

Pluralité des connaissances dans les systèmes industriels

Dominique Deneux, Christophe Lerch, Jérôme Euzenat, Jean-Paul Barthès

► **To cite this version:**

Dominique Deneux, Christophe Lerch, Jérôme Euzenat, Jean-Paul Barthès. Pluralité des connaissances dans les systèmes industriels. René Soënen, Jacques Perrin. Coopération et connaissance dans les systèmes industriels : une approche interdisciplinaire, Hermès Science publisher, pp.115-129, 2002, 2-7462-0528-9. <hal-00922307>

HAL Id: hal-00922307

<https://hal.inria.fr/hal-00922307>

Submitted on 25 Dec 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Chapitre 4

Pluralité des connaissances dans les systèmes industriels

Dominique Deneux¹⁰, Christophe Lerch¹¹, Jérôme Euzenat¹², Jean Paul Barthès¹³

4.1. Introduction

¹⁰ Dominique Deneux : dominique.deneux@univ-valenciennes.fr,

¹¹ Christophe Lerch : lerch@cournot.u-strasbg.fr

¹² Jérôme Euzenat : Jerome.Euzenat@inrialpes.fr

¹³ Jean-Paul Barthès : Barthes@utc.fr

De manière générale, la gestion des connaissances a pour objectif de fournir la bonne information à la bonne personne au bon moment pour que cette personne puisse prendre une bonne décision (ou, plus généralement, entreprendre une action adaptée). Mais en quoi consistent ces connaissances dont la bonne gestion semble si vitale aux entreprises du XXI^e siècle ? Existe-t-il une typologie générique des connaissances dans le domaine des systèmes de production ?

Les perspectives offertes à qui veut appréhender la connaissance ou les connaissances propres à une entreprise sont nombreuses et ont été largement exposées [Harvard business review 1999 ; Bakema 1999]. L'étude de la littérature permet d'identifier différentes typologies des connaissances. On se place ici dans le cadre plus précis des systèmes de production et on cherchera à évaluer la pertinence de ces typologies dans ce contexte. Le présent chapitre propose, sur la base d'un état de l'art et d'un inventaire portant sur plusieurs projets de recherche en milieu industriel, d'identifier les principales caractéristiques des connaissances utiles au pilotage des systèmes de production. Les projets étudiés ont comme trait commun leur affiliation au programme Prosper du CNRS, mais leurs objectifs comme leurs approches sont très variés.

C'est sur ces connaissances elles-mêmes que porte notre analyse, et non sur les mécanismes permettant de les gérer, par ailleurs longuement étudiés dans la littérature et rappelés dans les chapitres précédents et suivants.

Les typologies sont présentées dans la suite de ce chapitre afin d'examiner leur pertinence vis-à-vis des projets considérés. Pour chaque typologie, on donnera des exemples d'utilisation des types de connaissance dans les projets examinés. Les typologies présentées sont en général organisées en grandes catégories (souvent deux) qui semblent s'opposer. Cependant, en réalité, il s'avère que la connaissance manipulée est plutôt répartie suivant un gradient dans un continuum. Pour aborder l'étude des connaissances dans les systèmes industriels, nous avons souhaité décrire les différents contenants, contenus et modes de représentations qui les matérialisent, ce qui amène naturellement à aborder les trois points de vue de la nature, l'objet et la forme des connaissances pour structurer les différentes taxonomies identifiées. La nature des connaissances concerne la place de la connaissance par rapport au sujet connaissant. L'objet de connaissance concerne ce qui est connu (la connaissance peut porter sur des faits, des procédures ou des raisonnements). Quant à la forme de la connaissance elle désigne la manière dont la connaissance est rendue, stockée ou manipulée par le sujet connaissant (les connaissances procédurales sont exprimées sous forme de procédures).

4.2. Nature des connaissances

L'un des premiers aspects à considérer est le type d'information manipulé dans le fonctionnement du système de production. On prendra alors en compte, non seulement la nature de la connaissance mais aussi son degré de partage.

Faits, informations, connaissances, compétences

Il est sans doute banal de commencer par distinguer certains termes que la pratique conduit souvent à rapprocher. Un *fait* ou *donnée*, de manière générale, permet de caractériser une situation (par exemple, « la couleur du ciel est grise », « la température est de 25°C »). Il ne faut pas prendre ici le mot fait comme établi (ou vrai) ni le mot donnée comme donnée initiale. Ces mots recouvrent plutôt ici des assertions qui peuvent être assorties de modalités (être vrai ou faux). On peut encore parler d'un descripteur de situation.

