



République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Batna 2 – Mostefa Ben Boulaid
Faculté de Mathématiques et d'Informatique
Département d'Informatique



THESE

Présentée en vue de l'obtention du diplôme de

Doctorat en Sciences

Spécialité : Informatique

Développement d'un Framework pour l'acquisition et le transfert de connaissance tacite dans le domaine médical

Présentée par :

Chergui Wahid

Soutenue le 20/09/2020

Devant le jury composé de :

Dr. Guezouli Larbi	Président	MCA. à l'université de Batna 2
Dr. Samir Zidat	Rapporteur	MCA. à l'université de Batna 2
Pr. Farhi Marir	Co-rapporteur	Prof. à l'université Zayed Dubai. UAE
Dr. Behloul Ali	Examineur	MCA. à l'université de Batna 2
Pr. Benmohamed Mohamed	Examineur	Prof. à l'université Abdelhamid Mehri, Constantine 2
Dr. Hemam Sofiane Mounine	Examineur	MCA. à l'Université Abbes Laghrour, kenchela
Dr. Hioual Ouassila	Invité	MCA. à l'Université Abbes Laghrour, kenchela

RESUME

Les changements économiques et sociaux ont considérablement modifié la structure et les valeurs de l'entreprise, et les vrais défis à relever de nos jours sont de type plutôt managérial et les entreprises se sont engagées dans une nouvelle vision réservant une place de choix à la gestion du capital humain.

L'entreprise se caractérise par les connaissances nécessaires à l'exécution des processus primaires. Cette connaissance permet aux professionnels de réaliser des activités efficaces et de grande qualité. Les systèmes informatiques peuvent jouer un rôle important en facilitant la gestion des connaissances. Cependant, toutes les connaissances ne peuvent pas être explicitées. Une partie importante de la connaissance existe à l'intérieur de l'esprit humain, c'est la connaissance tacite, qui joue un rôle important dans la réalisation des activités maîtrisées. Tandis que, il n'y a pas de système pratique qui enregistre les connaissances tacites détenues par ces employés et les transforme en explicites.

Dans ce contexte l'entreprise doit avoir la capacité d'identifier les connaissances tacites détenues par leurs personnels, et à favoriser leur développement. Les connaissances tacites sont inséparables des personnes qui les détiennent, il s'agit d'une connaissance personnelle qui ne peut pas toujours être articulée sous une forme codée. Comme l'exemple dans le domaine médical la démarche de soins est appliquée tacitement sans être toujours déclinée et formalisée par écrit. Elles sont implicites et font appel à l'expérience et au savoir-faire de la personne qui les possède.

Dans cette thèse, nous abordons la problématique de l'acquisition et le transfert de connaissances tacites. Alors que les travaux antérieurs ayant traité ce problème se sont concentrés sur le volet technique pour modéliser les connaissances tacites dans la dimension collective. La conceptualisation réalisée dans ces travaux est centrée sur le savoir-faire avec l'absence de la partie cognitive, et certains travaux qui modélisent les connaissances tacites dans la dimension individuelle n'apparaissent pas les deux volets cognitive et technique dans leur conceptualisation.

Le Framework décrit dans cette thèse se caractérise par, le développement d'une approche dotée d'un modèle de connaissance qui est apte d'acquérir et de transférer des connaissances tacites, et par le développement d'une ontologie qui représente cette base de connaissance.

Notre approche proposée consiste à développer une méthodologie capable d'aider l'individu à décrire sa conscience subsidiaire et de présenter les connaissances tacites sous une forme conceptuelle. Puisque la connaissance tacite est liée à une action, l'approche cherche dans la conscience subsidiaire de l'acteur les connaissances mobilisées dans la réalisation de son activité, ou bien de changer la focalisation de l'acteur du but d'une action à ses objectifs détaillés.

Nous utilisons également deux techniques l'entretien d'explicitation et l'auto confrontation simple pour favoriser l'explicitation des éléments tacites mobilisés dans les activités des acteurs, tels que les concepts de situation, acteur, savoir-faire, et savoir-que, qui constituent les concepts de notre ontologie pour l'acquisition de connaissances.

Le peuplement de notre ontologie permet d'avoir une instanciation différente, dont chaque instanciation est une spécialisation de l'ontologie, qui représente le subsidiaire de l'activité réalisée. Le modèle ontologique permet la réutilisation et le partage des connaissances peuplées, ce qui réduit la perte des compétences et de la mémoire opératoire de l'entreprise en offrant des techniques qui répondent aux besoins de formation ou de recherche sur une activité déterminée par une liste convenable des activités mémorisées dans l'ontologie.

Le modèle ontologique proposé apporte une valeur ajoutée aux connaissances tacites, tout en pouvant générer de nouvelles connaissances par inférence que les acteurs ne peuvent pas remarquer. Ces connaissances tacites générées peuvent être exploitées et seront mobilisées par les acteurs pour améliorer ou réaliser les activités de l'entreprise.

Mots-clés : Ingénierie des connaissances, Connaissance tacite, Connaissance explicite, Savoir-faire, Savoir-que, Ontologie.

ملخص

التغيرات الاقتصادية والاجتماعية اثرت بشكل كبير على بنيه وقيم الشركة، والتحديات الحقيقية اليوم هي بالأحرى إدارية والشركات قد شرعت في رؤية جديدة من شأنها ان تجعل من إدارة راس المال البشري مكانة اساسية.

تتميز الشركة بالمعرفة اللازمة لتنفيذ العمليات الأولية. وتمكن هذه المعارف المهنيين من الاضطلاع بأنشطة تنسم بالكفاءة والجودة العالية. ويمكن للنظم الحاسوبية ان تؤدي دورا هاما في تيسير إدارة المعارف. ومع ذلك، لا يمكن تفسير كل المعرفة هناك جزء هام من المعرفة داخل العقل البشري، وهي المعرفة الضمنية، التي تلعب دورا هاما في تحقيق الأنشطة المتقنة. في حين لا يوجد نظام عملي يسجل هذه المعرفة الضمنية لدي هؤلاء الموظفين ويجولها إلى معرفة صريحه.

وفي هذا السياق، يجب أن تكون لدى الشركة القدرة على تحديد المعرفة الضمنية التي يمتلكها موظفوها، وتعزيز تنميتها. المعرفة الضمنية لا تنفصل عن الأشخاص الذين يحملونها، إنما معرفة شخصية لا يمكن التعبير عنها دائما بشكل مشفر. كمثال في المجال الطبي، يتم تطبيق نصح الرعاية بشكل ضمني دون أن يتم رفضه أو إضفاء الطابع الرسمي عليه كتابيا. فهي ضمنية وتعتمد على خبره ودراية الشخص الذي يملكها.

في هذه الأطروحة، نعالج مشكله الحصول ونقل المعرفة الضمنية. في حين ان الاعمال السابقة التي عاجلت هذه المشكله ركزت على الجانب التقني لنمذجة المعارف الضمنية في البعد الجماعي. ويتركز التصور الذي تم القيام به في هذا الاعمال على الدراية مع غياب الجزء المعرفي، وبعض الاعمال التي تصمم المعرفة الضمنية في البعد الفردي لا تظهر الجوانب المعرفية والتقنية على حد سواء في تصوراتها.

ويتميز الإطار الموصوف في هذه الأطروحة بوضع نصح مع نموذج للمعرفة قادر على اكتساب المعرفة الضمنية ونقلها، وتطوير أنطولوجي التي تمثل قاعدة للمعرفة الضمنية.

والنهج الذي اقترحناه هو وضع منهجه قادره على مساعدة الفرد على وصف وعيه الفرعي وتقديم المعارف الضمنية في شكل مفاهيمي. وبما ان المعرفة الضمنية مرتبطة بعمل ما، فان النهج يبحث في الوعي الفرعي للعامل عن المعرفة التي يتم حشدها في تحقيق نشاطه، أو لتغيير بؤرة تركيزه من الهدف المرجو تحقيقه إلى التفاصيل المرحلية لتحقيق هذا الهدف.

نحن نستخدم أيضا طريقتين المقابلة التوضيحية والمواجهة الذاتية البسيطة لتعزيز شرح العناصر الضمنية التي تم حشدها في أنشطه الجهات الفاعلة، مثل مفاهيم الحالة، الجهة الفاعلة، الدراية العملية، والمعرفة الإجرائية، والتي هي تمثل مفاهيم الأنطولوجيا لاكتساب المعرفة.

يسمح لنا ادخال المعارف للأنطولوجية بأن يكون لدينا مثل مختلف، كل منها عبارة عن تخصص، والذي يعتبر التمثيل الفرعي 33 للنشاط المراد تحقيقه. يسمح النموذج الأنطولوجي بإعادة استخدام وتبادل المعرفة المكتسبة، مما يقلل من فقدان المهارات والذاكرة التشغيلية للشركة من خلال تقديم التقنيات التي تلي احتياجات التدريب أو البحث على نشاط تحدهه قائمة مناسبة على الأنشطة المحفوظة في الأنطولوجيا.

يضيف النموذج الأنطولوجي المقترح قيمة إلى المعرفة الضمنية، حيث انه قادر على توليد معارف جديده من خلال الاستدلال التي لا يمكن للجهات الفاعلة أن تلاحظها. يمكن استغلال هذه المعرفة الضمنية المتولدة والتي ستحشدها الجهات الفاعلة لتحسين أو تنفيذ أنشطة الشركة.

الكلمات المفتاحية: هندسة المعرفة، المعرفة الضمنية، المعرفة الواضحة، المعرفة الإجرائية، المعرفة القبلية، الأنطولوجيا.

Abstract

Economic and social changes have dramatically changed the company's structure and values, and today's real challenges are more managerial in nature and companies have embarked on a new vision that places the management of Human Capital at the forefront.

The value of a company is measured by the knowledge it holds for executing primary processes. This knowledge enables professionals to carry out efficient and high-quality activities. Computer systems can play an important role in facilitating knowledge management. However, not all knowledge, especially experience, skills, etc., can be explained or made explicit. An important part of knowledge exists within the human mind, it is tacit knowledge, which plays an important role in the realization of controlled activities. However, there is no practical system that either records this tacit knowledge held by these employees or transforms it into explicit one.

In this context the company must identify the tacit knowledge held by their staff and prioritize their development. The tacit knowledge is inseparable from the people who hold it, it is a personal knowledge that cannot always be articulated in a coded form. As an example, in the medical field the care approach is applied tacitly without being declined and formalized in writing. They are implicit and appeal to the experience and know-how of the medical person who owns them.

In this thesis, we tackle the issue of acquisition and transfer of tacit knowledge. Whereas previous research works dealing with this problem have focused on the technical side to model tacit knowledge in the collective dimension. The conceptualization carried out in these works is mostly centred on know-how without the cognitive part, and in some works that model tacit knowledge in the individual dimension do not appear the two cognitive and technical aspects in their conceptualization.

The Framework described in this thesis is characterized by the development of an approach endowed with a knowledge model that can acquire and transfer tacit knowledge and by the development of an appropriate ontology that represents this knowledge base.

Our proposed approach is to develop a methodology that can help the individuals describe their subconscious awareness and present the tacit knowledge in a conceptual form. Since tacit knowledge is linked to an action, the approach seeks in the subsidiary consciousness of the actor the knowledge mobilized in the realization of its activity, or to change the actor's focus from the goal of an action to its detailed objectives.

We also use two explanatory interview techniques and simple self-confrontation to promote the explicitness of the tacit elements mobilized in the activities of the actors, such as the concepts of situation, actor, know-how, and know-that, which constitute the concepts of our ontology for the acquisition of tacit knowledge.

The population of our ontology allows us to have a different instantiation, of which each instantiation is a specialization of ontology, which represents the subsidiary of the activity to realize. The ontological model allows the reuse and sharing of populated knowledge, which reduces the loss of skills and operational memory of the company by offering techniques that meet the needs of training or research on an activity determined by a suitable list of activities memorized in the ontology.

The proposed ontological model adds value to tacit knowledge, while generating new inferential knowledge that actors cannot notice. This tacit knowledge generated can be exploited and will be mobilized by the actors to improve or carry out important activities in the company.

Keywords: Knowledge Engineering, Tacit Knowledge, Explicit Knowledge, Know-how, Know-that, Ontology.

Remerciements

Je remercie d'abord le Dieu tout-puissant de m'avoir donné la force et l'ambition de pouvoir faire ce travail.

J'exprime mes sincères remerciements à mon directeur de thèse, Mr Zidat Samir, qui a accepté de diriger mes travaux de thèse. Je le remercie aussi pour toutes les discussions enrichissantes, celles-ci ayant grandement participé à l'avancement de mon travail et qui ont permis de donner une orientation plus formelle à la présente thèse.

Mes plus vifs remerciements à mon co-directeur Mr Marir Farhi. Je le remercie pour le temps qu'il a consacré à la relecture de cette thèse, ainsi que pour les orientations et les observations qui ont fait aboutir à cette thèse.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur **Guezouli Larbi**, Docteur à l'Université Mostefa Ben Boulaïd Batna 2, pour avoir bien voulu accepter de présider le jury de ce mémoire

Je tiens également à remercier les membres de jury qui m'ont fait l'honneur de bien vouloir examiner mon travail, et plus précisément :

Monsieur **Behloul Ali**, Docteur à l'Université Mostefa Ben Boulaïd Batna 2, pour avoir accepté de juger ce travail en qualité d'examineur.

Monsieur **Benmohamed Mohamed**, Professeur à l'Université Abdelhamid Mehri, Constantine 2, pour avoir accepté de participer à ce jury de thèse en tant qu'examineur.

Monsieur **Hemam Sofiane Mounine**, Docteur à l'Université Abbes Laghrour, khenchela pour avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce manuscrit.

Madame **Hioual Ouassila**, Docteur à l'Université Abbes Laghrour, khenchela, pour l'intérêt qu'elle a manifesté en participant en qualité de membre invité à ce jury.

J'aimerais remercier aussi tous les collègues qui par leurs conseils et leurs encouragements ont contribué à l'aboutissement de cette thèse.

A titre plus personnel, Je remercie chaleureusement ma femme, Saida, pour son soutien moral ininterrompu et ses nombreux conseils tout le long de ma thèse. Finalement je remercie mes parents, m'ont toujours aidé, soutenu et encouragé à réaliser cette thèse.

Table des matières

Introduction Générale

1 Introduction	1
2 Le contexte de la thèse	1
2.1 La connaissance tacite	3
2.2 La connaissance dans le domaine médicale.....	4
2.3 La connaissance tacite dans la pratique médicale.....	5
3 Problématique.....	6
4 Objectifs et contributions de la thèse	8
5 Organisation de la thèse	10

Chapitre 1. Gestion et ingénierie des connaissances

1 Introduction	12
2 Données, informations et connaissances	13
3 Typologie de la connaissance dans les organisations.....	15
3.1 La dimension épistémologique de la connaissance	16
3.2 La dimension ontologique de la connaissance	17
3.3 La connaissance déclarative, procédurale et heuristique.....	18
4 L'acquisition des connaissances à la gestion et l'ingénierie des connaissances	19
4.1 Le processus d'ingénierie des connaissances.....	20
4.2 Méthodes d'acquisition de connaissances.....	21
4.3 Modélisation des connaissances	21
5 Techniques d'acquisition de connaissances	22
5.1 Entretien.....	23
5.2 Technique de l'observation	23
5.3 Technique auto confrontation.....	24
6 Méthodes de gestion et ingénierie des connaissances	24
7 Formalisme de représentation des connaissances	25
7.1 Formalisme basé sur les réseaux sémantiques.....	26
7.2 Formalisme basée sur la logique	27
8 Techniques de modélisation de la connaissance	28
8.1 Langage de modélisation unifié (UML) avec langage de contrainte d'objet.....	28
8.2 Les ontologies.....	29
9 Conclusion.....	32

Chapitre 2. Gestion La connaissance Tacite

1 Introduction	33
2 La connaissance tacite	34
3 Connaissance tacite du point de vue de Polanyi.....	34
3.1 Consciences focale et subsidiaire	35
4 Connaissance tacite du point de vue de Nonaka	36
5 La perspective cognitive.....	37
5.1 Ressource cognitive et la connaissance tacite	38
6 La connaissance et l'action	39
6.1 Développement cognitive de l'action	40
6.2 Les invariant opératoires	40
6.3 Champs conceptuels	41
6.4 Déroulement de l'activité et le modèle de connaissance	42
7 Typologie de la connaissance tacite	44
8 Caractéristique de la connaissance tacite	45
9 La connaissance tacite et explicite	45
10 La conversion de connaissances.....	46
11 La capacité d'explicitier les connaissances tacites.....	49
11.1 La mémoire passive et le réfléchissement	50
11.2 La verbalisation	50
11.3 Les techniques de l'entretien d'explicitation.....	51
12 Le transfert de connaissances	52
13 Conclusion.....	53

Chapitre 3. La connaissance tacite dans le domaine médicale

1 Introduction	54
2 L'épistémologie médicale	54
2.1 La connaissance dans le domaine médicale.....	55
2.2 La connaissance tacite dans le domaine médicale.....	56
3 Le processus cognitif utilisé dans le diagnostic	58
3.1 Les modèles théoriques	59
3.1.1- L'approche analytique	59
3.1.2- L'approche intuitive.....	65
4 L'approche intuitive et la connaissance tacite.....	66
5 Conclusion.....	67

Chapitre 4. Travaux connexes

1 Introduction	68
2 La modélisation des connaissances tacites	68
2.1 Modélisation avec le formalisme UML	70
2.2 Modélisation avec le formalisme ontologique.....	72
2.3 Modélisation avec le formalisme de système multi-agents	76
2.4 Modélisation avec le formalisme de carte cognitive	77
3 Synthèse	78
4 Conclusion.....	79

Chapitre 5. Approche pour l'acquisition de la connaissance Tacite

1 Introduction	80
2 La modélisation des connaissances tacites	81
3 L'interprétation de la connaissance tacite	81
3.1 La dimension de l'activité	82
3.2 La dimension de la perception :.....	83
3.3 La dimension de la cognition.....	83
3.4 Synthèse.....	83
4 Aperçu sur l'approche proposée	85
5 Conclusion.....	87

Chapitre 6. Modèle pour l'acquisition de la connaissance Tacite

1 Introduction	88
2 La théorie de l'activité.....	88
3 Le méta-modèle de la connaissance tacite	90
4 La modélisation du méta-modèle générique de la connaissance tacite	92
5 Principaux concepts de la modélisation	93
5.1 Le concept Acteur.....	93
5.2 Le concept Processus.....	94
5.3 Le concept Activité.....	94
5.4 Le concept « situation ».....	96
5.5 Le concept Savoir-que	96
5.6 Le concept Vidéo_Processus	96
6 Conclusion.....	97

Chapitre 7. Implémentation et expérimentation

1 Introduction	98
2 Méthodologie de conception de l'ontologie.....	98
3 Développement du modèle par approche descendante (top-down)	100
4 Conception de l'ontologie pour l'acquisition et transfert des connaissances tacites	103
4.1 Analyse des besoins.....	103
4.2 Développement.....	103
4.3 Implémentation.....	106
4.4 Validation et évaluation.....	108
5 Les critères de validité de la verbalisation	111
6 Le raisonnement	112
7 Exemple de cas : Un prélèvement de sang.....	113
7.1 L'entretien et l'auto confrontation.....	113
7.2 Description de l'activité.....	115
7.3 Reconstruction de l'activité	116
7.4 Le peuplement de l'ontologie	116
8 Le transfert des connaissances tacites	119
8.1 Le processus de transfert	120
9 Conclusion.....	122

Conclusions et perspectives

1 Conclusion générale	123
2 Synthèse des contributions	124
3 Perspectives.....	125

BIBLIOGRAPHIE	126
----------------------------	------------

Liste des figures

Figure 1.1 : La hiérarchie DIKW.....	13
Figure 1.2 : Les différents types de connaissances.....	16
Figure 1.3 : Classification des connaissances.....	19
Figure 1.4 : Processus d'ingénierie des connaissances.....	20
Figure 1.5 : Extrait d'une ontologie dans le domaine de la presse «People».....	31
Figure 2.1 : Interaction entre les invariants opératoires et une situation.....	41
Figure 2.2 : Développement de plusieurs schèmes dans différentes situations.....	42
Figure 2.3 : Spirale de conversion de connaissances ou le modèle SECI	47
Figure 3.1 : Le modèle de la lentille.	63
Figure 3.2 : Intuition clinique et analyse clinique	64
Figure 4.1 : UECML: Éléments principaux de modélisation.....	71
Figure 4.2 : Le modèle statique de la compétence.....	71
Figure 4.3 : Modèle conceptuel de représentation des connaissances empiriques multicouches à base d'ontologies.....	72
Figure 4.4 : La méthodologie générique en deux étapes pour formaliser les connaissances tacites des experts.....	73
Figure 4.5 : L'architecture du Framework.....	74
Figure 4.6 : TKAI acquisition de connaissances tacite en action (info-structure).....	75
Figure 4.7 : Les composants de KnowBest.....	75
Figure 4.8 : Interaction des utilisateurs de KnowBest avec la base de connaissances.....	76
Figure 5.1 : Les dimensions tacite et explicite lors d'une expérience cognitive.....	81
Figure 5.2 : Approche de modélisation des connaissances tacites.....	85
Figure 6.1 : Représentation schématique de la théorie de l'activité.....	89
Figure 6.2 : L'appariement entre les concepts de l'activité explicité et les concepts de la théorie de l'activité.....	90
Figure 6.3 : Méta-modèle de la connaissance tacite.....	91
Figure 6.4 : Un méta-modèle générique de connaissances tacites	93
Figure 7.1 : De modèles génériques vers un modèle adapté.....	100
Figure 7.2 : Le processus de conception de l'ontologie.....	100
Figure 7.3 : Le modèle ontologique de la connaissance tacite.....	107
Figure 7.4 : Les classes, objets et propriétés de données de l'ontologie.....	107
Figure 7.5 : Rapport de la validation avec l'outil OWL validator.....	108
Figure 7.6 : Copie d'écran de l'application de peuplement.....	110
Figure 7.7 : Requête SPARQL pour lister tous les processus existe dans notre ontologie.....	111
Figure 7.8 : Capture d'écran de la fenêtre de l'ajout des instances.....	117
Figure 7.9 : Capture d'écran des instances ajoutées.	117
Figure 7.10 : Graphe des instances de l'activité de prise de sang.....	118
Figure 7.11 : Processus de transfert de la connaissance tacite.....	120
Figure 7.12 : Exemple de processus de transfert de la connaissance de la prise de sang.....	121

Liste des tableaux

Tableau 2.1 . Caractéristiques clés des connaissances tacites et explicites	46
Tableau 4.1. Résumé et comparaison avec des travaux connexes.....	78
Tableau 7.1 . Les relations de l'ontologie.....	106
Tableau 7.2 . Les propriétés des classes de l'ontologie.....	106
Tableau 7.3. Le mode de questionnement de l'entretien d'explicitation	113
Tableau 7.4. Le mode de questionnement de l'entretien d'explicitation pour obtenir le savoir-que.....	114
Tableau 7.5. Description détaillée du contexte et savoir-que.....	115
Tableau 7.6. Description détaillée du savoir-faire de l'activité de prélèvement.....	116

Introduction générale

1 Introduction

Ce chapitre donne un aperçu de la thèse et explique les raisons qui ont motivé la recherche sur l'acquisition et le transfert des connaissances tacites. Il présente le contexte global dans le domaine de la gestion et l'ingénierie des connaissances. Ainsi il explique la nature de la connaissance tacite et sa forme dans le domaine médicale, puis, la problématique de recherche dans ce contexte est exposée, suivie des objectifs visés et des contributions majeures apportées dans la thèse. Enfin, un aperçu de la structure du manuscrit est présenté.

