

2009

Une méthode d'aide à l'identification des connaissances cruciales pour l'entreprise

Inès Saad

Laboratoire MIS - Université de Picardie Jules Verne - Groupe Sup de CO Amiens, ines.saad@u-picardie.fr

Michel Grundstein

LAMSADE - Université Paris Dauphine, grundstein@lamsade.dauphine.fr

Camille Rosenthal-Sabroux

LAMSADE - Université Paris Dauphine, camille.rosenthal-sabroux@dauphine.fr

Follow this and additional works at: <http://aisel.aisnet.org/sim>

Recommended Citation

Saad, Inès; Grundstein, Michel; and Rosenthal-Sabroux, Camille (2009) "Une méthode d'aide à l'identification des connaissances cruciales pour l'entreprise," *Systèmes d'Information et Management*: Vol. 14 : Iss. 3 , Article 3.

Available at: <http://aisel.aisnet.org/sim/vol14/iss3/3>

This material is brought to you by the Journals at AIS Electronic Library (AISeL). It has been accepted for inclusion in Systèmes d'Information et Management by an authorized administrator of AIS Electronic Library (AISeL). For more information, please contact elibrary@aisnet.org.

Une méthode d'aide à l'identification des connaissances cruciales pour l'entreprise

*Inès SAAD^{1,2}, Michel GRUNDSTEIN³
& Camille ROSENTHAL-SABROUX³*

¹Laboratoire MIS, Université de Picardie Jules Verne
²Groupe Sup de Co Amiens
³LAMSADE, Université Paris-Dauphine

RÉSUMÉ

Cet article traite la problématique d'identification et d'évaluation des connaissances qui nécessitent des opérations de capitalisation. Nous qualifions ces connaissances de « connaissances cruciales ». La méthode proposée dans cet article est basée sur une approche d'aide à la décision multicritère. Nous nous sommes appuyés sur une approche mixte à la fois ascendante et descendante. La méthode est composée de deux phases : une phase d'apprentissage et une phase de classification des nouvelles connaissances susceptibles d'être cruciales. L'utilisation de notre méthode permet de tenir compte des préférences des décideurs, qui peuvent être différentes voire conflictuelles. Elle permet également la gestion de ces multiples points de vue afin d'identifier les connaissances cruciales. La méthode a été expérimentée dans une entreprise du secteur de l'industrie automobile. C'est une démarche approfondie pour identifier et évaluer les connaissances à préserver. Le repérage des seules connaissances cruciales permet de diminuer le coût des opérations de capitalisation car elle restreint le champ des connaissances à préserver. Il en est de même pour leur mise à disposition auprès des utilisateurs ainsi que pour leur mise à jour.

Mots-clés : Gestion des connaissances, Connaissances cruciales, Aide à la décision multicritère.

ABSTRACT

This paper deals with the issue of identifying and evaluating knowledge that needs to be capitalized and that we call "crucial knowledge". We propose a novel method based on a multi-criteria decision support approach in order to identify and evaluate crucial knowledge. We follow both a top-down and a bottom-up approach. This method consists on two phases: The first one aims at learning and the second is for classification of detected new knowledge that might be crucial. Using this method allows to take into account the preferences of decision makers which can be different or even contradictory while exploiting and managing their multiple point of views to identify crucial knowledge. Concrete experiments have been conducted using this method during an industrial process maintained by a car company. Results show that this method is profound enough to be able to evaluate knowledge to be preserved and that crucial knowledge reduce substantially the capitalization cost since they reduce the number of knowledge to process. Hence, update and transfer operations are much simplified.

Key-words: Knowledge management, Crucial knowledge, Multi-criteria decision Aid.

1. INTRODUCTION

La nécessité de créer et d'utiliser les connaissances mobilisées et produites dans les entreprises s'est accrue ces dernières années. Les entreprises ont pris conscience de l'importance du capital immatériel détenu par leurs employés en tant que ressource permettant d'améliorer le niveau de performance de l'entreprise.

Face aux besoins des entreprises de créer, préserver et partager leurs connaissances, la gestion des connaissances (ou Knowledge Management) a commencé à occuper, depuis le début des années 90, une place de plus en plus importante au sein des organisations. Selon (Steel, 1993), l'objectif de la gestion des connaissances dans une entreprise est de favoriser la croissance, la transmission et la conservation des connaissances. Les travaux traitant de gestion des connaissances peuvent être rangés selon deux groupes. Le premier groupe considère la connaissance comme un objet et se focalise sur les problèmes d'acquisition, de préservation et de diffusion des connaissances. Le second groupe considère les connaissances en termes de processus et se focalise davantage sur les interactions entre les personnes (Baumard, 1996 ; Davenport et Prusak, 1998 ; Durezert, 2007 ; Grundstein, 2000 ; Lorio, 2000 ; Monnier-Senicourt, 2008).

Jusqu'à présent les applications industrielles utilisaient les résultats des travaux du premier groupe pour préserver et rendre accessible les connaissances. Nous citons principalement les méthodes proposées par l'ingénierie des connaissances comme CommonKADS (Schreiber *et al.*, 2000), pour développer des systèmes à base de connaissances ; MKSM/MASK (Méthode d'Analyse et de Structuration des Connaissances) (Ermine, 1996 ; Ermine, 2003) pour

la construction de « livre de connaissances » ; et les travaux proposés par (Charlet *et al.*, 2000 ; Dieng *et al.*, 2004 ; Gomez-Perez *et al.*, 2004) pour la construction des ontologies. D'autres travaux s'intéressent au développement des systèmes de raisonnement à partir de cas (Bichindaritz *et al.*, 1999 ; Carbonell, 1986 ; Kolodner, 1993). D'autres méthodes sont proposées par la gestion des connaissances, comme la méthode MEREX (Mise en Règle de l'Expérience) (Corbel, 1997), et REX (Retour d'Expérience usine) (Malvache et Prieur, 1993) qui sont deux méthodes complémentaires. La première permet aux bureaux d'étude de capitaliser les connaissances en phase de conception des produits, et la deuxième permet de formaliser les retours d'expérience liés aux problèmes rencontrés dans l'entreprise.

Cependant, compte tenu de la masse de connaissances à préserver, l'entreprise est amenée à engager une réflexion afin de déterminer celles qui devraient faire l'objet de capitalisation.

La nécessité d'une analyse approfondie des connaissances sur lesquelles il est important de capitaliser résulte des deux constats suivants :

— *Le coût d'une opération de capitalisation est élevé pour une entreprise*, et ce à deux niveaux :

- **le coût lié au niveau technique**, qui correspond à l'acquisition des connaissances auprès de leurs porteurs, leur modélisation, leur mise à disposition auprès des intéressés et leur actualisation. Cette actualisation est indispensable pour certaines connaissances qui deviennent obsolètes avant même la fin du projet. Mais l'actualisation est aussi vivement recommandée si l'entreprise veut capitaliser sur les efforts qu'elle a déjà consentis lors d'opérations de capi-

talisation passées. En effet, il est rare qu'une connaissance n'évolue pas dans le temps. Cette opération d'actualisation est en partie assurée grâce à la veille. Dans la littérature, il existe plusieurs types de veille : la veille technologique et scientifique (Rouach, 1999 ; Tounkara, 2002), la veille stratégique (Lesca, 1994) ;

- **le coût lié au niveau organisationnel**, qui concerne plus particulièrement l'aspect managérial. Il reflète l'engagement de l'entreprise pour assurer la maîtrise de la connaissance. Il s'agit d'une part de motiver les acteurs à communiquer, à partager leurs connaissances, et d'autre part de sensibiliser les différentes directions sur cette problématique. En effet, pour bien réussir une opération de capitalisation, l'engagement des responsables concernés par l'opération est indispensable.

— *L'abondance de l'information engendre le problème de sa localisation au sein de l'entreprise.* Si la probabilité est grande qu'une information source de connaissance existe et soit stockée quelque part, la probabilité de ne pas la repérer est aussi très grande. Le filtrage et la sélection des connaissances cruciales deviennent alors des fonctions importantes (Foray, 2000 ; Grundstein, 1995).

Les deux constats présentés ci-dessus montrent qu'il est nécessaire de capitaliser sur certaines connaissances, c'est-à-dire celles qui revêtent un caractère crucial pour l'entreprise. Comme le soulignent (Dieng *et al.*, 2001) « *au fil des ans, il est apparu que la plupart des entreprises étaient en général intéressées, non par la construction d'un système à base de connaissances, mais plutôt par la capitalisation de leurs connaissances cruciales* ».

Nos travaux de recherche antérieurs ont révélé aussi l'intérêt des méthodes de repéra-

ge des connaissances cruciales dans le cadre de plusieurs projets en collaboration avec des industriels, et notre objectif est de poursuivre l'amélioration et la validation de ces travaux théoriques dans d'autres contextes. En effet, le cadre directeur GAMETH® (Grundstein, 1995) a déjà été éprouvé dans de nombreuses entreprises. Il a été utilisé pour repérer les connaissances cruciales dans des processus de conception chez Framatome. Il a été utilisé également dans le cadre du projet européen Esprit-IV, en collaboration avec le Bureau Veritas, pour identifier les connaissances cruciales nécessaires à la conception d'un système informatique « orienté connaissances » (Grundstein *et al.*, 2003 ; Pachulski, 2001), dans le but de permettre à l'utilisateur du système de tirer un profit des connaissances véhiculées au sein de l'entreprise. Par ailleurs, GAMETH® a été utilisé dans des organisations diverses notamment, l'Institut Français de Pétrole, Chambre de Commerce de Paris, Centre national de recherche Scientifique (Grundstein et Rosenthal-Sabroux, 2008).

A ce jour, peu de travaux existent portant sur l'identification des connaissances sur lesquelles il est nécessaire de capitaliser. Le but de cet article est de proposer une méthode d'aide à l'identification des connaissances cruciales mobilisées et créées au cours d'un projet. Ces connaissances devront faire l'objet d'une étude de capitalisation spécifique dans le but de les transférer vers d'autres projets similaires.

L'article est organisé comme suit. Dans la section 2, nous présentons un état de l'art des méthodes dédiées à l'identification des connaissances qui devront faire l'objet d'une opération de capitalisation. Dans la section 3, nous décrivons la méthode que nous proposons pour l'identification des connaissances cruciales. Dans la section 4, nous présentons les expérimentations menées chez un

constructeur automobile pour développer la méthode de repérage des connaissances cruciales. Pour conclure, nous dressons un bilan général des contributions proposées dans cet article, nous détaillons les points sur lesquels la méthode peut être améliorée, et nous exposons les perspectives de recherche que nous envisageons pour l'avenir.

2. MÉTHODES POUR REPÉRER LES CONNAISSANCES CRUCIALES

La notion de besoin en connaissances pertinentes, en amont de toute opération de capitalisation, a été définie par plusieurs chercheurs (Dieng *et al.*, 2001 ; Grundstein, 2000 ; Golebiowska, 2002; Noh *et al.*, 2000 ; Tseng et Huang, 2005 ; Pachulski, 2001). Tseng et Huang soulignent que « *Crucial Knowledge determination has played an important role in capitalizing on knowledge field.* » (Tseng et Huang, 2005).

Comme le souligne aussi Ermine (Ermine, 2004) « *Mettre en place un processus d'ingénierie des connaissances tel que celui de MASK n'est possible que sur un domaine limité du patrimoine de connaissances de l'entreprise. Le généraliser à l'ensemble de savoirs disponibles dans l'organisation n'est ni souhaitable (pour des raisons de coût et de pertinence), ni possible... Il fallait alors se garder d'appliquer des processus tels que celui de MASK systématiquement, et sur tout domaine. Il fallait réserver ces efforts pour des domaines qui le justifient.* »

Les travaux théoriques et empiriques proposés dans la littérature sont peu nombreux. Nous détaillons ci-dessous les différentes démarches proposées ainsi que leurs limites.

Nous présentons successivement le cadre directeur GAMETH® (Grundstein, 1995), la méthode proposée par Pomian et Roche (Pomian et Roche, 2002), la méthode de détermination des connaissances critiques proposée par Ermine (Ermine, 2004 ; Ermine *et al.*, 2006) et la méthode quantitative de Tseng et Huang (Tseng et Huang, 2005) pour la détermination des connaissances cruciales.

2.1. Le cadre directeur GAMETH®

Le cadre directeur GAMETH® (*Global Analysis METHodology*) proposé par Grundstein (Grundstein, 1995) est basé sur l'analyse des connaissances nécessaires aux activités qui contribuent au déroulement des processus mis en œuvre dans l'entreprise pour répondre à ses objectifs. Ce cadre directeur propose une approche centrée sur les processus et orientée par les problèmes, pour identifier les connaissances pertinentes. Le cadre directeur GAMETH® propose une démarche qui se décompose en trois étapes :

- **Déterminer les processus sensibles** : au cours de cette étape, le périmètre d'intervention et les processus qui feront l'objet d'une analyse approfondie sont étudiés, et les processus sensibles sont modélisés.
- **Distinguer les problèmes déterminants** : au terme de cette étape, les activités critiques liées au processus sont identifiées et analysées, pour déterminer les contraintes et les dysfonctionnements qui pèsent sur ces activités, c'est-à-dire ceux qui créent des problèmes. Ensuite, les problèmes qui fragilisent les activités critiques sont analysés, et seuls ceux qui

¹ Le cadre directeur GAMETH® se situe dans le prolongement du projet CORPUS. Il a été développé chez Framatome de 1991 à 1996.

ne peuvent être résorbés par des actions organisationnelles sont analysés du point de vue des connaissances.

- **Identifier les connaissances cruciales** : cette dernière étape consiste à définir, localiser, cartographier (qui utilise quelle connaissance à quel moment ?) et caractériser les connaissances qui interviennent dans la résolution des problèmes déterminants évoqués dans l'étape précédente.

Une grille d'analyse des connaissances repérées est utilisée pour identifier les connaissances cruciales. Dans un premier temps, les connaissances vulnérables sont identifiées. Pour cela les connaissances repérées sont évaluées selon quatre critères : rareté, accessibilité, coût d'acquisition et délai d'acquisition. Dans un deuxième temps, les connaissances vulnérables sont analysées en évaluant leur influence sur la stratégie, le marché et la pérennité de l'entreprise.