Ainsi, un fait peut être plus ou moins révélateur et l'on pourra dire en s'inspirant de Shannon [Shannon *et al.* 1949] qu'une *information* est un fait réducteur d'incertitude (s'il était déjà connu, il n'est pas une information). L'information est aussi parfois décrite comme le fait en contexte (« aujourd'hui le ciel est gris », « il fait 25° dans la cour le 10 juillet ») car c'est en fonction du contexte que le fait acquiert son statut d'information: le contexte précise l'espace dans lequel se place le fait et dans quelle mesure il apporte donc de l'information. C'est l'information et non le fait qui est déterminant dans la prise de décision.

Une *connaissance*, selon [Pitrat 1990], ne sert pas à décrire une situation et n'est pas non plus inférée par le système. En extrapolant, une connaissance apparaît comme un lien entre faits, que le sujet connaissant active de manière implicite lorsque l'un de ces faits se présente (« un ciel gris nous invite à nous munir d'un parapluie », « 25° c'est chaud »). Certains ne conçoivent la connaissance qu'*incarnée*, c'est-à-dire qu'il ne peut exister de connaissance hors d'un corps capable de l'éprouver ou, plus simplement, d'un esprit conscient de sa connaissance (c'est l'approche retenue dans le chapitre 6). D'autres, estiment que la seule évidence de la connaissance nous est donnée par le langage (« On n'a jamais vu un concept se promener sans ses habits de langue [Kayser 1997] »). Soucieux de ne pas se laisser entraîner dans de trop longs débats, nous avons préféré une définition plus neutre. Dans ce qui suit, la connaissance est un ensemble de ressources immatérielles qui peuvent être mises en œuvre (sous forme de processus cognitifs ou informationnels) pour accomplir un but. Cela rejoint l'acception retenue par Daniel Kayser [1997] où le fait de connaître est lié à celui d'être susceptible d'agir.

A titre d'exemple, le projet ARDECO a pour premier objet des faits bruts comme la trace des différents opérateurs CATIA appliqués lors d'une activité de conception. La connaissance du fonctionnement de l'outil CATIA permet de transformer ces données en informations car on sait alors quels choix l'utilisateur a fait pour appliquer ces opérateurs [Champin 2001]. Bien entendu, la connaissance de conception, qui permettrait d'avoir la connaissance de ces observations, est dans la

tête du concepteur. Mais les informations recueillies à partir de la trace (accompagnées de celles recueillies lors d'entrevues avec les concepteurs) doivent permettre d'éliciter cette connaissance ou, au moins, d'en reproduire l'effet à l'aide de techniques de raisonnement à partir de cas [Kolodner 1993 ; Aamodt & Plaza 1994 ; Mille 1998].

Si ARDECO enchaîne les traitements dans le but d'acquérir les connaissances à partir de leurs traces, le projet METACOG tire simultanément parti des différents types de données puisqu'il manipule aussi bien des données comme le marché structurel, la stratégie de l'entreprise ou un scénario de référence (par exemple, au niveau macroscopique : le véhicule le plus convoité du segment de marché), des informations comme le scénario innovant, le coût ou la valeur estimés, et des connaissances comme le cycle de vie ou la constellation d'acteurs concernés par une modification du modèle produit redevable à l'introduction d'une innovation.

La *compétence* est la capacité à exploiter/mettre en œuvre une connaissance : cette connaissance est exploitée par l'acteur pour organiser son action. Le terme de compétence n'est pas vraiment stabilisé [Le Boterf 1994]. Il existe cependant de nombreuses études qui portent sur la compétence individuelle. De ces travaux, nous retenons que la compétence n'existe que dans l'action : « la compétence est l'art de mobiliser des savoirs et des savoir-faire, de mettre en œuvre des capacités dans le contexte de l'action ». La notion de capacité regroupe les talents, les potentialités de l'individu, par exemple, « il sait effectuer des calculs mentalement, il parle anglais, il peut soulever 90kg, il court vite, a une détente verticale de 1 mètre »... Pour pouvoir être compétent dans le contexte d'une action, par exemple être un bon demi de mêlée au rugby, il devra mobiliser ses capacités mais également faire appel à son savoir (les règles du jeu, les tactiques rugbyistiques, les capacités de ses partenaires et de ses adversaires, les informations lui permettant de décoder les intentions de ses adversaires...). Ainsi seulement, il sera en mesure d'opérer les choix gagnants pour son équipe : « faut-il effectuer une course ou une passe ? », « faut-il tenter la pénalité ou botter en touche ? », « faut-il orienter le jeu au près ou au large ? ». En d'autres termes, l'individu met en œuvre, à travers son action, aussi bien des connaissances que des attitudes et des stratégies cognitives.

