Les nouvelles technologies et l'enseignement du design au lycée : construire une didactique de la conception

Eric Tortochot

▶ **To cite this version:**

Eric Tortochot. Les nouvelles technologies et l'enseignement du design au lycée : construire une didactique de la conception. Sciences et technologies de l'information et de la communication (STIC) en milieu éducatif, 2013, Clermont-Ferrand, France. edutice-00875573

HAL Id: edutice-00875573
https://edutice.hal.science/edutice-00875573

Submitted on 22 Oct 2013

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.

Les nouvelles technologies et l'enseignement du design au lycée : construire une didactique de la conception

Eric Tortochot
eric.tortochot5@orange.fr

Aix-Marseille Université

Résumé. Les textes curriculaires de l'enseignement du design tiennent peu compte de l'état de la recherche sur la place des instruments numériques dans l'apprentissage. Ils traitent juste de la nécessité de les exploiter comme des outils liés à une préparation aux compétences professionnelles ou comme des outils professionnels tout simplement. En effet, ceux-ci font partie intégrante de l'assistance à la compétence de conception attendue chez le designer. Jusqu'où sont-ils de simples outils dans le curriculum et à quel moment deviennent-ils des instruments de la conception elle-même ? Tendraient-ils à accompagner la conception en se substituant aux outils traditionnels ? Peut-on légitimement en tirer les prémices d'une didactique du design ?

Mots-clés: activité de conception, modèles d'artéfact, instruments numériques

« [Le design] est tout à la fois une méthode pour penser, une méthode pour agir, une méthode pour faire et produire, une méthode de résolution des problèmes. Mais quel que soit le contexte dans lequel il est employé, le design est toujours tributaire des techniques et des technologies tout autant que de l'évolution des outils de conception et de représentation qui permettent de le générer. » (Gauvin, 1999, p. 35).

Introduction

L'état de la recherche dans le domaine des outils numériques associés à la conception fait apparaître une littérature scientifique de langue anglaise abondante. Et pourtant, dans le curriculum de l'enseignement du design en France, au sein de l'institution de l'éducation nationale, la prise en compte de ces recherches est faible, voire inexistante. Afin d'y voir plus clair, cette communication présente, dans un premier temps, le contexte théorique spécifique à l'analyse de l'activité de conception en s'appuyant sur le schéma des interactions qui traversent et définissent ce que Lebahar (2007) appelle le « sujet concepteur ». Ce schéma, directement issu de la théorie de l'activité (Leontiev, 1976) est confronté à l'exploration des champs disciplinaires qui irriguent la réflexion sur les outils numériques : la psychologie du travail, l'ergonomie, l'ingénierie et les « sciences de l'artificiel », la psychologie cognitive et les sciences de l'éducation. À cette exploration, s'ajoute l'analyse curriculaire du programme de la filière « design » à l'éducation nationale, la série Sciences et technologies du Design et des Arts appliqués (STD2A) (2011a). L'idée est de faire émerger ce qui pourrait être envisagé comme prémices à une recherche sur la didactique de la conception confrontée aux instruments numériques. Par extrapolation, il sera alors question de l' « élève sujet concepteur ».

Le contexte de la recherche à travers le complexe d'interactions

Évoquer une didactique de la conception, c'est, d'une part, aborder le terrain de la recherche sur les phénomènes d'enseignement, ainsi que sur « les conditions de l'acquisition de connaissances par un apprenant » (Johsua & Dupin, 1993, p. 2.). D'autre part, c'est se pencher

sur les questions de l'origine des savoirs enseignés. En paraphrasant Amigues et al. (1994), il serait possible de dire : « En [design], une part peu importante des savoirs enseignés provient de la sphère de la recherche institutionnellement établie. En revanche, la grande majorité de ce qui est enseigné s'inspire de la pratique industrielle et de l'organisation sociale des entreprises » (p. 67). Enfin, aborder les phénomènes d'enseignement du design, les conditions de transmission de la culture propre à l'institution éducative française (Ginestié 2009) en Arts appliqués, est une voie possible pour étudier les apprentissages en design.

