



# **Caractérisation d'une activité académique de conception dans une formation d'ingénieurs en alternance**

**Characterizing an academic conception activity  
with engineer students in a sandwich course  
training programme**

**Caracterización de una actividad academica  
de concepción en la formacion practica  
de ingenieros**

**Charackterisierung einer akademischen  
Entwurfsarbeit in einer Ingenieurausbildung**

**Abdelkarim ZAÏD**

**Yves LENOIR**

CRIE – Faculté d'Éducation  
université de Sherbrooke  
Québec – Canada  
Abdelkarim.Zaid@Usherbrooke.ca  
y.lenoir@videotron.ca

## Résumé

*Cet article étudie l'activité des apprentis ingénieurs pendant une séquence académique de formation en alternance. L'approche retenue est didactique dans la mesure où l'intérêt est centré sur l'activité de formation de l'apprenti ingénieur. Une typologie des savoirs mobilisés dans une activité de conception a été construite en s'appuyant sur l'histoire des techniques, la sociologie des techniques et la didactique des génies techniques. La grille d'analyse issue de cette typologie a été mise en œuvre pour analyser les enregistrements vidéo d'un groupe de sept apprentis ingénieurs dans une activité de conception qui a été caractérisée en termes de savoirs mobilisés et de leurs modalités de mobilisation. Ces savoirs sont fortement déterminés par les conditions et les contraintes humaines, organisationnelles et matérielles de l'activité des apprentis.*

**Mots clés :** formation en alternance, didactique, conception, savoirs, ingénieurs, génie technique, continuités.

## Abstract

*This article focuses on engineer students academic activity in a sandwich courses training. Using a didactic approach, we propose to trainers principles to build academic activities connected with industrial activities. A typology of knowledge involved in design activities has been established. It is based on history of techniques, sociology of techniques and, didactic of technical engineering. The analysis grid we created from this typology has been used to analyse video recordings of a group of seven engineer students during a design activity that has been characterized in terms of knowledge involved and methods of mobilizing it. This knowledge depends strongly on human, organisational and material conditions and constraints of the student activity.*

**Keywords:** Sandwich training, didactics, conception, knowledge, engineers, technical engineering, continuities.

## Resumen

*Este artículo estudia la actividad de aprendices de ingenieros durante una secuencia académica de formación práctica. El enfoque elegido es didáctico en la medida en que el interés se centró en la actividad de formación del aprendiz de ingeniero. Se construyó una tipología de los saberes mobilizados en una actividad de concepción, apoyándose en la historia de las técnicas, en la sociología de las técnicas y en la didáctica de ingenierías técnicas. La red de análisis deducida de esta tipología se ha puesto en obra para analizar las grabaciones de video de un grupo de 7 aprendices de ingenieros, en una actividad de concepción que se caracterizó en términos de saberes mobilizados y de sus modalidades de mobilización. Estos saberes son fuertemente determinados por las condiciones y las obligaciones humanas, materiales y de organización de la actividad de los aprendices.*

**Palabras clave :** *formación práctica, didáctica, concepción, saberes, ingenieros, ingeniería técnica, continuidades.*

## **Zusammenfassung**

*Dieser Artikel betrachtet die Tätigkeit der angehenden Ingenieure während einer akademischen Ausbildungsphase im dualen Bildungssystem. Die didaktische Herangehensweise schien uns angemessen insofern, als die Ausbildung des angehenden Ingenieurs im Mittelpunkt steht. Eine Typologie der in einer Entwurfsarbeit gebrauchten Kenntnisse wurde konzipiert und basiert auf der Geschichte und der Soziologie der Techniken und der Didaktik des technischen Engineering. Das aus dieser Typologie hervorgehende Analysenraster wurde eingesetzt, um Videoaufnahmen einer siebenköpfigen Gruppe angehender Ingenieure in einer Entwurfsarbeit zu analysieren, die nach den Stichwörtern, gebrauchte Kenntnisse'und, Gebrauchsweise' charakterisiert wurde. Diese Kenntnisse hängen stark von den Arbeitsbedingungen und von menschlichen, organisatorischen und materiellen Zwängen ab.*

**Schlüsselwörter:** *Duales Bildungssystem, Didaktik, Entwurf, Kenntnisse, Ingenieure, technisches Engineering, Kontinuitäten*

## **INTRODUCTION**

### **Objectif de l'étude**

Depuis l'institution des nouvelles formations d'ingénieurs en France, suite au rapport Decomps de 1989, l'alternance constitue l'axe central de plusieurs dispositifs de formation dans l'enseignement supérieur. Nous entendons par alternance les pratiques de formation qui prévoient des lieux, des temps et des modalités d'apprentissage différents et réputés complémentaires, dont le maître d'œuvre est soit l'entreprise, soit l'université soit le centre de formation (Bercovitz, 1982). Dans cet article, nous nous intéressons aux savoirs mobilisés et à leurs modalités de mobilisation dans une activité académique de formation d'ingénieurs. Nous postulons qu'en caractérisant ces savoirs nous pouvons avancer des propositions quant à ce que peut être « l'articulation » des activités académiques et industrielles.

### **Contexte de la recherche**

#### ***Une formation d'ingénieurs en alternance***

Notre terrain de recherche est la formation d'ingénieurs en alternance à l'université de Marne-la-vallée en France. Nous nous intéressons notamment aux semaines thématiques, c'est-à-dire à des activités acadé-

miques de formation, programmées en dernière année de formation, visant à permettre aux apprentis de mobiliser les outils et les techniques de conception ou de re-conception d'un produit et de son processus d'industrialisation, vus pendant les deux années précédentes. L'analyse de l'activité académique des apprentis pendant les semaines thématiques nous aidera à comprendre comment elle se déroule effectivement et en quoi consiste l'articulation avec l'activité en entreprise.

### ***La tâche confiée aux apprentis : une tâche de conception industrielle***

Les semaines thématiques sont construites autour d'une tâche de conception qui comporte trois étapes d'une semaine chacune : la préconception, la conception et le calcul d'un « couvercle d'arbre intermédiaire » (CAI) qui fait partie d'un moteur automobile. Les apprentis travaillent en autonomie, mais ils peuvent faire appel à l'intervention du formateur responsable de chaque étape. L'activité de conception du composant CAI que nous avons observée comporte la préconception (qui comporte cinq phases : l'analyse du besoin, la caractérisation des fonctions de service, l'analyse fonctionnelle Fast<sup>1</sup>, l'analyse fonctionnelle Taf<sup>2</sup> et la cotation fonctionnelle) et la conception/calcul (qui comporte deux phases : le calcul et la simulation de l'action de coupe et l'expérimentation sur banc d'essai d'extensométrie).