Les compétences mobilisent donc des connaissances d'usage (à différencier des connaissances techniques) [de Azevedo 1997]. Elles comprennent des connaissances sur les connaissances, correspondant à la façon de se servir d'une part des connaissances techniques et d'autre part des connaissances de tous les jours permettant de mener à bien un projet (il peut s'agir de divers types de métaconnaissance [Pitrat 1990]). Dans un système interactif de connaissances, elles jouent un rôle fondamental. Le projet CACIC a pour objectif de construire un système capitalisant et gérant les connaissances d'usage. Le projet RESYPROQ a pour but

d'aider à la construction de compétences collectives à partir de l'analyse des compétences et connaissances individuelles de chacun des acteurs.

Connaissances individuelles ou collectives

Une distinction importante intervient entre la connaissance que peut avoir un individu et celle que peut avoir un groupe d'individus. Nonaka et Takeuchi [1995] ont mis l'accent sur la transmission de la connaissance dans l'entreprise, c'est-à-dire les moyens par lesquels elle est convertie d'explicite en tacite et vice-versa (voir figure 4.1). Ce schéma peut être interprété comme concernant l'élaboration de la connaissance par les processus intellectuels aussi bien d'un individu que d'une société.

La compétence collective ajoute une dimension supplémentaire à la compétence. S'il suffisait à un entraîneur de rugby de disposer de 15 joueurs compétents individuellement sa tâche serait grandement facilitée : il suffirait de choisir le joueur le plus compétent à chaque poste pour disposer de la meilleure équipe possible. Or, dans le rugby, comme dans les systèmes de production, la compétence collective du groupe n'est généralement pas égale à la somme des compétences des individus qui le composent. Il existe des collectifs performants sans grandes individualités, il existe de grandes individualités qui ne parviennent pas à se constituer en collectif performant.

Sous un angle logique, on distinguera *connaissance commune* (qui est détenue par tous les acteurs) de la *connaissance distribuée* (qui est détenue par au moins un des acteurs) [Fagin *et al.* 1995]. Il est clair que dans le cadre sociologique, cette distinction qui est bien trop abrupte devrait être affinée en fonction des différents sous-groupes prenant part au système de production.

Le but de la gestion des connaissances est de gérer les connaissances collectives au sein de l'organisation. Mais parfois, il peut s'agir de diffuser et de valoriser la connaissance d'individus particuliers. Ainsi, à côté de la gestion de procédures propres à l'entreprise (POSEIDON, METACOG) d'autres projets s'intéressent à acquérir la connaissance à partir de l'observation du travail d'individus (ARDECO).

RESYPROQ, de son côté, s'est préoccupé des conditions favorables à l'émergence de la compétence collective. Un certain nombre de facteurs (la liste n'est pas exhaustive et leur importance stratégique dépend de la structure de l'organisation), agissant sur la performance collective d'un groupe d'individus, ont été mis en évidence [Mintzberg, 1982, 1989] :

- Le *leadership* joue un rôle important dans les structures;
- Les *standards et normes* sont déterminants dans les structures bureaucratiques;

- Les *compétences individuelles des acteurs* ont un impact considérable dans les structures professionnalisées;
- Les *liaisons entre les acteurs* sont décisives dans le cadre des organisations en projet.

4.3. Objets de connaissances

Ce qu'est l'objet de connaissance est résumé dans la typologie de Johnson et Lundvall [1994] qui distingue différents contenus. Le savoir-faire (« know-how ») s'assimile souvent aux compétences, c'est-à-dire aux connaissances (essentiellement tacites) qui permettent aux individus d'accomplir diverses tâches pratiques (par exemple, la dextérité d'un boucher coupant sa viande). Le savoir factuel (« know-what ») regroupe les connaissances (essentiellement explicites) nécessaires à l'identification et à la désignation d'un phénomène ou d'un état de fait (par exemple, les indices recueillis pendant une enquête judiciaire). Le savoir de compréhension (« know-why ») regroupe les connaissances utilisables dans l'analyse et l'interprétation du savoir factuel (par exemple, la connaissance du droit). Le savoir relationnel (« know-who ») permet de connaître de manière indirecte et de mobiliser les savoirs d'autres personnes dans le cadre d'une action collective (par exemple, Qui sait comment ? Qui sait quoi ou combien ? Qui sait pourquoi ?).

