dans trois traditions intellectuelles différentes : la tradition mathématiques (ou analytique, formaliste, théorique), la tradition scientifique (ou empirique) et la tradition d'ingénierie (ou technologique).

Les auteurs proposent une grille de lecture, qu'ils considèrent eux-mêmes comme caricaturales, mais qui permet de prendre connaissance rapidement des termes des débats et que nous reprenons ici. La tradition mathématiques de l'informatique est fondée sur l'hypothèse que les programmes (ou les algorithmes) sont des objets abstraits, qu'ils sont corrects ou non, plus ou moins efficaces. La connaissance est *a priori*. Elle est basée sur des méthodes analytiques, déductives et parfois inductives. Selon les auteurs, cette tradition a connu son chantre dans les années 1970 en la personne de Hoare, pour qui l'informatique était

totallement réductible aux mathématiques : les ordinateurs sont des machines mathématiques, les programmes sont des expressions mathématiques, les langages de programmation des théories mathématiques, la programmation une activité mathématique. Ce point de vue ne semble plus partagé aujourd'hui.

La question s'est posée de savoir si l'informatique était une science similaire aux sciences de la nature, selon la classification des sciences en vigueur jusqu'au XX^{ème} siècle, qui opposait les mathématiques et les sciences de la nature. Les arguments des tenants de cette tradition sont que, même si l'informatique n'est pas une science naturelle, c'est une science empirique ou expérimentale, parce que les chercheurs suivent des méthodes scientifiques. Ils explorent et observent des phénomènes, émettent des hypothèses et testent empiriquement ces hypothèses. La question suivante est alors de savoir de quels « objets » l'informatique est-elle la science ? Dans leur revue de littérature, Tedre et Sutinen montrent l'étendue des objets candidats : les ordinateurs et les phénomènes associés, les algorithmes, la complexité, la représentation et le traitement de l'information, les procédures, les calculs, la programmation. De même les activités qui constitueraient la discipline informatique sont nombreuses : représentation, conception, gestion de la complexité, formulation, programmation, recherche empirique, modélisation, etc. La tradition scientifique considère que les programmes modélisent des processus informationnels, les modèles sont plus ou moins précis, la connaissance est *a posteriori*. Elle est basée sur des méthodes empiriques, déductives et inductives.

La troisième tradition en informatique concerne les artefacts, objets concrets produits par des personnes, par opposition aux choses d'origine naturelle ou aux abstractions. Selon les auteurs, l'informatique doit autant aux mathématiques qu'à l'ingénierie. L'histoire de l'informatique regorge de progrès technologiques et pas seulement théoriques. Sans cette dimension d'ingénierie, l'informatique ne serait pas ce qu'elle est aujourd'hui. La tradition d'ingénierie considère que les programmes (les processus) affectent le monde réel, ils sont plus ou moins efficaces et fiables, la connaissance est *a posteriori*.

La ligne de partage entre la science et l'ingénierie informatique serait celle de la frontière entre le monde physique et le monde non-physique : les ingénieurs travailleraient avec des choses physiques (les machines ou le matériel) et les scientifiques avec des choses abstraites (comme les algorithmes ou les programmes). Tedre et Sutinen font remarquer que cette distinction n'est pas aussi triviale qu'il y paraît, ni aussi précise. Par exemple, la nature duale des programmes (physique-abstraite) rend cette distinction fragile. Cette question est discutée

par les philosophes de l'informatique. De plus, une distinction stricte entre matériel (*hardware*) et logiciel (*software*) est difficile. Le sens commun voudrait que le matériel soit tangible et que les programmes soient abstraits. Or, pour être exécutés, les programmes sont à un moment donné physiques (stockés en mémoire ou sur un support magnétique).

Denning (2010) retrace lui aussi une rapide histoire de l'informatique. Dès les débuts de l'informatique, dans les années 1970, les débats étaient vifs sur le paradigme de l'informatique. Denning relate trois tentatives de proposition d'un paradigme unificateur. Le premier, représenté par Newell, Perlis et Simon, était que l'informatique se distinguait des autres sciences en étant la seule à étudier les processus de l'information, caractérisée par la place centrale de l'ordinateur. Le deuxième, porté par Dijkstra et Knuth, consistait à considérer l'analyse algorithmique comme spécifique de l'informatique, celle-ci étant synonyme de programmation. Le troisième, porté par Bruden à la fin des années 1970, assimilait informatique et automatisation de processus d'information.

D'autres tentatives seront faites pour définir le paradigme de l'informatique. Dans les années 1980, l'ordinateur n'était plus considéré comme central, l'informatique n'était pas (ou plus) un outil pour les sciences mais une nouvelle méthode de penser et de découvrir dans les sciences. Cette idée a atteint son point culminant avec des biologistes qui considèrent que la biologie est une science de l'information, les processus informationnels pouvant être naturels ou artificiels. La pensée computationnelle primerait désormais, comme accompagnant la conception et les découvertes faites avec le calcul (*computation*).

Des chercheurs en informatique tentent de circonscrire leur discipline scientifique, de manière ensuite à proposer les contours d'une discipline scolaire. J'ai exposé dans (2012) les termes du débat concernant l'informatique en tant que discipline scientifique et les enjeux en matière de savoirs à transmettre au sein d'une discipline scolaire, débat que je reprends ici.

Beaudoin-Lafon (2009) propose trois objets possibles de l'enseignement général de l'informatique : les outils nécessaires à tout citoyen, l'ingénierie informatique, l'informatique comme science et plus particulièrement comme science de l'information. On retrouve chez ce chercheur, comme chez Denning (2007) et Grandbastien (2012), l'idée de la place fondamentale de l'information, pas seulement comme codage de nombres, d'images ou de textes mais de manière plus large sa structuration, son stockage, sa recherche, son transfert via les réseaux, etc. Il préconise de mettre en avant la démarche exploratoire plutôt que les dimensions mathématiques ou formelles de l'informatique.

Nivat indique que la science informatique est à la fois science et technologie, et qu'il est vain de vouloir déterminer ce qui relève de l'un ou de l'autre. Il estime donc nécessaire que « progressivement les élèves de notre enseignement secondaire soient familiarisés avec les principales manifestations de l'informatique, pratiques comme scientifiques » (2011, parag. 4).

Bruillard (2009) propose trois visions complémentaires de l'informatique, non exclusives les unes des autres :

- 1) « traitement automatique de l'information à l'aide de machines, dans le triptyque données, traitement, résultat » (p.25), l'humain n'est présent dans ce cycle qu'en amont ou en aval mais pas pendant le traitement ;
- 2) « introduction de l'humain dans la boucle de traitement » (p. 25), liée au développement de la micro-informatique et des interfaces ;
- 3) informatique sociale, c'est-à-dire la participation à des interactions sociales entre agents humains et non humains via les réseaux.

Les concepts de l'informatique tels que définis par Dowek excluent les deux dernières acceptions proposées par Bruillard. Pourtant, Nicolle (2003) propose une théorie des processus interactifs de durée indéfinie, dans lesquels l'humain a toute sa place dans la boucle de traitement au cœur de ce processus par les décisions qu'il prend et les événements qu'il crée et sans lesquels il ne se passe rien. Cette théorie amène donc à considérer que l'humain est une partie prenante d'un système de processus.

Il me semble intéressant de compléter ce débat avec la thèse de Batard sur le concept d'utilisation en informatique. Celui-ci montre que « le concept d'utilisation doit tenir compte d'un résultat qui sera extérieur à l'informatique, mais il doit en suggérer l'attente qui fait partie intégrante de l'utilisation telle qu'elle est conçue en informatique » (1991, p. 24). En effet, les concepteurs de processus informatiques impliquant une interaction entre la personne et la machine intègrent une représentation de l'utilisateur (Boullier, 2006; Norman, 1993). Batard distingue l'utilisation effective, que l'on peut décrire, du concept de l'utilisation :

Il n'est nul besoin de constater une utilisation concrète pour exprimer des considérations relatives à l'utilisation en informatique. Ainsi, dès qu'on rapproche ce que l'utilisateur fait et ce qui est provoqué dans l'ordinateur (par ce que l'utilisateur fait) on a une utilisation, telle que conçue en informatique, indépendante de tout utilisateur humain et de tout ordinateur réel. (p. 26).

C'est bien ce concept d'utilisation qui est au cœur des processus interactifs de Nicolle ou des deux dernières approches de l'informatique de Bruillard.

2. Culture informatique et savoirs informatiques

Nous avons proposé dans (Drot-Delange et Bruillard, 2012 – CP09) de considérer que des cultures informatique et numérique coexistaient, pouvaient être complémentaires, que la première n'était pas réductible à la seconde et qu'enfin, il ne s'agissait pas non plus d'une évolution de l'une vers l'autre. Pour définir la culture informatique, nous avons proposé de nous appuyer sur les trois visions de l'informatique de Bruillard, citées plus haut.

Cette tripartition permet de souligner les différents éléments concourant à une culture informatique qu'il reste à construire : une pensée informatique, la maîtrise d'objets informatiques et la participation à des activités sociales dans un monde en réseau.
(p. 74)

La première dimension correspond à la pensée algorithmique telle qu'elle a été définie plus haut, relativement consensuelle en tant que principe fondateur d'un curriculum en informatique : on la retrouve par exemple dans le programme d'ISN. Mais ce n'est pas le cas des autres dimensions, le plus souvent reléguées hors du champ d'un enseignement de l'informatique en tant que science, considérées comme relevant des usages, sans nécessité de savoirs informatiques, autrement dit d'une culture numérique.

Or la culture technique n'est pas accessible uniquement par une pratique intensive, comme le montre Jouët (1987) concernant la télématique et la micro-informatique. Elle rappelle que la culture technique repose sur trois dimensions : des connaissances théoriques, des savoir-faire opératoires et une réflexion critique sur la technique.

Il s'agit de permettre aux utilisateurs de faire « la relation entre les gestes appropriés et la conceptualisation, permettant une appréhension beaucoup plus profonde des systèmes » (Drot-Delange et Bruillard, 2012, p. 76 – CP09). C'est un résultat bien connu concernant par exemple l'utilisation de tableurs. Le projet Didatab (Blondel, Bruillard et Tort, 2008) a montré la faiblesse de la maîtrise du tableur par les collégiens et lycéens. Cette maîtrise concerne principalement les éléments de surface : la mise en forme des cellules et des tableaux. Mais les élèves ne savent pas se servir du cœur même d'un tableur : l'écriture de formules et des éléments qui les constituent. Les facteurs explicatifs sont un manque de connaissances mathématiques et un apprentissage basé sur l'interface avec une sur-utilisation

de la manipulation directe. On trouve les mêmes résultats concernant la recherche d'information, avec ce constat d'une sur-utilisation d'un artefact informationnel alors même que celui-ci était peu adapté à la tâche, par les personnes les moins compétentes dans le domaine concerné mais ayant l'habitude de naviguer sur le Web (Tricot, Drot-Delange, El Boussarghini et Foucault, 2000 – CP01). C'est également le cas des moteurs de recherche comme le montre les travaux de Simonnot (2008, 2009a, 2009b, 2012) où les étudiants s'estiment satisfaits de leurs recherches d'information alors même qu'ils ont une très faible compréhension et représentation mentale des outils qu'ils utilisent. Ces résultats sont conformes à ceux que je présenterai dans la partie 2 de ce mémoire de synthèse concernant les représentations des élèves et étudiants sur Internet, le Web et les moteurs de recherche. C'est également l'incapacité à verbaliser la démarche suivie lors d'une recherche d'information sur le Web que montrent les travaux de Ladage (2015).

Cette question des savoirs informatiques a été au cœur de l'alphabétisation informatique, notion qui fait florès dans les années 1980 en France.

2.1 Littératie informatique

J'ai analysé un corpus de textes (Drot-Delange, 2014 – CP14), principalement anglo-saxons, traitant explicitement de littératie informatique (*computer literacy*), pour en cerner les ancrages théoriques. Il ressort de cette analyse les constats suivants.

L'expression est peu présente en France, où l'expression « alphabétisation informatique » lui a été préférée, même si au final les questions qui se posent se font écho. Il s'agit aussi bien pour la littératie que pour l'alphabétisation informatique de tenter de déterminer ce qui constitue le bagage minimal du citoyen en matière de savoirs informatiques. Le questionnement est alors le suivant :

Comment déterminer le savoir minimum indispensable à l'honnête homme du XXI^e siècle pour faire bon usage des systèmes de traitement de l'information qui l'accompagneront tout au long de sa vie ? Ce débat (...) s'articule autour d'une alternative : apprendre l'informatique ou apprendre à se servir d'un ordinateur (ou un système logiciel). (Baron et Bruillard, 1996, p. 224)

La revue de littérature menée sur la littératie informatique a montré que cette alternative se déclinait en trois propositions dans les publications des années 1980 à 2000, pour ce qui devrait être l'objet de la culture informatique : savoir programmer, avoir une connaissance

générale de l'ordinateur et des enjeux sociaux de l'informatique, un mixte des deux précédentes.

La première acception renvoie à la place de la programmation dans la culture informatique. En France, les chercheurs en psychologie cognitive s'intéressant à la didactique de l'informatique évoquent l'alphabétisation. Elle est définie par Rogalski comme les toutes premières étapes de l'apprentissage de l'informatique et de la programmation. Selon elle,

l'enjeu explicite est de faire acquérir aux élèves des concepts informatiques (en particulier, mais pas seulement de la programmation) et de leur permettre de se construire des représentations de l'informatique compatibles avec les activités professionnelles dans le domaine, et ouvrant aussi sur une utilisation de l'informatique en tant que citoyen. (1988, p. 412).

L'alphabétisation est en fait chez cet auteur synonyme d'« initiation à la programmation » (ibid., p. 413). Cette approche est représentative de chercheurs qui considèrent que la culture informatique c'est de *faire* de l'informatique, autrement dit de programmer. On ne pourrait comprendre l'informatique que lorsque l'on est capable de concevoir et implémenter son propre programme. Il s'agit d'acquérir une pensée algorithmique. Luehrmann (1981) considère que l'informatique devrait être une matière scolaire au même titre que la lecture, l'écriture et les mathématiques. La littératie est selon lui la capacité à lire et à écrire, donc de *faire* quelque chose avec le langage. Il en irait de même pour l'informatique : la littératie informatique serait la capacité de *faire* de l'informatique.

Quel statut pour la programmation au sein de la littératie informatique ? Elle a été envisagée de deux manières. La première est de considérer les programmes comme un espace d'écriture ou comme de nouveaux langages, ce que suggère d'ailleurs l'expression « langages informatiques ». Il s'agirait donc d'inclure les programmes dans la littératie, comme nouveau genre de textes. Van Dyke (1987) analyse l'implication d'évoquer la littératie (lire et écrire) pour l'informatique. Elle constate que la littératie est plastique, s'adapte aux évolutions politiques, économiques, sociales, juridiques de la société concernée. Il devrait donc en être de même pour la littératie informatique, qui devrait viser l'émancipation (*empowerment*) culturelle et intellectuelle plutôt que l'adaptation au monde professionnel. Elle compare ensuite l'apprentissage de l'écriture de textes de toutes natures (rapport par exemple) à celui de l'écriture de programmes. Le texte de programme serait le pont entre le monde linguistique et non linguistique. Il est l'expression d'intentions humaines à une machine, mais aussi à

d'autres personnes. Cette idée du programme comme texte se retrouve chez d'autres. Ainsi, Arsac insiste sur les dimensions écriture et lecture de la programmation :

Si l'ordinateur n'en considère que la syntaxe, l'homme l'écrit et le lit par sa sémantique. Un programme est d'abord écrit par un homme et pour être lu par un homme. Il suffit qu'il soit rédigé dans un langage de programmation pour que l'ordinateur l'accepte. (1981, p. 152-165).

Cependant, la finalité de cet apprentissage de la programmation est questionnée, notamment pour les élèves et étudiants qui ne se destinent pas à devenir des professionnels de l'informatique. Ainsi Hebenstreit (1984) considère qu'appliquer le modèle de formation de futurs professionnels de l'informatique à l'ensemble des élèves est une erreur. Il met en doute la transférabilité généralement attendue des qualités qui seraient développées par l'apprentissage de la programmation : pensée logique, formulation claire et exhaustive de solutions, etc. De même, rien ne prouve selon lui que l'enseignement de l'algorithmique permette de mieux poser et résoudre des problèmes. C'est finalement la pensée algorithmique qui est mise en cause, comme fondement d'un enseignement pour tous de l'informatique.

La deuxième acception renvoie à une culture critique de l'informatique, de ses usages et des enjeux sociétaux de l'informatique. Ainsi, Anderson, Klassen et Johnson (1981) considèrent que Luehrmann a une vision étroite de la littératie, réduite à sa dimension fonctionnelle. Selon eux, il ne s'agit pas seulement d'être en capacité de faire quelque chose avec un ordinateur, mais aussi d'avoir une compréhension critique de l'informatique. La littératie informatique concernerait les connaissances et compétences que le *citoyen moyen* (souligné par nous) a besoin de connaître (ou de faire) sur les ordinateurs. Ils distinguent la science informatique de la littératie informatique, qui contrairement à la première, s'adresse à tous. De ce fait, la connaissance de l'informatique pour le *citoyen ordinaire* (souligné par nous) ne passe pas par l'apprentissage de la programmation. Larose, Grenon, Pearson, Morin et Lenoir (2004) soulignent que dans les années 1980 :

L'alphabétisation informatique se définissait comme une série de connaissances, d'attitudes, d'habiletés associées à la capacité de mise en route d'un ordinateur, de sélection et de mise en œuvre de logiciels, de production, de récupération et de sauvegarde de l'information. (p. 62)

L'alphabétisation informatique n'est donc pas toujours comprise comme une initiation à la programmation, mais plutôt comme renvoyant au processus d'acquisition de compétences par la pratique :

La diffusion, dans le grand public, des nouvelles technologies, et de l'informatique en particulier, est souvent considérée comme une voie d'accès à la culture technique. De façon moins ambitieuse, on parle d'alphabétisation informatique pour qualifier la compétence technique acquise par la pratique du micro-ordinateur. (Jouët, 1987, p. 122)

La troisième acception est un mixte des deux premières. Moursund (1976) la définit comme la connaissance et l'usage de l'informatique en tant qu'aide à la résolution de problèmes tout en incluant les aspects sociaux de l'informatisation de la société. Dans cette acception, il n'y a pas opposition entre les usages et la science informatique, comme pensée algorithmique.

La littératie, pour Simonson, Maurer, Montag-Torardi et Whitaker (1987), est à penser comme un continuum allant du contrôle de l'ordinateur par la programmation à l'utilisation d'ordinateur sans connaissances profondes de ce qui se passe derrière l'écran. Ce qui les amène à une définition assez flexible de la littératie :

une compréhension des caractéristiques de l'ordinateur, de ses possibilités et de ses applications aussi bien qu'une capacité à implanter cette connaissance dans l'utilisation compétente et productive de ces applications informatiques appropriées aux rôles des individus dans la société. (p. 232)

La littératie informatique se définit donc dans une première période par une mise en avant soit de sa dimension cognitive (la programmation), soit de sa dimension culturelle dans une double acception : en tant que pratiques sociales éclairées ou comme source d'émancipation.

Outre les dissensions sur le contenu de la notion de littératie informatique, des critiques ont été faites sur l'usage de cette expression. Hess (1994), dans une revue de littérature sur le sujet, explique que l'emploi de l'expression « littératie informatique » par différents acteurs est stratégique. Ils voudraient (faire) considérer l'informatique comme un savoir fondamental et universel au même titre que la lecture et l'écriture. Pour Harvey (1983), la métaphore de la littératie suppose qu'il y a des compétences informatiques universellement valables, ce qu'il conteste. La pauvreté du concept ne servirait qu'à masquer une vision idéologique (Goodson et Mangan, 1996) : former des consommateurs à l'aise avec l'informatique, et non des citoyens.

Si le concept de littératie informatique n'a jamais fait florès en France sous ce libellé (les programmes scolaires lui préférant les expressions de sensibilisation, d'initiation, de découverte), il est parfois convoqué implicitement. Reprenant la trilogie lire-écrire-compter, Bruillard propose une nouvelle formule incluant l'informatique :

L'actualisation du lire-écrire-compter prend en compte l'informatique et ses technologies, afin de développer des compétences, faire acquérir des connaissances, d'émanciper les humains en leur donnant un pouvoir d'agir (« empowerment »). On pourrait risquer une mise à jour, en remplaçant « compter » par « computer », jeu de mot facile, et expression euphoniquement peu heureuse, mais qui permet d'attester de la présence des machines dans la trilogie de base. (2012, parag. 30)

S'agissant d'informatique et d'émancipation, une question qui traverse mes travaux de recherche est celle de la place des filles dans les filières informatiques.

2.2 Les filles et les filières informatiques

La question de la moindre présence des filles dans les filières informatiques est ancienne et récurrente (Bencivenga, 2014; Boivie, 2010; Collet, 2004, 2006, 2011; Jouët, 2003; Margolis et Fisher, 2003). Dès lors, un certain nombre de travaux (Armoni et Gal-Ezer, 2014) insiste sur la nécessité de faire connaître l'informatique le plus tôt possible aux filles, en contexte scolaire, pour leur permettre d'envisager des poursuites d'études et des carrières dans ce domaine. De nombreuses initiatives existent hors temps scolaire, parfois ciblées uniquement sur les filles, pour pallier les carences du système éducatif en la matière (Bell, Curzon, Cutts, Dagiene et Haberman, 2011; Hulsey, Pence et Hodges, 2014; Mosatche, Matloff-Nieves, Kekelis et Lawner, 2013; Webb et Rosson, 2011).

Le concours Castor se distingue de ces initiatives en étant proposé sur le temps scolaire. Ce concours est organisé dans plusieurs dizaines de pays au même moment. L'inscription des élèves est de la responsabilité des enseignants. Il se déroule durant le temps scolaire et est gratuit. Il ne nécessiterait pas de prérequis en informatique. Nous avons étudié dans (Tort et Drot-Delange, 2016 – CP17) de quelle manière le concours Castor parvenait ou non à participer à la promotion de l'informatique auprès des filles. Pour espérer atteindre cet objectif, il faut s'assurer que les filles et les garçons ont autant de chance de participer aux concours et d'autre part que les filles et les garçons ont autant de chance de réussir les exercices, contribuant ainsi probablement au développement d'attitudes positives envers l'informatique. L'étude exploite les données statistiques de passation recueillies pour les concours des années 2012, 2013 et 2014, sur plus de 430 000 candidats. Les principales conclusions sont que l'organisation du concours en milieu scolaire lui permet de bénéficier du principe de mixité pour toucher le plus de filles possibles. Toutefois cela fonctionne moins bien au lycée général, où le concours a plus de succès dans les filières scientifiques et

techniques, connaissant un plus faible taux de féminisation. Les équipes de garçons ont des scores généraux de réussite meilleurs que les équipes de filles, l'écart est très faible mais significatif. Ceci peut s'expliquer par des éléments de contexte plutôt défavorables aux filles : situation de compétition, exercices hors des canons scolaires, stéréotypes associés à l'informatique et aux mathématiques. Il est notable que les filles en binôme réussissent mieux que les filles seules. Toutefois, en comparant les résultats selon les exercices, il apparaît des différences significatives en faveur des filles sur des exercices de manipulation de chaînes de caractères et de mots, et en faveur des garçons sur des exercices de programmation et des exercices ressemblant à des jeux en ligne. Il n'est donc pas certain que le concours Castor participe à la promotion de l'informatique auprès des filles.

D'autres alternatives sont possibles, en mettant par exemple au cœur des curricula les médias numériques. Dans une analyse des rapports de stage effectués par des étudiants d'une formation hybride, au sens d'une formation reposant sur le multimédia et la communication, j'ai pu mettre en évidence que les métiers du Web n'étaient pas exempts des stéréotypes concernant l'informatique (Drot-Delange, 2011d – CP07).

En 2011, la prédominance des filles dans les cursus des DUT Services et Réseaux de la Communication (SRC) par rapport aux effectifs constatés dans les DUT informatique était déjà très présente : 30,5 % contre 9,6% en 2009-2010. L'écart continue à se creuser si on prend les chiffres de l'année 2014-2015 : 32,5%²⁶ de filles (soit 3 527 filles) en MMI (Métiers du Multimédia et de l'Internet, nouvelle appellation du DUT SRC) contre 7,7% en informatique (soit 9 122 filles). L'enseignement d'ISN ouvert en 2012 présente une situation à mi-chemin par rapport à la place des filles dans ces formations de DUT, les filles représentant environ 20% des effectifs (Drot-Delange et More, 2013 – CP10). Nous avons procédé à une mesure des attitudes envers l'informatique, auprès de 189 élèves de terminale scientifique.

Nous avons constaté que les stéréotypes de sexe sont très ancrés globalement chez les garçons, mais peu chez les filles. Ces traits concernent par exemple la capacité des filles à réussir aussi bien que les garçons dans les cours d'informatique, à exceller dans les métiers de l'informatique, etc. Cependant, ces stéréotypes se rencontrent principalement chez les garçons qui n'ont pas choisi l'enseignement d'ISN. Ils se distinguent de ceux l'ayant fait sur toutes les attitudes étudiées : image, intérêt, utilité, confiance et genre. Les filles n'ayant pas fait le

²⁶Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. Repères et références statistiques, 2015

choix d'ISN se distinguent de celles l'ayant fait uniquement concernant l'intérêt de l'informatique pour leur carrière et la confiance en elles.

Constatant le désengagement des étudiants dans les filières de l'informatique, Guzdial et ses collègues (Forte & Guzdial, 2004; Guzdial, 2009, 2015; Rich, Perry, & Guzdial, 2004) ont proposé il y a maintenant plus de dix ans de créer un cursus d'informatique des médias (*media computation*). L'informatique des utilisateurs étant au centre de mes préoccupations, il me semble important de signaler les travaux de ces équipes qui visent d'une part à accroître la présence des femmes dans les cursus en informatique, et d'autre part s'adresse à des non spécialistes. Autrement dit, il s'agit d'initier à l'informatique les utilisateurs, dans des domaines supposés plus attractifs pour eux qu'un cursus classique en informatique, car ancrés dans leurs pratiques.

La philosophie de ce cursus est une approche contextualisée de l'introduction de l'informatique au niveau licence, en utilisant un thème récurrent, celui de l'exploration de l'abstraction de données liées aux médias numériques. La caractéristique essentielle du cours est que les étudiants créent des médias par la manipulation de matériaux informatiques (comme les tableaux et les listes chaînées). Les étudiants manipulent des images en modifiant des pixels (en utilisant par exemple des filtres, etc.), créent des sons par itérations sur des échantillons, créent des objets comme des collages, de la musique et des effets spéciaux numériques. Chaque création, chaque opération fait l'objet d'apprentissages des concepts informatiques associés. Ce faisant, selon les porteurs de ce projet, les étudiants apprennent l'informatique.

Ce projet reposait sur un certain nombre d'hypothèses, les résultats obtenus portaient sur 4980 étudiants (Guzdial, 2013) :

- L'hypothèse de la rétention (H1) : lors de la mise en place obligatoire pour tous les étudiants d'un cours d'introduction à l'informatique en 1999 au *Georgia Institute of Technology*, le taux d'échec et d'abandon des étudiants hors filière technologiques ou professionnelles était de 50%. La mise en place de ce cours d'informatique médiatique devait ramener ce taux à moins de 15% ;
- L'hypothèse du genre (H2) : le cours devait être attractif pour les femmes, avec un taux de présence des femmes d'au moins 30% et un taux de réussite similaire à celui des hommes ;
- L'hypothèse de l'apprentissage (H3) : les apprenants devaient en apprendre autant en informatique que dans n'importe quel autre cours d'informatique de l'institut (ils

devaient donc être capables d'obtenir les mêmes résultats à des tests de connaissances en informatique).

- L'hypothèse de davantage d'informatique (H4) : ce cours devait avoir un effet sur la manière dont les étudiants considèrent l'informatique et les inciter à poursuivre dans des mineures en informatique.

Les hypothèses concernant la rétention (H1) et le genre (H2) sont vérifiées après quelques années de fonctionnement de ce cours, mis en œuvre par plusieurs équipes dans différentes universités. En ce qui concerne le genre : les femmes réussissent mieux que les hommes. Les entretiens menés par les chercheurs montrent que les femmes estiment les contenus de ce cours utiles (Rich, Perry et Guzdial, 2004). Les concepteurs de ce cours ont appliqué les recommandations issues de la littérature concernant l'expérience des femmes dans les cours d'informatique. Ils ont donc mis l'accent sur l'applicabilité, l'utilité et la créativité. Les chercheurs reconnaissent qu'ils n'ont pas mesuré l'impact sur les hommes de ce type de cursus. Les hommes semblent vivre ce cours de manière plus négative que les femmes, mais le taux de réussite est le même que celui des femmes.

Les hypothèses de l'apprentissage (H3) et de davantage d'informatique (H4) ne sont pas vérifiées. La première était difficilement vérifiable, car la diversité des choix en termes d'objet d'apprentissage (par exemple le langage informatique) ne permettait pas vraiment les comparaisons. Parmi les obstacles aux comparaisons entre les cursus, citons l'exemple des étudiants en ingénierie qui ont été formés à MATLAB. Ceux-ci n'ont pas réussi aux questions d'examens mettant en œuvre la boucle FOR (structure de contrôle permettant de programmer des itérations en respectant certaines conditions), mais c'est une structure très peu utilisée en MATLAB. Cela a amené l'équipe de Guzdial à développer le premier test d'évaluation des connaissances en informatique, quel que soit le langage appris : Java, Python et MATLAB.

La comparaison des résultats obtenus aux tests par les étudiants des trois cursus ayant adopté ce cours montre une moindre réussite pour ceux ayant suivi le cours d'informatique médiatique. Il est à noter que c'était aussi les seuls étudiants à n'avoir aucune formation en informatique auparavant. L'hypothèse de davantage d'informatique n'est pas vérifiée non plus. Seuls les étudiants ayant déjà une majeure en informatique ont choisi de poursuivre ces cours. Les étudiants en sciences humaines ont été moins de 5% à suivre le cours proposé au deuxième semestre, parmi eux moins de 10% ont poursuivi avec une mineure en informatique l'année d'après ou changé de majeure.

Une étude a été menée auprès des étudiants pour comprendre ce phénomène qui était contraire à ce qui avait été anticipé. Les entretiens ont montré qu'une initiation à l'informatique ne parvenait pas à modifier les attitudes envers l'informatique. Ceux qui ont déjà choisi une majeure en informatique trouvent un intérêt à se spécialiser. Pour les autres, qui ont choisi une majeure dans laquelle ils espèrent faire peu d'informatique, ce cours n'est qu'un « ennui » sur leur parcours.

Des explications d'ordre sociologique ont été retenues par Guzdial pour expliquer ces choix. Les facteurs influençant les étudiants dans leurs choix de majeures sont de deux ordres : social et utilité perçue. Les facteurs sociaux concernent principalement les représentations sociales sur les stéréotypes de genres, les représentations des activités, etc. Le cursus proposé pouvait influencer l'utilité perçue, mais difficilement faire bouger les représentations sociales.

Dans un monde où le numérique et l'informatique sont particulièrement pervasifs, est-il encore nécessaire, du fait de la familiarité accrue avec ces technologies, de persister dans l'idée d'une nécessaire alphabétisation informatique ?

3. Informatique sociale et savoirs informatiques

Nous posons dans « L'enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire en France » (Baron, Drot-Delange, Grandbastien et Tort, 2015 – CP15) qu'une des difficultés à penser un enseignement de l'informatique pour tous, était

celle des liens à tisser entre technologies de l'information et de la communication et informatique : les premières traitent surtout de l'utilisation des ordinateurs et de leurs applications, alors que la seconde porte sur la conception de produits informatiques (ou d'objets plus abstraits) et l'apprentissage d'une science. (p. 97)

La place d'Internet comme objet de savoirs informatiques renvoie à cette question et plus particulièrement à la troisième approche de l'informatique de Bruillard, celle de l'informatique sociale. Elle trouve un écho chez d'autres chercheurs mettant en avant des caractéristiques de cette informatique sociale, notamment celle de la transparence : transparence des interfaces, transparence des calculs. Cette transparence devrait s'accompagner du développement d'une pensée critique selon eux. Si cette thématique de la transparence n'est pas récente, elle est renouvelée par le développement des technologies

informatisées connectées. Dans mes publications concernant les moteurs de recherche ou le Web (Drot-Delange, 2011a – CP04, 2011b – CP05, 2015 – CP16), je mobilise le cadre théorique proposé par Jeanneret et Souchier, sur les médias informatisés. Il m'a semblé pertinent dans ce mémoire de synthèse d'approfondir cette approche, car elle permet de construire cette notion de la transparence, qui met au cœur du débat les rapports de pouvoir, centraux lorsqu'on aborde la question du point de vue de la littérature.

3.1 Transparence des interfaces

Ce sont les évolutions des technologies informatiques sur les trente dernières années qui expliqueraient la rupture entre culture informatique et culture numérique selon Jouët (2011). La culture informatique reposait sur l'apprentissage des « codes de la technique et les modes de faire » (p. 67). Ces apprentissages ne seraient plus nécessaires avec le développement des interfaces désormais intuitives et transparentes. Les interfaces graphiques sont réputées aisément manipulables sans connaissance informatique particulière. Cette manipulation est synonyme de familiarisation « la manipulation est source de familiarisation avec les langages d'écran (les icônes, l'hypertexte, le multifenêtrage), la navigation, le partage de documents. » (p. 68).

L'analyse qu'en fait Conein (2004) est la suivante :

Dans les technologies antérieures à Internet, la modalité de coordination avec l'architecture du système reposait sur une simplification de la connaissance au moyen d'une interface intuitive et un cloisonnement de la connaissance informatique dans les réseaux de conception. L'utilisateur était bien coordonné avec le système mais à travers des indices spatiaux détectables sur l'interface graphique (...). La conséquence pour la distribution de la connaissance informatique était que si le coût d'acquisition était minimal, l'accès au contrôle des procédures restait bloqué par le système. (p.14)

Les interfaces facilitent donc la manipulation par les utilisateurs des systèmes informatiques, mais ce faisant, elles masquent d'autant mieux toutes les procédures activées. Mieux, elles ne permettent pas (plus) à l'utilisateur de « prendre la main ». Cette invisibilité, ou convivialité supposée, repose sur le recours aux métaphores. Baron et Bruillard (1996) montrent les limites de ces métaphores et les difficultés qu'elles peuvent engendrer :

La difficulté provient de ce qu'une métaphore ne modélise souvent que partiellement ou superficiellement le fonctionnement réel du système, induisant alors des représentations erronées chez l'utilisateur. (...) [Kay] préfère l'expression « illusion

utilisateur » (user illusion), qui a des connotations théâtrale et magique et qui correspond mieux à ce qui se passe. (p. 230)

La question de la visibilité de l'informatique et des métaphores est au centre des analyses des médias qualifiés par Jeanneret (2000) d'informatisés. Il a construit cette expression afin de démarquer ces dispositifs d'une terminologie qui insiste par trop sur leur dimension technique au détriment du caractère médiatique qui les fonde. Les travaux de Souchier, Jeanneret, Le Marec (Souchier, 1996; Souchier, Jeanneret et Marec, 2003) considèrent ces médias informatisés comme des dispositifs techniques d'écriture et de lecture. Ce sont des technologies, mais à considérer avant tout comme des médias (moyens de communication) qui s'organisent autour du rapport d'écriture-lecture (Jeanneret et Souchier, 2005).

Cette médiation intervient entre le sujet-usager et les acteurs qui sont en position de configurer objets et formes textuelles dans le processus d'énonciation éditoriale. Elle désigne « l'ensemble de ce qui contribue à la production matérielle des formes qui donnent au texte sa consistance » (p. 6). Elle demeure invisible pour le public, mais c'est l'énonciation qui définit les formes matérielles, culturelles et sociales dans lequel le texte peut exister, être visible.

Le développement de ces médias informatisés (par exemple un logiciel de traitement de texte ou de présentation assistée par ordinateur) permet à des sujets d'investir des rôles jusqu'alors réservés aux professionnels, aux hommes de l'art. Les auteurs soulignent que les usagers sont contraints par leurs compétences : technique (capacité à entrer dans le code), culturelle (capacité à qualifier le texte) ou plastique (capacité à produire une forme ou au contraire à subir la forme imposée). Ainsi, il y aurait une forme de domination si l'utilisateur n'a pas les compétences pour s'affranchir de l'énonciation éditoriale ou créer sa propre énonciation.

Les auteurs soulignent les attitudes possibles : subir les formes textuelles et y adhérer, en les considérant comme naturelles ; les stigmatiser mais sans les analyser ; créer des formes tout en restant dans le cadre de l'énonciation ; utiliser la puissance des formes tout en s'affranchissant des logiques communicationnelles imaginées par leurs concepteurs.

Jeanneret prend l'exemple des moteurs de recherche (2000) comme objet double.

Dans un espace qui nous est caché, c'est un dispositif de calcul qui réalise des opérations d'enregistrement et de mesure statistique sur un ensemble considérable de caractères, abstraction faite de leur sens ; en même temps, dans l'espace d'écriture-lecture qui s'offre à nous, c'est un message qui présente des signes selon des conventions que l'utilisateur du réseau doit connaître pour accéder à divers textes : pages, caches, champs de saisie, listes, titres et résumés, etc. (p. 49)

Il souligne les caractéristiques qui distinguent le moteur de recherche d'un catalogue de bibliothèque, entre autres le fait que « la machine prend en charge une partie des opérations réalisées jusque-là par l'homme » et que « l'utilisateur ne voit plus une partie des opérations dont procède ce qui lui est rendu visible » (p. 50). Selon lui deux grandes questions sont alors posées :

Savons-nous contrôler ce que nous confions à la machine et dont nous nous dépossédons (ce que nous acceptons de ne plus pouvoir interpréter, afin d'accéder à d'autres messages) ? Savons-nous mesurer les conséquences des pouvoirs qu'acquièrent ceux qui configurent (...) l'espace possible de notre lecture et de notre écriture ? (p. 51).

Souchier (2013) analyse l'imbrication de ces activités d'écriture et de lecture, mobilisées dans toute utilisation de ces dispositifs. Écriture à l'aide d'un clavier – instrument d'écriture –, dont il faut être en mesure de lire les touches, les symboles, etc. Premier niveau d'écriture que celle offrant l'accès opératoire aux dispositifs de communication numériques. L'écriture est aussi présente dans les codes et langages informatiques. La lecture empêchée ou favorisée de cette écriture constitue un véritable enjeu culturel (l'écriture du code comme art, lecture du code comme savoir) et économique (le code comme marchandise, protégé). Les logiciels, écrits à l'aide de langages informatiques, constituent des dispositifs d'écriture que Souchier et Jeanneret qualifient d'« architextes » et qui permettent « l'effectuation de toute activité médiée par un dispositif informatisé » (p. 90).

Souchier souligne les trois caractéristiques essentielles de l'architexte. L'architexte met en abîme l'écriture au sein d'un dispositif industriel d'écriture, l'écriture étant à la fois outil et objet. Cet outil d'écriture est lui-même une écriture. Enfin, ses concepteurs ont une représentation des activités de l'utilisateur. Le dispositif technique va alors être conçu en mettant en scène les possibles de l'utilisateur et de ses activités imaginés par les concepteurs. Cette formalisation de la pratique, propre à toute ingénierie, vise à permettre sa répétition sous certaines contraintes techniques. « Un *architexte* est donc fatalement une mise en pratique industrielle d'une théorie de la communication, fût-elle implicite » (p. 90).

Les processus techniques des médias informatisés restent illisibles à l'être humain. Aussi, pour agir avec ces dispositifs, devons-nous disposer de procédures, relevant de la textualité (codes, langages informatiques). Souchier conclut qu'écriture et lecture sont tiraillées entre l'opérativité et le symbolique. « Structure hybride, héritée tout à la fois de l'informatique de la logique et de la linguistique, l'architexte est un outil d'ingénierie textuelle qui jette un pont

nécessaire entre la technique et les langages symboliques » (Souchier, Jeanneret et Marec, 2003, p. 24).

Pour Souchier, la pratique routinière d'un dispositif forge la compréhension que l'on en a, et cela se fait à travers la mémoire « acquise grâce à ses innombrables répétitions quotidiennes souvent inconscientes, qui n'ont pas forcément nécessité l'usage de la langue » (2013, p. 98). Il souligne que la routinisation s'accompagne de la mémoire de l'oubli, ce qui disparaît à force d'évidence ce que Perec nommait « *l'infra-ordinaire* » (cité par Jeanneret & Souchier, 2005, p. 6). Nous ne savons plus comment nous avons appris, cet oubli nous permettant de nous consacrer à des tâches nécessitant plus d'attention. Dans le cas de la lecture, nous avons oublié le processus d'apprentissage qui nous a fait distinguer d'abord les lettres, puis les mots, pour ne plus nous intéresser qu'au sens de ce que nous lisons, faisant de nous de « vrais lecteurs », efficaces.

Selon Souchier, ce confort mental n'incite pas à la critique (2013, p. 120), entraînant la disparition de notre conscience de la médiation. Souchier souligne l'importance de la langue – le langage de la « *familiarité du monde* » – dans l'appropriation par l'être humain des objets techniques qui l'entourent, pour les nommer, leur donner sens, s'en servir, inventer, en faire l'histoire et la raconter. Selon lui, les citoyens sont désormais dépossédés de ce récit social, qui ne serait plus élaboré par les instances politiques, éducatives ou religieuses, mais dominé par l'économie et la publicité. « Or ni l'une ni l'autre n'ont pour objectif de rendre intelligible l'objet ou son récit, mais avant tout de faire en sorte qu'ils soient tous deux consommables » (p. 107). Souchier élargit le constat fait en 2005 (Jeanneret et Souchier, 2005, p. 10) d'une absence d'éducation à cette pratique de lecture-écriture qui se complexifie, nécessitant alors des compétences et lucidités particulières, relevant d'habiletés et d'opportunités (Jeanneret et Souchier, 2005, p. 13).

Dans un tout autre champ, c'est le même constat effectué par Cardon (2015) qui constate :

En rencontrant l'informatique, les chiffres sont devenus des signaux numériques (listes, boutons, compteurs, recommandations, fils d'actualité, publicité personnalisée, trajet GPS, etc.) qui habillent toutes les interfaces que, d'un clic, nous ne cessons de caresser. Ils pénètrent si intimement notre vie quotidienne que nous percevons mal les longues chaînes qui conduisent des sympathiques écrans colorés aux grandes infrastructures statistiques que la révolution numérique installe dans de lointains serveurs de données. (p. 10)

Outre la transparence des interfaces, Cardon souligne que les traitements déclenchés par un clic sur un signe passeur sont tout autant invisibles, d'autant plus que nous ne chercherions pas toujours à comprendre ces phénomènes :

Habités par un sentiment d'incompétence, nous préférons ignorer les conditions de fonctionnement de la société des calculs, en laissant les clés aux statisticiens, aux informaticiens et aux économètres. La complexification des modèles algorithmiques mis en œuvre dans les nouvelles infrastructures informationnelles contribue à imposer silence à ceux qui sont soumis à leurs effets. (p. 13)

D'autres auteurs avant lui ont souligné les risques d'une telle ignorance de la transparence computationnelle autrement dit celle qui rend « opaque » les traitements effectués.

3.2 « Invisibilité computationnelle »²⁷

Doueïhi (2008) analyse les changements dans les pratiques sociales produits par les technologies constitutives de la culture numérique, changements qui menacent ou contestent la viabilité voire la légitimité des normes socio-culturelles mais aussi les cadres juridiques qui les fondent. De fait,

la culture numérique exige des formes nouvelles et toujours changeantes de savoir-lire, de savoir-faire – une compétence numérique. Cette compétence est loin de se limiter au simple maniement des outils disponibles, à l'heureux usage des multiples possibilités qui s'offrent aux utilisateurs aujourd'hui. (p. 37)

Parmi les compétences essentielles dans ce contexte, il cite la capacité à lire et écrire du code :

La culture de la production numérique est loin de se limiter à produire et distribuer des objets. Elle va au cœur du numérique : la rédaction et le partage du code. (..) Si le FLOSS²⁸ est né de la fracture entre le copyright traditionnel et la nature de la fonction d'auteur et des objets numériques, il est aujourd'hui le pilier de compétence numérique émergente et de l'environnement qu'elle crée. (p. 154-155)

Il n'est pas le seul à penser que cet apprentissage pourrait être un moyen de rendre visible cette invisibilité. Ainsi Sadin (2015) prône l'enseignement du code à l'école qui « participerait d'une compréhension des mécanismes internes, des logiques qui les guident, de

²⁷Le titre est tiré de (Sadin, 2015, p. 210)

²⁸FLOSS est l'acronyme de free/libre/open-source software.

la façon dont les processus et les usages sont définis ou conditionnés de manière algorithmique » (p. 231). Autrement dit, ce qui compte, c'est de maîtriser la compétence qui permet de produire du « numérique », c'est-à-dire la lecture et l'écriture du code informatique. Encore faut-il que ce code soit accessible, disponible pour tous, autrement dit libre et ouvert. Le code informatique doit être partagé et partageable (Drot-Delange, 2011c – CP06). Avoir la capacité de lire et d'écrire du code est une forme de la culture informatique, mais il existe d'autres exigences. Ainsi de plus en plus de données sont échangées, parfois à l'insu des personnes elles-mêmes, lors de leur navigation sur Internet ou de plus en plus d'actes courants de la vie quotidienne. La connaissance de l'existence de ces échanges, des traitements opérés sur les données et de leur finalité est une composante forte d'une culture informatique du monde numérique réclamée par plusieurs chercheurs dans des champs différents.

Ainsi, Bruillard souligne que cette connaissance est peu partagée.

Dans un monde où les machines vont dialoguer beaucoup entre elles (ce que l'on appelle l'Internet des objets) et un peu avec les humains, avoir un minimum de connaissance des données qu'elles échangent et de compréhension de ce qu'elles traitent, comment et pour qui, semble loin d'être un luxe réservé à un petit nombre de personnes. (Bruillard, 2012, parag. 12)

La question soulevée est d'autant plus importante que l'on constate un monopole des entreprises de l'information et de la communication. Vedel (1994) notait le renouveau accordé à la place de l'utilisateur, qu'il expliquait par la fin du monopole sur le marché de l'informatique. « Époque révolue où les utilisateurs d'ordinateurs étaient captifs d'un constructeur dominant le marché des matériels, et par voie de conséquence celui des logiciels » (Vedel, 1994, p. 14)

... avec l'arrivée d'Apple

qui a construit son succès sur sa capacité d'écoute et de réponse aux besoins des utilisateurs et sur le concept de convivialité homme-machine, a été une première étape dans la réévaluation de l'utilisateur. L'extrême atomisation du marché, le rythme accéléré de l'innovation technologique qui se produit depuis la fin des années 1980 ont encore accru le pouvoir des utilisateurs. (p. 15)

Or aujourd'hui, on constate la domination du marché numérique par quatre grandes entreprises, qu'il est convenu de nommer GAFA (Google, Apple, Facebook, Amazon) auxquels on adjoint parfois Microsoft (GAFAM). Badillo (2015) souligne le risque pour l'utilisateur de cette concentration :

L'utilisateur citoyen, dont les usages des produits et technologies liés aux industries de l'information sont croissants, est donc face à une expansion quasi exponentielle du marché des industries de l'information et à une concentration très forte de ces mêmes marchés. Il y a donc un paradoxe : l'utilisateur peut être créatif, bricoleur de génie, mais, face à des industries aussi puissantes, n'est-il pas aussi dominé, contrôlé ou surveillé ? (Badillo, 2015, parag. 28)

Rey (2014) caractérise ce déséquilibre par l'asymétrie d'informations existante entre ces grandes entreprises et les usagers engendrée par la non publicité des traitements algorithmiques opérés sur les données pourtant délivrées par les usagers.

Concernant la sphère marchande, cette asymétrie informationnelle entre usagers et acteurs économiques semble renforcée par l'ignorance significative des usagers quant aux codes de fonctionnement des systèmes à l'œuvre derrière leurs usages. En ne mettant pas à jour – y compris pour elle-même ? – les orientations sous-jacentes des systèmes algorithmiques qui explorent et mettent en musique les masses de données disponibles, la sphère marchande entretient en effet l'utilisateur dans un univers spécifique, comme une forme d'enfermement qui ne serait pas tangible. (p. 12)

Des chercheurs s'inquiètent des phénomènes de filtrage, parfois décidé par l'utilisateur lui-même, mais la plupart du temps réalisé par les éditeurs du Web (Facebook par exemple) qui conduisent l'internaute à être dans une « bulle » (Pariser, 2011) qui rassemble des personnes, des idées, des opinions, des intérêts, similaires au sien, calculés par les machines.

De même, les systèmes de recommandation, où les préférences des consommateurs sont révélées par les différentes données captées lors de leur navigation, pourraient conduire, sous couvert de neutralité algorithmique, à manipuler le consommateur et à accroître ses achats, ainsi qu'à le cantonner dans du « déjà-vu » (Ménard, 2014). Mais finalement pourquoi s'en inquiéter si le consommateur est satisfait ? Parce que postuler l'utilisateur comme compétent, autonome et agissant, c'est oublier sa vulnérabilité et la contrainte de l'offre (Voirol, 2011) : les utilisateurs ne peuvent faire que ce que les machines les autorisent à faire. Peu d'utilisateurs sont en fait capables de contester, de modifier l'environnement préfabriqué qu'on leur propose (Doueïhi, 2008). C'est bien la thèse défendue par Souchier, concernant les architextes.