## **1. PROBLÉMATIQUE**

Des revues de questions ont scruté l'évolution des grandes problématiques de recherche sur l'alternance en France (Clénet & Demol, 2002) comme en Belgique (Fusulier & Maroy, 2002) et au Québec (Landry & Mazalon, 2002). Leur analyse permet de mettre en évidence des préoccupations majeures qui concernent les institutions de formation et de production, leurs organisations et les acteurs (les formateurs des deux lieux de formation et les stagiaires) engagés dans toute formation en alternance. En effet, les recherches qui portent sur les institutions visent par exemple à identifier ce que recouvre dans les faits le label « formation en alternance » (Delcourt et al., 1990) ou à situer l'alternance dans les politiques d'emploi et de lutte contre le chômage (Réa, 1992). Les recherches qui s'intéressent aux organisations tentent, par exemple, de juger de la proximité ou de la distance de ces

---

(1) Fast signifie l'étude des solutions technologiques adoptées ou à adopter pour réaliser une fonction.

(2) Taf signifie l'étude des dispositions relatives des composants d'un système technique ; c'est une étape introductive à la cotation fonctionnelle (affectation des spécifications dimensionnelles, géométriques ou de forme selon la fonction) des composants.

pratiques par rapport à un modèle idéal, de l'articulation entre les deux séquences de formations (Antoine, Grootaers & Tilman, 1988 cités par Fusulier & Maroy, 2002). Pour sa part, Fusulier (2001) analyse les processus et les conditions de construction d'une coopération étroite et équilibrée entre l'école et l'entreprise en termes d'intérêts, de principes de justification et d'élaboration des rapports de confiance. Quant aux recherches qui portent sur les acteurs, elles s'interrogent, par exemple, sur la transdisciplinarité dans le cas d'une formation en Brevet de Technicien Supérieur d'économie sociale et familiale (Buguet, 2003), sur le rôle de la raison expérientielle dans la transformation de l'expérience vécue d'artisans (Denoyel, 1998) ou sur les nouvelles conditions d'apprentissage cognitif et celles de socialisation professionnelle (Geay, 1998 ; Fusulier, 2000). Cependant, peu de recherches, prennent pour objets d'étude des contenus spécifiques de formation en vue d'analyser les modalités d'apprentissage en alternance. Par exemple Prudhomme (1999) a procédé par une analyse épistémologique d'une démarche de conception (l'analyse fonctionnelle) dans une formation de techniciens spécialisés en alternance ; quant à Veillard (2000), il a analysé les facteurs développant les compétences des apprentis ingénieurs en entreprise. Notre étude se veut alors une contribution aux réflexions sur la formation en alternance prenant pour entrée le contenu spécifique à celle-ci, la conception industrielle.

## **2. CADRE DE RÉFÉRENCE**

### **2.1. Les savoirs mobilisés dans une activité de conception**

Ainsi que nous l'avons évoqué précédemment, notre approche consiste à caractériser les savoirs mobilisés et leurs modalités de mobilisation dans des activités de conception pendant la séquence académique de formation. Ce choix est d'abord suggéré par le contexte de la recherche. En effet, nous avons observé et analysé les productions d'apprentis ingénieurs en dernière année de formation dont les activités à l'école d'ingénieurs comme en entreprise sont essentiellement des activités de conception de systèmes techniques, de méthodes, de documents ou de programmes informatiques. C'est aussi un choix théorique qui consiste à considérer, à la suite de Simon (1974) et de Perrin (2001), qu'au cœur de toute activité professionnelle, en l'occurrence celle de l'ingénieur, il y a une activité de conception en tant que processus de production d'artefacts. Nous utilisons la notion d'artefact dans le sens d'objet artificiel construit pour un usage (Lebahar, 1998) et qui « concrétise une solution à un problème ou une classe de problèmes socialement posés » (Rabardel, 1995). L'artefact peut être matériel (en architecture, en design industriel, en ingénierie, etc.) ou symbolique (plannings, programmes informatiques, allocation de ressources, conception de textes, etc.) (Darses & Beguin, 1998).

En vue d'identifier les savoirs mobilisés dans une activité de conception, des recherches antérieures ont établi différentes typologies. Nous pouvons citer ici celles de Malglaive (1990) qui distingue les savoirs théoriques, les savoirs procéduraux, les savoirs pratiques et les savoir-faire. Celle de Collins (1992), cité par Vinck (1997), distingue les faits et règles formelles, les heuristiques, les savoir-faire manuels et perceptifs et les savoir-faire culturels. Quant à Hatchuel et Weil (1992), ils proposent les catégories savoir-faire, savoir-comprendre et savoir-combiner. Bien que les typologies citées permettent de « lire », de façon globale, l'activité de l'ingénieur, leurs catégories sont très générales et les critères retenus pour leur élaboration sont peu pertinents par rapport à notre objectif d'analyser les savoirs spécifiques à l'activité de l'ingénieur concepteur en situation. Pour ce faire, nous nous sommes d'abord référés à l'histoire des techniques et en particuliers aux travaux de Vincenti (1990). Celui-ci a mis en évidence des catégories de savoirs (les concepts de base pour la conception, les critères et spécifications, les outils théoriques, les données quantitatives, les considérations pratiques, les schèmes de conceptions) mobilisés par les ingénieurs concepteurs dans l'industrie aéronautique dans la première moitié du XX<sup>e</sup> siècle<sup>3</sup>. L'étude ethnographique des activités dans les bureaux d'étude (Vinck, 1999a), nous a ensuite permis d'explicitier et compléter les catégories retenues dans la perspective historique en prenant en compte la connaissance des conditions organisationnelles, humaines et matérielles qui déterminent un processus de conception. Enfin, la didactique des génies techniques nous a permis d'organiser les différentes catégories retenues dans les deux premières perspectives sous la forme d'une grille en reprenant les appellations des catégories identifiées par Cartonnet (2000) qui considère que pour former à la conception, quatre types de connaissances sont à prendre en compte : les connaissances du « milieu de fonctionnement », celles des « produits industriels » à concevoir, celles des « objets simulants » et celles des « ordres de grandeurs ». Ainsi, notre grille organise-t-elle les savoirs de l'ingénieur concepteur en quatre catégories. La première, « Milieu de l'Artefact », comporte les connaissances des conditions organisationnelles et humaines ainsi que celles des conditions matérielles, de la fonction d'usage, des performances et des modes de défaillance de l'artefact. La deuxième, « Artefact à Concevoir », comporte les connaissances du principe opératoire de l'artefact et celles de la structure de l'artefact. La troisième, « Objets Simulants », comporte les connaissances des méthodes et théories ainsi que celles des concepts intellectuels, des considérations pratiques, des capacités de discernement (ou de prise de décision), des procédures plus ou moins structurées,

---

(3) La conception des voilures d'avion (1908 - 1945) ; les spécifications relatives à la maniabilité en vol des avions (1918 - 1943) ; l'analyse en terme de volume de contrôle (1912 - 1953) ; les essais d'hélices (1916 - 1926) ; l'innovation du rivetage à tête noyée dans la construction d'avion (1930 - 1950).

des procédures formalisées et des procédures en acte. La dernière catégorie, « Ordres de grandeur », comporte les connaissances des ordres de grandeurs prescriptifs et descriptifs. Le tableau 1 résume ces différentes catégories.