On peut distinguer plusieurs types de connaissances dans un projet d'ingénierie : des connaissances de sens commun (« le moins cher est le mieux »), le contexte (« je conçois une pièce d'automobile »), les objectifs (« la pièce que je conçois devra s'insérer ici »), les connaissances techniques (« un cercle n'a pas d'arête »), les connaissances stratégiques au sens de la résolution du problème (« comment réaliser au mieux un alésage »).

On examine ici les différents objets de connaissance que l'on désire manipuler. Il peut s'agir de connaissances générales sur le fonctionnement d'un type de système de production (au sens large), de connaissances spécifiques au système de production installé dans un atelier, de connaissances relatives à un produit particulier réalisé sur le système.

Connaissances techniques ou manageuriales

Dans l'entreprise, on distingue des connaissances techniques, destinées à l'accomplissement d'une tâche particulière, des connaissances de gestion (ou manageuriales), qui concernent l'organisation des ressources de l'entreprise. Si l'on considère l'entreprise comme un système de transformation de biens et services en la découpant en activités correspondant à des lignes de produits, on peut distinguer plusieurs niveaux de connaissances selon l'objet sur lequel elles portent : la tâche, le produit ou l'entreprise [Barthès 1997]. Les premières seront naturellement d'ordre technique et les dernières d'ordre manageurial, les autres ont un statut intermédiaire.

Les *connaissances liées à une tâche* (ou locales) sont celles qui sont nécessaires à un individu ou un groupe d'individus de culture homogène pour accomplir une tâche précise. Elles peuvent prendre la forme de procédures pour aider à la conduite d'un procédé ou d'un système expert d'aide au diagnostic. Ce sont les connaissances que mobilise, par exemple, un « ingénieur-calculs » confronté à une tâche de simulation lors de la conception d'un produit : elles peuvent encore être divisées en connaissances de nature physique (phénomènes mis en jeu, comportement des matériaux...) et en connaissances liées aux outils utilisés (logiciel, matériel ou dispositif particulier). La capitalisation de ce type de connaissances permet d'accroître le partage et la coopération [Troussier *et al.* 1999]. C'est d'ailleurs l'enjeu du projet ARDECO.

Les *connaissances liées à un produit* sont celles qui permettent de décrire celui-ci tout au long de son cycle de vie. Elles comprennent tous les documents associés au produit, tous les tours de main utilisés pour le concevoir, le fabriquer, le vendre, le maintenir et éventuellement le recycler, ainsi que toutes les informations, souvent non écrites, mais importantes pour le produit (décisions de conception, raisons des modifications, erreurs et échecs...). Ces informations sont, par exemple, nécessaires pour la mise en place d'une approche de conception concurrente. Ainsi, dans CACIC ce ne sont pas les connaissances d'expert qui sont directement utilisées pour résoudre les problèmes techniques, mais toutes les connaissances annexes — que l'on peut qualifier de managériales ou d'usage — nécessaires pour mener à bien le projet. En particulier, on y trouve toutes les informations concernant les comptes-rendus de réunion, les différentes notes de travail, les documents utilisés, les documents extérieurs, le planning, les coûts, etc.

Dans le projet METACOG, le système support de la conception et de l'instrumentation coût valeur, se compose principalement d'éléments liés au produit [Deneux *et al.* 2000] :

- un modèle de produit multi-niveaux (du besoin, fonctionnel et technologique),
- un modèle des différents processus mis en œuvre par l'ensemble des acteurs au cours du cycle de vie du produit,
- un réseau de relations devant être caractérisées pour chaque hypothèse d'innovation, entre les décisions de conception, explicitées dans le modèle du produit, et les activités génératrices de coût et de valeur, explicitées dans le modèle de processus.

Les *connaissances sur l'entreprise* sont celles qui permettent la coordination et la coopération des acteurs de l'organisation. Elles concernent donc les aspects d'organisation globale des activités et des processus de l'entreprise et sa stratégie, qui sont plutôt les connaissances utilisées par la direction (que l'on peut qualifier de connaissances managériales). Mais elles concernent aussi la connaissance des