Ménard (2014) souligne que le problème réside dans la non connaissance du fonctionnement de ces systèmes :

Tout indique bien, en effet, que celui-ci est satisfait, puisque nombreux sont les gens qui utilisent les recommandations et, lorsque c'est le cas, achètent davantage. Mais encore faudrait-il que le consommateur soit conscient des procédés qui s'appliquent à son égard et ce qui en découle. Mais de la même façon qu'un grand nombre d'individus révèlent spontanément et sans s'en inquiéter de larges pans de leur vie privée sur Facebook, nombreux également sont ceux qui s'empressent de livrer informations, avis et commentaires sur différents biens et services marchands, sans être vraiment conscients que tout ceci, en bout de ligne, sera utilisé pour les intégrer plus étroitement encore au système marchand. » (p. 90)

Ces positions ne sont pas sans rappeler la posture de Weizenbaum :

la dépendance de plus en plus grande de notre société vis-à-vis de systèmes d'ordinateurs initialement destinés à « aider » les gens à faire des analyses et à prendre des décisions, mais qui ont depuis longtemps dépassé la capacité de compréhension de leurs utilisateurs et leur sont devenus indispensables, est un phénomène grave. (1981, p. 155)

Face à ces constats, certains prônent de former les usagers. Ainsi Rey propose de « sensibiliser et former les individus, dès l'école par exemple, aux fonctionnements et aux codes des environnements numériques et aux intérêts des acteurs en présence » (2014, p. 13), tandis que Cardon (2011, 2013) considère qu'il est nécessaire pour les internautes d'être éduqués aux algorithmes qui régissent les classements des résultats des moteurs de recherche. Ce n'est toutefois qu'une composante, un cadre devrait pouvoir assurer cette protection et garantir une analyse responsable des données (Abiteboul, 2015).

4. Synthèse et discussion

Il n'aurait plus été nécessaire d'enseigner l'informatique, dès lors que les interfaces avaient autorisé le plus grand nombre à devenir des utilisateurs de machines toujours plus puissantes, miniaturisées et connectées. Autrement dit, la pratique intensive, en termes de temps passé, permettrait de se construire une culture technique. Il semble bien que ce soit là une hypothèse qui ait fait long feu. Pour autant, la question des contours de l'informatique est toujours en question, son périmètre est dépendant des débats des communautés scientifiques et professionnelles à son sujet. Dès lors, tel point de vue, dominant ou non, permet de proposer ces propres principes fondateurs d'un enseignement scolaire de l'informatique. La question centrale d'un enseignement de l'informatique pour tous n'est pas résolue par une approche en

termes de compétences. Le postulat mis en avant dans ce mémoire de synthèse est que l'informatique sociale et Internet nécessitent des connaissances et impliquent des savoirs qui relèvent de la science informatique.

La simplicité apparente de l'utilisation des objets, la beauté de leurs designs, contribueraient à un enchantement de ces objets numériques, donnant l'impression d'une liberté extraordinaire : pouvoir communiquer, s'informer, se divertir, se cultiver, travailler en temps réel, en tous lieux, sous quelque forme que ce soit, sans nécessité de savoir sur quoi reposent ces objets... Informatique prédictive – anticipation de nos besoins avant même que nous n'en ayons conscience, réponse à nos requêtes avant même de les avoir formulées dans notre esprit – et informatique pervasive – géolocalisation, Web des objets, etc.

Une des finalités d'un curriculum en informatique incluant Internet et le Web pourrait être celle d'un désenchantement des objets numériques connectés : il s'agirait alors de donner aux élèves et aux étudiants les moyens d'une pensée critique concernant les manières d'être et de faire avec ces objets, les manières de calculer des algorithmes, les manières de stocker et d'utiliser l'information (nos données) des grandes institutions du Web et d'Internet. Être en mesure de questionner ce que nous ne voyons plus, selon Jeanneret et Souchier, ou ne voulons plus voir selon Cardon, faute de compétences.

Comment procéder à ce désenchantement ? Pour Cardon (2015), il faut adopter un point de vue micro :

Avant de réduire la logique calculatoire aux intérêts économiques de ceux qui la fabriquent, il faut commencer par allonger les algorithmes sur le divan et entendre la variété de leurs désirs. Cet examen est indispensable si l'on veut débattre publiquement des calculs que nous voulons et de ceux que nous ne voulons pas, contrôler leurs agissements et leur opposer des calculs alternatifs. Une radiographie critique des algorithmes est un enjeu démocratique aussi essentiel qu'inaperçu. (p. 13)

Il conviendrait donc d'étudier au plus intime (pour rester dans le discours psychanalytique de l'auteur) les algorithmes, vus ici comme des entités autonomes. L'objectif est de comprendre la logique algorithmique, il faut donc qu'elle soit enseignée, puisqu'elle seule permettrait la critique.

Sadin (2015) critique les sociologues (des usages) qui considèrent la technique comme neutre, que les systèmes ont des vertus positives puisque les utilisateurs en sont satisfaits. Il propose le programme suivant, en se situant à un niveau plus macro que celui proposé par Cardon :

C'est davantage une « sociologie longitudinale » qui s'avère impérative, capable de prendre en compte les cadres de production des techniques et les intentions qui les meuvent, la nature des relations qui se tissent entre ingénieurs, groupes économiques et responsables politiques, les conditions de formation des discours, autant que le pouvoir de fascination exercé sur les usagers grâce au design des interfaces et à la puissance du marketing. (p. 243)

Cela n'empêche pas Sadin de prôner l'enseignement du code informatique. Les deux niveaux ne semblent donc pas totalement irréconciliables, puisqu'ils arrivent à une préconisation quasi-identique.

Il n'y a pas matière à opposition entre ce qui serait d'un côté l'informatique des scientifiques et des ingénieurs et de l'autre l'informatique des utilisateurs (Tort et Bruillard, 2010) : l'une n'existerait pas sans l'autre et inversement. La question qui reste entière depuis quelques décennies est celle de ce qu'il faudrait enseigner à tous pour que chacun soit à même d'accéder à ce niveau de lecture critique des technologies avec lesquelles il vit. C'est aussi la question des savoirs et des pratiques de référence, de l'organisation de ces savoirs en curriculum et des méthodes d'enseignement. Internet et le Web apparaîtraient comme de bons candidats à cette initiation, ancrés dans les contextes quotidiens des élèves et des étudiants, suivant le courant de l'informatique « située » (Guzdial, 2010; Knobelsdorf et Tenenber, 2013). L'approche de l'informatique par Internet et le Web pourrait aussi être plus inclusive que d'autres, notamment pour les filles. Reste à en définir les savoirs à enseigner.

Chapitre 3 : Internet en tant qu'objet de savoirs

À plusieurs reprises dans leurs travaux, visant à élaborer une didactique de l'enquête, Ladage et Chevallard soulignent que l'emploi d'Internet est jugé facile par les étudiants, « ce qui ne porte pas à l'étudier et crée une situation de méconnaissance assez générale ; faiblesse corrélative des connaissances diffusées à son propos » (2011, p. 23). Ce même constat est fait par de nombreux auteurs lors d'enquêtes menées auprès d'élèves ou d'étudiants. Cette facilité n'engage pas les étudiants à suivre des formations sur la recherche d'information, qu'ils estiment inutiles. Mais on constate aussi le développement de modules de formation, inclus dans les cursus de non spécialistes, dans le supérieur, notamment en France, d'initiation au Web ou à l'Internet (voir à ce propos les propositions de Abiteboul et Hachez-Leroy (2015) pour les humanités numériques). Ces modules ne sont pas centrés sur la seule recherche d'information, mais tentent d'initier à un ensemble de concepts propres à Internet et au Web.

1. Une prise en compte récente d'Internet dans les curricula

Connolly (2012) constate que, bien que le Web ait fortement évolué cette dernière décennie, son enseignement est resté un sujet à la marge dans les cursus en informatique. Il cite, à l'appui de son propos, les propositions de standards de *l'Association for Computing Machinery* où les connaissances concernant le Web restent optionnelles (la sécurité par exemple). Notons cependant que la proposition de 2013²⁹ est la première où est explicitement spécifié l'ajout de cours de programmation Web, même de manière facultative. Le Web fait appel à de multiples technologies, qui ne peuvent être enseignées séparément sous peine de créer des difficultés de compréhension chez les étudiants.

Wang et McKim identifient ces technologies (2013) : technologies Web côté client, côté serveur, bases de données et technologies XML, outils auteurs et utilisabilité, technologie Ajax, technologies Web 2.0, gestion de contenus (CMS), déploiement d'application Web, Web mobile. Ces champs ne sont accessibles pour les auteurs qu'aux étudiants des cursus informatiques, parce que ceux-ci auront déjà abordé la programmation dans d'autres contextes. De plus, ces champs sont vastes et labiles, évoluant rapidement. A ces difficultés, s'ajoutent le non-respect strict des standards, par les navigateurs par exemple, qui rend compliqué l'apprentissage de la programmation des interfaces (Liu et Phelps, 2011).

²⁹<http://www.acm.org/education/CS2013-final-report.pdf>

Stepp, Miller et Kirst (2009) proposent un cours avec des progressions qui mettraient en exergue la spécificité du Web pour des non spécialistes. L'objet de ce cours est d'être attractif pour des étudiants non spécialistes de l'informatique. Cours qualifié d'intermédiaire, car il nécessite de connaître les notions de boucle, de variable, de tableau et de fonction, mais est accessible sans compétences particulières en programmation Web. Les auteurs notent qu'il y a de nombreuses ressources (tutoriels et manuels par exemple), mais que peu sont de qualité et adaptées à ce niveau de quasi-débutant, les manuels étant plutôt spécialisés dans l'une ou l'autre technologie. Les extraits de code disponibles sur le Web ne sont pas toujours exempts de défauts lorsqu'ils ont pour objectif de contribuer à la formation de la personne dans le langage considéré : pas commentés, solutions pauvres, etc. Mais ils seront utilisés. Aussi les chercheurs préconisent-ils des évaluations de la validité externe et interne des programmes (style du code, conception, documentation, élégance et conformité aux standards W3C).

Les savoirs informatiques liés à Internet peuvent également faire l'objet d'un enseignement en primaire et secondaire. Nous reprendrons deux exemples issus de l'ouvrage de Hartmann, Näf et Reichert (2012). Cet ouvrage se veut une réflexion pédagogique sur la manière d'enseigner l'informatique à tous les niveaux, scolaire et universitaire. Les auteurs utilisent le cadre des idées fondamentales vu dans le premier chapitre de cette partie et illustrent leur démarche avec des exemples, parfois tirés d'Internet. Le premier exemple que nous retiendrons est celui de la syntaxe des adresses Internet (p. 29). Ils notent que si l'utilisateur sait où saisir cette adresse dans le navigateur (le produit), il pourrait lui être utile d'avoir quelques idées sur le concept (la structure fondamentale d'une adresse Internet) : en cas de lien brisé, on peut supprimer une partie de l'adresse et retrouver la page par exemple.

C'est la même logique de connaissance par l'utilisateur de la structure d'une adresse Web qui préside à l'exemple détaillé dans (Alvarez, Garreau, Tort et Vieville, 2014) pour éviter les harponnages. Hartmann, Näf et Reichert proposent également (p. 98-99) de faire travailler les élèves sur la structuration d'une page Web destinée aux malvoyants. Des questions se posent alors sur la place du texte, des animations, de la structuration de la page pour qu'elle reste compréhensible lorsqu'elle sera lue par un programme de lecture de page Web, du respect des standards du W3C sur l'accessibilité, etc.

En France, depuis 2012, l'enseignement d'Informatique et Sciences du Numérique (ISN) en terminale scientifique prévoit la création d'une page Web (voir Figure 1), ainsi que l'enseignement des réseaux (adressage, routage, etc.). Le manuel à destination des enseignants (Dowek, 2011a) précise l'approche du Web :

Parce que la plupart des bases de données sont aujourd’hui accessibles sur le Web, et parce que la plupart des sites Web sont, en fait, l’interface de bases de données, c’est dans ce chapitre [NDA : Bases de données relationnelles et Web] également que le Web est abordé (p. 311).

Le manuel aborde ensuite deux aspects des sites Web :

Si l’on comprend qu’un site Web est un ensemble de pages Web affichant des informations ou permettant des interactions, on ignore souvent tout de l’architecture interne d’un tel site : comment il a été réalisé et comment il fonctionne. Plus précisément, il faut distinguer, d’une part, les infrastructures et matériels permettant l’hébergement et la diffusion du site et d’autre part, le code qui correspond au « programme » du site Web, exécuté sur cette infrastructure (p. 330)

<p>Langages de description Présentation du langage HTML et du principe de séparation du contenu et de la mise en forme.</p>	<p>Créer et analyser une page web en langage HTML.</p>	<p>On met en valeur le double usage du langage, lisible par un humain et interprétable par une machine. On utilise HTML pour écrire une page « à la main », puis on insiste sur le fait que ce langage sert aussi de cible à des générateurs de pages. On évalue la qualité des pages du point de vue de la correction syntaxique et de l'efficacité du message.</p>
--	---	--

Figure 1 Extrait du programme d’enseignement de spécialité d’ISN de la série scientifique – classe de terminale (BO n°8 du 13 octobre 2011)

On peut constater l’écart, normal de prime abord, entre l’exposé fait aux enseignants dans le cadre de leur formation et le programme à destination des élèves. Mais on peut aussi en être surpris. Ce qui est nécessaire aux uns pour assurer la compréhension de ce qu’est le Web (l’architecture client-serveur) ne le serait pas pour les autres ? Visiblement, ce thème a été jugé hors champ, car il ne figure pas dans le programme d’ISN. Les standards américains (Seehorn et al., 2011, p. 23) font la distinction entre le développement Web (comprenant le langage de balisage des pages Web, en anglais *Hypertext Markup Language* — HTML — et les feuilles de style, en anglais *Cascading Styles Sheets* — CSS) et la programmation Web (destinée uniquement aux élèves ayant atteint le niveau 3 du curriculum, cours optionnel, qui comprend les langages de scripts côté serveur et client, la publication sur un serveur, etc.).

Le programme de l'enseignement d'exploration de seconde « Informatique et création numérique » (ICN) reprend peu ou prou les concepts informatiques de Dowek, présentés dans le chapitre 2 de cette partie en précisant :

Parmi ces notions et principes, certains sont fondamentaux et utiles à la plupart des modules. Ils s'articulent en quatre thèmes : l'ordinateur, machine à traiter et mémoriser des informations (composants et architecture, articulation entre matériels et logiciels, les espaces mémoires et leurs organisations) ; la numérisation de l'information (approche analogique et approche numérique, intérêt de la représentation binaire, principes de codage des textes, des images et des sons) ; l'algorithmique et la programmation (méthode algorithmique de résolution d'un problème, formalisation sous forme d'un algorithme, programmation, documentation d'un programme, jeu d'essai et test) ; la circulation de l'information sur les réseaux (composants matériels et logiciels d'un réseau, principe de l'adressage des ordinateurs sur un réseau, règles définissant le mode de communication entre des machines connectées). (Journal Officiel, Arrêté du 17 juillet 2015)

Il propose un exemple de module concernant la réalisation d'un site Internet (ou site Web en fonction des passages du texte, voir Figure 2) et un autre précise expressément les bases de données et leur interfaçage possible avec un site Web (voir Figure 3).

On peut s'interroger sur la continuité entre les différents niveaux de classe concernant cet objet « site Web ». Des sites Web peuvent être réalisés par exemple en cycle 4 dans l'apprentissage des langues étrangères, en seconde dans l'enseignement d'ICN et en terminale en ISN. Les programmes en ISN³⁰ destinés à des « spécialistes » (élèves de terminale scientifique) ne prévoient pas d'introduire les bases de données, alors même que les questions de « persistance de données » et de « structuration et organisation de l'information » sont des savoirs au programme. Les capacités associées à ce dernier thème sont « Classer des informations, notamment sous forme d'une arborescence ». Le programme précise en observation : « On peut ici étudier le système d'organisation de fichiers en dossiers. Un ensemble de documents unis par des liens hypertextes fournit un exemple de classement de type graphe ». Le programme de l'enseignement d'exploration ICN en seconde paraît donc plus ambitieux sur ce point que le programme de terminale ISN.

Exemple 1. - Réaliser un site Internet et comprendre les enjeux de la publication d'information Le projet consiste en la réalisation d'un site Web publiant des documents et informations non
--

³⁰BOEN n °18 du 13 octobre 2011

encore disponibles en ligne. Par exemple, la description d'un patrimoine local, les données de relevés météorologiques locaux, les résultats d'une expérience de chimie, etc.

Une progression d'activités doit permettre d'aborder des notions comme système d'exploitation, gestionnaire de fichier protocole, internet, documents hypertextes, langages de structuration de document, principe de l'indexation de documents (métadonnées, référencement), droit(s) et licence, données publiques et données privées.

Les outils utilisés peuvent être : un éditeur de texte, un navigateur, un système de gestion de contenu Web ou un logiciel de retouche d'images.

Questionnements possibles :

- quel degré de confiance accorder aux informations diffusées sur le Web ?
- comment évaluer la pertinence des informations retrouvées sur le Web ?

Figure 2. Exemple 1. Programme de l'enseignement d'exploration ICN. Journal Officiel, Arrêté du 17 juillet 2015

Exemple 6. - Développer une base de données et comprendre les enjeux de l'exploitation de grandes quantités de données

Il s'agit de réaliser une base de données, et éventuellement de développer une interface Web de consultation. Par exemple, une base recensant des données sur les performances sportives des élèves de la classe, ou une base recensant des données sur les auteurs étudiés en littérature en classe de seconde.

Une progression d'activités permet d'aborder des notions comme système d'exploitation, gestionnaire de fichier, programmation, langages de description et d'interrogation d'une base de données, programmation Web, droit à la protection des données, droit à l'oubli.

Les outils utilisés peuvent être un système de gestion de bases de données, un éditeur et navigateur.

Questionnements possibles

- qui détient les droits de propriété sur les informations présentes sur le Web ?
- comment protéger mes données personnelles sur Internet ?

Nota. - Un projet plus ambitieux pourrait consister en la réalisation d'une boutique en ligne, comportant un développement de base de données et de site Web dynamique. Le questionnement pouvant relever des enjeux de sécurisation des transactions sur Internet.

Figure 3. Exemple 6. Programme de l'enseignement d'exploration ICN. Journal Officiel, Arrêté du 17 juillet 2015.

Cependant, concernant précisément Internet, l'étude des programmes en vigueur ou à venir, de point de vue des objets de savoirs, est révélatrice d'un impensé dans la progression tout au long de la scolarité de l'agencement des concepts à mobiliser.

2. Une didactique émergente

Des prémisses d'une didactique de l'Internet se retrouvent dans des travaux qui portent plus spécifiquement sur la recherche d'information ou les enquêtes avec Internet (Drot-Delange, 2011c – CP06; Ladage, 2015; Ladage & Chevillard, 2011; Ravestein & Ladage, 2005; Ravestein, Ladage, & Johsua, 2007). Mais si la recherche d'information sur le Web, y compris dans sa dimension technique, fait l'objet de quelques analyses, peu de travaux existent (Miller et Connolly, 2015) qui pourraient nous éclairer sur la compréhension des concepts associés aux technologies du Web, les erreurs les plus fréquentes faites par les élèves/étudiants et leurs analyses. Ceci constituerait des éléments d'une didactique indispensable pour un enseignement qui tend à se répandre et qui est considéré par certains comme un moyen d'intéresser davantage de personnes aux cursus en informatique (Zhang et Dang, 2015).

J'ai retenu deux études qui s'inscrivent dans cette perspective et concernent plutôt des étudiants. Les recherches dans ce domaine concernant les plus jeunes apprenants sont quasi-inexistantes (Park et Wiedenbeck, 2011). C'est là un domaine de recherche qui me semble prometteur avec une demande sociale importante compte tenu du nombre d'heures dispensées par exemple en France dans le domaine. Ce mémoire de synthèse est pour moi l'occasion d'initier une réflexion sur le thème.

La première étude explore la manière dont les étudiants apprennent ou non le concept de référence absolue ou relative dans l'écriture des liens hypertextes dans une page Web (Miller, Perković et Settle, 2010). L'intérêt de ce concept est qu'il est employé dans d'autres domaines de l'informatique que les pages Web : référence de cellules dans un tableur, adressage mémoire, graphiques. Les auteurs identifient une douzaine d'erreurs types faites par les apprenants lors de l'écriture de chemins dans une page Web. Les trois-quarts des erreurs relèvent de trois catégories :

- Échec à utiliser correctement les deux points (..) pour remonter d'un niveau dans l'arborescence ;
- Usage inapproprié du slash (/) pour indiquer une référence absolue ;
- Nom inapproprié d'un dossier ou d'un fichier pour construire le nom du chemin.

Les auteurs concluent que la mise en œuvre seule par les étudiants de l'écriture de pages et la gestion des dossiers ne permet pas, contrairement à une croyance répandue, l'apprentissage du concept concerné. Cette étude me semble d'autant plus intéressante qu'elle repose sur l'étude

d'un concept simple, mais qui a une certaine généralité en informatique. Le développement Web amène à des concepts partagés en informatique et en fait donc un bon candidat pour une initiation à l'informatique. On ne saurait le restreindre à l'apprentissage de la programmation. Des spécificités du Web sont à prendre en compte.

La seconde étude (Park, Dorn et Forte, 2015) porte sur les erreurs de syntaxe HTML et CSS des étudiants dans un cours d'initiation au développement Web et le rôle joué par la validation (conformité au standard W3C) dans la résolution de ces erreurs. Le cours s'adresse à des non spécialistes en informatique. Les auteurs de la recherche ont développé un éditeur HTML/CSS pour des débutants (voir Figure 4), qui limite les difficultés de configuration de leur environnement de développement (estimé par les auteurs comme une part importante des difficultés rencontrées). Il permet également de valider les codes HTML et CSS. Cet éditeur est un éditeur en ligne qui, lorsque la session est ouverte, mémorise l'ensemble des opérations effectuées sous forme de vidéo. Les enseignants peuvent ensuite voir la vidéo de l'activité des étudiants au sein de cet éditeur. Comme cet éditeur est disponible à tout moment, l'activité des étudiants est aussi enregistrée lorsqu'ils travaillent chez eux.

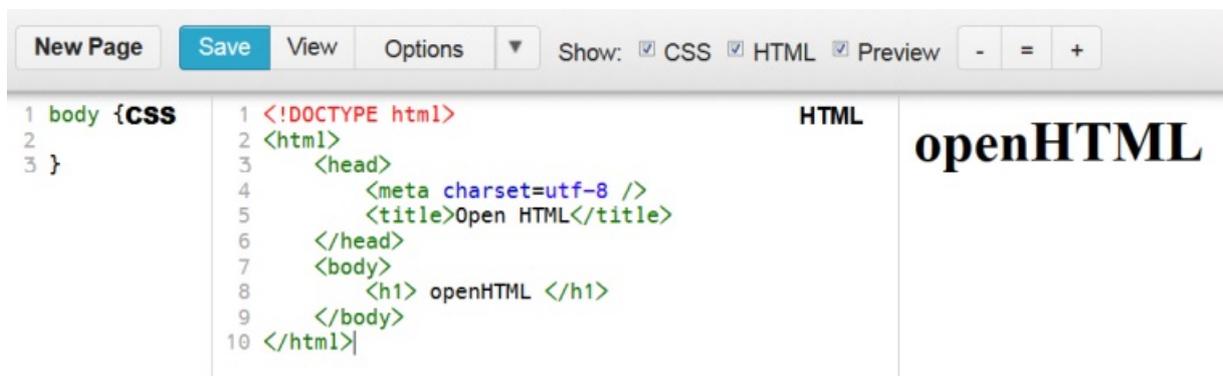


Figure 4 Éditeur OpenHTML. En ligne à l'adresse <http://openhtml.org/>

Les erreurs de codage sont repérées selon quatre dimensions :

- La fréquence (le nombre d'erreur total pour chaque type d'erreur),
- La prévalence (la proportion d'étudiants uniques qui font un type d'erreur au moins une fois),
- La récurrence (mesurée par le nombre médian de validations successives pour lesquelles une erreur persiste),
- La résolution (comparaison du nombre d'erreurs trouvées durant la validation avec le nombre d'erreurs encore restantes lors de la soumission finale).

L'étude porte sur un nombre restreint d'étudiants : 23. Tous les étudiants déclarent avoir une expérience, même minime, en HTML et CSS, avant le cours. Mais en fait, ils se souviennent au mieux de quelques balises HTML. Les étudiants suivent un cours durant 16 semaines, avec des rendus intermédiaires et deux projets à mener durant cette période.

L'analyse des erreurs dans le rendu final des projets montre que les plus fréquentes concernent les règles d'imbrication des balises (35% des erreurs non résolues) et de la hiérarchie parent-enfant (21,5% des erreurs non résolues). Les chercheurs observent que si la règle de l'imbrication des balises peut s'apprendre rapidement, la compétence à lire et à écrire du code imbriqué (ici, repérer les balises et les traduire mentalement en structure hiérarchique) est un processus qui s'acquiert avec la pratique. Concernant le rôle de la validation, les chercheurs ont constaté que les étudiants ne valident pas leur code, alors que c'était explicitement demandé dans les consignes du travail personnel à mener. Une des difficultés ici, par rapport à d'autres langages, est que la validation HTML est facultative. Qui plus est, un code « faux » peut être malgré tout affiché correctement par les navigateurs, ceux-ci modifiant implicitement le code si nécessaire. Ce manque de feed-back de la part des navigateurs peut contribuer à ancrer de mauvaises habitudes et des modèles mentaux erronés chez les étudiants. D'où l'idée d'encourager la validation et un feed-back immédiat directement dans les éditeurs HTML et CSS.

L'intérêt de cette étude est qu'elle attire l'attention sur le choix des outils utilisés pour initier les apprenants au développement de page Web. Les outils professionnels peuvent être trop complexes dans la configuration de leur environnement. De plus, il convient de choisir des outils dont les messages d'erreurs fournis soient exploitables par les apprenants pour les aider à corriger leur production, ce qui n'est pas toujours le cas. Ce ne sont là que deux exemples de recherche, mais qui me semblent préfigurer un champ à explorer.

3. Synthèse et discussion

Si les collèges et lycées, un peu moins les écoles, en France sont équipés en connexion Internet, si les usages en classe et privés se sont fortement développés depuis 1997, Internet et le Web ne sont finalement considérés que depuis peu comme des objets de savoirs informatiques et ce, de manière très marginale. Ce savoir est pour l'instant réservé aux élèves qui choisissent des enseignements optionnels (ICN et ISN). Les programmes en informatique ont d'abord été définis pour les classes de terminale scientifiques puis pour les classes de

seconde. On assiste donc à une situation où il n'y a guère de cohérence dans la succession des concepts abordés au cours d'une scolarité.

Pourtant les premiers travaux concernant la didactique du développement Web auprès de novices en informatique montrent que des concepts et des façons de penser en informatique peuvent être acquis via cet enseignement. Les risques soulevés par la forte souplesse (ou robustesse) des navigateurs aux erreurs de codage HTML sont que l'apprenant ne prenne jamais conscience de ces erreurs et se construise des modèles mentaux erronés. Ne pas profiter de la création de pages Web pour transmettre ces concepts serait une occasion perdue de progresser dans la compréhension et le désenchantement des objets numériques que nous évoquions dans le chapitre précédent.

Develay (1993) définit une matrice disciplinaire comme étant le principe d'intelligibilité d'une discipline. Il n'y a pas (encore) de discipline scolaire au sens de Baron (1989) en informatique pour l'enseignement secondaire. Cependant la construction morcelée, parcellaire d'un curriculum tel qu'il se dessine actuellement en France nécessiterait cette réflexion globale³¹. La matrice disciplinaire est la résultante d'objets, de tâches, de connaissances procédurales et de connaissances déclaratives selon Develay. Parmi les connaissances déclaratives, il distingue les faits, les notions, les concepts intégrateurs, les registres de conceptualisation, les champs notionnels. Il semble bien que les registres de conceptualisation et les concepts intégrateurs concernant Internet et le Web soient des impensés des curricula mis en place actuellement en France.

³¹Notons qu'elle est actuellement menée sous forme expérimentale pour l'enseignement primaire par le projet ANR DALIE (Didactique et Apprentissage de l'Informatique à l'école) 2014-2016.

Synthèse et questionnement de la partie 1

Cette partie avait pour objet d'interroger la place d'Internet dans l'enseignement de l'informatique. J'ai donc d'abord mené une analyse des principes fondateurs de cet enseignement dans des curricula existants (en France et à l'étranger) au niveau de l'enseignement secondaire et universitaire (Baron, Bruillard et Drot-Delange, 2015; Baron, Drot-Delange, Grandbastien et Tort, 2015 – CP55; Drot-Delange et Bruillard, 2012; – CP09 Tort et Drot-Delange, 2013 – CP11) : mode de pensée, idées fondamentales, pratiques et principes, modèle objet, composantes génériques. L'analyse de ses principes m'a amenée à affiner et à préciser chacun, en fonction de leur « force organisatrice ». Certains sont structurants d'un curriculum, d'autres ont une portée épistémologique, d'autres enfin sont de nature heuristique. D'un pays à l'autre, ces principes se déclinent dans des matrices disciplinaires, voire des formes curriculaires (Martinand, 2003), différentes.

J'ai ensuite étudié comment chaque principe encadrait la manière d'intégrer Internet dans l'enseignement de l'informatique. Il en ressort que la manière de penser l'enseignement de l'informatique, mais aussi la communauté qui porte cette pensée, joue un rôle dans la manière de considérer l'Internet et le Web. Un exemple est celui de la considération plus ou moins grande accordée à l'intrication du social et de la technique ou bien même à la prise en compte des spécificités du Web. Les cursus universitaires en informatique ont depuis fort longtemps consacré une place importante aux réseaux et plus particulièrement aux protocoles TCP/IP. De même, les algorithmes de recherche d'information sont ancrés dans une tradition scientifique datant de plusieurs décennies. Si le Web s'appuie fortement sur l'informatique, il devrait aussi être objet de savoir en soi. Hendler, Shadbolt, Hall, Berners-Lee et Weitzner (2008) émettent l'hypothèse que pour les informaticiens, le Web, bien qu'ayant ses propres protocoles, algorithmes, et principes d'architecture est souvent vu comme une simple application du réseau Internet, davantage que comme une entité en soi.

Les questions qui ont irriguées les débats sur l'enseignement de l'informatique sont toujours d'actualité pour Internet et le Web. Peut-être d'une façon plus criante encore ... En effet, si le débat a été intense concernant l'informatique comme outil ou comme objet d'enseignement, la question ne semble pas vraiment se poser pour Internet et le Web, résolument placés du côté des outils dans les programmes officiels. Créer un site Web est, dans les programmes que

nous avons cités, un prétexte pour travailler les langues, ou pour communiquer les résultats d'un projet. Autrement dit, le développement Web (à distinguer de la programmation Web) n'est pas considéré comme un objet de savoir, au niveau de l'enseignement secondaire tout au moins.

Peu de recherches se concentrent sur les contenus, les démarches à transmettre et les difficultés rencontrées par les apprentis développeurs Web. En France, les travaux ont davantage porté sur les difficultés du processus de conception de sites Web par les étudiants et de l'intégration par eux des contraintes des cahiers des charges (Bonnardel, 2006; Chevalier et Bonnardel, 2003).

Pourtant, certains voient dans l'introduction au niveau universitaire du développement Web ou de la création numérique une opportunité pour attirer des populations qui se détournent des études d'informatique, en proposant des situations ancrées dans les pratiques quotidiennes de ces étudiants : le développement d'applications pour *smartphone* (Reardon & Tangney, 2014) ou bien le développement de jeux sérieux (Muratet, 2010). Rogalski (2015) note cette tendance dans la revue de littérature qu'elle mène sur quarante années de psychologie de la programmation et de didactique de l'informatique :

Le problème de l'initiation à la programmation reste d'actualité, avec la question – plus nouvelle pour le niveau universitaire – de l'attractivité des tâches proposées (nature des données manipulables par le langage, facilitation de l'écriture, programmation de robots, « jeux sérieux » (p. 287).

On peut regrouper ces approches sous la bannière de l' « informatique en contexte », empruntant aux approches situées de l'apprentissage (Knobelsdorf et Tenenber, 2013). La démarche proposée par Guzdial en informatique des médias, l'environnement *Alice* ou la robotique pédagogique relèvent de cette approche (Cooper et Cunningham, 2010). Un contexte doit être compris comme un ensemble de questions ou de sujets significatifs, reliés et cohérents les uns avec les autres et qui va guider l'activité des élèves. Parmi les contextes cités comme exemple par les auteurs, on trouve le courrier électronique, le téléphone portable, les réseaux sociaux. Une des hypothèses implicites de cette démarche est que, puisque l'informatique fait partie intégrante de leur quotidien, elle suscitera la motivation et l'intérêt des élèves. Pour Knobelsdorf et Tenenber, rien n'est moins sûr. Il conviendrait d'abord de mieux connaître le rapport à l'informatique et au numérique de ces élèves puis de savoir ce qu'ils en attendent. Or pour les auteurs, il n'est pas du tout certain que l'on puisse intéresser les élèves aux objets numériques, à leur fonctionnement et aux concepts informatiques sous-

jacents, simplement parce qu'ils utiliseraient tous les jours ces objets. En fait, on ne pense à ces objets que le jour où ils ne fonctionnent pas comme on le souhaiterait. Davantage que la pratique familière, il faudrait alors utiliser les situations de panne, de blocage, d'usage malveillant (piratage de sa messagerie par exemple) pour amorcer l'intérêt et la motivation.

Guzdial (2010) souligne quelques dangers de cette focalisation sur le contexte. Le premier est celui d'une sur-spécialisation de la connaissance acquise en contexte. En informatique des médias, il cite l'exemple d'une instruction d'un programme qui pourrait être interprétée par les élèves seulement comme un outil pour parcourir un ensemble de pixels, puisque c'est dans ce contexte qu'ils l'auraient utilisée. C'est la question de la transférabilité de la connaissance acquise dans une situation donnée. Il souligne également que le contexte peut nécessiter des connaissances supplémentaires, qui peuvent, de fait, constituer un obstacle ou un distracteur. Cependant, le contexte pourrait être intéressant en cela qu'il permet d'expliquer l'utilité de ce qui est appris. Le contexte ne permettrait pas d'apprendre mieux et plus vite, la décontextualisation des savoirs restant essentielle, mais elle permettrait dans certains cas de motiver les apprenants.

Finalement, cette approche considère que le contexte peut permettre de donner du sens aux apprentissages. Cependant, le sens n'est pas porté par le contexte en lui-même, mais bien dans le rapport que vit l'apprenant avec le contexte. Ce qui revient à la critique émise par Knobelsdorf et Tenenber.

La didactique d'Internet et du Web reste à élaborer. Sur quel paradigme peut-elle s'appuyer ? La question, là encore, rejoint celle posée en son temps à la didactique de l'informatique (Bruillard et Baron, 2001; Orange, 1990; Romainville, 1989). Deux grandes orientations sont habituellement distinguées : celles des savoirs et celles des pratiques sociales de référence. Dans le premier cas, la question des savoirs, et plus encore celle des institutions de référence, n'est pas résolue. Quelles sont les institutions dans lesquelles vivraient ces constructions sociales et culturelles pour Internet et le Web : le consortium *World Wide Web* (W3C), la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés (CNIL), l'INRIA, les universités ? Les sciences du Web telles que les définissent Berners-Lee, Hall, Hendler, Shadbolt et Weitzner (2006) pourraient à l'avenir fournir les savoirs nécessaires à cette didactique.

Dans le second cas, quelles seraient les pratiques de référence ? Des pratiques professionnelles ? Or Internet et le Web sont objets de pratiques de la part de nombreuses communautés professionnelles. Ravestein et Ladage (2005) ont par exemple étudié le cas des savoirs concernant les référenceurs. De nombreux domaines pourraient être mobilisés pour

définir ces pratiques, et suivant en cela les préconisations d'Orange (1990), l'identification de problèmes à résoudre présentant un intérêt pédagogique : les professionnels de la mesure de l'audience, les régies publicitaires, les bibliothécaires, les éditeurs, les agences de communication, les opérateurs de télécoms, les référenceurs, les développeurs Web, les responsables de communauté en ligne, les ergonomes Web, les responsables Web Marketing, etc. Mais nous avons par ailleurs souligné que les métiers du Web étaient peu connus et peu étudiés (Drot-Delange, 2011b – CP05).

Cette première partie a eu pour objet d'étudier les fondements de curricula en informatique et plus particulièrement la place accordée aux objets Internet et Web. On a pu constater qu'il s'agissait d'un projet toujours en cours de constitution d'une matrice curriculaire. Ce projet doit s'accompagner d'une réflexion sur la didactique de l'Internet. Elle intègre aussi ce que les élèves savent déjà par leur propre pratique des technologies informatisées connectées. Mieux connaître les représentations des élèves et des étudiants sur Internet et le Web est une étape de la construction de cette didactique.

Partie 2 : Représentations des élèves et des étudiants dans le domaine d'Internet

Introduction

Lorsque la question de l'enseignement de l'informatique s'est posée dans les années 1980 puis dans les années 1990, le taux d'équipement des ménages était faible. Par conséquent, la probabilité pour que les enfants disposent d'ordinateurs chez eux était elle aussi très faible. L'expérience qu'ils pouvaient acquérir par des pratiques dans leur sphère familiale était une exception, l'école étant parfois le seul lieu de familiarisation avec des artefacts informatisés. Mais avec l'arrivée, d'une part, de la micro-informatique et, d'autre part, d'Internet dans les foyers, la donne a changé (Drot-Delange et Bruillard, 2012– CP09). Les ordinateurs, tablettes et autres écrans connectés font désormais partie du paysage quotidien des enfants, comme le montrent les enquêtes ou recherches sur les usages et les pratiques des enfants, adolescents et jeunes adultes (Bigot et Croutte, 2014; Burban, Cottier et Michaut, 2013; Guichon, 2012; Martin, 2004, 2007; Mercklé et Octobre, 2012; Metton, 2004). Or ces pratiques, si elles peuvent faire l'objet d'apprentissage formel, mais aussi par imitation ou observation des pairs, de la famille, etc. sont également liées à la découverte des possibles proposés par les interfaces utilisées. Ce sont les représentations des utilisateurs qui sont les guides de l'action, les représentations étant à la fois le produit et le résultat de l'action, mais aussi sa condition. C'est cette relation entre représentations et actions que je vais préciser maintenant.

Les pratiques numériques se caractérisent par l'usage d'artefacts cognitifs, qui sont eux-mêmes une catégorie des artefacts physiques. Norman définit le rôle des artefacts physiques comme étant capable de se :

substituer au monde, de rendre les objets du monde toujours disponibles (...). Ils réduisent donc au minimum le besoin d'internalisation et d'apprentissage, d'aide et de stratégie de mémorisation, ces processus étant remplacés par l'apprentissage de l'artefact. Ils ne peuvent toutefois pas reproduire toutes les propriétés du monde physique, et dans diverses circonstances, les artefacts sont de moins bons substituts soit du monde soit de la représentation mentale. (1993, p. 18)

Les artefacts cognitifs sont une catégorie singulière des artefacts physiques que Norman spécifie de la manière suivante « un artefact cognitif est un outil artificiel conçu pour conserver, exposer et traiter l'information dans le but de satisfaire une fonction représentationnelle. » (1993, p. 18³²)

Il distingue ensuite les artefacts selon qu'ils ne sont capables que de représentations en surface, telle l'écriture sur une feuille de papier, directement accessible, moyennant des compétences de lecture et/ou d'écriture, à l'utilisateur ou de représentations internes. Ces dernières concernent les artefacts « dans lesquels les symboles sont conservés à l'intérieur de l'outil (...). Il faut donc que l'artefact ait une interface qui transforme la représentation interne en une représentation superficielle qui puisse être interprétée et utilisée par l'individu ». (p. 29)

Les représentations dont il est question se situent à plusieurs niveaux lors de l'interaction d'un utilisateur avec un artefact, ici un ordinateur. Norman les précise (p. 26):

- Représentation 1 : le monde représenté de l'objet réel ;
- Représentation 2 : le monde représentant inscrit dans l'artefact ;
- Représentation 3 : la présentation du monde virtuel par l'artefact ;
- Représentation 4 : la représentation mentale de la personne.

Le terme représentation ici est employé pour désigner des concepts assez différents les uns des autres. La « représentation 1 » est celle qui concerne ce qui doit être représenté. La « représentation 2 » désigne la conversion nécessaire de la « représentation 1 » pour que celle-ci puisse être traitée par l'artefact dans ses propres symboles et langages. Autrement dit, il s'agit de la représentation interne à l'artefact de la « représentation 1 ». Cette « représentation 2 » nécessite, pour être utilisée et interprétée par un individu, d'être présentée via l'artefact. C'est ce qui constitue la « représentation 3 ». La représentation interne à l'artefact doit être transformée en représentation de surface. Enfin, l'individu a un modèle mental de la tâche qu'il doit réaliser et du fonctionnement de l'artefact, c'est la « représentation 4 ». Norman conclut que « pour l'utilisateur d'un artefact, le monde représentant est la surface de l'artefact – les structures informationnelles accessibles à la personne qui utilise l'objet » (p. 29).

L'individu n'a en effet pas connaissance des différentes transformations ayant permis de passer de la représentation 1 à la représentation 3. Les interfaces ont donc dans ces artefacts

³²Notons que cette référence est une traduction de deux textes de Norman.

cognitifs une place particulièrement importantes, puisque ce sont par elles et elles seules que l'utilisateur a accès aux structures informationnelles, aux actions possibles, etc.

Selon Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannakou, Douarin et Neau (2003), cette représentation est absolument indispensable pour circuler sur le Web, même si celle-ci n'est pas conforme à la réalité technique ou scientifique du fonctionnement du système, car elle permet de prendre des décisions, d'anticiper les réponses du système et donc ce que l'on peut faire avec. Les auteurs concluent :

Il s'agit donc de « se représenter » ... Se représenter quoi ? Se représenter ce qui peut advenir, ce que l'on peut faire, ce que l'on peut trouver, ce que l'on peut espérer... Se représenter comment ça marche ou ça pourrait marcher et en tirer parti pour des expériences futures. (Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannakou, Douarin et Neau, 2003, p. 135)

Dans le domaine de l'enseignement de l'informatique, l'étude des représentations est ancienne. Par exemple, le projet européen *Representation* (Baron, Dansac, Harrari et Bruillard, 1999) a étudié les représentations de l'informatique chez les enfants (10 – 12 ans) de fin d'école primaire de 6 pays. D'autres recherches se sont intéressées aux représentations des enfants/pré-adolescents sur l'informatique, ou plutôt sur l'artefact ordinateur (Denham, 1993; Giannoula, 2000; Giannoula et Baron, 2002; Holo, 2010; Komis, 1994; Pelpel, 2000; Peyssonneaux, 2001; Pouder, 1995)³³.

J'ai proposé dans Drot-Delange (2015– CP16) d'analyser les représentations des étudiants en m'appuyant sur les écrits d'écran de Souchier (1996). Ce dernier a repéré les différentes composantes de l'écrit d'écran, qui se traduisent par une organisation hiérarchique, que Souchier préfère considérer comme une mise en abyme. Il distingue trois cadres de l'écrit d'écran : le cadre objet, le cadre système et le cadre logiciel. Le premier tient compte du dispositif matériel de l'écran. Le deuxième renvoie aux manifestations du système d'exploitation (mise en route de l'ordinateur, affichage de dialogues et d'icônes, etc.). Le troisième est la manifestation à l'écran de l'application nécessaire pour réaliser la tâche. Dans le cas de la consultation de pages Web, il s'agit du navigateur.

Je m'intéresserai dans cette partie, d'une part, aux représentations des élèves et étudiants sur Internet, le Web et les moteurs de recherche et, d'autre part, à la représentation des écrits d'écran dans le domaine du Web et des moteurs de recherche. Ceci constitue l'ébauche d'une réflexion sur les savoirs liés à Internet, dans la perspective de l'élaboration d'une didactique

³³La liste des travaux cités n'est pas exhaustive.

de l'Internet. Elle commence par l'identification et le repérage des savoirs quotidiens, ou des croyances. On peut considérer qu'il s'agit d'un prolongement de l'élaboration d'une didactique de l'informatique ou didactique des progiciels, et son extension aux outils de communication et d'accès aux documents et aux savoirs (Baron & Pochon, 2009). En effet, cette didactique de l'Internet, encore en construction, rejoint les problématiques de didactiques des progiciels (Pochon & Bruillard, 2006), qui distinguent deux types d'apprentissage, celui de la manipulation de surface et celui d'une compréhension profonde du système.

On peut considérer qu'une pratique quotidienne amène une « familiarité » avec Internet. Mais cette familiarité s'accompagne-t-elle d'une connaissance, ou d'une conscience, de ce qui se joue derrière l'écran, ou au-delà de l'écran, c'est-à-dire des dimensions informatique mais aussi politique, sociale ou économique ? Mathias suggère que la familiarité avec les technologies de l'information et de la communication s'adosse à un « oubli des conditions matérielles de leur production et de contraintes de toutes sortes qui les accompagnent : économiques, sociales, souvent politiques » (2012, p.15).

Ces dimensions sont présentes dans les modes d'existence des médias informatisés (Jeanneret, 2000), que j'ai mobilisés dans Drot-Delange (2001). Nous rappelons ici les trois modes d'existence identifiés par Jeanneret : le mode morphologique, caractéristiques techniques et physiques de ces médias ; le mode politique, les médias sont des dispositifs créés par la volonté d'acteurs intégrant donc leurs valeurs ; le mode imaginaire, le vocabulaire employé pour les désigner en est une illustration : toile, village planétaire, etc. Questionner la familiarité avec Internet, c'est se demander quels sont les accommodements, les repères, les indices que les utilisateurs construisent durant leurs pratiques et dont Thévenot considère qu'ils sont personnels (1993). Mais comment alors saisir cette dimension des pratiques incorporées au point qu'on ne puisse les expliciter, les expliquer, les justifier ? En effet, le régime pragmatique du familier (Thévenot, 1993, 1994) ne se met pas facilement en mot, sauf à changer de régime pour devenir public, et, de là, n'est pas partageable. La familiarisation procède d'ajustements, d'actions personnelles qui conviennent, qui ne se prêtent pas à une justification publique. C'est pourquoi j'ai retenu dans le corpus étudié les recherches qui analysent les représentations via une tâche de dessin, technique jugée propice à l'expression ou à la manifestation des représentations.

J'ai souhaité dans ce mémoire de synthèse mettre mes travaux en perspective avec d'autres recherches. J'ai retenu des recherches récentes menées en France par différentes équipes,

relevant parfois des sciences de l'éducation, parfois des sciences de l'information et de la communication, parfois encore de la psychologie cognitive ou bien constituées de manière pluridisciplinaires. J'ai conservé pour chaque étude présentée la terminologie choisie par les auteurs concernant la distinction entre Internet et Web. J'ai également, lorsque cela était possible, cité des études plus anciennes, mais qui permettent de voir les évolutions des représentations pour une classe d'âge donnée. Lorsqu'aucune recherche n'était disponible concernant les élèves ou étudiants en France, j'ai alors utilisé des recherches menées dans d'autres pays selon des problématiques similaires.

Chapitre 1. Les représentations concernant Internet ...

Thatcher et Greyling ont réalisé une des premières études visant le recueil et l'analyse des modèles mentaux des utilisateurs d'Internet (1998). La méthode proposée repose sur un questionnaire permettant de mesurer l'expérience en informatique et usages du Web, sur une tâche de dessin (« dessiner ou faites un croquis de la manière dont vous pensez qu'Internet est structuré et comment il fonctionne »). Ce dessin peut être annoté, légendé et commenté à l'aide d'un texte. Toutes les personnes ayant accompli l'ensemble des tâches ont une expérience significative de l'informatique et d'Internet. L'analyse de Thatcher et Greyling des dessins met en évidence 6 catégories de modèles mentaux par ordre décroissant en nombre de dessins appartenant à cette catégorie : interfaces et fonctionnalités utilitaires ; une base de données centralisée ; de l'utilisateur vers le monde ; connectivité simple ; modularité simple ; modularité et connectivité. Les auteurs relèvent une dépendance statistique entre la fréquence d'usage d'Internet et les modèles mentaux, les plus expérimentés produisant les dessins les plus élaborés, précis et techniques. Cependant, les auteurs concluent que la fréquence d'usage semble être davantage une condition nécessaire que suffisante pour des modèles mentaux complets et détaillés. L'explication serait, selon les auteurs, liée à la nature des usages constituant l'expérience. Par exemple, la recherche d'information ou le courrier électronique font appel à des interfaces qui ne permettent pas de se représenter la structure sous-jacente au réseau. C'est donc les interfaces, via les usages, qui seraient une barrière à la construction d'un modèle de l'infrastructure d'Internet.