Par conception ou « design », il faut entendre l'élaboration de modèles d'artéfacts ne résultant pas de modèles existants (Lebahar, 2007). Ils peuvent être conçus, réalisés, perçus, utilisés, partagés, à l'aide d'outils numériques comme le montrent les types de littératures de la recherche sur le sujet. Ces littératures sont essentiellement de langue anglo-américaine et ont plusieurs vocations. Elles peuvent tendre à construire les outils les mieux adaptés à la conception en oscillant entre l'analyse des besoins des utilisateurs autant, sinon plus que ceux des concepteurs (e.g. Fischer, 2010). Elles observent les besoins tout au long de la vie et considèrent l'artéfact technologique comme un support d'apprentissage et de formation pour tous, usagers et professionnels, à tout âge (e.g. Petrina, Feng & Kim, 2008). Il y a aussi une recherche qui s'intéresse plus particulièrement aux outils de la conception et tente d'adapter les interfaces numériques aux besoins spécifiques des concepteurs (e.g. Costello & Edmonds, 2007). Pour essayer une synthèse de ces approches, il est possible de s'appuyer sur le schéma de Lebahar (2007) qui met en forme le complexe des interactions auquel est soumis le sujet concepteur, qu'il s'agisse du designer aguerri, de l'étudiant ou de l'élève (schéma 1 : les chiffres suivants renvoient aux « échanges » signalés par des flèches).

Le sujet interagit avec lui-même et se construit (1)

Selon une vision constructiviste, de type piagétien, le concepteur interagit avec lui-même. C'est une forme de conscience que le socioconstructiviste Vygotski (2003) définit par l'expérience vécue d'autres expériences déjà vécues. Des « actions de contrôle » (Cellérier 1979) de l'activité lui permettent de « subordonner son activité à un but » (Lebahar 2007) c'est-à-dire d'agir avec une fin, un motif (Leontiev 1976). Les métaconnaissances qui sont en jeu induisent une autonomie cognitive du sujet dans la planification des tâches et dans les solutions apportées aux problèmes initiaux et successifs. Elles sont une donnée majeure de la construction du nouveau concepteur. Sous cet angle, les instruments numériques ont été étudiés pour l'aide qu'ils apportent à la prise en compte de l'apprentissage tout au long de la vie (Petrina, Feng & Kim, 2008).

Le sujet interagit avec des tâches de conception et construit un modèle (2)

La conception est inscrite dans un espace qui confronte l'individu aux modèles existants d'artéfact. Cela suppose que le « sujet concepteur », le designer, interagisse avec les tâches de conception qui conduisent au but et prennent forme concrète à travers de multiples états de représentation de l'artéfact. Il existe plusieurs types de représentations rigoureusement définies (images mentales, images opératives, dessins, modèles, simulations, etc.) dont le rôle varie durant l'accomplissement de la tâche et dont la finalité est de procéder à un guidage programmé. Les tâches de conception sont donc planifiées (Baldwin et al. 2009 ; Gero 1990). L'énonciation des épisodes de conception, leur explicitation, conduisent à une nouvelle planification des tâches, sans cesse. Kaptelinin & Nardi (2009) et Lebahar (2002) ont analysé

le rôle des instruments numériques dans les représentations d'artéfacts et ont montré par des voies séparées qu'agir avec la technologie permet de mieux comprendre la relation des concepteurs avec les outils numériques dans cette planification.

Les sujets qui accompagnent le concepteur interagissent directement avec les représentations (2bis)
Un lien direct est établi entre les états de représentation et les autres sujets, parce que c'est à partir de l'énonciation de ces états que le dialogue se met en place et pas uniquement à partir du seul sujet (Tortochot, 2012). Stacey & Eckert (2003) ont fait apparaître, à l'instar de Lebahar (1983), que communiquer des idées imprécises, incertaines et provisoires est un élément essentiel de la conception dans un travail d'équipe. Ils ont expliqué comment les croquis et autres représentations dessinées peuvent être à la fois intrinsèquement indécis ou trompeurs en omettant de transmettre des informations sur l'incertitude et le provisoire aux autres sujets.

