

La théorie instrumentale en éducation technologique

MARJOLAINE CHATONEY, PATRICE LAISNEY

Laboratoire ADEF EA 4671 - EAST Team
SFERE FED 4238
Aix-Marseille Université
France
marjolaine.chatoney@univ-amu.fr
patrice.laisney@univ-amu.fr

ABSTRACT

In the first part of this theoretical paper, we present the instrumental approach and concepts worked and developed by P. Rabardel a French teacher-researcher specialising in psychology and ergonomics. Rabardel's work is focus on the distinction between technical object, artifact; the instrument a mixed entity; instrumental genesis; the instrumented activity in the instrumented action. In the second part, we present an example to explain how it is possible to use some concepts to analyse the activity in a teaching and learning situation - more precisely in a situation focused on designing a product through easily recognisable and analysable lines of action.

KEYWORDS

Instrumented activity, instrumental approach, technical object, artifact, teaching-learning

RÉSUMÉ

Cet article présente l'approche instrumentale et les concepts travaillés et développés par P. Rabardel : la distinction entre objet technique, artefact ; l'instrument une entité mixte ; la genèse instrumentale ; l'activité instrumentée dans l'action instrumentée. Il se termine par un exemple d'utilisation de la théorie de l'instrument pour analyser une situation d'enseignement centrée sur le design d'un produit au travers de pôles d'action facilement repérable et analysables.

MOTS-CLÉS

Activité instrumentée, approche instrumentale, objet technique, artefact, enseignement-apprentissage

L'APPROCHE INSTRUMENTALE

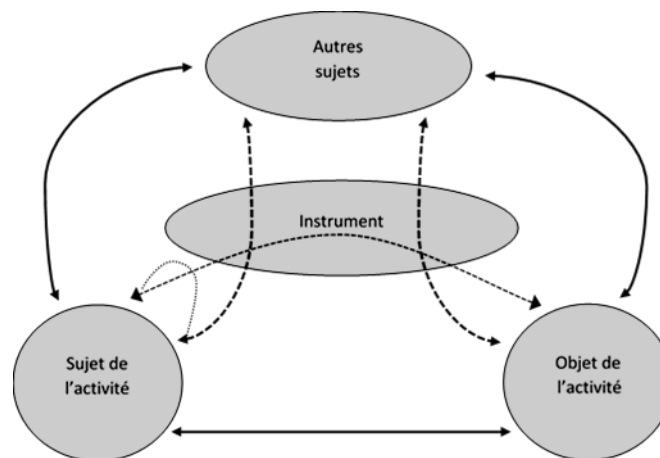
Les objets et systèmes techniques ne sont pas que technique et ne doivent pas être étudiés seulement du point de vue technique. Ils doivent être aussi étudié du point de vue des hommes qui les utilisent et conceptualisés comme tels. « *Cette option place l'activité de l'homme au cœur de l'analyse et, de ce fait, permet d'opérer le renversement nécessaire pour pouvoir parler des*

choses en fonction des hommes » (Rabardel, 1995, p. 12). L'homme, la tâche et l'artefact forment pour cet auteur, un tout piloté par les actions intentionnelles du sujet et dirigé vers un résultat.