Les représentations évoluent avec l'expérience acquise par la répétition des actions, ou la formation, mais aussi avec le développement cognitif et social de l'individu. C'est pourquoi j'ai choisi de présenter les recherches par classe d'âge (correspondant à peu près au cycle de scolarité école-collège-lycée-université) et plutôt les recherches menées dans le contexte français.

1. Qu'est-ce qu'Internet ...

1.1 ... pour les écoliers ?

Normand et Bonfim Souza (2000) ont mené une étude dans une classe de 27 élèves de CM2 d'une école de Créteil. Les élèves pratiquent Internet en classe très régulièrement, principalement pour la réalisation du journal de la classe. Ils utilisent la messagerie

électronique. La tâche qui leur a été demandée est celle de la réalisation d'un dessin avec la consigne suivante « faites-moi un dessin de ce qu'est l'Internet ». C'est l'enseignante elle-même qui a encadré cette tâche. Ensuite, des entretiens collectifs ont été menés à partir de la question « Qu'est-ce que vous pouvez me dire du courrier électronique ? ». Les résultats obtenus concernant la tâche de dessin montrent la prédominance de l'ordinateur, représenté sur tous les dessins sauf un, avec ses composants (principalement clavier et souris). Des connexions sont représentées entre les différents éléments dessinés. La notion de réseau était parfois présente, avec des emplacements géographiques précis, comme le montre la figure ci-dessous.

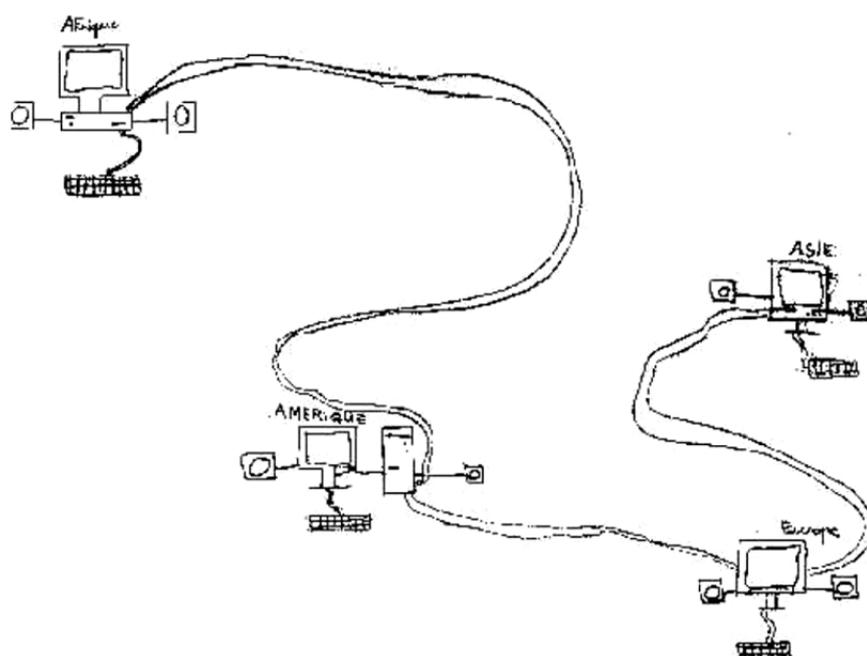


Figure 5 Dessin du réseau Internet. (Source Normand et Bomfim Souza, 2000, p. 190).

Plus généralement, les dessins montrent massivement les usages que les élèves ont d'Internet. Mais cela ne s'accompagne pas nécessairement de connaissances déclaratives lors des entretiens réalisés par la suite sur le courrier électronique. Les auteurs concluent :

En fait, s'ils disposent de savoir-faire pour mettre en œuvre des programmes sur ordinateur, ils n'ont pas vraiment de compréhension du fonctionnement global d'Internet. Ainsi, dans les entretiens collectifs, les élèves explicitent leur utilisation du courrier électronique à partir de leurs savoirs procéduraux ; « ben il faut aller dans "relever la boîte", on fait "envoyer" à quelqu'un [...] ». (p.194).

Peyssonneaux (2001) réalise une étude des représentations concernant l'ordinateur de 55 élèves de CM2 d'une école des Hauts de Seine. La méthode mise en place diffère de celle de Normand et Bomfim Souza. Il demande aux élèves de faire une carte de concepts ayant pour objet l'ordinateur (après les avoir fait travailler sur une carte concernant les vacances, pour les familiariser avec ce type de représentation). Il constate par rapport à d'autres études comparables la progression très nette d'Internet et la baisse de la présence du matériel dans les représentations. Ainsi, Internet a été cité dans 87% des cartes. Si certains élèves semblent avoir élaboré un concept assez précis, pour d'autres, il reste un mystère, malgré la présence médiatique d'Internet dans la presse et la télévision. Peyssonneaux constate que le fonctionnement d'Internet n'est pas connu, mais que les élèves citent volontiers des usages associés : « découvrir des sites, envoyer des e-mails, acheter, vendre, louer, enchères, relevé bancaire, voyages, discuter par ordinateur, météo, renseignements » (2001, p. 144).

Dix ans plus tard, Béguin-Verbrugge (2011) constate la difficulté des écoliers français à nommer et à conceptualiser Internet, plutôt défini par les usages:

Comme c'est normal pour cet âge, la définition des termes que les enfants donnent est déterminée par les usages pratiques (« Internet, c'est pour ... »). Ils assimilent Internet à l'ordinateur ; ils différencient mal les produits « fermés » et en réseau. Ainsi, plusieurs nous ont déclaré qu'ils « avaient » Internet ou Google dans leur ordinateur. Ils sont cependant capables de donner des références de sites. Les sites de jeux semblent faire l'unanimité. (2011, p. 279)

Yan (2005) étudie la compréhension de la complexité sociale et technique d'Internet auprès de personnes³⁴ de 4 groupes d'âge : 83 enfants (5-8 ans, 9-10 ans, 10-12 ans) et 28 adultes, étudiants en sciences sociales. La complexité technique est évaluée par les réponses des personnes à une batterie de questions ouvertes (par questionnaire ou par entretien pour les plus jeunes) et par une tâche de dessin demandant de dessiner « à quoi ressemble Internet ? ». Les dessins obtenus sont analysés en 4 catégories selon la complexité technique représentée voir Figure 6) : minimale (A), partielle (B), sophistiquée (C) et scientifique (D). Des exemples de chacune de ces catégories sont donnés dans la figure ci-dessous.

³⁴L'étude est menée aux États-Unis, sans autre précision.

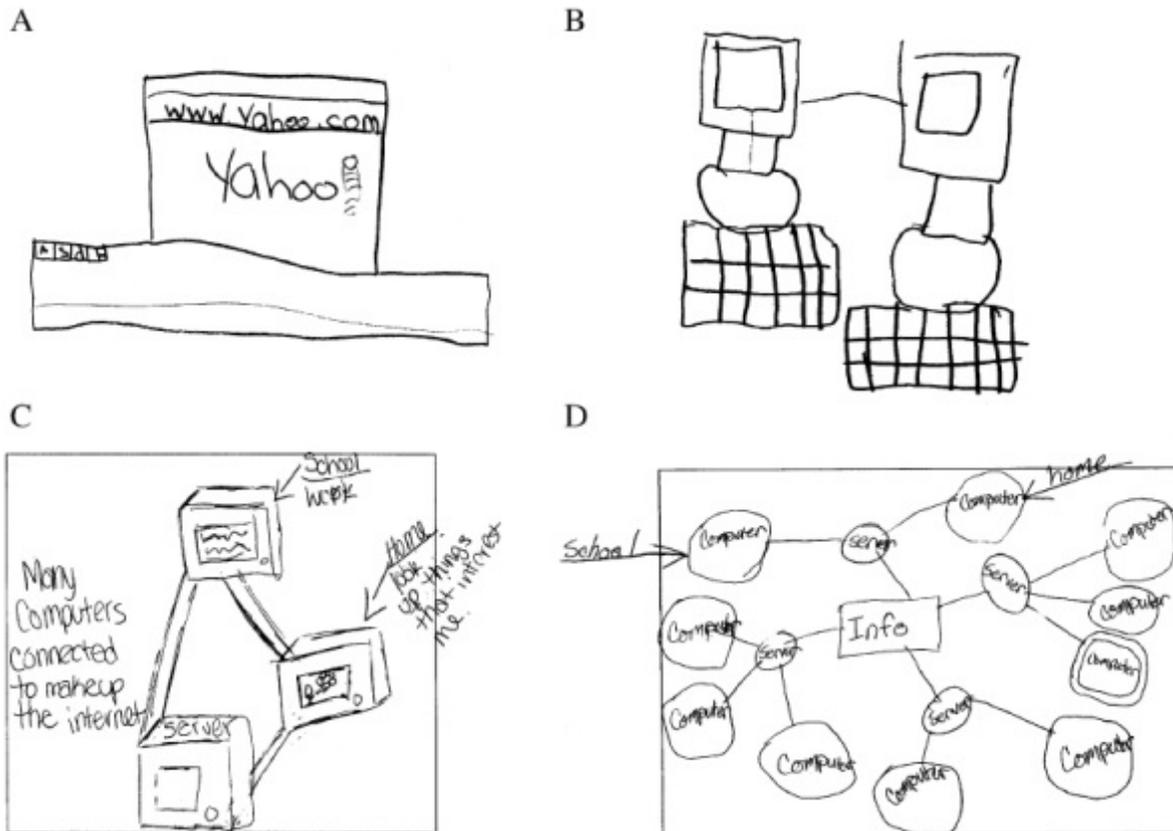


Figure 6 Représentation de la complexité technique (Source : Yan, 2005, p. 390)

La complexité sociale est évaluée par les réponses à une batterie de questions (par questionnaire ou par entretien en fonction de l'âge de la personne).

Yan souligne qu'Internet n'étant pas visible, ni directement manipulable, même s'il peut être exploré, sa compréhension par les enfants relève d'un défi. Les résultats obtenus indiquent que la compréhension d'Internet comme un artefact complexe socialement et techniquement débute vers 9-12 ans. Le principal résultat de cette étude est de montrer que la compréhension d'Internet comme système complexe est davantage liée à l'âge, et donc au développement cognitif et social, qu'à l'expérience en ligne (mesurée par la durée et la fréquence d'utilisation).

1.2 ... pour les collégiens ?

Fluckiger (2007) a mené une enquête ethnographique auprès d'élèves d'un collège de banlieue parisienne pour analyser l'appropriation des technologies de l'information et de la communication, dans les sphères familiale et scolaire. Lors des entretiens réalisés avec les élèves, il constate une confusion chez certains élèves entre les fournisseurs d'accès à Internet

et les moteurs de recherche. Ainsi, un élève de troisième considère qu'il n'a pas le même Internet que son frère, chacun ayant pris une connexion chez des fournisseurs différents :

« comme ça c'est mieux, il y a plus de sites à vérifier, parce que Wanadoo ils ont des trucs, ils ont pas les mêmes pages. Si je cherche quelque chose, j'aurais pas les mêmes choses dans Wanadoo et dans quelque part d'autre [Ah ouais, tu fais tes recherches avec Wanadoo ?] Moi je fais mes recherches avec Wanadoo, mon frère il fait ses recherches avec Google, et si je faisais avec Google, j'aurais pas les mêmes choses qu'avec Wanadoo. Ça change tout, c'est pour ça qu'on en a pris trois différents » (p. 261).

L'auteur relève la confusion entre moteur de recherche et fournisseur. On peut aussi interpréter le propos comme une certaine représentation d'Internet : tout se passe comme si il n'y avait pas un Internet, mais plusieurs, dépendants du fournisseur.

Cordier (2011) a également mené une enquête ethnographique dans 3 collèges français, auprès d'élèves de 6^{ème}, durant 2 années scolaires pour l'un d'entre eux, durant une année scolaire pour les deux autres. Son enquête est constituée d'observations de situations dans les centres de documentation et/ou des salles informatiques des établissements scolaires et d'entretiens avec les élèves et les professeurs documentalistes. Cordier s'intéresse aux représentations des élèves sur la recherche d'information sur Internet. Elle interroge les élèves sur la manière dont fonctionne Internet. Globalement, les élèves ne le savent pas. Ils décrivent plutôt les manipulations qu'ils réalisent lorsqu'ils accèdent à Internet. Nous retiendrons cet extrait d'entretien avec Émilie :

« Ben, dans le cerv..., non [rires], dans la tour y a comme une..., une carte et tout ce qu'on... Internet, il est dedans, et dès qu'on va chercher un truc, il cherche dedans. Il essaie de trouver » (Cordier, 2011, p. 218 ; Émilie).

On peut noter que pour Émilie, Internet est dans l'ordinateur, que celui-ci est doué de volonté. Les élèves sont en peine d'expliquer la connexion. Les connaissances qu'ils possèdent sont situées, liées à leur environnement familial, et donc peu transférables, ainsi que le souligne Cordier. Ainsi Gauthier indique qu'outre l'électricité, la ligne téléphonique, il faut « *la présence de* « quelque chose pour aller sur Internet », *qu'il ne sait pas nommer mais dont il sait qu'à la maison il s'agit d'une Livebox* » (Cordier, 2011, p. 219).

C'est le cas aussi de Romain :

« Je sais qu'on a besoin d'un boîtier, je sais pas trop son nom **en vrai**, moi c'est la Livebox, mais je sais qu'il y en a ils ont Neuf, tout ça... » (Cordier, 2011, p. 219 ; Romain ; souligné par nous).

Par l'expression « *en vrai* », on peut supposer que Romain fait référence à un terme qui serait générique et qui désignerait cet objet qui lui permet, chez lui, d'établir la connexion Internet. Il sait que le nom donné est celui d'une marque, variable selon les fournisseurs d'accès. On peut noter que, aussi bien la publicité télévisuelle, que les fournisseurs, emploient le terme de « *Box* », sans que ne soit vraiment expliqué ce que sont ces « boîtes ». Les *box* sont des appareils composés, qui contiennent à la fois un routeur, un modem, un point d'accès sans fil à Internet. Difficile dans ces conditions de nommer un tel objet.

Cette difficulté à nommer les choses est récurrente chez les élèves. Ainsi Cordier relève les propos suivants auprès de Marion qui n'arrive pas à nommer les choses, constat effectué avant sa formation à Internet et qui se maintient après la formation :

« Pour moi, c'est difficile à dire, je sais pas trop en fait, je dis les mots que je connais mais c'est tout. Je ne sais toujours pas bien m'exprimer pour parler d'Internet » (Cordier, 2011, p. 423 ; Marion).

La formation dispensée au sein de l'établissement n'a pas permis de lever la confusion entre Internet et les moteurs de recherche :

« Internet, c'est un moteur de recherche, et Google aussi » (Cordier, 2011, p. 423 ; Dylan).

« Google, c'est Internet » (Cordier, 2011, p. 423 ; Steven).

D'autres élèves témoignent de cette représentation d'un Internet indistinct d'un moteur de recherche, Google en particulier :

« Un moteur de recherche, c'est Internet [...] C'est pareil que Google [...] Mais je sais pas lequel qui va le mieux, si c'est Google ou si c'est Internet » (Cordier, 2011, p. 423 ; Océane).

« Dans Internet, on trouve pas beaucoup de choses, alors que dans Google, on trouve tout ! Et dans Wikipédia, aussi [...] Google et Wikipédia, c'est pratiquement pareil, alors que Internet, il y a moins d'informations » (Cordier, 2011, p. 423 ; Franz).

Certains élèves espèrent que les cours sur Internet vont leur permettre de répondre à quelques-uns de leurs problèmes :

« savoir ouvrir certaines fenêtres, trouver des opérations... par exemple sur les textes... pour agrandir des lettres, la couleur du texte... Et aussi la texture, par exemple gothique ou roman » (Cordier, 2011, p. 352 ; Céleste).

De même, un élève, qui se considère expert, espère « *apprendre comment avoir Word* » (Cordier, 2011, p. 352 Mathys).

Cordier considère que cela ne correspond pas à une activité de recherche d'information et que les « attentes exprimées par ces élèves témoignent d'une absence de compréhension de ce qu'est Internet, concrètement » (2011, p. 352). Si l'auteur donne d'autres extraits d'entretiens qui vont dans ce sens, je ne suis pas certaine que les demandes de ces élèves ne soient pas véritablement des activités de recherche d'information répondant à un besoin précis : télécharger Word par exemple...

1.3 ... pour les lycéens ?

Il n'y a pas de recherche française sur les représentations des lycéens sur Internet. Mais c'est un sujet traité dans d'autres pays ayant une tradition plus stable que la France (voir partie 1) de l'enseignement de l'informatique comme la Grèce et l'Allemagne.

Papastergiou (2005) mène une recherche auprès de 340 élèves grecs, âgés de 12 à 16 ans. Elle leur demande de réaliser une tâche de dessin avec la consigne de dessiner Internet. Elle recueille 310 dessins exploitables. Elle analyse les dessins en les classifiant selon leur degré de complexité (du modèle naïf et utilitaire au modèle plus élaboré et structurel). Elle obtient les catégories suivantes : entité non numérique (7% des dessins) ; services et contenu (17%) ; ordinateur de l'utilisateur (37%) ; ordinateur central distant (10%) ; connexion entre 2 ordinateurs (7%) ; quelques ordinateurs connectés via un point de connexion (3%) ; réseau d'ordinateurs (15%) ; réseau de réseaux d'ordinateur (2%). L'auteur conclut que la majorité des élèves ont une vision utilitaire de l'Internet, qui comprend l'utilisateur, l'ordinateur de l'utilisateur, les services et contenus offerts à l'utilisateur, plutôt qu'un modèle mental de la structure d'Internet. L'enquête par questionnaire, qui complète la tâche de dessin, montre également des confusions entre Internet et le Web. De même, les élèves ont, selon l'auteur, des représentations fausses sur la manière dont sont stockées les pages Web : sur un seul ordinateur central ou sur l'ordinateur de chaque utilisateur, ou bien encore qu'Internet réside dans l'ordinateur de l'utilisateur.

Les résultats obtenus lors des enquêtes par questionnaires concernant d'une part les connaissances sur Internet et d'autre part les questions caractérisant l'expérience des élèves

montrent qu'il existe des différences significatives dans les scores moyens obtenus par le groupe d'élèves qui utilisent Internet à la maison et le groupe de ceux qui ne le font pas. Les différences portent sur les questions de stockage de l'information sur l'Internet, de la responsabilité d'Internet, du rôle d'un serveur et du stockage des pages Web. Les élèves qui utilisent Internet à la maison ont donné de meilleures réponses que ceux qui ne le font pas. Concernant la tâche de dessin, les différences statistiquement significatives ont été trouvées entre le groupe d'élèves qui avait appris Internet à l'école et ceux qui ne l'avaient pas appris. Le premier groupe obtient de « meilleurs » dessins que le second. L'auteur ne précise pas ce qu'est un meilleur dessin, on suppose qu'il s'agit d'un dessin jugé plus complexe.

La conclusion de l'auteur est que les élèves du secondaire grecs ont plutôt une représentation simpliste et utilitaire d'Internet, au détriment d'une représentation structurelle. Les élèves sont capables de citer des fonctions d'Internet, sans pour autant avoir une conception très élaborée de sa structure et de son fonctionnement. L'infrastructure reste invisible pour les élèves, ce qui les empêche d'accéder aux caractéristiques d'Internet en termes par exemple de stockage de l'information, d'autorité de contrôle, etc. Ils perçoivent Internet plutôt comme un système centralisé que distribué. De même, leurs représentations se limitent au point de vue de l'utilisateur, à ce qu'il voit quand il utilise Internet, c'est-à-dire principalement son ordinateur et les applications.

Certains des résultats obtenus par Papastergiou vont être confortés par la recherche menée en Allemagne par Diethelm, Wilken et Zumbrägen (2012). Ces chercheurs ont mené onze entretiens en binôme auprès de 23 élèves de 13 à 14 ans. Les chercheurs souhaitaient répondre aux deux questions suivantes : comment des élèves du secondaire expliquent le fonctionnement d'Internet ? Dans quelle mesure utilisent-ils les modèles construits à partir de leur vie quotidienne pour expliquer ce fonctionnement ? Le parti pris des auteurs est d'ancrer les entretiens dans les pratiques quotidiennes des élèves. L'entretien est construit autour des services d'Internet supposés les plus utilisés par cette classe d'âge : le courrier électronique (avec par exemple la question : « décris-moi comment un *email* va d'un ordinateur à l'autre »), le *chat*, la vidéo en *streaming* (avec par exemple la question : « décris-moi comment ça fonctionne de regarder une vidéo sur YouTube » et des questions plus précises sur le fonctionnement : « où restent les données entre le téléchargement et la lecture de la vidéo ? »).

Les analyses des entretiens montrent qu'il est difficile de décrire les conceptions d'Internet des élèves par un seul voire quelques modèles. 40% des élèves croient qu'il y a quelque part

un ordinateur central qui est Internet. La moitié pense qu'il y a quelques ordinateurs centraux. Pour certains domaines, les conceptions sont assez proches de la réalité, notamment pour ce qui concerne l'adressage. Mais d'autres restent assez obscurs pour les élèves comme la transmission des données. Les auteurs concluent que la structure physique d'Internet reste invisible aux élèves.

Les élèves construisent des modèles explicatifs tirés de leur expérience. Les auteurs relèvent ainsi une douzaine de modèles, souvent métaphoriques ou analogiques, pour expliquer le fonctionnement d'Internet, qui s'éloignent parfois considérablement du modèle scientifique ou technique. Le plus usité est celui du service du courrier ordinaire pour décrire le fonctionnement du courrier électronique, mais aussi pour le système d'adressage en général. Pour la vidéo en *streaming*, le parallèle est fait avec une pile de feuilles de papier, on prend la première feuille, on la lit, puis on passe à la deuxième, etc. Ou bien encore le serpent en pâte à modeler qui s'amincit et s'allonge pour passer dans des câbles. Les auteurs notent cependant que la formulation de ces modèles a eu lieu au moment même des entretiens, les élèves n'ayant jamais été mis dans la situation de devoir expliquer ces différents processus.

Le rôle des interfaces est crucial dans l'élaboration des représentations des utilisateurs, comme l'a souligné Norman, c'est pourquoi je consacre la partie suivante à la manière dont les utilisateurs représentent les écrits d'écran dans des tâches de dessin.

2. Représentation des écrits d'écran d'Internet

Jankeviciute (2013) a mené un travail original du point de vue méthodologique. Elle a conduit une recherche ethnographique, avec une phase d'immersion importante dans les établissements, et participative auprès de 74 collégiens issus de 2 collèges bordelais. Elle leur a proposé une tâche de dessin/collage sur un support créé pour l'expérience (il s'agit d'une représentation schématique au format A4 d'un ordinateur en papier où le visuel est composé en haut d'un écran vide et en dessous d'un clavier). Chaque élève devait utiliser ce support pour illustrer « ses usages d'Internet ». Les élèves participants disposaient d'une semaine pour réaliser ce dessin/collage. Ensuite, un entretien individuel était mené avec eux pour expliciter les dessins. L'avantage de la méthode est selon l'auteur de ne pas focaliser uniquement sur la dimension technique qui apparaît très vite lorsqu'on observe des séances sur ordinateur.

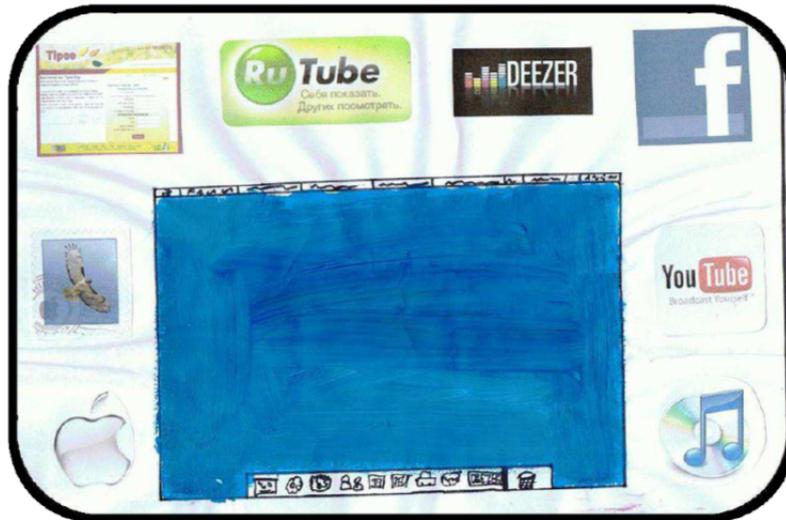
L'objet support pour recueillir les productions des élèves matérialisait le cadre objet souhaité : l'écran de l'ordinateur. Malgré cela, ce cadre imposé a été interprété par les élèves comme une limite spatiale imposée pour le dessin et pas toujours comme la représentation d'un écran

d'ordinateur. J'ai effectué une sélection de dessins dans laquelle des élèves représentent des éléments d'interface.

Dans les productions recueillies par Jankeviciute, peu d'élèves représentent le cadre système. Les Figure 7 et Figure 8 en sont des illustrations. La première met en scène les icônes dessinées à la main des applications ou de la corbeille à la manière du « Dock » des ordinateurs Mac. Les usages sont symbolisés par les images des logos des applications ou des marques. La deuxième est réalisée grâce à une capture d'écran d'un bureau (Windows) collée ensuite sur le support proposé par le chercheur. Les usages ont été ajoutés sous forme textuelle à la main autour de cette image. Dans les deux cas, ces dessins laissent penser que l'ordinateur et le système d'exploitation sont le point d'entrée d'Internet et qu'ils sont suffisamment importants pour tenir une place très conséquente dans le montage.

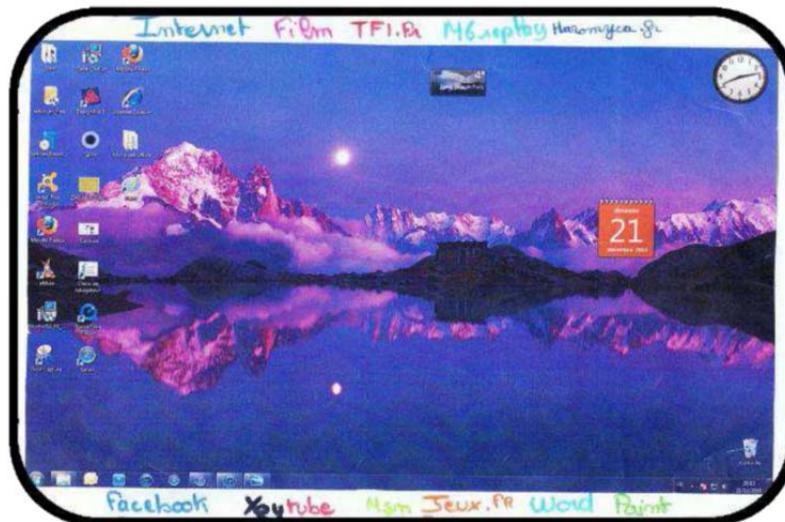
Les Figure 9 et Figure 10 font apparaître l'interface du moteur de recherche au cœur du montage. Le cadre système est absent, mais le cadre logiciel (le navigateur) est présent. La comparaison des deux dessins est intéressante. Dans la Figure 9, les deux boutons « Recherche Google » et « J'ai de la chance » sont représentés. La nature du document recherché (Web , images, maps, vidéos, etc.) est présente en haut à gauche. Sont mentionnés : Web, images, vidéos et maps. À cette époque, l'interface de Google proposait aussi les choix Actualités, Shopping, Gmail et plus³⁵. On peut inférer que ce sont les liens les plus souvent cliqués ou utilisés qui ont été représentés. Plusieurs fenêtres du navigateur sont ouvertes : trois onglets sont représentés. En haut à droite sont mentionnés les liens iGoogle et Paramètres (à cette époque l'interface proposait aussi Connexion).

³⁵J'ai utilisé le site <https://archive.org/Web/> pour retrouver la page de Google telle qu'elle était au moment de l'étude.



Antoine, garçon, 14 ans

Figure 7 Marques et cadre système (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6)

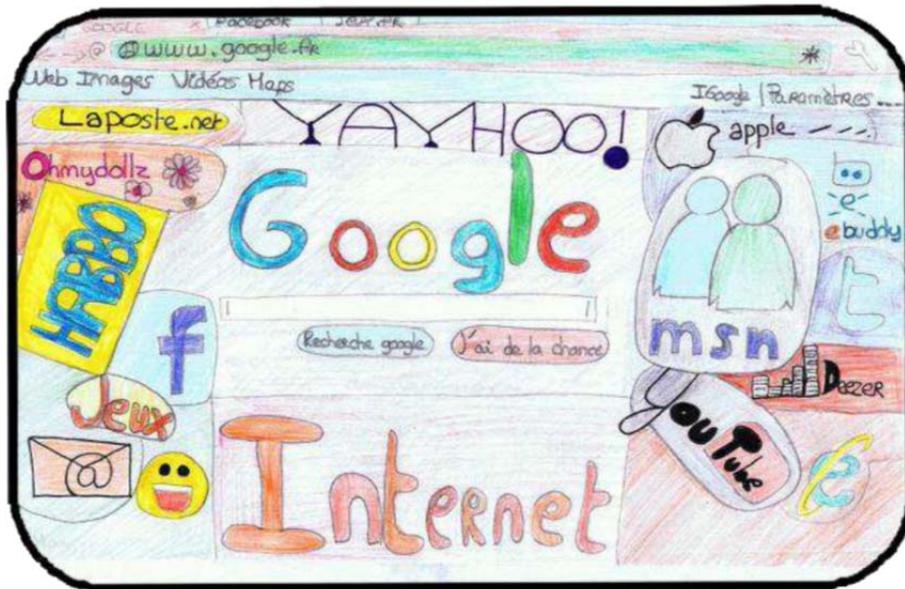


Mélanie, fille, 12 ans

Figure 8 Copier/coller fonds d'écran (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6)

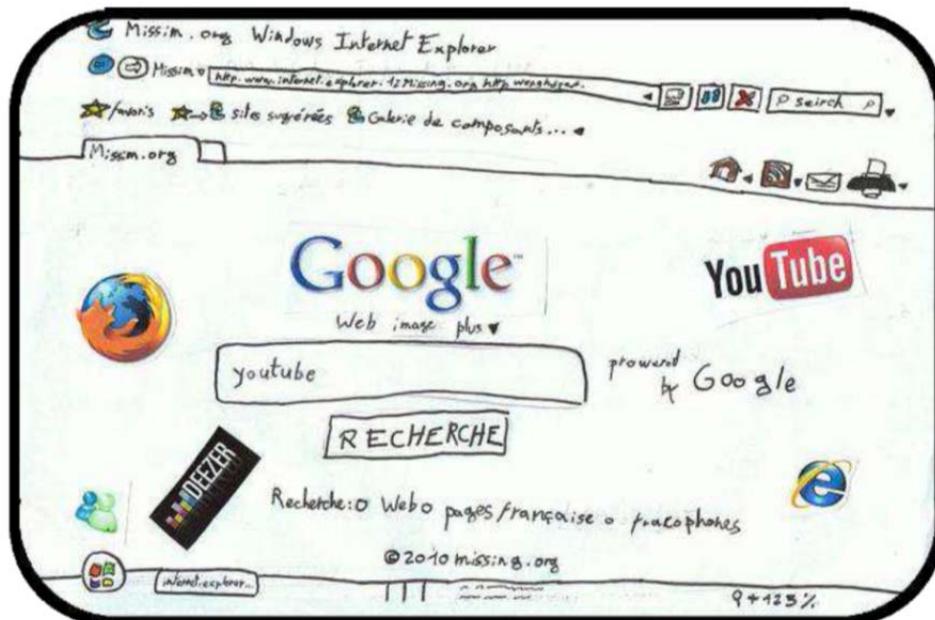
Dans la Figure 10, les deux boutons « Recherche Google » et « J'ai de la chance » sont remplacés par un seul (Recherche), la nature du document recherché est mentionnée juste au-dessus de la boîte de saisie de la requête (au lieu du coin haut gauche), et ne sont mentionnés que Web, Images et Plus. Le dessin ne se veut donc pas le strict reflet de la réalité. Vidéos, Maps, Actualités, Shopping et Gmail ont été omis. Là encore on pourrait inférer que ces options n'ont pas été représentées car peu ou pas utilisées, à l'inverse de Images. On peut noter le nombre de détails du cadre logiciel représenté : le facteur de zoom en bas à droite, les icônes en haut à droite (imprimer, etc.), ainsi que les icônes associées à la barre de saisie de l'URL. La précision de la représentation du cadre logiciel tranche avec celle plus libre de la

page de Google. Néanmoins, Google constitue à n'en point douter la porte d'entrée des usages de Milan. À ces côtés figurent aussi les icônes d'autres médiateurs comme YouTube ou Deezer, des applications comme Internet Explorer et Firefox, montrant par là une capacité à ne pas se cantonner à une seule application par catégorie, au moins dans les représentations. Le cadre système est également présent avec le bouton Démarrer, typique de Windows.



Axelle, fille, 11 ans

Figure 9 Cadre logiciel (navigateur), médiateurs et marques (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6)



Milan, garçon, 12 ans

Figure 10 Cadre système (fenêtrage, etc.), cadre application (navigateur), médiateur, marques (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6)

J'ai retenu les deux dessins suivants (Figure 11) parce qu'ils utilisent des métaphores assez courantes dans la société concernant Internet. Celle de la planète d'abord, puis celle de la toile. Mais ce sont aussi, dans la totalité des productions, les seules qui utilisent ces métaphores. Au cœur de la toile, figure une boîte de dialogue « Rechercher » laissant penser là aussi que le moteur de recherche est pour cet élève, une porte d'entrée pour le Web.



Figure 11 Métaphore de la planète et de la toile (Jankeviciute, 2013 ; Annexe 6)

3. Synthèse et discussion

L'analyse des recherches portant sur les représentations d'Internet menées par différents chercheurs dans plusieurs pays concordent sur un certain nombre de points :

- 1) la confusion courante entre ordinateur et Internet, ce dernier étant parfois perçu comme installé dans l'ordinateur de l'utilisateur par les plus jeunes.
- 2) la confusion entre Internet et Web ou moteur de recherche. Pour des collégiens français et des lycéens grecs, Internet et Web, ou Internet et moteur de recherche, ce sont les mêmes choses. Parfois, les élèves introduisent des nuances, en expliquant par exemple qu'il y a moins de choses dans Internet que dans Google ou Wikipedia. Les travaux des chercheurs ne permettent pas d'explorer plus avant ce qu'est alors Internet pour ces élèves. De même, se pose alors la question de savoir ce qu'est le moteur de recherche pour eux : une base de données qui contiendrait tous les documents ?
- 3) la représentation majoritairement centrée sur les usages, qui va de pair avec une méconnaissance de l'architecture technique, de l'infrastructure d'Internet, de sa gouvernance, etc. Toutes choses non visibles directement par l'utilisateur via ce que montrent les interfaces. Dans certains cas, la consigne donnée aux élèves amène à ce centrage sur les usages.

Des hypothèses sont faites par les chercheurs concernant le rôle du développement cognitif et social pour la compréhension de la complexité sociale et technique d'Internet, qui serait plus discriminant que l'usage. Pourtant, certaines représentations semblent perdurer (centrée usage par exemple), quel que soit l'âge.

Le rôle de l'école et de la formation a été montré par Papastergiou dans la réussite des élèves à la tâche de dessin (réalisation d'un dessin plus détaillé et complexe). Les élèves ayant reçu une formation à l'école sur Internet réussissent mieux cette tâche. On peut imaginer, faute d'autres éléments, que la formation permet de conceptualiser, de mettre des mots sur les choses. On peut également supposer que cette formation passe par l'exploitation de schémas, qui facilitent par imitation la réussite à une tâche de dessin. Mais le même auteur montre aussi que les connaissances de l'architecture technique (stockage des pages, rôle d'un serveur, etc.) sont meilleures chez des élèves ayant une pratique d'Internet à la maison (meilleures réponses aux questionnaires). Il est possible que ces connaissances relèvent d'une mise en pratique de la création de site Web personnel, qui confronte l'élève à ces questions lors de la publication de son site (mais ce ne sont là que conjectures, aucun élément dans l'étude citée ne permettant de l'affirmer).

J'ai analysé dans les productions obtenues par Jankeviciute les représentations des écrits d'écran, selon Souchier. On constate d'abord que les dessins concernent le Web et pas Internet. Ensuite, on note la prédominance des marques.

Ghitalla, Boullier, Gkouskou-Giannakou, Douarin et Neau (2003) introduisent la notion de médiateurs du Web. En effet, selon eux :

Le monde du Web n'est pas un monde immédiat de face à face d'un internaute vierge avec des informations nouvelles, il est déjà entièrement approprié, au sens de marqué socialement et accessible par des médiateurs, non officiels certes mais construits par chaque internaute selon ces buts. (p. 96-97)

La prégnance du moteur de recherche et des marques dans les dessins laisse penser que ce sont de véritables médiateurs institués devenus des références, comme le prédisaient ces chercheurs :

La construction de la réputation est en grande partie appuyée sur des références acquises à l'extérieur, mais il n'est pas exclu que certains acteurs du Web parviennent à gagner un statut de référent uniquement sur le Web, comme tente de le faire Yahoo/Google. (p. 176)

J'ai constaté dans ces mêmes dessins le peu de métaphores utilisées par les élèves, pourtant considérées comme largement partagées au sein de la société (toile, planète, surf, etc.). Ces métaphores seraient-elles alors l'apanage d'une classe d'âge, qui aurait vu l'avènement d'Internet ? Cela n'est pas en contradiction avec le fait que les élèves se construisent leurs propres modèles explicatifs pour certaines fonctionnalités, lorsqu'ils ont l'opportunité de les exprimer.

Enfin, on peut noter l'absence de recherches sur la tranche d'âge des lycéens et des étudiants pour ce qui est d'Internet. Dans cette dernière population, de nombreuses recherches sont menées, mais principalement sur leur recherche d'information³⁶.

³⁶Pour une revue de littérature, voir (Serres, 2012).

Chapitre 2. Les représentations concernant le Web

Si Internet se manifeste pour l'utilisateur par le système de connexion (*box*, câbles, wifi, icônes ou boutons signalant la connexion, etc.), le Web, qu'il soit le Web des documents, des personnes voire des objets, se manifestent par les interfaces via lesquelles il est perceptible ou préhensible. En 1989, Berners-Lee (1989) propose un système de gestion de l'information, le futur Web, qui repose sur 3 principes :

- Un langage de présentation : HTML
- Un protocole de communication : http (*Hypertext Transfer Protocol*),
- Un protocole d'identification et d'adressage : URL (*Uniform Resource Locator*)

Ces principes doivent permettre le partage d'information et la navigation dans l'information. Autrement dit le Web n'est possible que parce qu'Internet existe et permet la communication entre ordinateurs. Or le Web n'est « visible » que via les applications qui permettent la visualisation, l'écoute, l'annotation des documents accessibles via le Web, les applications qui permettent de chercher l'information au sein « du » Web, etc. De même, le Web existe aussi dans un certain environnement socio-économique. Des entreprises commanditent les sites ou services Web. Des algorithmes sont mis en place pour traiter les informations, données consciemment ou non par l'utilisateur de ces services.

Je m'intéresse dans ce chapitre à deux éléments, d'une part la représentation du Web chez les écoliers, collégiens, lycéens et étudiants, si possible du point de vue des différents modes d'existence du Web. D'autre part, j'accorderai une importance particulière aux dessins mettant en scène les écrits d'écran du Web.

1. Les modèles mentaux des élèves et étudiants concernant le Web

Zhang (2008) étudie les modèles mentaux concernant le Web de 44 étudiants de l'Université de Caroline du Nord à Chapel Hill âgés de plus de 18 ans via la réalisation d'une tâche de dessin accompagnée d'un texte d'une ou deux phrases permettant d'explicitier le dessin. Il identifie ainsi quatre modèles dans les productions de dessins. Le modèle « technique » s'identifie par la présence d'éléments techniques sur le dessin : ordinateur, unité centrale, modems, etc. Une partie des dessins ou les explications fournies peuvent faire référence à ce point de vue. Le modèle « fonctionnel » concerne les productions qui identifient le Web à un lieu pour faire des achats, se divertir, communiquer, rechercher de l'information, etc. Le

modèle « processus » ou centré « moteur de recherche » concerne les dessins où le moteur de recherche est central et où tout semble partir de ce moteur. Le modèle « connecté » concerne les dessins qui mettent l'accent sur la connexion entre les personnes, les informations, les ordinateurs, les mobiles, etc. (p. 1434).

Pour tester l'hypothèse d'un lien entre la représentation du Web que s'en fait une personne et les performances en termes de recherche d'information, Dinet et Kitajima (2011) font réaliser une tâche de dessin, la consigne étant de dessiner « ce que **représentent** le Web pour vous ». Cette expérimentation est menée auprès de 51 élèves d'un collège français, en classes de 6^{ème} et de 3^{ème}. Les élèves peuvent compléter leur dessin par une ou deux phrases d'explication. Cette tâche s'accompagne d'un questionnaire court visant à mesurer l'expérience Web et de la réalisation de deux tâches de recherche d'information. La recherche reprend le protocole présenté par Zhang (2008). Les résultats obtenus confirment les modèles issus des travaux de Zhang. A ces quatre modèles, Dinet et Kitajima en ajoutent deux présents dans les dessins des enfants plus jeunes : le modèle « techno-fonctionnel » qui mêle les modèles fonctionnel et technique de Zhang ; le modèle « connecté-fonctionnel », qui mêle les modèles connecté et fonctionnel de Zhang (voir Figure 12). Dinet et Kitajima montrent que le modèle « processus » est prégnant chez les élèves de 6^{ème}, alors que le modèle « fonctionnel » lui est dominant chez les élèves de 3^{ème}, tous les élèves ayant une expérience de plus 3 ans sur le Web et des usages quotidiens (à part deux élèves qui ont une expérience plus limitée). Ce sont les seules dépendances statistiques significatives relevées par les chercheurs.



Figure 12 Modèles techno-fonctionnel et connecté-fonctionnel (Dinet et Kitajima, 2011)

J'ai proposé la même tâche de dessin (Drot-Delange, 2015– CP16), auprès de 106 étudiants de première année de licence information et communication, sur deux promotions 2014 et 2015. La réalisation de cette tâche intervient dans un cours optionnel, au second semestre de

l'année universitaire. On peut qualifier les étudiants d'utilisateurs familiers du Web tant par le nombre d'années de fréquentation du Web (en moyenne depuis 9 ans, sachant que l'âge moyen des étudiants est de 18 ans), que par la fréquence d'utilisation (en moyenne 4h30 par jour). La tâche proposée était de dessiner ce que représentait pour eux le Web et d'ajouter une phrase qui selon eux le définirait.

Tableau 1 Recodage des dessins de Drot-Delange (2015) selon les catégories de Zhang et de Dinét & Kitajima.

Modèles	Zhang (2008) N=44	Drot-Delange (2015) N=106	Dinét & Kitajima (2008) N=51	Drot-Delange (2015) N = 106
Technique	18 %	8 %	8 %	7 %
Processus	25 %	15 %	25 %	13 %
Fonctionnel	18 %	25 %	27 %	21 %
Connecté	39 %	35 %	4 %	32 %
Techno-fonctionnel			22 %	5 %
Fonctionnel-connecté			12 %	7 %
Autres		17 %		16 %
	100 %	100 %	100 %	100 %

En codant les dessins avec les catégories proposées par Zhang, j'obtiens la même part de dessins appartenant à la catégorie « connecté » (voir Tableau 1), mais ensuite les dessins mettent d'abord l'accent sur les usages (catégorie « fonctionnel ») alors que pour Zhang, il s'agissait d'abord de la catégorie « processus » (le moteur comme moyen d'accès à tous les autres services ou informations).

2. L'analyse selon les modes d'existence du Web

L'analyse des dessins à l'aide des modes d'existence repérés par Jeanneret amène à un autre regard sur la production des étudiants et leurs représentations. En effet, les catégories proposées par Zhang et reprises par Dinét et Kitajima relèvent principalement du mode d'existence morphologique (catégories « technique », « processuel », « fonctionnel ») voire du monde imaginaire (catégorie « connecté »). Mais le Web s'inscrit dans d'autres

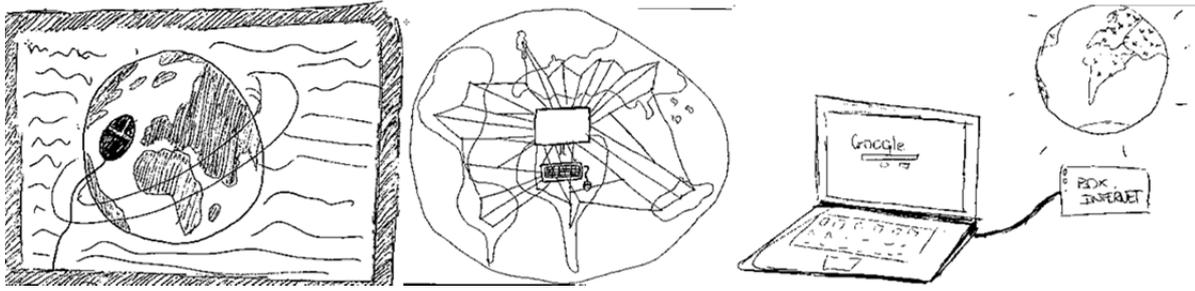


Figure 14 Métaphores du Web : la planète (Drot-Delange, 2015, p. 150)

Concernant le mode d'existence politique, il est représenté de deux manières sur les dessins, par l'intermédiaire des « marques » (voir Figure 15) ou par l'emploi de métaphores, et peut être aussi présent dans les textes d'explication fournis par les étudiants. Des fonctionnalités du Web (achat en ligne, réseau social, RI, etc.) sont représentées par une seule marque la plupart du temps. Les métaphores permettent aux étudiants d'exprimer leurs craintes (la surveillance), les inégalités nord-sud, les dangers du Web : par exemple, un dessin représente le Web comme enzyme glouton (dévorant les autres activités tel le journalisme).

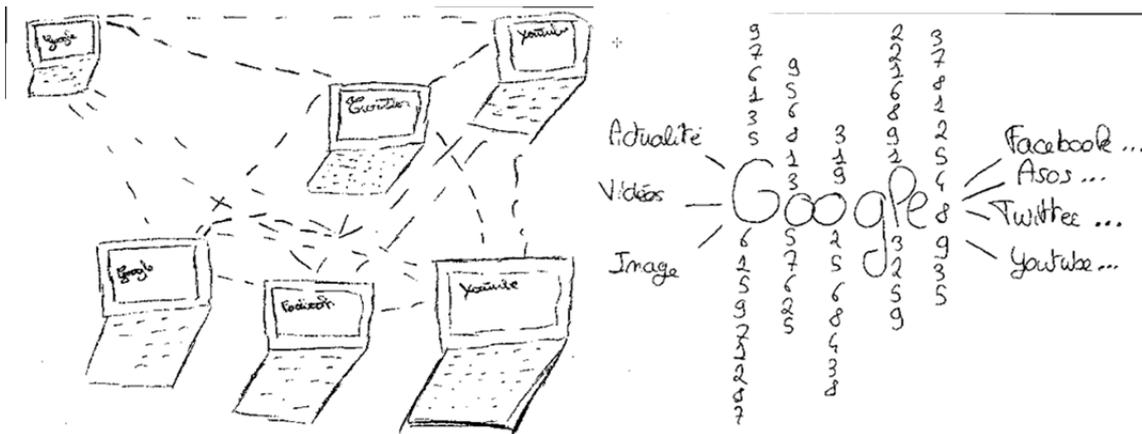


Figure 15 Mode d'existence politique du Web : les marques (Drot-Delange, 2015, p. 151)

3. Représentation des écrits d'écran du Web

Sans véritable surprise, la page de Google est très présente dans les dessins (11 dessins, voir Figure 16). On peut supposer que la manière dont cette page est inscrite, ou non, dans les différents cadres proposés par Souchier nous renseigne sur la perception de l'architecture des objets informatiques manipulés. Ainsi le cadre matériel peut être présent, mais pas le cadre système ni le cadre logiciel. C'est le cas du dessin a de la Figure 16. La primauté est donnée à la page Web, masquant elle-même toute la machinerie algorithmique et la gestion des bases de données propre au moteur de recherche. Les éléments caractéristiques de la page sont

présents : logo, barre de recherche, boutons « Recherche Google » et « J'ai de la chance », alors même que ce dernier bouton n'est pas très souvent utilisé (voir Simonnot).

