

La conception participative de l'enseignement une source d'apprentissage

Durand (1999) attire l'attention sur le fait que « pour qui s'intéresse à l'analyse du travail, l'enseignement s'apparente à celui de l'ergonome. En effet, une part de cette activité consiste à définir, organiser, réguler un travail : celui des élèves. Les enseignants sont des pourvoyeurs de tâches et les modélisations de l'apprentissage scolaire et de l'instruction, mettent l'accent sur cette notion de travail, opérationnalisée en termes d'engagement dans une tâche » (p. 124). En précisant ce point de vue, Saujat & Serres (2015) notent que le professeur se trouve devant une difficulté comparable à celle de l'ergonome de conception qui tente d'évaluer et d'anticiper « *l'espace des formes possibles de l'activité future* » (Daniellou, 2004), celle de ses élèves, mais aussi la sienne propre en réponse à la leur.

Ce travail de conception en étant mis à l'épreuve de l'activité conjointe en classe constitue une source d'apprentissage et de construction de connaissance en classe. Nous l'avons formulé auparavant : le PCK constitue un bon modèle permettant de rendre compte des réorganisations, donc du développement que suggèrent de tels apprentissages.

Allons plus loin, la participation à un groupe de conception participative d'une technologie, si elle implique une redéfinition des scénarios pédagogiques habituellement conçus et mobilisés par les enseignants, constitue sans nul doute une source d'apprentissage et de développement. Encore faut-il s'attarder et discuter la nature de tels apprentissages.

Sfard (1998) distingue la nature des apprentissages professionnels au regard des métaphores communément mobilisés dans les théories de l'apprentissage : apprentissage par acquisition et apprentissage par participation. Cette notion de métaphore correspond à des *transplantations conceptuelles* permettant d'expliquer les processus qui transforment des connaissances existantes en connaissances nouvelles. Sfard en définit deux types :

- La métaphore de l'acquisition correspond à une vision de l'apprentissage comme *développement de concepts et d'acquisition de connaissances* ;
- La métaphore de la participation renvoie à la participation d'un apprenant à des activités liées notamment au discours et à la communication. Elle met en avant la place de

l'apprenant dans un contexte situé socialement et culturellement auquel il prend part, et duquel il fait partie.

Le tableau suivant fait une synthèse des caractéristiques de chaque métaphore.

	METAPHORE DE L'ACQUISITION	METAPHORE DE LA PARTICIPATION
LE BUT DE L'APPRENTISSAGE	Enrichissement individuel	Construction d'une communauté
L'ACTIVITÉ D'APPRENTISSAGE	Acquisition de quelque chose	Fait de devenir un participant
L'APPRENANT	Réceptacle, constructeur	Participant périphérique, apprenti
L'ENSEIGNANT	Médiateur, facilitateur, fournisseur	Participant expert, garant de la pratique ou du discours
LES CONNAISSANCES ET LES CONCEPTS	Propriété, possession (publique ou individuelle)	Aspect de la pratique, du discours ou de l'activité
LE FAIT DE SAVOIR	Avoir, posséder	Faire partie d'un groupe, participer, communiquer

Tableau 1. Comparaison des deux métaphores de l'apprentissage adapté de Sfard (1998)

Dans la suite de ce document, nous nous intéresserons principalement aux formes d'apprentissage relatives à la seconde métaphore dans des situations de conception par des enseignants de leurs ressources. Ces situations correspondent par exemple à la préparation du cours par un enseignant ou la conception de ressources pédagogiques pour l'enseignement avec ou sans technologie. Les travaux présentés dans cette partie abordent les formes d'apprentissage possibles pour des enseignants dans de telles situations.

3.1 La préparation du cours et des scénarios pédagogiques

La préparation d'un cours peut être vue comme une activité dans laquelle des enseignants « *mettent en jeu différentes connaissances et les articulent pour choisir des activités, des exercices, fractionner la séance, choisir une forme de travail en classe, anticiper le temps, les réactions et les difficultés des élèves, gérer les traces écrites des élèves...* » (Bécu-Robinault, 2007, p. 165). D'après l'auteure, les connaissances mises en œuvre lors de la préparation du cours peuvent avoir trois origines : construites à partir d'un texte institutionnel, issue d'un échange sur les pratiques ou résultat de l'expérience acquise par l'enseignant. De plus, dans le cas de la préparation du cours par des enseignants de sciences physiques, l'auteure a relevé que :

- les enseignants déclarent prendre en compte les impératifs du programme scolaire ;

- selon les enseignants, l'importance donnée à ces impératifs peut cependant varier ;
- la maîtrise des contraintes matérielles est importante, en particulier pour les expériences à réaliser en classe ;
- les connaissances antérieures des élèves et leur compréhension des notions abordées dans le cours sont prises en compte lors de la préparation du cours ;
- une planification souple du cours permet une meilleure adaptation aux élèves et au terrain.

