



**HAL**  
open science

## **MASK : une méthode d'ingénierie des connaissances pour l'analyse et la structuration des connaissances**

Serge Aries, Benoît Le Blanc, Jean-Louis Ermine

► **To cite this version:**

Serge Aries, Benoît Le Blanc, Jean-Louis Ermine. MASK : une méthode d'ingénierie des connaissances pour l'analyse et la structuration des connaissances. Management et ingénierie des connaissances : modèles et méthodes, Hermes Science Publications-Lavoisier, 2008, IC2, Série Management et Gestion des STIC, 978-2-7462-1945-8. hal-00974279

**HAL Id: hal-00974279**

**<https://hal.science/hal-00974279v1>**

Submitted on 6 Apr 2014

**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.

**MASK : une méthode d'ingénierie des connaissances pour l'analyse et la structuration des connaissances**

*Serge Aries, Benoit Le Blanc, J.-L. Ermine*

---

Management et ingénierie des connaissances,  
modèles et méthodes

Traité IC2, Série Management et Gestion des STIC  
Hermès-Lavoisier, 2008

# Chapitre 7<sup>1</sup>

## **MASK : une méthode d'ingénierie des connaissances pour l'analyse et la structuration des connaissances**

### **1. Introduction**

L'ensemble des connaissances d'une organisation est une véritable richesse qu'il convient de gérer au mieux. Il est souvent intéressant de rendre cette richesse tangible en terme d'informations, c'est à dire de rendre visible le capital de connaissances. Une visibilité accrue sur le patrimoine de connaissances a de multiples avantages. Ceci paraît évident si l'on se réfère aux objectifs énoncés ci-dessus : capitalisation (au sens non économique, proche de « mémorisation »), partage (on transmet mieux, et surtout à une plus grande échelle, ce qui est visible), et création, notamment en relation avec les flux provenant de l'environnement.

Il y a de nombreuses approches pour améliorer la visibilité sur son patrimoine. Une des plus courantes, est de travailler sur son patrimoine d'information, qui lui, est déjà tangible. C'est la lignée des nouvelles technologies de l'information, avec la gestion électronique des documents, les moteurs de recherche en intranet, les "datawarehouse", "data mining" etc. Une autre est de travailler sur son organisation, en privilégiant les relations coopératives entre les acteurs (ce qui d'ailleurs apporte assez peu de gains de visibilité), c'est la lignée de la gestion des "connaissances tacites", des outils de type "groupware" etc. Une autre approche est l'élaboration d'une structure de ce patrimoine en compétences, métiers etc., une autre est d'organiser la transcription partielle de ce patrimoine (assurance qualité, retour d'expérience, écrits ...). Bref, la panoplie est très large, et souvent, toutes ces approches sont utilisées de manière imbriquée. Elles ont cependant une caractéristique commune, c'est de ne pas aborder le problème de la connaissance de manière spécifique, mais par un biais qui est vite assimilé à la connaissance elle-même (connaissance/information, connaissance/compétence, savoir-faire/procédure ..., pour ne citer que les plus courants). Elles amènent, pour certaines d'entre elles, des solutions hâtives, risquant d'être inadaptées, par une vision très instrumentale (l'arrivée massive et tonitruante des nouvelles technologies de l'information n'est d'ailleurs pas étrangère à ce phénomène).

On peut tenter d'avoir une approche différente, en se posant le problème du contenu du patrimoine de connaissances. Ceci nécessite de répondre à deux questions : quelle est la nature de la connaissance dans une entreprise ? Comment capter et partager cette connaissance ? La première est une question de nature théorique, la seconde une question d'ingénierie. La réponse à ces questions permet d'envisager une opération stratégique de capitalisation de connaissances, sur une partie, analysée au préalable comme critique, du patrimoine.

La méthode MASK<sup>2</sup> a été élaborée pour tenter de répondre à ces questions. MASK est une méthode basée sur des travaux antérieurs [Ermine 1993] et a été appliquée la première fois au CEA (Commissariat à l'Énergie Atomique) en 1993 [Le Blanc 1994]. Elle s'est développée depuis sur des projets de grande envergure, et est utilisée ou a été évaluée par un grand nombre d'entreprises ou d'organisations de nature diverse, y compris des PME ou des organismes publics, en France et à l'étranger. Les raisons qui poussent à utiliser une méthode comme MASK sont multiples. On peut citer entre autres :

- Capitalisation de savoir d'experts partant à la retraite ou d'équipes de spécialistes redéployées
- Structuration de corpus d'informations et/ou de documents
- Intégration de savoir-faire dans des procédés industriels ou des processus d'entreprise pour améliorer leur productivité et leur compétitivité
- Diffusion des connaissances des meilleurs experts à travers des outils variés (hypermédia, aide à la décision, livres, formation ...)

Les mots-clés caractérisant la méthode sont résumés ci-dessous :

---

<sup>1</sup> Ce chapitre a été rédigé par Serge Aries, Benoit Le Blanc et Jean-Louis Ermine

<sup>2</sup> MASK est la troisième génération (bientôt quatre) d'une lignée de méthodes d'ingénierie des connaissances dont les deux premières générations furent MOISE (J-L Ermine : Génie logiciel et génie cognitif, 1993), puis MKSM<sup>TM</sup> (marque déposée du CEA) (J-L Ermine : Les systèmes de connaissances, 2000).

On peut l'interpréter comme un sigle polysémique, signifiant « Méthode d'Analyse et de Structuration de Connaissances », ou « Modélisation, Analyse et Structuration de Connaissances », ou encore « Méthode d'Analyse de Systèmes de Connaissances » ou d'autres variantes possibles. Ce sigle fonctionne aussi en anglais (« Method for Analysing and Structuring Knowledge », etc.).

Théorie : On ne peut pas aborder sérieusement les problèmes de la connaissance en ignorant la masse immense de travaux, dans de nombreuses disciplines scientifiques, qui ont été menés sur ce sujet, notamment en sciences humaines et sociales. Les fondements théoriques de MASK sont développés dans (J-L Ermine : Les systèmes de connaissances, 2000). Elle a été l'objet de plusieurs thèses, et d'une trentaine de publications qui exposent des développements théoriques ou des études de cas (cf. la liste complète de références en fin de chapitre).

Démarche : MASK est une méthode d'analyse préalable à la mise en place d'un système opérationnel de gestion des connaissances, c'est à dire un système, informatisé ou pas, qui contient des connaissances, des savoir-faire et dont le but est soit de faire partager, soit de capitaliser, soit de servir à la création de la connaissance dans l'organisation. Elle propose donc une étape entre l'approche stratégique, qui vise à mettre en place des objectifs de gestion des connaissances à l'échelle de l'entreprise, et l'approche opérationnelle qui est l'implémentation effective d'un système. L'introduction de cette étape n'est pas innocente, et nécessite une *démarche* de type " démarche de changement ".

Recueil de connaissances : MASK procède par *recueil des connaissances* auprès des " sources de connaissances " de l'entreprise. Il s'agit essentiellement des détenteurs du savoir : experts, spécialistes, ou de documents de références (mais avec des personnes capables de les expliquer). C'est un processus qui n'est pas évident à organiser à une échelle industrielle, puisqu'elle nécessite, outre des interviews nombreuses, des actions de mobilisation, de mise en cohésion, de consensus etc.

Modélisation des connaissances : MASK est basée sur la *modélisation des connaissances*. On le verra ci-dessous, MASK n'utilise pas *un* modèle mais *des* modèles, qui correspondent à des points de vue différents sur un seul domaine, considéré comme un *système de connaissances* à part entière.

Livre de Connaissances : le résultat obtenu en premier lieu dans un projet MASK est un ensemble de modèles formalisant la connaissance, qui ont été notamment élaborés pendant les entrevues avec les détenteurs de cette connaissance. Il peut être suffisant en soi si l'on désire passer immédiatement à une application informatique précise par exemple (système d'aide à la décision, base de données ...). Historiquement, MASK avait été conçue dans cette optique, mais elle s'est rapidement orientée vers un objectif de capitalisation de connaissances. Les modèles graphiques ont été très vite agrémentés par des fiches descriptives synthétiques, puis par des synthèses de toute sorte : scientifiques, conseils, retour d'expérience, références bibliographiques ou documentaires ou logicielles... rédigées par les experts, les documentalistes, les équipes concernées. A cet ensemble, se sont rattachés les documents essentiels du domaine (fiches types, procédures, publications de référence etc.). Le résultat final est appelé *Livre de Connaissances*, qui est une synthèse structurée des connaissances sur un domaine donné, avec les pointeurs adéquats vers les sources d'information détaillées s'y rattachant, c'est une sorte d' " encyclopédie métier ". En ce sens, MASK et le Livre de Connaissances fournissent une explicitation (partielle) et une structuration d'un sous-ensemble d'un patrimoine de connaissances, avec des liens forts au système d'information.

Diffusion et évolution : autour d'un livre de connaissances MASK, peut s'organiser un grand nombre d'actions de gestion de connaissances : formation, valorisation de fonds documentaires, veille technologique, outils spécifiques.... Sa diffusion, son évolution (et sa confidentialité !) peuvent être gérées par des outils informatisés (on peut parler de " Livre de Connaissances Électronique " diffusé par intranet, lié aux sources d'informations existantes). L'évolution des Livres de Connaissances est un problème crucial, actuellement à l'étude pour formaliser les premiers retours d'expérience.

MASK permet d'aborder des activités et d'appréhender un problème de gestion des connaissances (sauvegarde, développement,...). Elle donne un fil conducteur et une suite de modèles pour décrire les actions à mener et les connaissances à utiliser.

## 2. Principes

### 2.1. Le principe des modèles de MASK

La démarche générale de MASK est la suivante :

- Aborder une activité,
- Dégager les principaux processus,
- Savoir qui fait quoi et avec quelles connaissances,
- Déterminer les savoir-faire à capitaliser,
- Capitaliser, c'est à dire, extraire et formaliser les savoir-faire

- Concevoir une solution pour utiliser et transmettre le savoir-faire modélisé.

Par exemple, on ne demande pas comment vous conduisez, mais comment vous faites pour rentrer chez vous en voiture. Cela aborde le problème de la conduite, mais aussi le contexte du parcours, la signalisation routière, le code de la route, la bonne utilisation de la voiture, etc.

La méthode repose sur des fondements théoriques dont voici, quelque peu vulgarisé, un bref aperçu.

- 1) L'axiome du système de connaissances (Figure 1) : les connaissances dans l'entreprise sont organisées comme un système à part entière, qui n'est pas réductible à des systèmes déjà existant tels que le système d'information, le système documentaire, le système qualité, le système organisationnel etc.

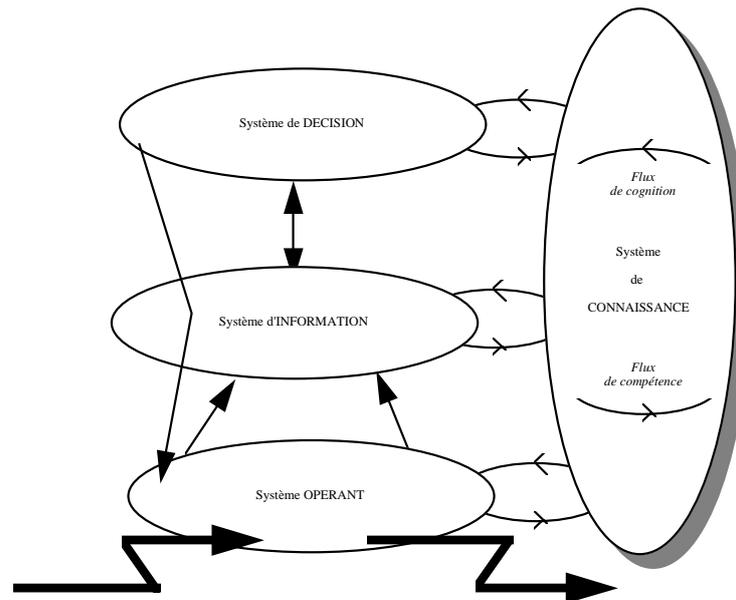


Figure 1. L'axiome du système de connaissances

- 2) L'axiome de la structure d'un système de connaissances (Figure 2) : le système de connaissances de l'entreprise est structuré par le macroscopie de la connaissance :

Deux hypothèses sont à la base de la définition de la connaissance selon le macroscopie. La première est l'hypothèse "sémiotique", à savoir que la connaissance se perçoit comme un signe, qui contient de l'*information* (quelle est la forme codée ou perçue du signe que je reçois ?), du *sens* (quelle représentation l'information engendre-t-elle dans mon esprit ?), et du *contexte* (quel environnement conditionne le sens que je mets sur l'information reçue ?). L'exemple typique est celui d'une montre, qui communique une information codée (et si l'on y réfléchit bien, le code est extrêmement complexe, avec son cadran, ses aiguilles (éventuellement), aux formes et configurations très variées etc.), qui prend des significations très diverses (celle de base étant l'heure !), ces significations dépendant de situations et de contextes potentiellement infinis (rendez-vous, horaires, expériences, suivis de process, planification...). La deuxième hypothèse est l'hypothèse "systémique", à savoir que la connaissance se perçoit comme un système global, avec toujours trois points de vue : la *structure*, la *fonction* et l'*évolution*. Ainsi, pour décrire une montre, on peut en parler par sa fonction (donner l'heure ...), par sa structure (boîtier, mécanisme, design etc.), par sa position dans l'évolution des montres (électrique ou mécanique, digitale, avec aiguilles ou cristaux liquides, à quelle mode elle est rattachée etc.).

Analyser la connaissance, c'est donc la décrire à travers cet ensemble de points de vue : information, sens, contexte d'une part, structure, fonction, évolution d'autre part. Ces points de vue sont extrêmement liés et souvent confondus. En général, même un discours bien structuré et abordant un domaine de connaissance précis, ne distingue pas ces points de vue et les emmêle inextricablement. L'analyse, notamment dans MASK, s'attache à les considérer un par un, et donne ainsi un "fil rouge" à dévider.

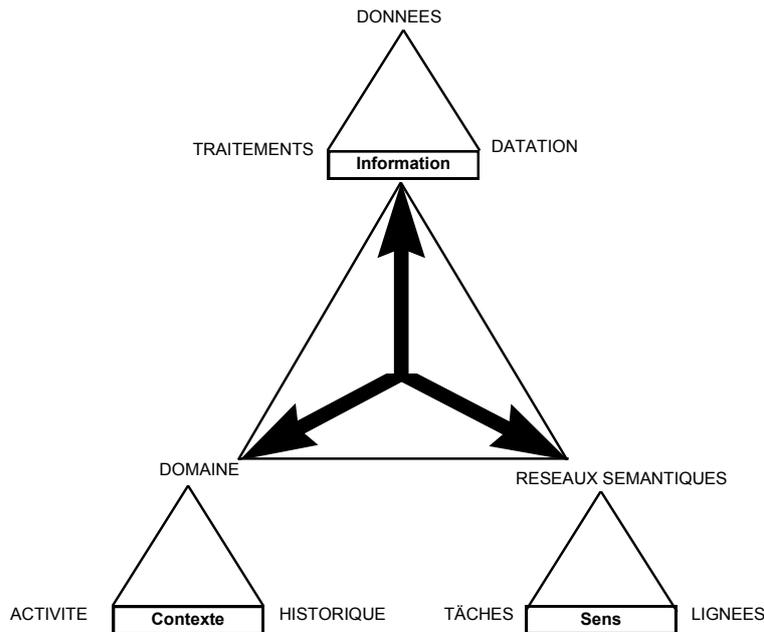


Figure 2. L'axiome du microscope de la connaissance

Une analyse fine, qui recoupe notamment de nombreux travaux qui se sont déjà faits dans les méthodes d'analyse de l'information (méthode MERISE par exemple), ou en Intelligence Artificielle (méthode KADS par exemple), permet d'organiser ces points de vue : on part de chaque point de vue "sémiotique" qu'on peut analyser suivant les trois points de vue "systémiques". Ainsi, l'information se décrit (ce qui est classique) en terme de *données* - ou structures de données - (aspect structurel) et de *traitements* - ou structure de contrôle - (aspect fonctionnel). Le sens se décrit en termes de *réseaux sémantiques* (aspect structurel), caractéristique de la structure de la mémoire humaine et de *tâches (cognitives)* (aspect fonctionnel), caractéristique de la représentation cognitive de l'action chez l'être humain. Le contexte se représente par une description générale de l'*activité* (analyse fonctionnelle), et une description générale des concepts du *domaine* (aspect structurel). En ce qui concerne les aspects de l'évolution, ils sont décrits par des informations de type *datation* (versions, dates etc.), l'aspect contextuel se représente par une modélisation de l'*historique*, et le sens qui peut être donné à l'évolution des concepts, des solutions, des objets techniques etc. élaborés au cours du temps dans l'entreprise est représenté par des "classifications génétiques" construites a posteriori qu'on appelle des *lignées* (arbres technologiques etc.).