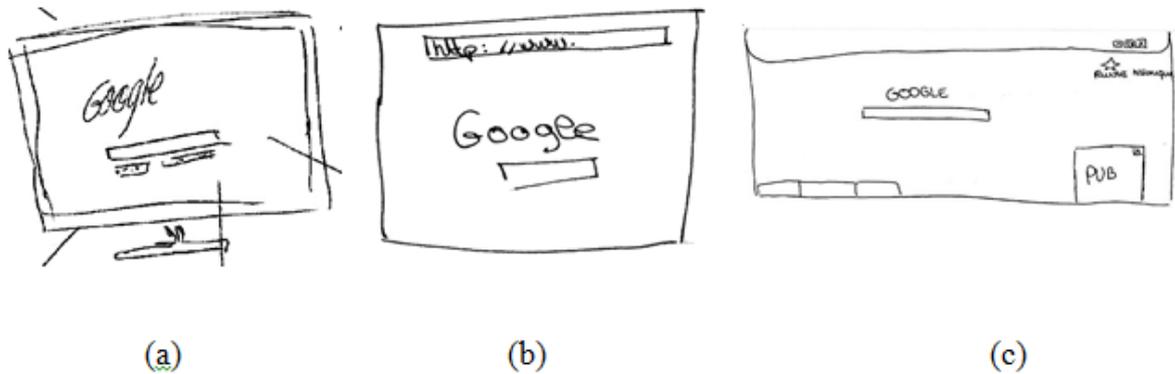


Figure 16 Web et interfaces (Google) (Drot-Delange, 2015, p. 153)

Mais cette même page peut aussi être représentée sans cadre matériel mais avec le cadre logiciel : la barre d'adresse URL (voir dessin b de la Figure 16). Ou bien encore avec le cadre système, barre de tâche et icônes de gestion de la fenêtre en haut à droite, et le cadre logiciel, des icônes du navigateur (voir dessin c de la Figure 16). On constate aussi l'intégration de la publicité comme composante naturelle de la page.

4. Synthèse et discussion

La discussion portera sur deux points : la méthode de recueil des représentations et leur analyse, les écrits d'écran.

D'un point de vue méthodologique, on voit l'importance de la méthode utilisée pour mieux cerner les représentations des élèves et étudiants. Les observations *in situ* de recherche d'information accentuent les difficultés liées à la technique, les entretiens mettent en exergue les difficultés de nommer les choses, le recueil de dessin met en évidence la richesse des représentations.

Concernant l'analyse des dessins obtenus, il semble que la volonté de faire émerger des catégories à partir des dessins ne soit pas satisfaisante dans l'étude des représentations du Web ou d'Internet. En effet, les dessins expriment des relations complexes entre des éléments qu'il est réducteur, voire parfois assez difficile, de coder dans une seule catégorie. Ce qui amène d'ailleurs Dinet et Kitajima à créer deux nouveaux modèles. Parfois le texte éclaire la

catégorie dans laquelle placer le dessin. A l'inverse, le texte peut rendre difficile le classement.

C'est pourquoi j'ai proposé d'analyser les dessins à l'aide des modes d'existence de Jeanneret, car je souhaitais mettre en avant la dimension médiatique du Web. Celle-ci me permet de considérer l'ensemble des dimensions, aussi bien technique, que politique, économique ou sociale voire imaginaire, qui peut s'exprimer *a priori* dans un dessin. J'ai mis en évidence que cette dernière dimension n'est pas négligeable dans les représentations des étudiants. De même, un dessin peut entrer dans plusieurs de ces dimensions, l'unité de codage n'étant pas le dessin mais ses différentes composantes.

J'ai supposé que la familiarité avec les interfaces du Web se traduirait dans les dessins des écrits d'écran. Mais si l'apprenant est capable de dessiner l'interface, il n'est pas forcément capable d'en nommer les composantes, ni d'en expliquer le fonctionnement.

Ainsi Cordier rapporte les propos d'un élève sur ce qu'il avait appris à l'école primaire : « On a appris que pour aller sur Internet, il faut cliquer sur Internet Explorer, après marquer dans la petite ligne blanche de Google qu'est-ce qu'on veut, et puis après faire Entrer dans la recherche Google » (2011, p. 185).

On retrouve la désignation de la barre de recherche de Google comme « cadre blanc » chez un autre élève cité par Cordier : « On nous a montré [...] comment on faisait une recherche en tapant les mots qu'on nous donnait à taper dans le cadre blanc de Google » (p. 185).

Dans le prolongement de mon étude sur les représentations du Web (2015), j'ai distribué aux étudiants une photocopie de l'écran d'une page de résultats d'une requête effectuée avec Google. J'ai demandé aux étudiants d'entourer et de nommer les différentes zones de la page, ensuite d'expliquer en quelques mots à quoi correspondait chaque zone. Sur les 106 étudiants, 27 (25,5%) n'entourent pas et ne nomment pas la barre de recherche, 71 (67%) l'entourent et la nomment « barre de recherche », 8 (7,5%) l'entourent et proposent les désignations suivantes : mots clés (1), barre d'outil qui permet la recherche (1), champ de recherche (1), moteur de recherche (2), demande de recherche (1), recherche (1), zone de recherche (1). Un quart des étudiants ne considère pas cette zone comme nécessitant d'être repérée ou d'expliquer son fonctionnement. Est-ce parce qu'elle va de soi ? Considérée comme triviale ? Parce qu'ils ne savent pas comment la nommer ?

Le corolaire de cette question est de savoir comment les professionnels désignent cette zone. Pour trouver la désignation exacte de cet élément de l'interface, j'ai consulté l'aide en ligne de Google. J'ai comparé la présentation de cette page de résultat au 8 juin 2012 et au 7 novembre 2015. Les copies des pages d'aide en ligne de Google sont présentées dans la figure ci-dessous :

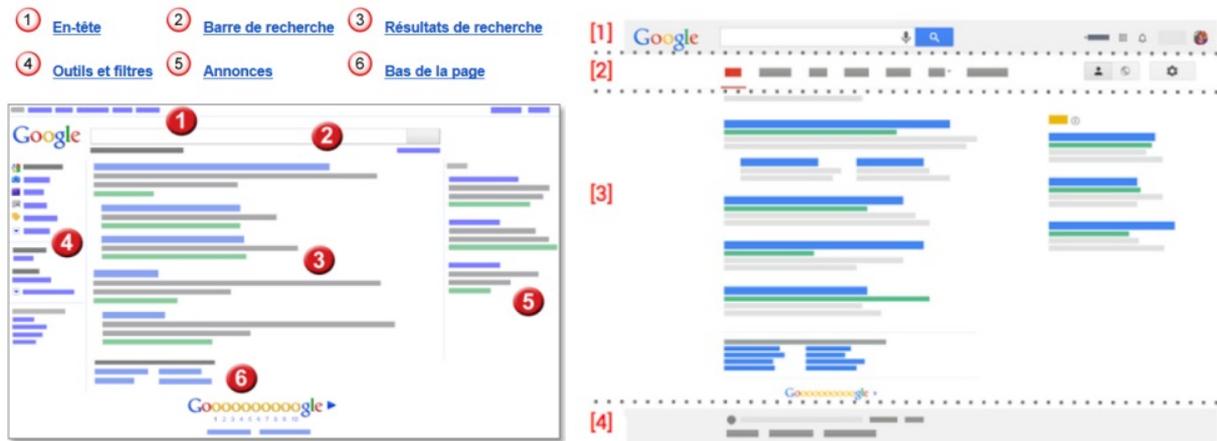


Figure 17 Aide en ligne de présentation de la page de résultats de Google (Source : archives personnelles, 2012 et 2015)

Si dans la version de 2012, la zone est nommée (« barre de recherche »), ce n'est plus le cas dans la version de 2015. Seules les icônes (micro, applications, nom, votre photo) sont décrites. Autrement dit, il semble bien que Google ne considère plus cette zone comme digne d'être désignée et expliquée. La page de 2015 promet en effet d'autres modalités de recherche que les mots clés, qui correspondent à de nouvelles fonctionnalités du moteur : recherche par le son, par l'image, etc. Le langage spécifique n'est donc pas toujours accessible aux utilisateurs, c'est pourquoi l'approche par le dessin des écrits d'écran me semble intéressante. Elle permet la traduction de pratiques quotidiennes sous forme visuelle, qui ne serait pas toujours possible par les mots. En effet le vocabulaire des concepteurs et des professionnels n'est pas toujours accessible ou connu des utilisateurs.

Chapitre 3. Les représentations concernant les moteurs de recherche

Nous avons vu plus haut que les élèves confondent conceptuellement Internet, Web et moteur de recherche (à l'école et au collège). À l'université, les études présentées ne permettent pas vraiment de s'assurer que les concepts sont bien distingués, mais le moteur de recherche est vu assez fréquemment comme le médiateur incontournable de l'accès au Web. Les concepts les plus souvent cités pour décrire le fonctionnement de ces moteurs sont les requêtes et les résultats (Hendry et Efthimiadis, 2008). Il ressort de la littérature que les utilisateurs, y compris les étudiants, sont satisfaits de leur recherche d'information (Markey, 2007; Simonnot, 2009b). Il est probable que les traitements opérés par les moteurs de manière transparente (Muramatsu et Pratt, 2001), c'est-à-dire sans que l'utilisateur n'en ait conscience, contribuent à cette satisfaction. Mais ce traitement détermine les résultats produits par le système. Il est donc particulièrement important de comprendre quelles représentations les élèves et étudiants en ont dans la mesure où le moteur phare de cette population (et pas seulement) est monopolistique en France.

Les fonctionnalités, options, choix offerts par les interfaces sont nombreux dans les progiciels (traitement de texte, tableur) et se traduisent par de multiples menus et palettes d'outils, donnant, si ce n'est à comprendre, au moins à voir les actions possibles. En comparaison, les interfaces des moteurs de recherche sont « simples » et offrent finalement une visibilité bien plus faible des fonctionnalités. La volonté de simplification extrême de l'interface – variable selon les moteurs, mais très importante pour le premier d'entre eux en termes de parts de marché en France, à savoir Google – fait que les possibilités de « manipulation directe » pour l'utilisateur sont réduites, tandis que « la complexité et l'intelligence technique sont de plus en plus « enfouies » en amont, dans la technologie même des outils, et ceux-ci deviennent des « boîtes noires », auto-simplifiantes, utilisables par le grand public » (Serres, 2004, p. 2).

L'interaction proposée par l'interface est souvent réduite à la saisie de mots clés. Peu de possibilités sont ainsi accessibles par l'utilisateur, à l'inverse des progiciels cités, alors même qu'elles sont largement méconnues (Markey, 2007). Un usage régulier d'un moteur de recherche conduirait à une représentation des possibilités offertes par ce moteur (Assadi et Beaudouin, 2002). Mais les technologies évoluent, le rythme des innovations, majeures ou mineures, est rapide. Aussi, devrait-on s'interroger sur la construction de représentations chez

l'utilisateur par usage régulier alors même que l'artefact évolue rapidement. C'est là une question de recherche, qui viserait à montrer dans quelle mesure les évolutions des artefacts sont perçues par les utilisateurs et en quoi cela influence ou non leur représentation de cet artefact.

Mais dans un premier temps, la question qui se pose est de savoir dans quelle mesure les interactions usagers-moteurs peuvent permettre à cette représentation d'évoluer vers une compréhension de la technologie de ces moteurs au-delà de ce qu'ils nous donnent à voir via leur interface (Drot-Delange, 2011b – CP05).

1. Les moteurs de recherche selon les collégiens et lycéens

Boubée et Tricot (2011) ont présenté une recherche empirique sur la recherche d'information menée auprès de 15 binômes issus de plusieurs établissements scolaires (3 collèges, 1 lycée d'enseignement professionnel, 1 lycée d'enseignement général et technologique). Parmi les observations faites, on peut noter le résultat suivant :

les jeunes/élèves témoignent systématiquement, lors de leurs explicitations, d'une co-évaluation de leur requête et du fonctionnement de l'outil d'accès à l'information. Ils effectuent une analyse des actions qu'ils mettent en œuvre « pour rendre leurs mots compréhensibles pour le moteur », selon les termes d'un lycéen. La collégienne de 3e affirmant que « l'ordinateur, il faut qu'il comprenne ce que nous on veut » rend compte de ce mouvement réflexif. (p. 184).

Certains binômes n'hésitent pas à inventer des opérateurs : « Nos jeunes/élèves savent donc qu'ils s'adressent à une machine lorsqu'ils formulent une requête, même les plus jeunes. Leurs hésitations sur les minuscules et majuscules l'indiquent également » (p. 184).

Plus loin, les auteurs rappellent que

Nos jeunes/élèves qui disent tester le fonctionnement de Google, outil qu'ils utilisent le plus fréquemment, essaient de « bricoler » une syntaxe acceptable par la machine et les éléments du langage naturel qu'ils conservent pour la composition de leurs requêtes semblent être affectés d'un rôle d'opérateur. Dans cette tentative de se faire comprendre de la machine, il est remarquable de constater que certains de nos binômes « inventent » les mêmes opérateurs (les « : ») que les participants de l'étude de Nahl et Harada (1996). » (p. 263)

Fluckiger rappelle l'importance de situer l'action pour comprendre les pratiques des enfants/élèves. Ainsi, dans son enquête auprès de collégiens, Fluckiger (2007) a montré que leurs schèmes de navigation sur le Web étaient différents selon les finalités d'usage : ludique ou scolaire. Dans une navigation dictée par un intérêt personnel (ludique), les enfants vont faire une recherche dans Google puis naviguer à travers différents sites pour revenir ensuite au moteur de recherche. Dans une recherche pour un objectif scolaire, les élèves vont faire la recherche dans Google, puis explorer chaque site de la page de résultats fournis par le moteur, revenir systématiquement à la page de résultats dès la consultation du site achevée.

Aillerie (2011) étudie les pratiques informelles des adolescents de 14 à 18 ans et s'intéresse à leurs représentations concernant Internet et les moteurs de recherche. Elle a mené 59 entretiens avec des élèves d'établissements scolaires de l'académie de Poitiers. La plupart des élèves interrogés déclare ne pas savoir comment fonctionne les moteurs de recherche. En fait, cette question ne les concerne pas, l'un d'eux déclare : « Je ne sais pas comment ça marche : ça ne m'intéresse pas, du moment que ça fonctionne »... (p. 414).

Fluckiger avait relevé la nécessité pour les élèves de passer par la description des opérations pour expliquer ce qu'ils faisaient. Ceci s'expliquerait selon l'auteur par l'absence de conceptualisation chez les élèves, qui ne leur permet pas la mise en mots de leurs pratiques autrement. Les élèves interrogés par Aillerie font de même :

On tape le mot clé et en fait ça [Google] cherche tous les sites où le mot paraît » ; « Il ne recherche pas en fait, il y a déjà tout qui est classé. On tape un mot clé et il nous sort tous les sites où apparaît ce mot. (p. 414).

Les élèves interrogés par Aillerie imaginent des interventions humaines réalisant l'appariement entre les mots clés saisis et les résultats du moteur de recherche :

« Je pense que c'est des mots et qu'ils ont réglés : quand on tape un mot il s'affiche » ; « Je ne sais pas comment on crée un site mais je pense que quand on crée un site on met des mots clés qui, si ils sont tapés, ça nous met directement le lien » ; « Il y a des gens derrière qui gèrent tous les sites pour pouvoir les placer les uns par rapport aux autres en fonction des priorités » ; « Ça fonctionne avec des ouvriers qui font des recherches et qui répertorient les sites » ; « Les sites ils ont des hébergeurs qui traitent les informations ».(p. 414)

D'autres élèves évoquent le fonctionnement automatisé, robotisé du moteur.

« C'est des grosses machines automatisées qui surfent le Web qui enregistrent les adresses, les indexent... » ; « C'est toute une bibliothèque d'informations, je pense... Quand on tape un mot-clé il recherche dans cette bibliothèque... « Il » recherche c'est un serveur, une machine ». (p. 414).

Aillierie constate que certains élèves assimilent Wikipédia à un moteur de recherche, Google et Wikipédia étant même parfois amalgamés. Qu'en est-il des représentations chez des personnes un peu plus âgées ?

2. Les moteurs de recherche selon les étudiants

Nous verrons d'abord une étude cherchant à cerner les représentations sur le fonctionnement d'un moteur de recherche dans sa globalité. Puis je rappellerai les résultats que j'ai obtenus sur l'explication de fonctionnalités précises d'un moteur.

2.1 Représentation globale

Hendry et Efthimiadis (2008) mènent une recherche auprès de 232 étudiants en sciences de l'information de l'Université de Washington, de la première année universitaire jusqu'au doctorat. Les étudiants devaient réaliser une tâche de dessin ou croquis expliquant le fonctionnement d'un moteur de recherche. Les auteurs cherchent à répondre à quatre questions :

- 1) Quels sont les concepts que les personnes incluent dans leur modèle conceptuel d'un moteur de recherche ?
- 2) Quelles sont les conceptions erronées présentes dans ces modèles ?
- 3) Quelle forme visuelle les personnes utilisent-elles pour exprimer leur compréhension du fonctionnement d'un moteur de recherche ?
- 4) Quelles métaphores et termes techniques sont utilisés ?

Sept dessins sont représentatifs selon les auteurs de l'ensemble des dessins recueillis (en 2003). Le premier emploie de nombreuses métaphores (par exemple mécanique). On y voit des araignées quittant le moteur de recherche « à vide » et ressortant du nuage Internet avec des mots. On y voit également l'index inversé, l'utilisateur, la requête, les résultats. Le deuxième type de dessin emploie des symboles (pour figurer par exemple les bases de données). Le troisième dessin comprend beaucoup de textes et explique l'algorithme du *PageRank*, les composants en *front-office* et en *back-office* du moteur de recherche. Le dessin

est au service du texte dans ce type de production, alors que c'est l'inverse dans les autres cas. Le quatrième montre la centralité du moteur de recherche dans le Web, vu comme un ensemble d'ordinateurs connectés. Le cinquième est centré sur l'interface utilisateur du moteur. Le sixième illustre la communication d'un ordinateur avec le monde qui retourne des résultats. Le dernier distingue les éléments clients et serveurs avec le moteur de recherche qui fait le lien entre tous les sites Web.

Les auteurs concluent que les concepts utilisés sont globalement pauvres, y compris chez les étudiants les plus avancés dans leur cursus : requête, résultat, contenu et utilisateur sont les plus fréquents. En moyenne, 4,5 concepts sont présents dans les 232 dessins, ce nombre de concepts augmentant malgré tout avec l'avancée dans le cursus universitaire. Les auteurs relèvent la présence importante de métaphores pour expliquer le fonctionnement : les nuages, la terre, l'araignée, la toile, les livres, etc. Parmi les conceptions erronées repérées par les auteurs, on retiendra Google comme centre du Web, parfois même comme reliant l'ensemble des sites Web.

D'un point de vue méthodologique, Hendry et Efthimiadis choisissent d'analyser les dessins à l'aide d'un modèle scientifique de référence. Ils listent les concepts qu'ils s'attendent à trouver dans les dessins et classent les dessins en fonction de la présence ou non de ces concepts. Finalement, la méthode devrait permettre d'obtenir des modèles explicatifs. Mais on a pu constater que seuls trois modèles relevaient vraiment de ces modèles explicatifs (métaphorique, symbolique, textuel), les quatre autres se différenciant assez peu des résultats obtenus par exemple par Zhang ou Dinet et Efthimiadis.

Finalement, alors que la tâche était une tâche d'explication du fonctionnement d'un moteur de recherche, on retrouve des représentations obtenues avec la tâche que j'ai proposée concernant ce qu'est le Web pour la personne (voir le chapitre 2 de cette même partie). Cela va dans le sens d'une confusion entre le Web et les moteurs, soulignée par Simonnot. Les moteurs font partie de la navigation sur le Web, à tel point qu'on ne les distingue plus.

2.2 Logique d'utilisation, logique de fonctionnement : quelles représentations ?

Qu'en est-il de la représentation de fonctionnalités précises au sein d'un moteur de recherche ? Les recherches que j'ai menées auprès de 116 étudiants de licence (Drot-Delange, 2010 – CP03) ont montré que ceux-ci, mis dans la situation de devoir comparer le fonctionnement de deux moteurs de recherche (Google et un autre à choisir dans une liste) sur un ensemble de traitements opérés par les moteurs de recherche, ne consultaient pas la

documentation de l'outil, bien que cela ait été imposé lors du protocole mis en place. La documentation de l'outil a été consultée par moins d'un quart des étudiants. Environ un quart a préféré consulter des pages rédigées par des institutions (bibliothèques) ou des pages personnelles sur la syntaxe des moteurs de recherche. La consultation de l'aide en ligne des moteurs n'a pas pour autant permis aux étudiants de fournir les réponses attendues. Les explications à fournir portaient sur les critères concernant la distinction des majuscules/minuscules, des lettres accentuées, de l'ordre des mots, de la recherche d'expression, de la troncature à droite et de la lemmatisation.

J'ai obtenu trois catégories de réponse. La catégorie « Évidence » (notée E) est celle pour laquelle la majorité des groupes (taux de bonne réponse supérieur à 80%) donne la même réponse et que de surcroît elle coïncide avec les fonctionnalités du moteur (telles qu'elles sont annoncées par exemple dans l'aide en ligne ou dans la documentation officielle). La catégorie « trompe-l'œil » (noté TO) est celle où un consensus se dégage des réponses fournies par les étudiants, mais ce consensus est en contradiction avec les possibilités du moteur (plus de 50% de « mauvaises » réponses). Enfin la catégorie « indécision » (noté I) est celle où il n'y a pas véritablement consensus entre les étudiants, ni vraiment en accord ou non avec les possibilités du moteur.

Tableau 2 Résultats selon les critères et par moteur de recherche

	Google	Exalead	Altavista	AllTheWeb	Cuil
Majuscule/Minuscule	E	E	E	E	E
Lettres accentuées	I	I	I	TO	I
Ordre des mots	I	I	I	TO	I
Recherche d'expression	E	E	I	E	I
Troncature à droite	TO	I	I	I	I
Lemmatisation	I	TO	E	E	E
<i>Nombre de groupes ayant répondu</i>	74	25	33	3	12

Source : Drot-Delange (2010)

Les étudiants devaient expérimenter pour tester le fonctionnement, ils devaient alors justifier les tests effectués et leurs conclusions. Certains étudiants se sont trouvés confrontés à ce qui leur semblait une incohérence entre la documentation consultée et le résultat de leurs tests. Dans ce cas, leur faveur a été vers ce qu'ils avaient constaté par eux-mêmes. Ainsi, sur les 20 groupes considérant que Google distinguent les lettres accentuées, 5 ont consulté une documentation. Un des groupes note : « *Selon si l'on met les accents ou non, l'ordre de pertinence des résultats n'est pas le même, cependant, le site*

http://www.google.fr/intl/fr/help/basics.html affirme le contraire ». La réponse finalement retenue par ce groupe est celle de l'expérimentation.

On retrouve cette situation pour la troncature à droite et la lemmatisation. Concernant la troncature à droite, soit la documentation consultée était obsolète, soit elle entraînait en conflit avec les résultats visibles dans la page de résultats. La difficulté à interpréter les résultats de Google explique aussi l'indécision sur la lemmatisation : 35 groupes considèrent que Google inclut la lemmatisation, 32 non, 2 ne peuvent pas conclure et 5 ne répondent pas. Ainsi, l'un des groupes concluant à la lemmatisation explique les résultats de son expérimentation « *Google ramène automatiquement les pluriels aux singuliers : si je tape "journaux" je vais avoir des résultats au singulier "journal"* ». Ce qui est contredit par la documentation en ligne du moteur : « *Pour garantir des résultats aussi précis que possible, Google n'applique pas de "lemmatisation" (réduction des mots au masculin et/ou au singulier, à l'infinitif, etc.) et ne supporte pas les recherches à base de caractères joker/wildcard* »³⁷.

L'expérimentation avait pour objectif de confronter les étudiants aux contradictions entre les différentes sources et leurs propres essais. En partie faute de compétences dans le domaine, les étudiants n'ont pas pu résoudre ces contradictions. Ils ont le plus souvent considéré que l'expérimentation se suffisait à elle-même, tout contre-exemple servant de « preuves » que tel ou tel critère était respecté ou non.

La lecture d'une aide en ligne n'a été que peu faite. Les étudiants ont préféré utiliser un outil qu'ils pensent bien connaître. L'expérimentation a donc été privilégiée, malgré l'obligation faite de rechercher de l'aide et de tester. Finalement ce constat n'est pas vraiment surprenant puisque rechercher de l'aide ou rechercher de l'information demande des compétences dans ce domaine. Il est alors d'autant plus « immédiat » ou plus facile de tester avec le moteur que l'on possède moins de compétences dans le domaine de la recherche d'informations. Autrement dit, l'anticipation du coût de la recherche d'aide inciterait les étudiants à tester en direct le critère proposé, d'autant plus qu'ils trouvent le moteur simple et efficace et répondant à leurs attentes. J'ai mené d'autres expérimentations qui avaient mis en évidence cet arbitrage entre coût et avantage en matière de recherche d'information dans un document hypermédia. Lors d'une recherche menée par Tricot, Drot-Delange, El Boussarghini et Foucault (2000– CP01), nous avons présenté une étude de cas fictive à 16 enseignants, certains étaient des utilisateurs réguliers du Web, d'autres non. L'étude de cas concernait un

³⁷Recherche Google – Principes de base, <http://www.google.fr/intl/fr/help/basics.html>, page consultée le 30 mars 2010.

adolescent avec des difficultés personnelles et scolaires. Après une présentation écrite du cas, les enseignants devaient évaluer la pertinence de vingt propositions pour permettre de mieux comprendre le cas. Ils avaient à leur disposition un site Web d'enseignement de la psychologie de l'adolescent.

Les résultats ont montré que les deux groupes (utilisateurs réguliers vs. utilisateurs occasionnels du Web) obtenaient sensiblement les mêmes performances au pré-test en psychologie de l'adolescent et à l'étude de cas. Les meilleures compétences techniques des jeunes enseignants ne leur permettaient pas d'obtenir une meilleure performance à l'étude de cas. L'analyse de la stratégie développée par chacun des deux groupes est instructive. Le groupe d'utilisateur régulier a eu tendance à utiliser le site Web, mais de manière très inefficace (ouverture de beaucoup de pages par exemple). Le groupe d'utilisateur occasionnel a choisi de ne pas utiliser le site (ou très peu) et de répondre en fonction de ses propres connaissances sur le sujet.

Une des conclusions de cette étude est que la présence d'un instrument correspondant aux compétences des individus peut déclencher une utilisation, voire une surutilisation (une utilisation intense mais inefficace) de l'instrument même lorsque cet instrument se révèle faiblement utile. Le site avait été choisi pour sa difficulté à être utilisé en tant qu'encyclopédie (ce qu'il n'est pas, c'est un site d'enseignement, correspondant à un semestre de cours et peu adapté au temps limité accordé aux enseignants pour accomplir la tâche). A l'inverse, quand l'instrument inadéquat ne correspond pas aux savoir-faire des individus, ils décident de ne pas l'utiliser. Autrement dit, la représentation de l'instrument, de ce qu'on peut espérer y trouver, en attendre va influencer sur la manière dont on va l'utiliser ou décider de ne pas l'utiliser.

J'ai montré (Drot-Delange, 2010– CP03) que les étudiants faisaient davantage confiance au moteur lui-même et à leur capacité à juger de son fonctionnement qu'aux écrits constitués par les différentes documentations disponibles. Ceci peut s'expliquer par le fait que les étudiants sont confiants dans leurs propres compétences et qu'ils n'éprouvent donc pas le besoin de rechercher de l'information à ce propos. Une autre explication pourrait être celle d'arrêter la recherche dès que l'on pense avoir trouvé une information « suffisamment bonne ».

J'ai souhaité par la suite explorer plus avant les indices (écrits d'écran) sur lesquels les étudiants s'appuyaient pour justifier leur réponse. Je leur ai pour cela demandé de répondre aux questions suivantes, réponses sur lesquelles j'ai ensuite mené une analyse thématique (Drot-Delange, 2011a – CP04) :

- L'ordre des mots est-il indifférent ou non ?

- Peut-on « couper » les mots à droite pour rechercher par exemple sur les racines des mots ?
- Expliquez selon vous comment le moteur procède pour vous proposer des suggestions.

Les principaux résultats sont les suivants. Concernant l'ordre des mots (cf. Tableau 3), les étudiants s'appuient sur des indices tels que la liste des résultats obtenus, le nombre de résultats, l'ordre des résultats. Des étudiants expliquent que le moteur corrige leur requête pour la remettre dans le « bon ordre », ou bien qu'il ajoute des mots ou qu'il en enlève.

Tableau 3 Indices retenus par les étudiants pour fonder leur réponse concernant la fonctionnalité «sensibilité à l'ordre des mots »

Indice	Nombre de citations
Les réponses obtenues sont les mêmes	12
Non réponse ou pas d'explication	12
Les réponses obtenues changent	11
Le moteur corrige ou modifie la requête	11
L'ordre des résultats change	9
Ce que dit une documentation	8
Le nombre de résultats est différent	5

Les réponses fournies peuvent reposer sur plusieurs indices.

Source : Drot-Delange (2011c)

Cependant, ces choix s'accompagnent d'une part de l'expression d'une incertitude qui se traduit par des réponses du type « le moteur **ne tient pas tellement compte** de l'ordre des mots ». D'autre part, on constate que le moteur se voit doté de qualités humaines (souligné par nous) :

« [le moteur] fait la différence : « fleur rouge jardin » et « jardin fleur rouge », le résultat est différent ».

« En tapant un nom propre désignant une région, malgré l'inversement des termes, [le moteur] les remets dans l'ordre ».

L'aide en ligne au moment de cette expérimentation n'était guère plus explicite : le moteur « accorde (...) une **grande importance** à l'ordre dans lequel vous saisissez les termes et au fait qu'ils soient regroupés. Nous ne nous transgressons jamais cette règle **sans raison valable**».

Les étudiants ont souvent confondu la troncature et les « suggestions » qui apparaissent dans la barre de recherche au fur et à mesure de la saisie des mots clés. Là encore, ce sont l'intelligence et la capacité prédictive du moteur qui sont mises en avant : (souligné par nous)

« Il prend la racine « biblio » pour la transformer en bibliothèque, moteur de recherche *intelligent* qui trouve la suite de la racine ».

« [le moteur] **comprend immédiatement** les abréviations. [Le moteur] est efficace dans le sens où il **interprète** notre recherche grâce à un répertoire d'abréviations. Son interprétation est donc assez ouverte ».

Enfin, les suggestions sont source de confusion entre plusieurs processus des moteurs de recherche : les requêtes les plus fréquentes effectuées par les internautes, le référencement et l'indexation des pages (Tableau 4).

Tableau 4 Explication du fonctionnement des suggestions

Catégorie de réponses	Nombre de citations
Requêtes les plus fréquentes faites par les internautes	29
Référencement : payant, naturel	20
Indexation : lemmatisation, mots associés	12
Non réponse	9

Les réponses fournies peuvent concerner plusieurs catégories.

Source : Drot-Delange (2011c)

3. Synthèse et discussion

Les différentes recherches présentées ici ont montré que quelques élèves ont conscience que pour utiliser un moteur de recherche, il est parfois nécessaire d'utiliser une syntaxe particulière, quitte à ce qu'ils inventent des opérateurs.

Lorsque les étudiants sont mis dans l'obligation d'investiguer le fonctionnement d'un moteur sur des fonctionnalités précises, ils rencontrent des difficultés dans l'élaboration de cette investigation et dans l'interprétation des résultats obtenus, parfois en contradiction avec ce qu'ils ont pu lire dans les différentes documentations consultées. Les concepts mobilisés dans les explications sont très rares. Aucun ne cite par exemple le processus d'indexation. En fait, la tâche proposée aux étudiants n'était pas si simple que cela. Des experts, tel Michel Habib dans son intervention « Les algorithmes de classement utilisés dans les moteurs de recherche »³⁸, s'interrogent sur le pourquoi de la non-commutativité des requêtes et n'apportent pas la réponse. Je concluais dans (2011c) sur l'insuffisance de l'investigation pour comprendre la logique interne des moteurs, les règles d'utilisation étant centrées sur l'action

³⁸Canal-U. La vidéothèque numérique de l'enseignement supérieur. (2011). http://www.canal-u.tv/producteurs/fuscia/dossier_programmes/science_info_lycee/

et l'activité de l'utilisateur, les règles de fonctionnement sur les processus à l'œuvre dans la machine.

Les usages réguliers des moteurs de recherche génèrent des routines qui ne sont pas interrogées. Ils ne permettent pas d'approcher la logique du fonctionnement de ces systèmes. Comme l'écrit Richard (1983), ce qui importe pour tout sujet apprenant à utiliser un dispositif, c'est de trouver une procédure pour réaliser une tâche. Ce qui l'intéresse d'abord c'est le résultat et ce n'est pas de comprendre. C'est d'ailleurs clairement exprimé par un des élèves rencontrés par Aillerie.

Synthèse et questionnement de la partie 2

La difficulté à conceptualiser à partir de ce que l'on peut observer du comportement des artefacts informatisés est constatée régulièrement par les chercheurs. Bruillard et Baron (2001) estiment que les interfaces ne permettent pas aux élèves d'accéder aux concepts sous-jacents aux technologies informatisées :

Nous pensons qu'une partie des difficultés des élèves trouve sa source dans le fait qu'ils ont du mal à se forger des représentations globales des systèmes qu'ils utilisent, et dont ils ne voient souvent qu'une série de vues partielles, constituées lors de la résolution d'un nombre limité de tâches disciplinaires. (p. 170)

Étudier les représentations des élèves concernant Internet, le Web et les moteurs de recherche pour des utilisateurs qui sont souvent assidus, permet de valider ou non cette assertion pour ce domaine. J'ai présenté plusieurs recherches qui vont dans ce sens. De nombreux auteurs ont souligné la difficulté du langage pour exprimer des pratiques incorporées (Bourdieu, 1980; Lelong, 2002; Thévenot, 1994). Pourtant c'est bien la pratique qui contribue à l'élaboration des représentations, de même que celles-ci rendent possible l'action. Vergnaud précise que la fonctionnalité de la représentation repose sur le fait que c'est elle qui organise l'action, tout en étant le produit de cette action ou de cette activité ; de plus, elle permet l'anticipation du réel. Il précise le rôle de l'action dans le processus de la conceptualisation : « C'est la réussite de l'action qui donne sa fonction première à la conceptualisation, c'est la conceptualisation qui permet à l'action d'être le plus adéquatement conduite. La représentation n'est pas un épiphénomène, elle a une valeur fonctionnelle » (1996, p. 112).

Cette nécessité de la pratique, pour acquérir des savoir-faire, se retrouve dans la recherche menée auprès de collégiens par Fluckiger (2007), qui insiste sur l'impossible partage de ces savoirs, indissociables de l'activité.

Les routines qui se construisent dans l'usage des outils informatiques sont truffées d'inférences, de connaissances en actes (si je clique à cet endroit, il se passe cela), produit de l'expérience, sur lesquelles se basent les automatismes, et dont bien peu sont directement accessibles à la conscience. Ils ne sont de ce fait que peu (ou pas) transmissibles, mais doivent s'acquérir, se construire activement dans l'activité. (p. 83)

Si la représentation est essentielle à l'action, elle doit, pour devenir connaissance, être explicitée :

La connaissance sous-jacente à l'action, si elle n'est pas explicitée, ne peut pas être débattue avec autrui, et ne peut donc pas avoir le statut de connaissance qui est celui de la science, d'une manière plus générale, de la connaissance rationnelle. (Vergnaud, 1996, p. 112).

D'autres chercheurs le formulent différemment, dans le cadre conceptuel qui est le leur. Ainsi, Perriault (2015) revenant sur la logique de l'usage telle qu'il l'avait développée dans son ouvrage de 1979 précise qu'elle « *est une pratique raisonnée, circonstanciée dans des conditions locales* ». La connaissance de l'outil s'acquière par la pratique, par l'expérience, par essais et erreurs. L'utilisateur construirait alors une « théorie locale » de la machine et de ses applications. Cette théorie locale n'est pas explicitée, ni discutée. De cette expérience et de cette théorie locale découlent un modèle, traduit par des procédures de travail. C'est ce modèle qui constitue la logique de l'usage. Elle repose sur la triade : projet – instrument – fonctionnalité.

Perriault insiste sur le fait que la technique n'est guère dicible en prenant l'exemple de la description d'un escalier en colimaçon, qui nécessite pour se faire comprendre le geste. L'expérience, qui se construit dans la répétition et les ajustements, peut se caractériser comme compétence incorporée, puisqu'elle se révèle dans l'action, mais aussi comme connaissances déclaratives, lorsque qu'elle s'accompagne d'explicitations sous quelque forme que ce soit (symbolique, langagière ou non) selon Rogalski et Leplat (2011), reprenant la distinction opérée par Vergnaud entre connaissances procédurales et connaissances déclaratives (2007).

Si la représentation se construit par l'action, quelle forme revêt-elle ? Dans le prolongement d'Ochanine, Rogalski et Leplat reprennent l'idée d'une image opérative (Rogalski et Leplat, 2011, p. 23). Rabardel évoque lui la transparence opérative, qui rappelle la « représentation 3 » de Norman (voir introduction de cette partie), à savoir ce que l'artefact donne à voir à l'utilisateur, comment il le donne à voir, comment il renseigne l'utilisateur sur son fonctionnement, etc.

La transparence [d'un artefact] doit être référée à l'utilisateur et à son activité. C'est pourquoi nous proposons le concept de transparence opérative pour désigner les propriétés caractéristiques de l'instrument, pertinentes pour l'action de l'utilisateur, ainsi que la manière dont l'instrument les rend accessibles, compréhensibles, voire perceptibles pour l'utilisateur. (...) Elle peut prendre des formes diverses : intelligibilité des transformations entre actions de commande et effets, mise en

évidence des modalités de fonctionnement propres de l'instrument, auto-explication ... (1995, p. 189).

Les recherches présentées ci-dessus ont tenté de mettre en évidence les représentations des élèves et étudiants par les dessins (ceux-ci sont le plus souvent accompagnés de questionnaires, de textes à produire ou d'entretiens). Pourtant, les résultats obtenus sont parfois décevants dans la mesure où les dessins ne mettent pas vraiment en évidence les images opératives des utilisateurs. Effet de la tâche ou de la méthode ?

Dans le domaine des sciences de l'éducation, l'étude des représentations chez les élèves est assez ancienne. Une des motivations à connaître ces dernières est de les prendre en compte dans l'enseignement. La didactique des sciences évoque plutôt les conceptions des élèves que les représentations. Giordan et de Vecchi, estimant le concept de représentation plutôt flou, proposent celui plus opératoire de « conception », qui

met l'accent sur le fait qu'il s'agit, à un premier niveau, d'un ensemble d'idées coordonnées et d'images cohérentes, explicatives, utilisées par les apprenants pour raisonner face à des situations-problèmes, mais surtout il met en évidence l'idée que cet ensemble traduit une structure mentale sous-jacente responsable de ces manifestations contextuelles. (1987, p. 79)

Ainsi, l'analyse d'un dessin produit par une fillette pour répondre à la question « que devient la pomme que tu as mangé ? » montre que la fillette veut exprimer l'idée de progression de l'aliment qui traverse le corps. Elle a donc dessiné les différents organes par lesquels passe la pomme, selon elle. Seule la localisation de l'organe compte, aucunement sa fonction. Les auteurs concluent qu'il faut bien différencier l'émergence d'une représentation (ce qu'est le dessin réalisé ici) et conception proprement dite (qu'il convient de faire émerger). Ce n'est pas sans rappeler la métaphore de *l'iceberg* de Jonnaert (1988), qui distingue le niveau « superficiel » de la représentation (textes, dessins produits par les élèves), du niveau « profond » (réseau d'hypothèses explicatives qui rendent compte de ces productions). Une conception est un modèle explicatif (p. 82), organisé, simple, logique. Une conception est selon les auteurs « toujours actualisée par la situation vécue, par les questions posées ». Les conceptions sont individuelles, mais prennent leur source et s'actualisent dans les pratiques sociales, les activités professionnelles et sociales tout au long de la vie de la personne. Elles sont donc aussi sociales. Enfin la conception « est donc non pas le produit mais d'abord le processus d'une activité de construction mentale du réel » (p. 86). La difficulté réside dans le

fait que la conception n'est pas directement accessible à la personne et qu'elle ne peut donc pas l'exprimer.

L'apprenant n'a que rarement conscience de ses conceptions ; il est donc toujours difficile de les lui faire exprimer, surtout quand il s'agit de « savoir-faire » habituels pour lui. Ce que l'apprenant réalise, ce qu'il connaît, se présente comme une réalité familière, qui échappe à son contrôle puisque « ça va de soi » ; ainsi il ne s'interroge que rarement à ce propos, et ne cherche pas à expliciter ce qui ne va pas (...). (Giordan et De Vecchi, 1987, p. 91).

Il conviendrait donc d'étudier plus avant les conceptions des utilisateurs. C'est l'objet des recherches que je mène sur les moteurs de recherche par exemple, en demandant aux étudiants d'explicitier les différentes fonctionnalités par des mises en situation d'expérimenter. Cela passe aussi par des tâches où il s'agit de faire repérer, nommer et expliquer des éléments visibles via l'interface. À ce titre, je m'intéresse aux écrits d'écran. Ils peuvent faire l'objet d'une tâche de dessin, qui, par ses omissions, sélections, et inventions, pourra donner des indications sur la manière dont l'utilisateur s'est approprié l'interface. Être en mesure de dessiner des éléments de l'interface n'est pas synonyme d'être en mesure de nommer les éléments. On peut considérer qu'il s'agit d'un avantage de la représentation graphique de permettra malgré tout cette expression. On a aussi pu constater que le graphique (un schéma plutôt qu'un dessin) et le texte permettaient à l'utilisateur de mieux transmettre sa compréhension des phénomènes en jeu. Finalement, je partage le constat de Despres-Lonnet : « Nous avons régulièrement constaté que le monde de l'informatique était peuplé de concepts, d'objets, de fonctions ou d'actions qui ne portaient pas de nom » (Claro, Despres-Lonnet, Kovacs et Béguin-Verbrugge, 2011, p. 180)

Les recherches de Béguin-Verbrugge mettent en évidence que les enseignantes aussi ont des difficultés à nommer les éléments qu'elles veulent faire utiliser à leurs élèves. Elles ne disposaient pas de vidéoprojecteurs lors des observations, elles étaient donc dans l'obligation d'en passer par le langage, sans possibilité de monstration.

Je propose de déconstruire cette évidence qui voudrait que chaque élément pourrait être nommé, et que si l'utilisateur n'est pas en capacité de le faire, c'est par manque de conceptualisation. Dans certains cas, il s'agit effectivement de cela. Dans d'autres, il se pourrait que les désignations relèvent d'une terminologie professionnelle, appartenant à des domaines tels que l'informatique, le référencement ou le e-commerce par exemple, non

nécessairement vulgarisées ou diffusées dans le grand public, voire auprès des étudiants, peu ou prou spécialistes du domaine³⁹.

Souchier proposait trois cadres pour l'analyse des écrits d'écran. On peut se demander si les évolutions rapides des technologies et de leurs cadres matériels n'influent pas sur les représentations et notamment sur l'appropriation des écrits d'écran. Ainsi, les tablettes par exemple masquent quasi-totalement le cadre système. Des études ont montré que les utilisateurs des tablettes Apple ne savaient pas comment éteindre (et non seulement mettre en veille) leur tablette, fermer véritablement une application et ne pas la laisser en tâche de fond (Norman et Tognazzini, 2015). Tout simplement parce que l'interface n'indique rien à ce sujet.

Il faut donc en passer par la lecture de mode d'emploi (à télécharger en ligne sur Internet) ou imiter une personne le faisant. De plus, pour se poser ces questions, il faut ressentir le besoin d'information, besoin qui n'est présent, en l'occurrence, que par inférence avec d'autres pratiques, comme celles de l'ordinateur par exemple. Ces écrits d'écran permettent de moins en moins de saisir ce qui se passe au-delà des écrans, y compris au sein même de l'artefact utilisé. Enfin, dans une critique plus radicale, on peut s'interroger sur les stratégies d'entretien de l'ignorance mises en place par les grandes firmes de l'Internet ou des appareils numériques, à l'instar des travaux menés par Robert Neel Protor sur les industries du tabac et la dangerosité de celui-ci pour la santé, cité par Sadin (2015).

C'est exactement en s'appuyant sur ce socle d'ignorance que le techno-pouvoir peut aujourd'hui aisément développer ses stratégies de façon masquée et sous des atours attrayants et ludiques, dissimulant nombre d'intentions peu avouables, notamment celles qui visent à mémoriser et à monétiser la connaissance des comportements des individus. (p. 214)

Cette deuxième partie a été consacrée aux représentations des élèves et étudiants concernant Internet, le Web et les moteurs de recherche. Elle ouvre d'abord sur la nécessité d'orienter les recherches sur l'analyse des conceptions tout autant que sur les représentations des usagers. Elle ouvre ensuite sur la pertinence de penser les interfaces et dispositifs via les écrits d'écran, dans un contexte de multiplication des objets connectés, de rapidité des innovations et d'informatique sociale. On peut s'interroger sur la manière dont les interfaces (tactiles, écrits

³⁹A titre d'exemple, une étudiante en master 1 communication se demandait comment se nommait la partie de la page dans laquelle on pouvait voir défiler les publicités sur une page Web.

d'écran, etc.) et au-delà les discours d'accompagnement (aide en ligne, publicité, mode d'emploi, etc.) contribuent ou non à l'élaboration de connaissances chez l'utilisateur des processus en jeu.

La perspective de recherche traitée dans la troisième partie de ce mémoire, après celle de la sociologie du curriculum et de la didactique de l'informatique, concernant Internet et le Web, porte sur l'Internet professoral. Il s'agit d'explorer les espaces numériques disciplinaires d'enseignement et leurs usages par les enseignants, principalement dans la gestion de l'information personnelle. La constitution de ces espaces a été étudiée dans la perspective de la théorie de l'acteur réseau. Les analyses historiques des interactions homme-machine concernant la gestion de l'information personnelle et la théorie de l'activité sont mobilisées pour comprendre comment les enseignants interagissent avec les ressources numériques.

Partie 3 : L'Internet professoral, pourvoyeur de ressources pour les enseignants

Introduction : de la bureautique à l'Internet professoral

Dans les années 1990, l'expression « bureautique professorale » apparaît à propos des technologies de l'information et de la communication (TIC) dans l'éducation. La bureautique se définit comme l'« *ensemble des techniques et des moyens tendant à automatiser les activités de bureau et principalement le traitement et la communication de la parole, de l'écrit et de l'image* ». Cette définition est reprise telle quelle dans les différentes versions (la dernière en date est celle de 2009) du « Vocabulaire des technologies de l'information et de la communication » publié par la Commission générale de terminologie et de néologie. Cette définition est parue la première fois dans l'arrêté du 22 décembre 1981. Selon Wikipédia, les outils bureautiques recouvrent trois familles d'outils : les outils de production de document, les outils de communication et les outils de conservation tels que les logiciels de gestion documentaire. Si dans les années 1980, la question de la place d'Internet dans la bureautique ne se posait pas, elle est aujourd'hui pleinement d'actualité.

Le périmètre de la bureautique professorale est plus ou moins extensif. Cette expression désigne parfois l'ensemble des tâches réalisables avec les outils informatiques au sein de la communauté scolaire (au Québec) hors l'informatique pédagogique, utilisée en classe au service des disciplines scolaires. J-F Lévy la restreint quelque peu en la réservant à « toutes les activités de l'enseignant en relation avec son métier, sans que les élèves manipulent directement les dispositifs : production de documents distribués aux élèves, gestion des notes... » (2000, p. 97).

Cela correspond bien à des outils liés au métier d'enseignant, pour la part qui ne se déroule pas en présence des élèves en classe. Dans l'étude menée par Lévy (1996b) auprès d'un lycée parisien, l'auteur repère les tâches réalisées par les enseignants entrant selon lui dans le champ de la bureautique professorale :

Les instruments micro-informatiques rencontrés dans ce cadre comprennent les dispositifs matériels (...) et les logiciels les plus courants : bureautique classique (traitement de texte, tableur) (...). Les évolutions technologiques y intègrent de plus en plus les réseaux (locaux et externes), les supports et objets multimédias et tous les outils logiciels nécessaires à leur mise en œuvre et à leur utilisation (Présentation Assistée par Ordinateur, tablette de rétroprojection). (Lévy, 1996b, p. 214)

Pour lui, les réseaux trouvent pleinement leur place dans la bureautique professorale. S'interrogeant sur les tâches accomplies avec l'ordinateur par l'enseignant, Lévy observe deux domaines d'application : d'abord la production des documents textuels (papiers) qui sont destinés à être distribués aux élèves, tâche qui peut aussi s'accompagner de l'archivage des cours et de la saisie des notes intermédiaires, ensuite les tâches de gestion des élèves : constitution de liste d'élèves à domicile, notes et moyennes.

Lévy prévoit que les évolutions liées aux réseaux vont accroître les possibilités de la bureautique professorale :

Si la production de documents destinés aux élèves relève d'une utilisation élémentaire du traitement de texte, le travail sur des documents multimédias provenant de sources diverses, notamment par le biais des réseaux ouvre sur des possibilités documentaires, et partant pédagogiques, inégalées à ce jour. (1996b, p. 217)

Une enquête menée en 1998 par le Ministère de l'Éducation Nationale (Régnier, 2000) relevait que la bureautique professorale concernait la moitié des enseignants des trois quarts des écoles, collèges et lycées de l'échantillon interrogé.

Mais la définition de la bureautique professorale semble évoluer d'un texte à l'autre. Ainsi, en 2000, Lévy ajoute « l'usage d'une tablette informatique de rétroprojection fait encore partie de la bureautique professorale, dans la mesure où il s'agit d'exposer des documents » (2000, p. 97).