Rabardel s'appuie sur travaux fondateurs de Lev Vygotski qui ont précédés ce qu'on appelle communément aujourd'hui les théories l'activité. L'activité se définit comme l'organisation logique des actions et des opérations dans l'espace et dans le temps, qui visent à atteindre un but conscient. Autrement dit l'activité à un objet. L'objet de l'activité pilote, dirige, oriente l'activité du sujet vers son motif, sa finalisation (Bedny & Meister, 1997). L'activité a une dimension sociale et culturelle ; des artefacts la médiatisent ; les médiations sont sémiotiques. Le cadre théorique de Rabardel mêle les acquis scientifiques des théories de l'activité. Il renoue avec l'approche anthropologique en psychologie qui a reconnu le rôle fondamental de la médiation par le langage. Ses études rendent compte du statut de l'instrument et des activités auxquelles il est associé. Elles portent sur les aspects qui apparaissent pertinent dans une perspective instrumentale pour développer une conception généralisée de l'instrument (Rabardel, 1995). Il pose comme problème central de l'activité, la question des moyens et associe l'instrument à tous les niveaux du fonctionnement cognitif. Les moyens sont d'une part des instruments psychologiques (Vygotski, 1934/1985). Ils permettent aux sujets de contrôler et d'orienter son comportement autrement dit, ils permettent au sujet d'agir sur lui et sur autrui dans l'action. Les instruments sont d'autre part constitués d'instruments issus des technologies et des modes de production qui conditionnent l'action, l'activité ici est orientée vers le monde des objets.

Le modèle de l'activité instrumentée de Rabardel est en rupture avec les modèles bipolaires Sujet-Objet. Il ouvre un espace pour un élément médiateur : l'instrument (figure 1).

FIGURE 1



Modèle de l'activité instrumentée de Rabardel (1997)

Les flèches représentent trois types de médiation dans l'activité instrumentée : les médiations orientées vers l'objet de l'activité (ce sont les médiations à l'objet) ; les médiations vers les autres sujets (médiations interpersonnelles) et les médiations vers le sujet lui-même (médiations réflexives).

Médiations

L'usage des artefacts peut médiatiser le rapport du sujet à l'objet de l'activité, à lui-même et aux autres. L'usage convoque trois types de médiations : épistémiques lorsqu'elles visent la prise de

connaissance de l'objet que ce soit au niveau de ses caractéristiques intrinsèques ou de ses évolutions suite aux actions du sujet ou à la dynamique des situations, pragmatiques lorsqu'elles visent l'action du sujet, interpersonnelles lorsqu'elles correspondent à l'activité dirigée vers les autres sujets.

Distinction entre artefact et instrument

Les termes d'objet, d'artefacts, d'instruments, d'outils sont utilisés dans la littérature scientifique dans des sens différents. Rabardel précise chacun (1995; 1997a; 1997b). Il distingue l'objet matériel et l'objet matériel inscrit effectivement dans un usage. Pour les distinguer il introduit le concept d'instrument.

L'outil, nommé artefact est un objet matériel et symbolique. Il est conçu et réalisé par une personne ou une équipe de personnes pour répondre à un (des) objectif(s) précis. Il peut être matériel ou symbolique. La notion d'artefact permet de penser les relations Sujet-Objet matériel ou sémiotique.

L'instrument est le résultat d'un usage. Il est construit par le sujet à partir de l'artefact au cours de son usage lors d'une activité. Il n'est pas un « donné », il doit être élaboré par le sujet. « L'instrument s'enrichit en fonction de ses mobilisations dans la singularité des situations que parcourt le sujet dans ses activités » (Rabardel, 1995).

L'instrument est une entité mixte qui tient à la fois de l'artefact et des schèmes d'utilisation qui lui sont associés par le sujet. Les schèmes peuvent être une construction propre au sujet ou une appropriation de schèmes sociaux d'utilisation. Ce sont pour Rabardel des schèmes d'utilisation. Autrement dit l'instrument se construit pendant l'usage d'un artefact.

L'instrument à deux dimensions une dimension artefactuelle et une dimension schématique. La dimension artefactuelle de l'instrument est composée de fonctions constituantes et de fonctions constituées. Les fonctions constituantes initialement conçues et prévues par le concepteur de l'outil sont modifiées en d'autres fonctions « nouvelles ». L'usage particulier de l'artefact signifie que le sujet a créé de nouvelles fonctions que Rabardel nomme fonctions constituées. Les deux fonctions sont associées et fonctionnent de pair. Les deux ne sont pas neutres et vont avoir un impact sur les savoirs en construction et sur leur conceptualisation.