Le résultat de la préparation d'un cours peut être mis au propre dans un document rédigé pour guider l'enseignant pendant son cours sous la forme de scénarios pédagogiques. Ces derniers s'appuient sur des prescriptions, c.-à-d. ce que l'institution scolaire définit et communique aux enseignants pour les aider à concevoir, organiser et réaliser leur travail (Goigoux, 2007). Plus précisément, lors de la conception de scénarios pédagogiques, un enseignant est amené à se poser les questions suivantes (Musial, Pradère & Tricot, 2011, p. 16) :

- Comment faire acquérir les connaissances ?
- Comment présenter les objectifs ?
- Quelles sont les tâches d'apprentissage ?
- Quelles sont les progressions parmi les contenus ?
- Comment réguler l'activité de l'apprenant ?
- Comment évaluer les connaissances ?

À partir des travaux de Pernin & Lejeune (2004), nous adopterons la définition suivante : un scénario pédagogique constitue la description a priori du déroulement d'une situation d'apprentissage visant l'appropriation d'un ensemble précis de connaissances, en précisant les rôles des élèves et de l'enseignant, leurs tâches ainsi que les ressources nécessaires à la réalisation de ces tâches.

3.2 Les activités de conception collective de l'enseignement

Walker (1971) a proposé une classification des types d'échanges en conception d'enseignement, entre enseignants, appelée *SACD* pour *Structural Analysis of Curriculum Deliberation*. Chaque épisode, défini par un ensemble de contributions cohérentes entre elles, correspond à une des quatre catégories suivantes :

- Un *brainstorming* correspond à une phase de génération d'idée dans laquelle il y a beaucoup d'interactions entre les enseignants et les décisions sont prises intuitivement ;
- un *problème* renvoie à la définition dudit problème, son cadrage et l'élaboration collective et argumentée d'une solution ;
- une *explication* a lieu lorsqu'une personne présente et explique une notion ou lorsqu'elle éclaire le groupe sur un sujet dont elle est experte ;
- le *REX* fait référence au recours par un enseignant à un exemple concret de situation d'enseignement réelle.

Dans chaque épisode codé, Walker (1971) propose de coder les contributions individuelles selon quatre catégories :

- une *difficulté* est définie par l'énoncé d'un aspect non satisfaisant de la situation, d'un problème, qui doit être discuté par le groupe ;
- une *proposition* correspond à l'énoncé d'une solution pour la difficulté ;
- un *jugement* est une évaluation d'une proposition faite ;
- un *exemple* illustre un propos.

Cette grille d'analyse a notamment été utilisée pour coder les verbalisations en conception entre enseignants de maternelle par Boshman, McKenney & Voogt (2014). Ils ont montré par exemple que dans les échanges, les épisodes de type *brainstorming* étaient prédominants et que les *problèmes* n'étaient pas abordés en profondeur. Ces derniers étaient souvent résolus par *brainstorming*, sans argumentation poussée, et principalement par rapport à des questions pédagogiques, telles que la motivation des élèves. Dans leur étude, les auteurs ont insisté sur le fait que les enseignants auraient besoin de connaissances sur la technologie et sur comment elle pourrait être articulée avec les contenus disciplinaires à enseigner.

3.3 Les apprentissages en conception de TICE

3.3.1 L'approche Design-Based Research

Les méthodes de type *Design-Based Research (DBR)* visent à faire travailler des chercheurs avec des enseignants et des élèves afin de concevoir, d'implémenter et d'évaluer des dispositifs d'enseignement et d'apprentissage innovants en situation de classe réelle (Brown, 1992 ; Collins, 1990). Plus récemment, Sandoval & Bell (2004) ont distingué deux objectifs de ce type d'approche : développer des environnements d'apprentissage efficaces et utiliser

ces environnements comme des « laboratoires naturels » pour étudier les activités d'enseignement et d'apprentissage. Ces approches sont itératives et concernent généralement un petit nombre de classes afin d'étudier les usages de ces dispositifs (Fishman, Marx, Blumenfeld & al., 2004). Elles peuvent être traduites par *Recherche orientée par la conception* et permettent notamment de former les praticiens impliqués au travers de partages de praxéologies, qui se composent de leurs savoir-faire et de leurs connaissances (Chevallard, 1997 ; Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015).