Il semble alors que la bureautique professorale recouvre tout outil informatique à partir du moment où il est utilisé exclusivement par l'enseignant quel que soit le contexte (en classe ou hors classe). Mais le passage d'une sphère à l'autre n'a rien de systématique. Chaptal considère en 1995 que la bureautique professorale est un domaine prometteur, tout en s'interrogeant sur le transfert d'une sphère à l'autre :

Plus profondément, si les outils informatiques peuvent amplifier l'efficacité de l'action de l'enseignant, si ce que nous appelons dans notre jargon la bureautique professorale

paraît un domaine prometteur, y aura-t-il, au-delà du simple recours à ces outils pour un usage professionnel personnel, modification et transfert de méthodes de la sphère privée vers la classe ? (1995, p. 2).

Cette hypothèse de l'intégration des technologies de l'information et de la communication passant d'abord par la pratique personnelle des enseignants est battue en brèche par les observations menées auprès des enseignants et des établissements scolaires (Lévy, 1996a), mais aussi d'un point de vue analytique. L'idée d'intégration suppose qu'il y a soit introduction d'un nouvel outil dans un milieu ou substitution d'un outil par un autre, sans que ce même milieu (composé des enseignants, des élèves, des classes, des établissements, des familles, etc.) ne soit pour autant modifié. Ce présupposé ne résiste pas à l'analyse (Bruillard, 1996).

Je retiendrai comme champ de la bureautique professorale les outils utilisés par l'enseignant pour son métier hors de la classe. La bureautique professorale n'est pas obsolète. Au contraire, elle ne peut qu'être renforcée par le développement des ressources numériques qui se prêtent encore mieux que les autres à des (re)traitements par les enseignants. L'actualité de cette problématique est illustrée par un projet retenu dans le cadre du Programme des Investissements d'Avenir (PIA) dans son volet « Services numériques innovants pour l'éducation n° 2 » qui met en avant que « l'absence d'émergence d'une authentique « bureautique professorale », aussi bien hors-ligne qu'au sein des ENT [Environnements numériques de Travail], constitue un des freins au développement d'un usage réellement intégré aux pratiques professionnelles »⁴⁰.

Désormais, je considérerai la « bureautique professorale » élargie à Internet et aux réseaux, désignés comme un « Internet professoral ». Celui-ci s'articule avec les logiciels de production de documents, lorsqu'il s'agit par exemple de composer un document ou un diaporama avec une image trouvée et copiée d'Internet, de télécharger un extrait de vidéo etc. Cette articulation est au cœur de la gestion de l'information personnelle de l'enseignant. Duchâteau regrettait d'ailleurs dès 2002 le manque d'intérêt pour cette articulation entre Internet et les « autres » logiciels pour les élèves, mais le constat reste vrai pour les professeurs : « on pouvait espérer que des usages plus soutenus d'Internet allaient réveiller l'intérêt pour le reste des instruments logiciels, ceux qui permettent le traitement des informations recueillies ou mises en ligne » (Duchâteau, 2002)

⁴⁰Repéré à : <http://projet.ego-pac.fr/>

Selon Chaptal (2003), les ENT pourraient avoir pour objet de permettre cette gestion de l'information personnelle :

Or, l'environnement documentaire des usagers est un ensemble composite de documents en forte croissance, provenant de sources multiples : ressources personnelles de l'élève ou de l'enseignant, ressources réalisées dans les groupes de travail dont ils sont membres, ressources produites dans l'établissement, ressources intégrées par l'établissement (acquises ou externes, intégrées dans le système d'information documentaire), ressources externes... C'est cet ensemble qu'il faut désormais organiser en professionnalisant l'approche. L'utilisateur doit voir et gérer son environnement documentaire au travers de son ENT, ce qui n'est pas le cas jusqu'à présent. Le rôle de l'ENT dans ce domaine est donc de fournir des outils adaptés pour : accéder à l'information, la stocker de manière cohérente, la décrire, la gérer, la retrouver, et éventuellement la partager, la mettre à disposition. (Chaptal, 2003)

L'enquête Profetic 2014 (Ministère de l'Éducation Nationale, de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, 2014) donne une mesure de l'Internet professoral. En effet, 56% des répondants disent utiliser le numérique tous les jours pour préparer leurs cours (rechercher de la documentation, des exemples d'activité, etc.), 35% pour monter des séquences d'activités en classe sans manipulation des TIC par les élèves. Cette proportion est divisée par trois quand il s'agit de séquences en classe avec manipulation des TIC par les élèves.

Nous verrons dans le chapitre 1, que l'Internet professoral est constitué d'une offre organisée et validée par l'institution, sous contrainte d'acteurs ayant des intérêts divergents, qui ne rencontre pas nécessairement les besoins des enseignants. Le recours croissant dans l'activité quotidienne (ou ordinaire) de l'enseignant à cet Internet professoral l'amène, comme d'autres professions intellectuelles, à gérer un nombre croissant d'informations, à les (re)traiter. Ce sera l'objet du chapitre 2 que de mieux comprendre cette activité des enseignants autour des « ressources vivantes » et de l'information personnelle. La question du recueil des traces de ces activités sera examinée.

Chapitre 1 : L'émergence de réseaux disciplinaires sur Internet

1. Les débuts de l'Internet professoral

Dans mon travail de thèse (2001), je me suis intéressée aux « outils de la communication électronique » mis au service des disciplines scolaires par le ministère de l'éducation nationale ou par des collectifs d'enseignants (type association) ou des enseignants individuels. Ces outils comprenaient les listes de diffusion disciplinaires, les sites Web académiques et nationaux, ainsi que les sites personnels. Mon étude concernait trois disciplines scolaires du second degré : l'économie-gestion, les sciences économiques et sociales et la technologie. Si la notion d'Internet professoral n'apparaît pas dans ce travail, elle en est pourtant au cœur. L'activité de l'enseignant est orientée vers trois finalités (Goigoux, 2007, p. 51) : vers les élèves, individuellement et collectivement : instruire, éduquer, faire la classe ... ; vers les « autres acteurs de la scène scolaire » : rendre visible et acceptable son travail aux yeux des parents, des collègues, de la hiérarchie ; vers lui-même : ses choix dépendant des coûts et bénéfiques estimés de son activité. C'est cette dernière finalité qui m'a interrogée dans l'émergence de ce que j'ai par la suite nommé les réseaux disciplinaires. Le constat de départ est un étonnement : la discussion en ligne entre professionnels, si elle présente des avantages en matière de partage de connaissances et de pratiques, peut aussi être source de prise de risque à s'exposer publiquement, même si l'audience de ces listes est clôturée puisqu'il faut être abonné pour lire les messages et participer aux échanges. Les avantages retirés doivent donc être très supérieurs aux coûts et risques.

Dans un premier temps, j'ai cherché à comprendre les motivations des enseignants à adopter ce comportement. Aussi, j'ai appuyé ma réflexion sur la théorie de la sociologie des usages, notamment selon l'approche de Chambat, et sur la recherche de la signification des usages pour les usagers, permettant d'expliquer, du point de vue des acteurs, les usages et leurs disparités. Cette approche théorique a été complétée par le fait de considérer les listes de diffusion comme des biens publics : nul abonné ne peut être exclu de la lecture des échanges, même s'il n'y contribue pas. Ceci m'a amenée à étudier de façon fine les deux étapes de l'usage des listes de diffusion par les enseignants : l'adoption puis la participation. L'analyse des réponses obtenues à l'enquête menée en mars-avril 1999 a montré que la discipline scolaire mais aussi la manière dont les outils avaient été conçus et mis en place influaient sur

les usages et la participation active des enseignants aux réseaux disciplinaires. Par exemple, pour les disciplines qui ont la charge de l'enseignement des technologies de l'information et de la communication (TIC), comme la technologie ou l'économie-gestion, les enseignants étaient plus nombreux à s'abonner pour mieux connaître l'outil liste de diffusion. Pour les disciplines où l'enseignant est isolé dans son établissement (c'est le cas par exemple en SES ou en technologie où l'équipe est parfois très restreinte selon la taille des établissements), une des motivations était de rompre l'isolement.

Les abonnés des listes de diffusion disciplinaires le sont d'abord pour la dimension utilitaire vis-à-vis de la discipline scolaire : se tenir informé des débats au sein de la discipline, confronter ses pratiques avec celles des collègues, accéder de manière privilégiée à l'information concernant sa discipline. Vient ensuite la dimension identitaire, avec un sentiment d'appartenance à la communauté des enseignants de la discipline. Les abonnés le sont ensuite pour connaître le média et enfin, dans une moindre mesure, pour s'exprimer.

La participation est conditionnée par le sentiment de compétences par rapport à sa discipline propre ainsi qu'à la maîtrise technique et communicationnelle de la liste de diffusion. Les enseignants expriment leur crainte de répondre à côté, de se tromper, etc. Mais elle est également favorisée si une réponse à une question ne demande pas trop d'efforts (de vérification, de recherche, etc.). La participation est aussi l'expression du sentiment d'utilité aux autres, aux collègues, au bon fonctionnement de la liste.

Dans un second temps, j'ai élargi ma réflexion à l'ensemble des outils de communication électronique propre à une discipline scolaire en incluant les sites Web : sites personnels des enseignants, sites académiques et sites nationaux. Le questionnement valable pour la participation aux listes de diffusion se retrouvait dans la création d'un site Web personnel, mais aussi dans la participation à la rubrique disciplinaire du site académique voire aux sites nationaux publiés par le ministère de l'éducation nationale. Un phénomène englobant celui-là était remarquable : la mise en place de réseaux techniques de communication, centrés sur les disciplines scolaires, via Internet, mêlant sites Web et listes de diffusion. Cette mise en place s'est effectuée sans s'appuyer *a priori* sur des réseaux sociaux déjà constitués, c'est que j'ai nommé l'émergence de réseaux disciplinaires. Comment avaient-ils émergé ? En effet, reprenant nombre de contributions à des colloques ou des publications sur les réseaux en éducation, jugés florissant dans ces années 1980-1990, j'ai souhaité montrer les liens entre réseau technique et réseau social, sans tomber dans un déterminisme ni technique, ni social.

C'est pourquoi j'ai mobilisé la théorie de la sociologie de la traduction, principalement les travaux de Callon et Latour, cadre théorique qui permet une analyse dynamique, prenant en compte l'ensemble des acteurs et des actants (ici les outils de communication électronique).

L'analyse proposée est de considérer que les usages ont à voir avec la manière dont ces « outils » se sont développés dans l'écosystème de l'institution éducation nationale et des disciplines scolaires. En effet, j'ai supposé que l'histoire et la culture de la discipline, le mode de régulation par la hiérarchie ou le degré de militantisme des enseignants intervenaient dans la manière dont émergeaient ces réseaux disciplinaires c'est-à-dire la tentative de certains acteurs des disciplines scolaires d'utiliser les outils de communication électronique pour constituer un réseau social.

Les hypothèses posées étaient d'abord celle de l'existence de conditions structurelles et conjoncturelles favorables à l'émergence de ces réseaux, puis celle de la rationalité en finalité et en valeur de la participation des enseignants à ces réseaux. Les principaux résultats obtenus ont confirmé ces hypothèses. La rationalité en finalité et en valeur (au sens de Weber) participe de l'une des finalités de l'activité enseignante repérée par Goigoux, à savoir l'estime de soi, la reconnaissance sociale de son milieu professionnel et éventuellement une influence sur le déroulement de la carrière. Ainsi certains enseignants ont déclaré préférer créer leur propre site personnel concernant leur discipline scolaire pour être reconnu en tant que créateur et auteur des contenus. Ils ont également souligné leur plus grande liberté et flexibilité dans la publication et la mise à jour que dans le cadre institutionnel (académique ou national). Cette logique d'estime de soi, de reconnaissance, de vouloir aider les collègues s'est retrouvée dans les motivations à participer aux échanges dans les listes de discussion.

Finalement, ce qui ressort de ces travaux, du point de vue des enseignants, est le partage possible d'expériences et de ressources via les outils de communication électronique tels que les listes de diffusion, les sites personnels et académiques. Dans le même temps, le Ministère de l'Éducation Nationale met régulièrement les ressources au cœur de ses différents plans pour le numérique. Or les ressources numériques occupent une place essentielle dans l'activité de l'enseignant, et plus particulièrement dans l'Internet professoral, que j'analyse plus particulièrement dans le projet REVEA⁴¹.

Ce projet a pour objet d'étudier l'activité des enseignants concernant les ressources, considérées ici comme vivantes par le travail opéré sur et avec elles par les enseignants : travail de création, de composition, de partage, d'analyse, etc. Au sein de ce

⁴¹Projet ANR REssources Vivantes pour l'Enseignement et l'Apprentissage, 2014-2018.

projet, je m'intéresse à la gestion de l'information personnelle de l'activité des enseignants. Le chapitre suivant sera consacré plus particulièrement à cette question. Il s'agit d'une recherche qualitative, longitudinale, les mêmes enseignants étant suivis tout au long du projet, dans la mesure du possible. Les enseignants avec lesquels je travaille sur ce projet sont trois professeurs de mathématiques qui assurent aussi l'enseignement de la spécialité Informatique et Sciences du Numérique (ISN) en lycée dans des villes différentes et deux enseignants au sein du même collège. L'un enseigne l'allemand, l'autre la physique-chimie en anglais.

ISN est un nouvel enseignement de spécialité, ne disposant que de peu de manuels (un à destination des enseignants et un à destination des élèves au moment des entretiens). De plus, l'informatique n'est que très rarement le cursus initial suivi par les enseignants amenés à enseigner cette spécialité (Baron, Drot-Delange, Grandbastien et Tort, 2015 – CP15; Baron, Drot-Delange, Grandbastien et Tort, 2014 – CP13; Tort et Drot-Delange, 2013 – CP11). On peut donc penser que les ressources occupent une place cruciale dans leur activité. De même, l'enseignante de physique-chimie se trouve dans une situation similaire : peu de ressources traditionnelles, la physique-chimie en tant que discipline non linguistique enseignée en anglais est rare en collège. L'anglais n'est pas la formation de base de l'enseignante, même si elle a obtenu toutes les habilitations nécessaires.

Baron et Dané (2007) retracent l'histoire de la notion de ressources en éducation. Les ressources sont d'abord associées à l'idée d'éducation moderne à partir des travaux de Dewey ou en France de Cousinet et Freinet. Dans les années 1960, les ressources sont considérées comme des technologies éducatives, dépassant le strict cadre des ressources audiovisuelles pour englober les combinaisons de différents types de média. Dans les années 1980, l'informatique est considérée non seulement comme technologie éducative mais aussi comme objet d'enseignement, comme ensemble d'outils et de ressources d'enseignement avec la convergence entre informatique, audiovisuel et télécommunication.

Bibeau (2005) propose la classification *a priori* des ressources sur Internet selon pourrait-on dire leur forme :

- des « *gisements de contenu à l'état brut* », des données non ou peu traitées (sphère A de la Figure 18) : sons, images, photos, animations, vidéos, cours, etc.
- des « *services de repérage, d'indexation, de traitement, de mise en forme, d'évaluation et d'appréciation des données* » tels que portails d'informations, moteurs, répertoires, services de bibliothèque en ligne, services d'évaluation et d'indexation, de syndication, etc. (sphère B de la Figure 18)

- des « *services de première ligne, ceux qui s'adressent directement aux internautes (élèves et personnel scolaire)* » (sphère C de la Figure 18)
- enfin, les applications qui permettent à l'utilisateur d'accéder à l'ensemble de ces ressources en lui offrant « *l'accès à un panier personnalisé de ressources numériques* » (sphère D de la Figure 18).

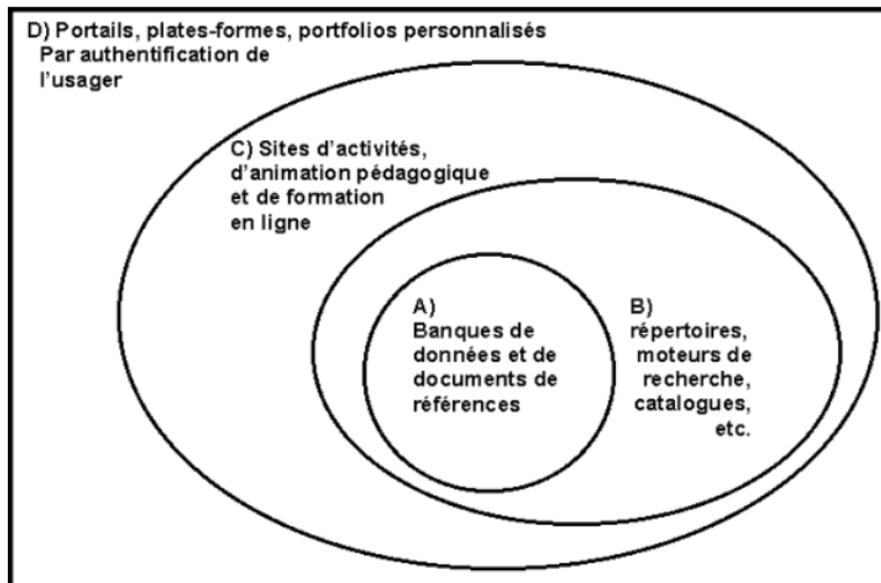


Figure 18 Les ressources numériques sur Internet (Bibeau, 2005)

Puimatto (2014) propose lui une approche des ressources non plus fondées sur leur forme *a priori* mais sur leur finalité. Les ressources par destination sont celles qui sont destinées aux usages scolaires, tel le manuel numérique, mais pas seulement. Puimatto inclut dans cette catégorie toutes les ressources qui ont pour cible précise les usages en classe comme les banques pédagogiques de séquences vidéo, d'animations scientifiques, de ressources cartographiques, etc.

La deuxième catégorie de ressources englobe toutes celles qui ne sont pas explicitement destinées à l'éducation : les ressources par opportunité. Elles n'ont pas pour finalité l'éducation mais peuvent être utilisées dans les classes : livres, enregistrements sonores, films, presse, etc. Cette catégorie est donc particulièrement extensive, tout pouvant être qualifié de ressource par opportunité, voire par sérendipité.

Puimatto relève que les ressources par destination partagent avec celles par opportunité leur granularité, mais qu'elles offrent en plus des éléments de mise en contexte, « qui permettent de sécuriser les usages, aux moins débutants ».

J'ai abordé dans mon travail de thèse la question de l'offre par le Ministère de l'Éducation Nationale des ressources par destination, partie prenante de l'émergence des réseaux disciplinaires. Ce mémoire de synthèse est l'occasion de poursuivre ce travail en repérant les évolutions de ces quinze dernières années.

L'analyse comparative de sites Web de télévisions éducatives, créés par des acteurs publics ou privés, en France, au Royaume-Uni et au Québec (Drot-Delange, 2008 – CP02) a conforté les résultats de la thèse : d'une part la volonté de délimiter des espaces de ressources et d'autre part la supposée méconnaissance par les enseignants de leur existence et leurs moindres utilisations.

2. Des espaces de ressources numériques éducatives circonscrits

La succession des plans ministériels affirme l'importance de la production des ressources numériques, de leur validation, indexation et accessibilité (au sens de rendre « facile » l'accès). Parmi les conditions conjoncturelles et structurelles favorables à l'émergence des réseaux disciplinaires, on peut en effet souligner la politique particulièrement volontariste de développement des « ressources » pédagogiques, devenues un enjeu majeur avec le rapport Gérard (1997) : « Il faut dépasser rapidement le discours sur les infrastructures, pour construire une politique sur le contenu éducatif et culturel grâce à laquelle la France fera figure de modèle international ».

Différentes mesures seront prises pour favoriser et encourager le développement de « ressources éducatives multimédias performantes et compétitives »⁴², notamment des partenariats entre secteurs public et privé. De la même manière que l'État encourage la production de ressources, une autre des préoccupations est de rendre visible des ressources de qualité, certifiées par l'institution.

Face à la masse de données accessibles sur le réseau, il y a urgence à définir les cadres qui permettront aux élèves et aux enseignants d'accéder aux informations pertinentes, hiérarchisées et structurées nécessaires à leur apprentissage ou à leur enseignement. Il s'agit d'offrir à la communauté éducative les garanties quant aux informations et aux sources qu'elle sera amenée à consulter et à utiliser (Gérard, 1997, proposition 13).

⁴²BOEN Spécial 9 du 10 septembre 1998, modifié par le BOEN spécial 9 du 10 août 2000.

Le projet Educasource⁴³ figurait dès 1997 dans le plan d'action gouvernemental pour la société de l'information (PAGSI). La première version du site a été ouverte le 30 septembre 1998. Educasource est alors une base de données, structurée en deux répertoires, l'un constitué des références des ressources non didactisées, appelées « sources d'information » (répertoire Educasource) et l'autre de références de ressources didactisées appelées « produits pédagogiques » (répertoire Didacsources). Mais très vite cette distinction a disparu, les deux bases ayant été fusionnées en juin 2000. Ce sont donc des ressources de type A et B de la classification de Bibeau (voir Figure 18) qu'Educasource doit rassembler.

L'objectif était de permettre d'accéder à des sources d'informations électroniques en ligne, ou hors ligne, repérées et évaluées pour leur intérêt dans la préparation d'un cours. Ces ressources peuvent être payantes et non francophones. « Le site Internet Educasource offre à tous les enseignants et formateurs une table d'orientation permettant d'identifier les ressources brutes en ligne et hors ligne présentant un intérêt pédagogique, et un moyen commode de discuter entre eux à leur propos »⁴⁴. On peut s'étonner que l'intérêt pédagogique soit décrété *a priori*, hors de tout contexte. Le rapport Bérard et Pouzard (1999) faisait un bilan positif des sites Web académiques et recommande la centralisation sur des sites nationaux des documents pédagogiques concernant une discipline scolaire et une procédure de validation des documents en ligne.

Les auteurs proposaient plusieurs niveaux de validation. En réalité il s'agit d'un mixte entre d'une part le statut du document et, d'autre part, l'auteur de la validation : document rédigé par tel enseignant ; en cours d'élaboration dans tel établissement ; rédigé par l'équipe pédagogique de tel établissement ou par l'équipe de telle circonscription du premier degré ; validé par le groupe départemental de pilotage ou au niveau académique par les IA-IPR de la discipline ; validé par une instance nationale (IGEN, CNDP, etc.). Ces services n'ont pas été pleinement opérationnels. Ainsi, pendant plus de 6 mois, le service Educasource est resté indisponible, en attente de la fusion des sites Educlit⁴⁵ et Educasource⁴⁶. En juillet 2004, la page d'accueil du service a été remplacée par une page proposant côte à côte les deux services

⁴³<http://www.educasource.education.fr>

⁴⁴ Rubrique du site www.educnet.education.fr, « Les plans triennaux des académies dans le développement des technologies d'information et de communication pour l'enseignement », Février 1999, cité par Drot-Delange (2001, p. 159).

⁴⁵Ouvert en 2000, c'est un portail selon le Ministère « spécialement conçu pour les enseignants et pour la communauté éducative dans son ensemble. Il facilite l'accès à la documentation professionnelle existant sur Internet, offre les services d'un moteur de recherche spécialisé dans l'éducation et un classement thématique » (cité par Drot-Delange, 2001, p.160)

⁴⁶La page d'accueil indiquait alors : « Le service Educasource est arrêté dans l'attente d'une restructuration Le CNDP vous invite à consulter le portail Educlit pour toutes vos recherches de documentation Pédagogique sur le Web ». Page archivée à <https://Web.archive.org/Web/20040322154551/http://www.educasource.education.fr/>

jusqu'en mars 2006⁴⁷. Ces incidents sont-ils à mettre sur le compte de choix de conception de services peu adaptés aux utilisateurs ? Les choix successifs de proposer deux bases, puis une seule avec un atterroisement de 2 ans n'ont pas donné lieu à explication de la part des services ministériels. En reprenant les catégories proposées par Bibeau (voir Figure 18), ce sont donc finalement des ressources des catégories A, B et C qui fusionnent.

Parallèlement aux développements des ressources par différents éditeurs, l'institution reconnaît leur production par les enseignants, qui depuis 1995 alimentent les sites pilotes des académies. Une des intentions est de canaliser cette production vers les sites académiques, voire nationaux, pour en assurer la visibilité.

On constate dans toutes les académies un considérable accroissement des ressources en ligne et hors ligne produites par les enseignants et visibles notamment sur les sites disciplinaires (supports de cours ou de séquences pédagogiques, travaux de classes). La diffusion de ces productions doit être encouragée. Elle doit s'appuyer sur le réseau CNDP/CRDP et peut dans certains cas trouver sa place sur les sites nationaux, notamment sur les sites Educnet, Educasource et sur le portail enseignants.⁴⁸

En septembre 2015, le service Educasource est présenté comme « base nationale des ressources numériques en ligne fiables, de qualité, en adéquation avec les programmes scolaires et sélectionnées par des experts et des documentalistes du réseau Canopé »⁴⁹. De plus, les ressources « sont sélectionnées et décrites par les professionnels du réseau Canopé parmi un corpus de sites précis »⁵⁰. Au contraire des débuts de l'existence des services, la priorité n'est plus la mise en avant des productions individuelles des enseignants, sauf les sites personnels ayant reçu la validation d'une instance comme la commission RIP du ministère. De même, il faut que les associations soient reconnues ou agréées par une instance officielle pour pouvoir figurer dans la base.

Parmi les atouts d'Educasource, figure la « possibilité d'affiner les résultats de recherche avec des vocabulaires spécifiques à l'Éducation nationale »⁵¹. Des scénarios pédagogiques sont proposés aux enseignants. Pour le second degré, il s'agit du portail ÉDU'bases. ÉDU'bases se veut « une banque de pratiques mutualisées » selon la présentation faite sur le site Eduscol.

⁴⁷ Page archivée à l'adresse <https://Web.archive.org/Web/20040717043342/http://www.educasource.education.fr/>

⁴⁸ BOEN Spécial 9 du 10/08/2000.

⁴⁹ Source : rubrique « Educasources, c'est quoi ? » du site. Consulté le 18 septembre 2015.

⁵⁰ Ibid.

⁵¹ Idem.

Un diaporama⁵² de la Direction Générale de l'Enseignement SCOLAIRE (DGESCO) présenté à l'École Supérieure de l'Éducation Nationale (ESEN) en mai 2012 précise qu'ÉDU'bases est un « point d'entrée des usages du numérique », les ÉDU'bases étant des « bases de données de scénarios pédagogiques ». Un des objectifs assignés à ÉDU'bases est la généralisation des usages du numérique.

Depuis le PAGSI, les différents services mis en œuvre et les politiques incitatives de production de ressources ont été renouvelés régulièrement. Depuis 2002, se sont développés les services éditoriaux en ligne destinés à l'éducation (Puimatto, 2007). En 2003, le ministre de l'éducation inaugure l'Espace numérique des savoirs (ENS). Il s'agissait d'expérimenter un ensemble de ressources de base, dont les droits avaient été négociés et acquittés par le ministère. Cette expérimentation a porté sur 1500 écoles et établissements.

Dans la même lignée, des initiatives marchandes ont vu le regroupement d'éditeurs en 2004 pour proposer des ressources numériques : le CNS (Canal numérique des Savoirs) et le KNÉ (Kiosque Numérique de l'éducation). Le plan ministériel « développement des usages du numérique à l'École » (DUNE), plan lancé par le ministre Luc Chatel en 2010, a permis un équipement en ressources d'un grand nombre d'établissements scolaires, au travers du dispositif CCR (catalogue chèque ressources). L'un des 5 axes prioritaires de ce plan était en effet de « faciliter l'accès à des ressources numériques de qualité ». Doté d'une dizaine de millions d'euros la première année pour 13 académies sélectionnées sur la base de leur projet, ce dispositif a permis aux établissements de contracter des abonnements au travers d'un dispositif d'achat centralisé géré par le CNDP (Puimatto, 2014).

Pourtant le rapport de l'IGEN⁵³ (2012) sur le suivi de la mise en œuvre du plan DUNE est sans appel. L'un des objectifs du plan était de constituer un portail unique des ressources numériques destinées à l'éducation (qui correspondrait à la catégorie D de Bibeau, voir Figure 18). Mais ce catalogue, dans sa première version, a été structuré pour tenir compte des contraintes imposées par les éditeurs scolaires. Les ressources gratuites ou produites par le réseau du CNDP n'ont pu y être intégrées. Dans le même temps, ce catalogue était développé et proposé par Eduscol, organisé par discipline, rendant difficile la recherche de ces ressources.

⁵²DGESCO, (2012, mai 10). ÉDU'bases. Usages numériques et ressources pédagogiques. ESEN. http://cache.media.eduscol.education.fr/file/Numerique/98/0/Edubase-ESEN-2012_05_10_222980.pdf Consulté le 23 septembre 2015.

⁵³Rapport n°2012-082. Suivi de la mise en œuvre du plan de développement des usages du numérique à l'école.

Le dernier plan en date à l'heure à laquelle j'écris, le Plan de refondation de l'école⁵⁴, prévoit lui aussi de mettre « des ressources pédagogiques et des logiciels en ligne au service des enseignants, des élèves et de leurs parents »⁵⁵. La nouvelle Direction du Numérique pour l'Éducation a pour mission, entre autres, la définition de « la politique de développement des ressources, des contenus et des services numériques pour répondre aux besoins de la communauté éducative »⁵⁶, tout en permettant un « déploiement cohérent de ces ressources, et en assure la valorisation et la diffusion ». « Les enseignants auront accès à des ressources pédagogiques diversifiées pouvant être mobilisées au quotidien dans leurs classes (...) »⁵⁷.

Parmi les 11 services définis, il y a la création d'un portail (Eduthèque) « destiné aux enseignants du 1^{er} et du 2nd degré leur permettant, sur accès réservé, de disposer gratuitement de ressources numériques des grands établissements publics scientifiques et culturels pouvant être mobilisées pour un usage pédagogique ».

Pour accéder à ce service, il suffit d'avoir une adresse *mail* académique. Les partenaires sont par exemple Arte, le BRGM, leSite.tv, etc. L'enjeu n'est cependant pas de multiplier les services : « L'objectif est d'éviter d'arriver à un mille-feuilles de services mais de parvenir à synchroniser les ressources existantes »⁵⁸. L'accès en est donc réservé aux enseignants via l'adresse *mail* professionnelle, ce qui distingue ce portail d'autres services tels qu'ÉDU'bases ou Educasource qui n'ont pas d'accès restrictifs. Cette restriction s'explique par la négociation des droits de diffusion par le Ministère.

Mais ces bases de ressources ne sont que peu plébiscitées par les enseignants, comme le soulignent de nombreux rapports et recherches.

3. Des enseignants qui s'affranchissent de ces espaces circonscrits ?

Ce phénomène du peu d'usage des portails éducatifs est recensé en France de manière épisodique dans différents rapports et par quelques recherches, peu nombreuses sur le sujet.

⁵⁴La loi du 8 juillet 2013 pour la refondation de l'École de la République instaure un Service public du numérique éducatif.

⁵⁵Voir <http://www.education.gouv.fr/cid73569/le-numerique-au-service-de-l-ecole.html>, consulté le 23 septembre 2015.

⁵⁶idem

⁵⁷ibid

⁵⁸http://eduscol.education.fr/ses/animation/interlocuteurs/cr_iante/compterendu2013/infomediatiion

3.1 Les rapports officiels

Le rapport de Bérard et Pouzard (1999) montrait que « globalement l'utilisation d'Internet par les enseignants pour la préparation de leur propre travail est encore minoritaire (...) ». La solution passait selon eux par les sites institutionnels, dans le même temps que les auteurs du rapport constataient la faible connaissance et le faible usage de ces sites institutionnels.

Quinze ans après ce constat, le tableau a évolué. Dans l'enquête PROFetic 2014 (MENESR, 2014a), à la question des principaux recours pour l'usage des TIC en classe, Eduscol, ÉDU'bases et les portails disciplinaires sont cités par 40% des répondants (en hausse par rapport aux enquêtes précédentes), une liste de discussion, un forum par 12%. Parmi les usages hors cours magistral du numérique, « dialoguer en direct, discuter sur des forums, participer à des listes de discussion professionnelles avec des collègues » est en hausse par rapport aux enquêtes 2011-2012 avec 6% d'enseignants qui déclarent le faire tous les jours et 9% au moins une fois par semaine. On peut rapprocher cette enquête de celle sur l'évaluation des usages des espaces numériques de travail (MENESR, 2014b).

La connaissance des ressources disponibles via l'ENT est hétérogène chez les acteurs. Alors que 62% des porteurs de projet et 57% des chefs d'établissement déclarent qu'il existe des ressources pédagogiques éditoriales accessibles via l'ENT, seuls 42% des enseignants font la même réponse. Dans l'enquête PROFetic 2014, qui n'a pas le même échantillon, 19% des enseignants déclarent ne pas savoir si leur établissement est abonné à des ressources pédagogiques numériques leur permettant de préparer leurs cours, à 23% pour monter des séquences d'activité en classe et à 26% pour donner des devoirs à la maison. À contrario, ils répondent à 42% utiliser les ressources numériques de leur établissement pour préparer leur cours, à 34% monter des séquences d'activité et à 26% donner des devoirs à la maison.

Eduscol serait fortement consultée selon le Ministère⁵⁹ : « 5.2 millions de clics sur les formulaires de recherche depuis l'ouverture en février 2010 (2,8 sur les 11 derniers mois), 5 millions de visiteurs uniques sur l'année scolaire 2010-11 ». On peut noter que les accès aux formulaires ne disent rien sur le succès de la requête de recherche, l'utilité et l'utilisabilité des ressources trouvées pour l'utilisateur, ni sur l'usage final de cette ressource.

Le rapport de l'Inspection Générale (IGEN, 2012) relève que le portail unique des ressources numériques prévu dans le plan DUNE s'est avéré particulièrement décevant, ne rencontrant pas les besoins des enseignants. Il souligne également qu'à la mi-décembre 2011 les

⁵⁹Source citée note 52

ressources disponibles étaient difficilement analysables par les utilisateurs. Les enseignants des écoles primaires qui ont pris connaissance, même sommairement, du catalogue chèque ressources, n'en ont pas perçu l'utilité ni l'intérêt, certains expliquant que « *l'on trouve la même chose gratuitement sur Internet* ». Le rapport conclut à un déficit de formation aux ressources numériques (p. 43). De même, les ressources sont considérées dans ce rapport comme « fermées », didactisées, attachées à un poste, et dont l'utilisation en classe peut poser des problèmes de connexion. L'IGEN souligne que les enseignants leur préfèrent des ressources granulaires, ouvertes, modulables, interactives, évolutives et de manipulation aisée. On peut s'interroger sur les usages de ces ressources. Le rapport Fourgous, en 2010, souligne que les ressources ne sont que peu employées par les enseignants.

Malgré une offre institutionnelle et privée foisonnante, les études montrent que les enseignants utilisent peu les ressources mises à leur disposition et notamment très peu celles émanant du secteur privé. Ces données posent la question de la sélection des ressources et de l'accompagnement des enseignants dans l'utilisation de ces ressources. (p. 9)

La question serait alors celle de la sélection des ressources et de la formation des enseignants. Dans la priorité 3 du rapport, la facilitation de l'usage des ressources passe entre autres, pour son auteur, par la création d'une exception pédagogique dans le droit d'auteur, par la simplification de l'organisation des ressources publiques et privées. Le rapport souligne que « Les enseignants continuent de créer leurs propres supports, de manière individuelle ou collaborative, ce qui exige, un temps de préparation très important » même si des initiatives collaboratives de mutualisation se développent (Sesamaths par exemple).

Le rapport Fourgous cite les propos de Clément Laberge⁶⁰, alors directeur des développements numériques pour l'éducation pour Editis et président du Canal numérique des savoirs (CNS).

Les seules ressources qui auront la chance d'être plébiscitées par les enseignants sont celles qui tiendront compte du fait qu'ils ont toujours réalisé eux-mêmes l'ultime assemblage de ressources, qui convient à leur fonction, à leur façon d'enseigner. Les ressources numériques devront donc être au moins aussi souples, dans leurs usages que les ressources qui les ont précédées. (2010, p. 262)

⁶⁰ Les dossiers de l'ingénierie éducative : TICE : L'usage en travaux (Scérén, CNDP, 2007).

3.2 Une offre sans demande ?

Ce que souligne Puimatto dans ce foisonnement de l'offre, alors même que la demande des enseignants serait atone, c'est qu'il ne s'agit pas tant de faciliter l'accès, comme le prévoyait le rapport Fourgous, que de mettre l'accent sur les usages.

Au stade actuel de leur développement, les systèmes de gestion des accès aux ressources, même s'ils présentent pour certains d'entre eux des fonctions de recherche et d'accès granulaires, ne traitent que les fonctions d'accès à la ressource, et ne proposent pas de cadre permettant d'en instituer les usages. (2014, parag. 39)

Puimatto souligne les faibles connaissances des enseignants concernant les ressources à travers l'enquête 2013 réalisée concernant Corrélyce. Des confusions sont constatées sur le caractère libre des ressources, généralement déclarées par les enseignants, alors même qu'aucune licence ne permet de l'affirmer ; l'origine des ressources ; la responsabilité éditoriale ; la validation des ressources. Sur ce dernier point, Puimatto cite l'exemple suivant : « Corrélyce est un dispositif initié par la Région et clairement identifié comme tel, ce qui n'empêche pas de considérer ses ressources comme validées, alors que la plupart des acteurs concernés refuseraient le principe d'une validation régionale des ressources éducatives » (p. 14).

On pourrait s'étonner de la persistance de politiques volontaristes de développement d'espaces clos de ressources numériques alors même qu'il ne semble pas que cela corresponde à une demande des enseignants. Cette question de l'adéquation entre l'offre et la demande est soulevée par Boyer (2011) concernant les UNT (Universités Numériques Thématiques). Vingt mille ressources sont disponibles, mais elle constate :

que leur usage est encore trop limité, même s'il est réel. La question se pose légitimement de savoir si cet état de fait est dû à l'inadéquation de l'offre aux besoins des étudiants et des enseignants ou si ce déficit d'usage est dû à la méconnaissance des actions et des productions des UNT. (p. 3)

Dans une note de synthèse concernant les ENT, l'analyse de Bruillard (2011) éclaire cet apparent paradoxe. Le modèle sous-jacent aux programmes de développement et déploiement des ENT chez les décideurs politiques est un modèle diffusionniste.

Autrement dit, le développement de ces espaces clos serait le terreau *sine qua non* d'une diffusion des usages des TICE dans l'enseignement. Il suffit alors de développer le noyau constitué de quelques enseignants pionniers, qui ne manqueront pas d'être suivis par la

majorité des autres enseignants. Ce modèle diffusionniste va de pair avec l'hypothèse intégrationniste : si les outils informatiques se développent dans la sphère privée de l'enseignant, la bureautique professorale, et maintenant l'Internet professoral, alors les usages en classe avec les élèves suivront.

Bruillard souligne que la technique est impensée, voire masquée pour faciliter le travail de l'enseignant, et s'interroge sur les effets d'un tel masquage. Cette approche n'est pas compatible avec le fait de considérer l'enseignement comme une activité instrumentée :

Dire qu'enseigner est une activité instrumentée, c'est dire qu'il faut la penser avec les instruments, que l'on ne peut pas facilement les dissocier de l'activité. Or, les discours sur l'intégration, sur la technique, consistent à en faire une entité séparée que l'on va « importer » et « intégrer » ; il n'y a pas de vision (explicitée) d'une transformation plus complexe liée à l'évolution de l'instrumentation associée. (2011, p. 117)

L'analyse systémique qu'il développe dans cet article montre les intérêts divergents des acteurs. Les enseignants ne sont pas ou guère conviés au processus de conception des outils qui leur sont pourtant destinés. Par exemple, dans la présentation citée en note 52, le projet d'un ÉDU'bases générique, les tests utilisateurs ne sont cités qu'en tant que perspective. Les utilisateurs potentiels ne sont pas parties prenantes du processus de conception.

Pourtant comme le souligne Bruillard, la réussite des associations telles Sesamaths pour la production de ressources est le signe que les innovations ascendantes ou horizontales peuvent constituer un modèle alternatif. C'est là me semble-t-il une justification de cet axe de recherche sur l'Internet professoral : mieux connaître l'activité des enseignants que constitue la préparation de leurs cours, temps hors présence des élèves, pour intégrer ces enseignants dès les phases de conception de ces outils. Goigoux explique : « On sait, en effet, que bien souvent, les maîtres rejettent les instruments s'ils impliquent des modifications trop importantes de leurs manières de faire ou s'ils ne correspondent pas aux buts qu'ils se donnent » (2007, p. 60). Goigoux prône alors la « conception continuée dans l'usage », inspirée des travaux en ergonomie. C'est cette implication des utilisateurs qui semble singulièrement faire défaut dans les politiques de développement des services numériques.

4. Synthèse et discussion

Le rapide historique dressé dans cette partie a pour objet de souligner quelques lignes de tension. D'abord, les ressources sont considérées par l'État comme des biens économiques,

pour lesquels il importe pour la France d'avoir une position concurrentielle sur ce marché. On a vu les conséquences de ce choix, notamment dans l'échec à ce jour d'une unification de l'accès aux ressources publiques et privées. Ce n'est pas sans rappeler d'autres aventures industrielles telles que le plan IPT (Informatique Pour Tous) qui prévoyait la fourniture de matériels aux écoles et collèges. Le récit des positions des divers acteurs, des décisions prises, amène Dimet (2003) à conclure que « les choix techniques du plan i.p.t impliquant des usages pédagogiques délicats laissent à penser qu'il s'est agi d'un Plan plus politico-industriel que pédagogique. » (p. 165)

L'insistance et la permanence depuis une vingtaine d'années de la nécessité du développement de ressources numériques, tant privées que publiques, les procédures mises en place pour arriver à cet objectif, laissent également penser que ce qui est au cœur des dispositifs n'est pas tant les enseignants, leurs usages, leurs besoins, ni même les élèves, que la volonté de développer une économie des ressources, numériques, francophones.

La deuxième tension réside dans la préoccupation de baliser les ressources, les distinguer, les trier et les répertorier, actions effectuées par les services de l'État, et plus particulièrement les professionnels de la documentation. Ces espaces clos constituent des microstructures en limitant l'espace à un sous-ensemble de ressources utiles, ou jugées telles, à une discipline, à un enseignement, à un apprentissage, à une communauté d'utilisateurs. Ils constituent une clôture de l'espace documentaire et plus particulièrement de l'espace d'Internet (Drot-Delange, 2008 – CP02).

Ces ressources mises à disposition sont filtrées – puisque sélectionnées –, mais aussi validées de fait par l'institution - puisque celle-ci les met en exergue, leur conférant ainsi un label, une légitimité académique. Est-ce à dire que ces ressources ne doivent pas faire l'objet de questionnements sur leur nature, sur leur mode d'élaboration, sur les processus permettant le contrôle de leur qualité, sur leur validité, sur leur sélection et leur impact sur les apprentissages ? Un des arguments communément admis serait que la quantité de ressources numériques n'est en rien comparable avec l'offre éditoriale des manuels. Bref, la croissance de l'Internet professoral devrait s'accompagner du développement d'intermédiations. Il s'agit de faire gagner du temps aux enseignants, libre à eux de choisir ensuite les ressources qui leur conviennent.

En effet comme le rappelait Choppin (2005), le système éducatif français se caractérise par une liberté de la production, liberté du choix des enseignants et liberté de l'utilisation (c'est la liberté pédagogique des enseignants). Mais pour gagner du temps, encore faut-il fournir aux

enseignants les outils pour chercher et trouver les ressources qui leur conviennent au moment où ils en ont besoin et dans le format qui leur convient. Cela passe entre autres par la question de l'indexation et des critères mis à la disposition des enseignants pour chercher (Abramovich et Schunn, 2012; Loiseau, 2009; Pynoo et al., 2012). Se pose aussi la question des compétences des enseignants pour chercher, qualifier les ressources, etc. (Williams et Coles, 2007) mais aussi leur connaissance de la chaîne éditoriale comme je l'ai souligné dans (Drot-Delange, 2008 – CP02) à propos des sites Web des télévisions éducatives.

La troisième tension réside probablement dans la nature de l'intermédiation entre les enseignants et les ressources : uniquement algorithmique (Grumbach, 2015) comme celle proposée par les moteurs de recherche de la sphère marchande ou algorithmique et enrichie comme celle proposée par les services du Ministère de l'Éducation Nationale. Autrement dit, il s'agirait de proposer des espaces de contenus circonscrits plutôt que de s'en remettre à l'intermédiation algorithmique du moteur de recherche majoritairement utilisé par les enseignants, qui, elle, échappe au contrôle des institutions éducatives.

J'ai ensuite présenté des résultats d'enquête ou des rapports qui expriment le fait que ces ressources sont peu utilisées par les enseignants. Williams et Coles s'interrogent sur les compétences des enseignants dans la manière de chercher et de valider l'information. C'est aussi ce que souligne Puimatto lorsqu'il évoque le fait que les enseignants déclarent utiliser des ressources libres, sans qu'en réalité aucune licence ne laisse penser qu'elles sont vraiment libres.

Les enseignants n'exploiteraient pas (suffisamment) les dépôts de ressources numériques conçus et validés pour eux. J'aimerais inverser la perspective : plutôt que de considérer comme acquis que l'offre est bien construite, et que c'est un défaut de compétences chez les enseignants qui expliquent leur moindre utilisation, je fais l'hypothèse que c'est l'inadéquation avec les besoins des enseignants en matière de ressources numériques, peu connus et documentés, qui est à la source de ces moindres utilisations.

Pour reprendre une distinction bien établie par Tricot et ses collègues : les espaces clos de ressources sont peut-être utiles mais leur utilisabilité est faible (Tricot et al., 2003). Par exemple, l'étude de cas de Recker, Dorward et Nelson (2004) montre que les enseignants cherchent prioritairement des ressources «simples» que leurs élèves trouveront attractives et attrayantes. Mais ils sélectionnent aussi leurs ressources selon les modifications qu'ils auront à apporter. Ils préfèrent en effet celles qui n'ont pas besoin d'être beaucoup modifiées. S'ils doivent le faire, alors ils vont privilégier des ressources dans des formats facilement

téléchargeables et modifiables et qu'ils pourront insérer dans leur propre document sans y passer trop de temps, en utilisant les logiciels qu'ils ont l'habitude d'utiliser, tels que le traitement de texte.

Ils veulent pouvoir combiner des ressources de diverses origines, en quelque sorte créer leur manuel idéal, adapté à leurs élèves. Ces différents aspects matériels ne sont pas pris en compte la plupart du temps dans les espaces documentaires cités précédemment. Les différentes actions des enseignants observées par Recker, Dorward et Nelson relèvent de la gestion de l'information personnelle, que nous allons explorer à propos des enseignants dans le chapitre suivant.

Chapitre 2. Gestion de l'information personnelle dans l'activité des enseignants⁶¹

Nous avons vu que l'Internet professoral se compose d'une part d'outils de communication électronique dédiés à l'activité professionnelle, d'espaces clos de ressources tels que les espaces numériques documentaires d'éducation, les espaces numériques de travail, etc. D'autre part, il nous faut tenir compte du travail effectué par les enseignants avec et sur les ressources dans la préparation de leurs cours, autre versant de l'Internet professoral.

Au cœur du travail quotidien de l'enseignant, il y a la « production » de ressources vivantes (évolutives et partageables) pour enseigner et pour (faire) apprendre. Cette production ne se fait pas *ex-nihilo* mais à partir de sources et de ressources disponibles. Le métier de l'enseignant comporte donc une part importante de traitement de nombreuses formes d'informations documentaires. Les enseignants ont de plus en plus recours à des ressources numériques. Les ressources numérisées ont des supports dématérialisés, offrant des conditions d'exploitation propres. Gueudet et Trouche (2008) y voient « des éléments précurseurs, et accélérateurs, des changements du travail enseignant » (p. 7).

J'ai entrepris au sein du projet REVEA d'analyser un sous-ensemble spécifique de l'activité de l'enseignant concernant la préparation de ses cours, celui relatif à la gestion et à l'organisation des ressources, particulièrement les ressources numériques, eu égard aux propriétés soulignées par Gueudet et Trouche. Nous pouvons rapprocher les questions concernant la gestion et l'organisation des ressources de celles de la gestion de l'information personnelle (en anglais *personal information management*), par la suite notée GIP (bien que le sigle anglais de PIM soit davantage connu et reconnu, ce champ de recherche n'existant quasiment pas en langue française). Ce champ d'analyse des pratiques prend naissance dans les années 1980 avec le développement de l'informatique personnelle (Lansdale, 1988) et des recherches en interactions personne-machine. Si ces travaux se sont focalisés sur l'utilisateur, ils trouvent des prolongements aujourd'hui avec les recherches sur les responsabilités des différents acteurs vis-à-vis des individus et de la société, responsabilités qui découlent de la

⁶¹ Les développements qui suivent n'ont pas encore fait l'objet de publication. Il s'agit d'une recherche en cours dans le cadre du projet REVEA, REssources Vivantes pour l'Enseignement et l'Apprentissage, projet ANR Apprentissages (APPR) 2013, référence du projet : ANR-13-APPR-0006. Je suis associée à Françoise Tort, laboratoire STEF, ENS Cachan dans cette approche « gestion de l'information personnelle » au sein de l'activité des enseignants.

collecte et de l'analyse de ces données (Abiteboul, 2015), sans pour autant négliger le rôle de l'individu dans la protection de ses propres données.