Champ instrumental d'un artefact

C'est l'ensemble des valeurs fonctionnelles et subjectives que l'artefact peut potentiellement prendre au sein de l'activité d'un individu (Rabardel, 1995). Autrement dit cela correspond à l'ensemble des schèmes d'utilisation plus l'ensemble des objets de l'activité sur lesquels l'instrument permet d'agir, plus l'ensemble des activités et des actions qu'il permet de réaliser.

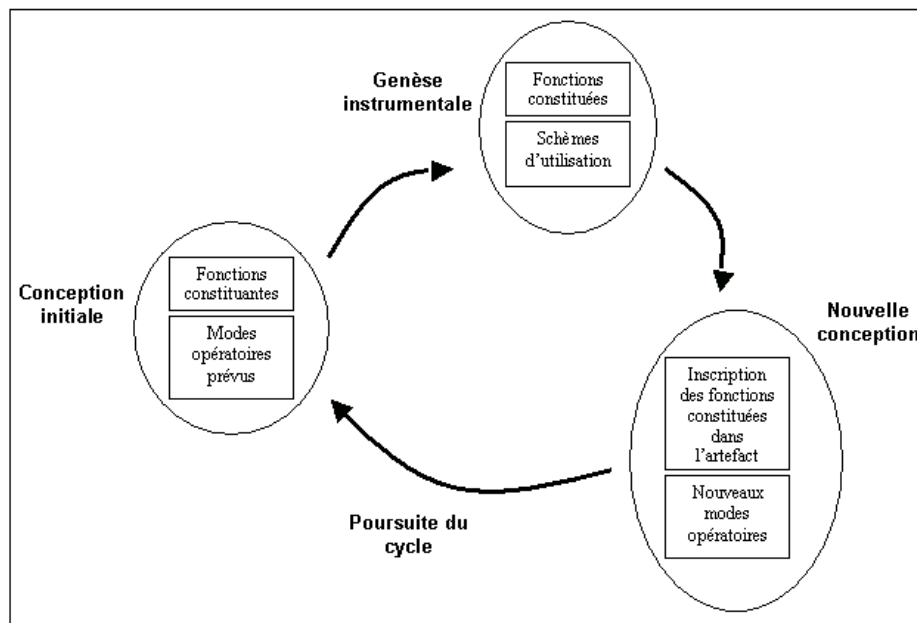
Genèse instrumentale

La genèse instrumentale désigne un processus qui concerne à la fois l'artefact et le sujet. C'est le processus d'élaboration de l'instrument à partir de l'artefact par l'utilisateur au cours de l'activité. L'élaboration instrumentale porte d'une part sur les tâches que réalise l'utilisateur et la réorganisation de son activité et d'autre part sur les transformations de l'artefact et l'évolution de l'activité qui accompagne ces transformations (system tailoring) (Cook et al., 1996).

Le processus de genèse instrumentale correspond à un type d'activité des sujets placés en situation d'action sur des artefacts. Le processus a (comme l'instrument) deux dimensions. Il tient à la fois de l'artefact et des schèmes d'utilisation. Ces deux dimensions sont distinguables et souvent conjointes : L'instrumentalisation dirigée vers l'artefact, et l'instrumentation relative au sujet lui-même.

L'instrumentalisation (mouvement du sujet vers l'artefact) : l'utilisateur adapte l'outil à ses besoins ; ses connaissances vont le guider pour sélectionner, utiliser les fonctions dont il a besoin pour l'action en cours. L'instrumentation (mouvement de l'artefact vers le sujet) : les contraintes et potentialités de l'artefact influencent et conditionnent l'action de l'individu (ses représentations, ses gestes, procédures, etc.). L'utilisateur modifie son activité, ses schèmes d'action, d'utilisation pour user des fonctionnalités de l'outil. L'étude des schèmes permet d'expliquer les processus sous-jacents à l'activité, en particulier la conceptualisation du réel par les sujets. Ce sont donc à la fois les modifications de l'artefact et du sujet qui permettent la genèse instrumentale. La genèse instrumentale est tournée d'une part vers le sujet qui évolue au cours du processus d'instrumentation, et d'autre part vers l'artefact qui évolue au cours du processus d'instrumentalisation (figure 2). L'instrument constitué est lié aux circonstances singulières de la situation et aux conditions auxquelles le sujet est confronté.