Il en découle 7 modèles de connaissances:

- Le premier modèle, dit du système de référence, est un peu à part, puisqu'il concerne l'ensemble du microscope. Il permet de délimiter le système sur lequel on travaille. Il modélise le système en reprenant l'approche des systèmes par niveau avec le sous-système opérant, le sous-système d'information, le sous-système de décision ; un sous-système « patrimoine de connaissance », est ajouté, un sous-système utilisé et enrichi par les différents agents des autres sous-systèmes.
- Les modèles dits « de phénomène » et « d'activité » correspondent à l'analyse du point de vue contextuel : De quoi parle la connaissance ? Dans quelle activité est-elle mise en œuvre ? Quels sont les phénomènes que cherche à maîtriser l'activité.
- Les modèles dits « de tâche » (ou « de savoir-faire ») et « de concept » correspondent au point de vue sémantique du sens. Ils proposent de décrire de manière précise les savoir et savoir-faire qui sont mis en œuvre dans le système de connaissance étudié.
- Les modèles dits « d'historique » et « de lignée » décrivent l'évolution, d'abord dans son contexte, puis dans le sens en reprenant une modélisation génétique (les lignées).

Si l'on se réfère au schéma ci-dessus (organisation des 9 items), et en tenant compte du fait que le premier modèle porte sur le système dans sa globalité, il manque trois modèles : données, traitement et datation. Nous entrons là dans le domaine du traitement de l'information où les modèles informatiques (UML, MERISE) permettent de les décrire. Cependant, l'expérience montre que les modèles de concepts et tâches englobent les données et les traitements. La matière traitée (l'information) se retrouve dans la représentation conceptuelle du sens et des traitements.

## 2.2. La connaissance selon MASK

La connaissance d'un individu est un vaste domaine entre ce qu'il a appris à l'école, ses expériences, son métier. La méthode MASK cible la connaissance à travers l'action (ce qu'il fait dans et pour l'organisation) pour canaliser et poser les bonnes questions. Cette approche est importante car elle permet d'aller dans le sens des décideurs (le R.O.I., Return On Investment !), mais elle ne donne qu'une vue partielle de la connaissance d'une personne : elle décrit la connaissance utilisée pour faire une tâche. En gestion des compétences, toutes les compétences d'une personne doivent être évaluées pour gérer sa mobilité. Par contre, pour définir les compétences nécessaires à un poste, la vision des connaissances utilisées dans l'activité est tout à fait complémentaire.

La connaissance est d'abord décrite en connaissance dynamique : le raisonnement et les actions, le verbe « Acheter une voiture », « Visiter les concessionnaires »,... L'esprit développe une stratégie pour résoudre son problème « Choisir et acheter une voiture ». Ensuite, elle est décrite en connaissance statique : les objets, les concepts, les informations et données : La voiture, le prix, le confort, le type de moteur, etc. Ce sont les modèles de tâche et de concept.

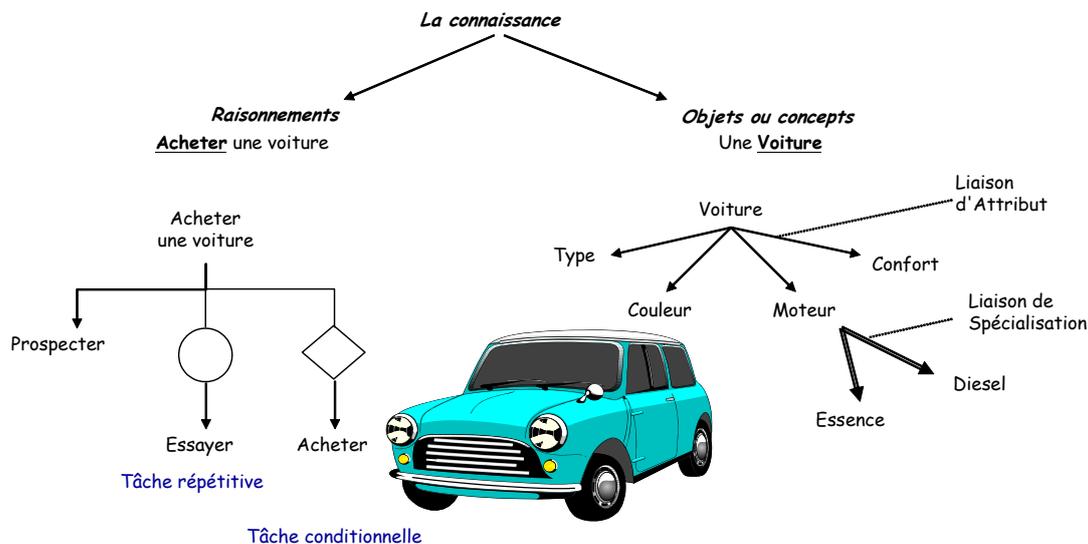


Figure 3 : La connaissance vue selon MASK

Cette connaissance est utilisée dans un contexte (modèle d'activité) et tente de maîtriser des phénomènes physiques, chimiques ou psychologiques (modèle de phénomène).

Le contexte a une grande importance dans la formalisation des connaissances. En reprenant la définition « l'information prend un sens dans un contexte donné », cette importance est soulignée. On peut illustrer cette importance avec une première évidence, le sens des mots. Si vous parlez de voiture, le contexte de la conversation change le sujet et les représentations cognitives : en abordant le sujet des courses de voiture en rallye ou en F1, en discutant de la conception des voitures, ou de la voiture que l'on veut s'acheter, le mot voiture reste le même mais les sens ou représentations cognitives associées ne sont pas les mêmes. La représentation du mot change en fonction du contexte.

La connaissance est différente dans le sens, elle peut l'être aussi dans ce qu'elle fait. Un même geste (tailler une pièce en bois par exemple) peut être différent selon le contexte (tailler une pièce en bois pour une charpente ou pour faire un meuble). Ce sont souvent les mêmes mots, parfois une description similaire, mais l'activité n'est pas la même. Ainsi, certains livres sur le jardinage ou le bricolage vous expliquent comment faire sans entrer dans le contexte, et en étant suffisamment « large » pour pouvoir être reproduit dans des contextes différents : votre maison ne sera pas la même, votre mur sera en pierre et non en béton, votre terre argileuse, votre perceuse différente etc. Ce qui occasionne parfois des énervements du bricoleur qui essaie désespérément de refaire ce qui est écrit dans son livre.

Cette remarque est l'occasion de parler du savoir-faire et de son appropriation. Combien d'entres nous ont essayé de réaliser un plat à partir d'une recette de cuisine ? Le plat ne ressemble pas toujours à la photo et au

goût qu'on s'en fait. Le savoir-faire est le petit plus qui se développe (ou non) et qui transforme la recette en un délicieux plat. C'est aussi un travail d'expérimentations et de savoir qui va affiner la connaissance et la pratique.

La connaissance a une histoire, elle s'est fabriquée au fil des expériences, des découvertes scientifiques et technologiques, modélisée dans les modèles d'historique et de lignée.

### 3. Les modèles

La méthode MASK propose donc 1 modèle général, 4 modèles pour aborder l'activité et décrire la connaissance et 2 modèles pour décrire l'histoire qui a vu se construire la connaissance.

#### 3.1. Le système de référence

En général, un projet de gestion de connaissances, basé sur une analyse MASK, ne s'effectue pas (ou tout au moins ne débute pas) sur l'ensemble des connaissances de l'entreprise, mais sur une partie significative. Souvent cette partie est identifiée rapidement, intuitivement, avant d'être analysée : on donne un ou plusieurs intitulés plus ou moins vagues, on désigne des acteurs susceptibles d'être détenteurs de cette connaissance, et on se presse de lancer le processus MASK ! Il est parfois utile de réfléchir quelque peu en préalable sur l'identification plus poussée de la partie du patrimoine de connaissances qu'on veut analyser. Pour cela, MASK propose de préciser en détail cette partie pour fournir ce qu'on appellera le *système de référence* du projet.

Le *système de référence* désigne le système de transformation des flux intrants en flux extrants qui répond à une finalité donnée, avec ses quatre composants : opérant, information, décision et patrimoine de connaissances, qu'on résume dans le terme de *modèle O IDC* (figure 1). Il est caractéristique de la mobilisation d'un certain nombre de connaissances et de savoir-faire en vue d'un objectif.

Le modèle de la figure 1 permet d'identifier et caractériser les connaissances et les flux cognitifs d'un système, et réaliser ainsi une première cartographie des connaissances. C'est la phase préliminaire de modélisation dans MASK, qui *définit* et *délimite* le système sur lequel on désire travailler. Cette modélisation n'est pas toujours nécessaire et est peu liée aux suivantes.

La première étape consiste en la définition précise des intrants et des extrants. C'est en fait cela qui conditionne la première approche du système dont le patrimoine de connaissances est à gérer. Cette définition ne peut se faire qu'à travers l'explicitation d'une finalité du système, qui est choisie comme référence. Toute la suite des modélisations se fera en respectant cette finalité. Dans le système opérant et le système de décision, on identifie ensuite les acteurs qui participent à l'enrichissement ou l'utilisation du patrimoine de connaissances, sous forme d'*agents cognitifs*. Cette appellation, fortement connotée dans certains courants de recherche, est simplement utilisée parce que chacun de ces agents détient des connaissances qu'il s'agit d'identifier. On ne s'intéresse pas pour l'instant aux réseaux "sociaux" de ces agents, à leur système de coopération ou de coordination. Le terme d'agent cognitif est pris au sens large, il peut s'agir bien sûr de personnes physiques (opérateurs, spécialistes, responsables, managers...) mais aussi de matériels (procédés...), de sous systèmes spécifiques (service statistique, service juridique, organisation externe...) pour autant que ces agents soient porteurs de connaissances. Outre sa désignation, un agent cognitif est caractérisé par les attributs suivants : rôle, informations consommées, informations produites, connaissances utilisées, connaissances apportées. Les informations sont exprimées à partir d'éléments "matérialisables" comme des documents, données électroniques, etc. Les connaissances sont exprimées à partir des savoirs ou savoir-faire, savoir-être etc. du domaine. Les informations identifiées sont placées dans le système d'information (elles doivent donc être en cohérence avec les éventuelles autres sources d'information qui s'y trouvent) et les connaissances constituent le patrimoine (cette méthode est un bon moyen de l'identifier). Comme ces dernières peuvent être nombreuses et détaillées, il peut être utile de les regrouper en classes générales et d'en créer ainsi une classification sommaire. Ce sont les éléments les plus génériques qui figurent sur le schéma synthétique de la figure 1. Il peut en être de même pour les agents.

Quelques remarques :

- Le système est une vue de l'esprit. Elle ne se limite pas à l'organisation observée, mais à tout ce qui contribue à l'activité. Par exemple, les organisations émettrices de lois ou de normes ne sont pas dans l'organisation (l'entreprise, l'administration, l'équipe...) mais elles agissent indirectement en « contraignant » l'activité, elles sont donc dans le système. Ce principe peut se décliner dans la formalisation de tous les sous-systèmes y compris dans le système opérant lorsqu'un fournisseur est concerné, par exemple.

- Les entrées ou sorties du domaine délimitent l'étude. Par exemple, une activité « faire du café » peut avoir en sortie « un café » ou « café bu et vaisselle propre », dans le deuxième cas, les modèles suivants devront décrire l'activité « laver la cafetière et les tasses ».

### 3.2. Le modèle de phénomène

Quels sont les phénomènes à la base de la connaissance ? Par exemple, la vinification s'appuie sur la fermentation du vin. Ce sont ces phénomènes que l'on cherche à identifier à travers les phénomènes généraux qui sont à la base des savoirs. Ces phénomènes (on parle aussi parfois de “ processus ”, ou d’“ effets ”) sont ceux que l'on cherche à maîtriser, connaître, déclencher, optimiser, inhiber, ou modérer dans l'activité métier à laquelle on s'intéresse (on parle alors de « phénomènes métier »).

Les phénomènes considérés sont en général traités par les sciences physiques, chimiques, biologiques, sociales etc. Ils font donc l'objet de grands nombres d'études, de publications, d'enseignements dans ces disciplines. En général, ces phénomènes, relevant d'une observation qualitative de prime abord, sont décrits par des modèles quantitatifs (modèles mathématiques, modèles numériques, modèles d'automatique etc.) qui les rendent compliqués pour une appréhension globale et sont donc souvent insuffisants pour des actions de gestion des connaissances. Cependant, le métier auquel on s'intéresse dans le cadre d'un projet de gestion des connaissances, aborde toujours ces phénomènes selon une vision qui lui est propre. L'expérience montre que ce modèle est indispensable et complémentaire des documents habituels (scientifiques, de référence etc.). De plus, concrètement, la description de la vision métier des phénomènes permet de positionner les termes du domaine qui, sinon, seraient employés de manière imprécise dans d'autres points de vue ou d'autres documents.

Le plus souvent les phénomènes étudiés sont énoncés verbalement ou transcrits en texte libre plus ou moins structuré. Sans guide, c'est souvent insuffisant pour restituer qualitativement des phénomènes complexes. Les nombreuses interactions qui doivent être prises en compte sont délicates à identifier et le sens des termes utilisés doit être précisé. Les modèles visuels sont plus performants pour prendre en compte la complexité car ils privilégient les interactions entre les termes utilisés et permettent une meilleure vision globale. Une telle approche est courante, et, par exemple, plusieurs approches graphiques sont utilisées dans différentes disciplines scientifiques en complément des modèles quantitatifs. MASK propose un diagramme générique pour restituer les modèles qualitatifs des phénomènes à décrire dans un projet donné. C'est un diagramme relativement original dans les approches de modélisation, il est parfois difficile d'utilisation au début, mais les nombreux projets où il a été utilisé ont montré son pouvoir structurant et synthétique (le nombre de diagrammes à réaliser dans un domaine de connaissances est de l'ordre d'une à deux dizaines en moyenne).

Un phénomène prend sa source dans un système qu'on identifie et qui s'appelle donc système source, dans ce système se produit un phénomène (ou plusieurs), qu'on appelle donc phénomène source (ou action source). Ce phénomène source est à l'origine d'un flux, ce flux est un flux de matière, d'énergie, d'information ou encore un flux cognitif, émotionnel, un flux financier etc. Dans une activité, un métier donné, on regarde l'interaction de ce flux avec un autre système qu'on appelle le système cible, cette interaction est révélée par un phénomène (ou plusieurs) qui se produit au sein de ce système, qu'on appelle donc phénomène cible. Le phénomène à décrire est donc caractérisé par une interaction, via un flux, entre deux sous-systèmes. Pour rendre la description complète, on rajoute ce qu'on appelle le champ actif. Il est constitué des objets qui ne font pas, à proprement parler, partie du phénomène considéré mais qui agissent sur lui (par exemple, dans un phénomène d'incendie, le champ actif comprendra les conditions météorologiques qui ne font pas partie du phénomène mais qui l'influencent fortement ; en chimie, le catalyseur constitue un exemple classique d'élément du champ actif pour le phénomène de la réaction considérée). Le champ actif est une sorte “ d'environnement d'influence ” et décrit les “ boutons ” sur lesquels on peut agir ou les paramètres qui doivent être pris en compte dans l'étude de l'interaction entre le phénomène source et le phénomène cible.

Les relations d'un phénomène avec son environnement sont décrites par son événement initiateur (ou événement déclencheur). L'événement initiateur regroupe les événements qui conditionnent l'activation du phénomène dans sa globalité. D'autre part, en sortie, on définit la conséquence du phénomène, qui regroupe l'ensemble des événements qui sont les conséquences, favorables ou néfastes, du phénomène dans l'activité, le métier concerné par le domaine de connaissances.