En situation de formation, Aldon, Arzarello, Cusi & al. (2013) parlent de *praxéologie méta-didactique* correspondant aux réflexions pratiques et théoriques qui s'y développent. Sanchez & Monod-Ansaldi (2015) soutiennent que ce concept peut être étendu aux situations de conception collaborative de type *DBR* dans la mesure où celles-ci aboutissent à la mise en place d'une praxéologie partagée entre chercheurs et praticiens. Les auteurs distinguent ces deux situations d'après leurs objectifs : la formation « *visé au transfert de connaissances établies et au développement professionnel des participants* » alors que la recherche (*DBR*) vise « *la construction de savoirs nouveaux par la mise à l'épreuve de modèles et d'hypothèses* » (Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015, p. 89). Néanmoins, celle-ci pourrait également conduire au développement professionnel des enseignants impliqués. En effet, le partage de praxéologie méta-didactique résulterait de l'évolution conjointe des savoir-faire, c.-à-d. les tâches d'apprentissage et les techniques d'enseignement, et des justifications de ces savoir-faire.

L'approche défendue par le *Design-Based Research*, bien qu'elle ne porte pas exclusivement sur les TICE présente plusieurs caractéristiques intéressantes pour cadrer notre démarche de conception. Elle met en effet en avant le rôle potentiellement formateur des activités de conception de dispositifs d'enseignement et d'apprentissage, par le biais des praxéologies méta-didactiques.

3.3.2 L'approche Learning Technology by Design

En reprenant le modèle des TPACK, il est peu pertinent, d'après Koehler & Mishra (2005), de former les enseignants aux TK, PK ou CK séparément étant donné les articulations entre ces types de connaissances. Le développement des TPACK passe par le développement des ressources pédagogiques cohérentes intégrant la technologie. Les auteurs nomment ce type de démarche de conception « *Learning Technology by Design* ». Il s'agit d'une approche constructiviste dans laquelle le caractère mal-défini d'un problème, reflétant la complexité de

situation d'enseignement, permet à des enseignants concepteurs de construire des savoirs nouveaux. Ces apprentissages concernent notamment des savoirs et des savoir-faire liés à la technologie, au niveau matériel et logiciel, qui évolue au fil de la conception selon les besoins des apprenants, ici les enseignants concepteurs. Cependant, les activités de conception à but éducatif ne donnent généralement pas lieu à des sous-tâches liées à un domaine (T, P ou C) de manière isolée. Elles font plus généralement appel à plusieurs voire toutes ces dimensions. Ainsi, les participants n'apprennent pas tant le fonctionnement de la technologie en général, mais plutôt ce qu'elle pourrait apporter dans leur discipline ou au regard de leurs méthodes d'enseignement.

Dans leur étude, Koehler, Mishra & Yahya (2007) ont montré qu'il y avait une évolution des connaissances chez les enseignants en conception participative : dans un premier temps, les échanges portaient principalement sur les dimensions T, P et C de façon indépendante, mais par la suite, ils les ont davantage intégrés, développant ainsi des TPACK. McKenney, Boschman, Pieters & al. (2016) ont par exemple étudié les échanges entre enseignants lors de la conception d'un dispositif numérique destiné à l'apprentissage de l'écriture chez de jeunes enfants. En termes de connaissances mobilisées, ils ont montré que :

- les CK étaient mobilisées pour discuter d'objectifs de ces activités d'apprentissage ;
- les PCK correspondaient aux pratiques d'enseignement actuelles ou futures en classe aux activités impliquant des tâches d'écriture ;
- les TCK renvoyaient à l'affichage sur un écran des productions écrites des enfants ;
- les TPACK ont émergé concernant les modalités de production de traces écrites par les élèves et sur l'exploitation de ces écrits avec des outils informatiques.

3.4 Intérêt de cette dimension formative pour le travail de thèse

Des approches de types *Design-Based Research* ou *Learning Technology by Design* peuvent être source d'apprentissages pour les enseignants impliqués, afin d'intégrer le numérique et de transformer leurs pratiques. La première approche vise à étudier l'apprentissage et l'enseignement en s'appuyant sur les activités déployées en conception. Dans la seconde, les activités déployées en conception sont vues comme des outils de développement des compétences des enseignants. Or ces deux objectifs nous intéressent pour favoriser le développement des pratiques enseignantes par l'innovation et l'intégration des produits de notre activité de conception. D'un point de vue pragmatique, celle-ci devrait s'inspirer de

l'idée de tester les résultats de la conception en situations réelles avec des élèves afin d'effectuer des itérations sur les artefacts à concevoir. D'un point de vue épistémique, l'étude des connaissances mobilisées en conception permettrait d'étudier le développement des connaissances des enseignants impliqués en conception. En cela, la littérature en ergonomie sur les activités de conception participatives peut apporter des éléments de discussion supplémentaire.

4 Les apprentissages en conception

Cette partie vise à prendre du recul par rapport aux parties précédentes en élargissant la focale à aux activités de conception dans leur ensemble. L'objectif principal est d'articuler les travaux scientifiques en ergonomie d'une part, et en sciences de l'éducation ou en didactique d'autre part. Cela permettrait d'appréhender l'impact potentiel des activités de conception sur la transformation de l'activité en classe avec un angle différent, mais complémentaire selon nous.