FIGURE 2



Processus de genèse instrumentale (Rabardel, 1995)

Le processus de genèse instrumentale a une durée variable. Dans ce processus plusieurs types de schèmes apparaissent. Des schèmes (sociaux) d'utilisation sont à la fois « organisateurs » de l'activité au sens de Vergnaud (1991) mais également « structure » qui a une histoire, qui se transforme au fur et à mesure qu'elle s'adapte à des situations (passé, expérience vécue) pour interpréter des données nouvelles (Rabardel, 2001). Ces schèmes d'usage renvoient à l'interaction du sujet avec l'artefact. Ils ont une dimension privée et propre à chaque sujet et une dimension sociale élaborée entre les sujets.

Situation, classes de situations, plan d'organisation de l'activité

L'action est orientée vers un but. L'activité médiatisée par les instruments est dépendante des situations. La situation définit le contexte de l'action. Elle est organisée en famille d'activité les

domaines d'activité s'organisent autour des caractéristiques de l'environnement ou en fonction d'autres déterminants (Rabardel & Bourmaud, 2003) et constituent des plans d'organisation de l'activité.

EXEMPLE D'UTILISATION POUR ANALYSER L'ACTIVITÉ EN CLASSE DE TECHNOLOGIE

L'approche instrumentale on l'a vu, met à disposition un ensemble d'outils d'analyse qui permettent d'étudier l'activité des acteurs (professeurs et élèves) en situation conception d'objet ou de système technique, d'analyse de systèmes technique, ou d'utilisation de systèmes techniques, caractéristique de l'éducation technologique (Brandt-Pomares & Boilevin, 2009; Chatoney, 2003; Laisney & Brandt-Pomares, 2015).

On se propose d'examiner l'activité de conception d'élèves de 14-15 ans placés en situation de développement des solutions en cours de technologie à partir des concepts de l'approche instrumentale les plus appropriés à l'analyse du processus d'enseignement apprentissage. L'étude a été conduite dans 5 établissements français sur un échantillon de 270 élèves et de 4 enseignants.

La situation de développement de solutions, la tâche et les déterminants de l'activité

Dans cette situation, la tâche consiste à concevoir une coque de protection à l'aide d'une imprimante 3D, à partir d'un modèle de smartphone. Ils disposent d'un cahier des charges initial de la coque, d'outils traditionnels de dessin (papier/crayon), d'un logiciel de CAO (SolidWorks© ou Google Sketch Up©) et d'une imprimante 3D. Cette tâche s'organise en 4 phases (exploration, génération de solution, 1^{er} dessin en CAO, modélisation du choix définitif).

Les déterminants de l'activité (les phases) permettent des allers-retours entre travail individuel, moments collectif et l'enseignant. Ils favorisent l'élaboration des solutions tout en laissant le problème posé ouvert, plusieurs solutions sont possibles. Ils permettent à l'enseignant d'accompagner, et réguler le développement de solution et d'introduire une méthode qui consiste à développer d'abord par écrit (papier-crayon) puis d'introduire progressivement l'outil numérique (CAO).

Les élèves sont confrontés aux choix de la forme, des dimensions, de la structure et des matériaux utilisés. Ils devront pour réaliser et finaliser la tâche, mobiliser des connaissances relatives aux caractéristiques physiques des matériaux, à leurs procédés de mise en forme et des connaissances procédurales liées à l'usage des outils du dessin traditionnel et de CAO. Ils vont devoir réfléchir, inventer et proposer des solutions à l'aide des ressources et des outils de représentation mis à leur disposition en tenant compte des contraintes du cahier des charges, sachant qu'il n'existe pas, a priori, de formalisation, sous la forme d'une procédure, qui puisse rendre compte de façon unique et permette d'élaborer une solution à ce type de problème de conception.