Cette grille d'analyse des connaissances proposée par Grundstein s'appuie sur son expérience du terrain. Il accorde la même importance aux critères liés à la vulnérabilité et aux critères liés à l'influence de la connaissance sur la stratégie, le marché et la pérennité de l'entreprise. Par ailleurs, il ne définit pas les critères qu'il utilise, ni la typologie des acteurs qui devront contribuer à l'évaluation des connaissances.

2.2. Evaluation du capital connaissances

Selon Pomian et Roche (Pomian et Roche, 2002), la valeur de capital d'une connaissance n'existe pas en soi, mais elle se déduit de son utilité pratique dans l'entreprise à court ou à long terme. Ils considèrent que le « manager de terrain » est le meilleur juge de l'uti-

lité d'une connaissance, car il est capable de décider de la nécessité d'explicitation la connaissance, de la partager ou de se l'approprier. Les auteurs proposent une démarche analytique pour aider le « manager de terrain » à analyser le patrimoine de connaissances de l'entreprise. D'une part, ils proposent des critères pour identifier, avec lui, les connaissances tacites qui sont utiles pour l'entreprise et la nécessité de leur explicitation, et d'autre part, ils proposent des critères (lisibilité, clarté, pertinence, accessibilité) pour évaluer le patrimoine qui regroupe les connaissances explicites, et les critères permettant de rendre opérationnel le patrimoine.

2.3. Détermination des connaissances critiques

Ermine (Ermine, 2004 ; Ermine *et al.*, 2006) propose une démarche pour identifier les connaissances critiques. La démarche consiste dans un premier temps à identifier, à partir des documentations de références et des interviews, les domaines de connaissances à analyser dans l'entreprise. Les connaissances repérées sur la base des critères de criticité sont évaluées dans un second temps.

Il distingue deux types de critères de criticité : les critères liés à la nature de la connaissance nommés « critères factuels » et les « critères stratégiques » :

- **Les critères liés à la nature de la connaissance** : Ces critères ont déjà été utilisés pour étudier la faisabilité d'un système à base de connaissances, à partir du corpus envisagé (Ermine, 1996). L'auteur procède en étudiant d'une part l'expertise de la connaissance (c'est-à-dire sa profondeur, largeur, complexité) et d'autre part sa fragilité.

- **Les critères stratégiques** : Ces critères évaluent l'adéquation des connaissances aux objectifs stratégiques de l'entreprise. Ils sont spécifiques à chaque entreprise et devront être déterminés avec les responsables au plus haut niveau de la hiérarchie.

2.4. Détermination des connaissances cruciales

Tseng et Huang (Tseng et Huang, 2005) proposent une procédure de discrimination des besoins en connaissances pour identifier les connaissances cruciales. Ils définissent les connaissances cruciales comme suit : *« les connaissances qui sont nécessaires et pertinentes pour résoudre des problèmes relatifs à un objectif donné, et qui, par conséquent, devraient être capitalisées »*. Dans ce qui suit, nous présentons dans un premier temps la procédure proposée et dans un deuxième, nous détaillons la procédure qui consiste à recueillir les connaissances à évaluer, en décrivant la technique DELPHI (Linstone, 1975). Dans un troisième temps, nous présentons les résultats donnés par la procédure.

La phase de recueil des besoins en connaissances :

Le processus permettant de déterminer les connaissances à analyser comprend trois étapes. La première étape consiste à explorer l'objectif, la deuxième sert à explorer les besoins liés à l'objectif, et la troisième permet d'affiner les besoins en connaissances. Les experts utilisent la technique DELPHI, pour recueillir les besoins en connaissance nécessaires pour la résolution des problèmes. Ces besoins en connaissances sont déterminés en fonction des opinions des futurs utilisateurs du système. Ci-après nous présentons la méthode DELPHI.

La méthode DELPHI :

C'est une procédure itérative permettant de recueillir, sur un ensemble de questions, les réponses d'experts multiples. Cette technique se déroule à distance en plusieurs étapes et est assistée par un homme d'étude qui :

- diffuse un questionnaire aux experts ;
- synthétise les réponses des experts sur chacune des questions, en respectant l'anonymat des réponses ;
- renvoie à chaque expert la synthèse, afin qu'il donne son opinion sur les différentes solutions proposées ;
- itère cette opération jusqu'à ce qu'un consensus se dégage sur chaque solution proposée ;
- constitue alors une synthèse de la réponse retenue.

Résultats obtenus en appliquant la procédure :

Le diagramme de discrimination permet de distinguer les éléments de connaissances en quatre ensembles pour déterminer les connaissances cruciales. La représentation de la moyenne de différents classements par rapport à la variance de ces classements permet de déterminer la stratégie de collection de connaissance qui devrait être mise en place. L'évaluation devrait contenir le rang moyen qui reflète la pertinence de la connaissance pour les problèmes et aussi la variance de ces classements.

2.5. Synthèse

Nous esquissons ci-dessous une comparaison des méthodes existantes à deux niveaux et mettre en valeur les points que l'on cherche à améliorer en proposant une nouvelle méthode.

— Niveau 1 : démarche de recueil des connaissances à évaluer

En analysant les démarches de recueil des connaissances à évaluer, nous constatons que celle proposée par Grundstein (cf. §2.1) permet une étude du périmètre et clarifie le besoin en connaissances nécessaires à la résolution des problèmes déterminants à travers la modélisation et l'analyse des processus sensibles de l'entreprise. C'est une démarche qui implique les acteurs qui participent au périmètre d'étude. Par ailleurs, Tseng et Huang (cf. §2.4) utilisent, la méthode DELPHI pour recueillir le besoin en connaissances. L'avantage de ce type de démarche réside dans le fait qu'elles sont plus rapides à appliquer que la démarche proposée par GAMETH®. De plus, une technique comme DELPHI peut être appliquée à distance.

La démarche de recueil des connaissances proposée par Pomian et Roche (cf. §2.2) s'appuie sur des entretiens avec le « manager de terrain » pour déterminer les besoins en connaissances. À cela, nous ajoutons la démarche proposée par Ermine (cf. §2.3) qui se base aussi sur des entretiens avec les responsables et l'étude des documents stratégiques de l'entreprise pour clarifier le besoin en connaissances. Ces démarches sous entendent que les responsables sont capables de donner la liste des connaissances à évaluer. Les auteurs ne proposent pas une démarche pour recueillir les connaissances à évaluer. Or, nous pensons que le « manager de terrain » n'est pas capable d'identifier toutes les connaissances pertinentes dans son périmètre d'étude, dans la mesure où il existe des connaissances qui sont indirectement pertinentes pour son périmètre, et dont il ne tiendra peut-être pas compte. De plus, il est peu probable qu'il soit en mesure de déterminer les connaissances tacites qu'il est nécessaire de préserver. Ces connaissances sont identi-

fiées par le cogniticien au moment de l'analyse du périmètre.

La nouvelle méthode proposée dans cet article est basée sur le cadre directeur GAMETH® pour le recueil des connaissances qui constituent l'objet d'une évaluation. En revanche, nous n'avons pas utilisé la grille d'analyse des critères proposée par Grundstein pour étudier la crucialité de la connaissance. Le choix de GAMETH® pour le recueil des connaissances à évaluer est lié à plusieurs raisons :

- GAMETH® permet d'identifier un ensemble de connaissances qui est plus informatif que celui identifié par les autres démarches. En effet, l'identification de chaque connaissance est justifiée par son rôle dans la résolution d'un problème déterminant.
- Consolider le cadre directeur GAMETH® dans différents domaines : son application dans des cas concrets permet d'améliorer la démarche induite par GAMETH® et déterminer les limites de son application. Dans le cadre de ce travail, GAMETH® est appliqué pour la première fois à un projet de conception et développement d'un système, dans le secteur automobile (Saad *et al.*, 2003).

— Niveau 2 : démarche de construction des critères et d'évaluation des connaissances sur ces critères

En analysant les démarches au niveau de la construction des critères et de l'évaluation des connaissances, nous constatons que les auteurs (Ermine, 2004 ; Ermine *et al.*, 2006 ; Grundstein, 2000 ; Pomian et Roche, 2002) proposent des critères construits d'une façon intuitive. En effet, ils n'expliquent pas comment ils ont construit et validé les critères, ni comment ils gèrent les multiples points de vue des acteurs de terrain impliqués dans le processus d'évaluation des connaissances.

Or, il est déterminant de repérer les acteurs pertinents et s'assurer qu'ils adhèrent aux critères retenus.

Par ailleurs, pour évaluer le besoin en connaissances, Tseng et Huang (Tseng et Huang, 2005) proposent de calculer la moyenne du score de chaque élément de connaissance en fonction d'évaluations données par chaque analyste. Celui-ci évalue l'importance d'une connaissance donnée par rapport à son importance pour chaque problème qu'il identifie. Ensuite, la moyenne des différentes évaluations est calculée pour tous les analystes. De plus, ces derniers proposent des échelles quantitatives pour déterminer le poids de chaque connaissance. Or, l'utilisation de ce type d'échelle n'est pas recommandée pour évaluer les connaissances, les informations qui y sont liées sont imprécises et qualitatives. De ce fait, nous estimons que le recours à des mesures quantitatives n'a pas de réel intérêt. Comme le souligne Moussa (Moussa, 2001) *« dans un contexte où l'évaluation implique la prise en compte des éléments de nature subjective, il est peu signifiant de vouloir faire exprimer les acteurs en termes d'écarts ou de ratios de préférences (...) l'information la plus facile à exprimer et la plus robuste qu'elle soit est donc seulement ordinale »*. Pour cette raison, nous proposons des échelles qualitatives ordinales pour évaluer les connaissances sur les critères. Chaque échelle est constituée d'échelons rangés selon l'ordre croissant des préférences des responsables. Toutefois, l'écart entre deux échelons consécutifs (comparaison des écarts du passage de 0 à 1, ..., et de 4 à 5) ne correspond pas à des mêmes variations de préférence.

La méthode proposée dans cet article est basée sur une approche d'aide à la décision multicritère (Roy, 1985). L'utilisation d'une telle approche permet de déterminer une solution satisfaisante pour tous les décideurs dans la mesure où elle les aide à se concerter

pour identifier les connaissances cruciales. L'aide multicritère à la décision nous amène ainsi à tenir compte des préférences des décideurs, qui peuvent être différentes voire conflictuelles. Elle permet également la gestion de ces multiples points de vue afin d'évaluer les connaissances. L'aide multicritère à la décision intègre aussi un certain degré de subjectivité dans l'évaluation des connaissances par rapport aux objectifs de l'entreprise, dans la mesure où elle prend en compte les différentes évaluations données par les décideurs. Il s'agit alors de construire une décision satisfaisante et non pas une décision objective optimale.

La famille de critères que nous proposons pour évaluer les connaissances est construite à partir d'une approche mixte à la fois ascendante et descendante. Nous rappelons que la différence entre les deux approches réside dans la façon dont sont construits les critères (Roy et Bouyssou, 1993).

— Approche descendante

Nous nous inspirons des trois axes du triangle systémique de Le Moigne (Le Moigne, 1977). Le modèle systémique a été sélectionné afin de construire une famille cohérente de critères selon trois points de vue : le point de vue fonctionnel qui correspond à ce que l'objet fait, le point de vue ontologique qui correspond à ce qu'est l'objet et le point de vue génétique qui correspond à ce que l'objet devient.

— Approche ascendante

L'approche ascendante consiste à construire une famille de critères à partir d'une liste d'indicateurs susceptibles d'influencer l'opinion des décideurs concernant la crucialité de la connaissance. Ces indicateurs sont désignés en aide multicritère à la décision sous le terme de « conséquence » (Roy et Bouys-

sou, 1993). La construction de la liste des conséquences élémentaires est déterminée d'une part, à partir d'une analyse bibliographique (Saad, 2005 ; Saad *et al.*, 2005) et, d'autre part à partir des informations recueillies avec les acteurs de terrain (experts et/ou décideurs). Nous avons associé à chaque critère une échelle qualitative.

3. MÉTHODE D'AIDE À L'IDENTIFICATION DES CONNAISSANCES CRUCIALES

La méthode proposée est composée de deux phases successives : une phase de construction d'un modèle de préférences des décideurs, puis une phase de classification des nouvelles connaissances à évaluer (Figure 1). La première phase consiste à déterminer des règles de décision à partir des informations préférentielles des décideurs sur un ensemble de connaissances qui constituent des exemples d'apprentissage et que nous nommons « connaissances de référence ». Les informations préférentielles sont liées à la décision d'affecter ces connaissances soit à la classe de décision « connaissances non cruciales », c'est-à-dire des connaissances qui ne nécessitent pas une opération de capitalisation, soit dans la classe « connaissances cruciales », c'est-à-dire celles qui nécessitent une telle opération. Ce modèle de préférences du (des) décideur(s) se traduit sous forme de règles de décision de type « Si conditions, alors conclusion ». Dans la deuxième phase, nous utilisons les règles de décision inférées lors de la phase précédente pour classer de nouvelles connaissances que nous nommons « connaissances potentiellement cruciales ». Ces connaissances sont identifiées par au moins un décideur comme susceptibles de faire l'objet d'une opération de capitalisa-

tion. Elles sont classifiées dans l'une des deux classes de décisions ordonnées : « connaissances non cruciales » ou « connaissances cruciales » afin d'identifier les connaissances effectivement cruciales.

La construction de cette méthode est le résultat de plusieurs expérimentations menées sur quatre projets de développement d'un système de dépollution, expérimentations qui ont été exploitées pour consolider la méthode.

3.1. Phase 1 : Construction d'un modèle de préférences des décideurs

Notre démarche de construction du modèle de préférences est composée de quatre étapes (Figure 2). La première étape consiste à définir un ensemble de « connaissances de référence ». Elle repose sur l'application du cadre directeur GAMETH® (Saad *et al.*, 2005). Dans la deuxième étape, nous analysons de façon approfondie les « connaissances de référence » pour déterminer leur localisation, leur nature, la forme sous laquelle elles existent, ainsi que leur niveau de maturité, de certitude et d'efficacité. Dans la troisième étape, nous détaillons, d'une part,

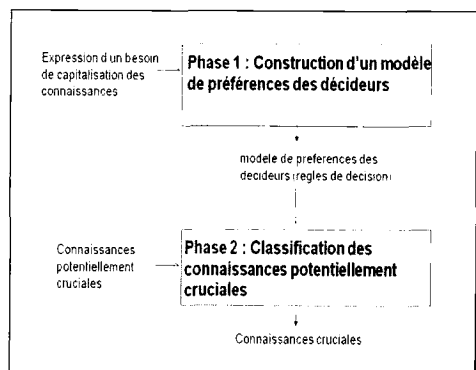


Figure 1 : Méthode d'aide à l'identification et à l'évaluation des connaissances.