Les activités de conception sont d'abord présentées d'un point de vue cognitiviste en tant qu'activités de construction de *représentations* chez les concepteurs. Les principales caractéristiques des approches de *conception participative* sont ensuite décrites. Enfin, travaux en ergonomie de conception sur les *formes d'apprentissages* en conception sont discutées et articulées avec les résultats mentionnés dans les parties précédentes.

4.1 Approche cognitiviste des activités de conception

4.1.1 La conception comme une activité de résolution de problème

Historiquement, la conception a été considérée, d'un point de vue cognitiviste, comme une activité de *résolution de problèmes mal définis* (Simon, 1973). Par la suite, de nombreuses études ont permis d'enrichir cette définition (p. ex. Darses, Détienne & Visser, 2004 ; Darses & Falzon, 1996 ; Goel & Pirolli, 1989). À partir des travaux existants en ergonomie cognitive à la fin des années 90, Visser (2009) propose une liste de 11 caractéristiques des activités de conception :

- C'est une activité de résolution de problèmes « ordinaire » qui ne nécessite pas d'introduire de composants qualitativement nouveaux ;

- Les problèmes de conception sont des problèmes « mal définis », car l'état initial et l'état final sont flous et il n'y a pas de démarche préexistante pour arriver de l'un à l'autre ;
- C'est une activité cognitive plutôt qu'un statut professionnel, car elle n'est pas réservée à des ingénieurs ou à des personnes dont la profession serait « concepteur » ;
- Les concepteurs sont à la recherche d'un compromis qui consiste à « se contenter de ce qui est suffisamment bon » (*satisficing*) ;
- Les problèmes de conception sont des problèmes complexes qu'il est difficile de décomposer en sous-problèmes indépendants ;
- Les concepteurs génèrent des solutions précoces qui représentent un noyau de solutions auxquelles les concepteurs restent fidèles dans l'élaboration de leur solution globale ;
- Il y a plusieurs solutions satisfaisantes, ou acceptables, plutôt qu'une seule solution correcte, liées à la recherche de compromis ;
- C'est une activité opportuniste dans laquelle les concepteurs procèdent de façon non systématique, multidirectionnelle et à différents niveaux, abstraits et concrets ;
- Il y a évaluation de solution en l'absence de critères préexistants qui résultent de négociations entre les concepteurs selon leur expertise et leur représentation du projet ;
- Il y a réutilisation de connaissances, notamment grâce aux raisonnements par analogie ;
- Il y a deux étapes dans la résolution d'un problème mal structuré : la structuration du problème et sa résolution, également appelée « construction de la représentation du problème », et la « génération de solution », qui, en pratique, a lieu en parallèle.

À l'exception des deux derniers items de cette liste, les caractéristiques proposées informent peu sur les apprentissages qui peuvent avoir lieu en conception. Cependant, la notion de représentation peut permettre d'opérationnaliser le modèle des TPACK (Koehler & Mishra, op.cit.) afin d'étudier par exemple la mobilisation, l'acquisition ou la réorganisation des connaissances des concepteurs.

4.1.2 La conception comme une activité de construction de représentations

Suite à une réflexion sur la perspective des activités de conception comme activités de résolution de problème, Visser (2009) propose de passer de cette perspective à celle de la conception comme une activité de *construction de représentations* de l'artefact à concevoir.

Les travaux sur les représentations en conception distinguent deux types de représentation : les représentations externes et les représentations internes. Les représentations externes concernent par exemple les croquis, les maquettes ou plus généralement les *objets intermédiaires* de la conception (Mer, Jeantet & Tichkiewitch, 1995). Les représentations internes renvoient aux buts, aux stratégies, aux procédures, aux connaissances du domaine, aux contraintes et aux critères mobilisés au fil de la conception (Darses, 2009). Les représentations de ce type deviennent de plus en plus détaillées, précises et concrètes jusqu'à pouvoir spécifier complètement et explicitement un artefact.

Visser (2009) identifie trois grandes catégories d'activités de construction de représentations : la *génération*, la *transformation* et *l'évaluation*. Elles intègrent elles-mêmes d'autres activités, opérations ou processus tels que l'analyse, l'exploration, la formulation d'hypothèse ou le raisonnement analogiques (Visser, 1992).

La *génération* correspond à la construction de représentations basées principalement sur les connaissances ou la mémoire à long terme du concepteur, tout en prenant en compte les contraintes externes initiales du projet.

La *transformation* se distingue de la génération en ce qu'elle s'appuie sur l'état d'avancement du projet de conception pour dupliquer, ajouter, détailler, concrétiser, codifier ou révolutionner une représentation existante.