2 Le contexte de la thèse

Au cours du millénaire, moins de personnes feront un travail physique et de plus en plus de personnes feront un travail intellectuel. C'est le capital intellectuel. Il n'apparaît pas dans le bilan de la société, mais il a plus de valeur pour les organisations que les actifs physiques. La richesse économique repose davantage sur la connaissance et l'information que sur le processus de production.

Les changements économiques et sociaux ont considérablement modifié la structure et les valeurs de la société, et le capital intellectuel de l'entreprise est devenu une ressource essentielle pour survivre entre ses concurrents et la maîtrise des outils de production ne semble plus suffisante pour se démarquer des compétiteurs.

Les facteurs de production traditionnels sont devenus moins importants au fur et à mesure que les connaissances ont acquis le statut de ressource économique la plus importante. Cela a permis l'émergence d'une société de connaissance plutôt qu'une société industrielle (Drucker, 1992). Nonaka et Takeuchi ont également souligné l'avènement de cette époque centrée sur les connaissances lorsqu'ils ont conclu que l'apprentissage et la création de nouvelles connaissances étaient d'une importance primordiale pour une organisation (Nonaka et Takeuchi, 1995). Le passage d'une société industrielle à une société basée sur la connaissance a élevé la gestion des connaissances au rang des pratiques organisationnelles les plus influentes (Johannessen et al., 2001).

Selon Virtanen, au début des années 1990, la connaissance est devenue la plus importante ressource de production et d'économie des organisations (Virtanen, 2011). C'est-à-

dire que l'information et la connaissance sont devenues le principal avantage concurrentiel et la principale richesse des organisations (Crawford, 1991). Contrairement aux biens et aux services, les connaissances ne disparaissent pas lorsqu'elles sont consommées dans la production. Une immobilisation corporelle se déprécie avec l'usage, mais la connaissance, au contraire, croît et gagne de la valeur (Sveiby, 1997).

La gestion des connaissances affirme qu'il existe deux types de connaissances : les connaissances tacites et les connaissances explicites (Nonaka et Takeuchi, 1995). La connaissance explicite est formelle et systématique. Elle comprend les nombres et les mots faciles à communiquer et à partager sous forme de données brutes, de formules scientifiques, de procédures codifiées ou de principes universels. Les connaissances tacites sont ancrées dans l'action et l'engagement individuel dans un contexte particulier (Nonaka, 1991). Ces auteurs s'appuient sur les travaux de Michael Polanyi (Polanyi, 1958) où il utilise l'expression « connaissances tacites » pour rendre compte des connaissances difficiles à articuler, et qui couvrent les compétences et les techniques développées à l'aide du savoir-faire acquis, ainsi que des perceptions, des croyances et des valeurs reflétant l'image perçue de la réalité. Ces actions et expériences sont des composants qui empêchent l'externalisation de la connaissance tacite, rendant difficile sa transmission et son partage. De plus, les connaissances tacites développées et appliquées dans une entreprise peuvent difficilement être appliquées à une autre avec les mêmes résultats (Antunes, 2000).

Polanyi résume le concept de connaissance tacite avec la phrase célèbre "nous en savons plus que ce que nous pouvons dire" (Polanyi, 1966). Compte tenu de la nécessité de gérer les connaissances de manière stratégique par les entreprises, il est évident que les connaissances tacites constituent une grande partie de ces connaissances, ce qui explique l'intérêt accru sur ce concept pour comprendre sa composition.

La théorie de Nonaka et Takeuchi sur la création de connaissances organisationnelles est l'une des principales théories qui ont intégré la connaissance tacite dans les organisations (Nonaka et Takeuchi, 1995). L'un des défis auxquels les organisations sont confrontées est la capacité de gérer les connaissances tacites et de les externaliser en connaissances explicites (Irick, 2007).

L'évolution rapide de l'environnement économique a fait de la connaissance organisationnel la seule source durable d'avantage concurrentiel (Horvath, 2000). En fait, la connaissance tacite constitue la base de la connaissance organisationnelle. En conséquence, les connaissances tacites sont considérées comme un levier essentiel pour réussir l'innovation au sein d'une entreprise. (Seidler-de Alwis et Hartmann, 2008).

L'intérêt croissant portée à la connaissance de l'organisation, qu'elle soit tacite ou explicite, enrichit sans aucun doute le récit de ses expériences et lui permet d'accumuler son savoir-faire et l'étendue de sa mémoire organisationnelle, ce qui réduit le temps nécessaire pour résoudre ces problèmes organisationnels et augmente l'efficacité des performances de l'entreprise. Ainsi, la gestion des connaissances consiste à acquérir, stocker et classer les connaissances, ce qui permet la réutilisation optimale de ces connaissances.

2.1 La connaissance tacite

Les connaissances tacites sont souvent identifiées comme une ressource clé immatérielle (Jacobson, 1990) et également comme un attribut stratégique principal de certaines ressources humaines (Coff, 1999). Certains auteurs qualifient les connaissances tacites comme étant des connaissances cachées ou non structurées acquises au fil du temps par l'expérience, la réflexion et l'intuition, ce qui montre la difficulté de les extraire par rapport aux connaissances explicites (Davenport et Prusak, 2000 ; Nonaka et Takeuchi 1995).

La connaissance tacite est la connaissance que nous possédons, qui provient de l'expérience personnelle et du contexte. Ce sont les informations qui, le cas échéant, seraient les plus difficiles à écrire, à articuler ou à présenter de manière concrète. Cette connaissance devrait souvent être déduite d'actions et de déclarations. Par exemple, pensez à apprendre à préparer les célèbres recettes de votre grand-mère. Bien sûr, elle vous a donné la fiche de recette, mais lorsque vous essayez vous-même, vous sentez comme s'il manquait quelque chose. Après des années d'expérience, elle a appris la texture exacte de la pâte ou la durée exacte de la cuisson. Ce n'est pas quelque chose qu'elle peut écrire ; elle peut juste le sentir.

Il existe plusieurs exemples de connaissances tacites qui sont en relation avec nos activités quotidiennes tels que : faire du vélo, conduire une voiture ; on sait, explicitement, que le fait de tourner le guidon ou le volant modifie la direction d'un vélo ou d'une voiture, mais on ne peut pas vous concentrer simultanément sur cela et vous orienter en même temps dans la circulation. De même, vous pouvez savoir explicitement comment tenir le manche d'un marteau, mais vous ne pouvez pas vous concentrer simultanément sur le manche et taper le clou correctement avec le marteau. Dans le dernier exemple, le maître pianiste peut jouer avec talent, mais s'il commence à se concentrer sur les mouvements de ses doigts au lieu de la musique, il ne pourra pas jouer en tant que maître. Ainsi, selon Polanyi le corps physique est la base de nos connaissances, aussi bien intellectuelles que pratiques. "Tout savoir est un savoir personnel." (Polanyi, 1969). Il entend par là que toute connaissance est acquise par le connaisseur au moyen de processus physiques et mentaux. Ce n'est pas la même chose que de dire que la connaissance personnelle est subjective. Cependant, toutes les connaissances, à la fois intellectuelles et pratiques, sont toujours liées au connaisseur.

La dimension tacite de la connaissance telle que la conçoit Michael Polanyi est liée à un contexte de connaissance, d'apprentissage et d'action (Polanyi, 1958). Sa conception a reçu beaucoup d'attention dans les études scientifiques et technologiques ainsi que dans l'économie de l'innovation, le changement technologique, la gestion et la philosophie (Jha, 2002).

Les connaissances tacites peuvent être décrites comme un « savoir-faire » pour accomplir une tâche. Polanyi a utilisé le mot connaissance tacite pour décrire une cognition allant de l'implicite à l'explicite (Polanyi, 1967). Il a estimé que les individus ne peuvent pas exprimer complètement les connaissances tacites car elles sont basées sur des réalités corporelles et communautaires et non sur des concepts. Il a également déclaré que les connaissances tacites fonctionnaient comme des connaissances de base facilitant l'accomplissement des tâches et variant d'une situation à l'autre. Cela dit, les connaissances

tacites sont difficiles à documenter, à communiquer, à décrire, à reproduire ou à imiter, car elles résultent de l'expérience humaine.

Le tacite est perçu comme une dimension centrale du savoir. Ce n'est pas une catégorie résiduelle qui peut être éliminée par la codification, c'est-à-dire que la gestion des connaissances serait essentiellement un processus de transcription, traduisant des connaissances tacites en connaissances explicites ou codifiées. Bien que la codification soit importante et qu'elle soit effectuée avec soin afin d'éviter la perte de connaissances.

Nous en savons plus que nous disons et nous pouvons en dire plus que nous pouvons en écrire. Cela signifie que si nous adaptons ces textes pour concevoir des systèmes de gestion de connaissance, nous travaillons avec un support contraignant. Selon Sternberg la connaissance tacite est la clé d'un comportement intelligent dans des situations ou des contextes pratiques. Cette connaissance est le savoir-faire dont une personne a besoin pour réussir (Sternberg, 1999).

2.2 La connaissance dans le domaine médicale

Le secteur de la santé se caractérise par les connaissances tacites. Les processus médicaux sont exécutés sur un mélange d'expériences, de sentiments et de connaissances dans l'esprit des cliniciens. Alors que le secteur des soins de santé subit de fortes pressions pour augmenter la qualité et l'efficacité des soins fournis.

Un des exemples type des soins en pratique est l'hôpital. C'est une organisation très complexe où médecins et infirmiers dispensent des soins aux patients. Ces cliniciens sont soutenus par un personnel et une structure de gestion généralement importants.

Ces processus de travail sont construits à partir de composants standards (procédures, techniques, protocoles), mais l'application exacte de tous ces composants et leur cohérence doivent être déterminées à chaque fois. Les processus de soins consistent à interpréter en permanence quel est le problème et ce qui doit être fait. Ils sont définis par des réactions et des interactions entre professionnels pour comprendre la situation et les actions à prendre (Berg, 2001).

Les connaissances explicites sont constituées de faits, de règles, de relations et de règles qui peuvent être codées et normalisées fidèlement, souvent (mais pas toujours) stockées sous forme électronique et pouvant être facilement partagées. D'autre part, la connaissance tacite est intrinsèque au professionnel de la santé, intégrant ses expériences vécues, ses connaissances acquises, ses compétences personnelles et son jugement intuitif.

Ainsi, pour obtenir le bon diagnostic, il faut disposer des données exactes. L'obtention de ces données peut nécessiter un savoir-faire professionnel. Il ne suffit pas de poser au patient la bonne question, mais celle-ci doit être comprise de manière à ce que le patient la comprenne. L'interprétation et l'application de ces données explicites sur une maladie, nécessite de considérer comme acquis beaucoup de choses sur la signification de ces informations et les conditions dans lesquelles elles sont pertinentes dans cette situation.

Une base solide de connaissances médicales explicites est essentielle pour que les praticiens agissent de manière experte. Dans de nombreux cas, ces connaissances peuvent être

appliquées directement pour résoudre des problèmes cliniques grâce à un processus de raisonnement fondé sur des preuves (Haynes, 1993). Les algorithmes cliniques sont explicables et enseignables. Cependant, dans de nombreux cas, ces algorithmes ne peuvent pas être appliqués : leurs dépendances vis-à-vis des connaissances médicales explicites les empêchent lorsque les preuves médicales préalables sont insuffisantes (soit parce que les preuves sont faibles, contradictoires ou inexistantes).

Les actions appropriées dans les situations pratiques reposent sur une évaluation précise de la situation, qui comprend la sélection des indices pertinents, l'évaluation des attentes, l'anticipation de l'urgence et des plans de mesures à prendre. Une connaissance adéquate du domaine est une condition nécessaire pour développer une évaluation précise des situations, et les preuves disponibles doivent souvent être adaptées à une utilisation dans des cas particuliers afin de prendre en compte les différences entre les patients. Les médecins s'appuient donc sur des techniques (à la fois conscientes et subconscientes) pour intégrer les preuves disponibles à leur processus décisionnel (McDonald, 1996).

2.3 La connaissance tacite dans la pratique médicale

Le diagnostic est souvent basé sur des résultats sélectionnés en relation avec la maladie du patient. De plus, certaines constatations ne sont pas facilement assignables dans le cadre du diagnostic principal. Le médecin fournit un plan thérapeutique et un plan de gestion. Si le traitement est efficace et que le patient récupère, les détails non pris en compte sont ignorés. Ceci est typique de la pratique de routine de la médecine et ressemble au raisonnement que nous observons chez les experts. Les connaissances sous-jacentes à ce schéma de raisonnement sont de nature largement inarticulée ou tacite et utilisent peu les connaissances biomédicales (Patel et Groen, 1986 ; Patel et Kaufman, 1995).

Dans le cas où la routine échoue et que le patient revient avec des problèmes non résolus, une réévaluation de la théorie diagnostique initiale est nécessaire. Cette évaluation fait appel à un raisonnement causal et à un raisonnement dirigé en arrière, ce qui conduit souvent à la génération d'hypothèses diagnostiques alternatives. Dans ce contexte, ce qui était auparavant tacite devient le point central de la considération et devient ainsi explicite.

Le diagnostic est basé sur deux processus de raisonnement :

- Un raisonnement conscient qui part des données d'une situation complexe pour obtenir une solution, par une déduction d'un nombre limité d'hypothèses qui seront par la suite vérifiées une à une.

- Un raisonnement inconscient qui utilise des schèmes d'action et des informations qui ont déjà été rencontrées lors de la résolution d'autres situations problèmes, puis enregistrées dans la mémoire du clinicien ou l'infirmier. C'est un raisonnement intuitif et non analytique connu sous le nom de raisonnement par cas (Marir et Watson, 1994).

Les différents acteurs de la santé qui exercent l'activité médicale utilisent les deux processus de raisonnement et qui ne sont pas mutuellement exclusifs, dont ils prennent des décisions en fonction de leurs connaissances tacites, parfois définies comme une expérience pratique. Polanyi a soutenu que toute connaissance est enracinée dans une connaissance tacite.

Par ailleurs la connaissance tacite existe sous formes, physique ou pratique et analytique (Polanyi, 1966).

Avant de présenter notre méthodologie pour l'externalisation des connaissances tacites et la proposition de notre Framework, nous détaillons d'abord la problématique de recherche que soulève notre approche.

3 Problématique

Les connaissances tacites sont précieuses, hétérogènes parmi les entreprises et difficiles à imiter. Elles peuvent potentiellement offrir aux entreprises un avantage concurrentiel durable (Eckardt, 2014).

Les connaissances tacites possédées par des individus sont la ressource la plus importante sur le plan stratégique d'une organisation. C'est une base renouvelable et durable pour les activités et la compétitivité d'une organisation (Nonaka et al., 2000).

La connaissance tacite est la partie la plus importante du savoir humain existant. Elle joue un rôle important dans l'amélioration de la productivité individuelle et organisationnelle (Selamat et Choudrie, 2004). La principale tâche des gestionnaires est de convertir le capital humain tacite en capital explicite et structurel (Irick, 2007), et les détenteurs de ces connaissances tacites sont considérés comme des facteurs pouvant affecter l'ensemble de l'entreprise, tels que les départs à la retraite, les décès, les promotions d'employés, les mutations et la dispersion des équipes.

Les pouvoirs publics algériens ont pris des mesures pour inciter les travailleurs au départ volontaire à travers le dispositif de la retraite proportionnelle, la retraite sans condition et la retraite anticipée, entraînant un départ massif en retraite compte tenu des avantages proposés, prime de départ plus retraite. La caisse nationale des retraites ⁽¹⁾ publie le chiffre de 1 082 320 de travailleurs jusqu'au 31.12.2018 qui ont opté pour ces formules. Ce chiffre est réparti sur plusieurs secteurs d'activité, en particulier dans les secteurs de l'éducation et de la santé. Ces importants départs à la retraite sont susceptibles de provoquer une crise d'encadrement dans le réseau de la santé et de l'éducation, la plupart d'entre eux étant des infirmiers, des médecins, des enseignants et des cadres ayant cumulé plusieurs années de services. Surtout dans des postes de responsabilité.

Les établissements publics algériens ont investi du temps et des moyens financiers afin que les employés deviennent opérationnels et efficaces et au fil des années d'ancienneté accumulées, les employés acquièrent un savoir-faire, des techniques, des méthodes de travail, propres à l'établissement et à sa stratégie. Et possèdent des responsabilités uniques qui font d'eux des éléments indispensables.

Le départ de ces retraités pourrait causer de graves conséquences pour l'établissement, soit son incapacité à exercer son travail de manière définitive, soit la reprise d'échecs dans les méthodes déjà connues. Ce qui engendre une dégradation dans la qualité du service ou une cessation d'activité.

1 : <http://cnr.dz/chiffres-caracteristiques/> visité le 01/10/2019

Les connaissances tacites détenues par les anciens employés représentent un des principaux substrats du portefeuille de compétences clés d'une organisation qui peuvent être exploitées comme des éléments fonctionnels dans la pratique de l'activité.

Dans ce contexte l'entreprise doit s'assurer de l'avantage compétitif durable en sachant définir et défendre la spécificité, qui la distingue de ses concurrents. Cette spécificité, qui fonde cet avantage compétitif, dépend de sa capacité à identifier les connaissances tacites détenues par leurs personnels, à les mobiliser rapidement, à les reconnaître et à favoriser leur développement.

La plupart des méthodes de gestion des connaissances reposent sur l'idée que le meilleur moyen de promouvoir le transfert des connaissances tacites est la socialisation (Nonaka et Takeuchi, 1995), tandis que le développement de techniques de l'externalisation des connaissances tacites est actuellement très peu répandu. Pour cette raison, Notre recherche propose une démarche consiste à identifier les connaissances tacites de chaque individu, et à les rendre publiquement utilisables dans les organisations. Cette thèse a pour but de contribuer aux efforts de recherche sur la question de transférer de connaissance tacite vers une connaissance explicite. Cette thèse contribue également à l'identification de connaissances tacites qui sont difficiles à articuler.

Deux problèmes majeurs ont été soulevés lors de la tentative de compréhension de la connaissance tacite :

- 1- Comprendre la nature des connaissances tacites : La connaissance tacite se caractérise par une qualité personnelle, ce qui rend difficile à formalisé ou à communiqué. La connaissance tacite est profondément enracinée dans l'action et l'implication dans un contexte spécifique et elle reflète le savoir-faire et l'expérience de travail d'un individu, qui est un type important de ressource intangible précieuse difficile à imiter et à acquérir (Nonaka, 1994). Par conséquent, le caractère tacite de la connaissance tacite est une question qui dépend de l'emphase de l'acteur et de la théorie. Ainsi, l'un des principaux facteurs dans la conduite de la recherche dans cette thèse est de développer un Framework pour acquérir ce type de connaissance.
- 2- La capacité d'explicitier les connaissances tacites : La connaissance tacite est intangible, elle peut être difficile à expliciter dans une forme exploitable par d'autres personnes. Par conséquent, l'explicitation de quelque chose d'inatteignable semble en effet compliquée. De ce point de vue, l'idée d'explicitier les connaissances tacites n'est pas aussi simple que celle présentée dans la littérature actuelle sur la gestion des connaissances. Cette thèse a pour but de montrer comment expliciter les connaissances tacites et d'identifier celles qui sont difficiles à articuler.

Ces problèmes présentés ci-dessus sont liés les uns aux autres, et l'externalisation des connaissances tacites est un sujet qui semble insuffisamment étudié.

4 Objectifs et contributions de la thèse

L'acquisition et le transfert des connaissances tacites au sein de l'entreprise demeurent un enjeu essentiel dans la course au progrès, Il s'agit d'un processus visant à rendre la connaissance tacite de l'individu (par exemple, une certaine compétence ou un savoir-faire spécifique à un contexte) accessible, visible et donc utilisable par d'autres individus. En d'autres termes, c'est une opération où la connaissance tacite est convertie en une représentation explicite.

Les raisons pour discuter le sujet de l'acquisition et le transfert des connaissances tacites dans le domaine de la gestion des connaissances sont les suivantes :

- L'amélioration de la performance des employés en optimisant l'utilisation du capital intellectuel de l'organisation.
- La capture de compétences en articulant des connaissances tacites des professionnels, ce qui permet aux entreprises de renforcer leur réactivité face à un environnement imprévisible, et de réduire leur vulnérabilité.
- L'obtention d'un avantage concurrentiel par l'utilisation efficace des connaissances tacites.
- La génération d'innovation.

L'objectif global visé par cette thèse est de proposer un Framework pour l'acquisition et le transfert de connaissances tacites, Cet objectif est subdivisé en sous-objectifs suivants :

- 1- Déterminer la nature de la connaissance tacite.
- 2- Comment expliciter les connaissances tacites.
- 3- Comment acquérir les connaissances tacites.
- 4- Proposer le modèle pour l'acquisition et le transfert des connaissances tacites

Pour atteindre ces objectifs, nous considérons la théorie de Polanyi comme référence pour comprendre la connaissance tacite en tant que phénomène cognitif. Une analyse approfondie de cette théorie permet de comprendre les notions de base de la connaissance tacite, une théorie qui s'est développée pendant plus de trois décennies dans divers écrits après le milieu du vingtième siècle.

Polanyi a établi une distinction entre conscience focale et conscience subsidiaire. Une relation spécifique établie par l'action entre les consciences focale et subsidiaire. Cette relation peut également être expliquée en termes de relation entre une totalité (attention focale) et ses parties (attention subsidiaire). Ces deux consciences ne peuvent se manifester en même temps, l'une excluant automatiquement l'autre. Fondamentalement, la conscience subsidiaire couvre la connaissance tacite, alors que la connaissance explicite appartient à la conscience focale. La conscience focale est toujours consciente (Polanyi, 1968).

Afin de proposer notre approche, nous nous appuyons sur ces cinq composantes de la connaissance tacite :

- 1- La connaissance tacite est liée à une action : La connaissance tacite est procédurale et comprend des séquences condition-action. Ces conditions font référence à des situations particulières ou à des classifications de situations (Sternberg, 1998). Selon Reber, la connaissance tacite implique la reconnaissance des conditions et l'exécution ultérieure de séquences d'actions. Ces procédures sont souvent automatiques et ne sont pas accompagnées d'une délibération minutieuse (Reber, 1993).
- 2- La présentation cognitive de la connaissance tacite est expliquée par l'interaction de la conscience focale et la conscience subsidiaire, où cette dernière représente une structure de connaissances mentales, afin de mobiliser le corps sans qu'il soit conscient à achever l'action avec réussite (Polanyi, 1968).
- 3- La connaissance tacite est pertinente par rapport aux objectifs : les connaissances tacites sont utiles dans la mesure où elles aident les personnes à atteindre les objectifs qu'elles valorisent. Il s'agit de connaissances utilisées dans des situations réelles plutôt que de connaissances sans contexte (Sternberg, 1998).
- 4- La connaissance tacite s'acquiert avec peu d'aide d'autres personnes : les connaissances tacites ne sont pas acquises avec l'aide directe des autres, ni avec l'enseignement direct. Les connaissances tacites sont des connaissances orientées vers l'action qui permettent aux individus de réguler leur environnement de manière à atteindre certains objectifs (Nestor-Baker et Hoy, 2001). Selon les recherches rapportées par Reber et Horvath, les connaissances tacites peuvent être acquises sans intention ni conscience (Reber, 1993 ; Horvath, 1999).
- 5- Notre compréhension de la connaissance tacite doit ici être approchée du savoir-faire (contrastée mais complémentaire du savoir-que) tel que défini par Gilbert Ryle (Ryle, 1946), elle correspond à une action bien délimitée savoir comment faire. Le concept de connaissance tacite est un phénomène cognitif défini en termes de processus d'apprentissage produisant la connaissance, et le système de mémoire qui l'encode ensuite pour une utilisation ultérieure (Sternberg, 1998). Le savoir-que correspond aux catégories de pensée qui permettent de sélectionner l'information pertinente et des conceptions implicites constituant des hypothèses (Vergnaud, 1999).