Chaque élément du modèle est précisé par des caractéristiques (parfois appelés des propriétés), qui sont des grandeurs, des paramètres, des observables (quantitatifs, qualitatifs) qui permettent aux experts, aux personnes du métier de caractériser, de reconnaître les éléments décrits dans le phénomène.

Les phénomènes peuvent être reliés par des liens de causalité, d'enchaînement d'influence etc. et fournir ainsi des *scénarios* de phénomènes qui complètent la description du domaine. Celle-ci est en général complétée par des *fiches descriptives ou scientifiques*, (ou autres), rédigées par des experts pour chaque phénomène. La fiche descriptive est une transcription en texte du diagramme dont elle facilite la compréhension. Elle peut contenir des informations supplémentaires, des plans ou des photos. La fiche scientifique complète le diagramme et la fiche descriptive avec les informations scientifiques disponibles sur le phénomène. Typiquement, elle contient des équations, des courbes, des ordres de grandeur, des exemples de calcul, des résultats d'expériences etc.

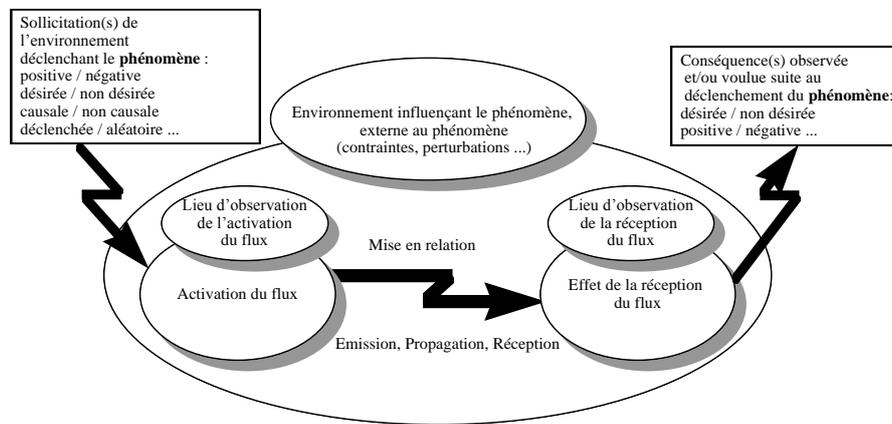


Figure 4. Le diagramme du modèle de phénomène

Des fiches documentaires (ou bibliographiques) relient le modèle du domaine à la documentation disponible. Pour chaque phénomène, la fiche documentaire associée est constituée de la liste des références documentaires qui sont pertinentes pour ce phénomène. Les références documentaires les plus importantes peuvent être soulignées parmi toutes celles qui sont fournies dans la fiche.

Quelques remarques :

- Dans certaines activités, les phénomènes sont implicites et inconscients. Par exemple, les phénomènes physiques et chimiques de transformation des aliments à la cuisson ne sont pas connus de manière scientifique par le cuisinier, et pourtant il les maîtrise. Cette connaissance « inconsciente » des phénomènes est construite par l'observation et l'expérimentation. Si la personne n'en connaît pas le fonctionnement « interne », il maîtrise les moyens de modérer ou amplifier le phénomène (réduire ou augmenter le feu de la cuisson, augmenter le temps de cuisson, etc.). C'est aussi souvent le cas, par exemple, pour des phénomènes psychologiques chez les vendeurs ou des personnes en interaction avec d'autres et ayant à gérer cette relation.
- Les phénomènes sont extraits du récit de la connaissance et proposés ensuite à la personne. Même si la connaissance du phénomène est inconsciente pour la personne interviewée et même si elle n'en a pas une connaissance scientifique, les modèles sont souvent très riches.
- Un phénomène peut bien se dérouler et atteindre l'objectif attendu, mais il peut aussi être la cause d'un échec et avoir des conséquences négatives s'il n'est pas maîtrisé (et le plat n'est pas bien cuit). Le phénomène peut être modélisé dans ses deux déroulements, soit sur un seul schéma, soit, pour plus de clarté, en deux schémas.

### 3.3. Le modèle d'activité

Dans quelle activité intervient la connaissance et comment ? Qui fait quoi, avec quelle connaissance, quelles ressources ? Il s'agit de modéliser les activités de l'organisation (entreprise, service,...) au sein desquels prend naissance, diffuse et s'exprime la connaissance.

L'autre phase de modélisation dans MASK qui correspond à la mise en contexte des connaissances, est une analyse de l'activité du système qui produit ou utilise les connaissances. Elle cherche à replacer les connaissances du domaine (décrites ci-dessus dans les phénomènes) dans le cadre d'une utilisation opérationnelle. L'activité est celle qui est nécessaire à contrôler, dans le métier considéré, les phénomènes qui ont été décrits (éventuellement) dans la phase précédente.

Ce qu'on appelle *modèle d'activité* est une décomposition en grandes phases (sous-activités) du métier considéré, ces grandes phases étant articulées entre elles par des échanges de données, de flux de matière etc. Il s'agit d'une analyse de type "fonctionnelle" descendante, où chaque activité est décomposée hiérarchiquement en sous-activités de plus bas niveau. Cette analyse est "guidée par les données", dans le sens où elle est une simple description structurée des activités (des "fonctions") du système, reliées par les flux (le plus souvent représentés par des données) qu'elles échangent. Le langage de modélisation est classique, il reprend et adapte les caractéristiques du langage bien connu SADT. (Structured Analysis and Design Technique).

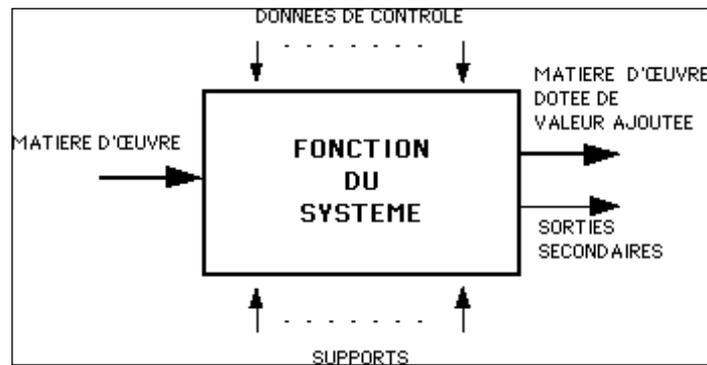


Figure 5 : l'actigramme SADT

Cette modélisation fonctionnelle décrit le processus avec des entrées (dossiers, matière première...), des sorties (produit par l'activité). Les contrôles sont des contraintes qui pilotent l'action, les ressources sont utilisées par la fonction. Une activité peut être décrite globalement, puis, chaque activité décrite plus en détail formant ainsi une décomposition hiérarchique de l'activité.

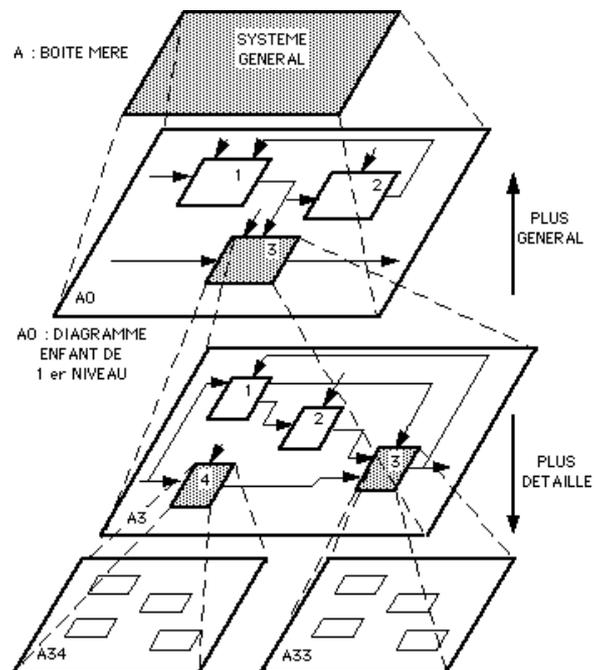


Figure 6 : Analyse descendante SADT

Cette analyse descendante (du général au particulier) permet d'affiner ou non une partie de l'activité selon les besoins du projet. La décomposition en éléments, ou sous-fonctions de cette boîte-mère permet d'affiner la perception du système et sa structure. Cette décomposition doit faire apparaître de trois à six éléments maximum. Ces éléments ou boîtes sont des activités. Les flèches qui les relient représentent les contraintes qui existent entre elles, mais ne représentent en aucun cas un flux de commande et n'ont pas de signification séquentielle (n'impliquent pas de notions d'ordre d'exécution dans le temps).

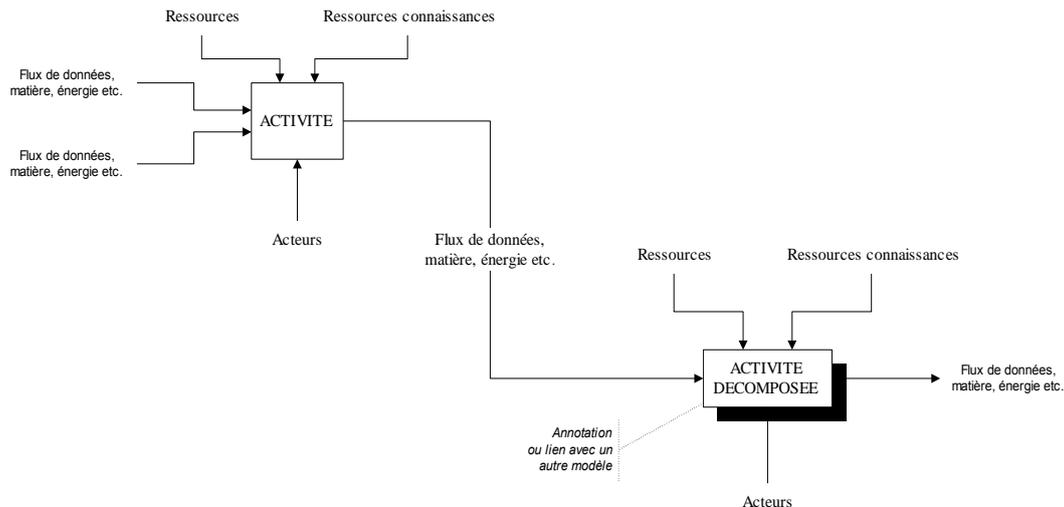


Figure 7. Le diagramme du modèle d'activité

L'analyse de toute activité est descendante, hiérarchique, modulaire et structurée. La modélisation décrit l'activité en termes d'entrées, sorties, ressources et acteurs. Les entrées sont les flux utilisés par l'activité, elles peuvent être constituées de matière, d'information etc., les sorties sont les résultats fournis, ce sont également des flux. Les ressources sont les informations, les matériels, les procédures etc. nécessaires à l'accomplissement de l'activité. On distingue plus particulièrement les ressources connaissances qui sont nécessaires (ou du moins utiles) à l'accomplissement de l'activité. Les ressources de type connaissance font souvent référence explicitement aux phénomènes décrits dans le modèle du domaine. Les acteurs sont ceux qui accomplissent l'activité. Graphiquement, l'activité est représentée par une cellule (un rectangle symbolisant la boîte noire), et les autres éléments sont représentés par des flèches. Une activité représentée par un rectangle ombré est décomposée dans un autre diagramme, permettant ainsi une description hiérarchisée. Les différentes boîtes peuvent être connectées par leurs interfaces, les entrées d'une activité pouvant être les sorties ou les ressources d'une autre fonction et ainsi de suite. On peut ainsi décrire une succession d'activités, succession qui est souvent, mais pas nécessairement, temporelle, et qui décrit une activité globale de plus haut niveau. D'autres connexions avec le modèle du domaine sont parfois identifiées, car les activités sont clairement identifiées en fonction de leurs capacités à déclencher ou inhiber certains phénomènes du domaine.

La description hiérarchisée des activités est un avantage d'un tel langage. La description arborescente de la hiérarchie des activités fournit l'arbre fonctionnel du modèle d'activité, qui donne une vue globale de la décomposition.

En termes de documents associés, il est intéressant de lier les activités identifiées dans ce modèle à des fiches de Retour d'Expérience. Une telle fiche se rattache à une activité donnée. Elle comporte un nombre de champs à renseigner qui sont en général les suivants :

- Activité concernée (référence à l'activité du modèle concerné)
- Introduction/contexte (circonstances, environnement global où se place l'événement décrit)
- Observation/Constatation/faît Technique (décrit sans interprétation un fait établi, observé ou constaté (description de l'expérience vécue))
- Diagnostic/Avis/Commentaire (point de vue de l'auteur sur le fait observé)
- Recommandation/Conclusion (recommandations pour l'avenir : conseils, mises en garde, souhaits ...)
- Remarques (Autres points à prendre en compte (points critiques, historiques, références ...))

Quelques remarques :

- Finesse de la modélisation

L'objectif de ce modèle n'est pas de décrire finement le « comment on fait », mais d'identifier les acteurs, les entrées, les sorties et les ressources d'un processus. La limite de décomposition d'une activité serait donc la « transformation de ce qui entre et ce qui sort ». Si un objet (matière première, semi-fini, information...) n'est pas transformé en plusieurs fois, il est inutile de découper l'activité (générale) en sous-activités.

Dans les projets de réorganisation, les règles de « découpage » sont :

- L'unité de temps : l'activité ne nécessite aucun arrêt, elle peut être réalisée sans interruption.
- L'unité d'espace : L'activité ne nécessite aucun déplacement
- Unité de poste de travail : L'activité est réalisée au même poste de travail (machine, bureau...)

Par exemple :

- L'activité « écriture d'un document » peut être découpée en plusieurs phases donc plusieurs sous-activités si cela se révèle pertinent (pour le projet) : ouverture du traitement de texte, frappe du document, sauvegarde du document, fermeture du traitement de texte.
- Pour une activité dont l'écriture d'un document s'insère dans un processus dont l'objectif est de décrire quelque chose, il n'est pas pertinent d'affiner le découpage.
- Dans cet exemple d'« écriture d'un document », le découpage de l'activité ou du moins la description du « comment on fait », sera peut-être plus pertinent avec le diagramme des tâches.

- Objectif de la modélisation

L'objectif de la modélisation est d'être à la fois au service de la description d'une réalité et à la fois un outil de communication. Selon l'utilisation finale de la modélisation, il convient d'être plus ou moins précis. Cette description peut être plus ou moins synthétique, plus ou moins approfondie, et plus ou moins précise (la schématisation est parfois une réduction de la précision). Le diagramme d'activité MASK, par le principe du découpage en sous-activités, permet de schématiser une vision macroscopique de l'activité, et de la détailler plus finement sur d'autres pages.

### 3.4. Le modèle de concept

Les modèles présentés aux paragraphes précédents (modèle du domaine et modèle d'activité) permettent de mettre en contexte l'ensemble des connaissances que l'on désire gérer. C'est une analyse globale, qui utilise des concepts et des méthodes systémiques. Les autres phases de modélisation de MASK partent d'un autre point de vue, qui est celui de la sémantique dans le macroscopie. Elles se proposent de fournir des modèles qui reflètent le sens qui peut être donné à un ensemble de connaissances, dans l'optique de l'expression "prendre du sens", par rapport à la représentation mentale que peut se construire un être humain dans une activité de résolution d'un problème précis. Elles décrivent de manière précise les savoirs et les savoir-faire qui sont mis en œuvre dans le système de connaissances étudié, tels qu'ils sont supposés être stockés dans les structures mentales sémantiques de l'être humain.

Cette étape peut être considérée comme le passage à une "granularité" plus fine de la connaissance par rapport à l'étape précédente, qui se contente de mettre en contexte la connaissance. Elle est liée donc à des parties plus petites du système de connaissances, notamment aux expertises et aux savoir-faire précis. Concrètement, elle prend sa place quand le niveau de détail requis ne peut plus s'exprimer de manière "satisfaisante" dans les modèles du domaine ou d'activité. Il devient alors "naturellement" nécessaire d'utiliser d'autres langages de description. C'est ainsi que se repèrent les liens entre les modèles de la première étape et ceux de la seconde.

Jusqu'à présent, les modèles MASK ont permis de décrire le contexte. Mais comment fait l'expert pour réaliser son travail ? Deux modèles permettent de décrire la connaissance : le modèle de concept et le modèle de tâche. Le modèle de tâche décrit l'aspect dynamique de la pensée, le raisonnement. L'autre décrit les objets ou concepts manipulés. Ici, tous les types de connaissances décrits dans les précédents modèles sont intégrés dans le raisonnement, la stratégie pour accomplir la tâche, et les objets ou concepts manipulés. Généralement, la tâche de base reprend une activité du diagramme des activités du modèle précédent.