L'évaluation se fait par rapport à une référence prescrite, construite ou déduite selon trois types de stratégies : l'évaluation analytique (identification des inconvénients et des avantages), l'évaluation comparative (termes à termes) ou l'évaluation analogique (transfert à la représentation courante d'un jugement antérieur dans un cas similaire) (Bonnardel, 2006, p. 127).

L'intérêt de cette approche en termes de représentations est de fournir un cadre pour l'analyse des activités de conception du point de vue des connaissances des concepteurs, notamment avec le modèle des TPACK chez des enseignants concepteurs. En effet, les activités de génération de représentation s'appuient, par définition, sur les connaissances et la mémoire à long terme. Les évaluations de représentation peuvent également s'appuyer sur des connaissances, en particulier lorsqu'il y a transfert d'une représentation courante à un cas antérieur ou lorsqu'elle est confrontée à une référence prescrite. Les activités de transformation sont quant à elles plus diversifiées. Intuitivement, il semble logique que les

transformations de représentations s'appuient également sur les connaissances des concepteurs, qu'elles soient antérieures à l'activité de conception ou relatives à l'état de l'artefact en cours d'élaboration. Néanmoins, il pourrait être fructueux d'observer comment celles-ci sont effectivement mobilisées et si elles peuvent rendre compte d'apprentissage chez les concepteurs.

4.2 La conception participative

4.2.1 Présentation générale

Les processus de conception participative se sont développés principalement en Suède dans les années 70 (Caelen, 2004) et plus généralement dans les pays scandinaves (Bjerknes & Bratteteig, 1995). Ils mettent l'accent sur l'intégration d'utilisateurs potentiels afin d'en faire des co-concepteurs qui prennent part aux différentes phases de développement et qui participent aux prises de décisions. Ces derniers possèdent en effet des compétences, une expérience et des savoir-faire qui peuvent être valorisés afin d'enrichir une démarche de conception (Prost, 2008). Pour Bourmaud (2006), la participation d'acteurs de la situation de travail à transformer aide à l'identification des besoins et à l'anticipation de l'usage et l'intégration du futur l'artefact. De plus, elle leur permet de se l'approprier pendant la conception.

Les caractéristiques cognitives des activités de conception au niveau individuel concernant la génération, la transformation et l'évaluation de représentations de la solution sont également valables en situation de conception collective. Elles sont cependant complétées par des processus sociaux, tels que l'argumentation, la négociation, la clarification, le compromis ou la régulation. Darses & Falzon (1996) distinguent notamment des processus de *synchronisation cognitive* et de *synchronisation opératoire*. Les premières visent à établir un contexte de connaissances mutuelles tandis que les secondes sont davantage orientées vers la répartition des tâches entre les acteurs de la conception et dans le temps.

On parle d'utilisateurs finaux lorsque les participants impliqués sont les acteurs de la situation de travail qui utiliseront l'outil conçu régulièrement, voire quotidiennement, en interaction directe et dans une activité finalisée (Damodaran, 1996). Néanmoins, dans des situations de travail complexes comme dans le domaine industriel, où les futurs utilisateurs potentiels sont nombreux et dont les compétences sont variées, il peut être difficile de définir un échantillon représentatif d'utilisateurs finaux. Le choix des participants s'effectue alors selon leur

disponibilité, leur intérêt et les dimensions organisationnelles et sociales de leur situation de travail. Ainsi, les représentants des utilisateurs finaux sont parfois éloignés des fonctions opérationnelles quotidiennes. Pour qu'une démarche participative ait du sens, il faut donc diversifier le panel de participants, notamment au niveau du degré d'expertise, et favoriser la comparaison de points de vue avec et entre eux.

Ainsi, dans une démarche de conception participative, les utilisateurs finaux interviennent aux différentes étapes de la conception afin notamment d'améliorer leurs conditions de travail et leurs systèmes de production, de développer leurs compétences (Darses & Reuzeau, 2004). Ils mettent alors en œuvre des processus cognitifs similaires aux autres concepteurs.

4.2.2 Les apprentissages en conception participative

Outre leur dimension *productive* orientée par exemple vers l'élaboration d'un dispositif technique ou, plus globalement, vers la transformation d'une situation de travail, les activités de conception sont également porteuses d'une dimension *constructive* (Barcellini, 2015 ; Samurçay & Rabardel, 2004). Cette dimension constructive renvoie à deux principales formes d'apprentissage (Pastré, Mayen & Vergnaud, 2006), selon qu'il soit *intentionnel* ou *incident*. Il est intentionnel lorsqu'il est souhaité par le sujet, en tant qu'objet de son activité, alors que l'activité productive n'en est que le support. L'apprentissage est incident lorsque par la transformation du réel, le sujet se transforme lui-même, comme cela peut-être le cas en conception. Ainsi, activités productive et constructive sont indissociables, bien qu'elles ne possèdent pas le même empan temporel, car la première se termine avec l'aboutissement de l'action alors que la seconde peut se prolonger au-delà, notamment lors d'un travail réflexif.