Plans d'organisation de l'activité, instrumentation et classes de situation

L'analyse des préparations pédagogiques des enseignants rendent compte des plans d'organisation de l'activité telle qu'elle a été prévue, mais pas de l'activité effective dans l'action. Pour cette raison des entretiens passés auprès du professeur permettent de documenter la manière dont la situation se reconfigure en fonction de l'activité, la diversité des artefacts mobilisés selon les situations. Dans notre cas, un des professeurs utilise plus facilement avec les

élèves un logiciel (Google Sketch Up) plutôt qu'un autre (SolidWorks) en fonction notamment de son niveau de maîtrise ou de ses habitudes, indépendamment de l'intérêt pour les élèves de l'un ou l'autre. Un autre regroupe les activités en fonction de leur finalité, avec d'une part toutes les activités orientées vers l'instrumentation des outils logiciels par les élèves et d'autre part toutes les activités orientées vers la production de solution au problème par les élèves. Ces catégories correspondent à des classes de situations. Elles sont représentatives de variations de l'activité, et documentent sur la diversité des artefacts et des situations.

L'activité productive et la réalisation de l'activité

Pour réaliser la séance, un certain nombre d'organisation invariante de l'activité peuvent être identifiées. Si nous investiguons du côté des artefacts, les outils de dessin traditionnels et logiciel modéleur 3D (Google SketchUp) sont des artefacts identifiés au préalable, explorons la manière dont ils sont utilisés par les élèves. Chaque élève représente (dessine) une solution possible au problème qui lui est posé avec une variabilité possible à la marge. En effet, le logiciel est un artefact indispensable pour modéliser et ensuite piloter l'imprimante 3D nécessaire à l'impression d'une coque de protection pour smartphone, tandis que la présence des outils de dessin traditionnels (à main levée au crayon) sera variable. Les observations peuvent révéler que les élèves dessinent spontanément plus facilement à la main en réalisant des esquisses à l'aide d'un crayon. Plus tard, lorsqu'ils doivent modéliser à l'écran à l'aide de Google SketchUp on constate que certains abandonnent complètement le dessin traditionnel et d'autres retouchent leurs dessins tout en effectuant leur modélisation. Nous constatons que les schèmes d'usage d'un crayon pour dessiner sur le papier, schèmes préalablement construits et mobilisés par les élèves depuis longtemps et avant l'école primaire, ne sont pas les mêmes que ceux permettant de modéliser à l'écran, qui eux sont encore en cours de construction et nécessitent encore d'être instrumentés. Le « passage » d'un outil à un autre ne repose pas sur les mêmes schèmes d'usage spécifiques aux artefacts mobilisés. Selon les élèves, cela se traduit le plus souvent par l'abandon d'un outil. Certains abandonnent le dessin traditionnel au profit du logiciel, d'autres ne parvenant pas à modéliser correctement leurs esquisses et reviennent au dessin traditionnel, enfin d'autres font cohabiter les deux outils de représentation pour élaborer leurs solutions.

On voit ici que définir l'activité médiatisée par les instruments permet d'anticiper et de définir l'activité constructive par le biais de laquelle les utilisateurs développent leurs instruments et transforment les situations d'activité.

L'activité constructive, les déterminants de la situation et le développement du sujet

Concevoir des situations d'enseignement apprentissage nécessite de prendre en compte la question du développement, laquelle peut être approchée de différentes manières en fonction des déterminants de la situation ou en fonction des déterminants de l'élève en développement.