L'approche proposée pour de l'acquisition et de transfert des connaissances tacites est structurée en quatre étapes.

La première étape consiste à accéder à la conscience subsidiaire de l'individu et à expliciter les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de son activité. Pour cela nous avons utilisé deux techniques : l'entretien d'explicitation et l'auto confrontation simple pour obtenir des descriptions d'un degré de granularité très fin. La technique de l'entretien d'explicitation élaborée par le psychologue et chercheur Pierre Vermersch qui permet d'accéder à des dimensions subsidiaires du vécu de l'action (Vermersch, 2001), et la technique de l'auto confrontation simple (Theureau, 2010) permet à l'acteur de fournir des éléments indispensables à la compréhension de la production de son activité en relation avec la réalité de sa pratique.

Selon Polanyi, le connaisseur est subsidiairement conscient des connaissances tacites ; ils les utilisent comme un guide à la représentation focale sur laquelle le connaisseur concentre son attention (Polanyi, 1966). L'entretien d'explicitation est évidemment une méthode rétrospective. L'externalisation consiste à assister aux expériences passées, aux actions en cours ou aux contenus actuels de l'esprit. Dans chaque cas, il y a un intervalle de temps entre l'occurrence de la représentation et son compte rendu. Pour cela la technique de l'auto confrontation simple permet au connaisseur de resituer dans la conscience subsidiaire de l'activité et avoir plus d'explication sur son vécu de l'action.

La deuxième étape prend comme entrée les éléments significatifs de l'activité explicités dans la première étape, dans le but de déterminer le savoir-que. La troisième étape consiste à reconstruire l'activité de façon cohérente, cette activité reconstruite représente les instances de concepts et/ou d'instances de propriétés qui sont utilisés dans la quatrième étape pour peupler l'ontologie des connaissances tacites.

Dans le développement de notre ontologie, nous poursuivons de décrire la réalité cognitive décrite par Polanyi en utilisant les notions discutées auparavant, la théorie de l'activité (Engeström, 1987) et de relations entre elles afin de mieux comprendre et expliquer cette partie de la réalité cognitive. La base de connaissances obtenue représente la mémoire organisationnelle de ce domaine et toutes les activités des experts de ce domaine sont mémorisées.

5 Organisation de la thèse

Le manuscrit est composé de sept chapitres, structurés en deux parties. Une introduction générale qui donne un aperçu de la recherche sur l'acquisition et le transfert des connaissances tacites. Il donne une brève introduction à la nature de la connaissance tacite. Cela explique pourquoi la connaissance tacite est un élément important dans l'analyse de la création de la connaissance. Dans l'introduction générale, la problématique de recherche est abordée, en précisant les objectifs, la raison d'être et les contributions de la recherche ainsi que l'organisation du manuscrit.

La première partie de la thèse est un état de l'art du domaine. Cette partie est organisée en quatre chapitres dans le but de présenter le domaine de l'ingénierie des connaissances et une analyse détaillée de la connaissance tacite ainsi que les travaux connexes ayant abordé la problématique de l'acquisition et le transfert des connaissances tacites. Les chapitres 1, 2,3 et 4 constituent la première partie.

Le chapitre 1 est consacré à la définition des concepts liés à la gestion des connaissances et à l'ingénierie. Une étude approfondie du concept de connaissance met en lumière les méthodes et techniques d'acquisition des connaissances, notamment les techniques de gestion des connaissances et les techniques de modélisation des connaissances.

Dans le chapitre 2 nous introduisons les définitions et les concepts de base associés à la connaissance tacite, qui sont détaillés sur deux points de vue. La première vue est basée sur la notion originale du concept de Polanyi (Polanyi, 1966) et la seconde vue est attribuée par

Nonaka (Nonaka, 1994). L'attention a été attirée sur la structure cognitive de la connaissance tacite, qui a permis d'examiner la relation entre cette connaissance et la façon dont elle était représentée dans l'esprit de l'acteur. Notamment nous avons introduit les concepts liés à la connaissance tacite, à la typologie, aux caractéristiques de cette connaissance, ainsi qu'à la structure cognitive et physique.

Le chapitre 3 nous exposons la connaissance tacite dans le domaine médicale, sa composition et ses éléments de base, comment les identifier, et nous explicitons sa formalisation. Une étude sur les différentes méthodes de recherche et des modèles théoriques utilisées dans le processus du diagnostic est présentée en vue de localiser les connaissances tacites mobilisées dans la prise de décision.

Le chapitre 4 englobe un état de l'art détaillé des différentes approches ayant traité l'acquisition ou l'externalisation des connaissances tacites. Une étude comparative détaillée des divers travaux et leurs relations avec notre problématique sont présentées. Les limites des approches existantes sont illustrées avec les raisons de leur non adéquation au contexte de notre problématique.

La deuxième partie expose notre contribution. Elle est divisée en trois chapitres.

Dans **le chapitre 5**, nous expliquons ce qu'il faut modéliser dans la connaissance tacite, une explication détaillée de la structure de la connaissance tacite est fournie, de sorte que les deux parties physique et cognitive soient claires. L'approche proposée nous aide à atteindre la conscience subsidiaire de l'individu et à expliciter les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de son activité. Nous utilisons deux techniques pour expliciter ces connaissances et aider l'acteur à consolider son expérience sous la forme de concepts de base : situation, savoir-que, processus, activité, tâche, but et outil.

Le chapitre 6 est consacré pour la proposition et la description de notre modèle pour l'acquisition de la connaissance tacite, ce modèle est capable de capter, mémoriser, et transférer les connaissances tacites. Un appariement entre les éléments de la théorie de l'activité et les composants de la connaissance tacite permet de proposer une structure conceptuelle qui représente les connaissances tacites mobilisés dans la réalisation de l'action, et cela à travers une hiérarchie de quatre concepts savoir-faire, savoir-que, situation et acteur. Par la suite le concept savoir-faire est développé par une hiérarchie de concepts qui enrichissent le méta-modèle de base, pour obtenir le méta-modèle général de la connaissance tacite.

Le chapitre 7 décrit la mise en œuvre du méta-modèle général de la connaissance tacite, dont la conception et le développement de l'ontologie de l'acquisition et transfert des connaissances tacites sont présentés selon une approche descendante. Il présente les différentes étapes de la validation et l'évaluation de l'ontologie développée ainsi que les raisonnements qu'on pourrait appliquer pour avoir de nouvelles connaissances tacites.

En fin, la conclusion générale de la recherche. Elle montre comment les objectifs de la recherche ont été atteints. Cette section couvre en détail les limites de la recherche et discute de la validité et de la qualité de la recherche. Cette section couvre également un certain nombre de perspectives ouvertes pour les travaux de recherche futurs.

Gestion et ingénierie des connaissances

1 Introduction

Le terme "information" est utilisé pour toutes les données externes aux personnes, communiquées oralement ou médiatisées dans des documents. Le mot "connaissance" est le résultat de toute construction mentale internalisée par un individu à partir d'informations qu'il obtient (Paquette et al., 2003). Par conséquent, la gestion de l'information consiste à mettre en relation les personnes avec les bonnes informations au bon moment et au bon endroit, pour s'assurer que des informations précises sont accessibles et partagées. Tandis que la gestion des connaissances « Knowledge Management » est une discipline de recherche qui propose des approches méthodologiques et organisationnelles qui comprend l'acquisition, la conversion, l'application et la protection des connaissances, dans le but de capitaliser la connaissance et renforcer sa valeur ajoutée dans la vie des organisations (Gold et al., 2001). Les approches de cette discipline ne permettent pas seulement de comprendre la nature de connaissances modélisées mais aussi à les traiter, les manipuler et les structurer dans un modèle qui facilite leurs transferts et leurs développements. Cette démarche appartient au domaine de la gestion des connaissances et met plus précisément en place des moyens de l'ordre de l'ingénierie des connaissances.

Afin d'identifier les concepts associés au domaine de la gestion et ingénierie des connaissances, il convient de comprendre la nature et les dimensions théoriques de la connaissance. À cette fin, nous commençons le chapitre par la section 2, dans laquelle nous définissons les données, les informations et les connaissances. Ensuite, nous exposons en section 3 la typologie de la connaissance. Nous présentons ensuite plus précisément les apports de l'ingénierie des connaissances aux étapes de la collecte puis de la modélisation et de la formalisation des connaissances. Comme il est détaillé dans la section 4 où nous traitons l'acquisition des connaissances et la relation avec le domaine de la gestion et l'ingénierie des connaissances, et après nous exposons les techniques d'acquisition des connaissances en section 5. La section 6 traite les méthodes de gestion et ingénierie des connaissances, ensuite nous exposons les techniques de modélisation de la connaissance en section 7, et nous clôturons le chapitre par une conclusion en section 8.

2 Données, informations et connaissances

La plupart des auteurs dans le domaine de la gestion des connaissances définissent la connaissance en différenciant la signification entre données, informations et connaissances, le modèle DIKW « Data, Information, Knowledge, Wisdom » (Rowley, 2007) est souvent cité ou utilisé implicitement dans les sciences de l'information et en management des connaissances, pour présenter les définitions de ces notions et de leurs interrelations.

La hiérarchie établie par le modèle DIKW Comme l'indique la figure 1.1 est utilisée pour contextualiser les données, les informations, les connaissances et parfois la sagesse les unes par rapport aux autres sous une forme d'une pyramide où le niveau le plus bas correspond aux données et le niveau plus élevé à la sagesse. L'hypothèse implicite est que les données peuvent être utilisées pour développer des informations ; les informations peuvent être utilisées pour développer des connaissances et les connaissances peuvent être utilisées pour développer de la sagesse.

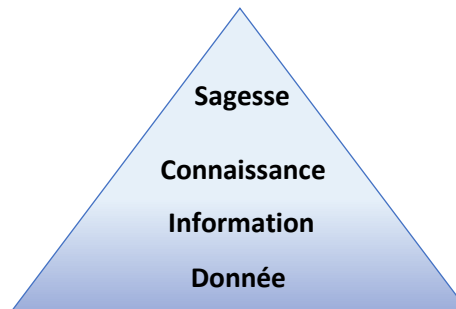


Figure 1.1 : La hiérarchie DIKW - développée à partir de (Rowley, 2007)

Les données font largement référence aux chiffres et aux faits bruts (Alavi et Leidner, 2001 ; Bhatt, 2001), et le qualificatif « brute » est ajouté pour signifier que cette donnée n'est pas reliée à une intention ou à une signification particulière. Davenport et Prusak les définissent comme des « *faits discrets et objectifs relatifs à des événements* », résultant d'une observation, d'une acquisition ou d'une mesure effectuée par les sens ou par l'intermédiaire des technologies d'instrumentation (Davenport et Prusak, 2000).

Les données peuvent devenir des informations lorsqu'elles sont correctement traitées en tant que données structurées dans un but précis. D'après Davenport et Prusak, une information est un ensemble de données brutes dans le cas où l'émetteur ajoute un sens ou un objectif particulier à ces données (Davenport et Prusak, 1998). L'information est alors un ensemble de données non structurées qui sont organisées pour donner forme à un message résultant d'un contexte donné et donc parfaitement subjectif.

La connaissance est au-dessus des informations et des données dans cette pyramide, mais ce concept fait l'objet de nombreuses définitions provenant de diverses disciplines, qui semblent converger aujourd'hui sur une caractéristique clé de la connaissance : une connaissance n'existe pas en dehors d'un individu, elle est de l'ordre d'une représentation cognitive (Ganascia, 2006). Selon Prax, « la connaissance résulte d'une acquisition

d'information et d'une action, elle est à la fois mémoire et processus de construction d'une représentation » (Prax ,2000).

La connaissance dépend de la cognition humaine, car la connaissance est une combinaison du sens, du contexte, de la mémoire personnelle et de processus cognitifs. Cette conception de la connaissance est validée par Davenport et Prusak qui définissent la connaissance comme « un mix évolutif d'expériences, de valeurs, d'informations contextualisées et d'expertises, qui assure un cadre pour évaluer et incorporer de nouvelles expériences et informations » (Davenport et Prusak, 1998).

La connaissance est donc définie comme une « information contextualisée », c'est-à-dire une information qui est mobilisée dans un contexte d'action spécifique, Ermine suggère notamment que le savoir-faire permet de transformer les informations acquises par l'expérience (Ermine, 2000), l'apprentissage ou l'introspection en une activité physique ou mentale dans une situation donnée, et que cette transformation se fait par l'individu. La connaissance est donc le résultat de l'interprétation de l'information dans son référentiel. Ce référentiel comprend selon Ermine, la sémantique que l'individu attache à l'information et au contexte dans lequel est intégrée cette information (Ermine, 2000).

La pyramide DIKW présente un sommet qui peut prendre plusieurs formes. On trouve dans la littérature plusieurs formes de passage de la connaissance, soit le savoir, compétence, et sagesse :

Le savoir : Les savoirs sont constitués de concepts, de procédures ou de méthodes qui existent hors du sujet connaissant et qui sont généralement codifiés dans des ouvrages de référence, manuels, encyclopédies, dictionnaires. Les connaissances, par contre, sont indissociables du sujet connaissant (Margolinas, 2014).

L'acquisition d'un savoir suppose un processus continu d'assimilation et d'organisation de connaissances par le sujet concerné. Ce qui s'oppose à une simple accumulation et rétention. Selon Prax, le savoir renvoie à « un su, quelque chose d'acquis. Cette singularité du mot indique une certaine pérennité, une appropriation qui n'est pas censée s'oublier ou se perdre, il y a donc le savoir de la certitude et du définitif » (Prax, 2012, p. 71).

La compétence : elle est considérée comme une action potentielle à pratiquer et désigne la mobilisation d'un ensemble d'attributs pertinents tels que les connaissances, les savoir-faire et les attitudes en vue de résoudre une situation complexe. Selon Grundstein la compétence représente « l'aptitude des personnes à mettre en œuvre, au-delà de leurs connaissances propres, les ressources physiques, les savoirs et les savoir-faire constitutifs des connaissances de l'entreprise dans des conditions de travail contraintes données : le poste de travail, un rôle bien défini, une mission spécifique. Ainsi la compétence individuelle se réalise dans le cadre d'un processus d'action déterminé : c'est un processus qui, au-delà des savoirs et des savoir-faire, fait appel au savoir être des personnes et à leurs attitudes éthiques » (Grundstein, 2002).

Selon Michel considère une compétence comme une capacité à résoudre des problèmes de manière efficace et dans un contexte donné (Michel, 1993). Pour notre part, nous retiendrons la définition proposée par (Boumane et al., 2006) qui implique les définitions des autres auteurs. "La compétence est la capacité d'une personne (acteur) à agir et à réagir avec la pertinence requise pour réaliser une activité dans une situation de travail. L'acteur est au cœur d'un processus qui consiste à sélectionner, combiner et mobiliser ses connaissances, son savoir-faire, ses aptitudes et comportements d'une part, et des ressources de l'environnement d'autre part, en vue d'accomplir une mission définie par l'entreprise".

La sagesse : La sagesse est moins discutée dans la littérature (Rowley, 2007). Elle est définie comme une accumulation de connaissances permettant de comprendre et d'appliquer les concepts d'un domaine à de nouvelles situations ou problèmes (Jessup et Valacich, 2003). La sagesse est la mise en action des connaissances accumulées. Selon Prax, « la sagesse c'est la mobilisation des connaissances pour l'action future, ou mieux, en vue d'une bonne action » (Prax, 2012, p. 96).

Si les informations sont un ensemble de données organisées d'une manière qu'ils ont une valeur supplémentaire au-delà de la valeur des faits eux-mêmes, alors les connaissances sont liées à une structure cognitive représentée par l'ensemble des règles, directives, et procédures utilisées pour sélectionner, organiser et manipuler les données afin de les adapter à une tâche spécifique. La transition de l'information en connaissances peut donner de sens multiple et qu'il est fortement dépendant du contexte, donc l'apport humain est important car c'est lui le porteur.

La connaissance interprétée par l'individu au sein d'une entreprise peut être matérialisée dans des bases de données, des documents, des produits et dans différents autres supports. Mais elle peut être aussi mélangée à des mécanismes, des routines, des normes organisationnelles et des pratiques. Dans le cadre de notre recherche, nous retenons la définition proposée par Davenport et Prusak « la connaissance est un mélange fluide d'expériences, de valeurs, de formations contextuelles et d'avis d'experts qui fournissent un cadre pour évaluer et incorporer de nouvelles expériences et informations. Elle est à l'origine appliquée dans l'esprit de celui qui sait. Dans les organisations, elle devient souvent intégrée non seulement dans les documents ou les archives, mais aussi dans les routines organisationnelles, les processus, les pratiques et les normes » (Davenport et Prusak, 1998, p. 5).

3 Typologie de la connaissance dans les organisations

Afin de gérer les connaissances en tant que ressource, il faut d'abord comprendre leurs caractéristiques et ses différentes classifications théoriques. On trouve une grande partie de la littérature sur les classifications des connaissances organisationnelles sous deux dimensions (Nonaka et Takeuchi, 1997) ; la première est la dimension épistémologique de la connaissance, elle veut démontrer que la classification de la connaissance soit en tacite ou explicite. La seconde est la dimension ontologique de la connaissance, elle se concentre sur l'emplacement des connaissances dans l'organisation : les connaissances peuvent être classées en connaissances individuelles ou en groupe (connaissances collectives) telles que représentées

dans la figure 1.2. Dans cette taxonomie, d'autres recherches ont mis en avant d'autres classifications des connaissances qu'il nous semble intéressant de mentionner est la classification des connaissances en déclarations, procédures ou heuristiques. Dans ces trois catégories, il est possible d'adapter des formes de connaissances spécifiques à un domaine. Les trois catégories sont décrites brièvement ci-dessous.

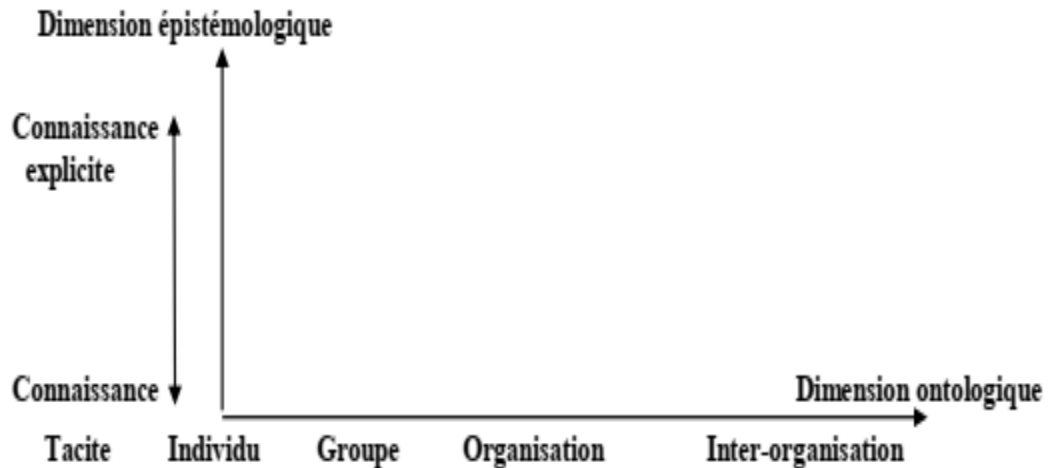


Figure 1.2 : Les différents types de connaissances,
 Source : Adapté de (Nonaka et Takeuchi, 1997, p. 76)

3.1 La dimension épistémologique de la connaissance

La dimension épistémologique se fonde sur les travaux de Polanyi et qui consiste à aborder le concept de connaissance en distinguant deux composantes de connaissances tacites et explicites (Nonaka, 1994), et qui sont mutuellement dépendantes, et leur existence renforcent la qualité des connaissances et nous permettent de les interpréter (Alavi et Leidner, 2001). Ce point de vue se prête facilement à la notion de la gestion et la codification des connaissances (Gourlay, 2006). Par exemple, si la connaissance peut être séparée en ses composants, il devient plus facile de la concevoir comme un objet pouvant être possédé, stocké, traité et partagé (Schultze et Stabell 2004). Il encourage également la juxtaposition des termes connaissance tacite et connaissance codifiée, de sorte que tacite devienne une étiquette pour tout ce qui n'est pas codifié (Cowan et al., 2000), ce qui rend le processus de conversion de la connaissance entre tacite et explicite apparent.

a- Les connaissances tacites

La composante tacite est profondément ancrée dans l'esprit humain et interconnectée avec d'autres aspects des organisations, tels que les processus et le contexte social. Il fait référence à la connaissance non articulée qui réside dans la tête d'une personne et qui est normalement difficile à décrire et à transférer (Bollinger et Smith, 2001). Ce sont les compétences, le jugement, les expériences, l'intuition, les secrets de métiers, les savoir-faire, les tours de mains qu'un individu a acquis et échangés lors des relations à l'intérieur de son organisation.

Le terme « connaissance tacite » a été introduit pour la première fois par le philosophe hongrois ; médecin et chimiste Michael Polanyi en 1958 dans son ouvrage intitulé 'Personal Knowledge' (Polanyi, 1958). Il résume la notion de connaissance tacite dans son livre 'The Tacit Dimension' avec la phrase célèbre « nous en savons plus que ce que nous pouvons dire » en anglais « we can know more than we can tell » (Polanyi, 1966). Ingold explique : " Son argument était que la connaissance de ce qui peut être formellement et consciemment explicite n'est que la partie visible de l'iceberg par rapport à l'immense réservoir de savoir-faire qui existe sous la surface et sans lequel rien ne pourrait être accompli pratiquement" (Ingold, 2013, p. 109).

L'un des exemples les plus convaincants de connaissances tacites est la reconnaissance faciale. « Nous connaissons le visage d'une personne et pouvons le reconnaître parmi un millier, voire un million. Cependant, nous ne pouvons pas généralement dire comment nous reconnaissons un visage que nous connaissons, de sorte que la plupart de ces éléments ne peuvent pas être exprimés avec des mots. » (Polanyi, 1966). Lorsque vous voyez un visage, vous n'êtes pas conscient de votre connaissance des caractéristiques individuelles (les yeux, le nez, la bouche), mais vous voyez et reconnaissez le visage dans son ensemble. D'autres exemples d'activités quotidiennes et de connaissances tacites sont les suivants : faire du vélo, jouer du piano, conduire une voiture, frapper un clou avec un marteau. On sait peut-être explicitement comment le fait de tourner le guidon ou le volant modifie la direction d'un vélo ou d'une voiture, mais on ne peut pas se concentrer simultanément sur cela et vous orienter en même temps dans la circulation.

La nature intrinsèquement tacite d'une grande partie de la connaissance humaine signifie qu'il y a des limites à la codification, Parce que ces connaissances comportent, d'une part, un volet cognitif, à savoir les modèles mentaux (Johnson-Laird, 1983) que les humains se forment sur le monde et d'autre part les volets techniques, à savoir, le savoir-faire concret, des habiletés s'appliquant dans des contextes spécifiques (Dieng et al., 2000). Autrement dit, c'est la connaissance que possèdent les individus. Le troisième chapitre de l'état de l'art illustre plus de détails sur ce concept.

b- Les connaissances explicites

La connaissance explicite peut être clairement formulée ou définie et exprimée sans ambiguïté. Elle peut être codifiée et communiquée sous une forme symbolique et dans un langage formel et spécifique (Alavi et Leidner, 2001 ; Bollinger et Smith, 2001). Les connaissances explicites peuvent être écrites, traitées par des systèmes d'information, codifiées ou enregistrées, archivées et protégées par des organisations (Yeh, 2005).