Les savoirs mobilisés par un ingénieur concepteur															
Milieu de l'artefact (MA)					Artefact à Concevoir (AC)		Objets Simulant (OS)						Ordre de Grandeur (OG)		
COH	CM	FU	PE	MD	PO	CA	MTh	CI	CP	PPMS	CD	PF	PA	OGD	OGP
Conditions Organisationnelles et Humaines	Conditions Matérielles	Fonction d'Usage	Performances	Modes de Défaillance	Principe Opérateur	Configuration de l'Artefact	Méthodes et Théories	Concepts Intellectuels	Considérations Pratiques	Procédure Plus ou Moins Structurées	Capacités de Discernement	Procédure Formalisée	Procédure en Acte	Ordre de Grandeur - Descriptif	Ordre de Grandeur - Prescriptif

Tableau 1 • Grille d'analyse des savoirs de l'ingénieur concepteur

## 2.2. Une structure de l'activité de conception

Pour analyser les savoirs mobilisés dans l'activité académique de conception, une question d'ordre méthodologique se pose : quel dispositif pour observer puis analyser cette activité ? Autrement dit, quelle unité de sens et quelle unité de contexte considérer pour analyser l'activité de conception en mettant en œuvre la grille des savoirs que nous avons présentée ? Cette question soulève à son tour des interrogations concernant la structure de l'activité de conception à adopter pour analyser. Or, notre expérience en tant que formateur d'ingénieurs et de formateurs à la conception nous a appris que celle-ci ne se réduit pas seulement à un processus rationnel procédant par modélisation et visant à la production de savoirs spécifiques à un projet. C'est aussi un processus qui met en œuvre des tours de mains et des approches « opportunistes » caractérisant l'activité d'un ingénieur expert. Cette intuition est étayée par des travaux de recherche antérieurs qui confirment le caractère incomplet, mal défini (Blanco, 2002 ; Darses, 2002), voire un caractère « artistique » (Perrin, 2001) d'une activité de conception, dont la représentation se développe et se modifie continuellement au cours du processus de conception (Lebahar, 1999). Pour faire la synthèse des caractères scientifiques et « artistiques » de l'activité de conception, la perspective sociocognitive suggère en conséquence des

pistes pertinentes (Perrin, 2001 ; Vacherand-Revel *et al.*, 2001). En effet, la théorie de l'activité, permet de considérer l'activité de conception en tant qu'activité humaine comme un système lié à un motif et dont le processus qui le structure est l'action<sup>4</sup> caractérisée par le but qu'elle vise (Leontiev, 1976 ; Tuömi & Engeström, 2003). Les modes d'exécution d'une action sont les opérations. Elles sont fortement imprégnées par la situation et se distinguent en opérations d'orientation, d'exécution et de contrôle<sup>5</sup> (Galpérine, 1966 ; Leontiev, 1976 ; Savoyant, 1979). Le système activité ainsi conçu, intégrant actions et opérations, est une seule entité formée de deux parties dont l'une est manifeste, donc observable, et l'autre cachée difficile à expliciter (Galpérine, 1966 ; Leontiev, 1976). Or, l'activité de conception est souvent collective (Darses & Beguin, 1998). Une activité collective qui ne veut pas dire seulement le recours à plusieurs activités individuelles mais aussi l'existence de buts identiques et un processus de construction de représentations identiques sur le produit final (Savoyant, 1984 ; Rogalski, 1994 ; Leplat, 1994). En conséquence, nous considérons comme unité d'analyse l'activité collective incluant notamment des acteurs, des artefacts, des règles et une division de travail. Dans ce cas, les artefacts, ou les objets intermédiaires selon Jantet (1998) et Vinck (1999), ainsi que les communications y constituent des traces externes qui révèlent les savoirs et les représentations véhiculées, les processus d'élaboration de référents communs, et les liens entre communications et actions en cours ou visées (Navarro, 1993 ; Lacoste, 1991 ; Karsenty & Falzon, 1991 ; Falzon, 1994 ; Grusenmayer & Trognon, 1997). En résumé, nous analysons l'activité collective de conception en considérant que pour une tâche donnée, la partie manifeste d'une opération ou série d'opérations révèle, à travers les artefacts, ou les objets intermédiaires produits ou manipulés, et les communications entre les acteurs, la nature des savoirs mobilisés et leurs modalités de mobilisation.

### 3. MÉTHODOLOGIE

#### 3.1. Échantillon

Les semaines thématiques durent un mois réparti sur la séquence académique. Un groupe de sept apprentis ingénieurs de la filière génie

---

(4) Les actions, orientées vers un but, sont produites par des individus ou par des groupes réalisant une activité (Tuömi & Engeström, 2003). Si le but est spécifique à la situation, le motif de l'activité peut trouver sa source dans une situation différente.

(5) Les opérations d'orientation assurent l'analyse des conditions spécifiques de l'action, le repérage des propriétés de l'objet de l'action et la mise en rapport de ces conditions et propriétés avec les opérations d'exécution et de contrôle; les opérations d'exécution sont celles qui vont assurer les transformations effectives de l'objet de l'action ; les opérations de contrôle sont celles qui assurent l'observation et l'évaluation du déroulement de l'action.

mécanique a été filmé pendant les étapes de « préconception » et de « conception et calcul » qui durent deux semaines. Selon la phase de l'activité, les apprentis travaillent ensemble autour d'une table ou par binôme sur un ordinateur ou sur le banc d'essai d'extensométrie (permettant de déterminer la répartition des contraintes ou des déformations dans une structure).

### 3.2. Recueil des données

Trois caméras ont été utilisées pour suivre les déplacements fréquents des apprentis et les interventions des formateurs en des endroits différents de l'atelier. Nous avons sélectionné, sur plus de quarante heures enregistrées, seize heures « exploitables<sup>6</sup> » que nous avons transcrit selon le tableau 2 :

PHASE « CALCUL »	ACTIVITÉS	
	Temps	Description des opérations
00 :00 :00	Ba et Gu découvrent les différentes fonctionnalités de CATIA (par tâtonnement). Ils travaillent chacun sur leurs postes en essayant d'avancer en même temps.	
00 :02 :41	Discutent de la nature de la sollicitation à appliquer à la pièce sur CATIA.	Gu : mais nous on fait en fait des actions juste comme ça (verticales) et non par traction ou compression.