Ces deux modélisations, tâche et concept, sont fortement liées, et elles sont souvent faites en parallèle, en même temps. Une phrase de l'expert contiendra à la fois des tâches et des concepts. Par exemple : « J'allume la bougie avec mon briquet », contient une tâche « allumer la bougie », puis deux concepts « bougie » et « briquet » ; A partir de là, on peut extrapoler un concept « état de la bougie » qui prendra deux « valeurs », « allumée » et « éteinte ».

Le *modèle de concept* représente l'aspect "statique" de la connaissance. Il traduit la structuration conceptuelle d'un expert, d'une personne habituée à travailler dans un domaine précis. Cette structuration est donnée sous la forme d'une classification des concepts, des objets du domaine. La classification est une activité

cognitive naturelle de base de l'être humain. Toute connaissance est caractérisée par la possibilité de donner une taxinomie fine du domaine, bâtie au fil de l'expérience. Cette taxinomie est donnée en terme de classes d'objets, de concepts dont les noms sont caractéristiques, et dont la définition "utile" dans un métier donné est souvent réduite à quelques caractéristiques (une voiture pour un vendeur est définie par un petit nombre d'attributs - ce qui n'est pas le cas pour un constructeur automobile). Le modèle des concepts restitue cette connaissance telle qu'elle est stockée (selon la psychologie cognitive) dans l'esprit humain. Le modèle utilisé est relativement classique et s'inspire des réseaux sémantiques de la psychologie cognitive et des modèles objets de l'informatique.

Information, objet, concept... sont manipulés par l'esprit : « je vérifie l'adresse du demandeur » implique deux concepts : l'adresse du demandeur et le demandeur. Les concepts sont "associés" par des liens sémantiques. Le demandeur a une adresse, l'adresse du demandeur est composée d'une rue, d'un numéro de rue, d'un code postal, d'une ville, un numéro de client, etc. C'est ainsi qu'on obtient un arbre de concepts ou encore un réseau sémantique.

On peut distinguer à partir des exemples précédents deux types de concepts :

- Le concept « donnée » ou « objet » qui correspond à une réalité, une information ou une donnée. Ce sont le « code postal », « la roue », « le livre », « une page ».
- Le concept « pur », qui est une représentation de l'esprit, souvent utilisé dans la conversation pour regrouper plusieurs autres concepts associés. L'exemple « l'adresse du client » est en fait un concept composé de plusieurs données : « rue », « numéro dans la rue », « type de voie », « code postale », « ville », etc. Le concept pur peut aussi être une catégorie, un genre, une classe, etc.

Il est important de savoir distinguer dans le récit d'un expert ces deux formes de concepts, surtout pour être sûr de ce que signifie le concept pour l'expert.

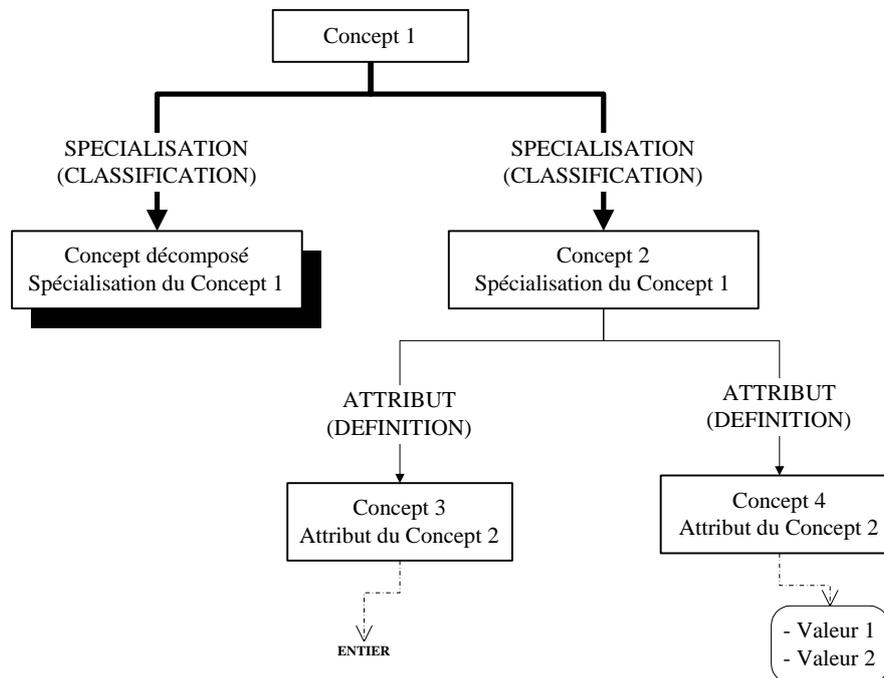


Figure 8. Le diagramme du modèle de concept

Un objet décrit une entité du monde réel. De même que cette entité est unique, un objet est unique : il possède donc une identité propre. Un concept désigne une catégorie d'objets ayant des propriétés communes. Un objet appartient forcément à un concept : on dit alors qu'il est une instance de ce concept. Les propriétés communes aux objets d'un concept sont représentées par des attributs. Les attributs permettent par exemple de modéliser que toute instance du concept *voiture* a une couleur, roule à une certaine vitesse, et possède 4 roues. On dira alors que le concept *voiture* a comme attributs *couleur*, *vitesse*, et *roue*, qui sont eux-mêmes des concepts.

On veut également décrire de quelle façon les concepts sont organisés. On utilise pour cela la relation de spécialisation qui permet de hiérarchiser les concepts, et d'exprimer par exemple que les voitures sont une sous catégorie des véhicules. On dira alors que le concept *voiture* spécialise le concept *véhicule*. La relation de généralisation exprime la démarche inverse.

On donne enfin des concepts de base, ou types, qui sont définis de deux manières :

- par intension : on définit de façon générique les instances du concept, comme par exemple les réels, les chaînes de caractères et les booléens.
- par extension : on nomme toutes les instances du concept, comme par exemple *jours de la semaine* dont les instances sont *lundi, mardi...*

Tout concept est défini à partir d'autres concepts et des concepts de base, en utilisant la relation de spécialisation, ainsi que les attributs.

On en donne la syntaxe graphique dans la figure 8. Les traits gras représentent les liens de spécialisation (classification de concepts), les traits fins les liens attributs (définition de concept), et les traits pointillés les liens de valeurs. Comme dans le modèle d'activité, une case ombrée renvoie à un autre diagramme pour la décomposition du concept considéré.

### 3.5. Le modèle de tâche

Le *modèle de tâche* de MASK décrit la connaissance dynamique. C'est une représentation de la stratégie mise en œuvre pour résoudre le ou les problèmes qui sont posés dans des cas précis concernant le système de connaissances considéré. La connaissance dynamique est vue sous deux angles. Le premier est celui de la résolution de problèmes. Il s'agit de modéliser la résolution d'un seul ou d'un petit nombre de problèmes donnés et identifiés. L'aspect résolution de problème de la connaissance dynamique se résume à deux questions : "quel type de tâche doit-on résoudre ?" et "comment résout-on généralement ce type de tâche ?". Ce premier aspect prend souvent le pas sur le second dans les applications. Le deuxième aspect de la connaissance dynamique est celui de la manipulation de la connaissance statique. On a construit, grâce au modèle des concepts, une représentation des objets du domaine en faisant peu référence à leur utilisation. La question se pose maintenant "comment utiliser cette connaissance statique pour résoudre le ou les problèmes posés ?". C'est une approche distincte du premier aspect, mais tout à fait complémentaire, qui permet de guider le travail d'élaboration des modèles de tâches à travers la connaissance statique (il est à noter que ces approches ont été souvent antagonistes).

Les actions (gestes, décisions...) sont guidés par un raisonnement qui se "déroule" dans le cerveau. C'est le comment. Les stratégies de résolution de problèmes (faire une pizza, accepter un crédit,...) utilisées pour atteindre les objectifs fixés, sont décrites par raffinements successifs dans un arbre de décomposition de tâches. Le modèle reprend la logique de description d'une tâche par une personne : elle commence par des tâches générales, pour affiner, petit à petit, la décomposition de tâches en sous-tâches jusqu'à la tâche unitaire.

Le langage de MASK, pour construire un modèle de tâche, comporte la description de l'ordonnement des tâches à accomplir par une décomposition hiérarchisée, arborescente qui raffine récursivement les tâches de plus haut niveau en sous-tâches plus détaillées, jusqu'à aboutir à des tâches qu'on considère comme terminales. Chaque tâche qui se décompose possède un *type* qui décrit le contrôle qu'elle exerce sur l'exécution de l'ensemble de ses sous-tâches. Ainsi, une tâche séquentielle exécutera successivement chacune de ses sous-tâches dans l'ordre donné, une tâche alternative exécutera la sous-tâche dont la condition d'application est vérifiée, une tâche parallèle exécutera ses sous-tâches en parallèle, une tâche répétitive exécutera une même sous-tâche successivement avec des paramètres différents etc. L'arbre de décomposition est caractéristique de la stratégie de résolution de problème et peut être représenté graphiquement. Par ailleurs, les tâches manipulent la connaissance statique, elles échangent donc des données qui proviennent des réseaux sémantiques élaborés précédemment. Cet échange de données constitue le *flot de données* (sémantiques) de la connaissance dynamique. Pour des raisons de lisibilité et de simplicité, ce flot de données ne peut être représenté graphiquement. Ainsi le modèle des tâches dans MASK se distingue nettement du modèle d'activité. D'abord, il ne représente pas le même point vue et il se situe à un niveau de granularité plus fin. Ensuite, il se construit par une analyse guidée par l'ordonnement des tâches, où ce qui importe, ce ne sont pas les données qu'échangent les tâches, mais la manière dont celles-ci s'agencent pour résoudre un problème précis.

Une tâche peut être terminale si on ne souhaite pas pousser plus loin son analyse (elle peut faire l'objet d'une représentation par un algorithme ou autre, ou être considérée comme "connue de tous", ou au contraire impossible à analyser plus avant...). Sinon, la tâche est décomposable en plusieurs sous-tâches. L'ensemble de ces sous-tâches constitue le corps de tâche. La tâche possède un type de tâche, qui décrit la manière dont elle agence ses sous-tâches. Dans une approche simplifiée, MASK propose quelques types de tâches, qui correspondent à une majorité des problèmes de modélisation rencontrés :

- La tâche de type séquence où l'ordre de description des sous-tâches donne l'ordre dans lequel elles seront exécutées.
- La tâche de type alternative où chaque sous-tâche est exécutée si la condition qui lui est associée est vérifiée. Une condition est donnée par une tâche de type condition qui produira une valeur vraie ou fausse (Booléen).
- La tâche de type itération. On donne avec ce type de tâche la possibilité d'exécuter une tâche autant de fois qu'il y a d'objets. On l'utilise en particulier pour indiquer que l'on veut appliquer un même traitement sur un groupe d'objets. Il n'y a donc qu'une seule sous-tâche générale, et deux champs particuliers qui indiquent quel est le groupe d'objets sur lequel on veut itérer et quel est le paramètre d'itération.
- La tâche de type parallèle, qui exécute ses sous tâches en parallèle.

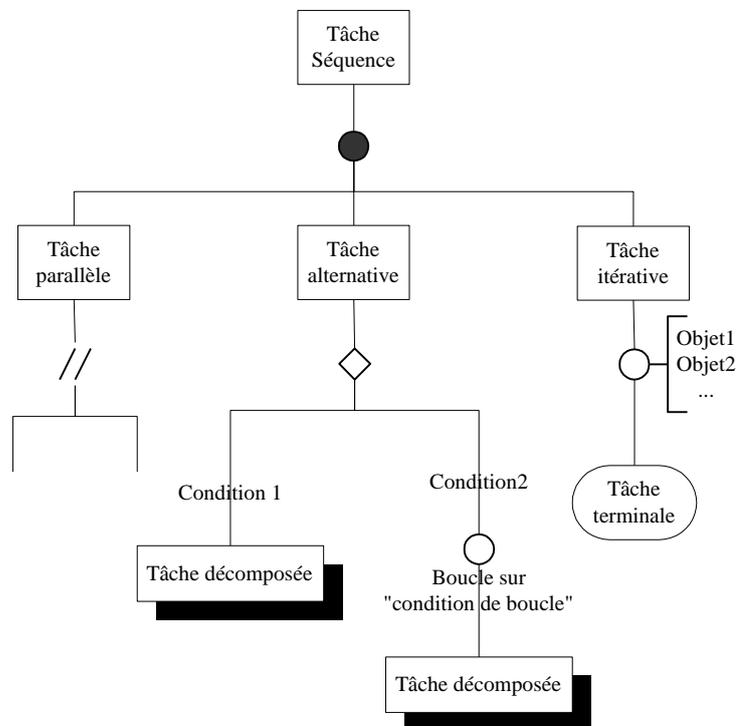


Figure 9. Le diagramme du modèle de tâche

Quelques remarques :

- Un modèle de tâche doit être cohérent. Si l'on modélise une boucle, elle doit pouvoir s'arrêter. Cela paraît évident, mais c'est justement ce qui paraît évident, qui est trop souvent oublié lorsque nous racontons notre connaissance.
- Le « modélisateur » s'assure de la cohérence de son diagramme des tâches en « le faisant tourner », c'est-à-dire en simulant son fonctionnement. Ce n'est pas toujours possible de le faire réellement, il faut donc faire travailler son imaginaire et sa représentation mentale.

### 3.4. Le modèle d'historique

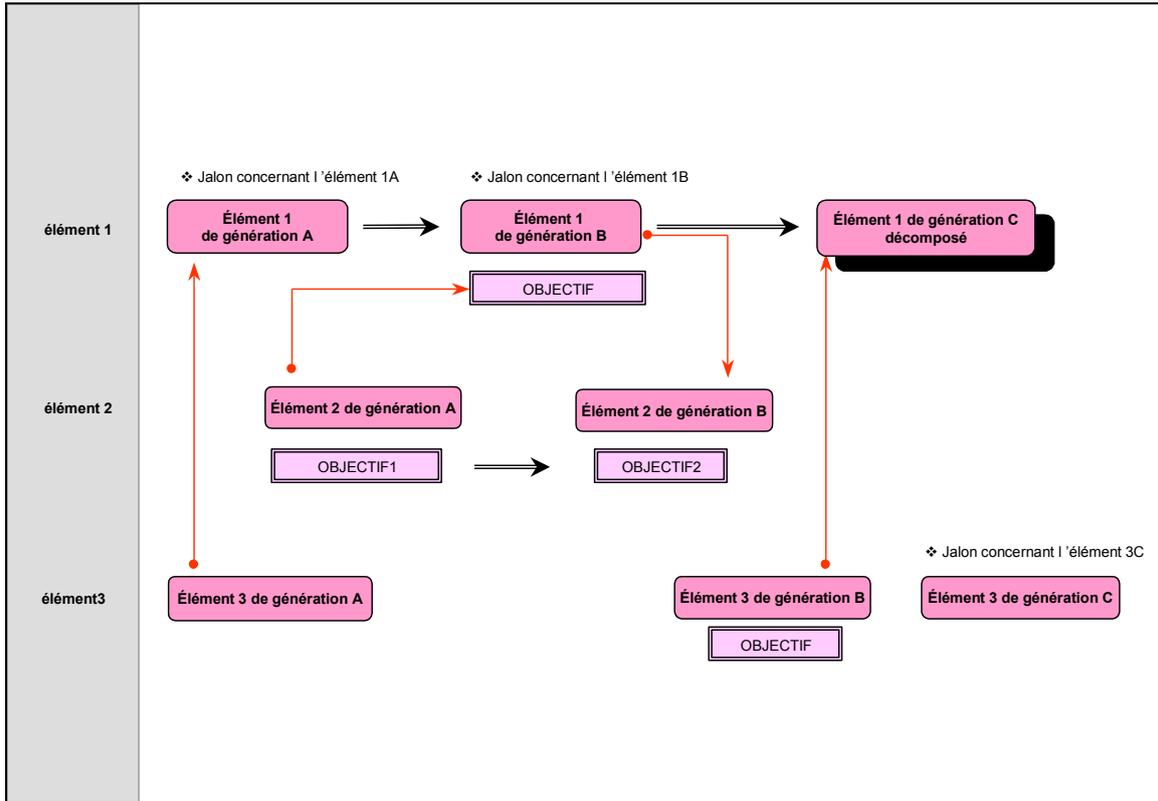


Figure 10 : Le diagramme du modèle de l'historique

Le modèle de l'historique répond au désir de mieux connaître ce qui s'est passé à certains moments de l'évolution des connaissances en reconstituant synthétiquement le réseau des relations réciproques que la connaissance entretient avec d'autres sous-systèmes dans un système plus vaste. Il s'agit donc d'intégrer l'évolution d'une connaissance dans un système contextuel qui est explicatif de cette évolution, et permet d'appréhender globalement les lignes directrices qui ont amené la connaissance à l'état perçu actuellement.