acteurs de l'organisation (employés, sous-traitant) qui est très importante afin de développer une la coopération (voir la première partie de l'ouvrage). Une part importante du projet POSEIDON a porté sur la mise au point de nouveaux processus organisationnels pour la conduite et le suivi des modifications sur les produits en production. Les systèmes d'information qui les supportent sont étroitement dépendants de ces processus. On inclura dans ces dernières les connaissances interentreprises qui sont des connaissances organisationnelles, donc partagées, portant sur l'environnement de l'entreprise. Elles permettent à l'entreprise d'évoluer dans cet environnement en complétant les autres types de connaissances. Elles comprennent aussi bien des connaissances tacites (par exemple : les lois du marché, les règles de bonne pratique issues d'un partenariat établi) que des connaissances explicites (par exemple la législation). Les connaissances sur l'entreprise permettent aussi d'accompagner ou de piloter le changement. Décider d'un changement d'activité, c'est programmer une nouvelle combinaison de compétences. On doit alors prévoir les évolutions souhaitables des compétences individuelles qui permettront d'assurer le nouveau processus, mais il faut pour cela connaître les dispositifs organisationnels : « Bien que les compétences individuelles soient essentielles, leur valeur dépend de leur emploi dans des montages organisationnels particuliers » [Dosi *et al.* 1990]. RESYPROQ cherche à faire évoluer la sphère de compétence d'une entreprise.

Il est important de réaliser que ces différents types de connaissances ne sont pas de même nature et que leur organisation ne fait pas appel aux mêmes méthodes, ni aux mêmes outils.

Connaissances en conception : structure, fonction, comportement

Dans le cycle de vie des produits industriels, les décisions les plus cruciales pour les systèmes de production interviennent durant la phase de conception. C'est pourquoi les connaissances en conception doivent faire l'objet d'une attention toute particulière. Durant cette phase apparaissent de manière récurrente les notions de structure, de fonction et de comportement.

Dans un contexte coopératif, le partage de ces connaissances est un enjeu majeur [Tollenaere *et al.* 2000], ce qui implique [Krause *et al.* 1993] de disposer d'un modèle de produit suffisamment riche sémantiquement et de savoir gérer le processus de conception. Plusieurs auteurs dont [Suh 1990 ; Jacquet 1998] ont d'autre part souligné le fait que l'activité de conception nécessite une interaction continue entre des modèles physique, fonctionnel et de processus, dans lesquels se trouvent formalisés l'ensemble des connaissances liées au produit. Les connaissances sur les structures, les fonctions et les processus sont donc susceptibles d'accroître la performance des systèmes de production :

- Le *modèle fonctionnel* permet de représenter le besoin tel que l'exprime le client du produit, mais aussi l'interprétation qui en est faite lors des phases amont de la

conception (conception conceptuelle). ARDECO manipule directement ce type de connaissance.

- *Le modèle physique ou structurel* cerne aussi bien les aspects architecturaux du produit (organisation des organes fonctionnels, nomenclature) que les aspects morphologiques (topologie et géométrie) ou matériels (propriétés physico-chimiques).
- Les aspects *processus* concernent aussi bien les activités nécessaires à l'élaboration du produit, notamment la conception (processus d'obtention ou de validation de solutions de conception, processus de calcul...), la réalisation (usinage, assemblage, contrôle), la commercialisation (commande, livraison, mise en service), l'utilisation (modes de marche), de maintenance (démontage, remplacement...), de fin de vie (démantèlement, recyclage...) que le produit lui-même, auquel cas on parlera plutôt de comportement (statique, cinématique, dynamique, fatigue, endommagement, corrosion...). Lorsqu'un processus caractérise une activité et non un comportement, il peut se décomposer récursivement en tâches.

Mais la conception a aussi une dimension économique tout à fait évidente dans le contexte des systèmes de production, qui n'est pas immédiatement perceptible dans les modèles exposés ci-dessus. Pour introduire cette dimension, METACOG [Deneux *et al.* 2000] utilise l'approche ABC (« Activity Based Costing ») qui associe des ressources (auxquelles un coût de consommation est alors affecté) aux tâches et aux processus [Lorino 1991].

4.4. Forme de connaissance

Enfin, les connaissances peuvent être classées non plus en fonction de leur objet mais de la forme qu'elles prennent. L'analyse détaillée des systèmes à base de connaissances peut révéler l'existence de nombreuses formes (« frames », objets, graphes, réseaux sémantiques, règles...). De même, les modèles psychologiques offrent de nombreuses variations (sémantique/épisode, scripts...). On peut toutefois discerner, à un niveau plus macroscopique, les deux classifications suivantes qui ont ici retenu notre attention pour leur relative indépendance par rapport à leur implémentation.

Connaissances déclaratives ou procédurales

On distingue communément [Winograd 1975 ; Pitrat 1990] deux types de connaissances :

- *Connaissances déclaratives* qui permettent de décrire une situation ou d'établir des faits séparés de leur mode d'emploi (la réponse à la question « quoi ? »),
- *connaissances procédurales* qui permettent d'énoncer des règles ou les conditions d'exécution d'une tâche (la réponse à la question « comment ? »).