Légende : Ba et Gu sont les symboles des noms des apprentis

#### Tableau 2 • Exemple de transcription

Ainsi, l'activité collective, en tant qu'unité d'analyse, est segmentée en série d'opérations qui sont repérées temporellement comme le montre la première colonne du tableau. Les opérations sont décrites dans la deuxième colonne et, dans la dernière, sont rapportées les communications que les apprentis ont échangées pour guider ou commenter leurs opérations.

### 3.3. Traitement des données

#### *Les opérations et les communications*

Comme l'indique le tableau précédent, l'activité des apprentis est déclinée en termes d'opérations. À chaque opération, ou série d'opérations, que nous avons décrite dans la colonne « Description des opérations », cor-

(6) Parfois l'image est claire mais les discussions sont inaudibles, parfois les apprentis se déplacent à côté de la caméra pour discuter ou exécuter des actions ... nous avons considéré ces vidéos non exploitables.

respond les communications entre les apprentis du groupe filmé. C'est la lecture conjointe de la description de l'opération (en général sur ou à l'aide d'artefacts), en tant qu'unité d'enregistrement, et du commentaire ou des communications des apprentis, en tant qu'unité de contexte, qui nous permet de faire correspondre à une opération, ou à une série d'opérations, les catégories des savoirs de la grille d'analyse.

### Analyse des savoirs

Nous avons effectué deux analyses de l'activité des apprentis : la première est globale, reposant sur l'hypothèse de la corrélation entre l'occurrence d'une catégorie de savoirs dans les communications des apprentis et sa mobilisation ; dans ce cas nous avons considéré les activités de conception tout au long des semaines thématiques sans distinguer les différentes phases de conception du composant CAI de moteur de voiture. La deuxième analyse est locale, portant sur chaque phase de la démarche de conception du même composant. Elle nous a permis de caractériser les modalités de mobilisation des savoirs dans l'activité académique de conception que nous avons observée. Nous avons scruté l'évolution de la mobilisation des différentes catégories de savoirs dans chacune des phases de l'activité de conception en analysant les différents actigrammes<sup>7</sup> (Cartonnet, 1998 ; Huchette, 2002) correspondant aux différentes phases de l'activité des apprentis. La figure 1 représente l'actigramme de la phase « analyse du besoin » de l'activité de conception.

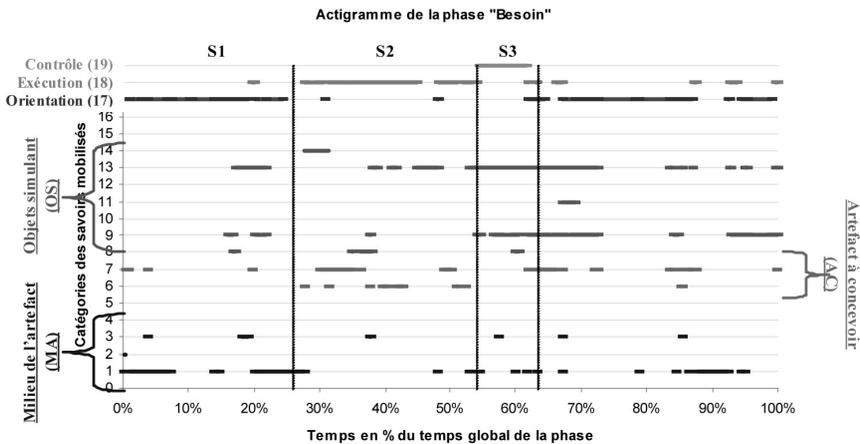


Figure 1 • Actigramme de l'évolution temporelle de la mobilisation des catégories de savoirs de conception

(7) Cette représentation graphique est réalisable sur Excel à partir d'un tableau précisant les catégories et les moments d'occurrence des indicateurs de chaque catégorie.

En abscisses est porté le temps de la phase concernée (par exemple : « Besoin ») ; en ordonnées sont indiquées les différentes sous-catégories (de 1 à 16) que comporte la grille d'analyse des savoirs de l'ingénieur concepteur. Sur le même graphe, nous avons représenté les trois types d'opérations (de 17 à 19) au sein desquelles nous examinons les savoirs mobilisés. Ceci nous a permis de distinguer des séries d'opérations : d'orientation, d'exécution et de contrôle. Ainsi, dans chaque série d'opérations, nous pouvons voir comment les apprentis ont mobilisé les différentes catégories. Par exemple, dans la série d'opérations d'orientation S1, les apprentis ont fait appel à des connaissances du « Milieu de l'Artefact » (MA) ; ensuite à celles des « Objets Simulants » (OS) pour revenir enfin à celles de MA.

Que ce soit dans l'analyse globale ou locale, nous avons procédé par une analyse de contenu des communications et des opérations des apprentis en prenant en compte les aspects suivants : l'objet (sur quoi portent les communications et les opérations, l'environnement, l'opérateur, l'équipement, les procédures), le mode (interrogatif, affirmatif, impératif ou, de façon plus concrète, la demande ou l'apport de l'information ou de directives), la nature des moyens mis en jeu (indices volontaires ou signaux proprement dits) et les média utilisés et les rôles des communications dans l'activité (préparation, exécution, contrôle) (Desnoyers, 1991). Ainsi, des indicateurs repérant les sous-catégories des savoirs mobilisés au sein de chaque unité d'analyse qui est l'opération ont été mis en évidence. Par exemple à l'opération « demander une information au professeur » est associé l'indicateur « savoir s'informer » qui renvoie à la mobilisation de la sous-catégorie des savoirs « Conditions Organisationnelles et Humaines » (COH) qui renvoie, elle, à la catégorie des savoirs « Milieu de l'Artefact » (MA)<sup>8</sup>. En plus, pour chaque opération, ou série d'opérations, ont été repérés les éléments suivants : le temps de l'opération ou de la série d'opérations, la nature de l'opération d'orientation (O), de contrôle (C) ou d'exécution (E)<sup>9</sup> et le code de la sous-catégorie des savoirs mobilisée au cours de l'opération ou série d'opérations (COH, CA, OP, etc.). La fréquence d'apparition, ou occurrence, de chaque sous-catégorie est indiquée en faisant correspondre « 1 » à la case correspondant au code de la sous-catégorie comme le montre le tableau 3.