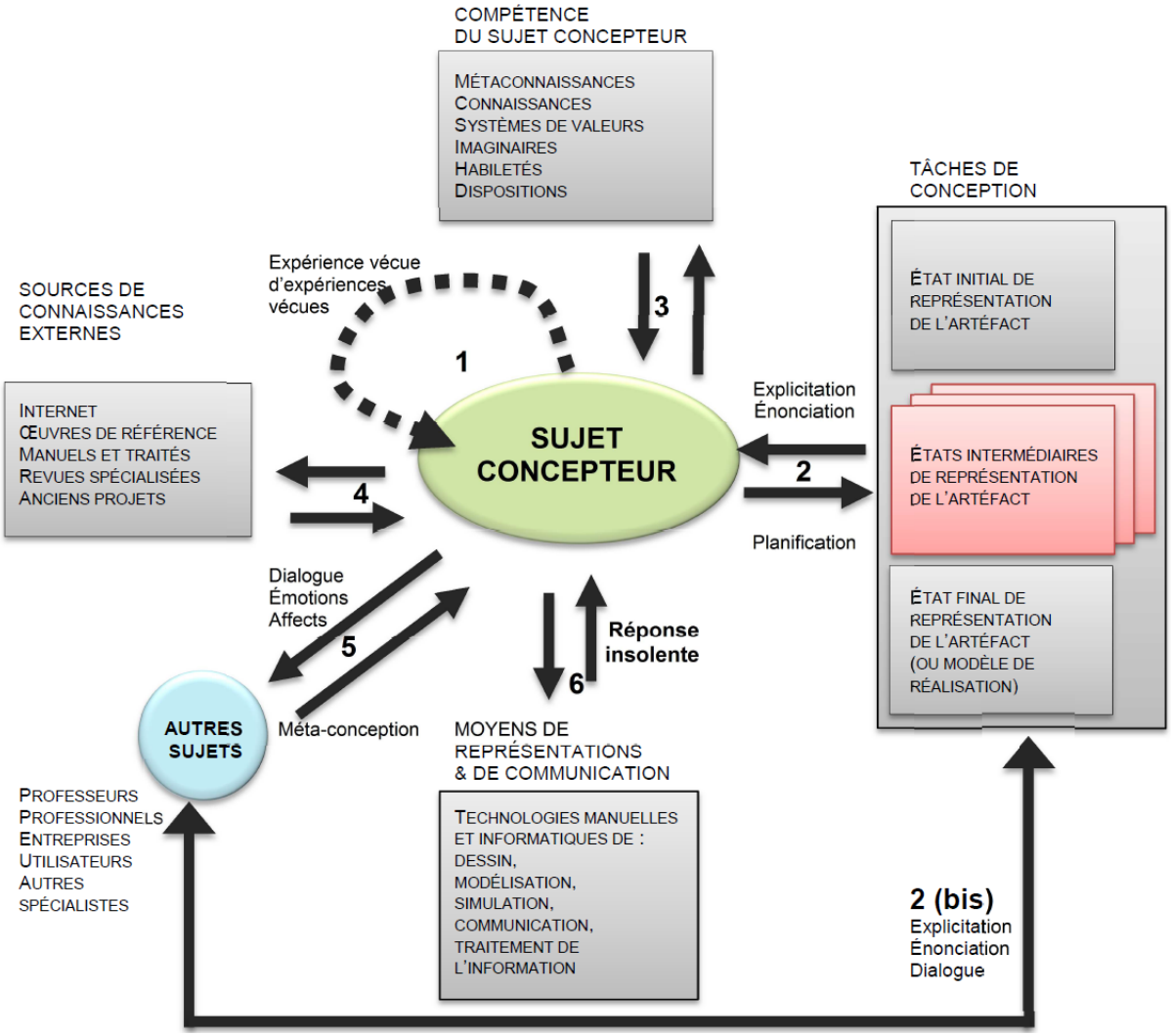

Schéma 1. Le complexe d'interactions, d'après Lebahar, 2007 et Tortochot, 2012.

Le designer interagit avec sa compétence de conception pour la consolider (3)
Christiaans & Venselaar (2005) ont montré que cette compétence peut être de trois ordres différents (générale, spécifique ou propre à une tâche donnée), mais toujours en lien avec le but de son activité. Cette compétence repose sur des imaginaires, des croyances, des

superstitions, des systèmes de valeur, etc. Parmi les compétences du sujet, les dispositions (*hexis*) renforcent le potentiel du sujet. Le résultat en est la mise en activité (*energeia*), avec effet immédiat sur les tâches de conception. Ainsi, Lebahar (2008) met en exergue l'« expressionnisme élémentaire » chez les jeunes étudiants, c'est-à-dire le besoin d'expression, par le dessin, d'idées personnelles contre toute contrainte. Cette approche est nuancée par Tortochot (2012) qui constate que ce besoin s'atténue chez les étudiants les plus aguerris.