Une même connaissance peut s'énoncer selon une formulation déclarative ou procédurale

- « une voiture a 4 roues et un moteur » est une formulation déclarative,
- « si je suis une voiture alors j'ai 4 roues et un moteur » est une formulation procédurale dérivée de la formulation précédente.

L'important dans cette distinction est que la forme déclarative ne préjuge pas de l'utilisation de la connaissance (elle peut être exploitée de multiples manières) alors que la connaissance procédurale est en quelque sorte figée dans une utilisation particulière. On pourra aussi dire que le sens de la première est donné de manière *dénotationnelle* alors que celui de la seconde ne l'est que de manière *opérationnelle*. Dans ce second cas, il sera difficile d'établir la correction des processus d'exploitation de la connaissance.

En psychologie, les connaissances procédurales (au sens d'Anderson [1995]) résultent d'une opérationnalisation et inscription en mémoire à long terme à la suite de répétition d'actions par le sujet. Cette distinction peut se retrouver en informatique où une connaissance exprimée sous forme déclarative au niveau connaissance [Newell 1982] est compilée sous forme possiblement procédurale au niveau symbolique. La connaissance compilée n'est pas forcément « non explicite » (de même qu'il est possible de décompiler un programme) mais elle est plus difficilement appréhensible du fait de la suppression d'informations inutiles dans le contexte d'utilisation.

La différence entre procédural et déclaratif est peu marquée dans les projets que nous avons étudiés.

Connaissances tacites ou explicites

Selon qu'elles sont explicites ou tacites [Polanyi 1967], les connaissances ne pourront pas être traitées de la même façon.

Les *connaissances explicites* sont celles qui sont déjà exprimées et intelligibles. Elles comprennent les procédures, les plans, les modes d'emploi, les manuels d'entretien, les manuels de dépannage, les documents technico-commerciaux, les notes techniques, les bases de données, les systèmes experts, les enregistrements audio, vidéo, les photos, les films, etc. Dans toutes les entreprises dépassant une certaine taille, ces documents sont très volumineux et les connaissances qu'ils contiennent ne sont pas toujours facilement accessibles. En particulier, les connaissances explicites ne sont pas nécessairement *formelles* (dans tous les sens du terme).

Les *connaissances implicites ou tacites* concernent les savoir faire qui résident dans la tête des employés. Souvent, ces connaissances sont essentielles, ne serait-ce que pour pouvoir utiliser les connaissances explicites (par exemple, savoir où

rechercher l'information pertinente dans la documentation). Les connaissances tacites ne sont pas toutes explicitables [Barthès 1997].

Cette perspective est en particulier considérée par Ikujiro Nonaka et Hirotaka Takeuchi [1995]. Les savoirs de l'entreprise sont le résultat d'une suite d'opérations qui, partant de la dimension privée et non formalisée des connaissances individuelles, déterminent la dimension collective des connaissances de l'entreprise. Sous peine d'être fossilisés et perdre toute valeur d'usage, ces savoirs doivent être revitalisés en permanence. C'est ce processus global qu'il s'agit de renforcer, selon un axe de progrès favorisant la production de connaissances individuelles et leur passage de leur état « non formalisé et privé » à un état « formalisé et disséminé », selon le cycle de conversion de Nonaka et Takeuchi (voir figure 4.1). Ce cycle identifie quatre mécanismes de conversion :

- Socialisation (tacite vers tacite),
- Externalisation (tacite vers explicite),
- Combinaison (explicite vers explicite),
- Internalisation (explicite vers tacite).

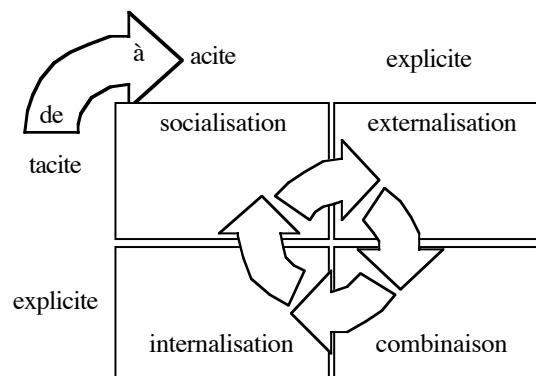


Figure 4.1. Conversion de la connaissance (d'après [Nonaka & Takeuchi 1995]).