Temps	Milieu de l'artefact					Artefact à Concevoir		Objets Simulant (OS)							Ordre de Grandeur	
	CMH	CM	FU	PE	MD	PO	CA	MTh	CI	CP	PMS	CD	PF	PA	OGP	OGD
00 :01	1								1							

**Tableau 3 • Repérage et comptage des apparitions des sous-catégories dans l'activité de conception**

(8) La validité de l'analyse a été assurée par la confrontations des codages de trois chercheurs (inter juges).

(9) Les opérations d'orientation correspondent par exemple aux discussions qui préparent l'exécution d'une tâche ; les opérations d'exécution correspondent à l'exécution effective d'une tâche ; quant aux opérations de contrôle ou d'évaluation, elles portent aussi bien sur les opérations d'orientation que sur celles d'exécution.

## 4. RÉSULTATS

### 4.1. Analyse globale des savoirs mobilisés dans l'activité des apprentis

L'analyse globale nous a permis de mettre en évidence les savoirs mobilisés dans une activité académique de conception. Le tableau 4 fait apparaître les occurrences des différentes sous catégories de savoirs dans l'activité académique des apprentis.

Milieu de l'Artefact	Conditions Organisationnelles et Humaines	COH	268	13 %	14 %
	Conditions Matérielles	CM	34	2 %	
	Fonction d'Usage	FU	17	1 %	
	Performances	PE	4	0 %	
	Modes de Défaillance	MD	0	0 %	
Artefact à Concevoir	Principe Opératoire	PO	133	7 %	20 %
	Configuration de l'Artefact	CA	269	13 %	
Objets Simulants	Méthodes et Théories	MTH	174	9 %	62 %
	Concepts Intellectuels	CI	544	27 %	
	Considérations Pratiques	CP	50	2 %	
	Procédure Plus ou Moins structurées	PMS	45	2 %	
	Capacités de Discernement	CD	0	0 %	
	Procédure Formalisée	PF	385	19 %	
Ordre de Grandeur	Procédure en Acte	PA	62	3 %	2 %
	Ordre de Grandeur Descriptif	OGD	28	1 %	
	Ordre de Grandeur Prescriptif	OGP	4	1 %	
Total		2017		100 %	

**Tableau 4 • Occurrences des différentes sous-catégories de savoirs dans l'activité académique des apprentis**

Ainsi, la catégorie « Milieu de l'Artefact » (MA) correspond à la connaissance des conditions organisationnelles et humaines de l'activité qui recouvrent essentiellement des « savoir s'informer » auprès du formateur, auprès des autres groupes ou dans des ressources documentaires ou multimédia. Les sous-catégories de MA (Fonction d'usage, Performances et Modes de Défaillance), faibles en pourcentage, mettent en évidence une faible mise en relation du milieu extérieur et du milieu intérieur (composants et caractéristiques de l'artefact), cette mise en relation qui est essentielle dans un processus de conception industriel. La catégorie « Artefact à Concevoir » (AC) correspond en particulier aux savoirs des principes de fonctionnement et de la structure du système étudié et ses composants (arbre intermédiaire). Quant à la catégorie « Objets Simulants » (OS), elle est dominée par trois sous-catégories : la sous-catégorie « Concepts Intellectuels » (CI), la sous-catégorie « Procédure Formalisée » (PF) et la sous-catégorie

« Méthodes et théories » (Mth). La sous-catégorie CI, qui selon Vincenti (1990) représente le langage du processus cognitif de conception, correspond essentiellement à des concepts renvoyant aux domaines techniques et scientifiques, se référant en particulier aux acquis des apprentis lors de la séquence académique.

Concepts qui renvoient aux domaines techniques n=190 (57 %)	Outils de l'Analyse Fonctionnelle	n=114	59 %
	Conception	n=69	37 %
	Procédés d'obtention	n=7	4 %
Concepts qui renvoient aux domaines scientifiques n=140 (42 %)	Électricité	n=10	7 %
	Mécanique	n=108	78 %
	Thermique	n=9	7 %
	Matériaux	n=12	8 %
Concepts qui renvoient aux domaines industriels	m		1 %

**Tableau 5 • Répartition des indicateurs dans la sous-catégorie Concepts Intellectuels (CI) (n= nombre d'apparition)**

En effet, comme le montre le tableau 5, les apprentis font appel aux disciplines académiques, que ce soit en termes d'intitulés (telles qu'elles sont annoncées dans le référentiel de formation académique) ou en termes de contenus qu'ils ont systématiquement recherchés dans leur documents personnels ou dans des manuels (Zaid, 2004). Cela fait apparaître le caractère « scolaire » des activités de conception durant les semaines thématiques.

En ce qui concerne la sous-catégorie « Procédures Formalisées » (PF), elle correspond essentiellement à la connaissance des outils, des principes et des concepts de l'analyse fonctionnelle que les formateurs ont mis en œuvre pour structurer la tâche académique de conception. Quant à la sous-catégorie « Méthodes théoriques », elle correspond à des équations et à des lois de la mécanique (équation de Reynolds, méthode de calcul du tenseur de déformation en un point, loi de Lamé, de Hooke, etc.). Le tableau 6 illustre ce constat par quelques exemples.

Les catégories de savoirs les plus mobilisés	Les savoirs mobilisés effectivement par les apprentis et indiquant les différentes catégories de savoirs
« MA » : Milieu de l'Artefact (14 %)	Savoir s'informer auprès du formateur, auprès des autres groupes ou dans des ressources documentaires ou multimédia
« AC » : Artefact à Concevoir (20 %)	Connaissances des principes opératoires du système étudié et ses composants (arbre intermédiaire CAI)
	Connaissances des structures du système étudié et de ses composants (arbre intermédiaire)
« OS » : Objets Simulants (55 %)	Équations et lois de la mécanique
	Concepts renvoyant aux domaines techniques et scientifiques (acquis académiques)
	Connaissances des outils, des principes et des concepts de l'analyse fonctionnelle

**Tableau 6 • Nature de quelques savoirs correspondant aux catégories MA, AC et OS dans l'activité académique de conception**

Par ces exemples, nous montrons que les savoirs mobilisés dans l'activité académique de conception sont fortement marqués par le caractère scolaire de la situation de formation académique.

#### 4.2. Analyse locale des savoirs mobilisés dans l'activité des apprentis

Trois résultats ressortent de l'analyse locale. Premièrement, les apprentis adoptent un processus de conception dans lequel l'environnement du composant est peu pris en compte. C'est ce qui se traduit par une mise en relation très faible des deux catégories « Artefact à Concevoir » (AC) et « Milieu de l'Artefact » (MA). Par exemple, dans la phase d'analyse du besoin, l'étude de l'artefact à concevoir en rapport avec son milieu, extérieur et intérieur, est quasiment absente comme le montre les faibles occurrences des sous-catégories Fonction d'usage, Performances et Modes de Défaillance (figure 1 et tableau 4).