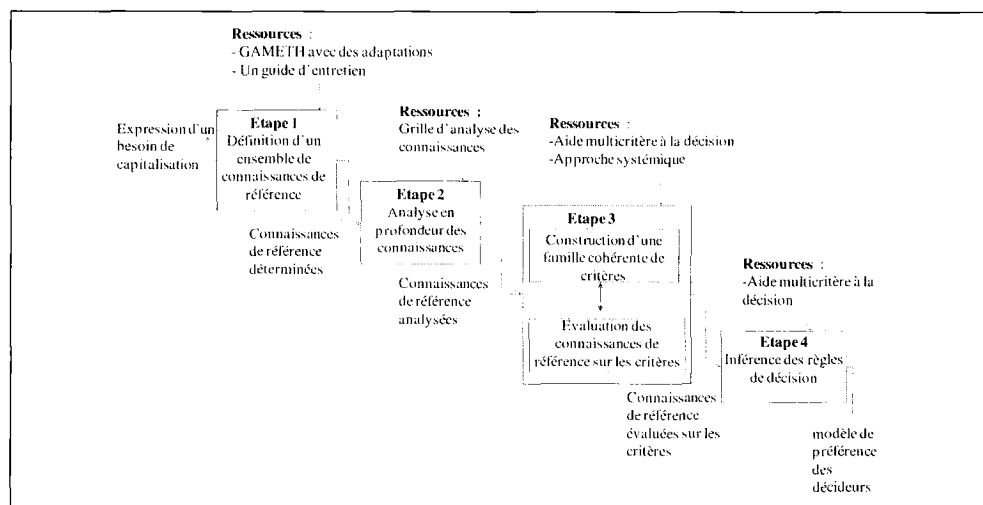


Figure 2 : Construction d'un modèle de préférences des décideurs (Phase 1).

la construction de la famille de critères issue des expérimentations et des travaux théoriques et, d'autre part, l'évaluation des connaissances sur la base de ces critères. La quatrième étape consiste à inférer des règles de décision à partir des exemples d'affectation des « connaissances de référence » dans les deux classes de décision reflétant la nécessité ou pas de capitaliser sur ces connaissances.

3.1.1. Etape 1 : Définition d'un ensemble de « connaissances de référence »

Compte tenu de la masse des connaissances produites et utilisées au cours d'un projet de développement d'un système, il est difficile de toutes les analyser et les évaluer. Le décideur, aidé par l'homme d'étude, va choisir un échantillon d'apprentissage qui inclut un nombre adéquat d'exemples représentatifs pour chaque classe de décision déterminée : « connaissances non cruciales » et « connaissances cruciales ». Pour se conformer à la terminologie utilisée en aide multicritère à la décision (Greco *et al.*, 2001), nous appelons cet ensemble d'apprentissage, en

semble de « connaissances de référence ». Cet ensemble est utilisé pour inférer des règles de décision à partir des préférences des décideurs. Ces règles permettent ensuite de classer de nouvelles connaissances. L'identification de cet ensemble s'appuie sur le cadre directeur GAMETH® adapté au projet de développement automobile (Saad *et al.*, 2005). Dans la première étape, nous décrivons le modèle organisationnel correspondant au projet de développement. Dans la deuxième étape, nous identifions les processus sensibles. Dans la troisième étape, nous présentons la modélisation et l'analyse des processus sensibles ainsi que l'analyse des « activités critiques » associées à chacun de ces processus. Dans une quatrième étape, nous présentons l'identification des sources de connaissances et leur localisation.

3.1.2. Etape 2 : Analyse en profondeur des « connaissances de référence »

Nous caractérisons les connaissances, c'est-à-dire profondeur, tacite/explicite (Polanyi, 1966 ; Nonaka et Takeuchi, 1995), spécificité, accessibilité, niveau de validation,

efficacité, qualité, transférabilité (Davenport et Prusak, 1998), etc. Citons l'exemple de l'évaluation d'une connaissance selon le critère « rareté ». L'expert a tendance à dire que la connaissance n'est pas « rare » et qu'on peut la trouver chez un autre constructeur. Or, suite à une analyse approfondie, nous avons constaté qu'en réalité cette connaissance est « rare » à cause de sa spécificité vis-à-vis de chaque constructeur automobile. En conséquence, il est recommandé de poser des questions plus approfondies aux acteurs pour vérifier si la connaissance est spécifique à l'entreprise.

3.1.3. Etape 3 : Construction d'une famille cohérente des critères

Dans la mesure où notre objectif est de qualifier les connaissances, nous nous sommes appuyés sur la théorie des ressources qui tire ses fondements de la richesse des travaux de Penrose (Penrose, 1959). Dans ses travaux, elle met en exergue le rapport entre les connaissances de l'entreprise, et le maintien et l'amélioration du niveau de performance de celle-ci. Cependant, Lorino (Lorino, 2000) explique dans ses travaux qu'il est difficile de déterminer directement l'influence d'une ressource sur les performances de l'entreprise : *« Alors qu'il est difficile de répondre à la question : « comment telle ressource influe-t-elle sur telle performance stratégique ? », il est plus aisé de répondre aux deux questions : « comment tel processus influe-t-il sur telle performance stratégique ? », et « comment telle ressource influe-t-elle sur tel processus ? »*. De même, dans le contexte de la conception d'un produit, Barthélemy (Barthélemy, 1999) explique que *« le positionnement du processus de conception, en amont, le rend plus « éloigné » de la sanction du marché. Les mesures comptables qu'on peut appliquer*

pour l'évaluer ne peuvent donc pas être rapidement ou directement confrontées au profit qu'engendrent les activités évaluées ». Nous constatons qu'il est difficile de mesurer d'une façon quantitative la contribution d'une ressource, et plus particulièrement d'une connaissance, aux performances de l'entreprise.

Pour dépasser cet obstacle, nous nous sommes inspirés des trois axes du triangle systémique de Le Moigne (1977). Le modèle systémique a été sélectionné afin de construire une famille cohérente de critères selon trois points de vue (cf. Figure 3) : (1) le point de vue ontologique qui correspond à ce qu'est l'objet, (2) le point de vue génétique qui correspond à ce que l'objet devient et (3) le point de vue fonctionnel qui correspond à ce que l'objet fait. Ces différents points de vue correspondent à ce qui suit :

- **Le point de vue ontologique** consiste à déterminer des critères liés aux caractéristiques de la connaissance dans le but d'étudier sa vulnérabilité (cf. Annexe A).
- **Le point de vue génétique** consiste à prédire la durée d'usage de la connaissance dans l'entreprise selon les objectifs à moyen et à long terme de l'entreprise (courte = 1 ; moyenne = 2 ; longue = 3).
- **Le point de vue fonctionnel** consiste à déterminer le degré de contribution d'une connaissance aux objectifs de l'entreprise. Nous présentons ci-dessous les algorithmes développés pour déterminer le degré de contribution d'une connaissance aux objectifs de l'entreprise.

Nous avons proposé un modèle (cf. Figure 4) permettant de calculer le degré de contribution d'une connaissance aux objectifs de l'entreprise. Une connaissance peut ne contribuer à aucun processus comme elle

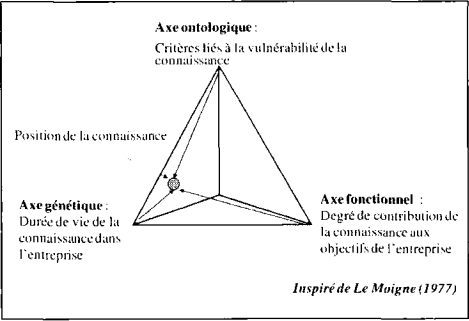


Figure 3 : Le modèle de qualification d'une connaissance.

peut contribuer à plusieurs processus. Un processus contribue à un ou plusieurs projets et un projet contribue à un ou plusieurs objectifs.

En collaboration avec les responsables du projet de l'entreprise, le cogniticien détermine, au cours d'une séance de brainstorming, la liste des objectifs, des projets et des « processus essentiels » mobilisés dans ces projets. Les processus essentiels sont les processus principaux pour chaque projet.

Le degré de contribution de la connaissance aux objectifs de l'entreprise est calculé en trois étapes. La première étape consiste à évaluer le degré de contribution d'une connaissance aux processus, la deuxième étape permet d'évaluer le degré de contribution de chaque processus à chaque projet, et la troisième étape consiste à évaluer le degré de contribution de chaque projet à chaque objectif.

Nous proposons un algorithme pour le calcul du degré de contribution de chaque

connaissance par rapport à chaque objectif. La nature ordinale des échelles utilisées interdit toute agrégation additive. Il semble donc naturel d'utiliser l'opérateur « *min* » ou l'opérateur « *max* ». L'algorithme proposé est construit et validé à partir d'une synthèse des différents raisonnements donnés par les acteurs au cours des expérimentations menées chez PSA Peugeot Citroën. Cet algorithme consiste à maximiser le degré de contribution minimale d'une connaissance à chaque objectif noté :

$$\text{Max}_{p \in P} \text{Min}_{e \in p} v(e)$$

où P désigne l'ensemble des chemins de K_i à O_j et $v(e)$ est la valuation de l'arc e du chemin p désignant le degré de contribution d'une connaissance à un processus ou d'un processus à un projet ou un projet à un objectif. On évalue ainsi un chemin par le degré minimal le long de ses arcs et on cherche ensuite le chemin d'évaluation maximale. En effet, les acteurs évaluent le degré de contribution d'une connaissance à un objectif donné en cherchant le chemin (séquence de contributions) le long duquel la plus petite contribution est maximale. Cette attitude prudente s'explique par la prise en compte de l'imprécision et l'incertitude liées aux valeurs attribuées par les acteurs, ainsi que l'état d'avancement de certains projets. Ainsi, les différentes composantes d'une séquence de contributions sont aussi décisives les unes que les autres. On peut donc rapprocher la notion de contribution à la notion de capacité d'un arc utilisée en recherche opération-

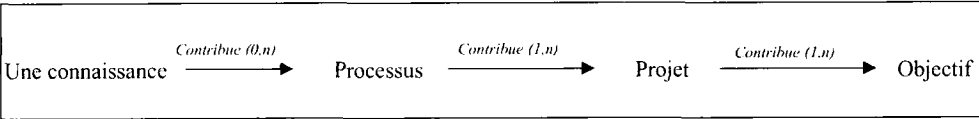


Figure 4 : Le modèle de calcul du degré de contribution d'une connaissance aux objectifs.

nelle pour trouver le flot maximal par exemple².

— Le principe de l'algorithme

L'algorithme proposé est constitué de deux étapes :

- **Étape 1** : nous déterminons dans cette étape le degré de contribution (Connaissance → Projet). Pour chaque projet nous procédons de la manière suivante : on énumère tous les chemins possibles (Connaissance → Processus → Projet) et on retient ensuite le chemin qui maximise le degré minimal de contribution de la connaissance par rapport à chaque projet.
- **Étape 2** : nous procédons de la même façon mais en utilisant cette fois le sous-graphe obtenu lors de la première étape. Nous énumérons tous les chemins possibles (Connaissance → Projet → Objectif) et nous sélectionnons ensuite celui qui maximise le degré de contribution minimal de la connaissance à l'objectif.

Au niveau de chaque arc du modèle, un ou plusieurs acteurs peuvent intervenir. Nous proposons pour cela trois opérateurs d'agrégation :

- « *min* » : il tend à privilégier l'acteur le plus sceptique et à donner ainsi une forte légitimité aux valeurs faibles. Il conduit à rechercher la valeur :

$$\text{Max}_{p \in P} \text{Min}_{e \in p} \text{Min}_{d \in D} v^d(e),$$

où $D = d_1, \dots, d_i$ désigne l'ensemble des décideurs.

- « *médiane* » : il tend à privilégier une notion de « moyenne » et éviter ainsi d'ac-

corder trop d'importance à une opinion isolée. Il conduit à chercher la valeur :

$$\text{Max}_{p \in P} \text{Min}_{e \in p} \text{Mediane}_{d \in D} v^d(e),$$

- « *max* » : il tend à privilégier l'acteur le plus optimiste et à donner ainsi une forte légitimité aux valeurs élevées. Il conduit à rechercher la valeur :

$$\text{Max}_{p \in P} \text{Min}_{e \in p} \text{Min}_{d \in D} v^d(e),$$

Le choix de l'un ou l'autre de ces opérateurs ne peut se faire qu'en concertation avec les différents décideurs.

3.1.4. Étape 4 : Procédure d'inférence des règles de décision

Nous proposons une procédure itérative permettant d'inférer des règles de décision collectivement acceptées par les décideurs. Les différentes étapes de la procédure sont présentées dans la Figure 5. En s'appuyant sur l'ensemble des n « connaissances de référence » et les deux classes de décisions définies, la première étape consiste à déterminer avec chaque décideur des exemples d'affectation de ces « connaissances de référence » dans les deux classes de décision « connaissances non cruciales » et « connaissances cruciales ». La deuxième étape permet alors d'inférer un ensemble de règles pour chacun des exemples d'affectation déterminé dans l'étape précédente. La troisième étape consiste à modifier les exemples d'affectation ou bien les critères avec le décideur concerné, si des incohérences sont détectées dans l'ensemble des règles relatif à chaque décideur. La dernière étape consiste à déterminer, après concertation avec les décideurs, une base de règles collectivement acceptée.

² Voir par exemple (Gondran et Minoux, 1995).

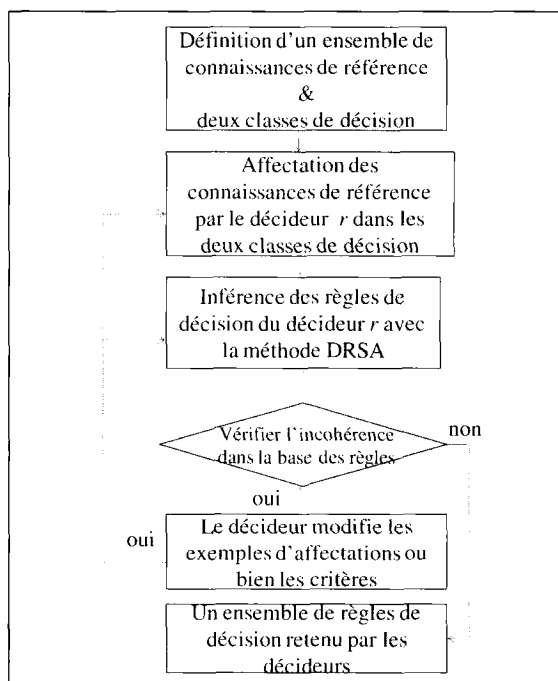


Figure 5 : La procédure d'inférence des règles de décision.