3.2 La dimension ontologique de la connaissance

L'autre dimension de la connaissance, ontologique, différencie la connaissance entre individuel et groupe. Les connaissances individuelles concernent les structures de connaissances personnelles, tandis que les connaissances de groupe sont liées aux structures de connaissances organisationnelles. Cette dimension classe par contre la connaissance dans les quatre catégories suivantes :

- Individuel, qui désigne le processus de production de connaissances par une personne, Cette connaissance est considérée comme un bien propre à l'individu (Polanyi, 1966). Ces connaissances individuelles sont déterminées à partir d'une situation donnée, d'une expérience vécue par les individus et sont créées en réalité par chaque individu. Une organisation ne peut pas donc créer les connaissances sans l'apport humain.
- Groupe, qui fait référence au processus de création de connaissances grâce à l'interaction d'un groupe spécifique d'employés au sein d'organisations. Selon Latour, l'interaction entre les individus et le partage d'expériences conduit à la création et l'utilisation de connaissances collectives (Latour, 2005).
- Organisationnel, qui fait référence au processus impliquant l'ensemble des connaissances créées au sein d'une organisation. Il s'agit de la connaissance accumulée de l'organisation, qui est stockée dans ses règles, procédures, routines et normes partagées qui guident les comportements, les activités et les modes d'interaction et de résolution de problèmes parmi ses membres. De ce fait, la connaissance collective ressemble à la mémoire ou à l'esprit collectif de l'organisation (Walsh et Ungson 1991).
- Inter-organisationnel, c'est-à-dire lorsque deux organisations ou plus partagent des connaissances pour créer de nouvelles connaissances.

3.3 La connaissance déclarative, procédurale et heuristique

La connaissance déclarative est liée à l'aspect physique du savoir. C'est le type de connaissance requis pour savoir : quoi, qui, où et quand. C'est essentiel pour interpréter et décrire, d'un certain point de vue (conceptuel), les caractéristiques physiques du monde. C'est la connaissance des objets (entités ou événements) et des faits consensuels sur le monde, c'est-à-dire des informations factuelles sur un domaine donné. La connaissance représentée dans le schéma conceptuel de la base de données est un exemple de connaissance déclarative.

La connaissance procédurale est la connaissance requise pour accomplir une tâche donnée : elle fournit une description des actions spécifiques requises pour effectuer une tâche particulière. Cela vient de l'habileté intellectuelle de savoir faire quelque chose. Conventionnellement, les connaissances procédurales utilisent des connaissances déclaratives pour décrire des actions par étapes. La connaissance procédurale permet la représentation du comportement d'un domaine spécifique.

La connaissance procédurale d'une opération ou une tâche organisationnelle c'est la description informelle de sa réalisation en actions / étapes, règles métier, contraintes et exceptions.

Enfin, Les connaissances heuristiques, qui peuvent être interprétées comme un type spécifique de connaissances tacites difficiles à saisir et à externaliser, décrivent les connaissances liées à l'expérience de travail et au raisonnement implicite. Comme la signification dépend de l'expérience de l'individu, la connaissance heuristique grandit avec

l'expérience professionnelle. Les connaissances heuristiques sont générées par un processus interne et utilisent à la fois les connaissances déclaratives et procédurales pour résoudre des problèmes et par conséquent répondre à la question pourquoi (Davis et al., 1993).

La figure 1.3 montre une décomposition du concept connaissance en différents sous-concepts.

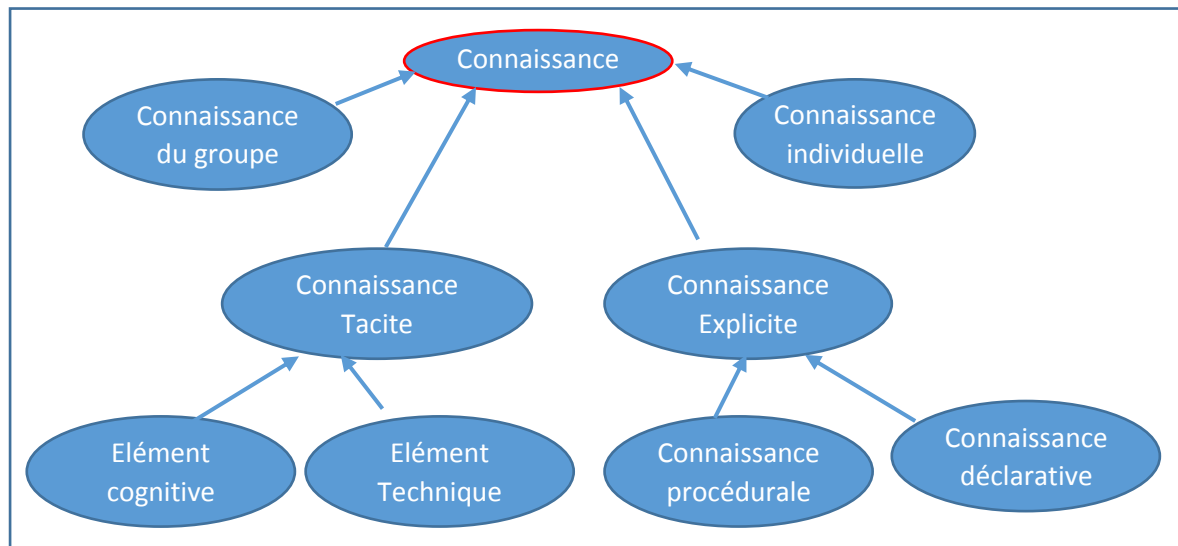


Figure 1.3 : Classification des connaissances

4 L'acquisition des connaissances à la gestion et l'ingénierie des connaissances

L'acquisition des connaissances est définie par la modélisation psychologique ou empirique des connaissances d'un ou plusieurs experts dans le but de les préserver dans une base de connaissances. Le processus d'acquisition des connaissances est considéré comme une des tâches les plus délicates lors de la conception d'un système à base de connaissances (Wielinga et al., 1992).

En effet, seulement les connaissances pertinentes qui sont extraites par un processus d'acquisition, dans le but de les exploiter en formulant un modèle qualitatif et formel du problème, ce modèle qui facilite l'assimilation des connaissances et des expériences de différentes spécialités.

Les ingénieurs des connaissances ont constaté que le développement des méthodes et des outils qui permet de capturer et de valider des connaissances des experts, est une activité très longue et coûteuse, dû au temps consacré avec chaque expert dans les sessions d'acquisition de connaissances. Cela a permis à l'acquisition de connaissances de devenir un domaine de recherche majeur de l'ingénierie des connaissances.

L'ingénierie de la connaissance est un domaine de l'intelligence artificielle qui étudie et propose des concepts, méthodes, techniques et outils permettant d'acquérir, de modéliser et de formaliser des connaissances pour apporter des solutions aux problèmes du monde réel (Schreiber, 2000).

4.1 Le processus d'ingénierie des connaissances

L'ingénierie des connaissances tente de relever des défis et de résoudre des problèmes nécessitant généralement un niveau élevé d'expertise humaine, et pour atteindre la solution à base de connaissances, une démarche globale pour l'ingénierie des connaissances est réalisée en cinq activités principales (Aussenac-Gilles et al., 1992):

1- Acquisition de connaissances.

2- Représentation des connaissances. Les connaissances acquises sont organisées de manière à être prêtes à être utilisées dans le cadre d'une activité appelée représentation des connaissances. Cette activité implique la préparation d'une carte des connaissances et l'encodage des connaissances dans la base de connaissances.

3. Validation des connaissances. La validation des connaissances (ou vérification) implique la validation et la vérification des connaissances (par exemple, en utilisant des scénarios de test) jusqu'à ce que leur qualité soit acceptable.

4. Inférence. Cette activité implique la conception d'une application informatique permettant de faire des inférences en fonction des connaissances stockées et des spécificités d'un problème. Le système peut alors donner des conseils à des utilisateurs non experts.

5. Explication et justification. Cette étape implique la conception et la programmation d'une capacité d'explication (par exemple, la capacité de répondre à des questions telles que les raisons pour lesquelles une information spécifique est nécessaire à l'ordinateur ou la manière dont une conclusion est obtenue par l'ordinateur).

L'interaction entre ces étapes et les sources de connaissances est illustrée dans la figure 1.4.

Les ingénieurs des connaissances interagissent avec des experts humains ou collectent des connaissances documentées provenant d'autres sources au stade de l'acquisition des connaissances. Les connaissances acquises sont ensuite codées dans un schéma de représentation afin de créer une base de connaissances. L'ingénieur de la connaissance peut collaborer avec des experts humains ou utiliser des cas de test pour vérifier et valider la base de connaissances. Les connaissances validées peuvent être utilisées dans un système basé sur les connaissances pour résoudre de nouveaux problèmes via l'inférence de machine et pour expliquer la recommandation générée.

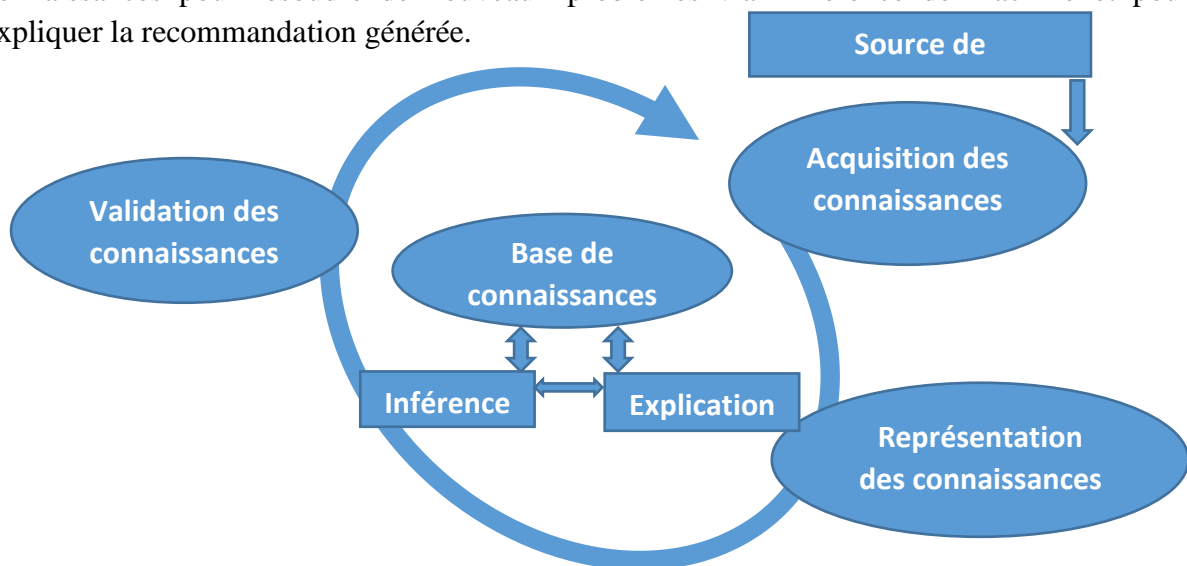


Figure 1.4 : Processus d'ingénierie des connaissances

4.2 Méthodes d'acquisition de connaissances

L'acquisition de connaissances n'est pas une tâche facile. Cela inclut l'identification de la connaissance, la représentation de la connaissance dans un format approprié, la structuration de la connaissance et le transfert de la connaissance sur une machine. Le processus d'acquisition de connaissances est réalisé en trois étapes principales (Jackson, 1999) :

- a. L'élicitation des connaissances : est l'interaction entre l'expert et l'ingénieur des connaissances en utilisant des techniques et outils d'acquisition de connaissances. Le processus peut être grandement influencé par les rôles des trois principaux participants : l'ingénieur des connaissances, l'expert et l'utilisateur final.

Sandahl propose une approche unique des relations entre ces participants. Sandahl a indiqué que les experts devraient jouer un rôle très actif dans la création d'une base de connaissances (Sandahl, 1994). L'ingénieur de la connaissance doit agir en tant qu'enseignant de la structuration de la connaissance, concepteur d'outils et catalyseur à l'interface entre l'expert et l'utilisateur final. Cette approche pourrait minimiser des problèmes tels que les conflits interhumains, le filtrage de l'ingénierie des connaissances et l'acceptation du système par l'utilisateur final. En outre, les problèmes de maintenance des connaissances peuvent être réduits.

Pour réussir à acquérir des connaissances, l'ingénieur des connaissances doit délimiter le domaine de recherche et devrait être assez stable pour la longue validité du système. Un domaine instable peut engendrer une situation dans laquelle un grand nombre de structures de connaissances trouvées au début de l'acquisition des connaissances ne sont plus valides mais ne peuvent pas être facilement modifiées sans une reprise importante du processus d'acquisition des connaissances. En plus le choix d'un bon expert de domaine est une décision essentielle pour le succès du processus de l'acquisition et cela parce que le degré de compétence de l'expert influe sur la qualité des connaissances acquises.

- b. Les connaissances ainsi obtenues sont généralement stockées dans une forme de représentation intermédiaire conviviale.
- c. La représentation intermédiaire de la connaissance est ensuite compilée sous une forme exécutable (par exemple, des règles de production) que le moteur d'inférence peut traiter.

4.3 Modélisation des connaissances

Un aspect important de l'acquisition de connaissances est l'utilisation de la modélisation des connaissances comme moyen de structurer des projets, d'acquérir et de valider des connaissances et de stocker des connaissances pour une utilisation future.

Les modèles de connaissances sont des représentations structurées des connaissances utilisant des symboles pour représenter des connaissances et des relations entre elles.

L'acquisition des connaissances a été définie essentiellement comme un processus de modélisation. Les modèles utilisés en ingénierie des connaissances sont le modèle conceptuel et de raisonnement.

a- La notion de modèle conceptuel

Newell a différencié les connaissances à représenter dans un système et son implémentation. Il a fait apparaître la nécessité d'un niveau de description des systèmes qui ne soit pas celui des symboles et langages informatiques, le niveau des connaissances. A ce niveau, le comportement du système observé est décrit indépendamment de son implémentation formelle (Newell, 1982).

Le modèle conceptuel est organisé en trois types de connaissances. Elles font l'objet de modèles distincts avec des primitives de modélisation propres :

- Les tâches : Une tâche va être associée à un but à atteindre. Elle va être caractérisée par les propriétés des entrées, les résultats attendus en sortie et la nature des opérations permettant le processus de transformation.
- Les méthodes de résolution de problèmes : C'est la manière d'exécuter une tâche particulière, de satisfaire un but. Plusieurs méthodes peuvent s'appliquer à une même tâche.
- Les connaissances du domaine : Elles représentent l'univers du problème, et plus particulièrement la partie utile aux méthodes de résolution de problèmes.

L'acquisition des connaissances est la construction d'un modèle du problème que l'on veut traiter. Cela revient à identifier les grandes tâches réalisées, pour chacune d'elles, spécifier les méthodes mises en œuvre et donc les sous-tâches qui en découlent. Pour cela, il est nécessaire de disposer de primitives au bon niveau d'abstraction.

b- Les modèles de raisonnement

La représentation des connaissances est la façon dont la connaissance est codée, et une fois cette codification est terminée, l'utilisation de ce système se fait généralement avec un mécanisme de raisonnement. Le raisonnement comprend les méthodes de résolution de problèmes qui consiste à extraire plus d'informations de ce qui est explicitement représenté.

Les instances de la base de connaissances sont des descriptions d'état qui contiennent des informations sur l'état actuel du problème modélisé, et les connaissances du domaine sont contrôlés par des méthodes qui décrivent comment un but peut être atteint. La résolution de problèmes avec le raisonnement est différente de la recherche d'une seule valeur particulière (c'est-à-dire une solution), dont le cas initial (le problème à résoudre) est une instanciation du modèle qui s'élargit sous l'influence des cas récupérés et des connaissances d'adaptation jusqu'à ce qu'il contienne une solution satisfaisante. (Aussenac-Gilles et al., 2012)

5 Techniques d'acquisition de connaissances

Les techniques d'acquisition de connaissances s'ajoutent au processus de collecte, d'élaboration, d'interprétation et de formalisation des données. Elles sont utilisées pour collecter les informations pertinentes sur le domaine auprès de l'expert spécifié. Il existe de nombreuses techniques de recueil desquelles l'ingénierie des connaissances peut s'inspirer. Cette section passe en revue ces techniques : l'entretien, l'observation, et enfin l'auto-confrontation. Ces techniques sont décrites brièvement ci-dessous :

5.1 Entretien

L'entretien consiste à poser à l'expert du domaine des questions sur son intérêt et la performance de leurs tâches. Les outils de l'entretien peuvent être non structurés, semi-structurés ou structurés. Le succès d'une session d'entrevue dépend de la manière dont les questions sont posées. Des difficultés peuvent survenir lorsque l'intervieweur ne connaît pas le domaine des questions à poser. La capacité de l'expert à articuler ses connaissances joue également un rôle important dans la réussite de l'entretien. Il se peut que l'expert ne se souvienne pas exactement de la manière dont il exécute une tâche, en particulier de la tâche exécutée automatiquement. Certains entretiens ont permis de construire un type particulier de modèle de tâche. Par conséquent, sur la base des informations obtenues lors de l'entretien, le modèle est construit par l'ingénieur de la connaissance, puis revu avec un expert du domaine. Dans certains cas, les modèles peuvent être construits de manière interactive avec l'expert, notamment en ce qui concerne la disponibilité d'outils logiciels pour la création de modèles (Buchanan, 2005).

a- Technique de l'entretien structuré et non structuré

La technique la plus couramment utilisée actuellement par les ingénieurs de la connaissance est la technique de l'entretien non structurée qu'il est difficile de décrire comme une véritable technique car il s'agit d'une conversation informelle dont le but est d'encourager les participants à parler ouvertement et à s'exprimer dans leurs propres termes (Turing, 1950 ; Phatak, 2009). Cependant, les entretiens non structurés constituent une boîte à outils importante dans l'ingénierie des connaissances, car ils permettent aux ingénieurs de la connaissance et aux experts d'explorer le sujet entretenu. L'essentiel pour réussir un entretien non structuré est d'apprendre à *poser efficacement des questions de relance* – de façon à stimuler l'expert à donner plus d'informations tout en évitant d'influencer ses réponses en introduisant les mots, les idées ou les concepts de l'ingénieur de la connaissance. Ce type d'entretien est trop ouvert pour recueillir des connaissances d'experts, à moins de l'utiliser dans une phase exploratoire. L'entretien *structuré*, à l'inverse les chercheurs ont structuré le processus en élaborant une série de questions ordonnées soigneusement préparées à l'avance.

5.2 Technique de l'observation

La technique d'observation est une méthode qualitative utilisée depuis des centaines d'années. Par ailleurs, l'observation est une capacité humaine qui, dès l'enfance, nous permet d'apprendre une multitude de choses. Le mot « observer » implique que l'on observe une action ou un acteur avec une attention particulière.

La recherche axée sur l'observation peut être classée selon le rôle du chercheur en deux types : participative et non-participative. Dans une observation participative, les chercheurs participants sont impliqués dans l'évènement observé et peuvent participer à l'action, et ce n'est pas le cas de l'observation non-participative où les chercheurs n'interagissent pas avec les individus et observent plutôt les événements.

a- Technique de l'observation non participante

La technique d'observations non-participante consiste à observer les participants sans participer activement. L'objectif est de rester neutre le plus possible afin de ne pas interférer avec l'activité observée. Ce type d'observation est souvent supporté par la vidéo.

L'observation non participante est souvent utilisée en combinaison avec d'autres méthodes de collecte de données et peut offrir une appréciation plus « nuancée et dynamique » de situations qui ne peuvent pas être aussi facilement capturées par d'autres méthodes. (Liu et Maitlis 2010)

L'observation participante est utile dans une situation pas encore maîtrisée, par exemple au début d'une recherche, ou pour une recherche assez complexe et qui demande une vue interne. Par contre, elle produit des données très contextualisées

b- Technique d'observation participante

L'observation participative est un type de stratégie de recherche. C'est une méthodologie largement utilisée dans de nombreuses disciplines, notamment l'anthropologie. Son objectif est d'obtenir une vision globale du milieu étudié grâce à une implication intensive des personnes à leur environnement naturel, généralement sur une longue période. L'observation participante améliore la qualité des données obtenues lors du travail sur le terrain, ce qui améliore la qualité de l'interprétation des données, que ces données soient collectées par l'observation participante ou par d'autres méthodes. Ainsi, l'observation participante est un outil de collecte et d'analyse de données, et encourage la formulation de nouvelles questions de recherche et d'hypothèses basées sur l'observation dans ce domaine (Garfinkel, 2007).

5.3 Technique auto confrontation

L'auto-confrontation consiste à recueillir les verbalisations des acteurs remis en situation à l'aide des enregistrements vidéo, et cela par confronter l'acteur, dans le cadre d'un entretien, à des traces de son activité. Ces techniques s'appuient selon Theureau sur des « conditions matérielles [le plus souvent un enregistrement vidéo du comportement de l'acteur,] qui contraignent le récit et le commentaire et empêchent qu'il ne soit une recombinaison normative et/ou fabulatrice pour l'observateur » (Theureau, 2010). L'utilisation de traces au cours de l'entretien, permet de spécifier à l'acteur le moment que le chercheur veut investir.

6 Méthodes de gestion et ingénierie des connaissances

L'ingénierie des systèmes à base de connaissances vise à concevoir des systèmes qui apportent des solutions aux problèmes du monde réel, et la gestion de ces connaissances permet aux individus, aux équipes et aux entreprises de créer, partager et appliquer des connaissances de manière collective et systématique afin d'atteindre leurs objectifs stratégiques et opérationnels (Pomian et Roche, 2002). La gestion des connaissances contribue d'une part à accroître l'efficacité des opérations et, d'autre part, à innover et à modifier la qualité de la concurrence. Les différentes approches utilisées pour capitaliser et préserver les connaissances sont :

- Les approches ascendantes : ce type d'approche s'appuie sur l'acquisition de nouvelles connaissances par induction et en utilisant des techniques d'extraction des connaissances comme l'extraction des connaissances à partir de données ou l'extraction des connaissances à partir des textes,
- Les approches descendantes : elles se basent sur une démarche de conception allant du plus abstrait jusqu'au plus détaillé. Les modèles dans cette approche sont développés selon les principes issus de la systémique, de la psychologie cognitive et de l'intelligence artificielle.
- Les approches coopératives : dans celles-ci, les connaissances sont structurées en se basant sur les interactions entre les individus.

La solution approuvée au problème de recherche dans cette thèse sera implémentée sur un système informatique avec une base de connaissances, et comme il existe de nombreuses méthodes de gestion des connaissances, nous n'aborderons que les méthodes existantes qui sont cohérentes avec notre objectif, et par conséquent nous éliminons les approches coopératives de la gestion des connaissances ainsi que les méthodes qui n'ont pas été conçues dont la mise en œuvre se fait sur support informatique, à l'exception des méthodes CommonKADS et KOD qui visent à concevoir un système basé sur la connaissance :

- La méthode KOD (Knowledge Oriented Design) a été conçue pour introduire un modèle conceptuel explicite (le modèle cognitif) entre la formulation d'un problème en langage naturel et sa représentation dans le langage formel (le modèle logiciel). Le processus inductif de KOD est basé sur l'analyse d'un corpus de documents, de commentaires et de déclarations d'experts, décrivant les différents aspects du problème à résoudre (données brutes) (Vogel, 1991). Les bases fondamentales de cette méthode proviennent de la linguistique et de l'anthropologie cognitive. Ses bases linguistiques le rendent bien adapté à l'acquisition de connaissances exprimées en langage naturel.
- La finalité de la méthode commonKADS (Common Knowledge Acquisition and Design System) consiste à concevoir un système à base des connaissances (Schreiber et al., 1994). CommonKADS définit quatre modèles pour la modélisation de l'environnement organisationnel (modèles organisationnels, de tâche, d'agent et de communication ; ils peuvent également être appelés modèles conceptuels) et deux modèles expertise et conception pour décrire le prototypage du système à base de connaissances.