Deuxièmement, la catégorie « Artefact à Concevoir » (AC) est mobilisée pour identifier les composants de l'arbre intermédiaire concernés par l'utilisation des outils de l'analyse fonctionnelle (OS). Tandis que la catégorie « Milieu de l'Artefact » (MA) est mobilisée pour s'informer sur l'utilisation des outils de l'analyse fonctionnelle (OS). Si bien que nous pouvons appeler les catégories AC et MA des catégories de savoirs « de service » pour la catégorie OS. Nous illustrons ceci (figure 2) en schématisant la manière dont les apprentis passent de la mobilisation d'une catégorie (par exemple OS) à celle d'une autre (par exemple AC) et à l'objet (par exemple, pour identifier les composants du système pour « appliquer » les outils de l'AF).

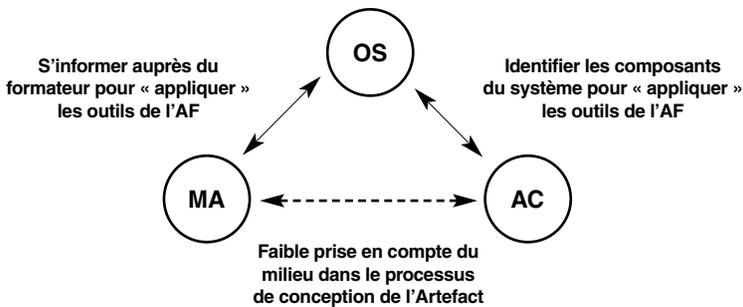


Figure 2 • Schéma illustrant la mobilisation des catégories de savoir OS, AC et AM dans la phase « Besoin »

Or, l'analyse des rapport d'alternance de ces mêmes apprentis ingénieurs (Zaid, 2004) nous enseigne que la conception de l'artefact, ou sa re-

conception, pendant l'activité industrielle correspond à des mises en relation dynamiques des quatre catégories de savoirs (MA, AC, OS et OG) en vue de les adapter (les unes par rapport aux autres) ou d'en construire de nouvelles dans le cas où la situation est inédite. Cela met en évidence un autre aspect de contraste, en termes de modalités de mobilisation des différentes catégories de savoirs, entre les activités académiques et industrielles.

Troisièmement, l'un des objets de l'activité des apprentis qui est de re-concevoir un composant, a été mis au second plan par rapport à la mise en œuvre des outils de l'analyse fonctionnelle. Nous faisons le même constat en ce qui concerne la phase « extensométrie » : l'artefact à re-concevoir en même temps que la conception de son processus d'industrialisation ont été évacués au profit de la modélisation et du calcul d'un effort de coupe et le contrôle du comportement de la pièce à usiner en utilisant des jauges d'extensométrie.

## 5. DISCUSSION ET CONCLUSION

Nous avons choisi dans cette étude de considérer les savoirs mobilisés dans l'activité de conception comme entrée pour penser l'articulation entre les activités académiques et industrielles dans une formation d'ingénieurs en alternance. Ce choix nous a amené à nous interroger sur la raison de considérer l'activité de conception uniquement comme mobilisation des savoirs, alors qu'il y a une activité qui consiste à déterminer des solutions, à envisager, à anticiper ce qui peut se passer, par approches successives, à gérer une indétermination qui doit arriver et à converger vers quelque chose de final qui est un produit de la conception. N'y a-t-il pas là une simple substitution de l'activité par les savoirs ? En fait, ces interrogations sont suscitées par la spécificité d'une formation en alternance où ce qui est alterné est précisément un apprentissage organisé autour des savoirs et un apprentissage organisé autour des activités dans des situations professionnelles (Pastré, 2004). Dans un cas comme dans l'autre, nous ne concevons pas les savoirs indépendamment de l'activité. Ils constituent un élément, parmi d'autres, qui permet d'organiser l'activité (Pastré, *Ibid.*). Par ailleurs, ces savoirs de l'ingénieur concepteur, représentés par les quatre catégories de la grille présentée dans ce travail, en tant qu'outils pour décrire, coder et modéliser des activités de conception, sont conçus comme des objets (Lebahar, 1998), en l'occurrence des *boundary-crossing objects*<sup>10</sup> (Engeström, 1999) dont la caractérisation permet de documenter l'articulation des activités de conception à l'école et en entreprise. C'est en ce sens que nous considérons que la

---

(10) Pour conceptualiser le transfert des apprentissages entre l'école et le travail et penser les interactions entre deux systèmes d'activité, l'école et l'entreprise, selon sa théorie d'*expansive learning*, Engeström (1999) propose la notion de *boundary-crossing objects*. «The notion of a boundary object addresses how artifacts or objects can mediate interaction between agents from different communities of practice » (Ludvigsen *et al.*, 2003, p. 293).

catégorisation des savoirs que nous avons adoptée n'est ni « générale » ni figée et qu'elle a un caractère fonctionnel qui consiste, en plus de dégager des catégories des savoirs mobilisés, à repérer des processus de conceptions et à esquisser des schémas de raisonnement adoptés par les apprentis lors de l'activité de conception étudiée. C'est à ce titre qu'il faudrait utiliser notre grille et l'évaluer.

À la lumière des résultats présentés précédemment, et en faisant référence aux études qui ont caractérisé des activités de conception d'ingénieurs experts ou d'apprentis ingénieurs en entreprise (Lebahar, 1992 ; Prudhomme, 1999 ; Vinck, 1999 ; Darse, 2000 ; Zaid, 2004), nous pouvons dire que la mise en place des semaines thématiques contribue à articuler les deux séquences de formation en alternance dans la mesure où elles sont structurées par un projet de conception qui met les apprentis dans une activité académique en continuité avec l'activité industrielle laquelle est souvent structurée de la même manière. De ce point de vue les semaines thématiques constituent ce que Lambert (2003) appelle des *boundary-crossing places* entre l'école et l'entreprise où les apprentis prennent conscience des transformations des savoirs acquis à l'école à l'occasion d'activités de conception « réelles ». Cependant, les semaines thématiques proposent une activité de conception en rupture avec l'activité de conception industrielle en termes d'enjeux, de savoirs mobilisés et de modalités de mobilisation. En plus, celle-ci constitue une occasion unique (pendant la dernière année de formation) avec un support unique (le couvercle de l'arbre intermédiaire d'un moteur de véhicule). Alors que les activités industrielles de conception que les apprentis rencontrent au cours de leur formation en entreprise sont caractérisées par leur forte variabilité<sup>11</sup>. L'activité de conception au cours des semaines thématiques, bien qu'elle soit structurée par un projet qui consiste à concevoir ou à re-concevoir des produits réels, selon une démarche industrielle, constitue donc une activité de conception académique avec des enjeux scolaires. Nous pensons que la multiplication des études sur d'autres constructions de séquences académiques, dans d'autres formations en alternance<sup>12</sup>, est nécessaire afin de pouvoir documenter les continuités et les ruptures par rapport aux activités industrielles. Dans ce cas, l'articulation des deux séquences de formation pourrait être conçue comme une construction cohérente prenant en compte les rôles fonctionnels des continuités et des ruptures en termes d'enjeux, d'organisation, de savoirs mobilisés et de modalités de mobilisation des savoirs.