Dans le modèle proposé, le contexte historique est décrit par un petit nombre d'éléments qui apparaissent pertinents, au cours de l'analyse historique, pour décrire et englober le contexte d'évolution. Le contexte historique dépasse largement l'objet de connaissances proprement dit, qui se trouve ainsi mis en relation signifiante, d'un point de vue de son évolution, avec d'autres sous-systèmes. C'est ce que nous appellerons les éléments à prendre en compte dans l'évolution.

Ces éléments sont identifiés séparément, et leur disposition dans le temps est décrite succinctement, en nommant les grandes classes caractéristiques au cours du temps pour ces éléments. Ces classes peuvent être attachées à des objectifs qui peuvent avoir évolué dans le temps. Des liens d'évolution significatifs entre des classes ou des objectifs peuvent apparaître. Les repères temporels sont donnés par des jalons, qui sont des événements datés significatifs pour l'élément considéré, auxquels d'ailleurs peuvent être attachés des « archives ».

L'historique d'un concept, d'un objet, est caractérisé par des interactions entre tous les sous-systèmes impliqués dans cet historique et qui expliquent a posteriori les innovations, les découvertes, les améliorations, les adaptations etc. Dans le modèle proposé, ces interactions sont visualisées par des liens d'influence qui peuvent refléter des causalités multiples et variées.

L'ensemble de ces éléments est disposé dans un ou plusieurs tableaux synthétiques. On peut passer d'un tableau à l'autre en suivant l'échelle de temps ou en décomposant un élément (dessin ombré).

### 3.5. Le modèle de lignée

Le modèle de lignée s'attache aux objets et/ou aux concepts autour desquels s'est bâti le système de connaissances. Il en propose une lecture temporelle générale, reconstruite à partir d'une analyse a posteriori et qui a pour but de donner une image pertinente des évolutions des objets/concepts principaux du système, avec une argumentation raisonnée. Il s'agit d'un outil de compréhension a posteriori.

Un arbre généalogique est un arbre dont les branches sont des lignées qui décrivent des successions dans le temps de concepts ou d'objets dans un ordre évolutif, traduisant les changements successifs (améliorations, modifications, adaptations, mutations ...), décrivant ainsi des « tendances lourdes » ou des « lois d'évolutions » qui pour l'instant doivent être prises dans un sens assez vague.

Les éléments de la lignée sont des générations d'objets ou de concepts, caractéristiques d'une période donnée qu'on perçoit comme présentant une unité conceptuelle dans le temps, permettant de nommer ces générations. La période durant laquelle cette génération a existé est indiquée par sa date de début et fin, si elles sont connues ou pertinentes.

Les lignées sont organisées dans un arbre généalogique qui retrace les apparitions et éventuellement les disparitions des lignées les unes par rapports aux autres. Les raisons de l'évolution sont décrites dans ce qu'on appelle le moteur de l'évolution.

A chaque génération est attachée une argumentation. Celle-ci retrace l'objectif ou les objectifs remarquables qui ont prédestiné à l'existence de cette génération. L'argumentation retrace aussi les éléments positifs et négatifs qui ont été apportés par la génération, tels qu'on peut les analyser dans l'état actuel de l'évolution. Pour éviter une dispersion et une liste trop générale de ces éléments, ceux-ci sont regroupés par classe significative. Ces classes sont, presque systématiquement, les éléments identifiés dans le modèle d'historique, appelés « éléments à prendre en compte dans l'évolution ».

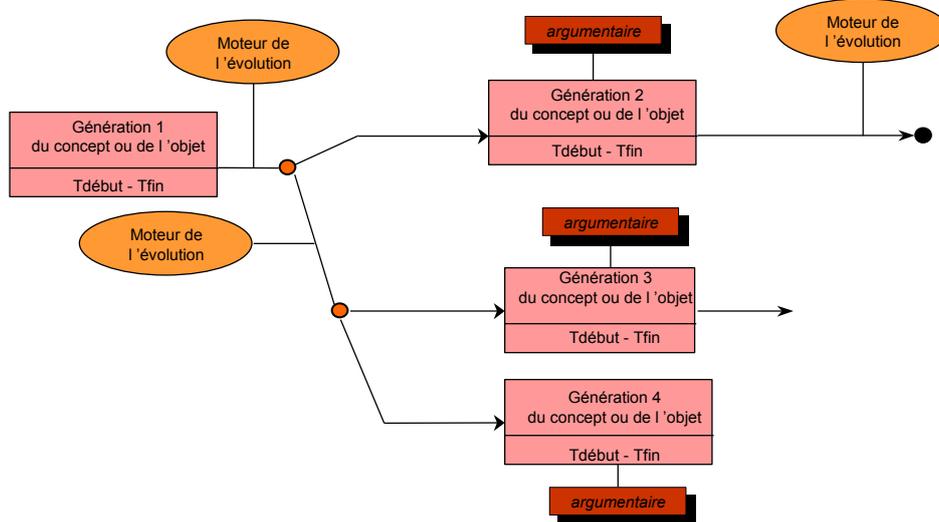


Figure 11 : Diagramme du modèle de lignée

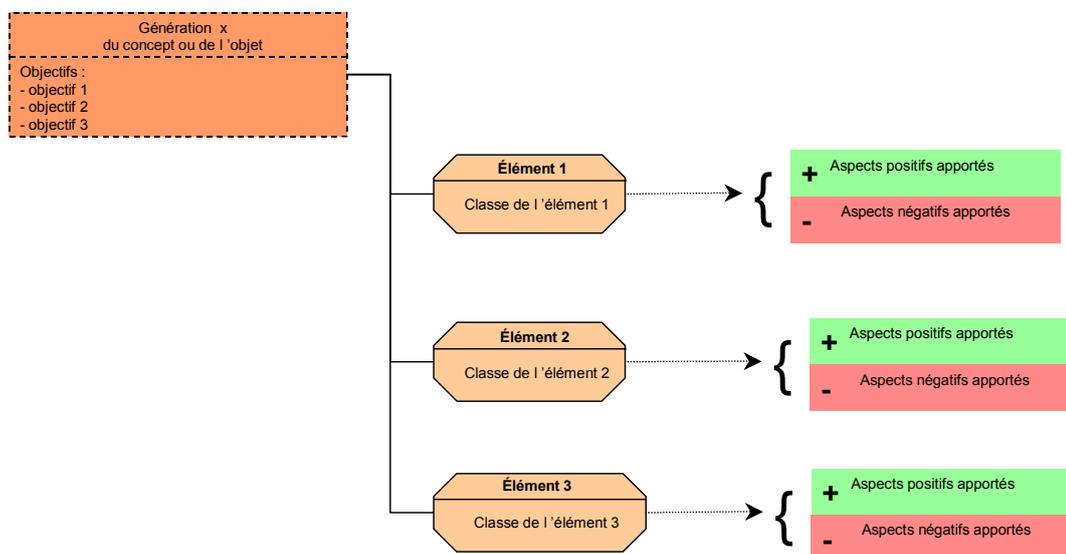


Figure 12 : Argumentation du modèle de lignée

### 3.6. Les liens entre les modèles

Le résultat de la capitalisation des connaissances donne une suite de modélisations. La cohérence de l'ensemble est vérifiée entre les modèles.

#### Système de référence et activité

Le premier modèle dit du « système de référence » identifie des connaissances dans le sous-système de connaissance.

Ces connaissances doivent se retrouver logiquement dans le diagramme d'activités. Au niveau du modèle du système de référence, les connaissances sont regroupées en grands thèmes, on dit parfois qu'elles sont « typées ». Dans le diagramme d'activités, ces connaissances regroupées se retrouvent parfois éclatées en connaissances plus spécifiques à l'activité. Par exemple, au niveau du premier modèle, on peut trouver une connaissance des outils informatiques ; un processus peut se décomposer en plusieurs activités dans lesquelles un seul des outils informatiques sera utilisé.

La cohérence doit être faite au niveau de la description et il n'est pas rare d'avoir à revenir sur la description du premier modèle pour la compléter.

#### Activité et tâches

La première difficulté du « modélisateur » est de déterminer la limite entre le diagramme d'activité et le diagramme des tâches. Les deux modélisations permettent de décrire une activité.

Prenons l'exemple de la lecture d'une livre. Une modélisation en tâches peut décrire trois grandes phases :

- Prendre le livre et l'ouvrir
- Lire le livre
- Marquer la page, fermer et poser le livre

On pourrait très bien faire un diagramme d'activité. Mais est-ce pertinent ? Cette activité se fait sans interruption et elle est faite par une seule personne sans transformation intermédiaire. Le diagramme des tâches est donc plus logique.

Lorsque l'activité met en jeu plusieurs acteurs, par exemple un vendeur et un client, le diagramme des tâches modélise la connaissance du vendeur, donc l'activité d'une personne en interaction avec une autre. On se place dans un point de vue. Quel que soit le grain de modélisation de l'activité dans le diagramme d'activités, le diagramme des tâches est rattaché à une des activités.

#### Activité et phénomène(s)

De la même manière, une activité tente de maîtriser un ou plusieurs phénomènes. Ce ou ces derniers peuvent être rattachés à un niveau du diagramme d'activité comme l'illustre la figure suivante.

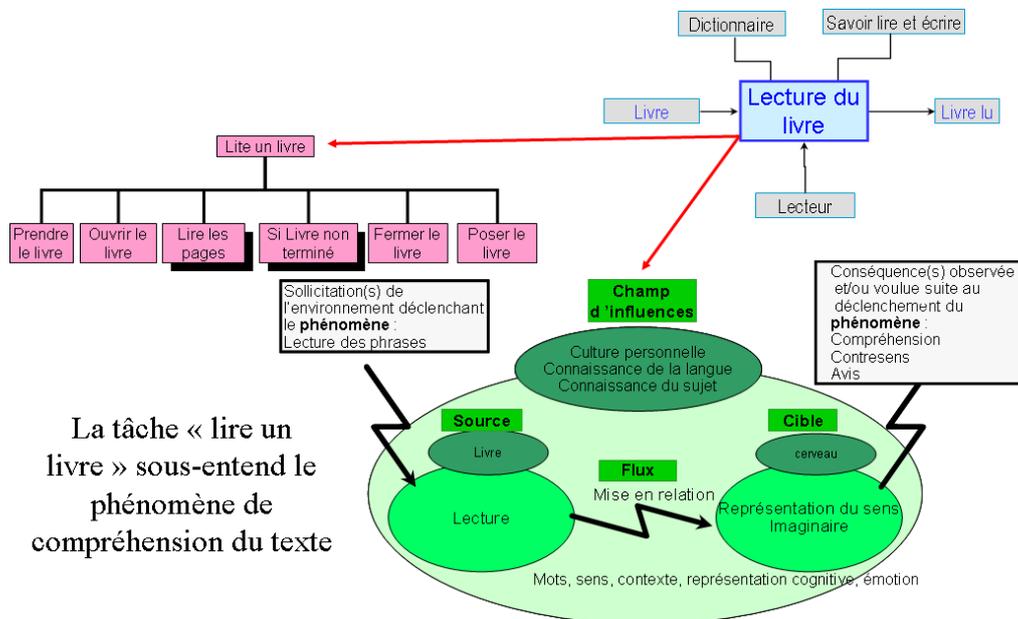


Figure 13 : lien entre activité, tâche et phénomène

Les modèles MASK représentent différents points de vue sur un même système : un système de connaissances. Il y a donc nécessairement des liens entre tous les modèles. Ces liens peuvent être plus ou moins explicites, mais ils existent toujours. C'est une source de confusion et de difficulté dans l'activité de modélisation. C'est en fait la gageure que relève la modélisation MASK : exprimer une vision globale d'un système de connaissances en décomposant ce qui est indécomposable. La vision globale n'apparaît en fait qu'une fois terminée la décomposition, et que le Livre de Connaissances est réalisé, livrant une organisation de l'ensemble des points de vue modélisés.

#### 4. Mise en œuvre de MASK pour la capitalisation des connaissances

La capitalisation des connaissances est ici entendue, selon MASK, comme l'action d'extraire et formaliser la connaissance d'une ou plusieurs personnes.

La modélisation avec MASK se fait à partir d'entretiens. La capitalisation est un cycle d'entretiens-modélisation-validation jusqu'à qu'il n'y ait plus rien à ajouter à la connaissance formalisée. Pour l'entreprise, cela implique d'ailleurs de trouver les bons interlocuteurs à capitaliser (ce qui n'est pas toujours évident !).

##### 4.1. Détecter les besoins de capitalisation des connaissances

Généralement, les entreprises se lancent dans un projet de capitalisation des connaissances pour deux raisons :

- Un problème, départ à la retraite, projet de conception d'une formation, étude d'un système d'aide à la décision, etc.
- Une démarche stratégique de gestion des connaissances.

Le premier cas est plus fréquent et le « papy boom » que nous vivons à notre époque (départ à la retraite massif) est ou devrait être un problème générateur de capitalisations des connaissances.

La démarche stratégique est plus intéressante. L'organisation se soucie de son capital intellectuel et le gère. Plusieurs démarches peuvent amener des projets de capitalisation des connaissances :

- La gestion des compétences liée à la formation. La connaissance d'une personne est formalisée pour en faire un module de formation.
- Le management par la qualité comme l'EFQM ([www.efqm.org](http://www.efqm.org)) a un chapitre sur le capital intellectuel.
- La gestion stratégique de la connaissance basée sur une cartographie des connaissances critiques.

Dans tous les cas, le besoin de formaliser la connaissance d'une ou plusieurs personnes est identifié.

#### **4.2. Choisir les bons interlocuteurs**

Deux cas sont à prendre en compte :

- Le projet est issu de la découverte d'un problème, départ à la retraite, savoir-faire hétérogènes... Les personnes à capitaliser sont identifiées.
- Le projet de modélisation des connaissances est lancé à partir d'une démarche autre : management par la qualité, réorganisation... Les personnes à capitaliser sont à déterminer.

Comme le montre la méthode MASK, le projet de modélisation se passe en deux phases : la première est une description générale de l'activité avec le patrimoine des connaissances et la description des processus ; la deuxième phase est la capitalisation d'une ou plusieurs personnes. Les modèles de phénomène et d'historique peuvent être commencés dans la première phase et affinés, en fonction, avec des personnes ayant le savoir.

Dans la première phase, une personne ayant la connaissance globale de l'activité est choisie (souvent un manager). Pour les autres modèles, l'organisation propose des "experts" (les personnes reconnues compétentes et efficaces). Il n'y a pas de règle pour les trouver. En général, ils sont naturellement reconnus par les autres pour leur compétence et leur performance dans le domaine.

#### **4.3. Les entretiens**

Les entretiens sont la clef de voûte de la capitalisation des connaissances. La personne interviewée doit être en confiance, ne pas avoir de réticence à se livrer, et l'interview doit faciliter l'expression de sa connaissance. L'entretien est donc un exercice de recueil de connaissances. Il doit être mené avec délicatesse pour faciliter l'expression de la connaissance, faire éclaircir un point obscur, relancer la discussion.

##### Principe

Il y a deux méthodes, soit partir des modèles et les construire avec la personne, soit laisser l'entretien libre et modéliser dans un deuxième temps. Chacune des méthodes a ses avantages et inconvénients.

- Partir des modèles et les construire avec la personne

Les avantages : aider la personne à raconter, les modèles structurent la pensée de l'interviewé.