Évolution des déterminants de la situation

Les situations de rupture constituent souvent une occasion de développement pour le sujet. Intéressons-nous donc à l'insertion d'un artefact nouveau qui serait une imprimante 3D dans cette situation de conception d'une coque de protection pour smartphone en nous posant la question de l'impact de l'introduction de cet artefact sur l'activité du professeur ? Les imprimantes 3D permettent la réalisation rapide d'un objet préalablement modélisé à l'aide d'un logiciel modéleur 3D (Google Sketch Up dans notre cas). Ce procédé d'impression permet d'obtenir en une seule opération des formes complexes difficiles, voire impossibles à réaliser avec des machines à commandes numériques qui procèdent par enlèvement de matière. Equipés d'imprimante 3D

depuis quelques années déjà, les professeurs de technologie au collège les utilisent couramment avec leurs élèves.

Du point de vue du professeur, l'usage des imprimantes 3D transforme fondamentalement son activité par rapport à l'usage des machines à commandes numériques. Même si, dans les deux cas il s'agit de dispositifs matériels connectés à un réseau informatique assurant la continuité de l'information numérique depuis le modèle jusqu'à sa réalisation matérielle (moyens de production), l'imprimante 3D et son procédé de prototypage rapide permet d'envisager d'autres usages. Elles contribuent à améliorer le processus de conception (recherche de solutions) en autorisant des allers-retours plus fréquents entre modèle numérique et modèle matériel (l'objet imprimé) favorisant ainsi la validation d'une forme ou d'une fonction de l'objet.

Examinons les conséquences du point de vue de l'élève : on note que l'imprimante 3D permet un « passage rapide » du virtuel (modèle numérique) au réel (objet imprimé) qui l'aide à conceptualiser notamment les contraintes de formes et de structures. Et plus que cela, à envisager la transformation du modèle numérique pour reconcevoir l'objet et ainsi approfondir sa recherche de solutions. Ce nouvel artefact transforme donc l'activité de recherche de solution conduite par l'élève qui ne l'utilise pas simplement comme un moyen de production mais comme un moyen « rapide » de test en cours de conception dans un processus itératif.

Cet exemple révèle que, lors de la modification des artefacts ou comme nous venons de le voir de l'introduction de nouveaux artefacts, l'activité du sujet évolue, se transforme, engendrant une modification invariante de l'activité. Ici, nous avons une modification de son activité productive (processus d'instrumentalisation) mais qui suppose une activité constructive (processus d'instrumentation) à travers de véritables genèses instrumentales.

Évolution des déterminants du sujet : le développement de l'élève

L'élève est, dans une première étape, amené à représenter des solutions à l'aide des outils de dessin traditionnels, puis dans une seconde étape, à l'aide du logiciel Google Sketch Up et enfin à l'aide de l'imprimante 3D. Ce qui retiens notre attention autour de ces artefacts, c'est qu'à aucun moment ils ne bloquent l'activité constructive de l'élève. L'élève peut répondre au problème qui lui est posé progressivement et sans être contraint par une instrumentation couteuse. Nous l'avons vu, les outils de dessin traditionnels offre plus de liberté d'expression pour les élèves qu'un modeleur 3D qui impose une logique et une instrumentation plus longue. L'introduction progressive de ces artefacts permettent donc à l'élève de s'exprimer à sa guise pour externaliser sa pensée à travers divers états de représentation des solutions possibles au problème qui lui est posé. Au fur et à mesure, les genèses instrumentales relatives à ses différents artefacts montrent que l'élève attribue de moins en moins de fonctions à l'artefact et les schèmes d'actions évoluent de plus en plus indépendamment de l'artefact. On assiste donc à un transfert de fonctions, supporté dans un premier temps par l'artefact puis pris en charge par les schèmes de l'élève.