Le concepteur interagit avec des sources de connaissances externes variées (4)

Par exemple, Decortis & Rizzo (2002) ont travaillé sur l'interaction des enfants avec leur environnement local naturel (des relations physiques) et sur l'utilisation qu'ils font de diverses sources de connaissance grâce à un outil numérique appelé POGO, qui leur est spécialement dédié. Le but est de concevoir des histoires en interagissant de façon intuitive par manipulation virtuelle avec des données diverses : images fixes ou animées, textes, etc. Les ressources utilisées sont alors plus ou moins assimilées. Parmi les ressources les plus remarquables, Internet est désormais un instrument très développé, exploité. À lui seul, il pourrait regrouper tous les autres types de ressource. Il apparaît surtout comme l'outil principal d'accès à l'information des étudiants (Tortochot, 2012).

Le concepteur interagit aussi avec les autres sujets : vers une méta-conception (5)

L'interaction est sociale comme dans le contexte d'apprentissage de la conception. Ce dialogue entre le sujet concepteur et les autres sujets, prend en compte les émotions, les affects qui induisent des ouvertures ou des fermetures dans les échanges (Vygotski, 2003). Le dialogue conduit à la méta-conception, c'est-à-dire à la possibilité de prendre de la distance dans l'activité de conception, non plus seulement du côté des connaissances (métaconnaissances), mais du côté de l'activité à proprement parler. Ainsi, certains chercheurs se sont penchés sur la conception de produits « ludiques » et informatiques évolutifs (des modélisations participatives et interactives) à la place des utilisateurs dans une « méta-conception » c'est-à-dire un « méta-design » (Costello & Edmonds, 2007h ; Fischer, 2010 ; Lauche, 2005). Ces démarches ont conduit quelques spécialistes à s'intéresser aux outils « évolutionnaires » de conception (Marin, Lequay & Bignon, 2009) à savoir l'interaction entre la pensée verbale et la pensée visuelle grâce à l'utilisation d'un outil numérique génératif.

Le sujet concepteur interagit avec les moyens de représentation et de communication (6)

Ces moyens l'aident à réaliser les tâches de conception. La sémiologie et la psycholinguistique apportent des éclairages supplémentaires sur les signes produits. L'interaction avec les moyens de représentation comme l'esquisse 3D, tient une place essentielle dans l'activité du sujet concepteur. Il peut apporter des modifications majeures à tout moment dans l'organisation des tâches de conception. C'est la « réponse insolente » (Bamberger & Schön, 1983), celle que le concepteur perçoit quand le dessin ou le modèle représenté, vecteur de forme et de sens, en dit plus à la lecture qu'il ne voulait en dire au moment de l'ébauche, infléchissant la trajectoire des états de représentation de l'artéfact. Ainsi, l'apprentissage par le dialogue avec les matériaux comme le dessin et autres représentations, est au cœur du travail de Martin (2007) qui a comparé les dessins que des élèves de l'école primaire ont réalisés avec, d'une part, un matériel traditionnel et, d'autre

part, des outils numériques de création. Elle a montré que ces derniers permettent de reproduire plus fidèlement un modèle, mais que dessiner avec les outils habituels favorise une meilleure mémorisation. Le rôle du dessin et de l'outil informatique en tant qu'énonciation graphique est aussi abordé par Lane, Seary & Gordon (2010) qui explorent le développement du tracé à main levée comme un outil d'aide à la synthèse visuelle et la découverte créative au cours des activités de conception en apprentissage.