Les inconvénients : risque de contraindre la personne dans le modèle et de passer à côté de la connaissance. L'interviewé peut avoir des difficultés avec la modélisation

- Laisser la personne raconter son activité

Les avantages : La personne est libre de raconter, elle utilise ses propres schémas mentaux, ses mots. Elle suit sa pensée et ses « liens » entre les éléments de sa mémoire

Les inconvénients : Risque de digressions, de ne pas approfondir le sujet. Souvent le travail de modélisation est plus long : il faut réorganiser la connaissance

##### Enregistrement des entretiens

Pour faciliter le travail de modélisation et de la conduite d'entretien, les interviews sont enregistrées. L'enregistrement peut gêner l'interlocuteur. Il faut donc mettre en confiance en expliquant les raisons et garantir la confidentialité des enregistrements. Le modélisateur doit cependant faire attention à surveiller l'enregistrement (fin de la cassette, saturation du support...).

Le choix de l'outil est important, en particulier, pour réécouter les cassettes : Il n'est pas toujours facile de retrouver un passage particulier de l'entretien. L'ordinateur offre de possibilités d'enregistrer les entretiens en « MP3 », ou « WMA » formats de musique compressés. La manipulation des fichiers est plus aisée que celle d'un magnétophone à cassette.

### Les personnes présentes

Il est recommandé de réaliser l'entretien en tête-à-tête, pour ne pas perturber l'expression de la connaissance. Si une autre personne est présente, son rôle doit être justifié et expliqué à la personne interviewée. Cette présence ne doit pas gêner l'expression. Le « modélisateur » doit être attentif aux réactions et déterminer s'il y a gêne, la personne ne le dira pas forcément par crainte.

### Les règles de l'entretien

Les craintes de la personne sur les conséquences de la capitalisation peuvent la bloquer et la rendre hostile à se raconter. Ces craintes sont

- Le jugement de sa connaissance par la personne qui modélise ou par les managers à la lecture de la modélisation
- Les conséquences pour son poste, perte d'intérêt voire perte du poste.
- La perte de son emploi (réorganisation, fusion...)

L'objectif est de mettre en confiance la personne et de lui donner une vision de l'utilisation de sa connaissance formalisée.

Une fois l'entretien commencé, le risque pour le modélisateur est de ne pas bien « saisir » la connaissance, ou pire, de croire qu'il a compris et faire un hors-sujet.

La dernière difficulté est de faire raconter la connaissance avec exhaustivité. Une personne qui raconte son travail utilise « le parlé » de l'entreprise fait de mots, expressions, abréviations, sigles. La personne ne précise pas ce qui lui est évident, en particulier le contexte, les habitudes, ce qu'elle pense que tout le monde connaît par habitude.

#### ***4.4. Présenter la démarche et le projet***

Il est important, voire indispensable, d'expliquer à la personne pourquoi elle est interviewée et l'objectif de la capitalisation. En présentant le projet, en partant du principe que celui-ci a des objectifs clairs et « sains » (pour la personne interviewée), on donne à l'expert une vision de l'utilisation de sa connaissance formalisée.

Presque toujours, les personnes capitalisées ont montré un intérêt à partager leur connaissance (peut-être est-ce inscrit dans nos gènes pour la survie et l'évolution de notre espèce ?). Cet élan de partage est à utiliser et valoriser pour motiver l'expert, sans lui mentir, autrement l'effet risquerait d'être désastreux pour les projets futurs et l'ambiance dans l'organisation.

### Ne pas juger

Le savoir de la personne doit être respecté quel qu'il soit. Si le modélisateur exprime un jugement ou un désaccord il risque de bloquer le discours de l'expert. Dans certaines activités, la personne peut utiliser son propre système de valeur (pour une prise de décision) avec des a priori négatifs (dévalorisation...) qui peuvent être en désaccord avec celui du modélisateur. Certains métiers peuvent de la même manière heurter la sensibilité du modélisateur ou être en désaccord avec ses opinions (dans le domaine militaire par exemple). Le modélisateur reste neutre pour être le plus fidèle possible à la réalité de la connaissance décrite. Ce n'est pas à lui à juger cette connaissance.

### Enregistrement confidentiel

Les enregistrements sont généralement confidentiels sauf quelques cas exceptionnels pour les besoins d'un projet ou un contexte de confidentialité particulier (où les enregistrements sont remis pour contrôle). Cette confidentialité libère l'expert et lui permet de s'exprimer plus librement.

### La publication du Livre de Connaissance

Tant que la personne interviewée n'a pas donné son accord, les modélisations et en final le Livre de Connaissance ne sont pas publiés. D'abord, la personne interviewée doit valider les modèles et se sentir en accord avec la formalisation. Enfin, avant d'être montré, en particulier aux managers, la personne interviewée peut avoir envie de modifier la formalisation, tant dans le contenu que sur la forme (l'expert utilise ses mots, il arrive qu'il demande à changer certaines terminologies usuelles en termes plus techniques).

Après la validation de la personne interviewée, il est recommandé de faire valider le travail final par les managers et leurs demander l'autorisation de diffusion. Il peut arriver que le manager ne soit pas en accord avec la connaissance de son « expert » (!). Dans ce cas, un travail doit être fait avec le manager.

La formalisation des connaissances peut aussi faire apparaître des dysfonctionnements du service et en particulier du management (!). Ces constats sont la possibilité d'amorcer une démarche de progrès et un travail sur l'optimisation de l'activité. Présenté ainsi, l'état d'esprit sera plus positif et la formalisation devient un outil de travail d'amélioration continue.

L'aspect de la diffusion est aussi un problème de confidentialité. La formalisation des connaissances, par sa qualité de savoir-faire de l'entreprise, peut devenir une information plus confidentielle que prévue. Dans le domaine militaire par exemple, la connaissance formalisée peut avoir un niveau de confidentialité plus sévère que celui du détenteur, parce que simplement formalisée !

#### L'interviewer ne connaît pas la connaissance

C'est un principe exprimé au premier entretien. Un principe de base qui autorise à poser des questions, même stupides pour l'interviewé. Croire que l'on sait est un piège qui peut amener une mauvaise compréhension de la connaissance. Par exemple, dans le crédit le terme « nouveau véhicule » d'abord compris comme une « voiture neuve » était en fait le véhicule que s'achetait le demandeur de crédit, que ce véhicule soit neuf ou d'occasion. Ce genre de confusion peut générer beaucoup de modifications dans la modélisation.

Dire que l'on ne sait pas est aussi une forme de respect de la personne interviewée. Et celle-ci va raconter sa connaissance avec beaucoup plus de détails, plus de « pédagogie », plus d'explications. L'interviewer est à l'écoute et n'hésite pas à faire définir des mots, sigles ou expressions. La difficulté est parfois de comprendre et de se faire une représentation mentale de l'activité.

#### Aider à raconter

La dernière difficulté est de faire exprimer les connaissances "évidentes", non dites, mais sous-entendues dans le discours de l'expert. Comme nous tous, nous sommes « dans notre tête » avec notre contexte et nous parlons comme si l'interlocuteur était aussi dans notre logique, notre connaissance. Ce problème de communication classique se manifeste aussi en capitalisation des connaissances.

### **4.5. La modélisation**

La capitalisation est une suite d'entretien-modélisation-validation qui s'arrête quand l'expert estime ne plus rien avoir à ajouter. Les modèles peuvent être réalisés avec l'interviewé ou après, à partir des notes ou de l'enregistrement de l'entretien. Tout dépend de la capacité de la personne interrogée à "entrer" dans le modèle. Il est plus facile de voir et comprendre une modélisation faite, que de la construire au fur et à mesure : la personne « se reconnaît » dans les schémas et en voit plus facilement la logique.

Le travail de modélisation est d'abord un travail d'imagination. Le « modélisateur » se fait une représentation de la connaissance, du métier et essaie de la visualiser et de la « conceptualiser ». Conceptualiser, d'après le Petit Larousse, c'est « Former des concepts à partir de quelque chose, pour se le représenter, l'organiser mentalement ». C'est donc un travail mental qui est à la base de la modélisation et qui a l'objectif de trouver les grands principes de l'activité et de ses phénomènes. Cette phase mentale de représentation permet à l'expert de comprendre le sens de l'expression de la connaissance, d'en comprendre la structure, la logique. La modélisation aide ensuite à affiner ce travail et les validations de l'expert permettront de clarifier et valider cette représentation.

La modélisation donne une structure parfois rigide à la connaissance. Cette rigidité passe par des choix de figer des séquences de tâches. Par exemple, dans une activité de vente ou de discussion avec un « client », l'interactivité n'est jamais la même d'un client à l'autre ou d'une discussion à l'autre. Dans des activités répétitives, où les actions se font toujours dans un même ordre, la modélisation pourrait paraître « plus facile » à faire. On s'aperçoit alors que les mots, les phrases ont une limite à la description de la réalité, limite plus ou moins variable selon la capacité de la personne à raconter sa connaissance.

La modélisation permet à l'expert de structurer son récit. Le modèle met l'expert dans le contexte et canalise la pensée de la personne interviewée. Elle la fait réagir sur la représentation et l'aide à se construire sa propre structure, structure qui va se formaliser petit à petit dans la modélisation.

#### **4.6. Les effets de la capitalisation**

On ne peut parler de la capitalisation sans rendre compte de ses effets sur la personne interviewée. Si les craintes a priori, perte de pouvoir, d'emploi, etc. peuvent bloquer l'expert au départ, la formalisation des connaissances a un effet miroir : la personne voit sa connaissance. Elle en voit la teneur, la structure mais surtout, ce qui la surprend le plus, le volume (« je sais tout ça ?! »). Parfois, elle en voit aussi les défauts, ce qui peut être une source de progrès.

Interviewer une personne est aussi une reconnaissance implicite, parfois explicite de la qualité d'expert de la personne. Cependant, cette reconnaissance peut aussi avoir des conséquences « sociales » comme une demande de valorisation du poste et/ou une augmentation de salaire. Cette reconnaissance, quand elle devient explicite est une motivation pour la personne interviewée. La célèbre pyramide de Maslow résume très bien ce besoin de reconnaissance d'une personne. La reconnaissance agit sur l'estime de soi et le besoin de reconnaissance de ce que l'on est.

Paradoxalement, les personnes interviewées et qui valident ensuite leur connaissance ont l'impression de s'être enrichies et d'avoir appris. En fait, la modélisation permet à la personne de voir la connaissance et de prendre du recul. La modélisation donnant une structure à la connaissance, par transitivité, donne une structure mentale à la personne.

Enfin, la modélisation des connaissances explicite des savoirs jusque là non formalisés. Les managers et les autres personnes en amont ou en aval du processus peuvent partager une vision commune de l'activité et voient comment le travail est effectué. Cette explicitation peut aller jusqu'à une démarche qualité pour premièrement garantir que l'organisation met tout en œuvre pour garantir une qualité de travail (progression, partage, gestion du capital intellectuelle), et deuxièmement, garantir la réalisation d'une prestation et la connaissance devient une procédure qualité.

#### **4.7. Les limites de la modélisation**

La question est fréquemment posée : peut-on tout modéliser ?

En théorie oui, toute forme de connaissance peut être décrite, au moins en partie, mais avec plus ou moins d'intérêt cependant. Mais comme nous l'avons déjà abordé, la modélisation est une vue de l'esprit qui peut figer une connaissance aux caractéristiques changeantes, adaptatives, opportunistes et avec une capacité d'improvisation et de conception. Face à un nouveau problème par exemple, la connaissance identifie la situation et diagnostique un problème, recherche une solution et la met en œuvre avec plus ou moins de réussite ; ce nouveau cas va devenir une nouvelle connaissance qui va se perfectionner au fur et à mesure des expériences et des analyses des résultats.

Dans des métiers basés sur un dialogue avec un client, le dialogue est une suite d'improvisations face aux réactions du client. La formalisation intègre tous les cas possibles mais dénature l'interactivité voir la capacité de la personne à se mettre à la portée de son client (l'empathie, la volonté d'expliquer, les mots utilisés...).

La difficulté est de modéliser des activités qui ne sont pas figées dans une répétitivité. Les activités de recherche où chaque projet est une nouvelle démarche sont aussi difficiles à modéliser. Dans ce cas, mieux vaut formaliser une expérience que de vouloir faire une formalisation générale.

Les extrêmes sont les activités de conception et d'invention. Même si certaines démarches suivent des méthodes, on peut dire, en exagérant, que l'expert part de rien pour trouver une solution à un problème ou à un besoin. Le « créatif » ne pourra pas toujours vous raconter comment il crée. Nous sommes là dans des cas généralement moins fréquents. La plupart des capitalisations de connaissances concerne des savoir-faire dans des métiers plus « modélisables ».

La limite concerne aussi les capacités cognitives. Il est étonnant de voir certaines personnes buter sur leur propre connaissance à vouloir évoquer tous les cas possibles qu'ils traitent pourtant au quotidien. Une forme d'impuissance arrête l'expert. La modélisation, comme souvent, par exemple, le diagramme des tâches, est là d'un grand secours en séparant les problèmes et les cas, un peu à la manière de Descartes « *de diviser chacune des difficultés que j'examinerais, en autant de parcelles qu'il se pourrait, et qu'il serait requis pour les mieux résoudre* » (Discours de la méthode). Le diagramme des tâches permet de partir d'un cas, une branche de l'arbre, et de l'approfondir. Petit à petit, tous les cas peuvent être abordés par l'expert

Cette limite cognitive se manifeste aussi par la limite du langage. Celui-ci est utilisé pour communiquer la connaissance. Les actions parfois inconscientes, jamais racontées, doivent prendre forme avec des mots et une structure de phrase. La représentation cognitive est parfois difficile à mettre en mots. La capacité de l'expert à s'exprimer et à prendre conscience de ce qu'il fait s'exprime dans ce travail intellectuel. L'expert utilise la parole, ses mots et le modélisateur utilise la modélisation et l'écrit. L'écrit est encore une étape plus sophistiquée.

L'inconscience et l'oubli sont deux problèmes auxquels l'expert interviewé et le modélisateur vont se confronter. L'inconscience de ce que l'on est et de ce que l'on fait, et l'oubli des expériences précédentes qui ont amené à la connaissance d'aujourd'hui. L'expert doit faire un travail de re-mémorisation pour expliquer le « pourquoi » de sa connaissance. Cette dernière est une compilation et le cerveau ne garde que ce qui est utile au quotidien. C'est ainsi que l'expert raconte d'abord ce qu'il a l'habitude de faire et, par ce travail d'explicitation et de validation de la formalisation, il se remémore des cas plus anciens ou quelques cas particuliers cachés au fond de la mémoire. Ce qui contribue à faire penser à l'expert qu'il a appris.

Cette présentation des limites peut faire passer la modélisation des connaissances comme un exercice difficile. Il l'est ! La connaissance est une « chose informe » (sans une structure rigide et consciente) dans le cerveau. Et comme le définit si bien Marie-France Blanquet, sa « mise en forme en information » (pléonasme donc), ne se fait pas de manière si naturelle.

La dernière limite de la modélisation est donc celle du modélisateur. Son travail de « visualisation » et de « conceptualisation » lui permet de faire une partie du travail de l'expert pour donner forme à la connaissance. Comment apprendre cette démarche de l'esprit ? Par l'entraînement, l'exercice, en essayant de modéliser. Travailler sur la systémique et sur les modélisations est un bon départ.

La modélisation est un outil remarquable pour aider à formaliser. Elle simplifie l'expression, inutile de faire des phrases, des petites « boîtes » suffisent à la matérialiser. Elle permet ensuite à l'expert de suivre un fil conducteur et d'entrer dans les détails, en profondeur donc par analogie à la modélisation des tâches qui décrit de plus en plus finement les actions en sous-actions, vers le bas.

Ce paragraphe est une vue des situations extrêmes et des cas difficiles. La modélisation des connaissances, et en particulier la méthode MASK, ne nécessite pas de longues explications pour que les personnes interviewées se reconnaissent et « entrent » dans la modélisation.

#### ***4.8. Le livre de connaissance***

Le résultat de la capitalisation est une suite de modélisations avec des descriptions. Ces modélisations peuvent être enrichies de fiches descriptives, d'images, de vidéos et autres matériels informatiques (plans, bandes son...). On peut alors, avec ce corpus complet, composer un Livre de Connaissances. Le Livre de Connaissances devient alors le centre multimédia d'une documentation sur la connaissance.