Arrêtons-nous maintenant sur la seconde étape où l'élève utilise Google Sketch Up. Les schèmes d'utilisation liés à l'usage des outils de dessin traditionnel ne sont plus opératoires et cette étape révèle des schèmes d'utilisation en cours d'élaboration déjà présents en filigrane chez l'élève. Le logiciel repose sur des schèmes d'usages que l'élève a déjà élaborés à travers un certain nombre d'invariant opératoires (ouvrir un fichier, gérer l'espace 2D-3D, tracer un trait, une forme géométrique...) Par ailleurs, cette étape révèle dans certain cas une catachrèse momentanée lorsque l'élève détourne l'utilisation de certaines fonctions du logiciel. Par exemple se servir de la fonction « mesurer » pour dimensionner le modèle.

Cette description singulière nous donne matière à penser des artefacts ouverts et flexibles offrant de nombreuses prise à l'élève, qui laisseraient l'opportunité pour un élève de développer des usages qui lui sont propres.

CONCLUSION

Cet article présente les apports théoriques et méthodologiques de l'approche instrumentale de Rabardel et illustre son utilisation en contexte scolaire. L'intérêt est double. D'une part cette approche a l'avantage de permettre aux chercheurs de focaliser l'attention sur des aspects pertinents de l'activité. Notamment parce qu'elle permet d'unir un sujet à un objet via une technologie plaçant ainsi l'intelligence pratique est au même plan que d'autres intelligences. D'autre part Rabardel fournit toute une série d'outils pour analyser ces liens notamment en contexte scolaire où, on le sait, l'activité est dirigée vers : une finalité, un apprentissage déterminé ; dans un milieu spécifique ou l'activité est fortement instrumentée, centrée notamment sur des préoccupations de médiation des savoirs et de construction des connaissances par les élèves pour permettre aux élèves de se développer et d'agir.

RÉFÉRENCES

- Bedny G., & Meister D. (1997). *The Russian Theory of Activity: Current applications to design and learning*. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Brandt-Pomares, P., & Boilevin, J.-M. (2009). Ordinateurs portables et médiations dans l'enseignement : le cas de deux situations en physique et en technologie. In J.-L. Rinaudo & F. Poyet (Eds.), *Environnements numériques en milieu scolaire. Quels usages et quelles pratiques* (pp. 64-83). Lyon: INRP.
- Chatoney, M. (2013). *Étudier, concevoir, fabriquer & utiliser des artefacts techniques : contribution à la constitution de faits didactiques en éducation technologique pour tous*. Habilitation à diriger des recherches (HDR), Aix-Marseille Université, Marseille, France.
- Cook & al. (1996). *The CSC Manufacturing Industry Handbook*. Solihull: CSC.
- Laisney, P., & Brandt-Pomares, P. (2015). Role of graphics tools in the learning design process. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(1), 109-119.
- Rabardel, P. (1995). *Les hommes et les technologies ; approche cognitive des instruments contemporains*. Paris : Armand Colin Éditeurs.
- Rabardel, P. (1997a). Activités avec instruments et dynamique cognitive du sujet. In C. Moro, B. Schneuwly & M. Brossard (Eds.), *Outils et Signes. Perspectives actuelles de la théorie de Vygostki* (pp. 35-50). Paris: Peter Lang.
- Rabardel, P. (1997b). Des instruments et des hommes : propositions pour une conception centrée utilisateurs. *Revue Scientifique de la Conception et du Développement des Produits Industriels*, 10, 7-20.
- Rabardel, P. (2001) Instrument mediated activity in Situations. In A. Blandford, J. Vanderdonck & P. Gray (Eds.), *People and Computers XV-Interactions without frontiers* (pp. 17-30). Berlin: Springer-Verlag.

Rabardel, P., & Bourmaud, G. T. (2003). From computer to instrument system: A developmental perspective. *Interacting with Computers*, 15(5), 665-691.

Vergnaud, G. (1991). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(2-3), 133-170.

Vygotsky L.S. (1934/1985). *Pensée et langage*. Paris: Éditions Sociales.