Pour préciser notre propos, les apprentissages, relatifs à la dimension constructive d'une activité de conception, peuvent être vus comme « des processus de construction et de réorganisation des connaissances mises en œuvre soit par des sujets individuels, soit à l'intérieur d'un collectif, voire à l'échelle d'un système sociotechnique plus large » (Burkhardt, 2010, p. 31). Cette définition des apprentissages met l'accent sur leur dimension sociale qui est importante en conception. Il faut en effet rappeler que les activités de conception sont généralement collectives plutôt qu'individuelles. Se pose alors la question du rôle du collectif en conception sur l'évolution des représentations individuelles des concepteurs et sur leurs apprentissages mutuels. Cette notion d'apprentissages mutuels a une origine commune avec la conception participative. Ils sont décrits en particulier dans la

littérature scandinave lors d'activités de conception participative de systèmes informatiques (Ehn, 1998).

D'après la métaphore du « *dialogue avec la situation* » de Schön (1992), à chaque action d'un concepteur, la situation réagit et apporte de nouvelles informations, ce qui peut susciter des apprentissages. Or, dans une démarche participative, les autres concepteurs répondent et apportent également de nouvelles informations. Par conséquent, pour un concepteur, ces apprentissages sont orientés par les hypothèses que constitue le travail d'autrui (Béguin, 2013). Or « *les décisions de conception ouvrent et ferment des pans entiers de l'activité future et certaines formes d'activité seront possibles d'autres, empêchées* » (Daniellou, 2007, p. 80). Par conséquent, l'hypothèse peut être validée, remise en mouvement ou rejetée, et créer ainsi de l'inattendu ou de la nouveauté, ce qui peut constituer chez l'émetteur une nouvelle source d'apprentissages. Ainsi, hypothèses et apprentissages sont articulés de manière cyclique tout au long de la conception et donnent lieu à des apprentissages croisés entre concepteurs, opérateurs inclus.

Afin de caractériser ces démarches *dialogiques d'apprentissages mutuels* (Béguin, 2003), Béguin (2007) met en avant trois caractéristiques des activités de conception participatives qui semblent importantes pour favoriser ces apprentissages mutuels : la dynamique sociale des échanges (i), le rôle de l'analyse du travail (ii) et le rôle des ébauches de l'objet en cours de conception (iii).

Premièrement (i), en raison des différentes perspectives des concepteurs et face à la complexité du réel, l'activité de conception donne lieu à des désaccords, des controverses, des incertitudes ou des remises en causes pour les personnes. Le traitement de ces divergences peut prendre deux formes : soit elles sont résolues par le conflit par le jeu de l'autorité et de la soumission avec le risque de mettre la complexité du réel au second plan en excluant les acteurs qui ne sont pas d'accord ; soit elles passent par la modification des caractéristiques de l'objet en cours de la conception ou des critères d'atteinte du but. Cette modification peut être source d'apprentissages mutuels dans la mesure où les solutions recherchées visent à prendre en compte la diversité des problèmes vécus par certains concepteurs.

Deuxièmement (ii), l'analyse du travail vise ainsi à outiller les acteurs de la conception, et en particulier les opérateurs, en rendant compte des développements de l'activité possibles ou non d'un point de vue objectif. Ainsi les repères descriptifs et prescriptifs (Garrigou, Thibault,

Jackson & al., 2001) résultant de cette analyse assistent la réflexion des opérateurs en conception.

Troisièmement (iii), l'artefact en cours de conception joue un rôle dans les apprentissages mutuels. Mer, Jeantet & Tichkiewitch (1995) insistent sur l'importance des vecteurs des hypothèses des concepteurs pour la dimension dialogique du processus. Les objets intermédiaires de la conception participent notamment à la construction des représentations des concepteurs (Visser, 2009) et permettent de focaliser les échanges en cristallisant le résultat de leur action.

4.3 Bilan sur les apprentissages en conception

Les travaux présentés dans cette partie visaient à rendre compte des formes d'apprentissages liées aux activités de conception du point de vue de l'ergonomie. L'approche cognitiviste permet de caractériser ces activités à un niveau individuel et de les considérer comme des activités de génération, de transformation et d'évaluation de représentations chez les concepteurs. Ces trois formes de constructions de représentations présentent un intérêt pour l'étude des formes d'apprentissages en conception dans la mesure où elles s'appuient sur les connaissances des concepteurs.