Nous présentons ci-dessous, la détermination des exemples d'affectation des « connaissances de référence » dans les deux classes de décision, puis l'inférence des règles de décision correspondant à chaque décideur. Nous déterminons enfin les règles collectivement acceptées par les différents décideurs.

a. Détermination des exemples d'affectation des « connaissances de référence » dans les deux classes de décision

Au cours de cette étape, en fonction des évaluations des connaissances sur les différents critères, l'homme d'étude demande à chaque décideur d'affecter les « connaissances de référence » à l'une des deux classes de décision ordonnées :

- **CI1** : classe de décision « **connaissances non cruciales** » correspondant à des

connaissances qui ne se révèlent pas nécessaires à capitaliser ;

- **CI2** : classe de décision « **connaissances cruciales** » correspondant à des connaissances qui se révèlent nécessaires à capitaliser.

Chaque décideur affecte les « connaissances de référence » à l'une des deux classes de décision, classe des « connaissances non cruciales » ou classe des « connaissances cruciales ». Nous obtenons un nombre de tableaux de décision égal au nombre des décideurs. Chaque tableau de décision (cf. Tableau 1) contient les valeurs $f(K_i, g_j)$ correspondant à l'évaluation de chaque connaissance K_i sur chaque critère g_j ainsi que son affectation dans l'une des deux classes de décision. Le tableau de décision correspondant à un décideur est constitué de n lignes et $m+1$ colonnes. Chaque ligne correspond à

		Critères				Décision
		g_1	g_2		g_m	
Connaissances de référence	K_1	$f(K_1, g_1)$	$f(K_1, g_2)$		$f(K_1, g_m)$	décision 2
	K_2	$f(K_2, g_1)$	$f(K_2, g_2)$		$f(K_2, g_m)$	décision 1
	K_n	$f(K_n, g_1)$	$f(K_n, g_2)$		$f(K_n, g_m)$	décision 2

Tableau 1 : Structure d'un tableau de décision pour un décideur donné.

l'une des n « connaissances de référence » qu'on désire classer, caractérisée par m critères. La dernière colonne correspond à la décision prise par le décideur pour chaque « connaissance de référence ».

b. Inférence des règles de décision correspondant à chaque décideur

A partir des tables de décision, l'homme d'étude détermine, pour chaque décideur, les règles de décision correspondant à ses exemples d'affectations. L'homme d'étude analyse, avec chaque décideur, l'ensemble des règles inférées à partir des exemples d'affectation donnés par chacun d'entre eux. Il vérifie tout d'abord s'il existe des incohérences dans la base des règles. L'origine des incohérences peut provenir :

- de l'hésitation du décideur au moment de l'affectation de la connaissance dans une classe de décision ;
- du changement de point de vue du décideur au cours du processus de décision. Lors des expérimentations sur le terrain, nous avons constaté que le décideur pouvait changer d'avis concernant l'évaluation d'une connaissance sur un critère donné (par exemple en fonction de l'état de validité de la connaissance) ;
- de l'incohérence de la famille de critères : un critère manquant, un critère en trop. Une fois l'origine de l'incohérence déterminée, l'homme d'étude la corrige avec le décideur. Il procède de manière itérative tant que des incohérences sont identifiées dans la base de règles, et tant que le décideur a l'intention de modifier les exemples d'affectation et/ou les critères. Ce processus itératif permet alors d'obtenir une meilleure compréhension des règles de décision choisies par chaque décideur. L'analyse de ces règles peut se faire au cours de réunions individuelles d'une durée moyenne de deux heures¹. Pour chaque décideur, deux types de règles de décision sont déterminés, les règles couvrant les connaissances appartenant avec certitude à la classe de décision « connaissances cruciales » et les règles couvrant les connaissances qui peuvent appartenir à la classe « connaissances cruciales ». Parmi ces règles, l'homme d'étude ne doit retenir que celles couvrant les « connaissances cruciales » appartenant avec certitude à la classe de décision « connaissances cruciales ». Après une analyse des différentes règles inférées, un ensemble de règles est retenue pour chaque décideur.

¹ La durée de l'entrevue peut varier en fonction de la taille des règles de décision inférées et de leur qualité d'approximation.

c. Détermination des règles collectivement acceptée

L'homme d'étude définit un ensemble de règles unique correspondant à l'ensemble des règles collectivement acceptées par les décideurs à partir des règles de décision retenues pour chacun d'eux. La construction de cet ensemble est basée sur une approche constructive qui s'appuie sur les travaux de Belton et Pictet (Belton et Pictet, 1997). Nous utilisons la technique de « comparaison » proposée par Belton et Pictet. Ainsi, il aide les décideurs à se concerter pour déterminer un ensemble collectivement accepté, à partir des différentes règles retenues par chacun d'eux. La qualité de l'ensemble de ces règles doit être vérifiée en les testant sur des exemples d'affectation des nouvelles connaissances par les mêmes décideurs. Une règle de décision a la forme suivante :

$$\text{Si } f(x, g_j) \geq rg_j \quad \forall j \in \{1, \dots, m\} \\ \text{alors } x \in Cl2,$$

Avec :

$g_1, \dots, g_m$ est une famille de critères

$(rg_1, \dots, rg_m) \in V_{g_1} \times \dots \times V_{g_m}$ sont les valeurs d'évaluation d'une connaissance sur les critères.

Cl2 est la classe de décision dont les connaissances nécessitent avec certitude une opération de capitalisation.

3.2. Phase 2 : Classification des connaissances potentiellement cruciales

Dans cette deuxième phase, l'homme d'étude utilise le modèle de préférences (les règles de décision) des décideurs déterminé dans la phase 1, pour affecter de nouvelles connaissances aux deux classes de décision

Cl1 : « connaissances non cruciales » et Cl2 : « connaissances cruciales ». Ces nouvelles connaissances sont produites et/ou mobilisées dans le projet d'étude (projet à partir duquel a été repéré l'ensemble des « connaissances de référence ») ou bien dans des projets de développement de systèmes similaires (exemple : projets correspondant à l'évolution du système ou bien à sa mise en série).

La phase 2 est composée de quatre étapes (Figure 6). La première étape consiste à identifier un ensemble de connaissances susceptibles de faire l'objet d'une opération de capitalisation. Nous appelons ces connaissances « connaissances potentiellement cruciales », par analogie avec le terme « actions potentielles » utilisé en aide multicritère à la décision (Roy et Bouyssou, 1993). Dans la deuxième étape, le cognitifien analyse en profondeur ces connaissances. Nous proposons pour cette étape la même grille d'analyse (cf. §3.1.2 Etape 2) que celle présentée pour les « connaissances de référence ». La troisième étape consiste à évaluer ces connaissances sur les critères déterminés dans la phase 1. Enfin, la quatrième étape consiste à affecter les connaissances aux classes de décision afin d'obtenir l'ensemble des connaissances effectivement cruciales. En effet, pour identifier les connaissances cruciales, l'homme d'étude construit « le tableau de performance » contenant l'évaluation des connaissances potentiellement cruciales sur chacun des critères. Considérons l'ensemble $\{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ des « connaissances potentiellement cruciales » et l'ensemble $\{g_1, \dots, g_m\}$ des m critères formant une famille cohérente de critères notée F . On appelle tableau de performance de $\{K_1, K_2, \dots, K_n\}$ sur F , le tableau contenant les valeurs $f(K, g_i)$ pour tout g_i appartenant à F et pour tout K appartenant à $\{K_1, K_2, \dots, K_n\}$. Les valeurs $f(K, g_i)$ sont définies comme codage

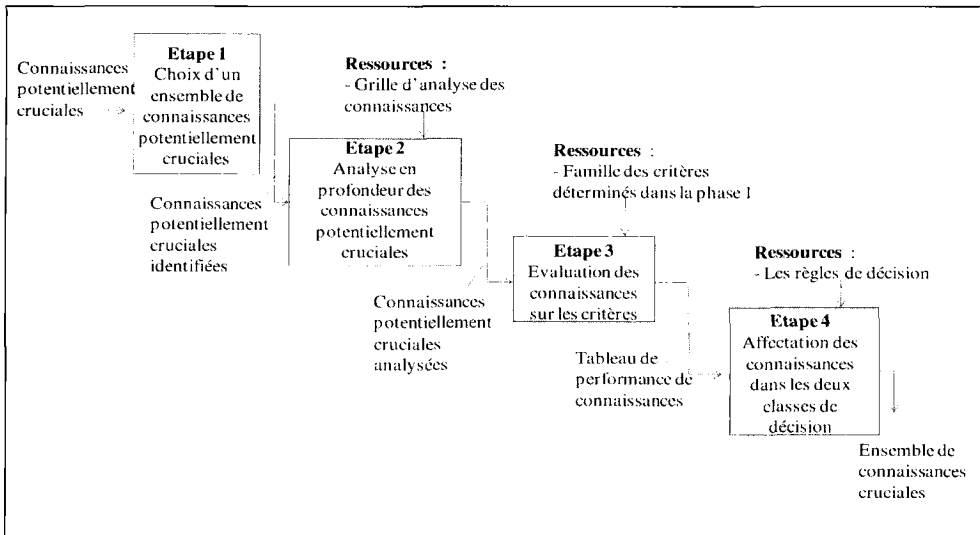


Figure 6 : Classification des « Connaissances potentiellement cruciales » (Phase 2).

d'une échelle qualitative ordinale. Chacune des connaissances notée K est caractérisée par les performances qu'elle obtient sur les m critères de F , notées : $f(k) = (f(K, g_1), \dots, f(K, g_m))$. Dans un processus de décision, le tableau de performance est déterminant pour les décideurs car il leur permet d'avoir une vision synthétique des performances des connaissances sur les différents critères.

Lors de cette étape, pour chaque connaissance, on recherche s'il existe une règle qui couvre son vecteur de performance. Il s'agit d'affecter chaque connaissance potentiellement cruciale K_i (avec i variant de 1 à n), caractérisée par les performances $(f(K_i, g_1), f(K_i, g_n))$, à l'une des deux classes de décision suivantes : C11 : « connaissances non cruciales » et C12 : « connaissances cruciales ». Une connaissance potentiellement cruciale est considérée comme effectivement cruciale si une règle de décision dont les prémisses s'apparient avec l'évaluation de ces connaissances sur les critères. Nous donnons, à partir des études de cas que nous avons menées sur le terrain, un exemple d'une règle de décision

caractérisant la classe de décision « connaissances cruciales ». Parmi les règles de décision retenues nous présentons la règle suivante :

Règle : Si la connaissance est au minimum « peu substituable » ET au minimum « rare » ET sa contribution à la « pérennité de la position concurrentielle de l'entreprise » est au minimum « importante » Et sa durée d'usage est au minimum « moyenne », Alors la connaissance est une « connaissance cruciale ».

Autrement dit, cette règle signifie qu'une connaissance est considérée cruciale dans la mesure où elle est rare, que nous ne pouvons pas la remplacer par une autre connaissance, qu'elle a une influence importante sur la pérennité de l'entreprise et qu'elle est encore utile pour l'entreprise.

A la suite de l'application de notre méthode nous obtenons les résultats suivants :

- la liste des acteurs internes de l'entreprise qui possèdent des connaissances cruciales facilement explicites ;
- la liste des acteurs internes de l'entreprise qui possèdent des connaissances cru-

ciales difficilement explicites (transférable dans l'action) ;

- les références des sources de connaissances cruciales explicites (format papier ou sous format électronique) ;
- la liste des fournisseurs et des prestataires qui ont collaboré dans le cadre d'un projet et qui possèdent des connaissances cruciales.

4. APPLICATION

Notre recherche a été menée chez le constructeur automobile PSA Peugeot Citroën. Elle a été lancée après une expérience de préservation des connaissances menée dans le cadre du développement du FAP (Filtre à Particule). Les coûts de préservation et d'actualisation des connaissances ont soulevé la question de justification du choix d'investissement dans les opérations de capitalisation sur les connaissances. C'est à cette occasion que la méthode présentée précédemment a été développée et expérimentée.

Par la suite, nous présentons le contexte de développement de la méthode, son expérimentation sur plusieurs générations du FAP et les enseignements tirés du cas PSA Peugeot Citroën.

4.1. Contexte

Le projet de développement de la première génération du système FAP a été lancé dans les années 90. Le système FAP est un système constitué des trois composants suivants :

- un support filtrant en carbure de silicium associé à un catalyseur placé en

amont et des capteurs de contrôle de la température et de la pression ;

- un logiciel de commande et de contrôle du moteur HDI, intégré dans le calculateur « common rail ». Ce logiciel permet le pilotage de la régénération du filtre et constitue le cœur du système ;
- un système d'additivation du carburant qui injecte dans le réservoir, à chaque plein, les quantités appropriées d'additif.

Plusieurs connaissances ont été créées au cours du projet de développement du système FAP. Ces connaissances sont issues de l'interaction entre des acteurs (ingénieurs, techniciens, cadres) appartenant à des métiers distincts (contrôle moteur diesel, électronique, marketing, juridique, qualité, etc.) et ayant des localisations géographiques distinctes (La Garenne, Vélizy, Belchamp, etc.). Ces connaissances sont aussi le résultat de la collaboration avec des sous-traitants et des laboratoires de recherche.

Les connaissances relatives au développement du système FAP sont composées des :

- connaissances nécessaires à la spécification des paramètres d'un composant devant être dimensionné. Les connaissances peuvent être formalisées sous forme de règles à appliquer, de formules de calcul, de critères de (re)dimensionnement ;
- connaissances nécessaires à la réalisation d'un choix de conception.

PSA a lancé une première opération de préservation des connaissances produites et utilisées au cours du projet de développement du système FAP_x⁺, afin de transmettre une partie de ces connaissances techniques aux :

⁺ Durée du projet FAP_x : 1998-2001.