---

(11) Cette variabilité est due à la variabilité des situations de conception pendant les séquences industrielles de formation dans les différentes entreprises d'accueil des apprentis ingénieurs.

(12) Par exemple, dans la formation d'ingénieurs à la Faculté de génie de l'université de Sherbrooke, la séquence académique (ou session d'étude) est structurée aussi bien par des problèmes (unité d'apprentissage par problèmes) pour acquérir les connaissances « théoriques », que par des projets pour mobiliser ces dernières dans des activités de conception (Dalle et Lachiver, 2003).

## BIBLIOGRAPHIE

- ANTOINE F., GROOTAERS D. & TILMAN F. (1988). *De l'école à l'entreprise. Manuel de la formation en alternance*. Bruxelles, Vie Ouvrière.
- BLANCO E. (2002). Quatre concepts pour analyser l'activité de conception. In Y. Cartonnet, J. Lebeaume & P. Vérillon, (éd.), *Comment former aux compétences de conception*, Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques, Cachan 1999-2000. Paris, INRP, p. 59-78.
- BEGUIN P. & DARSEES, F. (1998). *Les concepteurs au travail et la conception des systèmes de travail : points de vue et débats*. Communication au colloque « Deuxième journées Recherche et Ergonomie », 9-11 février 1997. Document accessible sur Internet : <http://www.ergonomie-self.org/rechergo98/html/beguin.html>. [NDLR : lien vérifié le 9/11/2006]
- BERCOVITZ A. *et al.* (1982). *Éducation et alternance*. Paris, Edilig.
- BUGUET J. (2003). Pour une pédagogie du lien : pluri, inter et transdisciplinarité en formation BTS. In J.-N., Demol, (éd.), *Didactique et transdisciplinarité. Alternance III*. Paris, l'Harmattan, p. 129-154.
- CARTONNET Y. (2000). *Proposition d'actualisation de la technologie structurale pour créer et utiliser des documentations technologiques*. Rapport d'habilitation à diriger des recherches. Cachan, ENS de Cachan.
- CARTONNET Y. (1998). Un outil pour l'émergence des faits : l'actigramme. In A. DUREY, J. LEBEAUME & P. VERILLON (éd.), *Actes du Séminaire de didactique des disciplines technologiques*, Cachan, 1997-1998. Paris, Association Tour 123, p. 74-84.
- CLENET J. & DEMOL J.-N. (2002). Recherches et pratiques d'alternance en France. Des approches et leurs orientations. In C. LANDRY, (éd.), *La formation en alternance : état des pratiques et des recherches*. Sainte-Foy, Presse de l'université du Québec, p. 83-108.
- DALLE D. & LACHIVER G. (2003). *L'intégration des formations par problèmes et par projets dans les programmes de génie électrique et de génie informatique : un défi pour les étudiants et pour les professeurs*. Communication libre. XX<sup>e</sup> congrès de l'AIPU, Sherbrooke, 27, 28, 29 et 30 mai 2003.
- DARSEES F. (2002). L'ingénierie concourante : un modèle en meilleure adéquation avec les processus cognitifs de conception. In Y. Cartonnet, J. Lebeaume & P. Vérillon, (éd.), *Comment former aux compétences de conception ? Actes du séminaire de didactique des disciplines technologiques*, Cachan 1999-2000. Paris, INRP, p. 79-106
- DECOMPS B. (1989). *L'évolution des formations d'ingénieurs et de techniciens supérieurs*. Paris, Haut Comité éducation-économie.
- DELCOURT J., MOLITOR M., & SERON M.-P. (1990). *Formation en alternance, pratiques professionnelles et stages divers en entreprise*. Ministère de la Communauté française de Belgique. Louvain-la-Neuve, université catholique de Louvain.
- DENOYEL J.-N. (1998). Alternance tripolaire et raison expérientielle à la lumière de la sémiotique de Peirce. Paradoxes de la médiation. Tradition et alternance. *Revue Française de Pédagogie*, n° 128, p. 35-42.
- DESNOYERS, L. (1991). Les indicateurs et les traces de l'activité collective. In R., AMALBERTI, M., MONTMOLLIN & J., THEUREAU, (éd.), *Modèles en analyse du travail*. Liège, Mardaga, p. 53-66.
- FALZON P. (1994). Dialogue fonctionnels et activité collective. *Le travail humain*, vol. 57, n° 4, p. 299-312.
- FUSULIER B. (2000). Formation par le travail et formation en alternance : quel impacts identitaires ? In B., Bajoit & Q., Nolet, (éd.), *Jeunesse et société*. Bruxelles : de Boeck, p. 259-276.
- FUSULIER B. (2001). *Articuler l'école et l'entreprise*. Paris, l'Harmattan.
- FUSULIER B. & MAROY C. (2002). La formation en alternance en Belgique Francophone. Développement, pratiques et théories. In C. LANDRY, (éd.), *La formation en alternance : état des pratiques et des recherches*. Presse de l'université du Québec, p. 110-118.