Les instruments numériques dans le référentiel de la série STD2A

Dans le curriculum de l'enseignement du design en France, au sein de l'institution de l'éducation nationale, la prise en compte de ces recherches est faible, voire inexistante. Il suffit de se reporter aux textes de référence (des programmes du baccalauréat aux référentiels de BTS ou de DSAA) pour s'en convaincre. Pour le bac STD2A, l'approche des outils numériques est timide, peu documentée, et essentiellement tournée vers l'instrumentalisation à des fins d'apprentissage, parfois à vocation professionnelle, parfois afin de familiariser les élèves avec un outil professionnel potentiel, avec une focalisation sur l'usage de logiciels qui font consensus (les logiciels Adobe pour la dimension graphique de la conception et les quelques logiciels 3D pour la modélisation de volumes plus ou moins complexes). Par exemple, le texte officiel du bac STD2A dit ceci, et guère plus, à propos de la place des outils infographiques pour les situer par rapport à ceux du dessin :

« Les contenus pédagogiques dispensés en classes de première et terminale de la série Sciences et technologies du design et des arts appliqués nécessitent une approche des traitements numériques de l'image. Les outils numériques font partie intégrante des démarches créatives propres à ces champs disciplinaires. Une partie des savoirs et savoir-faire spécifiques aux outils numériques puise les compétences requises dans le B2i (compétence 4 du socle commun du collège). L'autre partie complète les compétences du B2i lycée.

Cette approche a pour but de fournir les outils qui permettent l'acquisition et le traitement de données multimédia afin, d'une part, de communiquer les études et projets menés en cours d'arts appliqués, et d'autre part, d'appréhender ces outils au sein de la démarche de recherche en design. La découverte d'outils infographiques spécifiques au design, encouragée dès la seconde, est approfondie en première et terminale en visant une plus grande autonomie de l'élève dans l'usage de supports numériques au service de son activité de création. » (BO, 2011, p. 5/42.)

Après cette introduction programmatique, l'outil infographique est mobilisé explicitement dans plusieurs cas de figure répertoriés selon les pôles d'enseignement :

- la saisie de l'information (p. 1/5) ;
- les codes et dispositifs de la communication (idem) ;
- les outils divers et supports de communication (ibid.) ;
- les outils numériques de réalisation de l'image fixe, animée, en mouvement (p. 4/5).

Il s'agit d'un programme sans guide prescripteur et planificateur, c'est-à-dire sans contrainte sur l'enseignant qui utilise ces indications à sa guise, dans des dispositifs pédagogiques qu'il peut faire varier à l'infini.

La place des instruments numériques dans le complexe d'interactions à partir du programme de STD2A

La partie précédente de cette communication s'est appuyée sur le schéma des interactions afin d'élaborer une carte des relations du concepteur avec les outils numériques. La seconde partie rend compte du curriculum STD2A selon un principe similaire, à travers une question principale déclinée en autant de questions qu'il y a d'interactions : qu'est-ce que le complexe d'interactions fait jaillir du programme qui pourrait servir à la construction d'une didactique disciplinaire (schéma 2) ?

L' « autonomie » de l'élève pour se construire (1)

C'est parce qu'il expérimente et qu'il est amené à regarder ce qu'il expérimente, à évaluer ou à se faire évaluer sur ce qu'il expérimente, que l'élève peut gagner en autonomie, c'est-à-dire se construire par des « actions de contrôle » (Cellérier, 1979) et, ainsi, atteindre une compétence de conception. Or, c'est ce que vise le programme quand il préconise une « plus grande autonomie de l'élève dans l'usage de supports numériques au service de son activité de création ». S'agit-il alors de mettre en place une autonomie permettant une évolution permanente et réactualisée des compétences (apprentissage tout au long de la vie) ?

Le numérique au service des « démarches créatives » comme tâches de conception (2)

C'est parce que les élèves vont planifier, expliciter, énoncer la démarche de conception, qu'ils vont réaliser les tâches qui leur ont été prescrites. Rien n'est dit dans le texte sur ce qui est attendu comme état final de représentation de l'artéfact. De manière plus générale, rien n'est dit non plus sur les différents états qui conduisent à l'état final, sinon que les outils numériques participent à cette construction du « modèle ». On peut se demander alors quelle est l'importance de ces outils dans l'évolution du modèle, comment ils influent sur la planification des tâches.

Le regard de l'enseignant sur les états de représentation (2 bis)

On peut aussi s'interroger sur la place que jouent ces instruments dans les dialogues directs avec les enseignants : aident-ils à réduire une forme d'incertitude du dessin encore mal maîtrisé ? sont-ils des intermédiaires fiables entre l'élève et l'enseignant ?