- plate-formes projets, pour les aider à implanter le système FAP sur de nouveaux véhicules ;
- projets chargés de la définition des nouveaux systèmes FAP_y⁵, FAP_z⁶ et FAP_w⁷, en intégrant de nouvelles technologies.

Les connaissances créées au cours du projet FAP_x ont été acquises et modélisées par des ingénieurs de la connaissance, en collaboration avec les principaux acteurs du projet et un responsable qualité. La méthode MKSM a été utilisée pour préserver les connaissances sous forme d'un « livre de connaissances ». Ce livre avait pour objectif la préservation des savoirs et savoir-faire liés au développement du système FAP_x pour des moteurs diesel. Cette opération de préservation a nécessité des ressources financières jugées élevées. Après un an, une mise à jour du « livre de connaissances » est apparue nécessaire car certaines connaissances étaient devenues obsolètes avant même la fin du projet. Rappelons que ce phénomène d'obsolescence rapide de la connaissance est accru en conception, dans la mesure où les connaissances sont souvent parcellaires au début du projet (Perrin, 2001). Une deuxième sollicitation des acteurs de terrain a donc été nécessaire pour la construction d'un nouveau « livre de connaissances ». L'étude de la deuxième version de ce livre montre que de nouvelles connaissances ont été ajoutées, d'autres modifiées et/ou supprimées. Nous observons que le coût du processus de capitalisation des connaissances est élevé, dans la mesure où il faut ac-

quérir la connaissance auprès de ses détenteurs, la préserver, la rendre accessible, puis la mettre à jour.

Compte tenu du coût des opérations de capitalisation et des ressources limitées dont elle dispose, PSA Peugeot Citroën doit concentrer l'investissement réalisé sur les connaissances qu'elle qualifie de « connaissances incontournables », afin de les rendre accessibles à ceux qui en ont besoin. Il s'agit pour elle de ne pas perdre ce type de connaissances, de préserver les retours d'expériences sur les projets, et de transférer ces connaissances aux jeunes ingénieurs peu expérimentés. Ainsi, la problématique de PSA Peugeot Citroën est de déterminer les connaissances incontournables mobilisées et produites dans la réalisation de projets de développement de produits automobiles. La méthode que nous proposons doit être adaptée à une utilisation répétitive dans des projets de développement de produits similaires. Elle doit permettre aux responsables des projets de justifier quelles connaissances doivent être préservées et partagées. Le choix de ces connaissances résulte d'un processus de décision collectif avec confrontation des multiples points de vue des décideurs du projet. Nous qualifions ces connaissances de « connaissances cruciales ».

4.2. Application de la méthode

Dans cette section, nous présentons l'application de la méthode que nous avons développée pour identifier les connaissances qui sont cruciales. Dans la mesure où nous avons travaillé uniquement sur les projets de

⁵ Durée du projet FAP_y : 2000-2003.

⁶ Projet FAP_z : 2001-2004.

⁷ Projet FAP_w : 2002-2005.

Décideur	Rôle
Décideur 1	Responsable de l'implantation du système FAP sur différents types de moteur.
Décideur 2	Responsable du système de dépollution diesel et de l'amélioration de la conception du système de dépollution FAP.
Décideur 3	Responsable de l'intégration des nouvelles technologies dans le système FAP et de la coopération avec d'autres partenaires (coopération faite dans le cadre du projet FAP).
Décideur 4	« Noyau dur » du projet de développement du système FAP.
Décideur 5	Responsable du projet recherche innovation FAP qui a pour rôle l'intégration des nouvelles technologies et l'amélioration du système FAP.
Décideur 6	Responsable de tous les aspects chimiques liés au système FAP : chargement du filtre, combustion des suies et encrassement du filtre.

Tableau 2 : Rôle des acteurs impliqués dans le projet de développement du système FAP.

développement du système FAP notés : FAP_x , FAP_y , FAP_z et FAP_w , nous avons exploité les règles de décision déterminées collectivement dans la phase 1 de la méthode, pour classer des connaissances potentiellement cruciales. Nous nous sommes appuyés sur le système FAP_y , en utilisant les retours d'expérience du système FAP_x . Notons que le système FAP_y est une amélioration du système FAP_x . Nous avons aussi travaillé sur les projets FAP_z et FAP_w , en cours de développement au moment de notre intervention. Ces derniers constituent des évolutions technologiques par rapport au FAP_y .

Nous avons testé la méthode sur 34 « connaissances potentiellement cruciales » mobilisées dans le cadre des projets de développement du système FAP. Nous avons mené 40 entretiens individuels en face à face avec les experts et 6 responsables des projets pour analyser les connaissances et les évaluer (cf. Tableau 2).

Dans un premier temps, nous décrivons la construction du modèle de préférences des décideurs. Dans un deuxième temps, nous présentons l'application du modèle de préférences pour classer des connaissances potentiellement cruciales.

4.2.1. Phase 1 : Construction d'un modèle de préférences des décideurs

4.2.1.1. Etape 1 : Définition d'un ensemble de « connaissances de référence »

Au début de notre recherche, nous avons consulté plusieurs types de sources d'information tels les documents techniques, les brevets, les documents qualitatifs, les comptes rendus des réunions et les deux « livres de connaissances », afin d'appréhender le domaine d'étude. Nous avons été amenés à comprendre le fonctionnement d'autres systèmes en interaction avec le système FAP, comme par exemple le moteur diesel. Ce travail préalable est long et peut paraître fastidieux, mais il est le garant d'une bonne compréhension du domaine et favorise, en aval, les contacts avec les acteurs de terrain. Ce n'est qu'après cette étape préliminaire que nous nous sommes rendus sur le terrain pour interviewer les différents experts, en nous appuyant sur le guide d'entretien. Le guide d'entretien a été construit à partir des besoins nécessaires pour mettre en œuvre la démarche GAMETH® et a été complété et va-

lité au fur et à mesure des entretiens avec les experts.

– Définition d'un modèle organisationnel

Nous avons mené une étude organisationnelle du projet de développement du FAP_y, consistant à définir le périmètre d'étude. Nous avons identifié d'une part les différents métiers et projets (exemple : implantation du FAP sur les deux types de moteurs DV10 et DW12) qui interagissent avec le projet de développement du système FAP_y en interne, et d'autre part les interactions avec les fournisseurs et les partenaires.

– Identification des processus sensibles

Nous avons identifié les processus sensibles avec l'aide du « noyau dur » du projet et la participation des responsables des métiers impliqués dans le projet de développement du système FAP_y. Il s'agit notamment du responsable des systèmes de dépollution, des responsables des plates forme des projets d'implantation du système FAP sur différents types de moteur, et du responsable du partenariat avec d'autres constructeurs automobiles dans le cadre de ce projet. Après plusieurs réunions et un échange de mails, quatre processus sensibles ont été identifiés. Le choix des processus sensibles est justifié par l'impact de ces processus sur la qualité du système FAP : un bon choix du support filtrant, de l'additif, et une amélioration des stratégies du système permettent d'améliorer sa fiabilité. Citons à titre d'exemple le processus sensible : « Choix de support filtrant ».

– Modélisation et analyse des processus sensibles

Au cours de nos expérimentations, nous avons représenté les processus sensibles avec le « modèle quatre pages ». Ce modèle est

utilisé chez PSA pour décrire des processus de conception sous forme de procédure. Il permet aux différents projets (projet moteur, projet système FAP, autres projets) d'accéder à travers Intranet, aux représentations des processus de chaque projet afin de vérifier les contraintes qu'ils doivent prendre en considération. Citons à titre d'exemple certains paramètres du système FAP qui sont déterminés en fonction des caractéristiques du moteur. Le « modèle quatre pages » donne une vision globale des processus de conception. Il permet aux acteurs de se situer dans le flot des grandes activités de conception. Ce type de représentation est indépendant de la structure de l'organisation, puisqu'il utilise les rôles nécessaires pour mener les activités et non les fonctions des acteurs.

Le « modèle quatre pages » est pratique à utiliser avec un nombre très restreint d'acteurs, de 1 à 3 acteurs, car ce modèle n'est pas supporté par un outil. Il est pratiquement impossible de réunir l'ensemble des acteurs pour représenter les processus, d'autant plus que la problématique de capitalisation des connaissances n'est pas la première préoccupation des experts des métiers techniques. Une manière de surmonter ce problème consiste à procéder par entretiens individuels. Néanmoins il faudra toujours valider la représentation du processus avec l'ensemble des participants.

La modélisation du processus sensible « Conception et méthodologie de calibration de superviseur » a permis d'identifier les activités critiques associées à ce processus. L'identification des activités critiques a été menée au cours des réunions individuelles avec les différents acteurs impliqués dans le processus sensible. La liste de ces activités a ensuite été validée par eux lors d'une deuxième série d'entretiens.

– Identification des sources de connaissances

Au cours de cette étape, nous avons identifié les sources de connaissances nécessaires pour chaque activité critique liée aux différents processus sensibles. Nous avons identifié les connaissances manquantes ou mal maîtrisées nécessaires pour la résolution des problèmes déterminants. L'analyse de l'activité critique « proposer des stratégies liées au superviseur FAP_y » montre que l'amélioration des stratégies liées au superviseur nécessite, entre autres, la connaissance relative à « l'adaptation d'un modèle cinétique chimique au contexte de PSA ». Cette connaissance permet de substituer des essais de roulage par des simulations numériques. En effet, pour améliorer les stratégies liées au superviseur, il faut déterminer avec exactitude la masse des particules dans le filtre et, par conséquent, disposer d'un modèle pour prédire avec exactitude cette masse de particules. La connaissance relative à « l'adaptation d'un modèle cinétique chimique au contexte de PSA » est en partie détenue par un expert et en partie formalisée dans des comptes rendus et localisés dans le métier B. Le gestionnaire de la connaissance est l'expert Z. Cette connaissance est incomplète.

4.2.1.2. Etape 2 : Analyse en profondeur des « connaissances de référence »

Dans la mesure où notre objectif est de qualifier les connaissances nécessitant une opération de capitalisation, nous avons analysé et caractérisé celles mobilisées dans notre projet d'étude.

Exemple : Analyse de la « connaissance relative au choix du matériau et à la structure du média filtrant ».

Pour s'assurer d'un bon choix du matériau et de la structure du média filtrant, il faut que la filtration soit efficace quelles que soient les conditions de roulage. Le choix de la structure du média filtrant intègre les contraintes de fonctionnement moteur, de l'implantation et du stockage des suies et des résidus. Cette connaissance est basée sur de nombreuses expérimentations et sur les connaissances d'un expert. Elle est inachevée car elle est en cours de validation. Elle est en partie formalisée dans des comptes rendus et localisée dans le métier B. Le gestionnaire de la connaissance est l'expert Z. Cette connaissance est incomplète.

4.2.1.3. Etape 3 : Construction d'une famille cohérente des critères

Les différents projets de développement des systèmes FAP nous ont permis de confronter notre modèle d'évaluation (Figure 3) sur le terrain. Ceci nous a permis de valider le modèle au fur et à mesure et de l'enrichir avec l'aide des acteurs de terrain.

Nous présentons, ci-dessous, l'évaluation de quelques connaissances sur ces différents critères.

– Le point de vue ontologique

Les informations recueillies auprès des experts et liées aux connaissances de référence nous ont permis d'évaluer chacune de ces connaissances sur les critères liés à la vulnérabilité (cf. Annexe A), notés : $\{g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_8\}$. Nous les avons évalués avec les acteurs qui maîtrisent la connaissance, c'est-à-dire ceux qui l'ont développée et/ou l'utilisent. Lorsque la connaissance est développée par plusieurs experts, nous recueillons dans un premier temps les informations auprès de ceux-ci et nous demandons ensuite au décideur d'évaluer la connaissance sur les critères.

Exemple : La connaissance notée K1 : « connaissance relative aux différentes caractéristiques qui existent entre la loi de commande FAP et le reste des lois de commandes CMM » est « très complexe ». La maîtrise de cette connaissance dépend d'un nombre « très important » des connaissances liées :

- à la loi de commande EGR (Exhaust Gaz Recirculation),
- à la loi de commande CAN (Controller Area Network),
- à la loi de commande boîte de vitesse,
- au système d'injection,
- aux lois de commande FAP.

Il y a une dépendance « importante » entre les connaissances relatives aux lois de commande citées ci-dessus. Pour maîtriser « la connaissance relative aux différentes caractéristiques existant entre la loi de commande FAP et le reste des lois de commandes CMM », il faut maîtriser à la fois les différentes interactions qui existent entre les lois de commande (le système FAP interagit avec de nombreux systèmes : boîte de vitesse, injection, suralimentation, jauge, etc.), et les interactions avec le fonctionnement du système FAP.

– Le point de vue génétique

Nous avons recueilli des informations auprès des responsables pour prédire la durée d'usage de chaque connaissance de référence en fonction des objectifs de l'entreprise. Le critère lié à la durée d'usage de la connaissance est noté g_{15} .

Exemple 1 : La « connaissance relative au dosage de l'additif » a une durée d'usage qualifiée de « moyenne », car elle est liée à la durée de vie du système FAP première génération, les nouvelles générations du système FAP étant sans additif.

– Le point de vue fonctionnel

Après plusieurs réunions avec les six responsables (cf. Tableau 2), nous avons retenu :

- 4 projets : les projets FAP_x, FAP_y, FAP_z et FAP_w;
- 10 processus essentiels : 7 processus mobilisés dans les quatre projets et 3 processus spécifiques à certains de ces projets ;
- 6 objectifs de l'entreprise identifiés dans le cadre des quatre projets FAP.

Compte tenu des responsabilités des acteurs sur le terrain, nous avons réalisé des entretiens individuels pour valider la liste des projets, des processus et des objectifs retenus. Nous avons traduit chaque objectif lié au projet sous forme d'un critère (cf. Annexe B).

Nous avons utilisé le modèle (Figure 4) en appliquant les trois approches :

$$\underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Min}} v^d(e), \quad \underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Max}} v^d(e)$$

$$\text{et } \underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Mediane}} v^d(e)$$

pour calculer le degré de contribution de chaque connaissance de référence à chaque objectif. Nous avons demandé à chaque décideur $d_1, \dots, d_r$ (r étant le nombre de décideurs) de déterminer les degrés de contribution de chaque connaissance à chaque processus, de chaque processus à chaque projet et de chaque projet à chaque objectif. Pour chaque arc le nombre de valeurs correspond au nombre de décideurs qui sont intervenus pour donner ces valeurs sur les différents niveaux du graphe. Lorsqu'ils n'ont pas été capables d'évaluer l'importance d'une connaissance donnée par rapport à un processus, ils nous ont orientés vers la personne susceptible de donner la valeur. Il s'agissait généralement de la personne ayant développé la connaissance ou bien l'utilisant. Dans

le cas de notre étude de cas, les responsables ont choisi de garder les résultats obtenus avec l'approche $\underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Max}} v^d(e)$ suite à l'analyse des résultats obtenus avec les trois approches.