De plus, la distinction des dimensions productives et constructives (Samurçay & Rabardel, 2004) des activités de conception nous permet de faire le postulat que des formes d'apprentissages ont lieu dans ces activités. Celles-ci induisent en effet des constructions et des réorganisations des connaissances chez les concepteurs, notamment lors d'apprentissages incidents. Or, l'activité productive des concepteurs renvoie à la modification de leurs représentations afin de transformer l'activité des participants. Ces représentations sont à la fois externes, c.-à-d. les objets intermédiaires, et internes, sur l'anticipation de l'activité future intégrant l'artefact à concevoir. Par conséquent, l'évolution des représentations des concepteurs doit être liée à leurs apprentissages.

La littérature a largement montré que les processus de conception étaient sources d'apprentissages pour les concepteurs (p. ex. Barcellini, 2015 ; Béguin, 2003 ; Burkhardt, 2010 ; Ehn, 1998). À ce titre, les démarches de conception participatives apparaissent particulièrement intéressantes pour les apprentissages mutuels qu'elles peuvent induire (Béguin, 2003).

De plus, Béguin (2004) montre que les hypothèses des concepteurs jouent un rôle important dans leurs apprentissages lorsqu'elles sont validées, rejetées ou remises en mouvement. Ces dynamiques d'évolution des hypothèses de conception font écho, selon nous, aux transformations et aux évaluations de représentations déjà mentionnées. Les hypothèses de conception sont donc centrales dans l'activité des concepteurs.

5 Caractérisation des hypothèses de conception

Afin d'étudier les hypothèses formulées par les concepteurs, nous proposons de les caractériser selon trois composantes :

- Les *caractéristiques* de l'activité existante et de l'activité de conception antérieure ;
- Les *choix* de conception relatifs aux caractéristiques de l'artefact à définir ;
- Les *effets* attendus de ces choix de conception sur l'activité future.

Une hypothèse de conception prend alors la forme suivante : « *en considérant tel caractéristique(s), tel choix de conception devrait aboutir à tel(s) effet(s)* ». Ainsi les caractéristiques d'une activité existante ou de choix antérieurs permettent de justifier les choix de conception présent, eux-mêmes porteurs d'attentes relatives à l'activité future.

Les représentations internes renvoient aux buts, aux stratégies, aux procédures, aux connaissances du domaine, aux contraintes et aux critères mobilisés au fil de la conception (Darses, 2009). Elles peuvent donc être mobilisées au niveau des justifications des choix de conception et des attentes dont ils sont porteurs. Les objets intermédiaires font quant à eux référence aux représentations externes sur lesquelles s'appuient les concepteurs : il représente le futur produit et, en même temps, le processus dont il est le résultat (Mer & al., 1995). Le tableau 2 synthétise ces liens entre représentations et hypothèses.

Les représentations internes se distinguent cependant des hypothèses de conception par leur caractère individuel, alors que les hypothèses sont communes aux concepteurs. Ces dernières sont en effet centrées sur les choix de conception, qui renvoient à des décisions collectives concernant la définition des caractéristiques d'un artefact.

De plus, les représentations internes des concepteurs sont subjectives et peuvent évoluer d'elles-mêmes, sans impacter immédiatement les hypothèses de conception. Elles reposent en

effet sur les connaissances des concepteurs, que leurs apprentissages en conception peuvent faire évoluer.

COMPOSANTE DES HYPOTHÈSES DE CONCEPTION	REPRÉSENTATIONS DES CONCEPTEURS
Caractéristiques de l'activité existante et de l'avancement de la conception	Connaissances du domaine, critères, contraintes, buts, stratégies, procédures dans l'activité existante, objets intermédiaires
Choix de conception relatifs aux caractéristiques de l'artefact à définir	/
Effets attendus de ces choix de conception sur l'activité future	Buts, stratégies, procédures dans l'activité future

Tableau 2. Liens entre hypothèses de conception et représentations des concepteurs

Les *choix de conception* correspondent aux décisions prises par les concepteurs concernant les caractéristiques de l'artefact à concevoir. Celui-ci est présenté en détail dans le chapitre suivant. Ils ont un rôle de pivot dans les hypothèses de conception entre d'une part, l'activité existante des participants et leur activité de conception antérieure, et d'autre part, leur activité future potentielle, transformée par l'activité de conception. Au cours de la conception, ces choix peuvent être générés, transformés et évalués et participent ainsi aux constructions de représentations de concepteurs. L'étude de ces choix tout au long de la conception peut donc servir de grille d'analyse de l'évolution des représentations des concepteurs.