7 Formalisme de représentation des connaissances

La science cherche à comprendre, à expliquer le monde, par des expériences reproductibles. Les sciences cognitives (psychologie, linguistique, philosophie, neurosciences, anthropologie (sociologie)) s'intéressent à l'esprit, à l'intelligence, en particulier à la pensée humaine. La représentation des connaissances fait donc partie des champs d'investigation naturels de ces domaines.

La connaissance est interne aux personnes, représente la construction mentale effectuée par un individu à partir d'informations, qu'il obtient par différents moyens, et le formalisme de représentation de ces connaissances doit être facilement compréhensible par les êtres humains

et avoir une capacité de représentation suffisante pour pouvoir être utilisé dans les diverses applications visées.

Le processus de modélisation construit des modèles à forte intensité de connaissances (Schreiber et al., 1999). Au stade de l'acquisition des connaissances, la plupart des connaissances sont non structurées et souvent sous une forme tacite. La modélisation est la représentation à la fois de la partie tacite et explicite de la connaissance, sous forme de diagrammes visuels.

La modélisation des connaissances est « une représentation des connaissances relatives à un domaine donné qui vise à identifier et structurer les connaissances en une représentation schématique pour les rendre visibles, manipulables, compréhensibles et communicables » (Paquette et al., 2003). Cela implique d'exprimer des concepts de domaine sans ambiguïté et formellement en suivant des langages de logique formels. Il existe plusieurs modes de représentation des connaissances. Chaque mode de représentation possède des caractéristiques permettant une adaptation optimale à certaines réalités à modéliser. Nous présentons les différentes approches de formalisation des connaissances dans le cadre de ce travail de recherche.

7.1 Formalisme basé sur les réseaux sémantiques

Une caractéristique importante de la mémoire humaine est le nombre élevé de connexions ou d'associations entre les informations qu'elle contient. Les réseaux sémantiques sont l'un des langages de représentation des connaissances basés sur cette capacité. Les réseaux sémantiques ont été développés par Quillian au début des années 1960 pour décrire l'organisation des "mots concepts" dans la mémoire humaine (Quillian, 1968). C'est une autre façon de faire de la logique des prédicats en tant que forme de représentation des connaissances dans laquelle les nœuds représentent des « concepts », soit des « classes », soit des « individus ». Les liens entre ces concepts représentent des « relations » et chaque arête avec des extrémités représente une proposition.

Les réseaux sémantiques sont donc fondés sur la notion simple de graphe, formé de nœuds « représentant les objets, les ensembles d'objets, des concepts, des événements ou des situations » reliés par des arcs. Cette unité de base qu'est le concept n'acquiert tout son sens que par les relations qui le lient aux autres concepts. Les arcs du graphe représentent alors les connexions unidirectionnelles entre les nœuds qui correspondent aux relations (généralement binaires) entre ces concepts. Les nœuds, comme les arcs sont étiquetés. Cette stratégie a été adoptée pour représenter la connaissance (Giarratano et Riley, 2004).

Il est intéressant de représenter les liens entre ces concepts, ceci est généralement fait en utilisant des prédicats simples ou structurés. Alors que chaque graphe conceptuel représente une seule formule logique, un réseau sémantique représente non seulement une collection de formules mais aussi décrit leurs connexions mutuelles. Les avantages de cette représentation sont d'une part qu'un élément n'apparaît qu'une seule fois dans la description de plusieurs concepts et d'autre part, que de nombreuses relations ne sont pas exprimées ; les réseaux sémantiques permettent l'héritage des propriétés. (Nkambou et al., 2010)

Le mécanisme d'inférence de base consiste à suivre les liens hérités et d'instance. Pour déterminer si un objet, représenté par le nœud A, est membre d'un ensemble représenté par le nœud B, chaque lien partant de A doit être tracé pour voir s'il croise le nœud B. Afin de déterminer la valeur de certaines propriétés d'un objet représenté par le nœud A, tout lien s'étendant vers le haut depuis A doit être suivi jusqu'à ce qu'il intersecté un nœud possédant cette propriété. La simplicité de cet algorithme et sa visibilité graphique a été l'un des atouts majeurs des réseaux sémantiques, toute propriété des objets plus génériques est a priori héritée par l'objet plus spécifique. (Nkambou et al., 2010)

Plusieurs types de réseaux sémantiques sont apparus et le leur point commun est qu'il s'agit d'une représentation graphique qui peut être utilisée aussi bien pour représenter de la connaissance que comme base pour faire des raisonnements à partir de connaissance (Sowa, 2006), et de nombreuses variantes de réseaux sémantiques ont été utilisées notamment les cartes conceptuelles, thématiques et les graphes conceptuels (Sowa 1984, Kumar 2006).

7.2 Formalisme basée sur la logique

La logique est une autre technique de représentation des connaissances largement utilisée lors du développement de systèmes experts (Curtis et Cobham, 2002). " Une logique est un système formel qui peut être décrit en termes de syntaxe (ce que sont des expressions permises), sa sémantique (ce qu'ils signifient) et sa théorie de preuve (comment nous pouvons tirer des conclusions à partir de certaines déclarations dans la logique)" (Cawsey, 1998).

Le type de base de la logique est la logique propositionnelle, où une déclaration en tant que proposition peut être vraie ou fausse. Les instructions composées sont formées en liant des instructions entre elles à l'aide de connecteurs tels qu'AND, OR ou NOT. La valeur d'une instruction composée et la sémantique de ces connecteurs logiques seront données dans une table de vérité comme vraies ou fausses. Par exemple, si X est vrai et Y est faux, alors X ET Y est faux. D'autre part, X OU Y est vrai (Cawsey, 1998). Le langage logique le plus basique est la logique des propositions. Il est défini par un alphabet, des règles de construction de phrases et un calcul de valeurs de vérité pour ces phrases. Le langage de la logique des prédicats du premier ordre est plus riche, son alphabet inclut des symboles de fonctions.

Dans une approche basée sur la logique, le langage de représentation est généralement une variante du calcul des prédicats de premier ordre et peut être utilisé sans ambiguïté pour capturer des faits sur le monde. Le réseau sémantique et les règles peuvent être exprimées sous forme de logique.

Par conséquent, la colonne vertébrale d'une bonne représentation des connaissances est logique car elle permet de capturer toutes sortes d'informations et de déduire des informations complexes et pertinentes de la base de connaissances. Il existe différents types de logique, comme la logique de proposition, la logique de prédicat, la logique de premier ordre, la logique d'ordre supérieur, la logique floue, la logique à valeurs multiples, la logique descriptive, la logique modale et la logique temporelle, ont été utilisées dans la représentation des

connaissances. La représentation graphique du réseau laisse quelques détails, mais les formules logiques capturent plus précisément toutes les relations entre les objets. (Patel et Jain, 2018).

Les logiques de description (LD) sont des langages formels conçus pour la représentation des connaissances. La logique de description est dotée d'une sémantique formelle basée sur la logique. Cette sémantique fournit aux systèmes la capacité d'inférence pour déduire des connaissances implicites à partir des connaissances explicitement représentées. Les LD ont été largement étudiés et utilisés dans plusieurs systèmes à base de connaissances. (Patel et Jain, 2018).

Les logiques de description permettent de représenter de manière structurée et formelle les connaissances d'un domaine par des concepts, des rôles et des individus. La modélisation des connaissances d'un domaine en logique descriptive s'appuie sur trois éléments principaux :

- Le TBox contient les connaissances intentionnelles sous la forme d'une terminologie et il est construit par des déclarations qui décrivent les propriétés générales des concepts. Il comprend la définition des concepts et des rôles ;
- Le ABox, qui représente le niveau d'instance de la base de connaissances et contient des informations d'extension sur la participation des individus aux concepts et aux rôles.
- La création de nouveaux concepts et rôles se fait à l'aide d'une variété de constructeurs (booléens de base, les restrictions de rôle et les nominaux).

« Logic Description » (LD) est une famille de langages avancés de représentation des connaissances, et sa puissance expressive a été soigneusement conçue pour fournir des alternatives pour la modélisation des connaissances.

8 Techniques de modélisation de la connaissance

Une modélisation de connaissances est définie selon un langage de représentation, qui est caractérisée par un ensemble de types de connaissances, et parmi les nombreux formalismes utilisés pour modéliser les connaissances, les plus courantes sont les ontologies et le langage de modélisation unifié (UML) avec son langage OCL (Object Constraint Language). Les caractéristiques essentielles de chacune sont décrites plus en détail ci-dessous.

8.1 Langage de modélisation unifié (UML) avec langage de contrainte d'objet

Le langage UML est un langage essentiellement visuel de modélisation dite orientée objet. La notation graphique utilisée dans UML permet d'exprimer visuellement les connaissances tant structurelles que factuelles d'un domaine étudié. UML offre aussi une notation permettant une représentation standard et stricte de concepts abstraits qui sont les classes et objets, afin de constituer un langage commun de modélisation.

Le langage UML définit plusieurs types de diagrammes (OMG, 2003a ; OMG, 2003b) pour représenter différents aspects et vues d'un domaine. Les différents diagrammes sont complémentaires, et offre une vue complète du domaine modélisé par une normalisation de la

sémantique des concepts “ Il représente un juste milieu entre langage mathématique et langage naturel, pas trop complexe mais suffisamment rigoureux, car basé sur un méta-modèle. ”(Ketani et al., 1999).

Dans (Cranefield, 2001) l'auteur considère UML comme un candidat approprié pour la représentation des connaissances, et cela en tant que :

- Les connaissances exprimées en langage UML sont directement accessibles pour la compréhension humaine à travers sa présentation graphique standard, et pour le traitement en machine.
- Les connaissances dans un modèle UML peuvent facilement être modifiées en raison de la nature modulaire de la modélisation orientée objet. Les modifications apportées à une fonctionnalité du modèle n'affectent généralement pas les autres fonctionnalités.
- Les modèles UML peuvent être utilisés à des fins non prévues au moment de la création du modèle. En d'autres termes, UML est un langage de modélisation abstraite, non liée à une application particulière.
- De nouvelles connaissances peuvent être dérivées des modèles UML grâce au raisonnement sur leur contenu. En particulier, l'utilisation d'OCL (Object Constraint Language) permet d'attribuer des contraintes et des règles sur un diagramme. En effet, le langage OCL constitue une extension du langage UML permettant de représenter des contraintes afin de compléter les spécifications d'une modélisation. Particulièrement, les contraintes OCL sont utilisées dans le diagramme de classe UML (OMG, 2003a).

8.2 Les ontologies

Les ontologies permettent de représenter les connaissances d'une manière formelle. L'importance des ontologies s'est considérablement développée dans le domaine de l'ingénierie des connaissances. Les premières utilisations des ontologies se situaient dans des démarches d'acquisition de connaissances pour le développement de systèmes à base de connaissances et elles ont évoluées vers la représentation et le partage des connaissances (Guarino, 1995 ; Shah et Musen, 2009 ; Staab et Studer, 2009).

Selon Gruber, une ontologie est «la spécification explicite d'une conceptualisation, utilisées pour aider des programmes et des humains à partager des connaissances ». Une ontologie fournit une vue simplifiée sous forme de concepts fondamentaux d'un domaine d'intérêt afin de construire des bases de connaissances partageables et utilisables (Gruber, 1993).

a- Eléments constitutifs de l'ontologie

Les ontologies rassemblent les connaissances propres à un domaine donné, et la formalisation de ces connaissances est basée sur cinq types de composants : les concepts, les relations, les fonctions, les instances et les axiomes (Gruber, 1993) :

- **Classes ou concepts** : Un groupe d'individus partageant des caractéristiques communes utilisées dans un sens large. Ce sont des notions permettant la description d'une tâche, d'une action, d'une fonction, d'une stratégie, d'un processus de raisonnement, etc.

La plupart des langages d'ontologies (par exemple, OWL, DAML, etc.) permettent de définir des concepts à partir de ces caractéristiques. Par exemple, tous les mammifères partagent les mêmes caractéristiques, à l'exception de la capacité de parler. Un concept se compose de trois parties : (1) un ou plusieurs termes, (2) une notion et (3) un ensemble d'objets. Le ou les termes permettent d'identifier le concept. La notion, aussi appelée intention du concept, désigne la sémantique du concept définie au travers de ses propriétés et de ses attributs. Enfin, l'ensemble d'objets forme l'extension du concept, il s'agit de toutes les instances du concept.

- **Relations** : Dans une ontologie, les relations décrivent les moyens par lesquels les individus (instances) sont liés. En d'autres termes, les relations représentent une forme d'interaction entre des concepts du même domaine. Plusieurs types de relations peuvent être exprimés, " Subclass-of " et " connected-to " sont deux exemples de relations binaires. La phrase « Ahmed enseigne le cours d'IA » exprime une relation directe entre des individus, mais la phrase « Professeur enseigne le cours » exprime une relation entre des concepts.

Une relation est définie comme une notion de lien entre des entités, exprimée souvent par un terme ou par un symbole littéral ou autre. Généralement, les liens sont classés en deux catégories : des liens *hiérarchiques* et des liens *sémantiques*.

Une relation *hiérarchique* lie un élément supérieur, dit l'hyperonyme, et un élément inférieur, dit l'élément hyponyme, ayant les mêmes propriétés que le premier élément avec au moins une en plus, et la relation *sémantique* permet de lier des instances de concepts, ou des concepts génériques.

- **Fonctions** : Représente un type particulier de relations, où le nième élément de la relation est distinctif pour les n-1 éléments précédents. Les relations « Auteur de » et « Prix d'un nouvel ordinateur » sont deux exemples de fonctions. Par exemple, la deuxième fonction vise à calculer le prix d'un nouvel ordinateur en fonction du type et de la vitesse du processeur, de la capacité de stockage du disque dur et de la capacité de la mémoire.

- **Axiomes** : Les axiomes représentent des assertions formulées sous une forme logique qui constituent ensemble les connaissances fondamentales décrites par l'ontologie dans son domaine d'application. Ils permettent de combiner des concepts, des relations et des fonctions pour définir des règles d'inférence. En d'autres termes, les axiomes servent à modéliser des phrases toujours vraies. Les types d'axiomes peuvent être classés en fonction de leur signification sémantique.

- **Instances** : Ce sont des individus qui modélisent les classes (personnes, protéines, machines) et représentent les composants de base d'une ontologie. En effet, ces dernières permettent de stocker les instances des concepts, mais aussi les instances de relations et les valeurs des propriétés en fonction des contraintes imposées par l'ontologie.

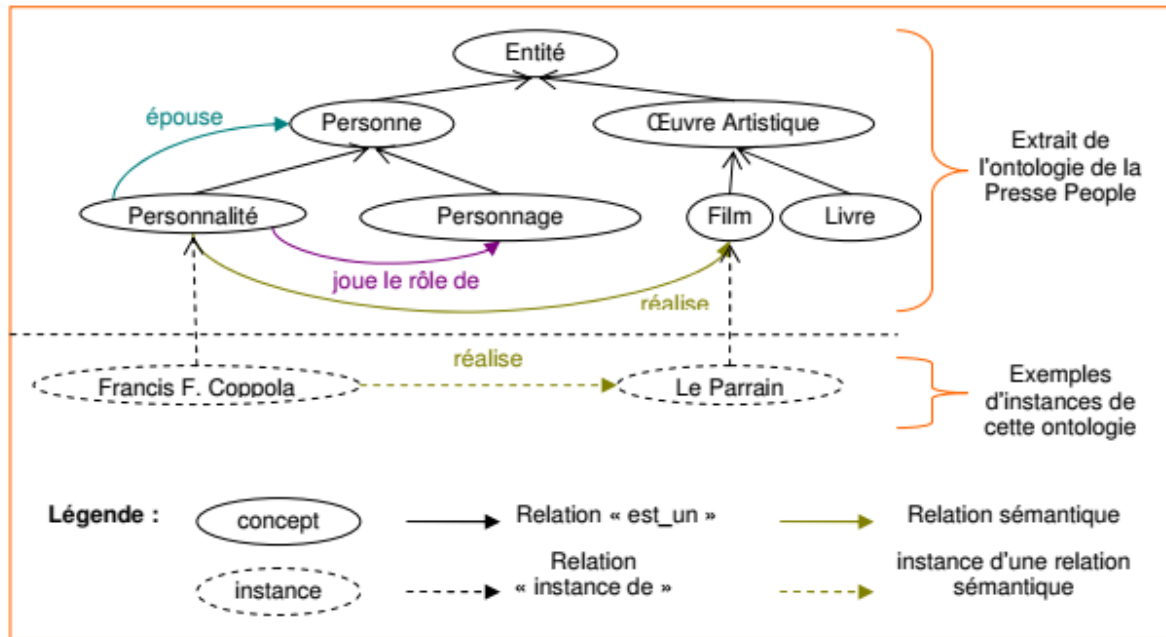


Figure 1.5 : Extrait d’une ontologie dans le domaine de la presse « People »
(Amardeilh, 2007)

La figure 1.5 présente un extrait d’une ontologie décrivant les connaissances dans le domaine de la presse « People » où nous avons des concepts tels que Personne, Personnage, Personnalité Œuvre artistique, Film, Livre qui sont classés en ordre hiérarchique. Dans cet exemple « Francis F. Coppola » est une instance du concept « Personnalité » et une relation sémantique « réalise » est instanciée entre cette instance et celle du concept « Film », i.e. « Le Parrain ». L'ontologie contiendra donc les informations Personnalité (Francis F. Coppola), Film (Le Parrain) et réalise (Francis F. Coppola, Le Parrain).

Il est à noter qu'on peut distinguer différents niveaux d’ontologies selon le but pour lequel elles sont conçues. La classification de (Niles et Pease, 2001 ; Gangemi et al., 2003) repose sur deux critères : le sujet et la structure d’une conceptualisation. En ce qui concerne le sujet de la conceptualisation, les auteurs distinguent :

- **Les ontologies de domaine** : Ces ontologies expriment des conceptualisations spécifiques à un domaine, elles sont réutilisables pour des applications sur ce domaine. Elles fournissent les concepts et les relations permettant de couvrir les vocabulaires, activités et théories de ces domaines.

- **Les ontologies d’application** : Elles contiennent des connaissances du domaine nécessaires à une application donnée, elles sont spécifiques et non réutilisables ; les concepts dépendants d’un domaine et d’une tâche particuliers.

- **Les ontologies génériques** : Appelées aussi ontologies de haut niveau, elles expriment des conceptualisations très générales tels que le temps, l’espace, l’état, le processus, les composants, elles sont valables dans différents domaines ; les concepts figurant dans une ontologie du domaine sont subsumés par les concepts d’une ontologie générique, la frontière entre les deux étant floue.

- **Les ontologies de représentation ou méta-ontologies** : Elles indiquent des formalismes de représentation de la connaissance ; les ontologies génériques ou du domaine peuvent être écrites en utilisant des primitives d'une telle ontologie.

- **Ontologie de tâches** : Elle fournit un vocabulaire systématisé des termes employés pour résoudre des problèmes liés aux tâches qui peuvent être ou non du même domaine. Elle fournit un ensemble de termes au moyen duquel nous pouvons décrire généralement comment résoudre un type de problème. Elle inclut des noms, des verbes et des adjectifs génériques dans les descriptions de tâches.

9 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté le domaine de l'ingénierie des connaissances. Nous avons exposé les méthodes et les techniques de la modélisation, et nous avons expliqué comment les connaissances sont collectées ainsi que les techniques utilisées dans le processus d'acquisition des connaissances.

Le concept de connaissance du point de vue épistémologique est distingué en deux composantes de connaissance : tacites et explicites, et qui sont mutuellement dépendantes. Afin d'identifier les concepts associés à la modélisation des connaissances, il convient de comprendre la nature et les dimensions théoriques de la connaissance tacite. À cette fin, le prochain chapitre sera consacré à l'étude de la connaissance tacite.

La connaissance Tacite

1 Introduction

La connaissance tacite est devenue un sujet de discussion important dans la littérature. Ainsi, de nombreux auteurs dans ce domaine considèrent que le principal défi de la gestion des connaissances consiste à comprendre la nature et les processus de la connaissance tacite par opposition à la connaissance explicite (Asher et Popper, 2019). La connaissance tacite a notamment été perçue par beaucoup comme une source d'avantage concurrentiel durable (Quartey, 2019) et d'innovation (Ferras-Hernandez et Nylund, 2019). Polanyi attire l'attention sur le fait que les personnes ont plus de connaissances, et possèdent différents types de connaissances tacites et explicites et les appliquent de manières différentes et uniques (Polanyi, 1966).

Nonaka, Grant et Spender ont fait valoir que les connaissances tacites occupaient une place centrale dans le développement d'un avantage concurrentiel durable (Nonaka, 1991 ; Grant, 1993 ; Spender, 1993). Grant, Sobol et Lei affirment que la connaissance, et notamment la connaissance tacite, est l'une des ressources les plus critiques de l'entreprise (Grant, 1993 ; Sobol et Lei, 1994).

La compréhension de la connaissance tacite peut être mieux exprimée par les mots de Polanyi « nous en savons plus que nous pouvons dire » (Polanyi, 1966). Si des personnes sont invitées à écrire un processus ou un flux de travail, cette observation est rapidement vérifiée. Si on leur demande comment conduire une voiture, la plupart des gens ne peuvent pas expliquer en détail comment ils accomplissent cette tâche quotidienne. La connaissance tacite est celle qui ne se trouve pas dans les manuels, les livres, les bases de données et les fichiers. Les gens utilisent des métaphores, des analogies, des démonstrations et des histoires pour transmettre leurs connaissances tacites.

Tout cela suggère fortement que la connaissance tacite est un phénomène important à étudier. À cette fin, ce chapitre est consacré à une étude analytique de la nature de cette connaissance.

Dans la première section 2, nous introduisons les définitions et les concepts de base associés à la connaissance tacite, qui seront détaillés sur deux points de vue

différents. Dans la section 3, nous expliquerons la première vue qui est basée sur la notion originale du concept de Polanyi. Quant à la seconde vue, relative à la vision de Nonaka, elle sera abordée dans la section 4.

La section 5 est consacrée à une perspective cognitive de la connaissance tacite, et, puis, la section 6 traite la connaissance tacite en rapport avec l'action, tout en soulignant la représentation cognitive de l'exécution de l'activité. Dans la section 7, nous exposons la typologie de la connaissance tacite, et, puis, la section 8 traite les caractéristiques de la connaissance tacite. Une comparaison détaillée entre la connaissance tacite et explicite est traitée dans la section 9. Dans la section 10 illustre la conversion et le transfert de la connaissance, et nous terminerons le chapitre par une conclusion en section 11 qui récapitule la typologie de la connaissance tacite.

2 La connaissance tacite

Les connaissances tacites sont importantes car elles reposent sur l'expertise et constituent un avantage concurrentiel, en plus d'être essentielles aux activités de gestion quotidiennes (Gourlay, 2002). Les connaissances tacites sont obtenues par des processus individuels internes tels que l'expérience, la réflexion, l'internalisation ou les talents individuels. Par conséquent, elles ne peuvent pas être gérées et enseignées de la même manière que les connaissances explicites.

La connaissance tacite est nécessaire pour s'adapter aux environnements du monde réel. Parce que la connaissance tacite est un aspect de l'intelligence pratique, elle offre une perspective unique sur un facteur important qui sous-tend l'exécution avec succès des tâches du monde réel (Sternberg et Wagner, 1985). Cette connaissance peut être classée en deux dimensions, technique et cognitive. La dimension technique englobe l'information et l'expertise en rapport avec le « savoir-faire » et la dimension cognitive se compose de modèles mentaux, de croyances et de valeurs (Gore et Gore, 1999).