– Illustration

Dans l'exemple illustré dans la Figure 7 en appliquant $\underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Max}} v^d(e)$ pour calculer le degré de contribution de la connaissance K_1 à l'objectif O_4 nous obtenons le résultat suivant : $VC_{K_1-O_4} = 5$.

En appliquant $\underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Min}} v^d(e)$, nous obtenons le résultat suivant : $VC_{K_1-O_4} = 3$.

En appliquant $\underset{p \in P}{\text{Max}} \underset{c \in p}{\text{Min}} \underset{d \in D}{\text{Mediane}} v^d(e)$ nous obtenons le résultat suivant : $VC_{K_1-O_4} = 4$.

Les responsables ont hésité au début entre prendre la « médiane » et le « max » des valeurs proposées par tous les décideurs. Ils considèrent que lorsque le projet est innovant comme le FAP, il est préférable de capitaliser sur un maximum d'expériences, dans la mesure où les connaissances développées sont récentes (moins de 5 ans). En revanche, pour des connaissances mobilisées dans des projets de développement de systèmes moins

innovants, les responsables préfèrent choisir la valeur « min ». En effet, dans un tel cas, ils considèrent qu'ils peuvent prendre le risque de ne pas capitaliser sur des connaissances susceptibles d'être cruciales.

Les résultats de l'évaluation de chacune des 40 « connaissances de référence » sur les différents critères de la famille $F = \{g_1, g_2, g_3, g_4, g_5, g_6, g_7, g_8, g_9, g_{10}, g_{11}, g_{12}, g_{13}, g_{14}, g_{15}\}$ ont été utilisés dans l'étape suivante pour inférer les règles de décision.

4.2.1.4. Etape 4 : Procédure d'inférence des règles de décision

a) Détermination des exemples d'affectation des « connaissances de référence » dans les deux classes de décision :

Nous avons ainsi présenté à chacun des décideurs la table de décision contenant les résultats de l'évaluation de chacune des connaissances sur les quinze critères, afin de lui permettre d'affecter ces connaissances aux deux classes de décision.

Pour inférer les règles, nous avons construit six « tables de décision » comportant les évaluations des 40 « connaissances de référence » sur les 15 critères ainsi que les

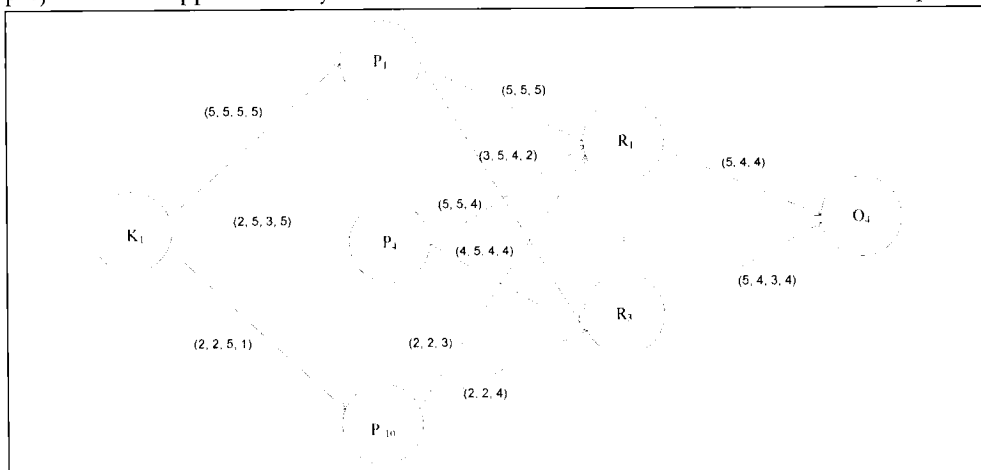


Figure 7 : Calcul du degré de contribution de la connaissance K_1 à l'objectif O_4 .

k_i	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}	g_{11}	g_{12}	g_{13}	g_{14}	g_{15}	Décision
K_8	2	2	3	3	1	2	4	4	2	2	5	4	3	4	1	C11
K_9	3	3	2	2	3	3	4	4	4	2	4	4	3	4	2	C12
K_{16}	2	3	3	2	2	2	3	4	5	2	4	5	5	5	3	C12

Tableau 3 : Un extrait de la table de décision du décideur 2.

exemples d'affectation donnés respectivement par chaque décideur dans les deux classes de décision : « connaissances non cruciales » et « connaissances cruciales ».

Nous présentons dans le tableau 3 un extrait des exemples d'affectation de trois connaissances de référence K_8 , K_9 et K_{16} , données par le décideur 2.

- K_8 : connaissance relative au dosage de l'additif
- K_9 : connaissance relative à la performance d'un catalyseur d'oxydation
- K_{16} : connaissance relative à la matière du support filtrant

b) Inférence des règles de décision correspondant à chaque décideur

Pour chacun des six tableaux de décision, nous avons appliqué l'algorithme DOMLEM (Greco *et al.* 2001), pour inférer les règles de décision permettant de caractériser les connaissances affectées dans la classe de décision « connaissances non cruciales » et dans la classe de décision « connaissances cruciales ». Les résultats obtenus, traduits sous forme de qualité d'approximation, nous ont permis de vérifier la présence d'incohérence dans les règles de décision. Ces règles sont déduites à partir de la comparaison des informations liées aux exemples d'affectation donnés intuitivement par chaque décideur et les résultats de la classification donnée par l'algorithme d'inférence DOMLEM.

Citons l'analyse des résultats des exemples d'affectation donnés par le décideur 3 (cf.

Tableau 4). Nous constatons que les connaissances K_{11} , K_{14} , K_{15} , K_{16} et K_{21} ont été affectées en même temps à la classe de décision « connaissances non cruciales » et à la classe de décision « connaissances cruciales ». Nous avons demandé au décideur de vérifier attentivement l'évaluation de chacune des connaissances sur les critères et la décision qu'il a prise. Pour les connaissances K_{11} et K_{15} , le décideur a mentionné qu'il a hésité au moment où il a affecté les connaissances dans les classes de décision, et donc préfère changer sa décision concernant leur affectation. Pour les connaissances K_{14} , K_{16} et K_{21} , il n'a pas fait de remarques, nous avons alors laissé ses décisions d'affectation en l'état. Précisons que l'analyse de l'incohérence nous a permis de vérifier la cohérence de la famille de critères. Nous avons inféré les règles de décision avec chacun des décideurs tant qu'il y avait une incohérence dans la base de règles et que le décideur avait l'attention de modifier les affectations.

c) Détermination des règles collectivement acceptée

Après avoir retenu avec chaque décideur les règles de décision correspondant aux exemples d'affectation qu'il a donnés, nous avons déterminé, suite à une concertation entre les décideurs, un ensemble de règles permettant de qualifier les connaissances cruciales. Un extrait de l'ensemble des règles retenu est présenté ci-après :

- **Règle 1** : Si $f(x, g_3) \geq 2 \wedge f(x, g_6) \geq 2 \wedge f(x, g_9) \geq 5 \wedge f(x, g_{15}) \geq 2$ Alors $x \in C12$

Classe	F-approximation inférieure	F-approximation supérieure	F-Borne	Qualité d'approximation
Cl1 : « Connaissances non cruciales »	K1, K2, K8, K9, K17, K23, K28	K1, K2, K8, K9, K11, K14, K15, K16, K17, K21, K23, K28	K11, K14, K15, K16, K21	0,58
Cl2 : « Connaissances cruciales »	K3, K4, K5, K6, K7, K10, K12, K13, K8, K19, K20, K22, K24, K25, K26, K27, K29, K30, K31, K32, K33, K34	K3, K4, K5, K6, K7, K10, K11, K12, K13, K14, K15, K16, K18, K19, K20, K21, K22, K24, K25, K26, K27, K29, K30, K31, K32, K33, K34	K11, K14, K15, K16, K21	0,81

Tableau 4 : Qualité d'approximation relative au décideur 3.

- Règle 2 : Si $f(x, g_3) \geq 3 \wedge f(x, g_6) \geq 2 \wedge f(x, g_{12}) \geq 4 \wedge f(x, g_{15}) \geq 2$ Alors $x \in Cl2$
- Règle 3 : Si $f(x, g_1) \geq 3 \wedge f(x, g_3) \geq 2 \wedge f(x, g_8) \geq 4 \wedge f(x, g_{15}) \geq 2$ Alors $x \in Cl2$

4.2.2. Phase 2 : Classification des connaissances potentiellement cruciales

4.2.2.1. Etape 1 : Choix d'un ensemble de « connaissances potentiellement cruciales »

Avec les décideurs du FAP, nous avons retenu dans un premier temps toutes les connaissances présumées potentiellement cruciales et ensuite, nous avons regroupé certaines d'entre elles (qu'ils trouvaient très fines), supprimé et/ou ajouté d'autres connaissances. La liste définitive a été retenue en menant des entretiens individuels avec les différents décideurs puis en validant par mail avec les différents participants. Le choix de cet ensemble a été facilité par l'analyse des processus et activités réalisés au cours de la définition des « connaissances de référence ». Cette analyse a permis aux acteurs de terrain d'avoir une idée plus claire sur d'autres connaissances susceptibles d'être cruciales.

4.2.2.2. Etape 2 : Analyse en profondeur des « connaissances potentiellement cruciales »

Nous avons analysé et caractérisé les connaissances potentiellement cruciales mobilisées dans les projets FAP. Nous avons procédé de la même façon que pour l'analyse des « connaissances de référence » présentée dans l'étape 2 de la phase 1. Nous avons utilisé pour cette étape la même grille d'analyse que celle présentée pour les « connaissances de référence ».

4.2.2.3. Etape 3 : Evaluation des connaissances sur les critères

Nous avons évalué les « connaissances potentiellement cruciales » sur les quinze critères que nous avons construits dans l'étape 3 de la phase 1. Nous les avons évalués avec les acteurs qui ont développé ou utilisé ces connaissances. Lorsque la connaissance est développée par plusieurs experts, nous recueillons dans un premier temps les informations auprès de ceux-ci et nous demandons ensuite au décideur d'évaluer la connaissance sur les critères. Nous avons construit un tableau de performance (cf. Tableau 5) qui contient l'évaluation de chaque connaissance sur l'ensemble des critères.

k_i	g_1	g_2	g_3	g_4	g_5	g_6	g_7	g_8	g_9	g_{10}	g_{11}	g_{12}	g_{13}	g_{14}	g_{15}
K_1	3	2	3	3	3	2	4	4	3	2	3	3	3	3	3
K_2	3	2	3	3	3	2	4	4	5	2	4	5	5	5	1
K_3	2	2	2	3	3	2	4	4	3	3	3	4	3	3	2

Tableau 5 : Un extrait de la table de performance contenant l'évaluation de $\{K_1, K_2$ et $K_3\}$ sur les critères.

4.2.2.4. Etape 4 : Affectation des connaissances dans les deux classes de décision

Nous avons utilisé le tableau de performance contenant l'évaluation de chaque connaissance sur les différents critères. Ainsi, il suffit qu'une règle⁸ (caractérisant les connaissances qui nécessitent une opération de capitalisation) soit vérifiée, c'est-à-dire que toutes les prémisses de la partie condition de la règle apparaissent également dans l'évaluation de la connaissance sur les critères, pour que la connaissance soit considérée comme cruciale. Par exemple, la connaissance K_3 qui figure dans le tableau 5 est considérée cruciale car toutes les prémisses de la partie condition de la règle (cf. 3.2 Phase 2) apparaissent aussi dans l'évaluation de la connaissance K_3 . En effet, la connaissance K_3 est « peu substituable », « rare », sa contribution à la pérennité de la position concurrentielle de l'entreprise est « importante », et sa durée d'usage dans l'entreprise est « moyenne ».

A la suite de l'application de l'ensemble de règles de décision pour la classification des connaissances potentiellement cruciales nous avons transmis les résultats suivants au « noyau dur » du FAP :

- les noms des acteurs internes (ingénieurs, techniciens, etc.) de PSA Peugeot Citroën

qui possèdent des connaissances cruciales ;

- les références des sources de connaissances explicites cruciales (dans un document électronique ou papier) ;
- les noms et localisations des acteurs externes (fournisseurs, prestataires, partenaires) qui ont collaboré dans le cadre du développement du FAP et qui possèdent des connaissances cruciales.

4.3. Les enseignements du cas PSA Peugeot Citroën

La comparaison des connaissances que nous avons repérées comme cruciales au cours du projet FAP et les connaissances contenues dans la deuxième version du « livre de connaissances » fait apparaître que certaines connaissances cruciales n'ont pas été préservées dans ce livre. Ceci montre que le recueil des besoins en connaissances proposé par la méthode MKSM est insuffisant pour préserver toutes les connaissances nécessaires. Par exemple, nous avons constaté que les connaissances cruciales identifiées par notre méthode concernaient, pour la plupart, des connaissances indirectement utiles pour le développement du FAP. Ce qui explique qu'au moment de l'élaboration des livres de connaissances, les responsables ne les aient pas repérées. Par ailleurs, des

⁸ Pour une meilleure exploitation des règles proposées dans ce travail, nous avons jugé intéressant de les incorporer dans un Système Interactif d'Aide à la Décision.

connaissances préservées dans la première version du livre de connaissances se sont avérées inutiles. Elles n'ont pas été retenues dans la deuxième version.

Ces observations mettent en lumière une caractéristique essentielle de notre méthode : d'une part, cette méthode permet de faire apparaître des réseaux de communications informelles ; d'autre part, elle conduit à repérer des connaissances non directement visibles.

De plus, lors de mise en œuvre de la méthode, les acteurs impliqués contribuent à la clarification des problèmes et à l'élaboration des solutions. Cette approche cristallise un processus d'apprentissage marqué par l'engagement des parties prenantes. Dans ce sens, elle agit comme un catalyseur du changement.