Les « compétences » requises et celles qui sont visées (3)

Le programme de STD2A s'appuie sur les compétences repérées dans le socle commun du collège. Au-delà de ce repérage, il s'agit bien pour ce curriculum spécifique de viser de nouvelles compétences. Elles sont définies ainsi, en dehors de l'autonomie dont il a été question plus haut : traitement des données ; communication des études et projets ; appréhension des outils dans une démarche de conception. Quelle peut-être la place de l'imaginaire dans cette appréhension souvent malhabile, dans les dispositions que l'élève met en marche pour concevoir ?

Les « contenus pédagogiques » comme sources de connaissances (4)

Il s'agit d'une particularité de la filière « design » : à défaut de pouvoir s'appuyer sur des manuels comme d'autres disciplines, les enseignants élaborent eux-mêmes les sources de connaissance. Internet est donc devenu la source principale d'information permettant d'accéder aux œuvres de référence, remplaçant les manuels, les traités, etc. Il faut que les élèves apprennent à faire le tri. C'est ce que le programme propose en scindant l'activité en

deux parties : « acquérir » et « traiter » les données. Quels sont les moyens donnés pour trier ? Quels sont les enjeux d'une maîtrise du Web ?

Les « encouragements » des enseignants comme seules relations avec d'autres sujets (5)

Le texte évoque la « découverte des outils infographiques » encouragés et approfondis. Si rien n'est explicité en termes de dispositifs didactiques et, donc, de conditions de transmission des savoirs, il n'est pas non plus évoqué la mise en place de collaborations avec d'autres spécialistes à travers des dialogues nourris conduisant à la méta-conception, cette conscience de la conception grâce à la mise à distance par l'échange parfois émotionnel avec d'autres. Ce dialogue unique avec l'enseignant par l'intermédiaire des instruments numériques ne conditionnent-ils pas une forme d' « expressionnisme élémentaire » (Lebahar, 2008), c'est-à-dire de tentation toujours très grande chez l'élève de faire d'abord la démonstration d'une habileté à exprimer des idées ou croyances personnelles avant de répondre aux contraintes ?

L'image de design est « numérique » (6)

En dehors de l'acquisition d'une compétence de communication qui doit être acquise, l'élève de STD2A est confronté à l'obligation de considérer que l'image ou l'état final de représentation de l'artéfact qu'il lui est demandé de concevoir, est forcément numérique. Dans ce cas plusieurs questions apparaissent : quel rôle joue le dessin numérique dans la « réponse insolente » évoquée par Bamberger & Schön (1983) ? la représentation numérique permet-elle cette représentation qui diffère de l'image mentale au point de modifier l'idée initiale ? permet-elle de garantir certains apprentissages quand on sait que la mémorisation est plus faible chez les enfants (Martin, 2007) et que d'autres auteurs ont montré l'importance du tracé manuel dans la maîtrise d'une synthèse visuelle et dans la démarche de conception (Lane, Seary & Gordon, 2010) ?