La connaissance tacite est généralement décrite comme une connaissance soit inarticulée, c'est-à-dire qu'il est impossible de décrire en termes propositionnels, soit implicite, c'est-à-dire articulable mais seulement avec certaines difficultés. Nous abordons la connaissance tacite sur deux points de vue différents. La première vue est basée sur la notion originale du concept de Polanyi (Polanyi, 1966). Le second point de vue est celui de Nonaka qui est basé principalement sur la différence entre connaissance tacite et explicite (Nonaka, 1994).

3 Connaissance tacite du point de vue de Polanyi

Selon Polanyi tout savoir scientifique repose en fait sur une expérience personnelle qui se rapproche plus d'un savoir pratique que d'un savoir théorique. Il nomme ce savoir « tacit knowledge ». Cette connaissance tacite n'est pas formulée explicitement dans les résultats scientifiques mais il est une condition indispensable à leurs apparitions. La connaissance tacite est un savoir qui peut se transmettre, mais uniquement dans un contact direct, par imitation ou par expérience dans une relation de type « maître-apprenti. »

On retrouve dans les exemples que Polanyi donnait au départ pour témoigner de la connaissance tacite ce qu'on appelle aujourd'hui de la connaissance incarnée. Polanyi donne comme exemple l'apprentissage du vélo. Beaucoup de personnes capables de faire du vélo seront confrontées à des difficultés lorsqu'on leur demandera d'expliquer dans quelle direction elles tourneraient le guidon pour éviter de tomber à gauche ou à droite. Toutefois, lorsqu'ils font du vélo, les mêmes personnes savent dans quelle direction tourner le guidon pour éviter les chutes. De toute évidence, quiconque sait faire du vélo possède cette connaissance, mais beaucoup ne sont tout simplement pas en mesure de l'exprimer. C'est notamment la connaissance que l'on acquiert en faisant appel à nos capacités biologiques : la perception, l'odorat, le toucher, etc. Ce même auteur, affirme que la connaissance tacite est la force motrice de tout acte de connaissance.

La connaissance tacite est difficile à transférer. Elle contient une connaissance basée sur l'expérience et qui ne peut pas être complètement expliquée, car elle est entièrement incarnée dans l'individu, enracinée dans la pratique et l'expérience pour lesquelles des schèmes cognitifs sont requis, également appelée « modèles mentaux ». Elle s'exprime par une exécution habile et se transmet par l'apprentissage et la formation par l'observation et la réalisation de formes d'apprentissage (Polanyi, 1966).

Polanyi insiste sur l'idée selon laquelle il existe une connaissance tacite à la source de tout processus cognitif, que ce processus soit d'ordre technique ou scientifique, manuel ou intellectuel (Polanyi, 1962). Plus précisément, parmi les informations que nous manipulons pour agir, nous n'aurions accès qu'à celles dont la conscience est utile pour guider notre action.

3.1 Consciences focale et subsidiaire

Polanyi fonde sa connaissance tacite sur une relation spécifique établie par l'action entre les consciences focale et subsidiaire. La relation entre la connaissance tacite et les consciences focale et subsidiaire peut être expliquée en termes de relation entre une totalité (attention focale) et ses parties (attention subsidiaire). Ces deux consciences ne peuvent se manifester en même temps, l'une excluant l'autre automatiquement, c'est-à-dire que l'acteur est pleinement impliqué dans la réalisation de l'action et se concentre sur un objectif à atteindre (attention focale) en plaçant le corps, et les mouvements à effectuer, à l'arrière-plan, et cela sans qu'il soit conscient des détails de la mise en œuvre de l'action (conscience subsidiaire).

L'exemple le plus souvent cité par Polanyi pour présenter ces deux types de perceptions est celui de l'individu enfonçant un clou. Lorsqu'on utilise un marteau pour taper dans un clou, nous avons à la fois conscience du clou et du marteau mais cette conscience, cette perception est de nature différente. Frapper le clou au bon endroit afin de l'enfoncer est l'objet principal de votre attention, et vous en avez une perception focale. Mais dans le même temps, vous percevez que vous tenez le marteau dans votre main, mais cette perception est subsidiaire : la sensation de tenir le marteau n'est pas l'objet de votre attention, mais c'est un instrument. Ainsi, en dehors de la connaissance mobilisée vers l'objet de notre attention, la connaissance dans l'action est subsidiaire (Polanyi, 1969 ; Tsoukas, 2003 ; Ray et Clegg, 2007). Ce qui différencie un bricoleur débutant d'un charpentier aguerri, c'est que ce dernier

possède la connaissance tacite lui permettant de se concentrer uniquement sur le clou et non sur la prise du marteau. Cette connaissance tacite permet donc de partir des termes subsidiaires pour les intégrer dans un terme focal : “we rely on some things in order to focus on others, we attend from some things to others” (Gill, 2000).

La perception focale et la perception subsidiaire sont mutuellement exclusives (Polanyi, 1962). En effet, si notre perception focale change d'objet et se tourne vers ce qui était subsidiaire, nous perdons alors le sens donné à ces éléments subsidiaires, et nous devenons maladroits. Ainsi, en essayant de centrer notre attention sur la position du marteau dans notre main, il est très probable que nous n'arrivions pas à enfoncer le clou correctement. « De manière plus générale, chaque fois que nous concentrons notre attention sur les parties d'une entité compréhensive, la saisie de leur cohérence ne peut que s'affaiblir, et lorsque nous adoptons la démarche inverse, focalisant notre attention sur le tout, les parties tendront à être submergées dans l'ensemble » (Djenab, 1999 : 346).

La connaissance se développe et se crée par imitation et apprentissage, et l'acteur commence par une pratique qui consiste à suivre la règle édictée du mieux possible, les réussites qui en découlent sont pauvres et laborieuses (attention subsidiaire). Par la suite, l'accumulation d'expériences liées à cette pratique permet d'incorporer la règle et de se focaliser alors sur la réussite (attention focale). C'est au cours de ces expériences qu'en parvenant à reproduire une action réussie l'individu se construit une habileté corporelle (physique ou intellectuelle). Fort de cette habileté il va, par des inférences, explorer, tester la complexité de son action réussie afin d'y donner un sens. Ces nouvelles informations incorporées lui permettront, lorsqu'il sera confronté à des situations, de convertir ses habiletés corporelles en connaissance, et plus particulièrement en un savoir comment faire. Ce savoir se manifestera dans son savoir-faire ce qui rendra l'individu capable d'accomplir instinctivement des actions performantes. (Cazal et Dietrich, 2003)

Selon Akhavan et al., les connaissances tacites incluent tous les éléments implicites des connaissances personnelles subsidiaires qui participent à l'interprétation focalisée des connaissances explicites (théoriques ou pratiques). L'acquisition et l'extraction de connaissances tacites est une tâche très complexe, car les tentatives d'explication ou de compréhension de ses actions ou de son savoir-faire l'obligent à passer d'une attention focalisée à une attention subsidiaire (Akhavan et al., 2018).

4 Connaissance tacite du point de vue de Nonaka

Tandis que Polanyi explore l'idée de la connaissance tacite d'un point de vue philosophique, Nonaka la développe en une direction pratique et distingue plus les éléments cognitifs et techniques de la connaissance tacite.

Selon Nonaka, Polanyi a classé le savoir humain en deux catégories. D'une part, une connaissance "explicite" ou codifiée se référant à une connaissance pouvant être transmise dans un langage formel et systématique. D'autre part, une connaissance « tacite » qui a une qualité personnelle la rendant difficile de formaliser et de communiquer. (Nonaka 1994, p. 16).

Nonaka a d'abord présenté ses idées sur la manière dont la connaissance est utilisée dans les organisations, puis il développe avec Takeuchi (Nonaka 1991, 1994 ; Nonaka et Takeuchi 1995) la théorie de la création de connaissances organisationnelles.

Nonaka et Takeuchi définissent la création de connaissances organisationnelles comme la « capacité d'une entreprise dans son ensemble à créer de nouvelles connaissances, réparties au sein de l'organisation et incluses dans des produits, des services et des systèmes... » (Nonaka et Takeuchi, 1995). Ils affirment que les connaissances tacites ont été négligées dans le contexte organisationnel, mais qu'au Japon, les connaissances tacites sont une source importante de compétitivité pour les entreprises. Par conséquent, ils énoncent les présupposés épistémologiques sur lesquels repose leur théorie de la manière suivante :

«... nous classons les connaissances humaines en deux types. L'une est la connaissance explicite, qui peut être articulée dans un langage formel, notamment des énoncés grammaticaux, des expressions mathématiques, des spécifications, des manuels, etc. Ce type de connaissance peut être transmis de manière formelle et aisée aux individus. Cela a été le mode de connaissance dominant dans la tradition philosophique occidentale. Cependant, comme nous le ferons valoir, un type de connaissance plus important est la connaissance tacite, difficile à articuler avec le langage formel. C'est une connaissance personnelle intégrée à l'expérience individuelle et qui implique des facteurs intangibles tels que la croyance personnelle, la perspective et le système de valeurs. » (Nonaka et Takeuchi, 1995)

Nonaka et Takeuchi subdivisent en outre les connaissances tacites en deux types : premièrement un volet cognitif, à savoir de schèmes, de modèles mentaux, de croyances et de perceptions qui reflètent la vision de la réalité des individus et sont tellement enracinés qu'ils sont pris pour acquis et d'autre part les volets techniques, à savoir, le savoir-faire concret, des habiletés s'appliquant dans des contextes spécifiques (Nonaka et Takeuchi, 1995).

Les habiletés sont des processus de nature procédurale qui vous permettent de traiter les connaissances pour les percevoir, les mémoriser, les comprendre, les appliquer, les évaluer, les créer ou les communiquer (Paquette, 2002).

Nonaka et Takeuchi affirme que les connaissances tacites sont inséparables des personnes et des groupes de personnes qui les détiennent et du contexte dans lequel elles ont été élaborées, mais par extension elles sont aussi incluses dans les routines organisationnelles (Nonaka et Takeuchi, 1995). En d'autres termes, les connaissances tacites, individuelles autant que collectives, sont mémorisées dans les acteurs sociaux qu'ils soient des personnes ou des groupes de personnes (Weick, 1995).

5 La perspective cognitive

La psychologie cognitive est souvent appelée « *traitement humain de l'information* ». L'acquisition, le stockage, le rappel et l'utilisation de l'information sont autant d'étapes distinctes et l'approche du traitement de l'information cherche à identifier ce qui se produit lors de chacune de ces étapes (Haber, 1969)

L'évaluation de l'épistémologie de Polanyi du point de vue des sciences cognitives montre que la connaissance tacite est non seulement un véritable phénomène mental, mais aussi la base fondamentale de toute connaissance, comme l'affirmait Polanyi (Polanyi, 1962 ; 1966). Par conséquent, il semble justifié d'affirmer que le savoir humain ne repose pas sur la capacité de celui-ci de retracer de manière ciblée les racines de son savoir.

L'analyse des exemples de connaissance tacite présentés dans les exemples de Polanyi montre que, dans l'optique de connaître les processus que Polanyi appelle tacites, ils sont pour la plupart inconscients, c'est pour cela qu'ils sont difficiles à les décrire ; ces processus tacites se produisent dans les régions du cerveau qui ne sont pas directement connectées à la mémoire de travail, ce qui signifie que le sujet connaissant ne peut en aucun cas les surveiller. Les processus tacites fonctionnent automatiquement, ce qui signifie que le sujet connaissant prend conscience principalement des résultats conscients des processus tacites (à mesure que les résultats deviennent représentés dans la mémoire de travail), mais pas des processus tacites en tant que tels. (Virtanen, 2014)

Les processus subsidiaires représentent les fondements épistémiques sur lesquels sont basées les opérations explicites émergentes. Bien que la connaissance tacite soit par nature inductive, elle incarne toujours un contenu épistémique qui donne au sujet connaissant une meilleure possibilité de contrôler son environnement. La connaissance tacite a une justification personnelle basée sur des expériences qui ont produit des changements neuronaux qui affectent le comportement de manière ciblée.

Les connaissances tacites et les processus qui y sont liés concernent essentiellement la formation d'une conviction focale. Alors que l'analyse traditionnelle de la connaissance ne part que de la croyance et concerne principalement des questions liées à la véracité et à la justification des croyances, la théorie de la connaissance de Polanyi insiste avant tout sur la manière dont l'être humain parvient à ses croyances ou représentations conscientes (Virtanen, 2011).

La cognition fait référence aux processus de pensée et de mémoire, et le développement cognitif fait référence aux changements à long terme de ces processus. L'une des perspectives les plus connues sur le développement cognitif est la théorie des stades cognitifs d'un psychologue suisse, Jean Piaget. Piaget a créé et étudié un récit de la façon dont les enfants et les jeunes deviennent progressivement capables de penser logiquement et scientifiquement (Piaget, 1974).

5.1 Ressource cognitive et la connaissance tacite

Plusieurs ressources cognitives qui vous permettent de prendre une décision judicieuse, de résoudre un problème, d'agir adéquatement. Les savoirs, les capacités, les informations, sont parmi ces ressources que l'acteur est capable de les mobiliser dans une situation réelle, souvent dans l'urgence, le stress, l'incertitude et sans disposer de toutes les données idéalement requises (Perrenoud, 2001).

Le concept de structure cognitive chez l'homme est au cœur de la théorie de Piaget (Piaget, 1974). Les structures cognitives sont des schémas d'action physique ou mentale sous-tendant des actes d'intelligence spécifiques. Ces modèles correspondent aux étapes du

développement de l'enfant. Piaget a fondé sa théorie sur deux tendances biologiques : l'assimilation et l'accommodation. Selon Piaget, l'apprentissage se faisait par l'interaction de l'assimilation (adaptation de nouvelles expériences aux concepts antérieurs, permet d'avoir de nouvelles connaissances, de nouveaux schèmes.) et de l'accommodation (adaptation des concepts aux nouvelles expériences, interprété par la transformation d'un schème initial pour l'adapter à la nouvelle situation). Le va-et-vient de ces deux processus conduit non seulement à un apprentissage à court terme, mais également à un changement de développement à long terme. Les développements à long terme constituent réellement le cœur de la théorie cognitive de Piaget (Piaget, 1974).

Piaget définit le schème d'une action comme "la structure générale de cette action, se conservant au cours de ses répétitions, se consolidant par l'exercice, et s'appliquant à des situations qui varient en fonction des modifications du milieu" (Piaget, 1974). Par la suite, Vergnaud définit un schème comme l'organisation invariante de la conduite de l'activité, pour une classe de situations.

Le Schème est défini comme une organisation de l'activité composée de plusieurs catégories d'éléments (Vergnaud, 1999) : des buts et des anticipations, des règles d'action, des invariants opératoires et des processus d'inférence. Les invariants opératoires sont des catégories de pensée qui permettent de sélectionner l'information pertinente et des conceptions implicites constituant des hypothèses (« théorèmes en-acte ») et des propositions (« concepts-en-acte »). Les processus d'inférence permettent de s'adapter aux situations rencontrées.

Un schème peut être simple ou constitué de plusieurs sous-schémes. Il s'applique à une classe de situations avec un caractère dynamique qui lui permet d'évoluer au fur et à mesure de l'action (Le Boterf, 2000).

6 La connaissance et l'action

Pastré emprunte l'idée que « l'action est une connaissance (un savoir-faire) autonome » (Pastré, 2011), et la caractérisation plus générale de la connaissance est donnée par (Bachimont, 2004) : « Une connaissance est la capacité d'exercer une action pour atteindre un but ». Cela signifie que la connaissance est toujours associée à une action, et le sens du mot « action » devrait être ici compris comme « les actions du corps, de l'esprit, ou enfin de corps complexe comme la société ». En effet, la connaissance dans ce sens est active, c'est-à-dire qu'elle révèle une capacité d'agir et que le contexte, dans lequel se produit une connaissance est à prendre en compte. En l'absence d'un contexte bien défini la connaissance peut être une simple information ; ce qui constitue une connaissance pour une personne dans un contexte donné ne peut être qu'une information pour une autre.

Les chercheurs soulignent la notion selon laquelle les connaissances tacites sont multidimensionnelles et spécifiques à un contexte. Bien qu'elles soient souvent intégrées aux routines organisationnelles, elles sont fortement liées à la pratique (Leonard et Insch, 2005 ; Ambrosini et Bowman, 2001; Jasimuddin et al., 2005). McAdam et al. ont conclu que la connaissance tacite est une « connaissance pratique développée à partir d'une expérience et d'une action directe ; très pragmatique et spécifique à la situation ; inconsciemment comprise

et appliquée ; difficile à articuler ; généralement partagées à travers une conversation interactive et une expérience partagée ». (McAdam et al., 2007)

Les connaissances tacites sont enracinées dans les pratiques, elles combinent le savoir, le savoir-faire et le savoir-être de chaque personne. Elles constituent un outil utile à l'action qui permet d'interagir avec le monde. (Cook et Brown, 1999). Le savoir comprend les processus ou les résultats cognitifs et les connaissances culturelles mémorisées (Choo, 2006). Celles-ci incluent, entre autres, les connaissances liées au contexte relationnel qui peuvent façonner les cognitions, les émotions et les comportements des acteurs à travers les interactions sociales entre eux (Levin et Cross, 2004) et des connaissances qui font référence aux moments et les raisons pour lesquelles les connaissances déclaratives et procédurales sont utilisées (Alavi et Ledner, 2001).

Le savoir-faire est défini comme la compétence ou l'expertise pratique accumulée qui permet à l'activité d'être exécutée de manière flexible et efficace. Le savoir-faire est un type de connaissance complexe qui témoigne de la maîtrise technique d'un domaine et qui est difficile à codifier. Il accroît le potentiel d'un individu ou d'une organisation à exécuter des tâches de manière efficace (Alavi et Ledner, 2001). Le savoir-être représente les qualités personnelles et comportementales attendues dans une situation particulière ; ce sont les valeurs, les attitudes, et les aspects affectifs de la personne impliquée dans la résolution de problèmes. (Frenette-Leclerc, 2000).

6.1 Développement cognitive de l'action

Piaget et Vergnaud, analyse l'activité humaine à partir des concepts de schème et d'invariants opératoires. L'activité est organisée au plan cognitif sous forme de schèmes. Chaque schème possède une base conceptuelle avec les invariants opératoires. D'autres composantes du schème assurent la régulation de l'activité ou la déclenche, ce qui est le rôle dévolu aux règles d'action.

Pour comprendre l'organisation d'une activité donnée, écrit Pastré, il faut en reconstituer le schème. Ce schème est composé, avant tout, de l'ensemble des invariants opératoires qui structurent l'activité. Ces invariants sont liés à un certain nombre d'indicateurs permettant « d'évaluer leur valeur dans une situation donnée » (Pastré, 2011). La valeur prise par chaque invariant permet alors de renseigner celui qui agit sur la classe de situations dans laquelle il se situe, et lui donne les moyens d'adapter sa stratégie si le besoin s'en fait sentir. « C'est le triplet concepts, indicateurs, classes de situations, écrit Pastré, qui constitue le guidage conceptuel de l'action » (Pastré, 2011).

6.2 Les invariant opératoires

Les invariants opératoires sont considérés comme des outils supportant l'action, ces outils constituent nos connaissances tacite et explicite, les concepts en acte et les théorèmes en acte représentent une organisation cognitive évolutive permettant d'apporter des réponses comportementales adaptées en fonction des caractéristiques d'une situation (Vergnaud, 2007).

Pour Vergnaud les schèmes contiennent des invariants opératoires qui permettent à un individu de sélectionner, d'identifier et de prélever les informations pertinentes dans une

situation et d'en déduire des conséquences utiles pour l'action. (Vergnaud, 1985). Ce qui explique que le schème est toujours une activité intense de calcul en situation et n'est pas un stéréotype, ces possibilités résultent principalement des théorèmes-en-acte spécifiques du domaine, et de la classe de situations à laquelle s'adresse le schème, et aussi de théorèmes-en-acte plus généraux, qui couvrent plusieurs domaines d'activité, et qui sont souvent formalisés dans des termes logiques comme la déduction, l'induction, l'abduction.

Pour William Thomas (Thomas, 1923), il n'existe pas de sens absolu de la situation, elle dépend de la personne qui va donner ce sens, sa culture antérieure et son positionnement dans cette situation. Il affirme dans ses recherches que les gens répondent par leurs activités non pas en fonction des caractéristiques du contexte de cette action mais plutôt en fonction de la signification qu'ils donnent à ces caractéristiques.

Les invariants opératoires d'un schème sont les éléments responsables pour la reconnaissance des éléments pertinents de la situation et une situation ne se définit donc pas uniquement par les objets qui la composent mais aussi par la signification que donne cet acteur aux rôles que jouent ces objets dans l'activité. Ce qui est schématisé dans la figure 2.1

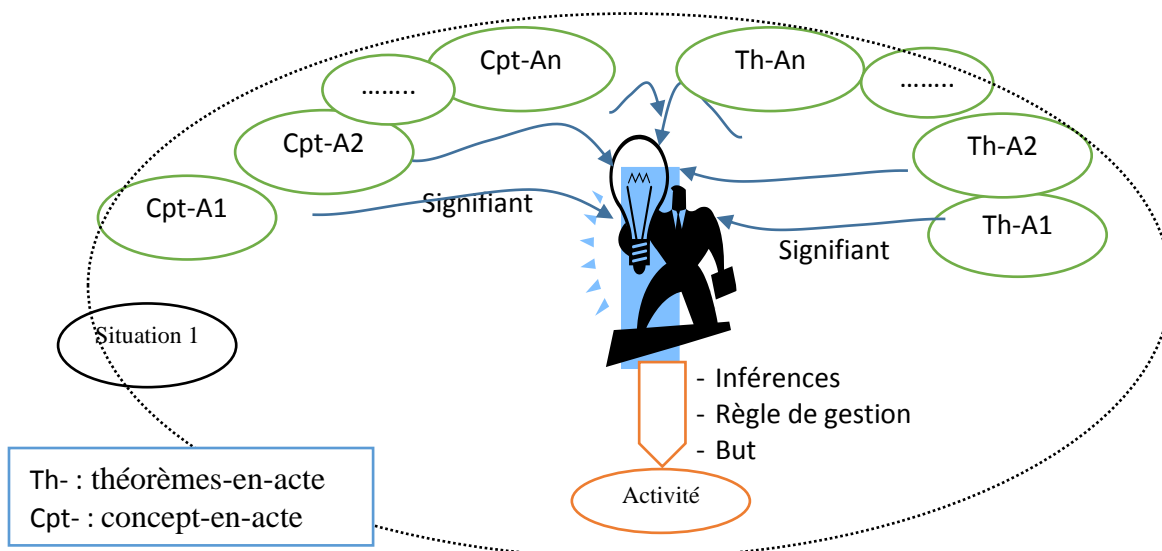


Figure 2.1 : Interaction entre les invariants opératoires et une situation

6.3 Champs conceptuels

La création et l'adaptation de schèmes dans des différentes situations sont la base du développement cognitif. À travers différentes expériences, l'individu s'adapte aux situations qu'il rencontre en développant les formes d'organisation de ses activités, et grâce à ces expériences et à ces différentes formes d'organisation de l'activité (gestes, compétences, interactions, activités linguistiques et émotionnelles), un ensemble de schèmes est créé et modifié qui forme la base du développement cognitif. (Vergnaud, 2007).