Les expérimentations nous ont permis de tirer les enseignements suivants :

— La qualité d'une démarche de repérage des connaissances cruciales passe à la fois par un bon recueil des connaissances à évaluer et par la réussite de leur processus d'évaluation.

— La réussite du processus de repérage des connaissances cruciales implique deux parties :

- **l'homme d'étude**, qui joue le rôle de médiateur pour aider les acteurs à repérer les connaissances cruciales. Il doit expliquer chaque étape de la démarche aux acteurs de terrain, être à l'écoute des attentes des responsables et clair dans sa façon de présenter l'état d'avancement des travaux. Le cogniticien doit avoir, de préférence, une connaissance du domaine d'étude afin de poser les questions adéquates aux experts. Pour cette raison, nous suggérons qu'un représentant du projet soit identifié comme responsable des opérations de préservation

des connaissances, comme c'était le cas chez PSA. Dans notre cas, le responsable de la fonction du filtre à particules était reconnu comme « noyau dur » et avait aussi pour rôle de s'assurer de la préservation des savoir-faire développés au cours du projet. Il était le représentant du FAP pour la construction du « livre de connaissances » et donnait à ce titre les droits d'accès au « livre de connaissances » ;

- **les acteurs de terrain**, qui sont impliqués directement ou indirectement dans l'opération de capitalisation, sans oublier ceux qui ne sont pas forcément des ingénieurs mais des techniciens, experts dans leurs domaines.

— Pour mettre en œuvre une opération de management des connaissances, il est recommandé de s'assurer que :

- les participants adhèrent au projet d'étude ;
- les règles de décision déterminées pour identifier les connaissances cruciales sont considérées comme une aide pour les responsables du projet, et non des règles appliquées à la lettre.

Notre méthode a permis d'apporter aux métiers et aux projets des orientations en matière de gestion des connaissances. Notamment, elle a fourni aux responsables de projets les moyens de justifier les investissements nécessaires à une opération de capitalisation sur les connaissances en leur permettant d'identifier les connaissances à préserver et à partager.

5. CONCLUSION

Cet article traite l'analyse des connaissances en amont de la décision de lancement

d'une opération de capitalisation sur les connaissances. Cette analyse englobe aussi bien l'identification des connaissances à capitaliser que leur évaluation.

Dans la revue de littérature, il existe peu de travaux dédiés à l'étude préalable des connaissances qui nécessitent des opérations de capitalisation spécifiques. À l'exception du cadre directeur GAMETH®, la phase d'identification des connaissances à évaluer nous semble mal explicitée dans la majorité de ces méthodes. Or, cette phase constitue une problématique en elle-même. Contrairement à d'autres méthodes où peu d'attention est accordée aux acteurs et à leurs rôles, GAMETH® est une démarche constructive qui implique les acteurs dans le processus d'identification des connaissances cruciales. Néanmoins, l'application de la démarche GAMETH® nécessite la mobilisation de tous les acteurs qui contribuent directement ou indirectement au projet, et requiert la validation commune, par les responsables, de la liste des connaissances identifiées. Or, cette démarche est difficile à appliquer lorsque le périmètre est assez étendu (acteurs situés sur des sites géographiques distants ou présence d'acteurs externes à l'entreprise) et qu'il faut réunir l'ensemble de ces acteurs en réunions communes. La méthode que nous proposons consiste à étendre l'application de GAMETH® par la construction d'un ensemble d'apprentissage. Par la suite, l'ensemble ainsi construit est appliqué à de nouvelles connaissances susceptibles d'être cruciales, dans le même projet ou dans des projets qui traitent de produits similaires, dans le but d'identifier les connaissances qui sont effectivement cruciales.

De plus, la méthode que nous proposons est basée sur l'approche d'aide multicritère à la décision. L'utilisation d'une telle approche permet de déterminer une solution satisfaisante pour tous les décideurs dans la mesure

où elle les aide à se concerter pour identifier les connaissances cruciales. L'aide multicritère à la décision nous amène ainsi à tenir compte des préférences des décideurs, qui peuvent être différentes voire conflictuelles. Elle permet également la gestion de ces multiples points de vue afin d'évaluer les connaissances. L'aide multicritère à la décision intègre aussi un certain degré de subjectivité dans l'évaluation des connaissances par rapport aux objectifs de l'entreprise, dans la mesure où elle prend en compte les différentes évaluations données par les décideurs. Ces évaluations permettent de calculer le degré de contribution de la connaissance par rapport à chaque objectif en fonction de leurs enjeux. Il s'agit alors de construire une décision satisfaisante et non pas une décision objective optimale.

Notre méthode a été expérimentée et consolidée dans le cadre de quatre projets de conception et développement du système FAP. Nous avons principalement travaillé sur le projet de développement du système FAP deuxième génération, en bénéficiant des retours d'expérience du FAP première génération, et en nous appuyant sur deux projets en cours de développement qui présentent une évolution technologique par rapport au système FAP deuxième génération.

La mise en œuvre de la méthode proposée dépend du contexte dans lequel est définie l'opération de capitalisation et apporte un éclairage sur la prise de décision relative à cette opération qui peut intervenir :

- au début ou en cours du projet : les acteurs du projet identifient « au fil de l'eau » les connaissances susceptibles d'être cruciales, lors des différentes réunions de travail ;
- à la fin du projet : il est alors préférable de faire une étude approfondie pour identifier les connaissances susceptibles d'être cruciales.

Nous considérons que notre méthode est une démarche approfondie pour identifier et évaluer les connaissances à préserver. Le repérage des seules connaissances cruciales permet de diminuer le coût des opérations de capitalisation car elle restreint le champ des connaissances à préserver. Il en est de même pour leur mise à disposition auprès des utilisateurs ainsi que pour leur mise à jour, puisque, par rapport à l'ensemble des connaissances produites au cours d'un projet, ces opérations vont s'effectuer sur un nombre réduit de connaissances.

Cependant, nous avons considéré dans notre étude les seules connaissances scientifiques et techniques car la commensurabilité⁹ des schémas d'interprétation des acteurs est importante uniquement dans un contexte technique (médical, physique, mécanique, électronique). Dans ce contexte, l'information source de connaissance inscrite dans un support physique peut être interprétée de la même façon par différents acteurs d'un même métier. De plus, il faut rester extrêmement vigilant dans le cadre des connaissances scientifiques et techniques sur l'évolution des schémas d'interprétation qui est un risque pour l'interprétation des connaissances. Cette évolution qui peut être due à une évolution des techniques, des résultats scientifiques, des métiers et à des différences de cultures.

Le travail présenté dans cet article ouvre plusieurs perspectives de recherche. Les points suivants, en particulier, mériteraient d'être étudiés en détails :

- Nous n'avons pas eu le temps pour faire une étude détaillée sur le mode de préservation à proposer pour chaque connaissance (interne ou externe) cruciale identifiée et analysée. Dans nos

projets en cours, notre objectif est de proposer des méthodes pour acquérir et représenter les connaissances cruciales tacites facilement explicitables, rendre accessibles les connaissances cruciales tacites difficilement explicitables et aussi améliorer la représentation des connaissances cruciales explicites.

- La décision d'affecter la connaissance à la classe de décision « connaissances non cruciales » ou dans celle « connaissances cruciales » n'est valable que pour des connaissances suffisamment validées, pour éviter de capitaliser un savoir incomplet. Une perspective d'amélioration de notre méthode consisterait à ajouter une classe caractérisant les connaissances dont la décision de capitalisation devrait être prise ultérieurement. Nous sommes confrontés à ce type de problème lorsque les connaissances sont en cours de développement, et que les acteurs ne sont pas capables de caractériser la connaissance sur certains critères tels leur rareté, spécificité, complexité.
- Même s'il est difficile de prédire l'obsolescence de la connaissance, nous sommes cependant en mesure de prédire si la connaissance est cruciale pour l'entreprise à moyen terme. À ce titre, la méthode que nous proposons présente l'avantage de nous permettre de prédire si la connaissance est cruciale pour l'entreprise à moyen terme (6 à 7 ans). Ceci permet d'éviter de préserver des connaissances qui risquent de devenir rapidement obsolètes. Toutefois, cela n'exclut pas l'obsolescence de certaines connaissances cruciales. La méthode que nous

⁹ Le concept de « commensurabilité » est défini par Shigehisa Tsuchiya (Tsuchiya, 1993) comme l'espace de recouvrement, dans un groupe, des schémas d'interprétation propres à chaque individu.

proposons nécessite donc une mise à jour des connaissances cruciales. Dans nos prochains travaux nous envisageons de prendre en compte l'incertitude dans la méthode d'évaluation des connaissances. Afin de modéliser l'incertitude sur l'importance accordée par les acteurs à la contribution des connaissances aux objectifs de l'entreprise, nous suggérons de s'appuyer sur l'analyse de robustesse (Roy, 1998). Cette incertitude est liée à l'état d'avancement du projet : au bout d'un certain temps, l'importance d'une connaissance selon un acteur donné peut diminuer ou augmenter. Il devient donc nécessaire que la méthode développée puisse prendre en compte l'évolution dans le temps du point de vue de chaque acteur. On peut modéliser cette incertitude par des scénarios correspondant aux combinaisons possibles des différentes valeurs, attribuées par chaque acteur à l'importance de la connaissance par apport aux objectifs de l'entreprise.

- Le coût de mise en œuvre de la méthode que nous proposons est non négligeable, dans la mesure où il est fortement recommandé de solliciter un grand nombre d'acteurs. En revanche, même si la méthode paraît un peu « lourde », elle permet, en contrepartie, de réaliser des gains du point de vue de la préservation, de l'accessibilité et de la mise à jour des seules connaissances cruciales. L'amélioration de l'outil support de la méthode (Saad et Chakhar, 2009) devrait contribuer à faciliter sa mise en œuvre sur le terrain.

6. RÉFÉRENCES

Barthélemy, P. (1999), « Critères d'évaluation du processus de conception de produit », in

Concevoir l'innovation industrielle : méthodologie de conception de l'innovation, J. Perrin (Eds), L'Harmattan, Paris.

- Baumard, Ph. (1996), *Organisations déconcertées: La gestion stratégique de la connaissance*, Masson.
- Belton, V., Pictet, J. (1997), « A framework for group decision using a MCDA model: sharing, aggregation or comparing individual information », *Revue des Systèmes de Décision*, vol. 6, n°3, p. 283-303.
- Bichindaritz, I., Mille, A. et Napoli A. (1999), « Raisonnement à partir de cas », *Revue d'intelligence artificielle*, vol. 13, n°1.
- Carbonell, J. G. (1986), « Derivational Analogy: A theory of Reconstructive Problem Solving and Expertise Acquisition » in *Reading in knowledge Acquisition and Learning*, G. Buchanan and D. Wilkins (Eds), Morgan Kaufmann, San Mateo, p. 727-738.
- Charlet, J., Zackled, M., Kassel, G. et Bourigault, D. (2000), *Ingénierie des connaissances, évolutions récentes et nouveaux défis*, Eyrolles, Paris.
- Corbel, J. C. (1997), *Méthodologie de retour d'expérience : démarche MEREX de Renault, Connaissances et Savoir-faire en entreprise*, Hermès, Paris.
- Davenport, T.H et Prusak, L. (1998), *Working Knowledge: How organizations manage what they know?* Harvard Business School Press, Boston, Massachusettes.
- Dieng-Kuntz, R., Corby, O., Gandon, F., Giboin, A., Golebiowska, J., Matta, N. et Ribière, M. (2001), *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances*, Dunod, Paris.
- Dieng-Kuntz, R., Corby, O., Gandon, F. et Golebiowska, J. (2004), « Ontologies pour la construction d'un web sémantique d'entreprise », in *Gestion dynamique des connaissances industrielles*, B. Eynard, M. Lombard, N. Matta et J. Renaud (Eds), Hermès Lavoisier, p. 27-43.
- Dudezert, A. (2007), « Cartographie des connaissances et gestion des ressources humaines : exemple de l'ambiguïté cognitive des systèmes

- de gestion des connaissances », *Système d'information et Management*, vol. 12, n° 3, p. 31-55.
- Ermine, J. L. (1996), *Les systèmes de connaissances*, Hermès.
- Ermine, J.L. (2003), *La gestion des connaissances*, Hermès.
- Ermine, J.L (2004), « Valoriser les connaissances critiques d'une entreprise », in *Gestion dynamique des connaissances industrielles*, B. Eynard, M. Lombard, N. Matta et J. Renaud (Eds), p. 107-127.
- Ermine, J.L Boughzala, I. et Tounkara T. (2006), « Critical knowledge Map as a Decision Tool for Knowledge Transfer Actions », *The Electronic Journal of Knowledge Management*, vol. 4, n°2, p. 129-140.
- Foray, D. (2000), *L'économie de la connaissance*, la découverte.
- Golebiowska, J. (2002), *Exploitation des ontologies pour la mémoire d'un projet véhicule : méthode et outil SAMOVAR*, Thèse de doctorat, Université de Nice-Sophia Antipolis.
- Gomez-Perez, A., Fernandez-Lopez, M. et Corcho O. (2004), *Ontological Engineering*, Springer.
- Gondran, M., Minoux, M. (1995), *Graphes et algorithmes*, Eyrolles.
- Greco, S., Matarazzo, B. et Slowinski, R. (2001), « Rough sets theory for multicriteria decision analysis », *European Journal of Operational Research*, vol. 129, p.1-47.
- Grundstein, M. (1995), « La capitalisation des connaissances de l'entreprise, Système de production de connaissances », actes du colloque *L'entreprise apprenante et les sciences de la complexité*, mai, Aix-en-Provence.
- Grundstein, M. (2000), « From capitalizing on Company Knowledge to Knowledge Management », in *Knowledge Management, Classic and Contemporary Works*, D. Morey, M. Maybury and B. Thuraisingham (Eds), Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, p. 261-287.
- Grundstein, M. et Rosenthal Sabroux, C. (2008), « GAMETH®: A Process Modeling Approach to Identify and Locate Crucial Knowledge », in *Proceedings of The 12th World Multi-Conference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, Vol. 7, June, Orlando, Florida, p.49-54.
- Grundstein, M., Rosenthal-Sabroux, C. et Pachulski, A. (2003), « Reinforcing Decision Aid by Capitalizing on Company's Knowledge », *European Journal of Operational Research*, vol. 145, p. 256-272.
- Kolodner, J. (1993), *Case-based Reasoning*, Morgan Kaufmann, San Francisco.
- Le Moigne, J.L. (1977), *La théorie du système générale, théorie de la modélisation*, P.U.F., Paris.
- Lesca, H. (1994), « Veille stratégique pour le management stratégique : état de la question et axes de recherche », *Economie et Sociétés*, Série Sciences de gestion, vol. 5, n°2, p. 31-50.
- Linstone, H. (1975), *The Delphi Method, Reading*, Addison-wesley.
- Lorino, Ph., (2000), *Méthodes et pratiques de la performance*, Editions d'Organisation, Paris.
- Malvache, P. et Prieur, P. (1993), « Mastering Corporate Experience with the Rex Method », in *Proceedings of the International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge*, J.P Barthès (Eds), October, Compiègne, p. 33-41.
- Monnier-Senicourt, L. (2008), « L'influence des caractéristiques professionnelles sur la consultation d'un SGC et la capitalisation : le cas des métiers d'auditeur », *Systèmes d'information et management*, vol. 13, n°1, p. 31-61.
- Moussa, N. (2001), *Aide multicritère à l'évaluation qualitative par inférence de modèles de tri ordonné sur une hiérarchie de critères*, Thèse de doctorat, Université Paris Dauphine.
- Noh, J.B., Lee, K.C., Kim, J.K., Lee, J.K. et Kim, S.H. (2000), « A case-based reasoning approach to cognitive map-driven tacit knowledge management », *Expert Systems with application*, p. 249-259.