On peut introduire dans cette typologie la notion de connaissances *semi-tacites* recouvrant les trois types de connaissances « reconnue », « supposée » et « épisodique » identifiées par la psychologie. Les *connaissances reconnues* correspondent au phénomène de filtrage (accès à une partie de l'information seulement) qui est régulièrement rencontré lorsqu'un opérateur doit se remémorer un ensemble de faits alors qu'il « reconnaît » et accepte l'ensemble complet lorsqu'il lui est explicitement présenté. Les *connaissances supposées* font également partie des connaissances semi-tacites et sont associées aux problèmes de communication [Grice

& Clark 1975] : l'expert ou l'opérateur interrogé ne réalise pas qu'il occulte une partie des connaissances, évidentes pour lui, mais inconnues du cognicien. Les *connaissances épisodiques* correspondent aux informations utilisées durant l'exécution d'une tâche (capacité et durée limitées), qui sont effacées au bout de quelques secondes (une fois la tâche effectuée), à moins d'une mémorisation « nécessaire » en mémoire à long terme.

Plusieurs projets utilisent la connaissance explicite plus facilement manipulable. Ainsi, POSEIDON utilise massivement la documentation technique des produits tels que nomenclatures, plans, maquette numérique 3D, fichiers de simulation, logiciels de pilotage, documents de spécification, d'industrialisation, de tests, de maintenance et sous forme de base de données locales encapsulées dans des outils divers (gestion de composants, gestion des modifications par exemple) et la documentation support au développement des applications logicielles (élaborée lors des phases d'analyse, de conception, de développement et de maintenance). CACIC utilise, quant à lui, la documentation de gestion de projet (comptes-rendus de réunion, notes de travail, planning, coûts).

ARDECO est en revanche utilisateur de la connaissance purement tacite qu'il a en charge d'externaliser par des techniques de psychologie cognitive ou de socialiser par la technique du raisonnement à partir de cas permettant de reproduire l'utilisation de la connaissance sans forcément l'explicitier.

La tacite peut aussi être dépendante de la granularité à laquelle on regarde l'activité d'une entreprise. Par exemple, dans METACOG, la constellation d'acteurs est une connaissance explicite à un niveau de granularité macroscopique, mais tacite au niveau des relations interindividuelles.

4.5. Synthèse et conclusion

Le présent chapitre s'est attaché à caractériser les connaissances manipulées dans plusieurs projets liés aux systèmes de production, en fonction de typologies issues d'une analyse bibliographique de cadre plus large.

Il faut noter que ces typologies considèrent la connaissance comme statique alors que tous les projets, en ce qu'ils cherchent à améliorer l'appareil de production, appréhendent une connaissance dynamique. C'est le cas d'ARDECO qui reproduit la genèse des connaissances à partir des données (traces), d'ARDECO encore qui reproduit les parties explicitation et socialisation du cycle de Nonaka, de METACOG qui cherche à anticiper l'évolution des connaissances au long du cycle de vie d'un produit ou de RESYPROQ dont le but est de faire évoluer la compétence de l'entreprise en

jouant sur les compétences individuelles et leurs synergies. Chacun des projets cités implique un type différent de dynamisme.

Comme on peut le voir dans les projets présentés ci-dessus la gestion des connaissances (et ceci n'est sans doute pas spécifique aux systèmes de production) est une activité si totalisante qu'elle ne se laisse pas enfermer dans une catégorie particulière. Chacun des projets, en fonction de sa problématique scientifique propre et de l'application considérée, est amené à identifier et localiser les connaissances qui lui sont nécessaires.

Il serait très instructif d'étudier l'influence de certains types d'applications (mémoire d'entreprise, restructuration des processus d'entreprise...) ou d'approches disciplinaires (sciences de gestion, intelligence artificielle, psychologie...) sur la connaissance prise en compte. On retrouve, semble-t-il, certaines associations naturelles entre certaines disciplines et certains types de connaissance (par exemple, une association entre sociologie et collectif et entre psychologie et individuel).

Il est alors souhaitable de savoir si les approches convergent vers une représentation globale des facteurs immatériels (que l'on juge importants) susceptibles d'influencer la performance du système de production ou, dans le cas contraire, d'établir si les facteurs jugés importants le sont du fait des approches ou bien de celui des applications mises en œuvre. Une étude plus conséquente serait nécessaire pour apporter une réponse circonstanciée à cette question.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier Alain Mille, Patrick Bougé, Michel Tollenaere, Pierre-Antoine Champin, Michel Sonntag et Jean-Pierre Vaudelin qui ont contribué à l'élaboration de ce chapitre.