Un schème selon cet auteur, est une « organisation invariante de l'activité pour une classe de situations données ». Le schème est une représentation cognitive dans une classe définie de situations qui permet à l'activité d'être opératoire à travers des différentes séquences

d'action, de prise d'information et de contrôle. Le comportement n'est pas invariant, mais plutôt c'est l'organisation du schème de ce comportement. (Vergnaud, 1998).

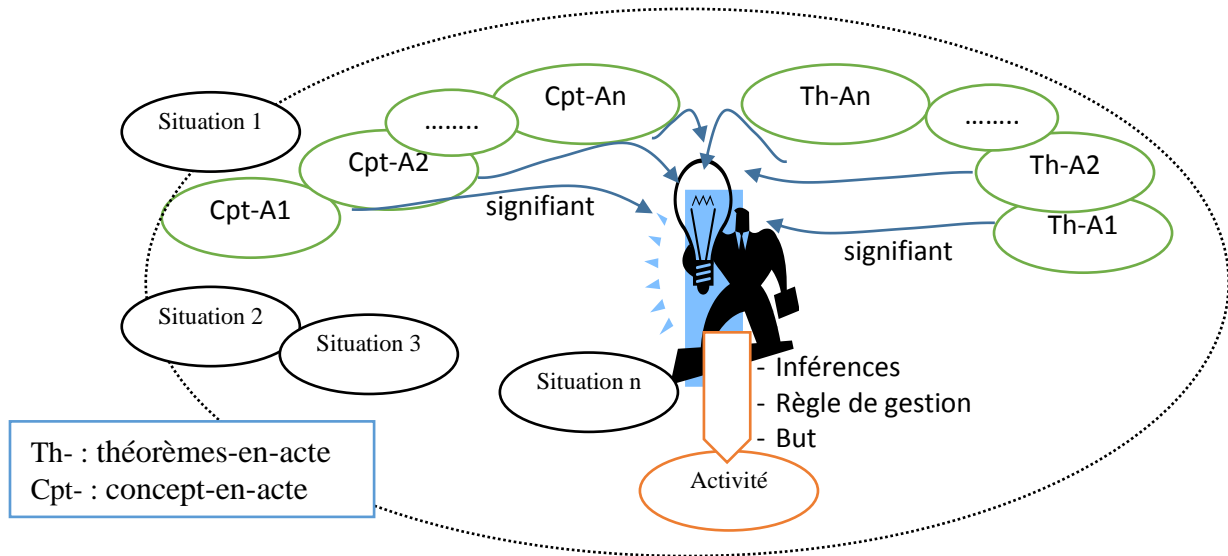


Figure 2.2 : Développement de plusieurs schèmes dans différentes situations

Confronter l'acteur avec la même tâche dans des situations différentes peut être un outil puissant pour influencer la régulation de l'activité déployée pour aborder la tâche, en fonction des caractéristiques de la situation, comme le montre la figure 2.2.

Dans le cadre théorique du schème, développé par Vergnaud, l'activité n'est plus automatique dans une situation donnée, elle est régulée par les contrôles, les adaptations et les ajustements, c'est l'inférence dans le schème qui prend de nouvelles informations et les valeurs des variables des caractéristiques de la situation pour schématiser la conduite des actions à suivre pour réaliser cette activité (Vergnaud, 1990).

Comme le soulignent Samurcay et Rabardel « l'activité productive est une activité finalisée réalisée, orientée et contrôlée par le sujet psychologique pour réaliser des tâches qu'il doit accomplir en fonction des caractéristiques des situations » (activité productive) se double d'une activité constructive « qu'est orientée et contrôlée par le sujet qui la réalise pour construire et faire évoluer ses compétences en fonction des situations et des domaines professionnels d'action ». (Samurcay et Rabardel, 2004)

6.4 Déroulement de l'activité et le modèle de connaissance

Les interactions entre l'acteur et la situation sont la base du fonctionnement d'un schème. L'acteur la perçoit et la modifie par l'activation d'un schème. Durant l'activité supportée par ce schème, des modifications sont observées sur la composition du schème par le biais des différentes instanciations et les retours de correction et d'apprentissage dans l'action. A la fin de l'activité, la structure du plan d'action, et par conséquent, celle du schème, sera stabilisée (Piaget, 1975).

Dans la figure 2.2 l'acteur utilise ses capacités perceptives pour observer les éléments de son environnement général (situation) contenant la mission et son cadre de réalisation. Il

cherche ensuite dans sa mémoire cognitive une situation similaire contenant la réalisation d'une tâche similaire dans le passé. Il choisit parmi les éléments de la situation, ceux qui sont utiles pour son activité pour ensuite faire une première instanciation du schème. Le résultat de cette première instanciation est un schéma d'action global regroupant les différentes possibilités d'action (Coulet, 2019).

En fonction des ressources disponibles dans les modèles cognitifs (concepts, connaissances déclaratives, procédurales...) du schème instancié et des informations en provenance de la situation réelle, l'acteur prépare mentalement son activité et sélectionne les différents plans d'actions susceptibles d'être appliqués dans la situation particulière qui se présente. Un plan d'action est une manière possible d'organiser la réalisation d'une tâche. Si on représente le schème d'actions par un arbre des possibilités d'actions, un plan d'action sera une branche spécifique de cet arbre. (Belkadi, 2006).

Puis il fait le passage réel à l'acte et du contrôle réactif par la prise en compte de règles d'action qui orientent l'action. L'acteur prend la décision de choisir un plan d'action particulier et de commencer à réaliser les différentes actions. Au fur et à mesure de l'avancement de son activité, et durant l'exécution d'une tâche particulière ressentie comme familière, l'acteur peut faire l'appelle d'un schème contenant la réalisation d'une tâche similaire et l'acteur corrige son action en cours et remet en cause la structure de son plan d'action en fonction des caractéristiques réelles de sa situation et des éventuels événements non prévus au départ (Belkadi, 2006).

Quand l'acteur cherche dans sa mémoire cognitive une situation similaire contenant la réalisation d'une tâche similaire dans le passé, cette correspondance lui permet d'identifier un schème potentiellement efficace (Coulet, 2019), il est possible d'avoir ces cas :

La situation réelle perçue ne correspond jamais exactement à l'image cognitive préalablement construite. L'acteur doit procéder à des ajustements ponctuels (conscients ou non) pour "assimiler" de nouvelles entités de son environnement (par exemple, une ressource, une règle de conduite, ...) mais sans modifier la structure du schème. L'assimilation correspond ainsi à des adaptations mineures : en ce sens, le schème n'est pas un stéréotype ni une procédure figée.

L'acteur juge que le schème qu'il a activé ne lui permet plus d'accomplir sa mission. Cependant, il identifie dans sa mémoire certaines situations déjà vécues comportant des éléments semblables par exemple, le même type d'outil déjà utilisé, le même type de destinataire etc. Dans ce cas, l'acteur va modifier partiellement son plan d'action (c'est-à-dire la structure du schème) par combinaison avec des plans associés aux situations présumées proches. Différentes tactiques cognitives peuvent être utilisées pour valider l'évolution du plan d'action : simulation, essais-erreurs, échanges d'expérience ...

L'acteur se trouve devant une situation complètement nouvelle. Il ne dispose que de connaissances parcellaires dans ses réservoirs cognitifs. Dans ce dernier cas, l'acteur tente d'acquérir et de générer de nouvelles connaissances pour construire progressivement un nouveau schème.

7 Typologie de la connaissance tacite

Selon Nonaka et Takeuchi, la connaissance tacite a deux dimensions. La première est la dimension "technique", qui englobe le type de compétences ou de métiers informels et difficiles à cerner qui sont souvent décrits dans le terme "savoir-faire". La deuxième est la dimension "cognitive". Elle comprend des croyances, des perceptions, des idéaux, des valeurs, des émotions et des modèles mentaux tellement ancrés en nous que nous les prenons pour acquis. Bien qu'ils ne puissent pas être articulés très facilement (Sternberg, 1994).

La connaissance tacite, c'est « savoir comment » et non « savoir que ». Pour Anderson, ces deux types de connaissance sont respectivement la connaissance procédurale et la connaissance déclarative (Anderson, 1983).

D'après Ryle Le 'savoir que' ou 'knowing that' est le savoir factuel qui s'exprime en propositions et qui, en tant qu'expression d'un fait, peut prendre le prédicat 'vrai' ou il peut être jugé en concordance ou non avec les critères de vérité (Ryle, 1946). Le 'knowing that', est défini aussi comme le mode de connaissance théorique. Le 'savoir comment' ou 'knowing how' est, par contre, une activité complètement différente, c'est le 'savoir comment faire des choses', c'est connaître des moyens et des méthodes pour faire des choses. Le 'knowing how' est ainsi le savoir lié à la performance d'une action. De son côté, l'action peut prendre deux formes : celle d'une opération intellectuelle (le savoir-comment est dans ce cas le savoir comment faire une inférence logique) ; ou bien celle d'une activité pratique (le savoir-comment devient le savoir comment faire une omelette ou coudre une robe).

McAdam et al., suggèrent que l'identification de sous-types de connaissances tacites pourrait être utilisée pour optimiser ou ajuster les approches de gestion des connaissances et les types de connaissances tacites les plus fréquemment utilisés, compilés par McAdam et al., sont les suivants : intuition, compétences, perspicacité, savoir-faire, croyances, modèles mentaux, intelligence pratique (McAdam et al., 2007). Et selon Dinur les connaissances tacites sont catégorisées en neuf types (Dinur, 2011):

- 1) **Skill**: Compétences qui ont besoin de pratique, similaires aux exemples de Polanyi en natation ou en vélo.
- 2) **Cause-Effect**: Relations de cause à effet non linéaires ou irrégulières, telles que la façon de diagnostiquer et de réparer une machine complexe.
- 3) **Cognitive**: Connaissances cognitivement complexes.
- 4) **Composite** : Lorsqu'il existe un large éventail d'informations complexes et variées, telles que des matchs de football ou l'anatomie humaine.
- 5) **Cultural** : Concepts profondément enracinés dans la culture
- 6) **Unlearning**: Une nouvelle façon de faire la même chose nécessite de désapprendre les comportements passés.
- 7) **Taboo**: Savoir lié à un tabou ou à une charge sociale.
- 8) **Human** : L'utilisation de la connaissance nécessite des relations humaines et de la confiance.
- 9) **Emotional**: L'émotion est un type de connaissance tacite.

8 Caractéristique de la connaissance tacite

Les définitions que les auteurs ont pu donner à la connaissance tacite reflètent les trois principales caractéristiques suivantes :

Premièrement, la connaissance tacite est une connaissance personnelle. Sternberg et Nonaka soutiennent que la connaissance tacite a une dimension cognitive (Sternberg, 1994 ; Nonaka, 1991). Pour eux, la connaissance tacite consiste en des modèles mentaux que les individus suivent dans certaines situations. Celles-ci sont profondément ancrées dans les individus et tendent à être considérées comme acquises. Ravetz suggère que la connaissance tacite est tellement ancrée dans l'individu qu'elle semble tout à fait naturelle (Ravetz, 1971).

C'est une raison pour laquelle les personnes qui possèdent une connaissance tacite ne peuvent pas expliquer les règles de décision qui sous-tendent leur performance : " le but d'une performance habile est atteint par le respect d'un ensemble de règles qui ne sont pas connues en tant que telles de la personne qui les suit" (Polanyi, 1962), Les personnes peuvent ne pas savoir qu'ils possèdent une telle connaissance ou avoir de la difficulté à l'articuler.

Deuxièmement, la connaissance tacite est spécifique au contexte. C'est « une connaissance généralement acquise sur le lieu de travail ou dans la situation où elle est utilisée » (Sternberg, 1994), ou comme le dit Nonaka, « la connaissance tacite est... profondément enracinée dans l'action et l'engagement de l'individu dans un contexte spécifique - un métier ou une profession, une technologie ou un marché de produits particulier, ou les activités d'un groupe de travail ou d'une équipe » (Nonaka, 1991). Les connaissances tacites s'acquièrent généralement de manière autonome avec peu d'aide d'autres personnes ou de ressources. En d'autres termes, l'individu doit déterminer pour lui-même quelle information est pertinente et comment la comprendre.

Troisièmement, la connaissance tacite à une valeur pratique pour l'individu, elle a une forme de connaissance procédurale qui guide l'action d'une personne dans des situations ou des classes de situations particulières (Anderson, 1983), la connaissance procédurale est la connaissance représentée de telle sorte qu'elle est destinée à un emploi ou à un ensemble d'emplois particuliers. C'est une connaissance qui oriente le comportement, habituellement sans qu'elle ne soit directement accessible à l'introspection consciente. Bien qu'une grande partie des connaissances procédurales soient explicites, certains aspects peuvent être tacites ou explicites et tacites (Sternberg, 1999).

9 La connaissance tacite et explicite

Polanyi affirme que les connaissances tacites et explicites constituent deux dimensions interdépendantes, parce que parfois la distinction entre ces deux types est interprétée à tort comme une distinction entre connaissances cérébrales et connaissances physiques ou pratiques. En ce qui concerne cette relation, on peut en conclure que la connaissance aura toujours une composante tacite « toute connaissance est soit tacite, soit enracinée dans une connaissance tacite ». (Polanyi ,1969) Ce raisonnement est étroitement associé à la nature subjective de la

connaissance. Les individus assimileront toujours de nouvelles expériences en utilisant les concepts qu'ils possèdent déjà (Sveiby, 1997).

La connaissance tacite est complexe et difficile à codifier car elle est intégrée à l'action, aux procédures, à l'engagement, aux valeurs et aux émotions (Mládková, 2011). La connaissance tacite peut donc être décrite comme étant intégrée dans l'esprit des individus et est donc imbriquée dans les histoires et les émotions entourant la connaissance (Shamsie et Mannor, 2013).

Les connaissances au sein des entreprises sont exprimées à l'aide d'une métaphore des icebergs (Rao et Nayak, 2017). Selon la métaphore, la connaissance de l'entreprise est perçue comme une division dichotomique entre tacite et explicite, avec 80% de la surface submergée sous l'eau et 20% visible à l'extérieur de la surface de l'eau. Rétrospectivement, la métaphore implique que 80% des connaissances d'une entreprise sont contenues dans l'esprit de ses employés en tant que connaissances tacites. Les caractéristiques clés des connaissances tacites et explicites sont contrastées dans Tableau 2.1.

La connaissance tacite	La connaissance explicite
<ul style="list-style-type: none"> • Subjective : Connaissance personnelle et contextuelle, elle ne peut pas être communiquée, comprise ou utilisée sans le « sujet connaissant », c'est une connaissance intégrée dans l'individu. • Difficile à formaliser, à articuler, et à transférer, orientée vers l'action, acquise seulement par l'expérience pratique et impliquant des facteurs intangibles tels que la croyance personnelle, la perspective et les valeurs, et se transmet uniquement dans un contact direct, par imitation ou par expérience dans une relation de type « maître-apprenti. » 	<ul style="list-style-type: none"> • Objectif : Fondé sur des faits, disponible publiquement et sans contestation, facile de la communiquer et la transférée, et elle est largement sans contexte. • Exprimable dans un langage formel, peut être prélevée et enregistré sur des supports physiques, et avoir d'autres connaissances explicite par déduction ou induction à partir de la restructuration d'un ensemble de connaissances explicites déjà acquises.

Tableau 2.1. Caractéristiques clés des connaissances tacites et explicites
(Basée sur Nonaka, 1994 ; Nonaka et Takeuchi, 1995 ; Polanyi, 1969)

10 La conversion de connaissances

Nonaka et Takeuchi affirment que le modèle dynamique de création de connaissances est fondé sur l'hypothèse selon laquelle la connaissance humaine est créée et élargie grâce à l'interaction sociale entre la connaissance tacite et la connaissance explicite qu'ils appellent la « conversion des connaissances » (Nonaka et Takeuchi, 1995).

Nonaka et Takeuchi ont indiqué que la conversion des connaissances tacites en connaissance explicite est le problème fondamental de la gestion des connaissances. La raison pour laquelle ces connaissances sont utiles pour une entreprise, et ne peuvent être utilisées par des individus ou des groupes que si elles sont présentées sous une forme explicite. De ce point de vue, la gestion des connaissances a pour tâche d'organiser et de diriger un processus de production de connaissances organisationnelles (Nonaka et Takeuchi, 1995).

La connaissance tacite dans ce cas est séparée en deux formes ; connaissances tacites techniques et cognitives. Les connaissances techniques sont définies comme des connaissances créées par ou à travers les actions et les expériences personnelles des individus. Ainsi, ces connaissances peuvent être acquises ou transférées par apprentissage, mais n'exigent pas l'utilisation de la langue. D'autre part, les connaissances tacites cognitives sont transférées sous une forme linguistique qui inclut les interactions sociales (Nonaka et Takeuchi, 1995).

Nonaka et Takeuchi supposent que la connaissance est créée par l'interaction entre la connaissance tacite et la connaissance explicite selon quatre modes de conversion différents, représenté par le modèle SECI, comme indiqué dans la figure 2.3. Ce modèle explique la conversion des connaissances principalement à travers des processus sociaux et cognitifs et au niveau individuel, groupe et niveau de l'entreprise. Nous expliquerons les quatre manières de convertir les connaissances (Nonaka et Takeuchi, 1995) :

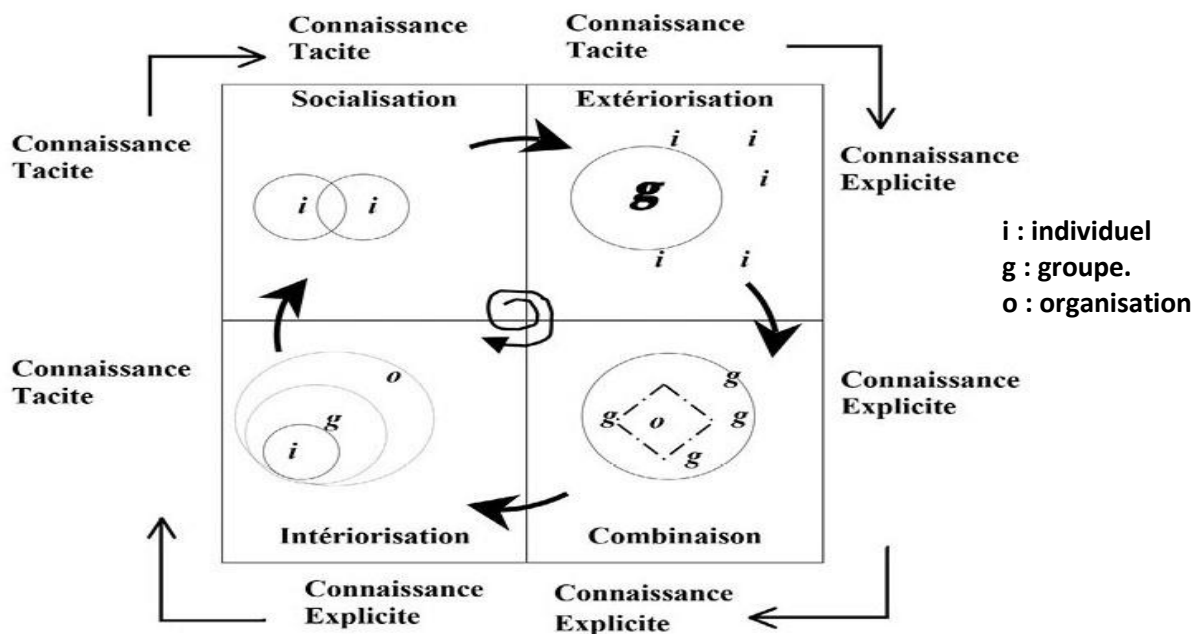


Figure 2.3 : Spirale de conversion de connaissances ou le modèle SECI (Nonaka et Takeuchi, 1995)

- 1- De la connaissance tacite à la connaissance tacite : La socialisation est la conversion de la connaissance tacite d'une personne à la connaissance tacite d'une autre personne. C'est un processus de partage d'expériences et de création de connaissances tacites telles que des modèles mentaux partagés et des compétences techniques. Le simple transfert

d'informations n'aura souvent aucun sens s'il est abstrait des émotions associées et des contextes spécifiques dans lesquels des expériences partagées sont intégrées. Un individu acquiert des connaissances tacites d'une autre personne par l'observation, l'imitation et la pratique. Ils n'utilisent pas la langue comme principal canal de distribution.

- 2- De la connaissance explicite à la connaissance tacite : L'internalisation est un processus de conversion de connaissances explicites en connaissances tacites. Il est étroitement lié à l'apprentissage par la pratique. Une grande partie de nos processus d'apprentissage formalisés se fait par internalisation. Selon le modèle de Nonaka et Takeuchi, la création de connaissances est une interaction continue et dynamique entre connaissances tacites et explicites qui se produit au niveau de l'individu, du groupe, de l'organisation et entre organisations.
- 3- De la connaissance explicite à la connaissance explicite : La combinaison fait référence à la conversion de la connaissance explicite en connaissance explicite. Les individus échangent et combinent leurs connaissances à travers des documents, des réunions et des réseaux de communication. Ils reconfigurent les informations existantes en triant, ajoutant, combinant et catégorisant des connaissances explicites susceptibles de générer de nouvelles informations. La combinaison permet la création de connaissances explicites par déduction ou induction à partir de la restructuration d'un ensemble de connaissances explicites déjà acquises.
- 4- De la connaissance tacite à la connaissance explicite : L'externalisation consiste à articuler des connaissances tacites en concepts explicites sous forme d'analogie, de concepts, d'hypothèses ou de modèles. L'externalisation désigne l'explicitation des pratiques et des croyances. L'externalisation est la base pour refléter les expériences, pour les processus d'apprentissage formalisés et finalement pour la normalisation et l'amélioration des processus.

La création de nouvelles connaissances est plus importante que le traitement de l'ancienne, et le modèle SECI est devenu comme un modèle d'externalisation ou de codification des connaissances tacites dans la littérature sur la gestion des connaissances. Les entreprises doivent donc chercher à créer un contexte favorable à la conversion du capital humain tacite en capital structurel explicite, et doivent prendre en considération que le plus important capital qu'elle possède se retrouve dans chacune des personnes compétentes qui œuvrent au sein de cette organisation. Le départ d'un employé clé, des connaissances stratégiques et un savoir-faire exemplaire sont littéralement perdus pour l'organisation, pour cela il faut y avoir un système qui est capable de mémoriser ce capital humain tacite et les modélisée dans un modèle afin de les préserver, partagés et de les combinés pour avoir d'autres connaissances explicites.

11 La capacité d'explicitation des connaissances tacites

La conscience focale et subsidiaire sont des concepts centraux de l'épistémologie de Polanyi, et l'externalisation a pour but de convertir les connaissances tacites en connaissances explicites par le biais de méthodes introspectives. L'introspection fait référence à l'examen de ses propres pensées conscientes ou de ses expériences perceptuelles. Selon les termes de Polanyi, cela signifierait un examen du contenu de la conscience focale.

L'entretien d'explicitation, élaboré par Pierre Vermersch dans les années 1980, est précisément une technique de questionnement qui permet d'obtenir des descriptions d'un degré de granularité très fin, et de détecter des microprocessus auparavant inaperçus dans le vécu de l'interviewé, et guidé ce dernier vers une position de percolation. Cette explicitation offre la possibilité à la fois à l'intervieweur de prendre connaissance des actions non observables opérées par l'interviewé, et à l'interviewé de découvrir comment il a procédé pour réaliser cette tâche. Si l'expérience est répétée un certain nombre de fois, le sujet peut devenir apte à s'interroger lui-même sur ses actions non conscientes et développer sa métacognition (Vermersch, 1994). L'entretien d'explicitation est une méthode qui permet de susciter leur prise de conscience et leur description dans le cadre d'un entretien, est basé « sur le guidage de la personne vers cette activité réfléchissante et propose pour ce faire une médiation qui vise à laisser la personne en évocation de son vécu » (Vermersch, 1994).