Le concept du livre de connaissances est un concept en plein développement dans la problématique de la gestion des connaissances et qui se révèle très riche. Il fournit un support central à tout projet opérationnel de traitement de ces connaissances. Il ne s'agit pas d'un simple recueil de modèles. Il doit être conçu de manière spécifique, en fonction des objectifs visés. Il doit rassembler, outre les modèles, des fiches, des documents de base, des illustrations (des films pour des versions multimédia), des pointeurs vers des sources d'information dont l'ensemble, rassemblé et compilé, fournit une vision synthétique et structurée du domaine de connaissances concerné (Figure 14).

La mise à disposition des connaissances contenues dans le livre est une application directe des livres de connaissances. Dans ce sens, un livre électronique de connaissances, exploitable à travers l'intranet de l'entreprise est indispensable. Il capitalise et diffuse les connaissances sur le domaine, représente un squelette de la connaissance et indexe les documents de l'activité (fiches descriptives, mémo, publications, liens hypertextes...) et des contenus multimédia (vidéo, images, sons...). Ceci nécessite un processus d'ingénierie de l'information supplémentaire, essentiellement basé sur des techniques d'hypermédia et des techniques web.

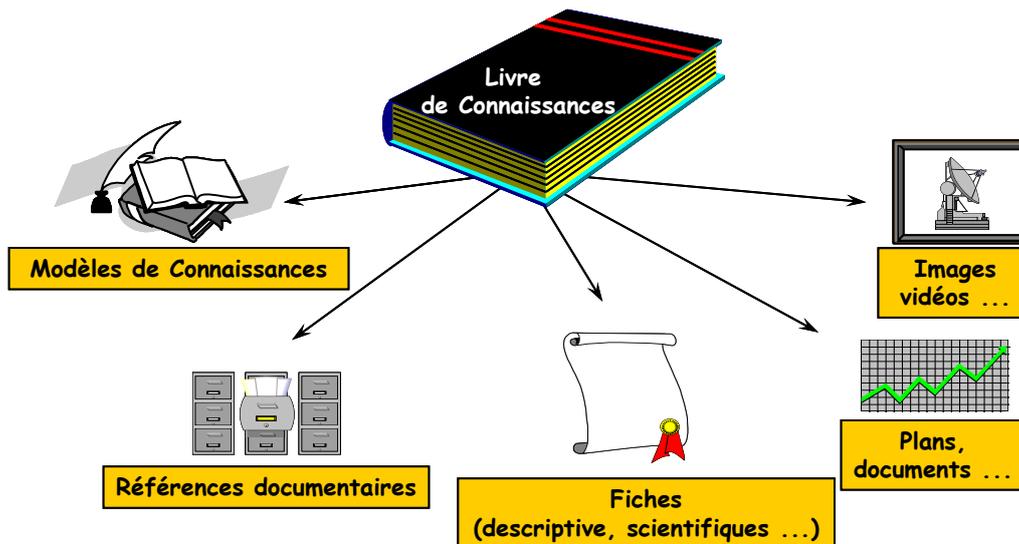


Figure 14 : structure d'un livre de connaissances

## 5. La démarche d'accompagnement

Un projet MASK, qui cherche à capitaliser une partie de la connaissance d'une entreprise, ne peut pas être une action isolée et ponctuelle. Tout au plus, peut-il être une action pilote, prélude à un déploiement plus vaste. Si la gestion des connaissances est, comme nous le défendons, un élément de management stratégique, MASK s'inscrit comme une brique dans une démarche globale.

Cette démarche s'initie par une réflexion et une analyse stratégique du capital de connaissances de l'entreprise. Elle se prolonge par une démarche tactique qui doit aboutir à la mise en place d'actions opérationnelles. Cette démarche tactique comporte trois volets :

- Un schéma directeur, ou un schéma d'orientation (ou encore un référentiel) pour la gestion des connaissances qui délimite le champ de travail des actions de gestion des connaissances.
- Une méthode d'analyse de ces corpus de connaissances, pour les mettre en visibilité (c'est MASK).
- Une démarche d'accompagnement du changement, qui garantit l'adhésion et la participation des acteurs, sans lesquelles tout projet est voué à l'échec.

### 5.1. Le schéma directeur de gestion des connaissances

Celui-ci a pour but de répondre aux questions suivantes : Quels sont les domaines de connaissances critiques pour l'entreprise, sur lesquels doivent porter les efforts ? Quel est le réseau du savoir porteur de ces connaissances ?

Les critères de criticité pour déterminer l'importance stratégique d'un corpus de connaissances peuvent être divers, et très dépendants de la culture et de la situation de l'entreprise. On a exposé une telle démarche dans un chapitre précédent.

L'identification du "réseau du savoir", porteur des connaissances critiques, et qui sera mobilisé en premier lieu dans un projet MASK, ne pose en général pas de problèmes. Il y a une reconnaissance assez courante, parfois explicitée, souvent tacite, des contributeurs essentiels au savoir ou savoir-faire de l'entreprise. Il reste à formaliser cette identification, sachant qu'elle concerne souvent une partie assez réduite du personnel de l'entreprise.

### 5.2. L'accompagnement du changement

Un projet de gestion des connaissances est par nature porteur de changement dans l'organisation. C'est un projet fortement imprégné de la culture propre de l'entreprise, et négliger cet aspect est un facteur d'échec assez fort. Il faut donc préparer, avec un tel projet, une démarche d'accompagnement et de communication très structurée.

Pour un projet MASK, le changement se manifeste par trois étapes :

- 1) L'étape dite "du miroir" (en référence au "stade du miroir" de Lacan !). Le premier changement qui s'opère à la suite des entretiens avec les détenteurs de la connaissance s'effectue sur eux-mêmes. En effet, la structuration des connaissances d'un expert est, si elle est bien menée, une opération très "restructurante". Les personnes ont, en général, une conscience morcelée des connaissances qu'elles détiennent. La participation à la rédaction d'un livre de connaissances permet de leur restituer une image globale et structurée d'une manière qu'ils reconnaissent pertinente, valorisée et valorisante, de ces connaissances. C'est l'objectif de la co-construction des modèles. Cette première étape permet au "réseau du savoir" participant de devenir porteur du projet.
- 2) L'étape de l'obtention du consensus. La connaissance recueillie ne peut pas être l'objet d'une validation au sens classique, car il s'agit d'une connaissance personnelle et/ou collective qui est très particulière à l'entreprise, au plus haut niveau, et pour laquelle il n'existe jamais de modèle externe de référence. La seule validation possible, à l'instar de la communauté scientifique par exemple, est l'obtention d'un consensus par un comité des pairs, en général constitué par d'autres acteurs du réseau du savoir ou des acteurs connexes. Le consensus n'est pas une donnée naturelle, surtout dans l'entreprise. Il demande donc une attention particulière quant à son obtention. Il peut se faire à plusieurs niveaux (suivant les accointances avec les experts qui ont participé notamment). Le consensus doit être avalisé formellement par le réseau hiérarchique.
- 3) L'étape de mise en partage. Il est clair qu'un recueil de connaissances n'a d'intérêt que s'il y a une appropriation et une évolution de ces connaissances dans l'entreprise. Ceci ne peut se faire que si la connaissance est partagée par les personnes concernées au sein de l'organisation. Les technologies de l'information sont un moyen puissant de mise en partage, mais ce n'est pas une condition suffisante. Une communication et des procédures adéquates sont nécessaires. Cette étape est essentielle pour réaliser le "cycle vertueux" de la connaissance qui est résumé dans la figure 15, qui reprend le cycle célèbre de Nonaka, mainte fois cité dans cet ouvrage, sur les transformations des connaissances tacites et explicites.

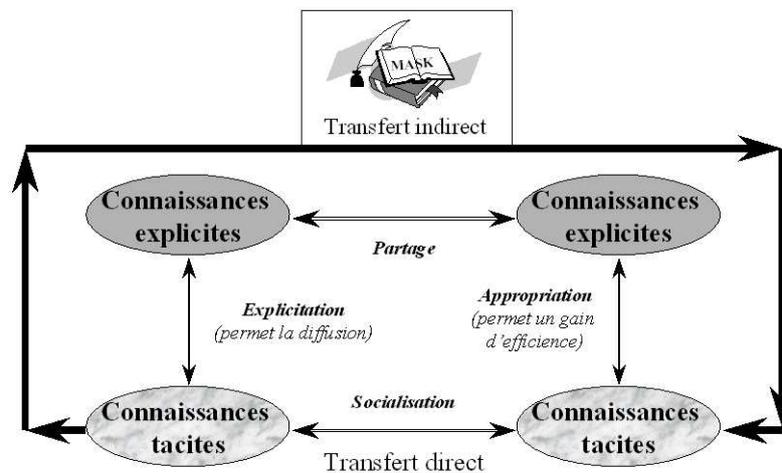


Figure 15 : Le cycle vertueux du processus de capitalisation et partage avec MASK

## 6. Les problématiques d'un processus MASK

Les nouvelles technologies et les sciences cognitives apportent de nouvelles solutions pour avoir une vue sur la connaissance, savoir comment elle est mémorisée dans le cerveau, sur la pédagogie, savoir comment apprendre un savoir, pour la reproduction « artificielle » de l'intelligence et de la communication. Le principe de la formalisation des connaissances, tel qu'il a été décrit dans le processus MASK, permet de créer une « base de connaissances » qui peut être utilisée de différentes manières, qui correspondent à des problématiques diverses.

### 6.1. Identifier

Quels sont les savoir-faire à formaliser ? Tout savoir-faire n'est pas bon à capitaliser et tout n'est pas capitalisable de suite : coût, intérêt, criticité etc. doivent être évalués. La Gestion des Connaissances prend en

compte les intérêts stratégiques de l'entreprise (qualité, développement,...) et la nécessité de "garantir" la fiabilité du processus.

Identifier les savoir-faire implique d'avoir une vue de l'activité, des processus, de qui fait quoi et du qui sait quoi. Dans cette description doivent apparaître les points faibles de l'organisation, les points à consolider (sauvegarde des savoir-faire), les points à améliorer (outil, pratique,...).

Une bonne gestion des connaissances demande d'avoir une vue sur le patrimoine de connaissance vers où l'entreprise veut évoluer (les connaissances à acquérir). Toute bonne gestion d'entreprise devrait donc prendre en compte la gestion des connaissances. Aujourd'hui, la gestion des compétences est souvent la seule activité à se soucier de cette question.

Le travail de repérage des connaissances à gérer implique d'identifier à qui s'adresse le partage des connaissances. En fonction du destinataire, le ou les moyens de transmettre la connaissance sont déterminés.

## **6.2. Extraire**

Si un savoir-faire doit être formalisé, il est souvent nécessaire de "l'extraire". Les personnes ne sont pas toutes capables ou motivées pour formaliser leur savoir. L'extraction est liée à la formalisation (modélisation, écriture,...) ; c'est une tâche à part entière pour faire exprimer une connaissance souvent inconsciente. Elle demande des capacités de conduite d'entretiens, de formalisation, de conceptualisation et de questionnement.

Cette dernière compétence (« poser les bonnes questions »), permet de faciliter l'expression de la connaissance. Bien que les activités soient assurées quotidiennement, elles sont tellement intégrées dans le « subconscient », que les personnes oublient d'en parler. Ces connaissances « évidentes » sont souvent les plus difficiles à faire exprimer.

## **6.3. Formaliser**

Partager et transmettre un savoir-faire se fait oralement de personne à personne ou passe par une formalisation sur un support (tableau, papier, CD-ROM,...). On peut considérer l'expression orale comme une forme de formalisation par le langage, mais celle-ci est souvent parcellaire et volatile et n'est pas toujours bien communiquée et comprise.

La formalisation de la connaissance peut aller du dessin jusqu'à la modélisation, en passant par l'écrit. Le savoir-faire s'écrit le plus souvent (le livre, le document). La modélisation structure la connaissance et donne une autre approche pour aborder le savoir.

La « gestion des connaissances » favorise cette formalisation. Le travail d'écriture est long et il faut s'assurer que le résultat soit transmissible à une autre personne, qu'elle soit déjà compétente sur le sujet ou non. La modélisation apporte une structure et un sens de lecture qui facilite cette tâche (« un dessin vaut mieux qu'un long discours »).

Extraire et formaliser s'appelle « capitaliser les connaissances ».

## **6.4. Sauvegarder**

Certaines entreprises ont simplement besoin de sauvegarder un savoir-faire (processus d'arrêts de centrales nucléaires, retour d'expériences dans l'aéronautique...). La sauvegarde doit être réutilisable et compréhensible quelques années plus tard, parfois en l'absence du ou des spécialistes interviewés. La connaissance doit alors être capitalisée (extraite, formalisée) et stockée pour être accessible.

## **6.5. Publier**

Publier est un concept très à la mode avec le phénomène Internet. Beaucoup pensent que publier une connaissance suffit à la transmettre. C'est parfois vrai, mais souvent cet objectif n'est que partiellement atteint. Un transfert de connaissance est valorisé si la connaissance est réutilisée. La connaissance doit être « reproductible », parfois dans un contexte différent (les outils, la matière...), comprise et appropriée par le destinataire de la publication. Le problème est de savoir à qui s'adresse la publication et donc comment elle doit être formulée. C'est un travail de communication, voire de pédagogie.

Cependant, comme l'illustre le livre que nous utilisons abondamment pour transmettre du savoir, la publication permet un partage de connaissance. Les nouveaux supports informatiques, CD-ROM, Internet, Intranet, Extranet, permettent de publier plus facilement (rapidité, qualité), avec une convivialité supplémentaire (liens hypertextes, multimédia).

La modélisation des connaissances avec MASK, donne une structure à la connaissance qui permet de naviguer entre les concepts, d'indexer des documents, d'illustrer graphiquement des phénomènes ou des processus. La première utilisation de la capitalisation est la publication appelée « Livre de Connaissance ».

#### **6.6. Transférer**

Par rapport à la publication qui ne se soucie pas du résultat (a priori), le transfert de connaissance implique une progression de la personne avec l'objectif qu'elle devienne au moins aussi compétente à terme. Des moyens sont mis en œuvre pour faire progresser et valider les compétences (formation, coaching, validation de compétence). La formation est la démarche la plus adaptée pour transmettre un savoir et valider la compétence.

#### **6.7. Utiliser**

L'informatique permet d'effectuer des tâches de plus en plus complexes et "intelligentes". L'intelligence artificielle (IA) offre des possibilités de reproduire plus ou moins bien le raisonnement humain et la mécanique offre de plus en plus de possibilités de reproduire des gestes. Le progrès technologique nous permet d'envisager de reproduire automatiquement une partie des connaissances humaines.

Sans aller jusqu'à la robotisation, la modélisation des connaissances permet aussi de concevoir des applications informatiques "classiques" plus ergonomiques et qui effectuent des tâches cognitives répétitives (calcul, évaluations) pour aider l'humain dans ses tâches. L'échec partiel de la technologie des systèmes experts nous montre cependant qu'il est difficile de maintenir des systèmes qui automatisent peu ou prou les raisonnements humains.

#### **6.8. Communiquer**

Le partage des connaissances se fait souvent par des échanges entre individus (réunion, présentation,...). L'objectif est aussi de favoriser ces échanges, éventuellement sur la base de la modélisation qui peut servir de support de communication. Sans ce support, l'échange ne se fait pas de manière exhaustive ce qui implique une connaissance commune entre les interlocuteurs pour qu'ils se comprennent. Ce sont les développements de communautés d'experts, de forum... qui peuvent être complétés par un corpus de connaissances explicitées en tant que support et motivation.

#### **6.9. Faire évoluer**

La connaissance n'est pas une chose figée, mais les formalisations oui. Il est nécessaire de faire évoluer les formalisations avec la connaissance. Ce phénomène se fait dans les deux sens, de la connaissance à la formalisation, mais aussi de la formalisation à la connaissance dans le cas de la re-conceptualisation. Il faut donc des ressources pour formaliser et transférer. Ceci permet de gérer l'évolution du savoir pour la suivre, voire la devancer et inciter à l'innovation et l'expérimentation.

Pour cela, il est utile de mettre en place une organisation pour suivre les performances. La description des connaissances donne la possibilité d'analyser finement les résultats par rapport aux pratiques suivies. Par exemple, dans le cadre d'une prise de décision, l'important est de savoir comment et pourquoi a été prise la décision, avec quelles informations et quelle connaissance au moment de la prise de décision. Le suivi amène à tester des pratiques en limitant le risque. L'organisation entre dans une dynamique de progrès et consacre « un peu » d'énergie à ses métiers. Elle apprend à évoluer et donc, par définition, devient plus intelligente (adaptation). C'est aussi un moyen d'être proactif, c'est à dire de devancer l'évolution de l'environnement et être prêt avant la concurrence.