- GALPERINE P.-I. (1966). Essai sur la formation par étapes des actions et des concepts. In A. LEONTIEV, A. LURIA & A. SPIRNOV, (éd.), *Recherches psychologiques en URSS*. Moscou, Les éditions du progrès, p. 168-183.
- GEAY A. et al. (1998). Actualité de l'alternance. *Revue Française de Pédagogie*, n° 128, p. 107-125.
- GUIL D. & YOUNG M. (2003). Transfer and transition in vocational education: some theoretical considerations. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Ed.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 63-81.
- GRUSENMAYER C. & TROGNON A. (1997). Les mécanismes coopératifs en jeu dans les communications de travail : un cadre méthodologique. *Le travail humain*, vol. 60, n° 1, p. 5-31
- HATCHUEL A. & WEIL B. (1992). *L'expert et le système. Quatre histoires de systèmes-experts*. Paris, Economica.
- HUCHETTE M. (2002). *Évaluation expérimentale de l'apport, pour une formation d'ingénieurs, d'un simulateur informatique en travaux pratiques de bureau d'études mécaniques*. Thèse de doctorat. Cachan, ENS de Cachan.
- JEANTET A. (1998). Les objets intermédiaires dans la conception. Éléments pour une sociologie des processus de conception. *Sociologie du travail*, n° 3, p. 317-344.
- KARSENTY L. & FALZON P. (1991). L'analyse des dialogues orientés tâche : introduction à des modèles de la communication. In R. AMALBERTI, M. MONTMOLLIN & J. THEUREAU, (éd.), *Modèles en analyse du travail*. Liège, Mardaga, p. 107-118.
- LACOSTE M. (1991). Interaction située et dimension collective du travail. In F. SIX & X. Vaxevanoglou, (éd.), *Les aspects collectifs du travail*, Actes du 27<sup>e</sup> congrès de la société d'ergonomie de langue Française. p. 29-49.
- LAMBERT P., (2003). Promoting developmental transfer in vocational Education. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Eds.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 233-254.
- LANDRY C. & MAZALON E. (2002). La construction de l'alternance au Québec : entre deux vagues de croissances et quelques flots de recherches variés. In C. LANDRY (Ed.). *La formation en alternance : état des pratiques et des recherches*. Sainte-Foy, Presse de l'université du Québec, p. 1-5.
- LEBAHAR J.-C. (1992). Quelques formes de planification significatives de l'activité de conception en Design industriel. *Le Travail humain*, vol. 55, n° 4, p. 329-351.
- LEBAHAR J.-C. (1998). Les objets de la conception : de la permanence du complexe polysensoriel à l'artefact cognitif. *Revue des sciences et techniques de la conception*, vol. 6, n° 1, p. 9-24.
- LEBAHAR J.-C. (1999). *Les activités de conception : résolutions de problème ? Dialectique concepteurs/environnements multiples ?* Communication au colloque international sur la didactique du projet. IUFM/UNIMÉCA. Marseille. Cahiers de la recherche et du développement.
- LEONTIEV A. (1976). *Le développement du psychisme*. Paris, Éditions sociales.
- LEPLAT J. (1994). Collective activity in work : some lines of research. *Le travail humain*, vol. 57, n° 3, p. 209-226.
- LUDVIGSEN S.-R et al. (2003). Workplace learning across activity systems: a case study of sales engineers. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Eds.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 291-310.
- MALGLAIVE G. (1996). Apprentissage. Une autre formation pour d'autres ingénieurs. *Formation et emploi*, n° 53, p. 85-99.
- NAVARRO C. (1993). L'étude des activités collectives de travail : aspects fondamentaux et méthodologiques. In F. SIX, & X. VAXEVANOGLU, (éd.), *Les aspects collectifs du travail*. Toulouse, Octarès, p. 91-106
- PASTRE P. (2004). Introduction. Recherches en didactique professionnelle. In R. Samurçay & P. Pastré (éd.), *Recherches en didactique professionnelle*. Toulouse : Octarès, p. 1-13.

- PERRIN J. (2001). *Concevoir l'innovation. Méthodologie de conception de l'innovation*. Paris, CNRS Éditions.
- PRUDHOMME G. (1999). *Le processus de conception de systèmes mécaniques et son enseignement. La transposition didactique comme outil d'une analyse épistémologique*. Thèse de doctorat. Université Joseph Fourier, Grenoble 1.
- RABARDEL P. (1995). *Les hommes et les technologies. Une approche instrumentale des technologies contemporaines*. Paris, A. Colin.
- REA A. (1992). « L'insertion professionnelle des jeunes et les formations en alternance. Comparaison internationale. » In M. Alaluf, R. Dillemans *et al.* *L'assurance chômage dans les années nonante*. Presses Universitaires de Louvain, Leuven, p. 103-196.
- ROGALSKI J. (1994). Formation aux activités collectives. *Le travail humain*, vol. 57, n° 4, p. 367-386.
- SAVOYANT A. (1979) Éléments d'un cadre d'analyse de l'activité : quelques conceptions essentielles de la psychologie soviétique. *Cahiers de Psychologie*, n° 22, p. 17-28.
- SAVOYANT A. (1984). Définitions et voies d'analyse de l'activité collective des équipes de travail. *Cahiers de psychologie cognitive*, vol. 4, n° 3, p. 273-284.
- SIMON A.-H. (1974). *La science des systèmes. Sciences de l'artificiel*. (Traduction et postface de J. L. Le Moigne). Paris, Epi Éditeurs.
- TUOMI-GROHN T. & ENGESTROM Y. (2003). Conceptualizing transfer: from standard notions to developmental perspectives. In T. TUOMI-GROHN & Y. ENGESTROM (Ed.), *Between school and work. New Perspectives on Transfer and Boundary Crossing*. Amsterdam, Pergamon, p. 19-38.
- VEILLARD L. (2000). *Rôle des situations professionnelles dans la formation par alternance. Cas des élèves-ingénieurs de l'ISTP de Saint-Etienne*. Thèse de doctorat. université Lumière-Lyon 2.
- VINCENTI W. (1990). *What engineers know and how they know it. Analytical studies from aeronautical history*. Baltimore, The John Hopkins University Press.
- VINCK D. (1997). La connaissance : ses objets et ses institutions. In J.-M., Fouet, (éd.), *Connaissances et savoirs faire en entreprise. Intégration et capitalisation*. p. 55-91. Paris, Hermès.
- VINCK D. (1999a). Épilogue. Postures pour une ethnographie des techniques. In D. VINCK (Ed.), *Ingénieurs au quotidien. Ethnographie de l'activité de conception et d'innovation*, p. 203-226. Presse Universitaire de Grenoble.
- VINCK D. (1999b). Les objets intermédiaires dans les réseaux de coopération scientifique. Contribution à la prise en compte des objets dans les dynamiques sociales. *Revue française de sociologie*, XI, n° 2, p. 385-414.
- VACHERAND-REVEL J., TARPIN-BERNARD F. & DAVID B. (2001). Des modèles de l'interaction à la conception « participative » des logiciels interactifs In J. PERRIN, (éd.), *Conception entre science et art. Regards multiples sur la conception*. Lausanne, Presse polytechniques et universitaires romandes, p. 239-255.
- ZAID A. (2004). *Problèmes didactiques d'usage et de constitution d'une documentation et d'une assistance pédagogique en ligne pour des ingénieurs en formation en alternance*. Thèse de doctorat. Cachan, ENS de Cachan.

Cet article a été reçu le 28 septembre 2004 et accepté le 31 août 2006.