La définition proposée par Jones (2007, p. 5) de la gestion des informations personnelles, en tant qu'étude et pratique, renvoie aux informations qu'une personne crée ou acquiert, stocke, organise, maintient, retrouve, utilise et diffuse pour répondre aux besoins de sa vie quotidienne (professionnelle ou non, de tous les jours ou à long terme) et dans ces différents rôles (parent, époux, ami, salarié, membre d'une communauté, etc.). Elle s'intéresse plus particulièrement à l'organisation et à la maintenance des collections d'information personnelle dans lesquelles des occurrences de ces informations, telles que les documents papiers, électroniques, les *emails*, les références Web, les notes manuscrites, etc. sont stockées pour un usage ultérieur et des usages répétés.

Le terme *information* est à prendre dans son acception large. Il peut s'agir de ressources, de documents, d'informations élémentaires. L'information personnelle ne renvoie pas seulement à la notion de données personnelles telles que le nom, l'adresse ou le numéro de carte bancaire mais aussi au fait que la personne détient des informations dans son espace personnel d'information et les gère. La notion d'information personnelle est aussi associée aux informations avec lesquelles une personne a été en contact à un moment donné (une page Web lue mais dont on n'a pas gardé trace par exemple).

L'espace d'informations personnelles contient six types d'informations. Il y a des informations personnelles parce qu'elles sont détenues et contrôlées par la personne. Ce sont par exemple les courriers électroniques, les fichiers mais aussi tous les documents sur tout type de support qu'elle a en sa possession. L'espace personnel inclut aussi les informations sur la personne, mais qui peuvent être détenues par d'autres personnes ou institutions qu'elle-même. On peut penser par exemple aux dossiers médical, fiscal, etc. À un moment donné, la personne a accepté ou a été contrainte de fournir ces informations à un tiers.

Les informations peuvent être dirigées vers la personne. C'est le cas d'un courrier électronique qui lui est adressé, d'un appel téléphonique. Ces informations ne sont pas nécessairement pertinentes pour la personne, mais elles peuvent avoir un impact sur elle : elles peuvent distraire son attention de la tâche en cours, coûter du temps ou de l'argent, nécessiter une action, etc.

Les informations peuvent être envoyées ou diffusées par la personne. C'est le cas du courrier électronique, des blogs, sites Web, twitter, etc. Les informations peuvent avoir aussi été expérimentées par la personne. Autrement dit, la personne a été en contact avec l'information,

sans pour autant la détenir : une page Web vue, un livre emprunté, un *email*, etc. Le défi ici est alors de re-trouver l'information dont on sait qu'on l'a déjà « vue » ou « lue », bref qu'on l'a déjà expérimentée.

Enfin, l'information peut être pertinente ou utile pour la personne. On peut aussi souhaiter à l'inverse se protéger des informations non utiles, gênantes ou choquantes. Ces différentes catégories ne sont pas exclusives les unes des autres.

Jones considère qu'une « information personnelle » répond aux critères suivants : on peut la copier (quel que soit le procédé), la déplacer, la récupérer (l'ouvrir), la détruire (au sens où elle n'est plus visible pour la personne). Ainsi, un *mail* est bien une information personnelle mais pas la page Web d'un site en ligne (on ne peut ni la déplacer ni l'effacer).

Étudier comment les personnes gèrent leurs informations personnelles, c'est aussi s'intéresser à la gestion de ressources telles que le temps et l'attention (retrouver un *mail* que l'on sait avoir reçu peut prendre du temps et de notre capacité d'attention). La gestion se distingue de l'organisation : on peut avoir une gestion de ses informations personnelles sans que celles-ci ne semblent (en tous les cas pour un observateur extérieur) organisées.

Si l'on considère l'organisation et la gestion des informations personnelle (ou des ressources) par les enseignants, cette activité, au sens de Leontiev (1976, p. 288) répond aux motifs de capitaliser le travail effectué une année scolaire pour l'année suivante, de gagner en productivité, d'anticiper des utilisations futures, de garder trace de l'activité passée pour l'améliorer, la reprendre, etc. Cette activité peut se décliner en actions (au sens de Leontiev), que les recherches en GIP ont bien repérées : trouver l'information, la retrouver, la conserver, la maintenir, l'organiser. Je rappellerai quelques-uns des questionnements et résultats obtenus par ce courant de recherche (points 1 et 2). Dans le point 3, je présenterai les résultats des travaux de Diekema et Olsen (2014), qui s'intéressent à la GIP des enseignants. J'appliquerai ensuite ce cadre aux enseignants suivis dans le projet REVEA et indiquerai dans quelle mesure les résultats obtenus par Diekema et Olsen dans un contexte américain se retrouvent ou non dans un contexte français. Nous verrons que ce cadre ne permet pas de saisir l'ensemble des actions des enseignants (point 4). Un de mes apports au projet REVEA est d'interroger les méthodes mises en œuvre pour saisir les spécificités de l'activité, des actions et des opérations effectuées par les enseignants. Je présenterai un point d'étape sur cette question dans le point 5.

1. Ressources numériques et gestion de l'information personnelle

Les enseignants n'ont pas de formation spécifique à la gestion des ressources personnelles. Ils n'ont pas d'outils, d'environnements, spécifiques de soutien de l'ensemble de cette activité, contrairement à certaines professions (on peut penser à la gestion de projet par exemple). Les ENT permettent la communication de documents et dans une moindre mesure la gestion des ressources, principalement à destination des élèves, mais ne sont pas orientés vers la gestion documentaire personnelle.

Il est donc nécessaire de se débrouiller avec les outils disponibles, parmi eux : le gestionnaire de fichier, le système d'exploitation, et tous les applicatifs... De même, les enseignants doivent gérer les différentes sources (ou canaux) d'information : mails, réseaux sociaux, sites institutionnels, listes de diffusion, etc. et les différents supports qu'ils ont à leur disposition (ordinateurs personnels ou professionnels, individuels ou partagés, dans la salle des professeurs, dans les laboratoires ou cabinets ou à domicile, ordinateur fixe et/ou portable, téléphone portable, tablette, etc.). C'est ce que j'ai nommé l'Internet professoral, qui est en fait un assemblage de briques existantes (matérielles et logicielles) non spécifiques à l'activité enseignante. On peut noter quelques exceptions notables : la saisie des notes, la saisie des absences, le cahier de textes par exemple. Il s'agit de logiciels qui visent l'activité administrative de l'enseignant.

Je donne ici quelques questionnements, sans souci d'exhaustivité, auxquels s'intéressent les recherches en GIP d'après la revue de littérature menée par Jones (2007).

1.1 Trouver/re-trouver l'information

L'activité de « re-trouver une information » est différente de celle de trouver une information. Les efforts dans le premier cas sont plus ciblés que dans le second. Il s'agit de re-trouver une information précise et pas n'importe quelle information qui répondrait aux besoins. Les personnes mobilisent alors non seulement la mémoire de cette information mais aussi le contexte dans lequel elles ont rencontré cette information. De même re-trouver dans un espace personnel n'est pas la même activité que re-trouver dans un espace public. Dans l'espace personnel (numérique), la recherche se différencie de la recherche dans un espace public du fait même que l'on ait un contrôle sur la manière de garder cette information (Cutrell, Dumais et Teevan, 2006).

Sur le Web, les pratiques observées par Jones, Bruce et Dumais (2003) sont les suivantes : prendre note sur un papier, créer une note ou un item dans un logiciel de gestion de projet ou un agenda ; mais aussi ne rien faire et compter sur sa mémoire pour retrouver l'adresse (commencer à taper l'adresse et accepter les suggestions du navigateur) ; ne rien faire et chercher (pour trouver à nouveau) ; ne rien faire et accéder à l'information plus tard à partir d'un point d'entrée connu sur le Web (portail, etc.).

Plusieurs écueils peuvent survenir dans cette activité. Ce dont nous nous souvenons à propos d'une information peut être erroné (pas la bonne place, pas les bons mots). On peut échouer à reconnaître l'information alors même qu'on l'a trouvée, à répéter le processus suivi pour la trouver ou rassembler tous les éléments nécessaires (fragmentation de l'information), et tout simplement oublier de regarder au « bon endroit ». Par exemple l'adresse d'une page Web est stockée dans les favoris, mais les favoris ne sont pas consultés (Bruce, Jones et Dumais, 2004), les participants d'une étude oublient de consulter leur propre dossier « A faire » dans leur boîte *mail* (Whittaker et Sidner, 1996). C'est pourquoi les personnes déploient des stratégies pour maintenir dans leur champ de vision ce dont elles doivent se souvenir (sur le bureau de l'ordinateur (Barreau et Nardi, 1995), répondre aux mails avant qu'ils ne soient plus visibles dans la fenêtre de la messagerie (Whittaker et Sidner, 1996), etc.)

La fragmentation de l'espace personnel de l'information (Boardman et Sasse, 2004) peut aussi empêcher de retrouver facilement l'information : on peut commencer par regarder dans ses favoris, puis dans ses dossiers de courrier électronique puis dans les dossiers compris dans « Mes documents » avant de finalement trouver le lien dans une présentation stockée sur un serveur (générant frustration, perte de temps, etc.). La multiplicité des versions de l'information (le dernier message d'une conversation, la dernière version d'un document, la version d'un document pour tel contexte, qui peut être différente pour tel autre contexte, etc.) peut devenir elle aussi problématique avec la fragmentation de l'espace personnel d'information (supports différents, dossiers multiples, etc.).

1.2 Garder et organiser

Garder et organiser l'information sont des tâches différentes et impliquent un processus décisionnel spécifique. Ranger un document dans un dossier, c'est garder l'information, en vue d'un besoin futur anticipé. « Garder » (Jones, Dumais et Bruce, 2002) est une activité à multiples facettes : l'information est-elle pertinente ? Si oui, a-t-on besoin de cette

information maintenant ou pour plus tard ? Nécessite-t-elle d'être analysée tout de suite ? Ou pas ? Garder sur quel périphérique ? Sous quelle forme ?

Décider d'un schéma concernant la manière de créer des dossiers, de les nommer et de les relier les uns aux autres, c'est organiser une collection d'informations. Jones dans (Jones et Teevan, 2007, p. 55) distingue deux grands types de collection : les collections de référence, qui concernent des informations sélectionnées pour des usages répétés mais habituellement pas avec un usage précis en tête, et les collections de projet, pour lesquelles les informations sont sélectionnées car liées à un projet précis.

Comprendre les variations et les habitudes (liées aux outils et technologies disponibles, l'expérience passée, la personnalité, etc.) dans la manière de garder et d'organiser l'information personnelle nécessite d'identifier les stratégies derrière les actions observables et les structures visibles, telles que les arborescences de fichier par exemple. Celles-ci sont le reflet de représentations externes d'un problème, d'une activité ou d'un projet.

2. Le cas de la gestion des fichiers

Les ressources numériques sont dématérialisées. Elles sont l'objet de méthodes et techniques particulières de « rangement », d' « organisation », de « recherche », d' « accès ». De plus ces techniques sont sujettes au changement avec l'évolution des systèmes d'exploitation des outils numériques. Par exemple, l'organisation arborescente des fichiers présentés via un gestionnaire de fichiers n'est plus accessible sur certaines tablettes. Autre exemple, la recherche sur mots-clés en plein texte est aujourd'hui utilisable dans la plupart des systèmes d'exploitation et des logiciels. Dans les années 1990, des recherches en interactions personne-machine ont étudié les pratiques des utilisateurs de systèmes informatiques quant à l'organisation de leurs espaces de stockage de fichiers.

Les premières recherches visaient à repérer des invariants dans les comportements des individus et à en proposer des typologies. Ainsi, en 1995, Barreau et Nardi comparent leurs deux études indépendantes portant sur la façon dont les « utilisateurs » organisaient et retrouvaient leurs fichiers électroniques. La première avait rencontré 7 managers, utilisateurs novices de DOS, Windows et OS/2 et la seconde 15 utilisateurs expérimentés de MacIntosh. Leurs buts étaient d'identifier les types de documents utilisés et déterminer les facteurs affectant les décisions individuelles d'acquérir, organiser, conserver et retrouver l'information.

Elles ont mis en évidence des pratiques communes aux interviewés de leurs deux études :

- une préférence pour une recherche des fichiers basés sur leur localisation (directement dans un répertoire supposé) plutôt que pour une recherche logique (par mots-clés avec un outil de recherche).
- une fonction de pense-bête (*reminding*) de certains emplacements de fichiers.
- la distinction entre 3 types d'information : éphémères, en cours et archivées (observées en 1982 par Cole sur des documents papiers), qui n'amènent pas les mêmes besoins et donc les mêmes techniques de mémorisation et de recherche.
- un manque d'importance attribué à l'archivage des fichiers. Cela semblerait dépendre des métiers.

Elles se réfèrent à des travaux antérieurs sur l'organisation des documents papiers dans les bureaux (Blomberg, Suchman et Trigg, 1996; Cole, 1982; Lansdale, 1988; Malone, 1983; Suchman et Wynn, 1984) pour montrer que certains résultats sont utiles ici. En mettant en évidence les points communs, elles montrent que les pratiques ne dépendent ni du système d'exploitation ni du niveau de pratique des utilisateurs. En conclusion, elles soulignent que c'est bien la manière dont l'information est ou sera utilisée qui va déterminer la gestion de l'information (organiser, stocker, la retrouver).

L'année suivante, Fertig, Freeman et Gelernter (1996) ont fortement critiqué la démarche d'étude de Bardeau et Nardi. Ils leur reprochent de parler de préférences des utilisateurs quand il s'agit selon eux de moindre mal, dépendant des outils disponibles. Ils montrent que la recherche basée sur la localisation n'est autre qu'une recherche logique contrôlée par l'utilisateur, basée sur des moyens mnémotechniques et le souvenir d'événements passés qui n'est pas approprié quand on archive les informations sur du plus long terme, ou dans le travail collaboratif. De même pour les techniques de pense-bête et le manque d'archivage. Leur point de vue est que si les utilisateurs n'ont pas les outils adéquats, alors ils s'en passent, mais cela ne veut pas dire qu'ils n'en ont pas les besoins. Qu'en est-il des recherches spécifiques aux enseignants ?

3. Les travaux de Diekema et Olsen

Il n'existe que très peu de recherches dans le domaine de la gestion de l'information personnelle concernant les enseignants. La recherche menée par Diekema et Olsen (2014) est à notre connaissance la seule s'inscrivant explicitement dans ce courant de recherche. Les auteurs ont mené une étude auprès de 24 enseignants de 3 écoles de 2 districts scolaires de

l'Utah (8 en primaire, 16 en secondaire, 12 femmes, 12 hommes). Elles ont mené des entretiens sur le lieu de travail des enseignants avec une trame reprise et augmentée de Barreau (2008) et Kwaznick (1991). Elles ont également observé et pris des notes et photos de l'espace de travail numérique de chaque enseignant. Le questionnement porte en même temps sur l'espace papier et l'espace numérique. Leurs principaux résultats sont repris ci-dessous.

3.1 Espace personnel d'information

L'environnement informationnel de l'enseignant est très riche et volumineux, l'espace physique compte de nombreux artefacts de rangement (armoire, dossiers, etc.). Bien que les observations aient été menées à la fin de l'année scolaire, peu d'enseignants avaient un espace bien rangés et nets. Le point commun à tous est la présence de piles d'information (travaux d'élèves, manuels, etc.) sur leur bureau, qui parfois se désintègrent en tas, y compris dans le cas du numérique. Les informations éphémères, dont on a besoin à court terme et que l'on doit garder en mémoire (Barreau & Nardi, 1995), sont stockées sous forme de fragments (Bernstein, Van Kleek, Karger et Schraefel, 2008), placées sur des espaces visibles et proches (notes, piles de documents sur le bureau de l'ordinateur, post-it sur le mur réel, sur la table, etc.).

3.2 Trouver de l'information

Les enseignants trouvent l'information en utilisant une combinaison de sources sociales, écrites (imprimées ou manuscrites) et numériques. La dimension sociale renvoie aux collègues de leur établissement, aux conversations informelles ou aux réunions de travail, aux conférences, etc. Certaines informations numériques sont imprimées. Plus rarement certains documents papiers sont scannés pour être partagés avec les élèves. Seulement deux avaient toutes leurs ressources sous forme numérique. Dans ce cas, ils avaient des ordinateurs pour tous leurs élèves. Les enseignants connaissent l'existence de bibliothèques numériques dans leur champ respectif, mais les utilisent peu. Cependant, les enseignants le déplorent, soulignant qu'ils devraient le faire. Leur principale manière d'accéder à l'information en ligne est de passer par le moteur de recherche Google. C'est par l'intermédiaire des pages de résultats du moteur de recherche que les ressources éducatives institutionnelles sont trouvées et consultées. Les mots-clés tapés sont par exemple le thème suivi de « plan de cours » ou « activité ».

3.3 Organisation de l'information

Un mode possible d'organisation des documents pour enseigner consiste à les classer par type de matériels (livre, plan de leçon, etc.), et dans cette catégorie, par sujet ou thème. Le contexte et l'usage prévu de l'information déterminent le schéma d'organisation adopté par l'enseignant. Par exemple, les dossiers concernant les travaux des élèves sont classés par ordre alphabétique sur le nom de l'élève ; les plans de cours et les activités sont classés par ordre alphabétique des sujets. Peu d'enseignants (2) utilisent le référentiel pour classer leurs matériels pédagogiques. La plupart du temps l'organisation des ressources dans l'espace numérique copie l'organisation des ressources de l'espace physique. Ce qui peut poser des problèmes lorsque par exemple le plan du manuel sert de trame à l'organisation des ressources, et que celui-ci est renouvelé. Les enseignants citent les logiciels utilisés pour leur gestion du rangement des documents : Excel, Pinnacle, SIS (ENT), EndNote, Institutional architect, Instructure Canvas, Diigo, Delicious.

3.4 Héritage de l'information

Diekema et Olsen proposent de considérer les collections de documents transmis d'un enseignant à un autre comme un héritage. Il peut s'agir des documents laissés par un enseignant dans sa classe ou son bureau lorsque celui-ci en possède un dans l'établissement ou bien dans le cabinet, commun à une discipline. Il peut s'agir aussi d'une sorte de don, d'une transmission d'une génération d'enseignants à l'autre ou bien au sein d'une même famille, lorsqu'un des membres, enseignant lui-même, part à la retraite. Une spécificité de l'espace personnel d'information des enseignants est l'importance de cet héritage de collègues, principalement des plus expérimentés vers les débutants. Mais cette collection héritée n'est pas souvent exploitée faute de « mode d'emploi », parce qu'inadéquate par rapport à la matière enseignée, ou parce que les programmes ont changé. Les enseignants soulignent le nécessaire travail d'intégration de ces ressources dans leur propre système d'information, avec un sentiment de culpabilité empêchant de les jeter, alors qu'elles ne sont pas utilisées.

3.5 Garder l'information

Les décisions pour garder les informations numériques dépendent du contexte de l'enseignant (incluant le niveau de classe des élèves), le curriculum et les matériaux existants pour un sujet. Elles relèvent largement d'un jugement personnel sur la qualité et la pertinence de la

ressource et se traduisent par l'impression, le téléchargement, la création d'un lien sur le site Web de l'enseignant ou le stockage dans les favoris de l'information. Ces décisions sont le plus souvent prises en fonction d'un usage possible ultérieur de l'information, nécessitant un système d'organisation permettant de retrouver l'information, que tous les enseignants semblent avoir.

3.6 Re-trouver l'information

Pour préparer un cours, les enseignants suivis par Diekema et Olsen se réfèrent tous d'abord aux ressources utilisées la fois précédente. Bien qu'ils utilisent des ressources complémentaires (manuels, sources de références), la principale source d'information provient de leurs propres fichiers. Ces fichiers et supports papier sont annotés tout au long de l'année et sont regroupés au même endroit. Les enseignants sont en général satisfaits de leur système d'organisation qui leur permet de re-trouver leurs informations. Un schéma courant repose sur la localisation ou la proximité (numérique comme papier).

3.7 Maintenance

Diekema et Olsen constatent l'existence de pratiques de sauvegardes variées, dépendantes des politiques des établissements scolaires (donc soit centralisées soit laissées à la responsabilité individuelle) mais effectives. Les enseignants sont plutôt confiants dans leur pratique. Quelques-uns ont déjà perdu leurs données et sont devenus méticuleux. Une occasion de supprimer des ressources est « le ménage de printemps », moment de l'année scolaire où les enseignants, revisitant leur espace, décident de supprimer ou non certaines ressources. Ceci concerne davantage les ressources papiers, les plus visibles, que les ressources numériques. Des enseignants déclarent d'ailleurs ne jamais jeter de ressources numériques. Une autre occasion de « ménage » est un changement de poste ou d'établissement.

3.8 Discussion : un cadre incomplet ?

Selon Jones (2007, p. 60), les activités de gestion de l'information personnelle consistent en effort pour établir, utiliser et maintenir un lien entre les informations et les besoins d'information. Ainsi, les activités qui consistent à trouver ou à retrouver ont pour origine un besoin d'information. Les activités qui consistent à conserver ont pour origine l'anticipation d'un besoin supposé de l'information. Certaines activités relèvent d'un niveau plus méta : ce sont celles qui visent à maintenir et à organiser l'espace personnel d'informations, pour

pouvoir être en mesure dans le futur de relier besoins d'information et information. Mais ce sont aussi celles qui visent à évaluer les coûts et bénéfices de cette gestion, les schèmes d'organisation, les outils utilisés et la manière dont on est capable ou non de les remettre en cause.

Les travaux de Diekema et Olsen visent à appliquer cette approche à l'activité enseignante. Si ces travaux nous éclairent sur les pratiques des enseignants, nous pouvons constater qu'ils laissent dans l'ombre un pan important de celles-ci... Les enseignants réutilisent rarement les ressources disponibles telles que, ils les modifient, les transforment, les recomposent, pour produire de nouvelles ressources qu'ils utilisent dans leur enseignement (Balcou-Debussche, 2007).

Depuis qu'ils disposent de la photocopie, ils font des recompositions par découpage et collage. Ils font la même chose avec le numérique (le copier/coller). Or cet aspect de la gestion de l'information n'est pas intégré dans les recherches dans le domaine de la GIP. Si l'approche de la GIP traite de l'échange et de la diffusion de l'information, cet aspect de l'activité enseignante n'est pas abordé par Diekema et Olsen, sauf sous l'angle de l'héritage. Mais ni le cadre de la GIP ni l'approche déclinée par Diekema et Olsen n'évoquent la co-construction des ressources. Nous avons donc proposé de compléter l'adaptation de Diekema et Olsen du cadre de la GIP à l'activité enseignante, en intégrant à la liste des actions (conserver, organiser, re-trouver, acquérir, hériter), celles de (re)composer, transformer, partager et diffuser. Une synthèse est proposée Figure 19.

Les premiers résultats exploratoires de l'application de cette grille de lecture dans le cadre du projet REVEA sont présentés ci-après.

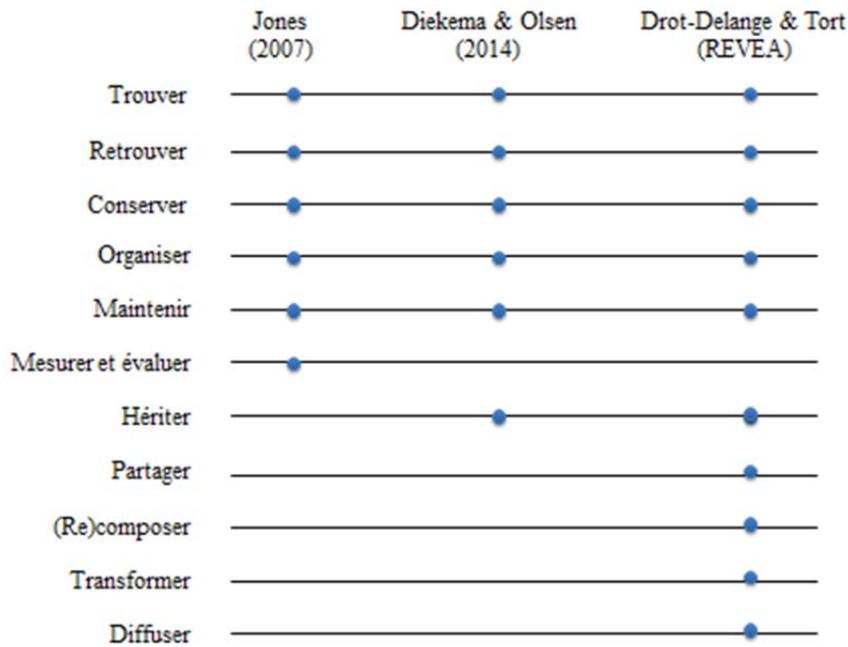


Figure 19 GIP et activités des enseignants (Source : Drot-Delange, non publiée).

4. Premiers résultats exploratoires dans le cas du projet REVEA

J'ai adapté la grille d'entretien proposée par Diekema et Olsen et proposé différentes méthodes de recueil des traces d'activité à chacun des cinq enseignants associés au projet REVEA dans l'académie de Clermont-Ferrand. Isabelle⁶², François et Christophe enseignent les mathématiques et l'ISN, chacun dans un lycée différent. Jean enseigne l'allemand en collège. Sophie enseigne la physique-chimie en anglais, dans le même collège que Jean.

Les observations menées rejoignent les constats mentionnés dans l'étude de Diekema et Olsen, mais aussi des résultats plus anciens des travaux concernant la gestion de l'information personnelle. Je mentionne ici les points les plus saillants ou qui diffèrent de ceux faits par Diekema et Olsen.

4.1 Trouver

Lors des entretiens, les enseignants déclarent qu'Internet est le « lieu » où ils cherchent d'abord leurs ressources, avec comme porte d'entrée le moteur de recherche Google. Questionnés sur leurs usages des sites académiques, Isabelle précise qu'elle ne les consulte

⁶²Les prénoms ont été modifiés, pas le genre.

que lorsque la page sort dans les résultats de Google. Christophe n'a pas de sites de prédilection, il cherche « un peu partout ».

La fiabilité des ressources trouvées est évoquée par Isabelle, notamment lorsqu'elle doit préparer des cours sur des notions du programme qu'elle ne maîtrise pas. Une grande part de son temps de préparation est consacrée dans ce cas à la confrontation des sources pour consolider ses propres connaissances, soit par croisement des informations sur Internet, soit par la discussion avec un collègue de son établissement, soit par des recherches dans des ouvrages universitaires ou bien encore en comparant avec les ressources mises en ligne sur le site du ministère.

Le temps à passer pour s'approprier une ressource « toute faite » ou proposée comme exemple est considéré par les enseignants comme long. Et ce d'autant plus que la ressource trouvée ne convient pas nécessairement au contexte de l'enseignant, de sa classe, de ses élèves, de ses propres connaissances ou méthodes. De même, les ressources mises en ligne par le ministère en accompagnement des programmes dans le cas de l'enseignement de spécialité Informatique et Sciences du Numérique ont une double vocation : donner des exemples d'activités mais aussi contribuer à la formation des enseignants en fournissant beaucoup de ressources annexes, qui se traduisent par de nombreux liens hypertextes, proposant autant de pistes à suivre. Ces derniers rendent d'autant plus complexe la vision globale de la ressource. Cela réduit d'autant l'utilité perçue par les enseignants des ressources estampillées par le ministère.

4.2 Partager

Lors de la mise en place de cet enseignement d'ISN, un partenariat entre plusieurs acteurs (le Centre National de Documentation Pédagogique — CNDP —, l'INRIA, et P@scaline) a permis la création d'un espace collaboratif documentaire⁶³. Puis d'autres associations se sont agrégées à cette initiative comme la Société informatique de France (SIF)⁶⁴, fuscia⁶⁵, les associations Enseignement Public et Informatique (EPI)⁶⁶ et ePrep⁶⁷. Le site du Silo! offre des ressources, nommées « grains », ayant pour objet de proposer une vision d'ensemble de l'informatique. C'est aussi un espace d'échanges via les forums et de partage, les enseignants

⁶³Science Informatique au lycée : oui ! (Silo!) : <http://science-info-lycee.fr/>

⁶⁴<http://www.societe-informatique-de-france.fr/>

⁶⁵Partenariat entre INRIA et les Universités Numériques : <https://fuscia.info/>

⁶⁶<http://www.epi.asso.fr/>

⁶⁷<http://www.eprep.org/>

étant invités à y déposer leur propre production. Le Silo! est connu par nos interlocuteurs. Certains, tel François, l'apprécient, même si ce n'est pas son unique source :

« Je cherche dans Google, mais il y a aussi le site Silo!, sur lequel il y a déjà un travail de regroupement qui est bien ... mais je fais les deux, je me contente pas de ce qu'il y a sur Silo! » (François, juin 2014)

Cette opinion n'est pas partagée par Isabelle, qui déclare ne pas trouver ce qu'elle cherche :

« Le silo!, moi j'y vais jamais, j'y suis allée un petit peu au début, mais j'arrive pas à trouver ce que je veux. À chaque fois c'est peut être moi qui cherche mal mais à chaque fois que je tape une recherche ça me sort des trucs totalement à côté de ce que je veux, tu as un mal fou à trier, t'en a trois fois trop. » (Isabelle, juin 2014)

4.3 Conserver et organiser

L'étude de Diekema et Olsen montre une assez grande diversité dans les logiciels utilisés par les enseignants pour gérer leurs informations. Les enseignants que j'observe utilisent principalement les marque-pages des navigateurs, même si ceux-ci ne sont pas ensuite systématiquement consultés lors de la préparation des cours les années suivantes.

Les ressources en ISN sont principalement des ressources numériques, du fait de la rareté de la documentation papier (rappelons qu'au moment des entretiens, un seul manuel était publié). François explique qu'il ne procède pas de la même manière en ISN et en mathématiques. En mathématiques, il utilise beaucoup de livres et stocke les adresses des sites intéressants pour lui dans des marques pages, ce qu'il ne fait pas pour ISN. Sophie, en physique-chimie en anglais, constate qu'elle a stocké beaucoup de choses dans ses signets, mais que tous n'ont pas servis. Elle s'interroge sur sa propre pratique qui consiste à chercher d'abord sur Internet des ressources nouvelles plutôt que d'exploiter les ressources qu'elle a repérées dans le passé via ses marques-pages.

Finalement, une surcharge d'information peut être générée par sa propre pratique de stockage, le fait de ne pas être en mesure de décider dans l'instant si la ressource est incontournable, sera réellement utile et utilisable. Ceci amène donc, dans le doute, à la stocker sous une forme ou une autre. Il semble que les marque-pages sont davantage utilisés lorsque l'enseignant débute un enseignement nouveau pour lui, mais moins par la suite. C'est le cas pour les enseignants d'ISN et de physique-chimie en anglais, avec qui je travaille sur le projet.

Les marques-pages sont utilisés comme des aides mémoires. Le classement chronologique par défaut proposé par le navigateur montre ses limites pour retrouver l'information lorsque le nombre de références augmente. Des stratégies sont mises en place par certains enseignants pour contourner ce fonctionnement. Ainsi, Sophie crée un premier repérage en préfixant l'intitulé du marque-page par le niveau de la classe pour lequel elle pense utiliser le site référencé.

Les marques-pages des navigateurs sont donc pour certains enseignants des éléments importants de leur documentation personnelle, ils sont la trace de leur activité de recherche sur Internet. Leur structuration n'est pas sans poser problème, leur abondance aussi. De plus, il semble que parmi les 5 enseignants, peu aient le réflexe de commencer par regarder leurs propres marque-pages avant de commencer la préparation de leur cours l'année suivante.

4.4 Maintenir

Si les enseignants consultés par Diekema et Olsen déclarent annoter au fur et à mesure de l'année leurs documents pour les reprendre ultérieurement, quatre des cinq enseignants suivis dans REVEA ne procèdent pas de cette façon. Ils déclarent tous, à une exception donc, compter sur leur mémoire et ne retravaillent leurs cours qu'à des moments bien spécifiques : au début de la coupure de l'été et avant la rentrée. Certains évoquent également qu'ils font leur ménage de « printemps » en supprimant les ressources qu'ils n'ont pas utilisées et qu'ils n'utiliseront pas.

4.5 (Re)composer

Le fait de (re)composer de manière assez systématique les ressources amène une préférence, chez les enseignants observés, pour les ressources numériques, surtout pour des enseignements disposant de peu de ressources papiers, tels que les manuels.

Une des enseignants nous explique qu'il faut qu'elle puisse retravailler le texte du document trouvé, selon ses besoins, le simplifier par exemple ou modifier une image, sans avoir à le retaper. Cela renvoie à la dimension que nous avons proposé d'ajouter au modèle de la GIP à savoir la recomposition. Un document, comme une image par exemple, pour être didactisé, nécessite de pouvoir être retouché et d'employer des logiciels adéquats. Ce travail sur la ressource est souvent coûteux en temps passé dans les différentes manipulations nécessaires (acquisition numérique d'une image via un scanner, etc.), temps parfois augmenté par les

surprises qui ne manquent pas d'advenir dans cette chaîne de manipulations par l'enseignant (format de fichier, etc.), dont il ne maîtrise pas toujours techniquement la totalité des étapes.

Pour les disciplines qui ont un large éventail de choix dans les manuels, Sophie explique que l'on ne peut pas se contenter d'un seul, le choix relevant davantage du compromis que de l'adéquation parfaite. L'extrait suivant montre à quel point l'appropriation, l'adaptation, la personnalisation d'un document est partie intégrante de l'activité professionnelle :

« Après en ce qui concerne les exercices on les trouve pas mal dans les autres livres mais je les retravaille aussi pour les adapter probablement au cours que j'ai fait **moi** parce que je n'ai jamais pris un cours dans un livre, en général j'ai fait **ma** progression à **moi** donc les chapitres des livres ne correspondent jamais à ce que j'ai fait **moi** exactement donc je suis obligée après quand je trouve un exercice ailleurs ou quand je trouve un document ailleurs de, bah d'enlever ce que je n'ai pas encore traité **moi** pour pouvoir l'adapter à la... à la progression que j'ai faite **moi**. »⁶⁸ (Sophie, décembre 2014, PC anglais).

4.6 Discussion

De ces quelques extraits, on retrouve des thèmes de la littérature concernant l'activité enseignante de préparation des cours, même si ce sujet de recherche n'est pas encore très étudié. La revue de littérature menée par Horsley (2012) montre le temps considérable passé par les enseignants à chercher, localiser les ressources dont ils ont besoin et ensuite à les mettre en page pour les diffuser à leurs élèves. Les travaux de Hopkins (2010) soulignent le temps passé par ces enseignants à personnaliser et adapter les ressources pour leurs enseignements et leurs élèves. Cette personnalisation des matériaux d'apprentissage est selon les auteurs influencée par différents facteurs parmi lesquels je retrouve chez les enseignants observés : l'expérience individuelle des enseignants, les connaissances dans les différents domaines de la matière, la disponibilité et le caractère actuel des manuels. Les discussions informelles avec les collègues sont la première source d'information concernant l'enseignement et l'apprentissage, selon l'enquête menée en 2002-2003 par Williams et Coles (2007) auprès de 312 enseignants du Royaume-Uni. Il semble que, dans le cas qui nous occupe, cela dépende si des collègues dans l'établissement enseignent la même chose ou pas, autrement dit la proximité est importante.

⁶⁸Souligné par le chercheur.

On retrouverait alors une des motivations des enseignants à s'abonner aux listes de diffusion de leur discipline mises en évidence dans notre travail de thèse à savoir l'isolement. Mais dans notre cas, aucun des trois enseignants d'ISN ne mentionne être abonné à une liste concernant cet enseignement, même s'ils sont abonnés à des listes concernant les mathématiques. L'enseignante de physique-chimie n'est pas non plus abonnée à ce genre de liste.

À part les possibilités d'échange sur le Silo!, il n'existait pas en juin 2014 de listes de diffusion spécifique à ISN. Une étude plus récente de Shipman, Bannon et Nunes-Bufford (2015) a montré que la recherche d'information pour la pratique professionnelle était principalement effectuée via le Web : 56% des 318 répondants consultent le Web tous les jours, contre 32,4% un collègue de son propre département.

5. Propositions méthodologiques

Mon apport au projet REVEA est de mieux comprendre le travail de l'enseignant en prise avec son environnement numérique, de saisir les opérations effectuées par lui, les affordances, c'est-à-dire dans le contexte, ce que l'enseignant perçoit et utilise dans l'environnement, les propriétés qu'il repère et qui orientent ses opérations. Cela passe par des propositions de méthodes de recueil de données particulièrement adaptées aux ressources numériques. Il s'agit alors d'explorer ces méthodes avec les enseignants volontaires que j'accompagne. Cette question des méthodes pour collecter des données issues de l'activité avec des outils numériques, notamment en ligne, est une question sur laquelle j'ai travaillé durant ma thèse, que j'utilise régulièrement dans mes travaux de recherche et que je souhaite approfondir. En effet, de nombreuses évolutions techniques ont vu le jour depuis les années 2000, rendant plus « faciles » les collectes de données, notamment celles produites en ligne. Ce développement s'accompagne d'interrogation d'ordre éthique, sur les limites de telles méthodes dans l'interprétation des résultats obtenus, etc.⁶⁹.

Après avoir rappelé quelles sont les méthodes traditionnellement mobilisées par les recherches dans le domaine de la GIP, je présenterai les deux que j'ai pu mettre en œuvre : la capture de l'arborescence des fichiers et la capture vidéo de l'écran de l'enseignant.

Boardman et Sasse (2004) constatent que les recherches dans le domaine de la GIP prennent la forme d'études empiriques, souvent limitées à un contexte (le lieu de travail par exemple)

⁶⁹Pour un panorama des méthodes et des questionnements, voir par exemple Barats (2013)

et à un outil. Naumer et Fisher (2007) suggèrent de multiplier les méthodes, notamment qualitatives, pour avoir une chance de saisir les comportements en matière de GIP – observations d’individus ou de groupes enregistrées par caméra ; entretiens ; journaux (retracant les activités, les pensées, les sentiments) – complétés par des photographies ou des vidéos réalisées par la personne elle-même ; enquêtes ; protocoles à voix haute pendant l’exécution de tâches ; focus group ; analyses de texte des documents personnels (*emails*, journaux, liste à faire, logs) ; études de cas.

Si l’on souhaite comprendre l’activité de gestion des ressources numériques par les enseignants et se doter d’outils permettant d’en mesurer les évolutions, il est nécessaire d’articuler différentes sources d’information, avec des formats hétérogènes, de manière à pouvoir les « trianguler » :

- des entretiens donneront des déclarations basées sur la mémoire (sans support de traces, qui peuvent prendre la forme d’entretiens d’explicitation, (Cahour, 2006) ;
- des entretiens au cours de l’activité qui pourront apporter des explications de ce que fait la personne ;
- des traces de l’activité qui donneront un recueil *a posteriori*.

Le chercheur ou la personne elle-même peut aussi produire des artefacts rendant visible l’activité. Ces traces peuvent servir de support soit pour se rappeler l’activité passée et la décrire, soit pour la réélaborer (Cahour et Licoppe, 2010). Les traces peuvent être recueillies au cours de l’activité ou après l’activité. Les entretiens en cours d’activité peuvent ainsi être documentés par des notes d’observations, des éventuelles copies d’écran ou des photographies, des éventuels schémas. Le chercheur peut aussi demander à la personne de tenir un carnet de bord ou un journal, dans lequel elle inscrit au fur et à mesure ce qu’elle a fait et pourquoi elle l’a fait. On peut imaginer que ces journaux soient aussi illustrés de photographies ou captures d’écran.

D’autres formes de traces sont celles produites « automatiquement » dans le cas des ressources numériques : l’historique du navigateur, l’enregistrement de la structure et du cycle de vie de ces fichiers (avant/après la création d’une séquence) avec des logiciels tels EXTRACT (Gonçalves, 2011; Gonçalves et Jorge, 2003), les différentes versions d’un document constituent aussi des traces concernant la composition, avec les choix, les renoncements, etc.

La limite de ces traces, c’est qu’elles ne concernent qu’un seul outil (le navigateur, le système de fichiers, etc.). Une autre possibilité est de capter intégralement l’activité à l’écran. Cette

captation peut être déclenchée par la personne au moment où elle le souhaite et arrêtée de même, à l'aide de logiciels tels que Camtasia ou Camstudio. Il ne nécessite pas d'être installé sur le poste de la personne, mais peut être rendu disponible sur une clé USB. Il n'en reste pas moins que seule l'activité à l'écran est enregistrée. Elle peut s'accompagner d'un protocole où l'enseignant exprime à voix haute ce qu'il est en train de faire ou de penser.

5.1 L'arborescence des fichiers et organisation des signets

5.1.1 Collecte des données

Lors des entretiens, j'ai demandé aux enseignants de bien vouloir créer une image de l'arborescence de leurs fichiers concernant leur activité professionnelle ainsi que de leurs marque-pages. J'obtiens ainsi un fichier image de l'arborescence et des marque-pages. Compte tenu de la plus grande expérience des enseignants d'ISN, je leur ai demandé de bien vouloir tester la capture de leur arborescence à l'aide de logiciel Freeplane⁷⁰. Ce logiciel de création de carte heuristique n'est pas prévu *a priori* pour cela, mais on trouve dans les menus la possibilité de faire une carte à partir d'un dossier choisi par l'utilisateur. Il s'agit de proposer une visualisation différente de celui du système d'exploitation pour naviguer dans ses propres dossiers et fichiers. Le premier intérêt de ce logiciel, selon moi, pour cette tâche, est que le fichier obtenu peut être exportable dans un grand nombre de formats (tableur, XML, wiki, texte, images, etc.) et peut ainsi être retraité à des fins statistiques ou de représentation visuelle. Le deuxième intérêt est que toute l'arborescence est parcourue et représentée à partir du dossier choisi par l'utilisateur en une seule manipulation. Le troisième intérêt est, pour le chercheur, de pouvoir « déplier » ou « replier » telle ou telle branche et donc focaliser l'attention sur telle partie de l'arborescence. Munie de ces images, j'ai mené un entretien d'explicitation de ces arborescences.

5.1.2 Les principaux résultats

5.1.2.1 Les schémas d'organisation

Si on retrouve quelques invariants liées à l'activité commune des enseignants, les schémas d'organisation diffèrent d'un enseignant à l'autre. J'en donnerai quelques exemples par la suite.

Ainsi, le schéma d'organisation d'Isabelle est construit sur les multiples facettes de son activité professionnelle. On peut retrouver les différents rôles qu'elle est amenée à

⁷⁰<http://www.freeplane.org/>

tenir : enseignante en lycée, en classe préparatoire, en IUT, formatrice, auteur d'un manuel en mathématiques, formée (elle a suivi des formations). Elle structure aussi son espace en fonction des lieux dans lesquels elle intervient, des matières enseignées, des niveaux de classe. Elle a enfin des dossiers que je qualifierai de « bac à sable », où elle teste des activités, des programmes informatiques, etc. Certains dossiers sont supposés être éphémères, mais restent stockés plus longtemps qu'imaginé... Le dossier « Cours en ISN » est structuré en chapitre de cours. Cela s'impose à elle, car elle crée son propre manuel en Latex, qu'elle diffuse aux élèves sous forme de photocopies reliées. À côté, on trouve des dossiers liés à sa fonction de formatrice, les productions des élèves, des dossiers de type « bac à sable » tels que « simulateurs » ou « interface graphique ».

« Interface graphique, ça c'était des essais, c'est surtout des images en fait c'est des essais que j'avais faits pour essayer de réfléchir. » (Isabelle, juin 2015)

Les documents ne sont pas toujours classés. Isabelle cite plusieurs causes : des documents qui sont produits pour des activités ponctuelles (rapport, etc.), des documents qu'elle avait prévu d'exploiter et que faute de temps elle a laissés en jachère, des références :

« Parce que ça c'est mes références euh... tu vois? Il me les faut tout de suite sous la main quand je cherche quoi » (Isabelle, ISN, juin 2015).

L'organisation amène parfois à avoir des doublons ou à classer un même document à plusieurs endroits. Isabelle précise le pourquoi :

« (des doublons) sur des choses où, parce qu'en fait quand je suis en classe en temps réel quoi il est beaucoup plus facile de chercher dans le chapitre que je suis en train de faire. Ça m'arrive d'avoir au besoin une question et de me dire tiens au fait ça serait peut-être bien qu'on leur vidéoprojette ça mais ça prend du temps du coup si tu l'as pas anticipé. Là l'avantage c'est que c'est anticipé. » (Isabelle, ISN, juin 2015)

Si on prend l'arborescence de François, on constate une approche assez différente. Trois grands ensembles constituent son schéma d'organisation : les recherches, effectuées ou à faire, des idées et des pistes à creuser, qui peuvent concerner la pédagogie ou les matières enseignées par exemple ; l'année en cours ; les années antérieures sont archivées. Pour Christophe, les principes structurants sont les matières, le cahier de texte et les activités diverses (telles que la Fête de la science).

Jean exerce sur deux établissements, son dossier de l'année en cours est structuré en deux sous-dossiers, un pour chaque établissement. Christophe navigue entre plusieurs schémas

d'organisation entre l'ordinateur portable qu'il emmène au lycée, l'ordinateur fixe qui est chez lui et l'ENT. Malgré tout, le schéma d'organisation qu'il conserve sur les deux postes est celui de l'organisation en séance : les jeudis, les lundis par exemple. Son schéma d'organisation n'est pas tant structuré par les contenus que par les séances pédagogiques. Une catégorie de classement qu'on ne retrouve pas ou peu chez les autres enseignants est la gestion du suivi des groupes d'élèves. En effet, dans les cours en ISN par exemple les élèves travaillent en binôme. Les travaux sont à rendre par groupe. Christophe suit l'avancement des élèves dans un dossier Travail, avec un dossier par binôme, où il consigne le travail fait par les élèves au cours de la séance.

5.1.2.2 Le nommage des fichiers et des dossiers

La principale règle de nommage commune à trois enseignants est d'utiliser le nom du fichier pour indiquer sa place chronologique dans la progression pédagogique. Par exemple François nomme ses fichiers 06-Dérivation, 07-Echantillonnage, etc. Sophie utilise une nomenclature pour repérer plus facilement le thème auquel se rapportent ses fichiers. Les noms de ses fichiers débutent par exemple par C pour chimie, E pour électricité, P pour Physique, M pour mécanique. Ensuite un numéro d'ordre indique la place chronologique dans la progression pédagogique. Ce besoin de structurer s'explique aussi par le besoin qu'elle a d'accéder aux sites en classe, avec les élèves. Il faut donc qu'elle retrouve rapidement le marque-page pour la classe donnée.

5.1.2.3 Archivage et versions des fichiers

Isabelle n'évoque pas l'archivage de son travail. Les arborescences transmises laissent en effet penser qu'elle « n'archive » pas, au sens classique du terme. A l'inverse, on a vu que François consacrait beaucoup de place à l'archivage, à chaque fin d'année scolaire, le dossier en cours glisse dans le dossier archives. Il utilise le nom du fichier pour savoir quelle est la version utilisée du fichier. Par exemple, s'il modifie un fichier l'année scolaire 2014-2015 alors le nom de commencera par 15 en référence à l'année. Si un fichier n'est pas modifié l'année n, alors il garde le préfixe n même s'il est utilisé en n+1. Le dossier « cours » ne contient que les productions de l'enseignant. On retrouve aussi cette organisation chez Jean, qui a tout conservé sur sa machine depuis le début de sa carrière (« *j'ai toute ma vie professionnelle dans mon ordinateur* » déclare-t-il lors d'un entretien).

« J'ouvre mes documents et j'ai ça, année 2014-2015, une fois que j'ai fini une année je la mets dans années précédentes. Donc il m'arrive d'aller piocher dans les années précédentes » (Jean, allemand, décembre 2014)

Sophie archive ses fichiers par nature (cours, images, vidéos).

5.1.2.4 Collection de référence et collection de projet

La notion de collections de référence et de projet fait particulièrement écho aux pratiques de Sophie d'une part et de Christophe d'autre part. En effet, Sophie alimente régulièrement un dossier images. Elle accède aux images non pas par les noms de fichiers mais en visualisant les images (voir Figure 20) :

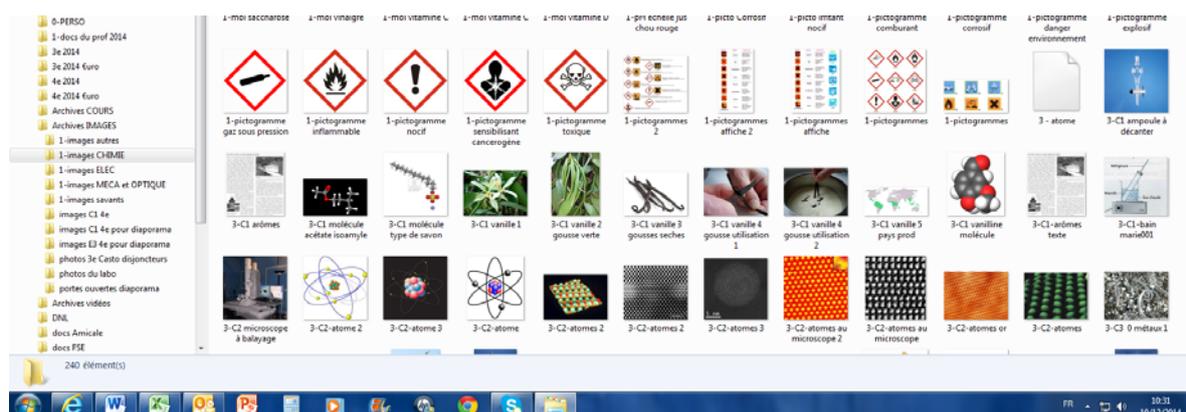


Figure 20 Collection de référence de Sophie (juin 2015)

On a vu précédemment comment Christophe gérait les projets des élèves. Mais en général, les enseignants observés ont bien des collections de type projets : l'année en cours par exemple.