#### **6.10. Innover**

L'innovation est indispensable. Elle est associée à l'évolution. Il s'agit de se projeter dans l'avenir pour trouver de nouveaux marchés, réduire les coûts et se différencier de la concurrence. L'innovation a des implications sur l'organisation, elle doit s'adapter, acquérir de nouvelles pratiques et donc de nouvelles connaissances. L'organisation créative est une organisation qui fabrique de la connaissance et fait évoluer ses acteurs.

L'innovation comme la conception est un processus difficilement maîtrisable. Elle pose notamment la question de comment favoriser la créativité ? Des études sont en cours pour montrer comment la formalisation des connaissances peut être un support à la créativité.

### **6.11. Améliorer**

Les projets de capitalisation de connaissance ont montré les possibilités d'améliorer les savoir-faire des personnes.

La capitalisation elle-même est un facteur d'amélioration. Les personnes interviewées ont souvent l'impression de s'être enrichies. La formalisation des connaissances permet d'abord de visualiser sa connaissance, de la structurer, de prendre du recul, de se rappeler des expériences et les "pourquoi" de la connaissance actuelle (phénomène de « l'effet miroir »).

Une fois modélisée, la connaissance peut être facilement travaillée et optimisée soit par un autre service (un service de recherche par exemple) soit par l'échange avec d'autres personnes du même métier et/ou des managers. On peut ensuite faire progresser les personnes dans une logique d'amélioration permanente (avec du coaching, par exemple). La mesure de performance et le travail sur les résultats peut, dans ce cas, s'appuyer sur la modélisation des connaissances pour identifier les points à améliorer.

### **6.12. Légiférer**

Le cycle de formalisation-évolution des savoir-faire met les "experts" en première ligne. Ils sont le regard sur l'environnement et ils ont souvent des idées pour améliorer les pratiques. Ce cycle favorise la remontée des idées d'évolution. Cependant, le cycle d'évolution doit être maîtrisé, en particulier par des personnes qui ont du recul pour intégrer tous les facteurs d'évolution : la stratégie de l'entreprise, l'innovation, les projets en cours ou à venir, les concepts et les raisons de l'activité. Ainsi, une demande d'évolution qu'elle vienne du terrain ou d'un autre service (veille, organisation, méthode ou qualité) doit être réfléchie. La modélisation des connaissances aide à formaliser l'évolution et dans certaines activités peuvent permettre de simuler l'impact futur de l'évolution. Une fois réfléchie, l'évolution est formalisée et transférée (communication, formation, programmation) à l'ensemble des acteurs.

### **6.13. Manager**

Les expériences dans des entreprises montrent la nécessité de manager le cycle de la gestion des connaissances. La pression de la productivité, de la concurrence, des résultats font passer les activités ne donnant pas un résultat (financier ou quantitatif) immédiat au second plan, voire dans l'oubli.

Les progrès de la connaissance sont souvent difficiles à mesurer à priori et la rentabilité probable est difficile à démontrer. La Gestion des Connaissances a un rôle de communication et de management, d'abord pour expliquer les bienfaits du travail sur les savoir-faire, puis pour organiser et suivre le travail. Manager ne veut pas dire de forcer les activités à gérer leur connaissance, mais les aider et leur faciliter le travail.

## **7. Liste complète des références sur MASK**

### **Livres :**

Génie logiciel et génie cognitif pour les systèmes à base de connaissances  
Ermine J.-L. : Collection Tec et Doc, Lavoisier, Paris, (1993)

Les systèmes de connaissances,  
J-L Ermine, Hermes Science publications, 1996 (2ième édition juillet 2000)

Initiation à la méthode MASK,  
CD-ROM, Edité par l'Université de Technologie de Troyes, 2002,

La gestion des connaissances,  
J-L Ermine, Hermes Science publications, 2003

Management des connaissances en entreprise,  
I. Boughzala, J-L Ermine, Editeurs, Collection Scientifique et Technique des Télécommunications, Hermes Science publication, 2004

Trends in Enterprise Knowledge Management,  
I. Boughzala, J-L Ermine, Editeurs, Edition Hermes Penton Science, February 2006.

### **Publications :**

- B. Leblanc, H. Dagorn, D. Bard, J-L Ermine : Knowledge Management in Human Radioprotection, ISMICK'94, International Symposium on Management of Industrial and Corporate Knowledge, Compiègne, 26-27 Octobre 1994, 211-220, 1994
- D. Malavieille, J-L Ermine, Ct Ribot, C Lions, Lt Condamin : Etude et réalisation d'un système à base de connaissances d'aide à la décision en cas d'intervention sur des accidents majeurs, IA'95, 26-30 juin 1995, Montpellier, EC2 eds, 1995
- A. Saadoun, J-L Ermine, C. Belair, J-M Pouyot : Conception d'un atelier de génie documentaire pour les banques de données juridiques, IA'95, 26-30 juin 1995, Montpellier , EC2 Ed.
- J-C Royer, M. Chaillot, J-L Ermine : Gestion des connaissances dans le domaine de la dosimétrie en réacteur, Conférence AFCET 95, Toulouse, 25-27 octobre 1995
- B. Charreton, J-L Ermine : From knowledge specification to executable specification, Knowledge Engineering and Modelling Languages, KEML'96, Paris, 15-16 janvier 1996
- B. Charreton, J-L Ermine : Operationalization of a graphical knowledge representation language, EKAW'96, Nottingham, UK, may 1996, Poster Session, pp 2- 12
- P. Millerat, J.-L. Ermine, M. Chaillot : Knowledge management for modelling nuclear power plants control in incidental and accidental states , Computational Engineering in Systems Applications, CESA'96 IMACS Multiconference, Lille, July 9-12, 1996, Symposium on Modelling, Analysis and Simulation, Vol. 2 pp 982-987
- P. Millerat, M. Chaillot, J.-L. Ermine : Application de la systémique à la conception d'un modèle de conduite en mode dégradé d'une centrale nucléaire, 3ième Congrès Européen de Systémique, Rome, 1-4 octobre 1996, pp 1011 - 1017, Kappa Ed.
- A. Saadoun , J.-L. Ermine, C. Belair, J.-M. Pouyot : A Knowledge Engineering Framework for Intelligent Retrieval of Legal Case Studies, Artificial Intelligence and Law, Vol. 5, n° 3, pp 179-205, 1997
- J-L. Ermine, M. Chaillot, P. Bignon, B. Charreton, D. Malavieille : MKSM, méthode pour la gestion des connaissances, Ingénierie des Systèmes d'Information, AFCET-Hermès, 1996, Vol. 4, N°4, pp 541-575
- J-L. Ermine, M. Chaillot, P. Bignon, B. Charreton, D. Malavieille : MKSM, a method for knowledge management, Knowledge Management, Organization, Competence and Methodology, Advances in Knowledge Management Volume 1, , Jos. F. Shreinemakers Ed., pp 288 - 302, Ergon, 1996
- M. Chaillot , J-L. Ermine : Le livre de connaissances électronique, Document Numérique, Hermès, Vol 1 n°1, 75-98, 1997
- J-M. Van Craeynest J-L. Ermine, C. Chagnot : Capitalisation des connaissances dans le cadre d'un transfert industriel, Actes de la conférence IC'97, Ingénierie des Connaissances, Roscoff , 20 - 22 mai 1997
- F. Monge, J-C. Royer, J.-L. Ermine, C. Baradel : Modélisation des connaissances et des systèmes pour la conception d'une aide à la conduite. Application dans le domaine des réacteurs nucléaires, Actes de la conférence IC'97, Ingénierie des Connaissances, Roscoff , 20 - 22 mai 1997
- F. Monge, J-C. Royer, J.-L. Ermine, C. Baradel : High level Modelling for Designing Supervision Systems, World Congress on Scientific Computation, Modelling and Applied Mathematics, IMACS'97, Berlin, Août 1997
- F. Barthelmé, J-L Ermine, C. Rosenthal-Sabroux : An architecture for knowledge evolution in organisations, European Journal of Operational Research, 109, 414-427, 1998
- S. Picard , J-L Ermine , B. Scheurer : Knowledge Management for Large Scientific Software, PAKeM'99, Practical Application of Knowledge Management, Londres, 23-27 avril 1999, pp 93-114
- A. Besse, J-L Ermine, C. Rosenthal-Sabroux : Modelling Organisation, Practices and Procedures for Knowledge Books Design, PAKeM'99, Practical Application of Knowledge Management, Londres, 23-27 avril 1999, pp 175-193
- J-L Ermine : Capter et créer le capital savoir, Réalités Industrielles, Série Annales des Mines, pp 82-86, Novembre 1998
- J-L Ermine : La gestion des connaissances, un levier de l'intelligence économique, Revue d'Intelligence Economique, n° 4, avril 1999, pp 98-111
- S. Picard , J-L Ermine , B. Scheurer : Gestion des connaissances pour des grands logiciels de calcul scientifique, Actes du congrès IC'99, Ingénierie des Connaissances 99, Ecole Polytechnique, Palaiseau, France, 14-18 juin 1999 pp 171-180

- J-L Ermine , A. Waeters : Knowledge Management and Capitalisation as a Support for Innovation, Human Centered Process , HCP'99, Brest, 22-24 septembre 1999, pp 155-161, 11th World Productivity Congress WPC'97, Edinburg, UK, 4-6 Octobre 1999
- P. Benhamou , J-L Ermine, T. Tounkara, C. Rosenthal-Sabroux : Une méthode intégrant Gestion des Connaissances et Veille Actes du congrès IC'2000, Ingénierie des Connaissances 2000, Toulouse, France, 10-12 mai 2000
- S. Moisan, J-L Ermine : Gestion des connaissances opérationnelles sur les codes Actes du congrès IC'2000, Ingénierie des Connaissances 2000, Toulouse, France, 10-12 mai 2000
- J-L Ermine : Capitaliser et partager les connaissances avec la méthode MASK, Traité IC2 (Information, Commande, Communication), « Ingénierie et capitalisation des connaissances », (M. Zacklad et M. Grundstein eds) , Hermès, Paris, pp. 66-105, 2001
- P. Benhamou, J-L Ermine, J-P Taran, T. Tounkara, A. Waeters : Évolution des connaissances et innovation, application à une technologie laser à l'Onera, Extraction des connaissances et apprentissage, n° 1-2 279-290, Hermès, 2001
- A. Courteille, P. Allot, J-P Tarditi, J-L Ermine, M. Le Coq : Ingénierie des connaissances et innovation, application dans le domaine automobile, Extraction des connaissances et apprentissage, Vol 1, n° 4, pp 203-220, Hermès, 2001
- Nada Matta, Jean Louis Ermine, Gérard Aubertin, Jean-Yves Trivin : Knowledge Capitalization with a knowledge engineering approach : the MASK method, IJCAI'2001, International Joint Conference on Artificial Intelligence, Workshop OM/KM, Seattle, USA, 4-10 juin 2001
- T. Tounkara, P. Benhamou, F. Devallan, J-L Ermine, C. Rosental-Sabroux : Gestion des Connaissances et Veille: vers un guide méthodologique pour améliorer la collecte d'informations, VSST'2001 , Veille Stratégique, Scientifique et Technique, Barcelone, 2001, pp 139-148
- N. Matta, J. L. Ermine, G. Aubertin, J.-Y. Trivin : Knowledge Capitalization with a knowledge engineering approach, the MASK method, "Knowledge Management and Organisational memories", pp 17-28, Kluwer, 2002
- J-L Ermine : Sciences du danger et Ingénierie des connaissances, Traité IC2 (Information, Commande, Communication), Maîtrise des risques et sûreté de fonctionnement des systèmes de production, pp 25-49, Hermes Science publications, 2002
- J.-L. Ermine : La gestion des connaissances, un levier de l'intelligence économique, "De l'intelligence économique à l'économie de la connaissance", pp 51-68, Economica, 2003
- O. Castillo, N. Matta, J-L Ermine : L'appropriation des connaissances pour des mémoires métiers, CITE'2003, Coopération, Innovation et Technologies, 26-28 novembre 2003, Troyes, pp 317-333, 2003
- O. Castillo, N. Matta, J-L Ermine : Une méthode pour l'appropriation de savoir-faire, capitalisé avec MASK, EGC'2004, Extraction et Gestion des Connaissances, 25 - 27 Janvier 2004, Clermont-Ferrand, 12 p.
- O. Castillo, N. Matta, J-L Ermine , S. Brutel-Mainaud : Learning from Profession Memories, Fifth International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training, 31 may - 2 June 2004, Istanbul - Turkey,
- O. Castillo, N. Matta, J-L Ermine , S. Brutel-Mainaud : Knowledge Appropriation from Profession Memories, 16th European Conference on Artificial Intelligence, Workshop "Knowledge Management and Organizational Memories" , 22 - 27 August 2004, Valence - Spain,.
- J-L Ermine, B. Pauget, A. Beretti, G. Tortorici : Knowledge Management and History, ECKM 2004 (European Conference on Knowledge Management), Paris, 30 septembre-1er octobre, 2004, pp 305-315
- O. Castillo, N. Matta, J-L Ermine : De l'appropriation des connaissances vers l'acquisition des compétences, 2ième colloque C2EI (Modélisation et pilotage des systèmes de Connaissances et de Compétences dans les Entreprises Industrielles), Nancy, 1-2 Décembre 2004
- J-L Ermine, B. Pauget, A. Beretti, G. Tortorici : Histoire et ingénierie des connaissances, Colloque « Sources et ressources pour les Sciences Humaines », EHESS, Paris, 3-9 décembre 2004, paru dans le Portail de l'Anthropologie : <http://www.ethno-web.com/evenements.php?action=archive&id=2&numeve=5>
- Sabine Moisan, Jean-Louis Ermine : Gestion opérationnelle des connaissances sur les codes, Ingénierie des connaissances, (R. Teulier, J. Charlet, P. Tchounikine eds.), Communications, médias, L'harmattan, 2005

- P. Benhamou, J.-L. Ermine , C. Rosenthal-Sabroux , F. Rousseau , T. Tounkara : Une méthode intégrant les activités de Gestion des Connaissances et de Veille, Ingénierie des connaissances, (R. Teulier, J. Charlet, P. Tchounikine eds.), Communications, médias, L'harmattan, 2005
- D. Benmahamed, P. Tchounikine, J-L Ermine: From MASK Knowledge Management methodology to learning activities described with IMS-LD, Professional Knowledge Management, Editors: Klaus-Dieter Althoff, Andreas Dengel, Ralph Bergmann, Markus Nick, Thomas Roth-Berghofer, ISBN: 3-540-30465-7, pp. 165 – 175, 2005
- D. Benmahamed, J-L Ermine: Knowledge Management Techniques for Know-How Transfer Systems Design. The Case of an Oil Company, Creating Collaborative Advantage through Knowledge and Innovation, World Scientific Publishing Company Pte Ltd, 2006
- Van Berten P., Ermine J-L: Applied Knowledge Management: a set of well-tried tools. The Journal of Information and Knowledge Management Systems, vol.36, Nr. 4, 2006
- D. Benmahamed, J-L Ermine : Techniques de gestion et d'ingénierie des connaissances pour la conception des dispositifs de transfert de savoir-faire dans les métiers pétroliers, IC 2006 (Ingénierie des Connaissances), Nantes, 29-30 juin 2006

### **Thèses :**

- A. Saadoun : 27/11/96, Université Paris XI, *Construction d'un système à base de connaissances pour l'aide à la recherche d'informations dans le domaine juridique*
- D. Malavieille : 20/2/98, Université Paris XI, *Étude et réalisation d'un système à base de connaissances d'aide à l'intervention en cas d'accident majeur*
- F. Monge : 17/09/98, Université Paris XI, *Intégration de modèles systémiques pour la conception d'aides à la décision*
- B. Charreton : 4/03/99, Université Paris XI, *Étude théorique et opérationnalisation des modèles cognitifs de la méthode MKSM*
- S. Picard : 29/03/02 Université Paris XI, *Gestion des connaissances et codes de calcul*
- T. Tounkara : 17/12/02 Université Paris IX *Gestion des connaissances et veille technologique*