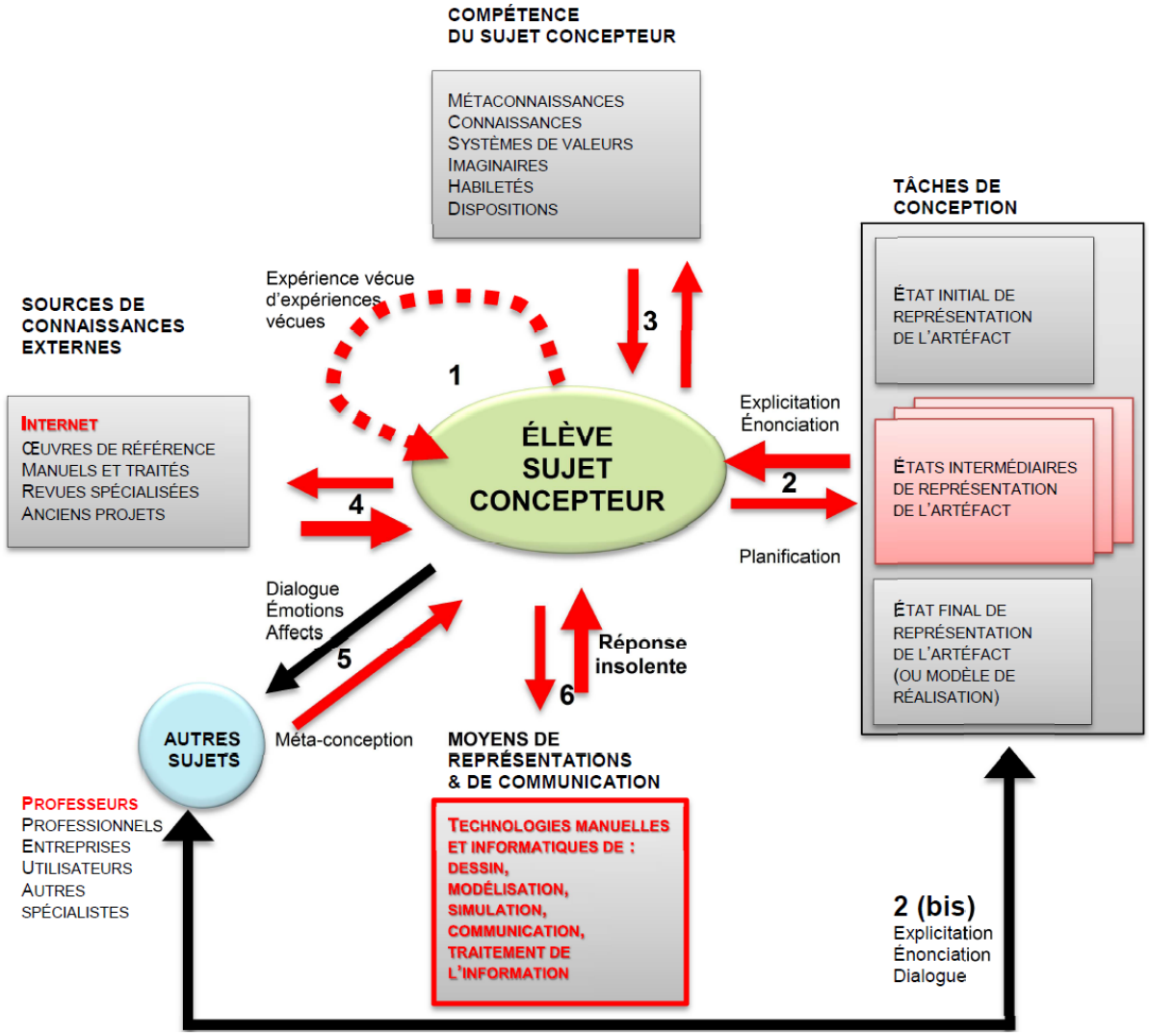

Schéma 2. Le complexe d'interactions et les outils numériques dans le STD2A.

Discussion

Si, comme Martin (2007), il est possible d'affirmer que, dans les situations pédagogiques, l'utilisation des outils numériques modifie le milieu didactique et change la pratique enseignante, alors, ces instruments doivent trouver une meilleure place dans le programme de STD2A. Pour l'instant, cette place n'est pas considérée avec le recul nécessaire à la construction d'une didactique du design en n'intégrant pas les éléments de la recherche sur la question, en ne prenant pas en compte les interactions dévoilées chez l'élève qui se destine à devenir un jour designer et en ne considérant pas l'informatique sous un angle suffisamment ouvert.

Le texte curriculaire n'en tire pas correctement bénéfice alors même qu'il serait possible de singulariser les outils numériques dans les apprentissages de l'activité de conception en les confrontant, par exemple, à la question cruciale du dialogue instauré entre le concepteur et les représentations qu'il utilise pour aller progressivement vers l'état final du modèle d'artéfact.

Il est paradoxal de constater que des logiciels libres ont été proposés dans les enseignements de Mathématiques de la série STD2A pour le traitement de l'image ou pour la géométrie dynamique (2011b). L'étude de ces outils et de leurs usages tels qu'ils ont été définis dans les didactiques scientifiques (e.g. Balacheff, 1994) permettrait d'avancer dans la définition d'une

didactique de la conception. Elle donnerait à voir, peut-être, quel instrument cognitif devient l'outil numérique quand il est enseigné par une discipline scientifique autre que celle du design (mathématiques, sciences physiques, technologie, etc.).

Bibliographie

Amigues, R., Ginestié, J., & Johsua, S. (1994). La place de Ia technologie dans l'enseignement général et les recherches actuelles sur son enseignement. *Didaskalia, 4*, 57-72.