5.1.3 Conclusion provisoire

Les schémas d'organisation semblent plus complexes que ceux repérés par Diekema et Olsen. En effet, l'enseignant ne structure pas seulement son espace en fonction des cours et des manuels, mais aussi en tenant compte de l'ensemble de ses activités professionnelles, qui sont de plusieurs natures, pouvant s'exercer dans différents lieux et pour différents publics. On retrouve cependant sur ces quelques cas des constats bien établis dans la littérature (recherche par localisation, documents de référence stockés à la racine, etc.). Mais on entre-aperçoit aussi les difficultés posées par la fragmentation des espaces : si le disque dur de l'ordinateur personnel de l'enseignant est la clé de voûte, d'autres espaces sont à prendre en compte et percutent cette organisation : ENT (peu utilisé pour stocker ou diffuser des documents vers les élèves), mais surtout ordinateur portable qui assure la navette entre l'établissement et le domicile. Les difficultés surgissent lorsque les deux ordinateurs ne sont pas synchronisés via des systèmes tels que OneDrive ou Dropbox (cités et utilisés par les trois enseignants d'ISN). La gestion des marque-pages semble elle aussi problématique : outil de l'instantanéité, les

signets ne sont pas toujours exploités par la suite. Est-ce parce qu'il n'y a pas de documentation de ces signets, seul le nom étant stocké, parfois légèrement modifié pour permettre de le retrouver plus rapidement ?

5.2 Saisir l'action au moment où elle se déroule ?

Des protocoles d'observation et d'enregistrement vidéo ont été mis au point dans le cadre de l'étude des genèses documentaires des enseignants de mathématiques par Trouche et Gueudet⁷¹. Mon approche n'étant pas liée à une didactique disciplinaire, j'ai souhaité pouvoir observer autrement les opérations effectuées par l'enseignant au quotidien lors d'une activité la plus proche de son activité ordinaire⁷². En effet, mon objet de recherche se situe davantage au niveau des opérations. Or observer l'activité de l'enseignant dans sa préparation de cours n'est pas des plus simples si l'on ne souhaite pas lui imposer un calendrier qui n'est pas le sien. C'est pourquoi j'ai retenu la méthode inspirée de Suchman (Theureau, 2004, p. 13) qui enregistre en vidéo les interactions et actions d'utilisateurs d'une photocopieuse dotée d'un système expert d'aide.

5.2.1 Collecte des données

La capture vidéo est une technique très utilisée par certaines sciences ou pratiques professionnelles de conception, telles que l'ergonomie ou la conception de l'expérience utilisateur, mais encore assez peu dans le domaine des sciences de l'éducation (Beach et Willows, 2014; Claro, 2008; Diaz, 2014; Geisler et Slattery, 2007; Seror, 2013). Aussi ai-je choisi de demander à des enseignants de bien vouloir utiliser un logiciel de capture d'écran, avec l'avantage que la présence du chercheur n'était pas requise. Seul Jean s'est montré intéressé et volontaire. François a argumenté qu'il préparait toujours ses cours en présence d'autres personnes (ses enfants, dans la salle des professeurs) et qu'il ne pourrait donc pas s'enregistrer à voix haute.

La consigne donnée à l'enseignant volontaire était la suivante :

⁷¹La méthode est présentée ici :

http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/recherche/approche_documentaire/methodologie

⁷²Il va de soi que l'enseignant ne peut oublier que ses actions et opérations sont enregistrées malgré tout. Il ne s'agit pas de penser que l'on va capturer l'activité « authentique », naturelle, mais nous considérons que nous nous en approchons dans une certaine mesure, sans tomber non plus dans « l'illusion de la transparence » (Theureau, 2004, p. 16)

« Quand vous avez besoin pour les séances retenues dans le cadre du projet de faire des recherches sur Internet (pour vous, vos élèves, etc.) : enregistrez la recherche avec Camstudio (jusqu'au résultat souhaité). De même, quand vous créez une nouvelle ressource ex nihilo ou à partir d'une autre, enregistrez ce que vous faites avec Camstudio ».

J'ai fourni une version portable de Camstudio à l'enseignant lui demandant de commenter à voix haute ce qu'il faisait en même temps que le logiciel enregistrerait son écran. Il s'agissait donc de combiner une méthode de captation de l'écran et un protocole à voix haute en même temps que la réalisation de la tâche, permettant ainsi de donner du sens aux actions vues à l'écran par le chercheur.

L'enseignant m'a transmis deux vidéos de 30 minutes environ. Il a choisi d'enregistrer deux séquences de recherche d'information qui avaient pour objectif de créer un exercice de grammaire. Je ne présente que l'une de ces vidéos, les deux étant assez semblables du point de vue qui nous intéresse. Les élèves devront à l'oral construire une phrase conjuguée au passé. L'enseignant a choisi de construire cet exercice à propos de la vie d'une personnalité sportive présentée dans le manuel. Il devait donc faire des recherches pour trouver les faits et les images sur cette personnalité.

J'ai repéré quatre étapes dans le déroulé de l'activité filmée par l'enseignant : énonciation du but, chercher, composer et stocker. J'ai extrait de la vidéo les passages qui me paraissaient significatifs en matière de gestion de l'information personnelle. J'ai ensuite produit une version courte de 6 minutes de cette vidéo. Je l'ai présentée à l'enseignant pour qu'il complète et commente son activité, mais aussi pour qu'il valide le découpage de la vidéo.

5.2.2 Les principaux résultats en termes d'actions et d'opérations

L'enseignant présente le motif de son activité : créer un exercice oral de grammaire (phrases factuelles sur la vie d'un sportif, lié aux documents présents dans le manuel). Cette activité se décline en actions. L'enseignant recherche des informations sur Internet à l'aide du moteur Qwant, qu'il utilise habituellement. Lorsqu'il ne trouve pas ce qu'il veut, il passe à Google.

5.2.2.1 *La formulation des requêtes et la langue de la recherche*

L'enseignant tape les mots-clés en allemand (`Biografie prénom_sportif nom_sportif`) et s'attend à trouver des résultats en allemand, mais ce n'est pas le cas. En effet, il ne suffit pas toujours de taper des mots dans une langue pour que le moteur affiche les résultats dans cette langue. Le moteur de recherche Qwant propose de circonscrire la région

de la recherche (les pays en fait). On accède à une liste de pays en cliquant sur le drapeau présent dans l'interface (rien n'indique qu'il s'agit d'un élément cliquable et encore moins sa fonction). Google propose la même fonctionnalité mais en allant dans les paramètres de la recherche. Il est aussi possible d'utiliser la syntaxe avancée ou la page de requête avancée. L'enseignant, ne trouvant pas de sites qui lui conviennent, va changer de moteur. Il choisit alors Google, et tape la même requête. Le moteur propose de corriger l'orthographe. L'enseignant n'obtient toujours pas de résultats en allemand, alors il ajoute à sa requête `.de`. Ne trouvant pas davantage de résultats, il tape `Karriere von prénom_sportif nom_sportif`. Il obtient alors des résultats en allemand et sélectionne le site « die Welt ».

5.2.2.2 *Composition de la ressource*

L'enseignant va ensuite composer sa ressource. Ayant trouvé un site avec des photos et des phrases qui illustrent la carrière sportive de cette personnalité, il décide au vu de ce document de la forme de la ressource finale : ce sera un diaporama, et non un texte comme imaginé au départ.

« Du coup j'ai la photo, je vais pouvoir faire ... pourquoi pas un PowerPoint ... heu ... je vais essayer un Powerpoint. » (Jean, protocole voix haute, février 2015)

Mais il n'a pas le temps de préparer ce document et s'organise pour pouvoir le faire plus tard :

« Par contre là tout de suite je vais pas le faire parce que j'ai pas le temps. Ce que je vais faire c'est que je vais enregistrer la photo, je vais noter en dessous la légende avec des phrases à moi » (Jean, protocole voix haute, février 2015)

Il choisit d'adapter les phrases aux niveaux de ses élèves et à l'objectif pédagogique qu'il s'est fixé, à savoir travailler un temps du passé : le parfait.

« Alors il me faut des verbes simples que les élèves comprennent et des verbes irréguliers parce qu'ils les ont déjà vus, donc ça me permettra de voir s'ils connaissent leur verbe irrégulier et puis des verbes réguliers. Voilà il faut des phrases des exemples partout le monde. Des élèves qui sont à l'aise en allemand et puis des élèves qui sont un peu plus faibles donc il y a des phrases plus simples et il y aura d'autres un petit plus compliquées » (Jean, protocole voix haute, février 2015)

Il passe à la réalisation de sa ressource, mais ce rend compte qu'il ne peut ni récupérer le texte ni les photos :

« Ça va pas marcher, l'image doit être protégée. C'est pas grave. (silence) Du coup j'irai chercher d'autres images sur Internet. (silence). Je vais être obligé de taper [le

texte], je peux même pas le copier/coller.... comment je vais faire. » (Jean, protocole voix haute, février 2015)

Il réfléchit à la stratégie à mettre en œuvre. Il décide finalement de créer les phrases à partir du site retenu et de les placer dans un document texte qu'il complétera avec des recherches d'images par la suite.

5.2.2.3 Stocker les ressources

Lorsqu'il aura composé le texte de son exercice, il va chercher les images. Peu importe à cette étape la véracité des liens entre texte et image, les images sont là pour illustrer les phrases :

« Je me casse jamais trop la tête, je vais dans Google images, et heu pff début de `carrière prénom_sportif nom_sportif` je tape ça je vais dans images et je copie tout ce que je peux » (Jean, protocole voix haute, février 2015)

Il crée un dossier temporaire pour stocker ces images dans l'attente de pouvoir réaliser le diaporama :

« C'est un dossier que je vais détruire juste après. [nomme le dossier `prénom_sportif nom_sportif`] et je copie l'image, et voilà. Je vais vérifier quelle est bonne. Oui, sur un PowerPoint ça suffit amplement. » (Jean, protocole voix haute, février 2015)

5.2.2.4 Bilan par l'enseignant à la fin de l'enregistrement

Au bout des 45 minutes (15 mn avant de déclencher l'enregistrement et 30 mn d'enregistrement), il estime qu'il a été plus rapide que d'habitude, car il n'a pas vérifié ses sources, le sujet n'étant pas essentiel et ne portant pas sur la véracité des dates de la carrière sportive d'un pilote automobile. Il précise qu'il a l'habitude de vérifier ses sources et de les confronter à des ouvrages lorsqu'il s'agit de l'histoire de l'Allemagne par exemple. Il estime que le travail en classe prendra 10 minutes avec les élèves. Il précise :

« On peut vite perdre du temps parce que ça c'est une exercice sur lequel je vais passer 10 mn... le temps de monter le PowerPoint, parce que ça va assez vite, je vais coller la photo, je mets la phrase et ensuite je vais mettre la réponse, heu ... ça va aller assez vite, mais je peux y passer une petite heure. » (Jean, protocole voix haute, février 2015).

5.2.2.5 Confrontation de l'extrait de la vidéo

Lors de l'entretien suivant, j'ai fait valider mon hypothèse qu'il avait changé la forme de la ressource qu'il voulait soumettre aux élèves, qu'il avait adapté en cours d'action sa production de la ressource. Il a en effet confirmé qu'au départ, quand il a commencé ses recherches, il souhaitait faire un texte. Lorsqu'il a vu le site *die Welt*, présenté sous forme de diaporama, une photo légendée à chaque événement, il s'est dit que cette forme serait plus attractive pour les élèves. Elle lui permettrait aussi de distribuer la parole entre les élèves et de focaliser leur attention via les photographies.

« J'ai vu la photo, y avait le petit texte en-dessous, je me suis dit bah si t'as mis juste une phrase, c'est parlant tu vois, t'as la photo, mais je pensais que j'allais avoir les photos, ça aurait pu aller vachement plus vite tu vois si j'avais pu copier la photo t'avais trois lignes moi j'en faisais une seule phrase, voilà c'est du copié collé ça va assez vite. Et puis euh en fait j'ai passé autant de temps que si j'avais tapé un texte.»
(Jean, juillet 2015)

Mais la tâche s'est trouvée compliquée du fait de l'impossibilité de récupérer les photographies concernées. La question du droit d'utiliser ou non les photographies ne s'est pas posée à l'enseignant. Une impossibilité technique l'a amené à penser qu'elles étaient protégées.

J'ai également interrogé l'enseignant sur ses recherches en langue allemande ou française. Il explique que si on cherche sur Internet en français sur une personnalité allemande, on aura plus de probabilités de trouver des anecdotes sur cette personnalité, alors qu'en cherchant en allemand, on trouvera davantage de faits sur l'activité réelle de la personne. Il exprime l'idée que c'est plus difficile pour lui de chercher en allemand sur des sujets qu'il ne connaît pas (en l'occurrence, il ne s'intéresse pas particulièrement à ce sportif, dont, rappelons-le, le choix a été dicté par le manuel scolaire qui présente plusieurs documents sur cette personnalité) :

« C'est plus dur pour moi de le chercher en allemand parce que je sais pas ce qu'il faut taper, surtout sur Internet. Je fais des phrases *Karriere* etc. j'arrive pas, y a pas... c'est pas réfléchi quoi. » (Jean, juillet 2015)

Mais dans tous les cas, il ne semble pas connaître les possibilités de recherche en langue offertes par les moteurs, bien que sa tentative d'ajouter le nom de domaine (.de) aurait pu constituer une piste.

5.2.3 Quels enseignements de ces observations ?

Par la vidéo, j'ai eu accès aux opérations effectuées par l'enseignant. J'ai pu constater qu'il s'est adapté aux circonstances dans lesquelles s'est déroulée son action. Elles l'ont amené à revoir son but, pour tenir compte des éléments trouvés, de leur format, de leur facilité à être copiés/collés. L'enregistrement des opérations a permis de saisir les difficultés rencontrées, qui n'auraient probablement pas été transcrites dans un protocole utilisant un journal de bord, sauf au prix de l'illusion rétrospective des récits d'action repérée par Theureau (2004, p. 16). En effet, la vidéo enregistre l'activité que l'enseignant veut bien donner à voir, mais elle enregistre tout, de manière linéaire, sans possibilité d'omission.

De plus, le fait de pouvoir voir l'écran en même temps que les actions commentées par l'enseignant en contexte permet de constater l'affordance de l'environnement numérique propre à l'enseignant (sa machine, ses logiciels, ses dossiers, etc.). Ainsi, on a pu constater que la question de la recherche sur le Web dans une langue étrangère dans un moteur de recherche n'était pas forcément une tâche simple. Le drapeau présent dans l'interface n'est pas suffisant pour être perçu, si l'on n'en connaît ni la fonctionnalité, ni l'utilité, comme une partie de la solution au problème. Cela révèle aussi une représentation du fonctionnement des moteurs de recherche : recherche plein texte qui devrait logiquement retourner des résultats dans la langue des mots tapés. C'est sans compter sur les centaines de variables dont tient compte Google par exemple pour afficher les résultats qui sont censés convenir le mieux aux utilisateurs.

Tout comme pour les élèves et étudiants, les questions de la représentation d'Internet de son fonctionnement, de la compréhension des signes passeurs, se posent aux enseignants, dans ce que nous avons nommé l'Internet professoral.

Synthèse et discussion de la partie 3

Dans cette partie, j'ai défini l'Internet professoral en écho à la bureautique professorale. L'Internet professoral désigne les usages par les enseignants d'Internet, hors de la classe et de la présence des élèves. C'est une activité ordinaire pour un très grand nombre d'entre eux comme le montrent les différentes enquêtes réalisées par le Ministère de l'Éducation Nationale : recherche d'informations, de documents, communications, échanges entre collègues, partages, etc. Les ressources y occupent une place primordiale. Leur format numérique autorise la (re)composition, la personnalisation, la transformation de ces ressources, toutes actions au cœur de l'activité enseignante.

Les pouvoirs publics et le secteur marchand ont développé des intermédiations, qui prennent la forme d'espaces documentaires dédiés à l'enseignement, qui valident et certifient la qualité pédagogique des ressources. J'ai suggéré qu'il s'agissait en fait de substituer à une intermédiation algorithmique, celle de Google par exemple, des espaces circonscrits de contenus.

Mais les dépôts de ressources n'ont que peu de succès auprès des enseignants dans leur forme actuelle, probablement par leur caractère peu utilisable. Cependant les enseignants que j'ai pu rencontrer émettent des avis divergents sur les mêmes services. On pourrait alors penser que ce n'est pas tant l'utilisabilité qui est en cause que l'adaptabilité des services aux besoins, aux manières de faire, de chercher, de valider les ressources de chacun ou bien à son niveau d'expertise, variable en fonction des domaines. La flexibilité potentielle de la ressource, en termes de modification, de stockage, de diffusion différée, etc. est probablement une autre piste de ce moindre usage.

J'ai étudié la manière dont les enseignants organisent l'ensemble des nombreuses informations auxquelles ils accèdent (volontairement ou par sérendipité), dont ils sont destinataires, ainsi que les outils qu'ils mettent en œuvre. Les traces observables de la gestion de l'information personnelle sont aussi les traces des produits de l'activité enseignante : production de cours, évaluation, formation, essais, documentation, etc. J'ai donc testé deux méthodes de recueil des données : capture des arborescences et capture vidéo de l'activité à l'écran accompagnée d'un protocole à voix haute.

La première méthode sert de base à des entretiens, qui permettent d'entrer dans l'activité par des éléments matériels et observables. Les enseignants sont alors à même de se « souvenir » de leur activité et donc de fournir une explicitation. Les arborescences sont aussi le reflet de

leur personnalité : confiance dans sa mémoire ou non par exemple, schéma d'organisation spécifique, besoin d'accumuler ou non les ressources, même en sachant qu'on n'aura ni le temps ni l'envie de les relire ou bien au contraire ne garder que le produit final, considéré comme sa production personnelle et originale, adaptée à sa manière d'enseigner et à ses élèves.

Le nommage des fichiers sert plusieurs fonctions – versions des documents, ordre dans la progression pédagogique, etc. – habituellement opérées par d'autres techniques telles que les métadonnées, le *versioning*, etc. Cela laisse penser que les outils classiques de la bureautique professorale ne sont que peu adaptés aux besoins des enseignants.

Une spécificité du métier est que l'enseignant peut avoir plusieurs rôles : formateur, auteur d'ouvrage ou de site Web, professeur principal, etc., qui se matérialisent dans l'arborescence de ces fichiers. Ceci n'a pas été souligné par Diekema et Olsen dans leur recherche. L'arborescence révèle ces fonctions.

De même l'activité peut se partager entre plusieurs établissements, l'arborescence en est aussi le témoin. Les enseignants peuvent recueillir les travaux d'élèves sous forme numérique. Parfois ces travaux sont conservés fort longtemps, sans nécessairement être exploités, à cause de leur intérêt éphémère, lié la classe à un moment donné, et pourrait-on dire en dépit de la loi informatique et libertés. Tout se passe comme si certains documents sédimentaient dans la machine de l'enseignant, dans l'optique d'une utilisation toujours possible à l'avenir, jusqu'à ce qu'un problème, tel un espace insuffisant sur le disque dur, amène à revoir cette absence de « désherbage » et ne conduise à se délester de quelques-uns de ces documents anciens.

La seconde méthode testée de capture vidéo de l'activité à l'écran accompagnée d'un protocole à voix haute permet d'observer plus finement le niveau des opérations effectuées par l'enseignant dans cet univers de l'Internet et de la bureautique professoraux. Étant donné le peu de cas recueillis, il convient de discuter davantage la méthode que les résultats. Elle est moins facilement acceptée par les enseignants que la méthode précédente. Plusieurs objections ont été faites par eux. Pour François, c'est la présence permanente de personnes autour de lui (enfants, collègues, etc.) qui l'empêcherait de pouvoir s'enregistrer. Pour Christophe, qui dit avoir essayé, cela ne correspond pas à sa méthode de travail, qui relève beaucoup de l'improvisation en classe et peu de recherches très importantes sur Internet. On peut aussi envisager que la manière dont le chercheur a présenté la méthode a joué en sa défaveur.

Pour illustrer ce qui était attendu ou en quoi consistait la méthode, j'ai diffusé la vidéo extraite de celle réalisée par Jean aux enseignants. Cet extrait, conditionné par le regard du chercheur, concentre l'attention (involontairement) sur les difficultés qu'il a rencontrées. Cela a peut-être, au contraire de l'objectif visé, eu un effet dissuasif sur les autres enseignants. La vidéo obtenue est pourtant très riche concernant les opérations faites, les justifications et explications données par l'enseignant.

Le développement depuis une vingtaine d'années de l'Internet professoral est indéniable. Dans sa dimension « offre de ressources », il est pris en charge peu ou prou par les institutions (état, collectivités territoriales) avec une sélection de ressources et une proposition (voire une imposition) d'environnements numériques. Il semble dans cette dimension moins utilisé eu égard aux investissements consentis, et supplanté par des solutions alternatives du marché (par exemple stockage ou partage de données autres que par des outils mis à disposition tels que le réseau local ou les ENT). Toutefois, cela ne semble pas exprimer nécessairement une stratégie concernant la responsabilité de ces données personnelles. La question qui reste en suspens est celle des facteurs expliquant cet état de fait.

La dimension « offre de ressources » de l'Internet professoral s'accompagne de la dimension gestion et organisation des ressources, plus particulièrement lorsque celles-ci passent de l'espace public ou collectif à l'espace personnel de l'enseignant. Je me suis appuyée pour cela sur les travaux menés dans le cadre de la gestion de l'information personnelle (GIP). J'ai mis en œuvre des méthodes de recueil de données concernant les opérations nécessaires à la réalisation des actions telles que (re)trouver l'information, la conserver, la modifier, etc. J'ai ainsi pu montrer de manière exploratoire (les observations ne portant que sur un nombre très restreint d'enseignants) que ce versant de l'Internet professoral était peu instrumenté par les enseignants (qui sollicitent souvent leur mémoire dans ces différentes opérations). De même, peu d'artefacts numériques sont sollicités dans cette activité de gestion et d'organisation de l'information : marque-pages, courriers électroniques, gestion des arborescences du système d'exploitation. Finalement, l'Internet professoral est composé principalement de briques logicielles et matérielles grand public, sans véritablement d'artefacts dédiés à l'activité enseignante.

Synthèse générale et perspectives de recherche

Le fil directeur de mes travaux de recherche est celui d'Internet en éducation, décliné selon deux thématiques. La première thématique est celle de la place d'Internet dans les programmes d'enseignement (sociologie du curriculum), des objets de savoirs informatiques qui lui sont associés et des représentations qu'en ont les élèves et étudiants (didactique d'Internet et de l'informatique). La seconde thématique concerne un autre versant d'Internet en éducation, en tant qu'espace de ressources pour les enseignants (politiques éducatives) et la manière dont ceux-ci gèrent leurs informations personnelles (activité de l'enseignant).

La figure ci-dessous représente, du centre vers l'extérieur de la figure, mon objet de recherche, les deux thèmes développés dans ce mémoire de synthèse, les champs théoriques dans lesquels ils s'inscrivent et les concepts mobilisés pour chacun.

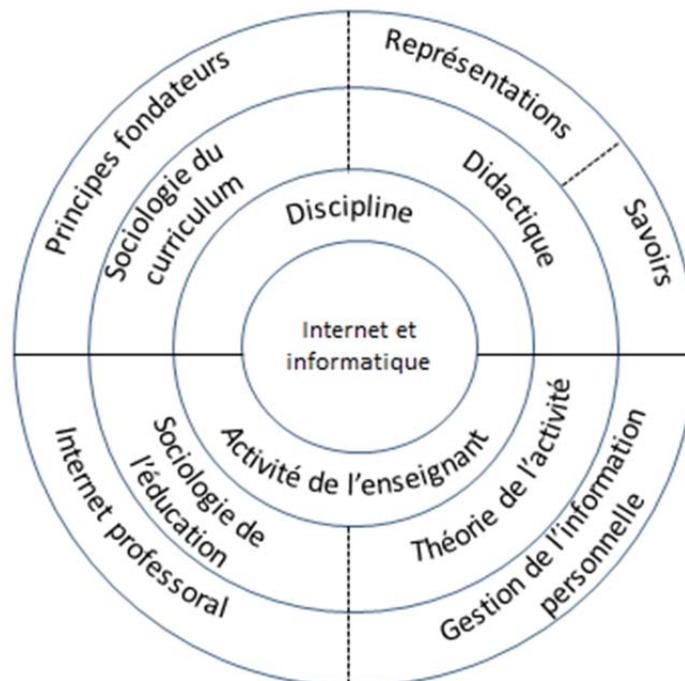


Figure 21 Synthèse du questionnement de recherche

Ce mémoire de synthèse ouvre sur des problématiques vives, constitutives d'un programme de recherche en sciences de l'éducation, qui est décliné ci-après.

1. Enseignement d'Internet et de l'informatique

Se poser la question des savoirs concernant Internet, c'est se poser la question de quoi enseigner, comment l'enseigner, à qui et quand ? Les deux premières questions renvoient à la didactique d'Internet, qui emprunte à la didactique de l'informatique, les deux suivantes à une réflexion en termes de curriculum.

1.1 Didactique d'Internet et de l'informatique

1.1.1 Synthèse

Le titre de ce mémoire de synthèse « Internet en éducation : objets de savoirs » peut se lire tout autant comme une interrogation que comme une affirmation. Quels sont les savoirs informatiques concernant Internet ? Cette question peut se poser à la lecture des différents programmes d'enseignements du primaire et du secondaire en France. Principalement envisagé comme média, peu de savoirs de nature informatique seraient nécessaires à l'utilisateur que sont l'élève, l'étudiant ou l'enseignant, désormais familiers des technologies informatisées. Les pratiques permettraient de développer ces savoirs du quotidien, contribuant à l'élaboration des représentations, conditions et résultats de l'action.

1.1.2 Problématiques de recherche

En filigrane de mes travaux, se trouve l'idée d'une informatique pour tous ou de l'informatique des utilisateurs. Cette informatique ne fait pas l'objet d'une définition conceptuelle, voire consensuelle, son sens étant supposé assez intuitif. En préciser les contours est une des pistes de recherche à explorer et qui viserait à définir ce que l'on a coutume de nommer des invariants. En première approche, on peut considérer qu'il s'agit des savoirs informatiques nécessaires à tout utilisateur de technologies informatisées, mais cette définition n'est pas opératoire en elle-même. Affirmer qu'il n'y a pas opposition entre informatique de l'utilisateur et la science informatique est une chose, élaborer ces points de contacts pour ensuite être à même de faire des propositions de curricula en est une autre.

La question était déjà posée dès les années 1970. Mais on est en droit de se demander si le périmètre de ces savoirs n'a pas considérablement évolué. D'une part, de nouvelles questions sociétales se greffent au développement sans précédent de l'informatique connectée : neutralité des réseaux, responsabilité de l'analyse des données, questions juridiques, identité

numérique, etc. D'autre part, l'informatique sociale et pervasive renouvelle la question d'un enseignement de la pensée informatique aujourd'hui. Si Papert avait imaginé un micro-monde permettant à des jeunes enfants de développer une réflexivité sur leur propre manière de réfléchir, le développement des objets connectés ou du Web des données dans le quotidien pourraient constituer autant de sources à exploiter, de bases de problèmes à résoudre, des questions sociétales à soulever.

L'apprentissage de cette informatique pourrait se faire « en contexte », ancrée dans l'environnement des apprenants, susceptible, bien que cela soit discuté, d'être source de motivation pour cette science. Certains le perçoivent aussi comme moyen d'amener à l'informatique des populations qui s'en écartent habituellement, les filles par exemple.

Bruillard propose trois visions de l'informatique, n'excluant pas d'autres approches. L'innovation dans cette tripartition est d'introduire l'humain comme partie prenante, consciente ou non, des processus informatiques, que ce soit lorsque les processus attendent une action de la part de l'utilisateur ou lorsque les processus traitent et agrègent les actions d'un ensemble d'utilisateurs. Or c'est là un des enjeux de l'enseignement de l'Internet dans sa dimension informatique : comprendre la manière dont les systèmes recueillent les informations, les agrègent, les injectent dans leurs propres produits ou résultats dans une boucle de rétroaction permanente. Processus d'autant moins accessibles qu'ils reposent sur une double transparence (en fait une opacité) : celles des calculs et celles des interfaces.

Il s'agirait donc de réfléchir à des expérimentations et à des méthodes à mettre en œuvre pour tester des activités pédagogiques construites avec ces objets connectés, que l'on pourrait comparer à d'autres situations d'apprentissages des mêmes concepts informatiques. Il s'agirait aussi de développer une didactique d'Internet, qui commence tout juste à émerger.

Une dimension que j'explore est celle des représentations des élèves et étudiants tant sur Internet, que le Web et les moteurs de recherche. Nous avons souligné l'intérêt de procéder par des tâches de dessin, qui permettent de pallier l'absence de mots pour désigner les objets. Mais la limite de cette méthode est qu'elle ne permet pas d'approcher les conceptions, autrement dit, les modèles explicatifs que les personnes se donnent à elles-mêmes pour comprendre le monde qui les entoure. Il conviendrait donc de compléter cette démarche par d'autres méthodes, permettant de mieux saisir ces conceptions pour construire un apprentissage basé sur celles-ci.

1.2 Matrice et didactique curriculaires

1.2.1 Synthèse

J'ai constaté la faiblesse de la construction de la matrice curriculaire concernant Internet au sein des initiatives récentes en France d'un enseignement de l'informatique. Se pose aussi la question des institutions susceptibles de définir et de légitimer les savoirs propres à Internet. Or de nombreuses formations, ou unités de formation, prévoient un enseignement concernant Internet, notamment la création de pages Web. Un recensement des différents savoirs proposés dans le cadre de ces formations serait une première étape pour repérer ce que les enseignants ou les professionnels intervenant dans ces formations considèrent comme les savoirs au cœur de cet enseignement.

Une autre étape est de définir les situations susceptibles de constituer un contexte d'apprentissage engageant pour les élèves et étudiants en expérimentant un ensemble de scénarios et en mesurant leurs effets en termes d'apprentissage. Les enseignements d'ISN et d'ICN pourraient ainsi constituer des terrains favorables, en associant enseignants en charge de ces cours et chercheurs.

Après avoir constaté qu'historiquement les débats concernant Internet dans l'enseignement reprenaient quasiment les termes de ceux concernant l'informatique, j'ai dressé une typologie des « principes fondateurs » de cet enseignement selon leur force organisatrice : principes structurants, principes épistémologiques et principes heuristiques. Ces principes sont mis en œuvre peu ou prou dans les curricula dans certains pays ou proposés par des chercheurs, la plupart informaticiens. J'ai pour cela mené une analyse de corpus de textes produits par les chercheurs impliqués dans la définition des curricula du second degré en informatique, ainsi que les textes de programmes eux-mêmes si ces principes avaient été appliqués.

J'ai ensuite étudié la manière dont les principes mis en œuvre avaient été déclinés concernant Internet. Sans surprise, les curricula insistent sur les concepts informatiques, classiques pourrait-on dire, tels que les réseaux ou les protocoles, mais laissent dans l'ombre de nombreux autres concepts, spécifiques à l'Internet. De même, la question, centrale dans les sciences du Web telles que les a définies Berners-Lee, des conséquences sociales et du pouvoir des citoyens sur le développement des technologies associées au Web, n'est que très peu présente.

J'émetts l'hypothèse que c'est la manière de penser l'informatique, science, technologie ou les deux, et donc les principes fondateurs de l'enseignement de l'informatique, qui amène à ce constat. Mais cela reste une interrogation qu'il faudrait vérifier.

Ce débat trouve un écho dans la question de ce qu'il faut/faudrait enseigner en matière d'informatique à tous les élèves, parfois posée en termes de littératie. L'apport du concept de littératie informatique est qu'il renvoie aux cultures lettrées ou scientifiques et techniques et aux hiérarchies sociales qui les sous-tendent, en mettant en avant les contextes sociaux et culturels dans lesquels l'informatique est utilisée. La littératie renvoie ainsi à l'idée d'émancipation (*empowerment*).

1.2.2 Problématiques de recherche

L'identification des concepts de la science informatique nécessaires aux utilisateurs semble, encore aujourd'hui, un préalable pour leur permettre de construire des compétences évolutives, adaptables aux changements d'environnements. Il conviendrait également de définir une progression dans l'exposition de ces concepts – une matrice curriculaire – pour qu'ils puissent être enseignés aux niveaux scolaires les plus appropriés. Des pistes sont ou ont été exploitées dans des curricula étrangers (modèle objet par exemple) ou dans des recherches comme celles sur la didactique du tableur ou bien en cours avec le projet DALIE. Mais cette question mériterait de plus amples travaux, mêlant des équipes pluridisciplinaires, associant sciences de l'éducation, informaticiens, enseignants du primaire et de secondaire.

Une recherche portant sur ce que j'ai appelé les principes fondateurs gagnerait à être menée de manière systématique et un bilan, en termes d'apprentissage, de la mise en œuvre de chacun de ces principes pourrait être un instrument précieux dans cette réflexion sur la constitution d'une telle matrice.

La question des concepts informatiques et de leur articulation tout au long de la scolarité d'un élève reste d'actualité, au vu de l'évolution des programmes en France. Ainsi, on a pu constater tant à l'étranger qu'en France, la préconisation de mêler activités dites débranchées, c'est-à-dire ne faisant pas appel à un ordinateur, et activités branchées pour enseigner, et apprendre, l'informatique. Divers acteurs en France travaillent à la création d'activités débranchées, notamment au sein des Maisons pour la science, mais pas seulement, et s'inspirent du mouvement *Computer Science Unplugged*. Des actions de formation sont proposées aux enseignants ou bien menées avec les élèves sur le temps périscolaire. A

l'origine, ces activités n'étaient pas conçues pour être intégrées dans un curriculum. Elles étaient plutôt destinées à des activités hors temps scolaire, isolées, partielles.

Elles apparaissent maintenant dans certains programmes scolaires ou bien sont préconisées comme activités d'introduction de l'informatique. Elles constituent aussi parfois la seule formation en informatique proposées aux enseignants, si on exclut les formations centrées sur les usages des technologies de l'information et de la communication. Se pose donc la question de l'articulation des concepts que chacune de ces activités est censée faire acquérir aux élèves et de la progression à suivre dans l'exploitation de ces activités. De même, ces activités ont été imaginées pour certaines dans les années 1990, dans un contexte fort différent de celui que nous connaissons. Des machines, comme les robots pédagogiques, sont devenus financièrement accessibles.

On pourrait en menant une analyse des apprentissages réalisés lors de ces activités et en comparant activités débranchées et activités branchées, apprécier l'intérêt et les limites de telle ou telle activité selon le public, le contexte, l'enseignant, etc. Les méthodes à mettre en œuvre s'inscrivent dans la démarche de recherche collaborative (Desgagné et Bednarz, 2005).

Il n'est pas certain que les activités débranchées soient toutes aujourd'hui encore pertinentes. Par exemple, l'activité qui consiste à faire jouer le rôle du robot par un enfant gagnerait probablement à être complétée par l'utilisation d'un jouet programmable par les enfants.

Comment les activités débranchées peuvent-elles participer à l'élaboration d'une culture informatique ? Les recherches menées montrent que les enfants auxquels elles s'adressent ne font pas le lien avec l'informatique. Est-ce à dire que ces activités débranchées sont finalement trop conceptuelles ? C'est la question de la complémentarité et de l'évaluation des approches pédagogiques qui est posée, en termes de bénéfices pour l'apprentissage de l'informatique. Autrement dit, peut-on vraiment apprendre l'informatique sans utiliser une machine ? En fait, la réponse n'est ni triviale ni univoque, elle dépend de la manière dont on définit les contours de l'informatique. Ce qui nous renvoie au point évoqué plus haut sur les principes fondateurs d'un curriculum.

Finalement, il semble bien que l'usage nécessaire d'une machine et la programmation soient des points de controverses, mobilisés par différents réseaux d'acteurs. J'ai analysé l'émergence de réseaux disciplinaires dans ma thèse dans le cadre de la théorie de l'acteur réseau. Une piste féconde pour comprendre les débats dans le domaine de l'enseignement de l'informatique pourrait suivre cette même approche.

Le second objet de recherche proposé dans ce mémoire de synthèse est celui de l'activité des enseignants avec les ressources numériques et plus particulièrement la gestion des informations personnelles.

2. Activité professionnelle des enseignants et ressources numériques.

Dans ce mémoire de synthèse, dans le prolongement de ma thèse, j'ai mis en évidence l'essor d'un Internet professoral, héritier de la bureautique professorale. L'analyse porte d'une part sur l'offre de ressources et d'autre part sur l'intégration de ces ressources dans l'espace personnel d'informations des enseignants.

2.1 Politiques éducatives des ressources numériques

2.1.1 Synthèse

L'offre de ressources, pilotée par le Ministère de l'Éducation Nationale, vise une logique économique de développement privé et public de ressources francophones. La logique est aussi une logique diffusionniste, le présupposé étant que si l'enseignant utilise des ressources numériques pour lui, il aura d'autant plus tendance à les utiliser en situation de classe, avec les élèves.

J'ai dans ce mémoire de synthèse émis l'hypothèse que le développement de dépôts ou catalogues de ressources numériques pédagogiques, estampillées par le Ministère de l'Éducation Nationale, visait à substituer à une intermédiation algorithmique, des espaces balisés et circonscrits de ressources. Les différentes études menées montrent pourtant le faible usage par les enseignants de ces dépôts ou catalogues.

2.1.2 Problématiques de recherche

Les logiques des acteurs concernés (enseignants et institutions) diffèrent quant à leur manière de penser l'accès aux ressources numériques. D'un côté les enseignants valorisent la recherche via des moteurs de recherche grand public. De l'autre, le ministère et les éditeurs proposent des ensembles de ressources, validées et estampillées ainsi que des outils spécifiques. Or les deux logiques ne se rencontrent pas. D'un côté, la primauté est donnée à une intermédiation algorithmique, dont l'utilisateur n'a que peu connaissance. De l'autre, la

primauté est donnée à une intermédiation enrichie par des indexations, des commentaires, etc., mais dont on peut supposer que l'utilisateur final (l'enseignant) ne connaît pas mieux les ressorts que pour l'intermédiation algorithmique.

Les ressources numériques font l'objet de politiques d'offre qui n'intègrent que peu les habitus des enseignants concernant leur pratique vis-à-vis de ces ressources. Les actions de développement d'outils tels que les Environnements Numériques de Travail (ENT), ou maintenant les *Clouds* éducatifs, ne s'inscrivent généralement pas dans une logique de conception continuée dans l'usage. Autrement dit une offre est développée par des concepteurs, ayant une représentation de l'activité enseignante, qui ne tient pas toujours compte des contraintes ou singularités de celle-ci. Pour autant, les enseignants sont des utilisateurs importants de ressources numériques. Une perspective de recherche pourrait être de mieux comprendre les pratiques mais aussi les attentes des enseignants vis-à-vis des ressources numériques, ainsi que la manière dont ils travaillent avec elles.

2.2 Activité de l'enseignant : gestion de l'information personnelle

2.2.1 Synthèse

Dans ce mémoire, j'ai abordé les premiers résultats exploratoires obtenus dans le cadre de la gestion de l'information personnelle des enseignants. J'ai pu constater la faible instrumentalisation de ces pratiques, faisant appel à un nombre limité d'artefacts. Les observations recueillies lors du suivi de cinq enseignants ont montré que le modèle de la gestion de l'information personnelle appliqué aux enseignants par Diekema et Olsen dans un contexte américain ne permettait pas de couvrir l'ensemble des activités dans le cas français. J'ai donc proposé d'ajouter les actions suivantes : partager, recomposer, transformer et diffuser les ressources. De même, les schémas d'organisation des enseignants sont plus complexes que ceux trouvés par Diekema et Olsen. Ils tiennent compte d'autres facteurs non mentionnés par eux comme la diversité des activités professionnelles (formateurs, formés, être sur plusieurs établissements, etc.).

J'ai utilisé la technique de l'entretien d'explicitation pour aborder avec les enseignants leur système de gestion de l'information personnelle. Je leur ai demandé de tenir des journaux de bord. J'ai également mis en œuvre des méthodes permettant de recueillir les traces numériques des opérations (capture vidéo de leur écran et protocole à voix haute) des

enseignants dans leur espace personnel d'information lors de leur activité de préparation de leur cours. J'ai analysé les difficultés de mise en œuvre de ces méthodes.

2.2.2 Problématiques de recherche

Les perspectives de recherche consistent à documenter les pratiques des enseignants dans ces espaces qui deviennent plus complexes, du fait de leur caractère semi-ubiquitaire, fragmenté, partagé, par la multiplication des sources d'information, des formats de fichiers, de compatibilité, de mobilité, etc. Ces recherches visent à comprendre l'activité enseignante dans ces environnements.

D'autres pistes de recherche pourraient concerner le lien entre les pratiques des enseignants en matière de gestion de l'information personnelle pour leurs activités d'enseignement et en miroir, les impacts sur la gestion de l'information personnelle des élèves (prise de notes et leur partage, gestion des supports de cours, etc.). On peut s'interroger pour savoir dans quelle mesure les environnements mis en place par l'enseignant et l'établissement rencontrent les besoins des élèves. Le constat souvent fait est que les élèves construisent leur environnement personnel d'apprentissage en dehors des institutions éducatives.

Le programme de recherche proposé ici n'épuise pas, bien entendu, l'ensemble des questionnements liés à Internet en éducation en tant qu'objets de savoirs. Mais il ouvre des pistes qui sont autant de thèses que je souhaiterais pouvoir encadrer au sein d'équipes pluridisciplinaires.

Bibliographie

- Abiteboul, S. (2015). Toward personal knowledge bases. In *Data Science and Advanced Analytics (DSAA), 2015. 36678 2015. IEEE International Conference on* (p. XI-XVI). IEEE.
- Abiteboul, S. et Hachez-Leroy, F. (2015). Humanités numériques. Dans *Encyclopédie de l'humanisme méditerranéen*.
- Abramovich, S. et Schunn, C. (2012). Studying teacher selection of resources in an ultra-large scale interactive system: Does metadata guide the way? *Computers & Education*, 58(1), 551-559.
- Aillerie, K. (2011). *Pratiques informationnelles informelles des adolescents (14-18 ans) sur le Web*. Université Paris-Nord-Paris XIII.
- Alvarez, A., Garreau, P., Tort, F. et Vieville, T. (2014, 9 juin). Donner du sens aux éléments de technologie : soulevons le capot du numérique. <http://www.adjectif.net/spip>.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. R. et Bloom, B. S. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Allyn & Bacon.
- Armoni, M. et Gal-Ezer, J. (2014). High School Computer Science Education Paves the Way for Higher Education: The Israeli Case. *Computer Science Education*, 24, 101-122.
- Arsac, J. (1981). Informatique et enseignement général. Dans J. C. Simon (dir.), *L'éducation et l'informatisation de la société. Rapport au Président de la République*. (p. 152-165). La Documentation Française.
- Arsac, J. (1987). *Les machines à penser. Des ordinateurs et des hommes*. Paris : Seuil.
- Assadi, H. et Beaudouin, V. (2002). Comment utilise-t-on les moteurs de recherche sur Internet ? *Réseaux*, 116(6), 171.
- Astrachan, O. et Briggs, A. (2012). The CS principles project. *ACM Inroads*, 3(2), 38-42.
- Badillo, P.-Y. (2015). Usagers et socio-économie des médias. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, (6).
- Balcou-Debussche, M. (2007). Rapports des enseignants aux formes de savoirs et à l'écriture vus à travers l'usage des photocopies à l'école. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (161), 15-23.
- Barats, C. (2013). *Manuel d'analyse du web en sciences humaines et sociales*. Armand Colin.

- Baron, G.-L. (1989). *L'informatique, discipline scolaire ? : le cas des lycées*. Paris : PUF.
- Baron, G.-L. (1990). Note de synthèse. *Revue française de pédagogie*, 92(1), 57-77.
- Baron, G.-L. et Bruillard, É. (1996). *L'informatique et ses usagers dans l'éducation*. Paris : Presses universitaires de France.
- Baron, G. L., Bruillard, E. et Drot-Delange, B. (2015). *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques*. Clermont-Ferrand, France : Presses Universitaires Blaise-Pascal.
- Baron, G.-L. et Dané, E. (2007). Pédagogie et ressources numériques en ligne : quelques réflexions.
- Baron, G.-L., Dansac, C., Harrari, M. et Bruillard, É. (1999). *Modélisation conceptuelle initiale. Educational Multimedia Task Force-MM1045, Representation, Deliverable 05, WP04, IACM/FORTH (Deliverable)*. Educational Multimedia Task Force-MM1045.
- Baron, G.-L., Drot-Delange, B., Grandbastien, M. et Tort, F. (2014). Computer Science Education in French Secondary Schools: Historical and Didactical Perspectives. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(2), 1-27.
- Baron, G. L., Drot-Delange, B., Grandbastien, M. et Tort, F. (2015). L'enseignement de l'informatique dans l'enseignement secondaire en France : un retour de balancier ? Dans *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques* (p. 83-101). Presses Universitaires Blaise-Pascal.
- Barreau, D. (2008). The persistence of behavior and form in the organization of personal information. *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 59(2), 307-317.
- Barreau, D. et Nardi, B. A. (1995). Finding and reminding: file organization from the desktop. *ACM SigChi Bulletin*, 27(3), 39-43.
- Batard, E. (1991). *Place et rôle de l'utilisation dans les conceptions de l'informatique*. Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- Beach, P. et Willows, D. (2014). Investigating Teachers' Exploration of a Professional Development Website: An Innovative Approach to Understanding the Factors that Motivate Teachers to Use Internet-Based Resources. *Canadian Journal of Learning and Technology*, 40(3).
- Beaudoin-Lafon, M. (2009). Informatique : information, interaction et automatisation... Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et L.-O. Pochon (dir.), *Informatique et éducation : regards cognitifs, pédagogiques et sociaux* (p. 52-58). Lyon : INRP.
- Béguin-Verbrugge, A. (2011). Le point de vue des élèves : des compétences qui s'affirment. Dans A. Béguin-Verbrugge et S. Kovacs (dir.), *Le cahier et l'écran .Culture*

- informationnelle et premiers apprentissages documentaires* (p. 249-300). Hermès Sciences-Lavoisier.
- Bell, T., Curzon, P., Cutts, Q., Dagiene, V. et Haberman, B. (2011). Overcoming obstacles to CS education by using non-programming outreach programmes. In *Proceedings of the 5th international conference on Informatics in Schools: situation, Evolution and Perspectives* (p. 71–81). Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag.
- Bencivenga, R. (2014). *Femmes et hommes devant l'ordinateur: histoire du développement d'une relation positive*. l'Harmattan.
- Bérard, J.-M. et Pouzard, G. (1999). *Les Technologies de l'information et de la communication: Évaluation des dispositifs académiques. Bilans disciplinaires. Accompagnement de la mise en œuvre des décisions ministérielles*. Paris, France : Ministère de l'Éducation nationale, de la recherche et de la technologie.
- Berners-Lee, T. (1989). *Information Management: A Proposal*.
- Berners-Lee, T., Hall, W., Hendler, J., Shadbolt, N. et Weitzner, D. (2006). Creating a Science of the Web. *Science*, 313(5788), 769-771.
- Bernstein, M., Van Kleek, M., Karger, D. et Schraefel, M. C. (2008). Information scraps: How and why information eludes our personal information management tools. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 26(4), 24.
- Bibeau, R. (2005). Les TIC à l'école : proposition de taxonomies.
- Bigot, R. et Crouette, P. (2014). *La diffusion des technologies de l'information et de la communication dans la société française (2014)* (n° R317) (p. 273). CREDOC.
- Blomberg, J., Suchman, L. et Trigg, R. H. (1996). Reflections on a work-oriented design project. *Human-Computer Interaction*, 11(3), 237-265.
- Blondel, F.-M., Bruillard, E. et Tort, F. (2008). Overview and main results of the DidaTab project. *arXiv:0809.3612*.
- Boardman, R. et Sasse, M. A. (2004). Stuff goes into the computer and doesn't come out: a cross-tool study of personal information management. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (p. 583–590). ACM.
- Boivie, I. (2010). Women, Men and Programming : Knowledge, Metaphors and Masculinity. In *Gender Issues in Learning and Working with Information Technology: Social Constructs and Cultural Contexts* (Information Science Reference, p. 1-24). United States of America, Hershey PA : Shirley Booth (Ed.) (University of Gothenburg, Sweden); Sara Goodman (Ed.) (Lund University, Sweden); Gill Kirkup (Ed.) (Open University, UK).
- Bonnardel, N. (2006). *Créativité et conception: Approches cognitives et ergonomiques*. SOLAL éditeurs.