Bibliographie

- Aamodt A., Plaza E., Case-Based Reasoning: Foundational Issues, Methodological Variations, and System Approaches, *AICommunication* 7(1):39-59, 1994
- Anderson J. R., Learning and memory: an integrated approach, Wiley, Chichester (UK), 1995
- Bakema F., A review of Literature on Knowledge Management, Proceedings of ISMICK'99. IIIA, Compiègne (FR), 1999
- Barthès J.-P., Capitalisation des connaissances et intelligence artificielle, Journées Franco-finlandaises, Tampere (FI), 1997
- Champin P.-A., A model to represent design episodes for reuse assistance with interactive case-based reasoning, Actes Knowledge Management by Case-Based Reasoning: Experience Management as Reuse of Knowledge (GWCBR 2001), Baden-Baden (DE), 2001 à paraître
- de Azevedo H., Contribution à la modélisation des connaissances à l'aide des systèmes multi-agents, Thèse d'informatique, Université de technologie de Compiègne, Compiègne (FR), 1997
- Deneux D., Sénéchal O., Tomala F., Lawson M., Towards a methodology for estimating the global impacts of innovative design scenarii, 4th IFIP workshop on Knowledge Intensive CAD (KIC-4), Parma (IT), 22-24 mai 2000.
- Dosi G., Teece D.J., Winter S., Les frontières des entreprises, *Revue d'Economie Industrielle* 1er trimestre 1990
- Fagin R., Halpern J., Moses Y., Vardi M., Reasoning about knowledge, The MIT press, Cambridge (MA US), 1995
- Grice H.P., Clark, L.F., Logic and conversation, dans Cole P., Morgan J. L. (éds.), Syntax and semantics, III, Academic press, New-York (NY US), pp. ?, 1975
- Harvard Business Review, Le Knowledge Management, Éditions d'organisation, Paris (FR), 1999
- Jacquet L., Contribution à l'élaboration d'une démarche de spécification fonctionnelle, Thèse, Université de Valenciennes, Valenciennes (FR), 1998
- Johnson B., Lundvall B.A., The learning economy, *Journal of industry studies* 1(2):23-42, 1994
- Kayser D., La représentation des connaissances, Hermès, Paris (FR), 1997
- Kolodner J., Case-based reasoning, Morgan Kaufman, San Mateo (CA US), 1993
- Krause F. L., Kimura F., Kjellberg T., Lu S., Product Modelling, *Annales du CIRP* 42(2), 1993
- Le Boterf G., De la compétence, essai sur un attracteur étrange, Éditions d'organisation, Paris (FR), 1994

- Lorino P., *Le contrôle de gestion stratégique : la gestion par les activités*, Dunod, Paris (FR), 1991.
- Mille A., *Associer expertise et expérience pour assister les tâches de l'utilisateur*
Mémoire d'Habilitation à diriger des recherches, Université Claude Bernard, Lyon (FR), 1998
- Mintzberg H., *Structure et Dynamique des Organisations*, Éditions d'organisation, Paris (FR), 1982
- Mintzberg H., *Le management : Voyage au centre des organisations*, Éditions d'organisation, Paris (FR), 1989
- Newell A., *The knowledge level*, *Artificial intelligence* 18:87-127 1982
- Nonaka I., Takeuchi H., *The knowledge creating company*, Oxford university press, Oxford (UK) (tr. fr. *La connaissance créatrice : La dynamique de l'entreprise apprenante*, de Boeck Université, Bruxelles (BE), 1997), 1995
- Pitrat J., *Métaconnaissance : futur de l'intelligence artificielle*, Hermès, Paris (FR), 1990
- Polanyi M., *The tacit dimension*, Garden city (NY US), 1967
- Shannon C. et al. (traduction de 1975), *Théorie mathématique de la communication*, Retz-CEPL, Paris (FR), 1949
- Suh N. P., *The principles of design*, Oxford University Press, Oxford (UK), 1990.
- Tollenaere M., Menand S., Canella C., *Collaborative knowledge supported functional design: a case study in automotive industry*, Proceedings COOP2000, Sophia-Antipolis (FR), 2000
- Troussier N., Pourroy F., Tollenaere M., Trebucq B., *Information Structuring for Use and Reuse of Mechanical Analysis Models in Engineering Design*, *Journal of Intelligent Manufacturing* 10(1):61-72, 1999
- Winograd T., *Frame representation and the declarative/procedural controversy*, dans Bobrow D., Collins A. (éds.), *Representation and understanding: studies in cognitive science*, Academic Press, New-York (NY US), pp185-210, 1975