Les *caractéristiques de l'activité existante ou des choix de conception antérieurs* sont mobilisées au fil des échanges afin de justifier les choix de conception. Elles renvoient selon nous aux connaissances des différents participants concernant les activités d'enseignement et d'apprentissage sans TICE. Cependant, elles ne s'y limitent pas, car les concepteurs acquièrent des connaissances lors de la conception, sur leur pratique (Sanchez & Monod-Ansaldi, 2015) et sur le processus de conception en lui-même. Par conséquent, comme le suggère Burkhardt (2010) il serait intéressant de distinguer les connaissances préexistantes de celles qui résultent d'apprentissages en conception.

Les *effets attendus* correspondent aux caractéristiques prévues de l'activité future des participants, lorsqu'elle intégrera les produits de l'activité de conception. Elles font référence à la dimension incertaine des hypothèses de conception résultant du caractère « mal défini » des problèmes de conception (Simon, 1973). Cette incertitude peut être réduite grâce aux objets intermédiaires et à la confrontation au réel, qui permettent de valider, de rejeter ou de remettre en mouvement une hypothèse.

En conclusion, la notion d'hypothèse de conception que nous posons ici doit nous permettre d'étudier les formes d'apprentissages pouvant aboutir à des modifications des pratiques enseignantes dans une activité future instrumentée par le produit de la conception. Celles-ci apparaissent sous la forme des effets attendus des résultats de la conception. Les choix de conception finaux sont justifiés par les caractéristiques de l'activité existantes, incluant les connaissances et les savoir-faire des opérateurs, et de l'avancement de la conception dont rendent compte les objets intermédiaires.

6 Conclusion

Nous avons vu dans ce chapitre que les TICE pouvaient favoriser la transformation des pratiques d'enseignement et d'apprentissage afin les améliorer. Cependant, leur intégration reste à ce jour problématique (p. ex. Artigues, 1998 ; Karsenti, Peraya & Viens, 2002). Parmi les limites à cette intégration, la formation aux TICE apparaît prépondérante pour aider les enseignants à transformer leurs pratiques grâce à ces outils. Ils ont pour cela besoin de certaines connaissances vis-à-vis de la technologie et sur ces usages dans leur activité.

Le modèle des TPACK (Koehler & Mishra, 2005) présente un intérêt pour étudier ces connaissances selon trois dimensions non exclusives : les connaissances liées au contenu disciplinaire, les connaissances liées aux pratiques pédagogiques et les connaissances liées à la technologie. De plus, des travaux mobilisant ce modèle ont permis de rendre compte des apprentissages en termes de développements des TPACK par intégrations de connaissances de différents types. Cela peut alors être assimilé à une réorganisation des connaissances des enseignants.

La littérature sur les activités de conception est suffisante pour faire le postulat qu'il y a effectivement des apprentissages en conception (p. ex. Barcellini, 2015 ; Béguin, 2003 ; Burkhardt, 2010 ; Ehn, 1998). Les activités de conception participatives de TICE peuvent constituer une modalité intéressante pour la formation des enseignants afin de les aider à transformer leurs pratiques d'enseignement. L'approche *Design-Based Research* relie notamment les apprentissages des enseignants à l'évolution conjointe de leurs savoir-faire et de leurs connaissances.

Les travaux en ergonomie cognitive peuvent nous aider à étudier l'évolution de ces deux composantes des pratiques enseignantes. Les activités de conception peuvent en effet être vues comme des activités de construction de représentations (Visser, 2009). Nous avons montré que ces représentations pouvaient renvoyer aux hypothèses de conception (Béguin, 2003). Nous avons proposé de les définir par trois composantes : des caractéristiques des activités (d'enseignement ou de conception) passées, des choix de conception et des effets attendus. Ces hypothèses évoluent au fil de l'activité de conception, comme les représentations des concepteurs. En particulier, les choix de conception peuvent faire l'objet de génération, de transformation et d'évaluation avec l'avancement des solutions de conception. En outre, elles peuvent également rendre compte de la dimension constructive de leur activité. Elles sont en effet validées, rejetées ou remises en mouvement et font écho aux transformations et aux évaluations de représentations (Visser, 2009). Pour Béguin (2013), l'évolution de ces hypothèses crée de l'imprévu et de la nouveauté et participe ainsi aux apprentissages mutuels entre concepteurs.

Enfin, nous avons vu que les choix de conception peuvent avoir un rôle central dans les hypothèses de conception. Il est donc nécessaire de présenter l'artefact à concevoir afin d'identifier les caractéristiques sur lesquels ces choix peuvent porter. De plus, nous avons vu que les hypothèses, et donc les choix, évoluaient au cours d'une activité de conception. Il faut donc également la caractériser d'un point de vue longitudinal si l'on veut discuter des dynamiques des hypothèses de conception.

Le chapitre suivant aborde ces questions en présentant la technologie émergente mobilisée, c.-à-d. des interfaces tangibles sur table interactive, et en présentant les différentes étapes d'un processus de conception.