- Boubée, N. et Tricot, A. (2011). *L'activité informationnelle juvénile*. Lavoisier.
- Boullier, D. (2006). Prises et emprises dans les systèmes d'aides homme-machine: pour une anthropologie de l'appropriation. *Intellectica*, 2(44), 17–44.
- Bourdieu, P. (1980). *Le sens pratique*. Paris : Les Éditions de Minuit.
- Boyer, A. (2011). Les universités numériques thématiques : bilan. *Rubrique de la Revue Sticef*, 18.
- Bruce, H., Jones, W. et Dumais, S. (2004). Keeping and re-finding information on the web: What do people do and what do they need? *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 41(1), 129–137.
- Bruillard, É. (1996). De l'usage personnel à l'usage scolaire. Obstacles à l'intégration des instruments. Dans G. Puimatto et R. Bibeau (dir.), *Comment informatiser l'école ?* (p. 201-212). Paris : CNDP.
- Bruillard, E. (2000). Qu'importe qu'ils comprennent puisqu'ils savent s'en servir. *Les dossiers de l'ingénierie éducative*, 31, 2-3.
- Bruillard, É. (2009). Place de l'informatique dans l'enseignement secondaire : réflexions introductives. Dans G. L. Baron, É. Bruillard et L.-O. Pochon (dir.), *Informatique et progiciels en éducation et en formation* (p. 21-27). Lyon : INRP.
- Bruillard, É. (2011). Le déploiement des ENT dans l'enseignement secondaire : entre acteurs multiples, dénis et illusions. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (177), 101-130.
- Bruillard, É. (2012). Lire-écrire-computer : émanciper les humains, contrôler les machines. *E-Dossier de l'audiovisuel : l'éducation aux cultures de l'information*.
- Bruillard, É. et Baron, G.-L. (2001). Une didactique de l'informatique ? *Revue française de pédagogie*, 163-172.
- Bruner, J. S. (2009). *The Process of Education, Revised Edition*. Harvard University Press.
- Burban, F., Cottier, P. et Michaut, C. (2013). Les usages numériques des lycéens affectent-ils leur temps de travail personnel ? *Sticef*, 20, 231-255.
- Cahour, B. (2006). L'expérience vécue des utilisateurs: pourquoi l'étudier et comment. Dans *Actes du colloque CITE*.
- Cahour, B. et Licoppe, C. (2010). Confrontations aux traces de son activité. *Revue d'anthropologie des connaissances*, 42(2), 243-253.
- Cardon, D. (2011). L'ordre du Web. *Médium*, 29(4), 191.

- Cardon, D. (2013). Dans l'esprit du PageRank. Une enquête sur l'algorithme de Google. *Réseaux*, n° 177(1), 63-95.
- Cardon, D. (2015). *A quoi rêvent les algorithmes : Nos vies à l'heure des big data*. Paris : Seuil.
- Cerisier, J.-F., Rizza, C., Devauchelle, B. et Nguyen, A. (2008). Former des jeunes à l'usage des médias numériques: heurs et malheurs du brevet informatique et internet (B2i) en France. *Distances et Savoirs. Hors série. Lavoisier: Paris*, 1-28.
- Chaptal, A. (1995). Technologies éducatives: des invariants à méditer. Communication présentée au Premières rencontres de l'Orme, Marseille.
- Chaptal, A. (2003). Réflexions sur l'approche documentaire et les ENT. Dans *Environnements numériques de travail : des usages aux analyses d'usages* (p. 161). CNDP.
- Chevalier, A. et Bonnardel, N. (2003). Prise en compte et gestion de contraintes: Une étude dans la résolution d'un problème créatif de conception. *Bulletin de psychologie*, 56, 33-48.
- Choppin, A. (2005). L'édition scolaire française et ses contraintes: une perspective historique. Dans É. Bruillard (dir.), *Manuels scolaires, regards croisés* (p. 39-45). Caen : CRDP de Basse-Normandie.
- Claro, L.-F. (2008). Entre visible et invisible: réalisation d'un « kit » mobile d'observation des usages en TICE (Technologies d'Information et de Communication pour l'Éducation). Dans R. Marteleto, M.-I. Thiesen, *Actes du Colloque international (réseau MUSSI), Médiation et usages des savoirs et de l'information: un dialogue France-Brésil, ICICT/Fiocruz, Rio de Janeiro* (p. 568-582).
- Claro, L.-F., Despres-Lonnet, M., Kovacs, S. et Béguin-Verbrugge, A. (2011). La place de l'informatique et des supports numériques. Dans A. Béguin-Verbrugge et S. Kovacs (dir.), *Le cahier et l'écran. Culture informationnelle et premiers apprentissages documentaires* (p. 153-196). Hermès Sciences-Lavoisier.
- Cole, I. (1982). Human aspects of office filing: Implications for the electronic office. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (vol. 26, p. 59-63). SAGE Publications.
- Collet, I. (2004). La disparition des filles dans les études d'informatique : les conséquences d'un changement de représentation. *Carrefours de l'éducation*, 17(1), 42-56.
- Collet, I. (2006). *L'informatique a-t-elle un sexe?* L'Harmattan.
- Collet, I. (2011). Effet de genre : le paradoxe des études d'informatique. *tic&société*, 5(1), 12-34.

- Comer, D. E., Gries, D., Mulder, M. C., Tucker, A., Turner, A. J., Young, P. R. et Denning, P. J. (1989). Computing as a discipline. *Communications of the ACM*, 32(1), 9-23.
- Conein, B. (2004). Communautés épistémiques et réseaux cognitifs: coopération et cognition distribuée. *Revue d'économie politique*, 113, 141-159.
- Connolly, R. (2012). Criticizing and Modernizing Computing Curriculum: The Case of the Web and the Social Issues Courses. In *Proceedings of the Seventeenth Western Canadian Conference on Computing Education* (p. 52-56). New York, NY, USA : ACM.
- Cooper, S. et Cunningham, S. (2010). Teaching computer science in context. *Acm Inroads*, 1(1), 5-8.
- Cordier, A. (2011, 23 septembre). *Imaginaires, représentations, pratiques formelles et non formelles de la recherche d'information sur Internet : Le cas d'élèves de 6ème et de professeurs documentalistes* (Thèse, Université Charles de Gaulle - Lille III).
- Cutrell, E., Dumais, S. T. et Teevan, J. (2006). Searching to eliminate personal information management. *Communications of the ACM*, 49(1), 58-64.
- Cutts, Q., Esper, S. et Simon, B. (2011). Computing as the 4th « R » (p. 133). ACM Press.
- Denham, P. (1993). Nine-to fourteen-year-old children's conception of computers using drawings. *Behaviour & Information Technology*, 12(6), 346-358.
- Denning, P. J. (2003). Great principles of computing. *Commun. ACM*, 46(11), 15-20.
- Denning, P. J. (2007). Computing is a natural science. *Communications of the ACM*, 50(7), 13-18.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT: Beyond computational thinking. *Commun. ACM*, 52(6), 28-30.
- Denning, P. J. (2010). The great principles of computing. *American Scientist*, 98(5), 369-72.
- Denning, P. J. (2013). The Science in Computer Science. *Commun. ACM*, 56(5), 35-38.
- Denning, P. J. et Martell, C. H. (2015). *Great Principles of Computing*. The MIT Press.
- Desgagné, S. et Bednarz, N. (2005). Médiation entre recherche et pratique en éducation: faire de la recherche «avec» plutôt que «sur» les praticiens. *Revue des sciences de l'éducation*, 31(2), 245-258.
- Develay, M. (1993). Pour une épistémologie des savoirs scolaires. *Pédagogie collégiale*, 7(1), 37.

- Diaz, D. (2014, 9 février). En quête d'un outil numérique destiné à l'observation. <http://www.adjectif.net/spip>.
- Diekema, A. R. et Olsen, M. W. (2014). Teacher Personal information management (PIM) practices: Finding, keeping, and Re-Finding information. *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 48(1), 1-10.
- Diethelm, I., Wilken, H. et Zumbärgel, S. (2012). An investigation of secondary school students' conceptions on how the internet works. In *Proceedings of the 12th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (p. 67-73). ACM.
- Dimet, B. (2003). *Informatique : son introduction dans l'enseignement obligatoire, 1980-1997*. Editions L'Harmattan.
- Dinet, J. et Kitajima, M. (2011). « Draw Me the Web »: Impact of Mental Model of the Web on Information Search Performance of Young Users. In *23rd French Speaking Conference on Human-Computer Interaction* (p. 3:1-3:7). New York, NY, USA : ACM.
- Doueïhi, M. (2008). *La grande conversion numérique*. Paris : Éd. du Seuil.
- Dowek, G. (2011a). *Introduction à la science informatique : Pour les enseignants de la discipline en lycée*. Paris : CRDP Académie de Paris.
- Dowek, G. (2011b). Les quatre concepts de l'informatique. Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et V. Komis (dir.), *Sciences et technologies de l'information et de la communication en milieu éducatif: Analyse de pratiques et enjeux didactiques*. (p. 21-29). Patras - Grèce : Athènes: New Technologies Editions.
- Dowek, G., Archambault, J.-P. et Baccelli, E. (2012). *Informatique et sciences du numérique : spécialité ISN en terminale S, avec des exercices corrigés et idées de projets*. Paris Eyrolles.
- Drot-Delange, B. (2001). *Outils de communication électronique et disciplines scolaires: quelle (s) rationalité (s) d'usage? Le cas de trois disciplines du second degré: la technologie au collège, l'économie-gestion et les sciences économiques et sociales au lycée*. (Thèse, ENS Cachan, Cachan).
- Drot-Delange, B. (2008). Les espaces numériques documentaires d'éducation : quels éléments pour une culture informationnelle de l'enseignant ? Dans *L'Education à la culture informationnelle*. Lille.
- Drot-Delange, B. (2010). Les interactions entre usagers et moteurs de recherche sur le web peuvent-elles être sources d'apprentissage concernant le fonctionnement interne de ces moteurs ? Le cas des options linguistiques (p. 1-9). Communication présentée au AREF, Genève.

- Drot-Delange, B. (2011a). Comprendre l'interrogation des moteurs de recherche : une expérimentation auprès d'étudiants en information et communication. Dans *Hypermédias et pratiques numériques. H2PTM'11* (p. 17-27).
- Drot-Delange, B. (2011b). Didactique de l'informatique et recherche d'information sur le web : quelle (s) perspective (s) ? Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et V. Komis (dir.), *Sciences et technologies de l'information et de la communication en milieu éducatif : Analyse de pratiques et enjeux didactiques. Actes du quatrième colloque international DIDAPRO 4 - Dida&Stic, 24-26 octobre 2011, Université de Patras.* (p. 51-63).
- Drot-Delange, B. (2011c). Éducation à l'informatique pour tous et logiciels libres : au-delà des usages ? *Synergies. Sud-Est Européen*, (3), 63-69.
- Drot-Delange, B. (2011d). Informatique et web : quelle place pour les filles ? *Questions Vives*, (Vol.8 n°15).
- Drot-Delange, B. (2011e). Interface et algorithmes des moteurs de recherche sur le web : les apports d'une expérimentation auprès d'étudiants de la filière information et communication. Dans I. Saleh, L. Massou, S. Leleu-Merviel, Y. Jeanneret, N. Bouhai et P. Morelli (dir.), *Hypermédias et pratiques numériques.* Metz : Hermès Sciences-Lavoisier.
- Drot-Delange, B. (2012). Enseignement de l'informatique, éducation aux technologies de l'information et de la communication en France, dans l'enseignement général du second degré. *Spirale*, 50, 25-37.
- Drot-Delange, B. (2013). Enseigner l'informatique débranchée : analyse didactique d'activités (p. 1-13). Communication présentée au Actualité de la Recherche en Education et en Formation, Montpellier : France.
- Drot-Delange, B. (2014). Littératie informatique : quels ancrages théoriques pour quels apprentissages ? *Spirale*, 53, 121-132.
- Drot-Delange, B. (2015). Représentations concernant le web chez des utilisateurs familiers : Au-delà des écrans ? Dans I. Saleh, V. Carayol, S. Leleu-Merviel, L. Massou, I. Roxin, F. Soulages, ... N. Bouhai (dir.), *H2PTM'15. Le numérique à l'ère de l'Internet des objets, de l'hypertexte à l'hyper-objet.* (p. 145-158). Paris : ISTE Editions.
- Drot-Delange, B. et Bruillard, E. (2012). Éducation aux TIC, cultures informatiques et du numérique : quelques repères historiques. *Études de Communication. Langues, information, médiations.*, 38, 69-80.
- Drot-Delange, B. et More, M. (2013). Attitudes envers l'informatique des élèves de terminale scientifique. Quelques résultats exploratoires. Dans B. Drot-Delange, G.-L. Baron et É. Bruillard (dir.), *Sciences et technologies de l'information et de la communication en milieu éducatif : Objets et méthodes d'enseignement et d'apprentissage, de la maternelle à l'université.*

- Duchâteau, C. (2002). Mais qu'est la didactique de l'informatique devenue ? Dans G. L. Baron et É. Bruillard (dir.), *Technologies informatiques en éducation: Perspectives de recherches, problématiques et questions vives*. (p. 47-58). INRP.
- Duru-Bellat, M. et Van Zanten, A. (1999). *Sociologie de l'école*. Armand colin.
- Fellows, M. R., Bell, T. et Witten, I. (1996). Computer Science Unplugged... offline activities and games for all ages: Original Activities Book. *Computer Science Unplugged*.
- Fertig, S., Freeman, E. et Gelernter, D. (1996). « Finding and reminding » reconsidered. *ACM SIGCHI Bulletin*, 28(1), 66-69.
- Floridi, L. (1998). *Internet*. Paris : Flammarion.
- Fluckiger, C. (2007, octobre). *L'appropriation des TIC par les collégiens dans les sphères familiales et scolaires* (Thèse, École normale supérieure de Cachan - Cachan).
- Fluckiger, C. et Bart, D. (2012). L'introduction du B2i à l'école primaire : évaluer des compétences hors d'une discipline d'enseignement ? *Questions Vives. Recherches en éducation*, (Vol.7 n°17), 71-87.
- Forquin, J.-C. (2008). *Sociologie du curriculum*. PU Rennes.
- Forte, A. et Guzdial, M. (2004). Computers for communication, not calculation: Media as a motivation and context for learning. In *System Sciences, 2004. Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on* (p. 10 pp.). IEEE.
- Fourgous, J.-M. (2010). *Réussir l'école numérique* (p. 328).
- Geisler, C. et Slattery, S. (2007). Capturing the activity of digital writing: Using, analyzing, and supplementing video screen capture. *Digital writing research: Technologies, methodologies, and ethical issues*, 185-200.
- Ghitalla, F., Boullier, D., Gkouskou-Giannakou, P., Douarin, L. et Neau, A. (2003). *L'Outre-lecture : Manipuler, (s')appropriier, interpréter le Web*. BPI.
- Giannoula, E. (2000). Expérience vécue et représentations de l'ordinateur dans une classe de CM2. *Revue de l'EPI (Enseignement Public et Informatique)*, (100), 147-160.
- Giannoula, E. et Baron, G.-L. (2002). Pratiques familiales de l'informatique versus pratiques scolaires: représentations de l'informatique chez les élèves d'une classe de CM2. *Sciences et techniques éducatives*, 9(3-4), 437-456.
- Giordan, A. et De Vecchi, G. (1987). *Les origines du savoir. Des conceptions des apprenants aux conceptions scientifiques*. Neuchâtel : Delachaux & Niestlé.
- Gobert, T. (2012). Après la certification B2i, vers des compétences sous-jacentes et socio-numériques ? *Questions Vives. Recherches en éducation*, 7(17), 89-103.

- Goigoux, R. (2007). Un modèle d'analyse de l'activité des enseignants. *Éducation et didactique*, 1(3), 47-69.
- Gonçalves, D. (2011). Pseudo-Desktop Collections and PIM: The Missing Link. In *Proceedings Evaluating Personal Search Workshop at ECIR 2011*. Dublin, Ireland.
- Gonçalves, D. J. et Jorge, J. A. (2003). An empirical study of personal document spaces. In *Interactive Systems. Design, Specification, and Verification* (p. 46–60). Springer.
- Goodson, I. F. et Mangan, J. M. (1996). Computer Literacy as Ideology. *British Journal of Sociology of Education*, 17(1), 65-79.
- Grandbastien, M. (2012). LA DISCIPLINE INFORMATIQUE ET L'ÉDUCATION À LA MAÎTRISE DE L'INFORMATION. *E-Dossier de l'audiovisuel : l'éducation aux cultures de l'information*.
- Grumbach, S. (2015). Qu'est-ce que l'intermédiation algorithmique? *1024-Bulletin de la société informatique de France*, (7), 93-111.
- Gueudet, G. et Trouche, L. (2008). Du travail documentaire des enseignants : genèses, collectifs, communautés. Le cas des mathématiques. *Education et didactique*, 2(3), 7-33.
- Guichon, N. (2012). Les usages des TIC par les lycéens-déconnexion entre usages personnels et usages scolaires. *Sticef*, 19, -.
- Guzdial, M. (2009). Education Teaching computing to everyone. *Communications of the ACM*, 52(5), 31-33.
- Guzdial, M. (2010). Does contextualized computing education help? *ACM Inroads*, 1(4), 4-6.
- Guzdial, M. (2013). Exploring hypotheses about media computation. In *Proceedings of the ninth annual international ACM conference on International computing education research* (p. 19-26). ACM.
- Guzdial, M. (2015). What's the best way to teach computer science to beginners? *Communications of the ACM*, 58(2), 12–13.
- Hartmann, W., Näf, M. et Reichert, R. (2012). *Enseigner l'informatique*. Paris : Springer.
- Harvey, B. (1983). Stop Saying« Computer Literacy »!. *Classroom Computer News*, 3(6), 56–57.
- Hebenstreit, J. (1984). Informatique et enseignement, La vie des sciences. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série générale (Paris)*, tome, 1, 381-398.

- Hendler, J., Shadbolt, N., Hall, W., Berners-Lee, T. et Weitzner, D. (2008). Web science: an interdisciplinary approach to understanding the web. *Communications of the ACM*, 51(7), 60-69.
- Hendry, D. G. et Efthimiadis, E. N. (2008). Conceptual Models for Search Engines. In A. Spink et M. Zimmer (dir.), *Web Search* (vol. 14, p. 277-307). Springer Berlin Heidelberg.
- Hess, C. A. (1994). Computer Literacy: An Evolving Concept. *School Science and Mathematics*, 94(4), 208-214.
- Holo, A. (2010). *Les Technologies de l'Information et de la Communication dans l'enseignement du premier degré en France. Contribution à l'étude des compétences des élèves de l'école élémentaire, les origines et modes d'acquisition de celles-ci* (Thèse de doctorat. Université René Descartes-Paris V).
- Holo, F. (2012, 2 novembre). Le B2i dans les écoles élémentaires françaises. <http://www.adjectif.net/spip>.
- Hopkins, D. (2010). Personalised learning in school age education. *International encyclopedia of education, 3rd edn, Elsevier Science, Amsterdam*, 227-32.
- Horsley, M. (2012). Investing in classroom teaching and learning resources.
- Hubwieser, P. (2013). The darmstadt model: a first step towards a research framework for computer science education in schools. In *Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages* (p. 1-14). Springer.
- Hubwieser, P. (2015a). Introduire l'informatique comme discipline obligatoire au secondaire. L'expérience de la Bavière. Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et B. Drot-Delange (dir.), *Informatique en éducation: perspectives curriculaires et didactiques* (p. 41-60). Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal.
- Hubwieser, P. (2015b). Le modèle objet en Bavière. Dans G. L. Baron, É. Bruillard et B. Drot-Delange (dir.), *Informatique en éducation: perspectives curriculaires et didactiques* (p. 181-205). Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal.
- Hulsey, C., Pence, T. B. et Hodges, L. F. (2014). Camp CyberGirls: Using a Virtual World to Introduce Computing Concepts to Middle School Girls. In *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 331-336). New York, NY, USA : ACM.
- Jankeviciute, L. (2013). *Internet et les préadolescents: quels usages?: approche visuelle et participative*. Université Michel de Montaigne-Bordeaux III.
- Jeanneret, Y. (2000). *Y a-t-il (vraiment) des technologies de l'information ?* Presses Univ. Septentrion.

- Jeanneret, Y. et Souchier, E. (2005). L'énonciation éditoriale dans les écrits d'écran. *Communication et langages*, 145(1), 3-15.
- Jones, W. (2007). *Keeping Found Things Found: The Study and Practice of Personal Information Management* (1^{re} éd.). Morgan Kaufmann.
- Jones, W., Bruce, H. et Dumais, S. (2003). How do people get back to information on the web? How can they do it better? In *INTERACT*.
- Jones, W., Dumais, S. et Bruce, H. (2002). Once found, what then? A study of « keeping » behaviors in the personal use of Web information. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology*, 39(1), 391-402.
- Jones, W. et Teevan, J. (2007). *Personal Information Management*. Seattle : University of Washington Press.
- Jonnaert, P. (1988). Conflit de savoir et didactique. *Bruxelles, De Boeck*.
- Jouët, J. (1987). Le vécu de la technique. La télématique et la micro-informatique à domicile. *Réseaux*, 5(25), 119-141.
- Jouët, J. (2003). Technologies de communication et genre. *Réseaux*, 4(120), 53-86.
- Jouët, J. (2011). Des usages de la télématique aux Internet Studies. Dans J. Denouël et F. Granjon (dir.), *Communiquer à l'ère numérique. Regards croisés sur la sociologie des usages* (p. 45-90). Paris : Paris : Transvalor-Presses des Mines.
- Kick, R. et Trees, F. P. (2015). AP CS Principles: Engaging, Challenging, and Rewarding. *ACM Inroads*, 6(1), 42-45.
- Knobelsdorf, M. et Tenenber, J. (2013). The context-based approach IniK in light of situated and constructive learning theories. In *Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages* (p. 103-114). Springer.
- Komis, V. (1994). Discours et représentations des enfants autour des mots informatique et ordinateur. *Revue de l'EPI (Enseignement Public et Informatique)*, (73), 75-86.
- Kwaznick, B. (1991). The importance of factors that are not document attributes in the organisation of personal documents. *Journal of documentation*, 47(4), 389-398.
- Ladage, C. (2015). Le récit d'une recherche d'information comme élément constitutif d'une didactique du web. Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et B. Drot-Delange (dir.), *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques* (p. 105-123). Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal.
- Ladage, C. et Chevillard, Y. (2011). Enquêter avec l'internet: études pour une didactique de l'enquête. *Éducation et didactique*, 5(5.2), 85-116.

- Lagrange, J.-B. (2013). Synthèse - Les usages des TICE : problématique, cadres théoriques et conséquences pour le développement professionnel. Dans J.-B. Lagrange (dir.), *Les technologies numériques pour l'enseignement : usages, dispositifs et genèses* (p. 163-180). Toulouse : Octarès Editions.
- Lansdale, M. W. (1988). The psychology of personal information management. *Applied ergonomics*, 19(1), 55-66.
- Larose, F., Grenon, V., Pearson, M., Morin, J.-F. et Lenoir, Y. (2004). Les facteurs sociologiques et pédagogiques qui affectent les pratiques des enseignants du primaire au regard de l'informatique scolaire. Dans J.-F. Desbiens, J.-F. Cardin et D. Martin (dir.), *Intégrer les TIC dans l'activité enseignante : Quelle formation ? Quels savoirs ? Quelle pédagogie ?* (p. 59-80). Les Presses de l'Université de Laval.
- Lelong, B. (2002). Savoir-faire technique et lien social. L'apprentissage d'internet comme incorporation et autonomisation. *Raisons pratiques*, 8, 267-292.
- Leontiev, A. N. (1976). *Le développement du psychisme : problèmes*. Paris, France : Éditions sociales.
- Lévy, J.-F. (1996a). La bureautique professorale, concept de base de l'hypothèse d'intégration. Dans G. Puimatto et R. Bibeau (dir.), *Comment informatiser l'école ?* (p. 213-222). Paris : CNDP.
- Lévy, J.-F. (1996b). Utilisation raisonnée des instruments micro-informatiques dans les disciplines de l'enseignement secondaire. *ASTER*, (23), 155-179.
- Lévy, J.-F. (2000). Le cas des lycées. Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et J.-F. Lévy (dir.), *Les technologies dans la classe. De l'innovation à l'intégration* (p. 69-98). EPI-INRP.
- Liu, Y. et Phelps, G. (2011). Challenges and Professional Tools Used when Teaching Web Programming. *J. Comput. Sci. Coll.*, 26(5), 116-121.
- Loiseau, M. (2009, 9 décembre). *Élaboration d'un modèle pour une base de textes indexée pédagogiquement pour l'enseignement des langues* (Thèse de doctorat, Université Stendhal - Grenoble III).
- Luehrmann, A. (1981). Computer literacy—What should it be? *The Mathematics Teacher*, 74(9), 682-686.
- Malone, T. W. (1983). How do people organize their desks?: Implications for the design of office information systems. *ACM Transactions on Information Systems (TOIS)*, 1(1), 99-112.
- Margolis, J. et Fisher, A. (2003). *Unlocking the Clubhouse: Women in Computing*. The MIT Press.

- Markey, K. (2007). Twenty-five years of end-user searching, Part 1: Research findings. *J. Am. Soc. Inf. Sci. Technol.*, 58(8), 1071–1081.
- Martinand, J. (2003). L'éducation technologique à l'école moyenne en France: Problèmes de didactique curriculaire. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 3, 101–116.
- Martin, O. (2004). L'internet des 10-20 ans. *Réseaux*, 22(123), 25-58.
- Martin, O. (2007). La conquête des outils électroniques de l'individualisation chez les 12-22 ans. *Réseaux*, 145-146(6), 335.
- Ménard, M. (2014). Systèmes de recommandation de biens culturels. *Les Cahiers du numérique*, 10, 69-94.
- Mercklé, P. et Octobre, S. (2012). La stratification sociale des pratiques numériques des adolescents. *RESET - Recherches en Sciences Sociales sur Internet*, 1(1).
- Metton, C. (2004). Les usages de l'Internet par les collégiens: Explorer les mondes sociaux depuis le domicile. *Réseaux*, 123(1), 59-84.
- Miller, C. S. et Connolly, R. (2015). Introduction to the Special Issue on Web Development. *Trans. Comput. Educ.*, 15(1), 1:1–1:5.
- Miller, C. S., Perković, L. et Settle, A. (2010). File References, Trees, and Computational Thinking. In *Proceedings of the Fifteenth Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (p. 132–136). New York, NY, USA : ACM.
- Moatti, D. (2010). *Le numérique éducatif (1977-2009) : 30 ans d'un imaginaire pédagogique officiel*. Dijon : Éd. universitaires de Dijon.
- Mosatche, H. S., Matloff-Nieves, S., Kekelis, L. et Lawner, E. K. (2013). Effective STEM Programs for Adolescent Girls: Three Approaches and Many Lessons Learned. *Afterschool Matters*.
- Moursund, D. (1976). What is computer literacy. *Creative Computing*, 2(6), 55.
- Muramatsu, J. et Pratt, W. (2001). Transparent Queries. In *Proceedings of the 24th annual international ACM SIGIR conference on Research and development in information retrieval - SIGIR '01* (p. 217-224). New Orleans, Louisiana, United States.
- Muratet, M. (2010, 2 décembre). *Conception, réalisation et évaluation d'un jeu sérieux de stratégie temps réel pour l'apprentissage des fondamentaux de la programmation* (Thèse de doctorat. Université Paul Sabatier - Toulouse III).
- Naumer, C. M. et Fisher, K. E. (2007). Naturalistic approaches for understanding PIM. *Personal information management*, 76–88.

- Nicolle, A. (2003). Etude préliminaire à une théorie des processus interactifs infinis. *Cahiers du Greyc | UMR6072 - GREYC - Groupe de REcherche en Informatique, Image, Automatique et Instrumentation de Caen*.
- Nivat, M. (2011). L'informatique au collège. *Epinet*, (138).
- Norman, D. A. (1993). Les artefacts cognitifs. *Raisons pratiques*, 4(1993), 15–34.
- Normand, S. et Souza, M. B. (2000). Internet à l'école. Dans G. L. Baron, É. Bruillard et J.-F. Lévy (dir.), *Les technologies dans la classe. De l'innovation à l'intégration* (p. 185-195). Paris : INRP - EPI.
- Norman, D. et Tognazzini, B. (2015, 10 novembre). How Apple Is Giving Design A Bad Name.
- Orange, C. (1990). Didactique de l'informatique et pratiques sociales. *Bulletin de l'EPI*, (60).
- Papastergiou, M. (2005). Students' mental models of the Internet and their didactical exploitation in informatics education. *Education and Information Technologies*, 10(4), 341–360.
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.
- Pariser, E. (2011). *The filter bubble: What the Internet is hiding from you*. Penguin UK.
- Park, T. H., Dorn, B. et Forte, A. (2015). An Analysis of HTML and CSS Syntax Errors in a Web Development Course. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 15(1), 4.
- Park, T. H. et Wiedenbeck, S. (2011). Learning Web Development: Challenges at an Earlier Stage of Computing Education. In *Proceedings of the Seventh International Workshop on Computing Education Research* (p. 125–132). New York, NY, USA : ACM.
- Pelpel, N. (2000). Dessine-moi une souris. Étude comparative de représentations d'élèves. *Revue de l'EPI (Enseignement Public et Informatique)*, (100), 133-146.
- Perriault, J. (2015). Retour sur la logique de l'usage. Entretien avec Alexandre Coutant. *Revue française des sciences de l'information et de la communication*, (6).
- Peyssonneaux, C. (2001). Les représentations de l'ordinateur chez les élèves de CM2. *La Revue de l'EPI*, 103, 139-149.
- Pouder, M.-C. (1995). L'écriture sur ordinateur et ses représentations chez des élèves de CM2 en atelier informatique. *Repères*, pages 73-86.
- Priol, T. (2010). Le monde a ses réseaux ... *Pour la science*, (66), 4-8.

- Puimatto, G. (2007). Ressources éditoriales numériques, du bouquet au catalogue. *Dossiers de l'ingénierie éducative*, 58, 4-12.
- Puimatto, G. (2014). Numérique à l'École – usages, ressources, métiers, industries. *Distances et médiations des savoirs. Distance and Mediation of Knowledge*, 2(5).
- Pynoo, B., Tondeur, J., van Braak, J., Duyck, W., Sijnave, B. et Duyck, P. (2012). Teachers' acceptance and use of an educational portal. *Computers & Education*, 58(4), 1308-1317.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies: approche cognitive des instruments contemporains*. Armand Colin.
- Ravenstein, J. et Ladage, C. (2005). Pour une didactique du référencement Apprentissage et enseignement sur des espaces de communication informels sur Internet : l'exemple du « référencement ». Communication présentée à Environnements informatiques pour l'apprentissage humain, Montpellier.
- Ravestein, J., Ladage, C. et Johsua, S. (2007). Trouver et utiliser des informations sur Internet à l'école : problèmes techniques et questions éthiques. *Revue française de pédagogie*, n° 158(1), 71-83.
- Recker, M., Dorward, J. et Nelson, L. M. (2004). Discovery and use of online learning resources: Case study findings. *Educational Technology & Society*, 7(2), 93-104.
- Régnier, C. (2000). Utilisation des TICE par les enseignants des premier et second degrés. *Education & formations*, (56), 119-123.
- Rey, B. (2014). Les intelligences numériques des informations personnelles. *Les Cahiers du numérique*, 10, 9-18.
- Richard, J.-F. (1983). *Logique du fonctionnement et logique de l'utilisation* (Rapport de recherche n° 202). INRIA.
- Rich, L., Perry, H. et Guzdial, M. (2004). A CS1 course designed to address interests of women. In *ACM SIGCSE Bulletin* (vol. 36, p. 190-194). ACM.
- Rogalski, J. (1987). Acquisition de savoirs et savoir-faire en informatique. *Cahiers de Didactique des Mathématiques*, 43.
- Rogalski, J. (1988). Les représentations mentales du dispositif informatique dans l'alphabétisation. Dans *Colloque franco-allemand de didactique des mathématiques et de l'informatique* (vol. 1, p. 237-245).
- Rogalski, J. (2015). Psychologie de la programmation, didactique de l'informatique. Déjà une histoire ... Dans G.-L. Baron, É. Bruillard et B. Drot-Delange (dir.), *Informatique en éducation : perspectives curriculaires et didactiques* (p. 279-305). Clermont-Ferrand : Presses Universitaires Blaise-Pascal.

- Rogalski, J. et Leplat, J. (2011). L'expérience professionnelle : expériences sédimentées et expériences épisodiques. *Activités*, 8 (2).
- Romainville, M. (1989). Une analyse critique de l'initiation à l'informatique : quels apprentissages et quels transferts ? Dans *Colloque francophone sur la didactique de l'informatique, Université René Descartes Paris les 1, 2 et 3 septembre 1988* (p. 223-241).
- Sadin, E. (2015). *La vie algorithmique. Critique de la raison numérique*. Paris : Editions l'Echappée.
- Schwill, A. (1997). Computer science education based on fundamental ideas. *Samways, Brain (Hrsg.): Information Technology—Supporting change through teacher education. London: Chapman & Hall*, 285-291.
- Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., ... Verno, A. (2011). *CSTA K-12 Computer Science Standards: Revised 2011* (p. 73). ACM.
- Seror, J. (2013). Screen capture technology: A digital window into students' writing processes / Technologie de capture d'écran: une fenêtre numérique sur le processus d'écriture des étudiants. *Canadian Journal of Learning and Technology / La Revue Canadienne de L'apprentissage et de La Technologie*, 39(3).
- Serres, A. (2004). Recherche d'information sur internet: où en sommes-nous, où allons-nous ? Disponible sur <http://www.cndp.fr/savoirscdi/index.php>.
- Serres, A. (2012). *Dans le labyrinthe évaluer l'information sur internet*. Caen : C&F éditions.
- Shipman, T., Bannon, S. H. et Nunes-Bufford, K. (2015). The Information-Seeking Habits of In-Service Educators. *College & Research Libraries*, 76(2), 120-135.
- Simonnot, B. (2008). Être usager de l'information en ligne nécessite-t-il de nouvelles compétences ? Dans J. Dinet (dir.), *Usages, usagers et compétences informationnelles au 21e siècle* (Paris : Hermès Lavoisier., p. 21-39).
- Simonnot, B. (2009a). Culture informationnelle, culture numérique : au-delà de l'utilitaire. *Les cahiers du numérique*, 5(3), 25-37.
- Simonnot, B. (2009b). De l'usage des moteurs de recherche par les étudiants. *L'entonnoir. Google sous la loupe des sciences de l'information et de la communication*, 31-57.
- Simonnot, B. (2012). *L'accès à l'information en ligne moteurs, dispositifs et médiations*. Cachan : Lavoisier.
- Simonson, M. R., Maurer, M., Montag-Torardi, M. et Whitaker, M. (1987). Development of a Standardized Test of Computer Literacy and a Computer Anxiety Index. *Journal of Educational Computing Research*, 3(2), 231-247.

- Souchier, E. (1996). L'écrit d'écran, pratiques d'écriture & informatique. *Communication et langages*, 105-119.
- Souchier, E. (2012). La mémoire de l'oubli: éloge de l'aliénation Pour une poétique de «l'infra-ordinaire». *Communication & langages*, 2012(172), 3-19.
- Souchier, E. (2013). La «lettrure» à l'écran Lire & écrire au regard des médias informatisés. *Communication & langages*, 2012(174), 85-108.
- Souchier, E., Jeanneret, Y. et Marec, J. L. (2003). *Lire, écrire, récrire : Objets, signes et pratiques des médias informatisés*. Bibliothèque Publique d'Information.
- Stepp, M., Miller, J. et Kirst, V. (2009). A « CS 1.5 » Introduction to Web Programming. In *Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 121–125). New York, NY, USA : ACM.
- Suchman, L. et Wynn, E. (1984). Procedures and problems in the office. *Office Technology and People*, 2(2), 133-154.
- Tedre, M. et Sutinen, E. (2008). Three traditions of computing: what educators should know. *Computer Science Education*, 18(3), 153-170.
- Thatcher, A. et Greyling, M. (1998). Mental models of the Internet. *International journal of industrial ergonomics*, 22(4), 299–305.
- Theureau, J. (2004). L'hypothèse de la cognition (ou action) située et la tradition d'analyse du travail de l'ergonomie de langue française. *Activités*, 1(2), 11-25.
- Thévenot, L. (1993). Essai sur les objets usuels. Propriétés, fonctions, usages. *Raisons pratiques*, 4, 85-111.
- Thévenot, L. (1994). Le régime de familiarité. Des choses en personne. *Genèses*, 17(1), 72-101.
- Tort, F. et Bruillard, É. (2010). Informatics education: beyond the opposition between information technology and computer science. Dans D. Benzie, K.-W. Lai et C. Reffay (dir.), *New Developments in ICT and Education*.
- Tort, F. et Drot-Delange, B. (2013). Informatics in the French Secondary Curricula: Recent Moves and Perspectives. Dans I. Diethelm et R. T. Mittermeir (dir.), *Informatics in Schools. Sustainable Informatics Education for Pupils of all Ages* (vol. 7780, p. 31-42). Berlin, Heidelberg : Springer Berlin Heidelberg.
- Tort, F. et Drot-Delange, B. (2016). Filles et informatique : qu'en est-il du concours Castor ? Dans *Quelles éducations au numérique, en classe et pour la vie ?* Namur.

- Tricot, A., Drot-Delange, B., El Boussarghini, R. et Foucault, B. (2000). Quels savoir-faire les utilisateurs réguliers du Web acquièrent-ils ? *Journal d'Intelligence Artificielle*, 14(1/2), 93–112.
- Tricot, A., Plégat-Soutjis, F., Camps, J. F., Amiel, A., Lutz, G. et Morcillo, A. (2003). Utilité, utilisabilité, acceptabilité: interpréter les relations entre trois dimensions de l'évaluation des EIAH. *Environnements informatiques pour l'apprentissage humain*, 391–402.
- Tucker, A. (2003). *A model curriculum for K–12 computer science. Final report of the ACM K–12 task force curriculum committee.*
- Van Dyke, C. (1987). Taking « computer literacy » literally. *Commun. ACM*, 30(5), 366–374.
- Vedel, T. (1994). Sociologie des innovations technologiques des usagers: introduction à une socio-politique des usages. Dans A. Vitalis (dir.), *Médias et nouvelles technologies. Pour une socio-politique des usages* (p. 13–34). Rennes : Editions APOGEE.
- Vergnaud, G. (1996). Vers une théorie intégrée de la représentation. Dans G.-L. Baron et É. Bruillard (dir.), *Informatique et éducation: regards cognitifs, pédagogiques et sociaux* (vol. 15, p. 107-120). INRP.
- Vergnaud, G. (2007). Représentation et activité: deux concepts étroitement associés. *Recherches en éducation*, 4, 9-22.
- Voirol, O. (2011). L'intersubjectivation technique: de l'usage à l'adresse: pour une théorie critique de la culture numérique. Dans J. Denouël et F. Gandon (dir.), *Communiquer à l'ère numérique. Regards croisés sur la sociologie des usages* (p. 127-157).
- Wang, X. et McKim, J. C. (2013). The Opportunities and Challenges to Teach Web Programming in Computer Science Curriculum CS2013. *J. Comput. Sci. Coll.*, 29(2), 67–78.
- Webb, H. C. et Rosson, M. B. (2011). Exploring Careers While Learning Alice 3D: A Summer Camp for Middle School Girls. Dans *Proceedings of the 42Nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (p. 377–382). New York, NY, USA : ACM.
- Weizenbaum, J. (1981). *Puissance de l'ordinateur et raison de l'homme du jugement au calcul* (édité par M.-T. Margulici). Boulogne-sur-Seine : Éditions d'Informatique.
- Whitehead, A. N. (1967). *Aims of Education*. Simon and Schuster.
- Whittaker, S. et Sidner, C. (1996). Email overload: exploring personal information management of email. Dans *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (p. 276–283). ACM.
- Williams, D. et Coles, L. (2007). Teachers' approaches to finding and using research evidence: an information literacy perspective. *Educational Research*, 49(2), 185-206.

- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Commun. ACM*, 49(3), 33–35.
- Wing, J. M. (2010). Research notebook : Computational thinking - What and Why ?
- Yan, Z. (2005). Age differences in children’s understanding of the complexity of the Internet. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 26(4), 385-396.
- Zhang, Y. (2008). The influence of mental models on undergraduate students’ searching behavior on the Web. *Information Processing & Management*, 44(3), 1330-1345.
- Zhang, Y. (Gavin) et Dang, Y. (Mandy). (2015). Investigating Essential Factors on Students’ Perceived Accomplishment and Enjoyment and Intention to Learn in Web Development. *Trans. Comput. Educ.*, 15(1), 3:1–3:21.

Index des auteurs

A

Abiteboul · 60, 63, 148
Abramovich · 144
Aillerie · 109, 110, 117
Alvarez · 64
Anderson · 33, 46
Archambault · 34
Armoni · 48
Arsac · 27, 46
Assadi · 107
Astrachan · 32

B

Bacelli · 34
Badillo · 58, 59
Balcou-Debussche · 157
Bannon · 163
Barats · 163
Baron · 11, 14, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 34,
44, 52, 53, 71, 73, 75, 79, 80, 119, 132
Barreau · 151, 152, 154
Bart · 22
Batard · 42
Beach · 169
Beaudoin-Lafon · 39, 41
Bednarz · 184
Béguin-Verbrugge · 85, 122
Bell · 31, 48
Bencivenga · 48
Bérard · 135, 139
Berners-Lee · 14, 73, 75, 99
Bernstein · 154
Bibeau · 132, 133, 135, 136, 137
Bigot · 77
Blomberg · 153
Blondel · 43
Bloom · 33
Boardman · 151, 163
Boivie · 48
Bonnardel · 74
Boubée · 108
Boullier · 42, 79, 96
Bourdieu · 10, 119

Boyer · 141
Briggs · 32
Bruce · 151
Bruillard · 15, 19, 20, 21, 25, 42, 43, 44,
47, 48, 52, 53, 58, 62, 73, 75, 77, 79, 80,
119, 127, 141, 142, 181
Bruner · 29, 30
Burban · 77

C

Cahour · 164
Cardon · 56, 57, 60, 61
Cerisier · 22
Chaptal · 126, 127, 128
Chevalier · 74
Chevallard · 63, 68
Choppin · 143
Claro · 122, 169
Cole · 153
Coles · 144, 162
Collet · 48
Comer · 39
Conein · 53
Connolly · 63, 68
Cooper · 74
Cordier · 87, 88, 89, 105
Crouette · 77
Cunningham · 74
Curzon · 48
Cutrell · 150
Cutts · 27, 48

D

Dagiene · 48
Dané · 132
Dansac · 79
De Vecchi · 122
Denham · 79
Denning · 28, 29, 30, 31, 35, 36, 37, 39, 41
Desgagné · 184
Despres-Lonnet · 122
Develay · 71
Diaz · 169

Diekema · 149, 153, 155, 156, 157, 158,
160, 161, 168, 176, 186
Diethelm · 90
Dimet · 143
Dinet · 100, 101, 102, 104, 111
Dorn · 69
Dorward · 144, 145
Douarin · 79, 96
Doueihy · 57, 59
Dowek · 30, 34, 35, 36, 42, 65, 66
Duchâteau · 26, 127
Dumais · 150, 151
Duru-Bellat · 12

E

Efthimiadis · 107, 110, 111
El Boussarghini · 44, 113
Esper · 27

F

Fellows · 31
Fertig · 153
Fisher · 48, 164
Floridi · 13
Fluckiger · 22, 86, 109, 119
Forquin · 12, 37
Forte · 50, 69
Foucault · 44, 113
Fourgous · 140, 141
Freeman · 31, 153

G

Gal-Ezer · 48
Garreau · 64
Geisler · 169
Gelernter · 153
Ghitalla · 79, 96
Giannoula · 79
Giordan · 121, 122
Gkouskou-Giannakou · 79, 96
Gobert · 22
Goigoux · 129, 131, 142
Gonçalves · 164
Goodson · 47
Grandbastien · 19, 23, 25, 34, 41, 52, 73,
132

Grenon · 46
Greyling · 83
Grumbach · 144
Gueudet · 147, 169
Guichon · 77
Guzdial · 50, 51, 52, 62, 74, 75

H

Haberman · 48
Hachez-Leroy · 63
Hall · 73, 75
Harrari · 79
Hartmann · 64
Harvey · 47
Hebenstreit · 27, 46
Hendler · 73, 75
Hendry · 107, 110, 111
Hess · 47
Hodges · 48
Holo · 22, 79
Hopkins · 162
Horsley · 162
Hubwieser · 25, 33, 35, 36
Hulsey · 48

J

Jankeviciute · 91, 92, 93, 94, 96
Jeanneret · 53, 54, 55, 56, 61, 80, 101, 105
Johsua · 68
Jones · 148, 149, 150, 151, 152, 156
Jonnaert · 121
Jorge · 164
Jouët · 43, 47, 48, 53

K

Karger · 154
Kekelis · 48
Kick · 31
Kirst · 64
Kitajima · 100, 101, 102, 104
Knobelsdorf · 62, 74, 75
Komis · 79
Kovacs · 122
Krathwohl · 33
Kwaznick · 154

L

Ladage · 44, 63, 68, 75
Lagrange · 22
Lansdale · 147, 153
Larose · 46
Lawner · 48
Lelong · 119
Lenoir · 46
Leontiev · 149
Leplat · 120
Lévy · 33, 125, 126, 127
Liu · 63
Loiseau · 144
Luehrmann · 45, 46

M

Malone · 153
Mangan · 47
Marec · 54, 56
Margolis · 48
Markey · 107
Martell · 31
Martin · 77
Martinand · 73
Matloff-Nieves · 48
Maurer · 47
McKim · 63
Ménard · 59
Mercklé · 77
Metton · 77
Miller · 64, 68
Moatti · 14
Montag-Torardi · 47
More · 12, 49
Morin · 46
Mosatche · 48
Moursund · 47
Muramatsu · 107
Muratet · 74

N

Näf · 64
Nardi · 151, 152, 153, 154
Naumer · 164
Neau · 79, 96
Nelson · 144, 145
Nicolle · 42, 43

Nivat · 42
Norman · 42, 77, 78, 91, 120, 123
Normand · 83, 84, 85
Nunes-Bufford · 163

O

Octobre · 77
Olsen · 149, 153, 155, 156, 157, 158, 160,
161, 168, 176, 186
Orange · 75, 76

P

Papastergiou · 89, 90, 96, 102
Papert · 26, 27, 181
Pariser · 59
Park · 68, 69
Pearson · 46
Pelpel · 79
Pence · 48
Perković · 68
Perriault · 120
Perry · 50, 51
Peyssonneaux · 79, 85
Phelps · 63
Pouder · 79
Pouzard · 135, 139
Pratt · 107
Priol · 13
Puimatto · 133, 137, 141, 144
Pynoo · 144

R

Rabardel · 120, 121
Recker · 144, 145
Régnier · 126
Reichert · 64
Rey · 59, 60
Rich · 50, 51
Richard · 117
Rogalski · 26, 45, 74, 120
Romainville · 75
Rosson · 48

S

Sadin · 57, 61, 62, 123

Sasse · 151, 163
Schraefel · 154
Schunn · 144
Schwill · 29, 30, 35, 36, 37
Seehorn · 27, 37, 65
Seror · 169
Serres · 97, 107
Settle · 68
Shadbolt · 73, 75
Shipman · 163
Sidner · 151
Simon · 20, 27, 41
Simonnot · 44, 104, 107, 111
Simonson · 47
Slattery · 169
Souchier · 53, 54, 55, 56, 59, 61, 79, 96,
103, 123
Souza · 83, 84, 85
Stepp · 64
Suchman · 153, 169
Sutinen · 39, 40

T

Tedre · 39, 40
Teevan · 150, 152
Tenenberg · 62, 74, 75
Thatcher · 83
Theureau · 169, 174
Thévenot · 80, 119
Tognazzini · 123
Tort · 19, 23, 25, 34, 43, 48, 52, 62, 64, 73,
132, 147
Trees · 31
Tricot · 11, 44, 108, 113, 144
Trigg · 153
Trouche · 147, 169
Tucker · 37

V

Van Dyke · 45
Van Kleek · 154
Van Zanten · 12
Vedel · 58
Vergnaud · 119, 120
Vieville · 64
Voirol · 59

W

Wang · 63
Webb · 48
Weitzner · 73, 75
Weizenbaum · 60
Whitaker · 47
Whitehead · 29
Whittaker · 151
Wiedenbeck · 68
Wilken · 90
Williams · 144, 162
Willows · 169
Wing · 28
Witten · 31
Wynn · 153

Y

Yan · 85, 86

Z

Zhang · 68, 99, 100, 101, 102, 111