Balacheff, N. (1994). Didactique et intelligence artificielle. *Recherches en didactique des mathématiques, 14*, 9-42.

Bamberger, J., & Schön, D. A. (1983). Learning as Reflective Conversation with Materials: Notes from Work in Progress. *Art Education, 36*(2), 68-73.

Design et arts appliqués pour le cycle terminal STD2A, Arrêté du 8 février 2011 C.F.R. (2011).

Enseignement de mathématiques de la série STD2A-classe terminale, Arrêté du 2 août 2011 C.F.R. (2011).

Costello, B., & Edmonds, E. (2007). *A study in play, pleasure and interaction design*. Paper presented at the Proceedings of the 2007 conference on Designing pleasurable products and interfaces, Helsinki, Finland.

Decortis, F., & Rizzo, A. (2002). New Active Tools for Supporting Narrative Structures. *Personal Ubiquitous Comput., 6*(5-6), 416-429. doi: 10.1007/s007790200046

Fischer, G. (2010). End User Development and Meta-Design: Foundations for Cultures of Participation. *Journal of Organizational and End User Computing (JOEUC), 22*(1), 52-82. doi: 10.4018/joeuc.2010101901

Gauvin, J. (1999). Facteurs de formes, nouvelles données organisationnelles et nouvelles technologies. In A. Gleser (Ed.), *Design et nouvelles technologies* (Vol. 2, pp. 35-47). Pont-à-Mousson: Eïdês. Abbaye des Prémontrés.

Ginestié, J. (2009). Thinking about Technology education in France. A Brief Overview and some Aspects of Investigations. In M. J. De Vries & A. T. Jones (Eds.), *International Handbook of Research and Development in Technology Education* (Vol. 5, pp. 31-40). Rotterdam: SensePublisher.

Johsua, S., & Dupin, J.-J. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. Paris: PUF.

Kaptelinin, V., & Nardi, B. A. (2009). *Acting with Technology: Activity Theory and Interaction Design*. Cambridge: MIT Press.

Lane, D., Seary, N., & Gordon, S. (2010). A Paradigm for Promoting Visual Synthesis through Freehand Sketching. *Design and Technology Education: an International Journal, 15*(3), 68-90.

Lauche, K. (2005). Collaboration Among Designers: Analysing an Activity for System Development. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 14*(3), 253-282. doi: 10.1007/s10606-005-5413-0

Lebahar, J.-C. (1983). *Le dessin d'architecte. Simulation graphique et réduction d'incertitude*. Roquevaire: Editions Parenthèses.

Lebahar, J.-C. (2002). L'assistance par ordinateur : une technologie d'organisation du travail de conception. In M. Borillo & J.-P. Goulette (Eds.), *Cognition et création, explorations cognitives des processus de conception* (pp. 153-165). Wavre: Mardaga.

Lebahar, J.-C. (2007). *La conception en design industriel et en architecture. Désir, pertinence, coopération et cognition*. Paris: Lavoisier.

Lebahar, J.-C. (Ed.). (2008). *L'enseignement du design industriel*. Paris: Lavoisier.

Marin, P., Lequay, H., & Bignon, J.-C. (2009). *Outil évolutionnaire d'aide à la conception architecturale créative. Mise en oeuvre d'un algorithme génétique et prise en compte des paramètres environnementaux.* Paper presented at the CAAD futures 09. Joining languages cultures and visions, Montréal.

Martin, P. (2007). *Instrumentation, créativité en éducation artistique. Le cas de l'utilisation des outils de création numérique à l'école.* (PhD), Aix-Marseille Université, Aix-en-Provence.

Petrina, S., Feng, F., & Kim, J. (2008). Researching cognition and technology: how we learn across the lifespan. *International Journal of Technology and Design Education, 18*(4), 375-396. doi: 10.1007/s10798-007-9033-5

Stacey, M., & Eckert, C. (2003). Against Ambiguity. *Computer Supported Cooperative Work (CSCW), 12*(2), 153-183. doi: 10.1023/a:1023924110279

Tortochot, E. (2012). *Pour une didactique de la conception. Les étudiants en design et les formes d'énonciation de la conception.* (PhD), Aix-Marseille Université, Marseille.

Vygotski, L. S. (2003). *Conscience, inconscient, émotions* (F. Sève & G. Fernandez, Trans.). Paris: La Dispute.