- Nonaka, I. et Takeuchi, H. (1995), *The knowledge creating company*, Oxford University Press.
- Pachulski, A. (2001), *Repérage des connaissances cruciales pour l'entreprise*, Thèse de doctorat, Université Paris- Dauphine.
- Penrose, E. (1959), *The Theory of the growth of the firm*, Oxford: Basil Blackwell University press.
- Perrin, J. (2001), *Concevoir l'innovation industrielle*, CNRS EDITIONS, Paris.
- Polanyi, M. (1966), *The tacit dimension*, London, Routledge & Kegan Paul Ltd.
- Pomian, J. et Roche, C. (2002), *Management des connaissances et organisation du travail*, Paris.
- Rouach, D. (1999), *La veille technologique et l'intelligence économique*, Presses Universitaires de France, 2^e édition.
- Roy, B. (1985), *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, Economica.
- Roy, B. (1998), « A missing link in OR-DA: Robustness analysis », *Foundations of Computing and Decision Sciences*, vol. 23, n° 3, p.141-160.
- Roy, B. et Bouyssou, D. (1993), *Aide multicritère à la décision*, Economica.
- Saad, I. (2005), *Une contribution méthodologique pour l'aide à l'identification et l'évaluation des connaissances nécessitant une opération de capitalisation*, Thèse de doctorat, Université Paris-Dauphine, juin.
- Saad, I., Basseras, F. et Rosenthal Sabroux, C. (2003), « Les démarches de gestion des connaissances : vers une meilleure conception et exploitation des systèmes d'information coopératifs dans l'entreprise étendue », *Ingénierie des Systèmes d'Information*, vol. 8, n° 2, p.33-56.
- Saad, I., Rosenthal-Sabroux, C. et Grundstein, M. (2005), « Improving the Decision Making Process in The Design project by Capitalizing on Company's Crucial Knowledge », *Group Decision and Negotiation*, Kluwer, vol. 14, n° 2, p. 131-145.
- Saad, I. et Chakhar, S. (2009), « A decision support system for identifying crucial knowledge requiring capitalizing operation », *European Journal of Operational Research*, vol. 195, n°3, p. 889-904.
- Schreiber, G., Akkermans, A., Anjewierden, R., De Hoog, N., Shadbolt, W., Van De Velde et Wielinga, B. (2000), *Knowledge Engineering and Management The CommonKADS Methodology*, the MIT Press, Massachusetts, Cambridge.
- Steel, L. (1993), « Corporate knowledge management », in *proceedings of the International Symposium on the Management of industrial and corporate knowledge*, October, Compiègne, p.9-30.
- Tounkara, T. (2002), *Gestion des connaissances et veille : Vers un guide méthodologique*, Thèse de doctorat, Université Paris-Dauphine.
- Tseng, B. et Huang, C. (2005), « Capitalizing on Knowledge: A Novel Approach to Crucial Knowledge Determination », *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A: Systems and Humans*, vol. 35, p. 919-931.
- Tsuchiya, S. (1993), « Improving Knowledge Creation Ability through Organizational Learning », in *Proceedings of International Symposium on the Management of Industrial and Corporate Knowledge*, Compiègne, October, p. 27-28.
- Wenger, E., Mc. Demott R., et Snyder, W. (2002), *Cultivating communities of practice: a guide to managing knowledge*, Harvard Business School Press, Boston.

ANNEXE A

Critère	Description	Codage des échelons
g_1 : Complexité	Ce critère évalue les différentes expertises ou spécialités nécessaires pour maîtriser une connaissance utilisée par un acteur dans une activité donnée et le degré de dépendance entre ces expertises ou domaines de connaissances appartenant à différents métiers.	pas complexe = 1 ; complexe = 2 ; très complexe = 3
g_2 : Accessibilité	Ce critère évalue l'accessibilité à la connaissance. La connaissance peut être détenue soit en interne, par un expert ou bien inscrite dans un document structuré, dans un document non structuré ou dans une base de données, soit à l'extérieur de l'entreprise, dans des laboratoires de recherche, chez des fournisseurs ou des partenaires.	facilement accessible = 1 ; moyennement accessible = 2 ; difficilement accessible = 3
g_3 : Substituabilité	Ce critère évalue la possibilité de remplacer la connaissance par une connaissance approchante, c'est-à-dire une connaissance suffisamment proche pour pouvoir se substituer à la première. Ce critère mesure la performance des résultats donnés par le substitut.	pas substituable = 3 ; peu substituable = 2 ; substituable = 1
g_4 : Type de validation	Ce critère définit le mode de validation de la connaissance. Nous avons déterminé avec les acteurs de terrain trois types de validation : - validation par la théorie : ces connaissances sont validées d'une façon formelle par des démonstrations mathématiques ; - validation par des simulations numériques : la validation peut être réalisée, par exemple, par un moteur virtuel ou par un modèle de simulations numériques ; - validation par des essais expérimentaux : il peut s'agir d'essais de roulages, d'essais sur banches rouleaux ou sur banches gaz synthétique.	Simulation numérique = 1 ; expérimentation = 2 ; expérimentation et simulation numérique = 3
g_5 : Transférabilité	Ce critère évalue, d'une part la « transmission » de la connaissance qui peut s'effectuer d'un expert à un apprenti et, d'autre part, l'« appropriabilité » de la connaissance par l'apprenti.	facilement transférable = 1 ; moyennement transférable = 2 ; difficilement transférable = 3
g_6 : Rareté	Le critère « rareté » correspond au nombre de personnes qui détiennent la connaissance en interne et/ou en externe : - en interne : le nombre de personnes qui maîtrisent la connaissance. - en externe : les laboratoires de recherche, les fournisseurs, les partenaires et les concurrents auprès desquels on peut acquérir cette connaissance.	pas rare = 1 ; rare = 2 ; très rare = 3
g_7 : Coût d'acquisition et/ou de développement	Ce critère évalue : - le « coût d'acquisition de la connaissance » correspond aux coûts d'investissements nécessaires pour acquérir la connaissance lorsque celle-ci n'existe pas dans l'entreprise, mais qu'elle est localisée à l'extérieur (chez un partenaire, laboratoire de recherche, fournisseur), ou encore lorsqu'elle est utilisée par un expert dans le cadre d'un projet donné et que cet expert a été remplacé par un nouvel embauché au cours du projet (temps d'appropriation de la connaissance par le nouvel embauché). Ce coût est mis en exergue par les spécialistes de l'économie fondée sur la connaissance [Foray, 2000]. - le « coût de développement de la connaissance » : ce sont les coûts d'investissements nécessaires pour développer la connaissance lorsqu'elle n'existe pas dans l'entreprise et qu'elle n'existe pas à l'extérieur.	coût faible = 1 ; coût moyen = 2 ; coût élevé = 3 ; coût très élevé = 4
g_8 : Délai d'acquisition et/ou de développement	Le délai de génération de la connaissance correspond au délai d'acquisition et/ou de développement de la connaissance c'est-à-dire au temps mis par l'entreprise pour acquérir et/ou développer la connaissance.	court = 1 ; moyen = 2 ; long = 3 ; très long = 4

ANNEXE B

Critère	Nombre d'échelons	Codage des échelons	Sens de préférence
g ₉ : Impact sur la minimisation du coût du produit	5	nul = 0 ; très faible = 1 ; faible = 2 ; moyen = 3 ; important = 4 ; très important = 5	↑
g ₁₀ : Impact sur la minimisation du cycle de développement du produit	5	nul = 0 ; très faible = 1 ; faible = 2 ; moyen = 3 ; important = 4 ; très important = 5	
g ₁₁ : Impact sur l'amélioration de l'intégration du système dans le véhicule	5	nul = 0 ; très faible = 1 ; faible = 2 ; moyen = 3 ; important = 4 ; très important = 5	↑
g ₁₂ : Impact sur la pérennité de la position concurrentielle de l'entreprise	5	nul = 0 ; très faible = 1 ; faible = 2 ; moyen = 3 ; important = 4 ; très important = 5	
g ₁₃ : Impact sur l'amélioration de la fiabilité du système	5	nul = 0 ; très faible = 1 ; faible = 2 ; moyen = 3 ; important = 4 ; très important = 5	↑
g ₁₄ : Impact sur la minimisation du coût de maintenance du produit	5	nul = 0 ; très faible = 1 ; faible = 2 ; moyen = 3 ; important = 4 ; très important = 5	↑

Wilfrid AZAN est maître de conférences en sciences de gestion à l'université de Haute Alsace, à la Faculté de sciences Economiques, Sociales et Juridiques. Il est chercheur affilié à l'EM Strasbourg et membre du CESAG (EA 1347). Il est responsable de la deuxième année de licence économie gestion à l'UHA. Ses intérêts de recherche ont trait aux systèmes intégrés de pilotage et aux théories sociales des SI.

Adresse : Université de Haute Alsace, 20, rue de Verdun, 68100 Mulhouse

Mail : wilfrid.azan@laposte.net

Adel BELDI est professeur associé à l'ESC Chambéry Savoie. Docteur en Sciences de gestion depuis 2004. Ses recherches actuelles portent sur la mise à la place des progiciels de gestion intégrés et le management du changement. Dans ce cadre, il s'intéresse plus particulièrement aux modes d'usage des TI par les utilisateurs finaux.

Adresse : Groupe ESC Chambéry, 12, avenue Lac d'Annecy, 73381 Le Bourget du Lac

Mail : a.beldi@esc-chambery.fr

Michel GRUNDSTEIN est Ingénieur Conseil et Chercheur Associé au LAMSADE Université Paris Dauphine. Michel Grundstein est fondateur avec Camille Rosenthal-Sabroux du groupe de recherche SIGECAD dont les sujets de recherche se situent à l'articulation entre les systèmes d'information, le knowledge management, et l'aide à la décision. Il est coauteur de plusieurs ouvrages et a publié de nombreux articles.

Adresse : Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal de Lattre de Tassigny, 75775 Paris

Mail : grundsetin@lamsade.dauphine.fr

Claude JAMEUX est professeur de sciences de gestion à l'université de Savoie, dont il est président honoraire. Il réalise ses activités de recherche à l'Institut de Recherche en Gestion et Economie (IREGE), où il anime actuellement une équipe travaillant sur la créativité organisationnelle. Ses travaux portent sur l'analyse des organisations.

Adresse : Université de Savoie, IREGE, BP 80439, 74944 Annecy le Vieux

Mail : claude.jameux@univ-savoie.fr

Anis KHEDHAOURIA est enseignant-chercheur à l'Ecole Supérieure de Commerce de Chambéry. Docteur en sciences de gestion, il est chercheur associé à l'IREGE. Ses recherches portent sur la créativité organisationnelle et sur les effets des usages des technologies de l'information en matière de créativité dans l'entreprise.

Adresse : ESC Chambéry, Savoie Technolac, 73381 Le Bourget du Lac

Mail : a.khedhaouria@esc-chambery.fr

Caroline LANCELOT MILTGEN est maître de conférences en sciences de gestion à l'Université d'Angers. Elle a reçu le prix FNEGE AFM 2007 et CREIS 2007 pour sa thèse sur les réactions des consommateurs face à la collecte de données personnelles. Elle est responsable scientifique d'un contrat de recherche sur « vie privée et systèmes d'identification électronique » pour la Communauté Européenne. Elle dirige aussi le master « Management et Sécurité des Systèmes d'Information de Santé » à Institut Supérieur de la Santé et des Bioproduits d'Angers de l'Université d'Angers.

Adresse : Groupement de Recherche ANgevin en Economie et Management (GRANEM), 13, allée François Mitterrand, 49036 Angers

Mail : caroline.miltgen@univ-angers.fr

Camille ROSENTHAL-SABROUX est Professeur à l'Université Paris-Dauphine (Paris IX) en Système d'Information au Laboratoire d'Analyse et de Modélisation des Systèmes d'Aide à la décision (LAMSADE). Depuis 1989, à l'université Paris Dauphine avec de nombreux contrats de recherche en lien avec des grandes entreprises sur l'ingénierie des systèmes d'information, la gestion des connaissances et l'aide à la décision. Elle est responsable du Master « Système d'Information de l'Entreprise étendue : audit et conseil ». Elle a fondée le groupe de recherche SIGECAD dont les domaines de recherche sont systèmes d'information, gestion des connaissances et aide à la décision. Elle a publié de nombreux ouvrages et articles.

Adresse : Université Paris-Dauphine, Place du Maréchal de Lattre de Tassigny, 75775 Paris

Mail : camille.rosenthal-sabroux@dauphine.fr

Inès SAAD est enseignant-chercheur en systèmes d'information au groupe Sup de Co d'Amiens Picardie et chercheur membre du laboratoire MIS (Modélisation, Information, Système) de l'Université de Picardie Jules Verne. Elle a obtenu un doctorat en informatique de l'Université Paris-Dauphine en 2005. Ses intérêts de recherche portent sur la gestion des connaissances et l'aide multicritère à la décision.

Adresse : Groupe Sup de CO Amiens, 18, place Saint Michel, 80038 Amiens

Mail : ines.saad@u-picardie.fr