Vermersch souligne que « tout vécu est composé à la fois de connaissances théoriques, de savoirs procéduraux déjà conceptualisés et conscientisés et de connaissances pré réfléchies ou connaissances en acte » (Vermersch, 1994).

Par ailleurs il ajoute qu'il est important de souligner que, quel que soit notre degré d'expertise, ce niveau du vécu pré réfléchi est toujours présent, renouvelé et donc source permanente de nouveaux ajustements non conscientisés :

« L'action à elle seule constitue un savoir autonome et un pouvoir déjà considérable, car, s'il ne s'agit que d'un « savoir-faire » et non pas d'une connaissance consciente au sens d'une compréhension conceptualisée, il constitue néanmoins la source de cette dernière, puisque la prise de conscience est presque sur tous les points en retard, et souvent de façon très sensible, sur ce savoir initial qui est donc d'une efficacité remarquable, bien que ne se connaissant pas lui-même » (Vermersch, 1994).

Le processus d'explicitation permet d'accéder aux actions mentales inconscientes à posteriori, qui concerne la mémoire passive. Ce processus consiste à accompagner une personne dans l'acte réfléchissant où elle va se souvenir d'une situation passée et se replacer mentalement dans ce moment en se mettant en posture d'évocation (Vermersch, 1994).

Le passage du pré-réfléchi au réfléchi ou bien le réfléchissement et la verbalisation du vécu sont des étapes principales de l'entretien d'explicitation.

11.1 La mémoire passive et le réfléchissement

La mémoire passive est la mémoire du vécu, involontaire, inconsciente, qui enregistre tout ce que nous vivons à chaque instant, de manière passive, sans projet d'apprendre et sans volonté de se rappeler. Les traces mnésiques qui en résultent deviennent ensuite inactives. Cependant, elles pourraient être rappelées où venir à la conscience réfléchie, à tout moment, quel que soit le temps écoulé entre la rétention et son rappel (Vermersch, 1994).

Le rappel des rétentions pourrait se faire de façon délibérée, à l'aide de techniques visant à favoriser l'évocation. Toute mémorisation porte non seulement sur l'élément mémorisé, mais également sur tout ce qui est relié à cet élément, sur les propriétés qui le composent et le définissent. Ainsi, cet ensemble de traits et de catégories reliés à l'élément mémorisé va constituer comme une forêt d'antennes, de résonateurs potentiels. Ce sont ces résonateurs qui, une fois éveillés, vont faire réémerger à la conscience l'élément central mémorisé passivement et inconsciemment.

Il est tout à fait possible de créer délibérément les conditions permettant le déclenchement du rappel. Il faut accompagner le sujet dans l'expression des détails sensoriels, jusqu'à ce qu'il éprouve la sensation de revivre la situation en question. Ainsi, on recherche pour chaque personne, à propos d'une situation particulière, le déclencheur qui va créer l'effet d'amorçage recherché et lui permettre d'entrer en évocation. Il sera alors dans une « position de parole incarnée » (Vermersch, 1994).

Vermersch arrive à verbaliser le vécu du sujet à travers une étape de réfléchissement dont le sujet transforme son vécu pré réfléchi en vécu représenté, c'est le rappel des rétentions dans la mémoire passive. Ce processus n'est pas un simple transfert mécanique mais bien une réelle reconstruction d'une connaissance d'un plan vers un autre plan, sous forme de représentations ou de modèles mentaux, c'est-à-dire de constructions mentales élaborées par le sujet sur des objets, des situations ou encore des actions (Vermersch, 1994). Richard donne la définition d'une représentation par : « construction intellectuelle momentanée, qui permet de donner du sens à une situation, en utilisant les connaissances stockées en mémoire et/ou les données issues de l'environnement, dans le but d'attribuer une signification d'ensemble aux éléments de l'analyse perceptive ». Selon Richard distingue plusieurs types de représentations : celles qui sont basées sur le langage, c'est-à-dire sur un modèle prédicatif, et celles qui sont basées sur la perception et la motricité (Richard, 2004).

11.2 La verbalisation

La « position de parole incarnée » (Vermersch, 1994) est une position de parole où le sujet, au moment où il parle de la situation passée, est présent en pensée au vécu de cette situation. Il en parle en tant que situation singulière, restitue les vécus attachés à cette situation et reste relié au caractère concret de son vécu. Tandis qu'au moment de son action, il était entièrement préoccupé par ses objectifs, par l'objet de son action, il doit maintenant s'intéresser à son action elle-même. Dans cette position de parole incarnée, au moment où il s'exprime, le sujet est en évocation du vécu de la situation. Il a l'impression de revivre cette situation, de la

retrouver, d'entrer en contact avec elle. Par conséquent, il accorde plus d'attention à ce à quoi il est en train d'accéder en lui, c'est-à-dire ce qu'il se représente de la situation passée, qu'à la relation avec son interlocuteur. Le produit de cette thématisations est un vécu verbalisé.

L'intervieweur doit s'appuyer sur des indicateurs verbaux et non verbaux qui sont l'indice de l'entrée en évocation et d'une parole incarnée.

Les phénomènes qui sont en rapport avec les indicateurs non verbaux par exemple : le décrochage du regard (regard figé, en position centrale, avec dé-focalisation), qui est l'indicateur privilégié du fait que le sujet tourne son attention vers son expérience interne. Le ralentissement du rythme de parole (débit ralenti, pauses et silences, recherche du mot juste) puisque le sujet découvre progressivement comment il a procédé, au fur et à mesure qu'il le verbalise ; et la congruence du verbal et du non verbal (accord entre le contenu et le ton ou l'expression du visage).

11.3 Les techniques de l'entretien d'explicitation

L'intervieweur amène l'interviewé à se mettre en évocation, à verbaliser son vécu et à expliciter ses actions. Selon Bouguyon (Bouguyon, 2016), l'entretien d'explicitation est appliqué à travers les étapes suivantes :

- 1- Poser dès le commencement de l'entretien un contrat de communication avec l'interviewé. On lui demande l'autorisation de lui poser ces questions, et on lui précise qu'il n'a aucune obligation d'y répondre, que sa participation est uniquement basée sur un volontariat. Ce contrat peut être renégocié tout au long de l'entretien, si cela s'avère nécessaire.
- 2- Les formulations sont directes et positives, on évitera les formulations avec inductions et les formulations complexes. Il est également préférable d'éviter les formulations qui sollicitent directement l'effort de mémoire, telles que « rappelez-vous » ou « essayez de vous souvenir ».
- 3- Ralentir le débit verbal de l'interviewé. En parlant soi-même plus lentement et en proposant au sujet de ralentir son rythme de parole, en l'interrompant si nécessaire et en l'invitant à prendre le temps de retrouver complètement la situation, on le guide vers une position d'évocation.
- 4- Dans le cas où l'interviewé ne dispose pas immédiatement de la réponse, nous créons un accès interne en posant une question à laquelle le sujet ne peut pas répondre sans évoquer la situation passée. On peut par exemple l'interroger sur le contexte de la situation. On peut également questionner directement le sujet sur la texture sensorielle de sa représentation, ce qui a pour effet de centrer son attention sur ce qu'il se représente ou, s'il ne le fait pas, de tourner son attention vers son expérience interne. Ainsi on peut lui demander, lorsqu'il retrouve la situation, s'il a des « images » visuelles, sonores ou autres.

- 5- Dans le cas où l'on ne connaît pas encore exactement le vécu de l'interviewé, il est tout à fait possible de l'interroger malgré tout, en nommant le vécu sans en nommer le contenu. Ce langage vide de contenu pour l'intervieweur est au contraire plein de sens pour l'interviewé. Par exemple, si le sujet évoque la contemplation d'un paysage que nous ne connaissons pas, nous pouvons utiliser des formules telles que « pendant que vous voyez ce que vous voyez », tout en évitant de formuler des questions trop précises qui pourraient s'avérer fausses et faire sortir l'interviewé de son état d'évocation. Par exemple, si le sujet dit qu'il revoit l'endroit où il se trouvait, on peut proposer la relance suivante : « et quand tu revois cet endroit, comme tu es en train de le revoir en ce moment, qu'est-ce que tu revois ? ».
- 6- L'entretien est basé sur la question du « comment » et non pas du « pourquoi ». Nous entrons dans un niveau de réalité qui est le niveau pratique, nous explorons et conscientisons « des gestes opportuns, des compétences et des savoirs dans l'action » (Galvani, 2006, 64). L'intervieweur encourage l'expression du déroulement temporel de la suite des actions élémentaires en interrogeant le début de la tâche, l'enchaînement des actions, puis la fin de l'action. Ce questionnement descriptif utilise des questions « qu'est-ce que ? », « comment ? », « où ? », « quand ? ». Inversement, faire décrire exclut les questions qui portent sur la causalité de la situation, sur les demandes directes d'explication, en particulier les questions de causalité « pourquoi ».
- 7- Interroger les actions de prise d'information, puisque toute action d'exécution est précédée et suivie d'une action d'identification, soit interne (rappel d'un savoir mémorisé), soit externe (repérage d'informations perceptibles). Ces prises d'informations permettent de décider quelle est l'exécution adaptée et fournissent également le critère d'arrêt. Il faudra donc poser des questions de type « comment savais tu que... ? ».

12 Le transfert de connaissances

La connaissance tacite est actuellement au centre des préoccupations de la gestion des connaissances. Étant donné que ces connaissances sont basées sur des expériences et des compétences personnelles, il est généralement difficile de les partager sans la participation active et la coopération des individus (Suppiah et Sandhu 2011).

Le transfert de connaissances est la réutilisation des connaissances acquises par d'autres individus dans des situations similaires (Argote et Ingram, 2000), et cette réutilisation est possible à travers le processus de conversion nommé l'externalisation cité dans le modèle SECI (Nonaka et al., 2000).

L'objectif principal du processus de transfert de connaissances est que le destinataire apparaisse avec une interprétation identique du message à celui que la source avait l'intention de transmettre (Szulanski et al., 2016), et si l'on observe une connaissance tacite, comme le suggère Polanyi, qui est hautement individuelle et ne peut être atteinte que par la pratique et l'expérience personnelles, la diffusion semble impossible (Augier et Vendelo, 1999).

Les principales difficultés liées au partage de connaissances tacites sont liées à la perception et au langage. L'inconscience de la connaissance tacite et la difficulté de l'exprimer sont généralement considérées comme les principaux problèmes du transfert de la connaissance tacite. Ce n'est pas seulement que nous avons des difficultés à exprimer et à articuler ce que nous savons, nous pouvons même ne pas être conscients de ce que nous savons ou de la manière dont la connaissance tacite se connecte à notre connaissance explicite.

D'autre part, les connaissances tacites étant stockées dans une forme non verbale, les gens ignorent souvent les connaissances qu'ils possèdent ou sont incapables d'exprimer quelque chose qui pour eux est naturel et évident, quelle que soit leur qualification et leur expérience, et pour que le transfert de connaissances puisse avoir lieu, il faut qu'il existe un langage commun, c'est-à-dire que la terminologie et le jargon utilisés sont familiers (Davenport et Prusak, 2003 ; Disterer, 2003).

Dans (Nonaka et. Al, 1995) explique les modes de création de connaissances dans leur modèle SECI, et recommande aux organisations de trouver de nouveaux moyens de capturer et de communiquer des connaissances tacites. Ils affirment que les connaissances tacites peuvent être transférées de nombreuses manières et observent que des connaissances tacites efficaces nécessitent de mapper le contenu des connaissances avec des mécanismes de transfert.

13 Conclusion

Les connaissances tacites sont considérées comme une ressource essentielle pour les entreprises, jouant un rôle important dans les ateliers, où les travailleurs développent et utilisent ces connaissances tacites dans le cadre de leurs tâches et activités quotidiennes. Ces connaissances sont personnelles et difficiles à les expliciter, et elles sont associées à une structure cognitive. L'acteur joue un rôle central dans la conception de systèmes à base de connaissances notamment dans le processus de formalisation des connaissances.

Dans ce chapitre nous avons introduit les concepts liés à la connaissance tacite, la typologie et les parties de cette connaissance, structure cognitive et physique.

Nous avons présenté le développement cognitif de l'activité dans la mesure que la connaissance tacite peut être vue comme une représentation mentale des structures de connaissances.

Notre attention a été portée sur la structure cognitive de la connaissance tacite, qui a permis d'examiner la relation entre cette connaissance et la façon dont elle était représentée dans l'esprit de l'acteur. Nous avons expliqué que la connaissance est enracinée dans l'action, et que les connaissances tacites rassemblent le savoir, le savoir-faire et le savoir-être de chaque individu.

L'externalisation a pour but la capitalisation des connaissances tacites et explicites au sein d'une organisation, nous avons explicité les modes de conversion des connaissances et comment les transférer entre les acteurs de l'organisation.

La connaissance tacite dans le domaine médicale

1 Introduction

Dans le domaine de la médecine, les connaissances tacites sont présentes dans la pratique quotidienne du professionnel de la santé : « One cannot make sense of a neurological exam without tacit awareness of the patient's body parts and how they are connected » (Henry, 2010, p. 293). Les médecins et les infirmiers utilisent un processus cognitif qui combine plusieurs processus analytique et non analytique pour résoudre les problèmes de santé des patients, Ce raisonnement est lié au contexte de la pratique professionnelle et au diverses connaissances reliées à un domaine d'expertise. Le processus cognitif mobilisé dans la pratique médicale est complexe. Cette complexité se manifeste par la nature multidimensionnelle de celui-ci. (Higgs Jones, 2008)

Dans ce chapitre, nous exposons la connaissance tacite dans le domaine médicale, sa composition et ses éléments de base, comment les repérés, et nous explicitons sa formalisation. Nous commençons le chapitre par la section 2, qui illustre l'épistémologie médicale, dans laquelle nous expliquons la connaissance et la connaissance tacite dans le domaine médical, nous discuterons ensuite dans la section 3, le processus cognitif utilisé dans le diagnostic, en étudiant les différentes méthodes de recherche et les modèles théoriques utilisées dans ce processus afin de localiser les connaissances tacites mobilisées dans la prise de décision. La section 4 est consacrée pour comprendre l'approche intuitive et la relation avec la connaissance tacite en situation de travail. Nous clôturons le chapitre avec la section 5 qui conclut le chapitre.

2 L'épistémologie médicale

La profession médicale comprend l'expérience et la formation formelle de la faculté de médecine, suivies d'années d'apprentissage auprès de médecins expérimentés. En plus d'apprendre toutes les théories biomédicales qui soutiennent la pratique médicale, ce qui permet d'apprendre un nouveau langage médical. Les activités associées à la production et à l'utilisation des connaissances sont appelées pratiques épistémiques, c'est-à-dire la manière dont les connaissances médicales sont développées.

Elle étudie également les processus d'apparition, d'évolution et de disparition des entités médicales : syndromes et signes (sémiologie), maladies (pathologie) (Khushf, 2013).

La prestation de soins médicaux appropriés dépend du diagnostic, qui doit intégrer des données provenant de sources diverses, et appliqué un processus déterminé par lequel on répond aux besoins du malade. Cependant, les détails des règles de raisonnement qui sous-tendent ce type de processus restent en grande partie non articulés, de même que la quantité de connaissances « tacites » pouvant contribuer au raisonnement diagnostique (Khushf, 2013).

La multitude d'études sur la prise de décision diagnostique (Kleinmuntz, 1986) indique que les chercheurs reconnaissent depuis longtemps la complexité cognitive de cette tâche. Cette section explore les formes complexes de connaissances impliquées dans la prise de décision diagnostique afin de déterminer les connaissances tacites et explicites mobilisées dans cette opération.

2.1 La connaissance dans le domaine médicale

Aujourd'hui dans la majorité des cas, la démarche de soins est appliquée tacitement sans être toujours déclinée et formalisée par écrit. (Carnevale, 2001) souligne que l'analyse et l'interprétation efficace des symptômes, des signes et des examens de laboratoire du patient en médecine présentent le philosophe de la connaissance avec un mystère cognitif. Les médecins gèrent les rencontres de patients dans lesquels le patient a des besoins et le médecin tente de répondre à ces besoins. Le besoin implique presque toujours une évaluation experte de ce qui se passe, du diagnostic, de l'évolution d'une maladie diagnostiquée ou de la réponse ou des effets indésirables d'un traitement prescrit. Répondre au besoin implique presque toujours une décision : effectuer un autre test, démarrer une thérapie ou modifier un plan thérapeutique prédéterminé. La thérapie peut impliquer des conseils sur le mode de vie, la rédaction d'une ordonnance, la réalisation d'une procédure ou simplement le réconfort (Carnevale, 2001).

Pour obtenir le bon diagnostic, il faut disposer des bonnes données. L'obtention de ces données peut nécessiter des prouesses professionnelles. Il ne suffit pas de poser au patient la bonne question, mais celle-ci doit être comprise de manière à ce que le patient la comprenne. En outre, le médecin doit observer le patient qui répond à la question pour rechercher des preuves que le patient peut mal comprendre ou induire en erreur. Les compétences sociales, notoirement difficiles à enseigner explicitement, constituent un facteur important dans le processus de collecte des données : le médecin doit rapidement établir un climat de confiance avec le patient. Si la collecte de données va au-delà de l'entretien et nécessite des tests de diagnostic, le médecin doit pouvoir expliquer le test au patient afin de faire de celui-ci un participant volontaire au processus. Une telle explication nécessite une connaissance explicite des détails techniques du test, de sa justification et de ses complications potentielles. Une expertise dans la communication de cette information au patient est également requise. Tout au long du processus, il se produit une sorte de négociation dans laquelle le médecin convainc le patient de raconter son histoire de manière rationnelle et d'accepter les procédures et traitements requis (Rashotte et Carnevale, 2004).

Une base solide de connaissances médicales explicites est essentielle qui peut être appliquée directement pour résoudre des problèmes cliniques grâce à un processus de raisonnement fondé sur des preuves (Haynes, 1993). Des approches qui tentent par le biais de la présentation de cas et de la discussion, de montrer certaines méthodes permettant d'appliquer les connaissances médicales à l'aide d'algorithmes d'apprentissage. (Kassirer et Kopelman, 1991). Cependant, dans de nombreux cas, ils ne peuvent pas être appliqués : leur dépendance vis-à-vis des connaissances médicales explicites les empêche lorsque les preuves médicales antérieures sont insuffisantes (soit parce que les preuves sont faibles, contradictoires ou inexistantes). Les preuves disponibles doivent souvent être adaptées à une utilisation dans des cas particuliers afin de prendre en compte les différences entre les patients. Les médecins s'appuient donc sur des techniques (à la fois conscientes et subconscientes) appelées heuristiques pour intégrer les preuves disponibles à leur processus décisionnel (McDonald, 1996).

Outre la susceptibilité inhérente de telles heuristiques aux effets de biais (Tversky et Kahneman, 1974), leur utilisation souffre d'un problème plus fondamental : elles sont difficiles à acquérir. Certaines peuvent être enseignées comme des "astuces du métier". McDonald souligne que nous ne comprenons pas vraiment ce que sont la plupart de ces heuristiques, sans parler du moment et de la manière dont elles devraient être appliquées. Bien que les experts les utilisent, ils ne peuvent pas les enseigner explicitement, mais les étudiants observent leurs professeurs et voient les heuristiques en action, mais pour les acquérir, ils doivent le faire par compréhension tacite (McDonald, 1996).

L'expert médical devient capable d'appliquer des connaissances "documentaires" à des cas particuliers grâce à une sorte de vision clinique, associée à des procédures d'action efficaces (Sternberg et Horvath, 1995). Comme le décrit Sackett « la médecine fondée sur les preuves consiste à utiliser de manière rigoureuse, explicite et judicieuse les preuves actuelles les plus pertinentes lors de la prise de décisions concernant les soins à prodiguer à chaque patient. Sa pratique implique que l'on conjugue l'expertise clinique individuelle avec les meilleures preuves cliniques externes obtenues actuellement par la recherche systématique. Par expertise clinique individuelle on entend la capacité et le jugement que chaque clinicien acquiert par son expérience et sa pratique clinique. ». (Sackett et al., 1996)

2.2 La connaissance tacite dans le domaine médicale

En établissant un diagnostic, le médecin appliquera parfois un raisonnement de causalité afin de prendre en compte et de rejeter les diagnostics basés sur une séquence d'hypothèses et de déductions (approche hypothético-déductive). Cependant, il arrive souvent que le médecin se concentre plutôt sur une petite série de possibilités sans pouvoir expliquer comment ou pourquoi il l'a fait.

Des études spécifiquement axées sur les connaissances tacites ont été réalisées dans le domaine de la santé clinique. Il a été démontré que les connaissances tacites facilitaient l'interprétation des connaissances explicites sous la forme de mesures de résultats standardisées (Greenhalgh et al., 2008), ou complétaient l'expertise technique lors de la prestation de soins de

santé (Smith et al., 2003). Les chercheurs ont également montré que les cliniciens s'appuient sur des connaissances tacites pour s'attaquer aux problèmes de santé (Herbig et al., 2001 ; Yoshioka-Maeda et al., 2006). Pour illustrer, Herbig et al. (Herbig et al., 2001) ont étudié les réponses des infirmières à des situations d'urgence hypothétiques. Ils ont constaté que, même si les infirmières qui utilisaient avec succès la tâche d'urgence utilisaient des connaissances explicites similaires à celles qui n'y réussissaient pas, il y avait une différence marquée dans les niveaux de connaissances tacites employés. Thornton note que, bien que les directives puissent aider les praticiens à prendre des décisions, ces formes claires de connaissances reposent sur la base de connaissances tacites et de savoir-faire (Thornton, 2006).

Henry, Goldman et Tsoukas (Goldman, 1990 ; Tsoukas, 2003 ; Henry, 2006) examinent le rôle des connaissances tacites dans le raisonnement du diagnostic médical. Henry soutient que la médecine fondée sur des preuves présuppose une vision inexacte et déficiente de la connaissance médicale et que la théorie de la connaissance tacite de Michael Polanyi explique à la fois ce manque et suggère des solutions. Selon Goldman, l'opinion dominante est que le jugement clinique est un processus totalement explicite par rapport à l'opinion relativement négligée selon laquelle la connaissance tacite joue un rôle important dans les opérations mentales du clinicien. Tsoukas soutient que la connaissance tacite a été grandement mal comprise. Les connaissances tacites et explicites ne sont pas les deux extrémités d'un continuum, mais les deux faces d'une même pièce. Même le type de connaissance le plus explicite est présupposé par la connaissance tacite.

Jaeschke et al., ont soutenu que la principale source de connaissances sur les soins de santé est basée sur la littérature clinique, par exemple, articles scientifiques, guides de pratique clinique, revues et rapports de cas d'utilisation (Jaeschke et al., 1994). Néanmoins, il existe davantage de connaissances sur les soins de santé que celles explicitées (Wyatt, 2001). En fait, il existe de plus en plus de connaissances tacites utilisées quotidiennement dans les organisations cliniques, mais elles ne sont pas bien documentées, telles que l'expérience de travail des spécialistes de la santé (Davenport et Prusak, 1998; Suchman, 1995), les connaissances sociales (Galegher et al., 1990), les modes de communication au sein d'une communauté professionnelle (Bieber et al., 2002) et même, les épisodes cliniques stockés par les registres électroniques des patients (Abidi et Manickam, 2002).

En conséquence, les connaissances en matière de santé peuvent être classées en classes explicites et tacites (Wyatt, 2001 ; Miller, 1998 ; Polanyi, 1966). Comme décrit dans certains articles (Wyatt, 2001 ; Von Krogh, 2000 ; Polanyi, 1966), les connaissances explicites sont constituées de faits, de règles, de relations et de règles qui peuvent être codées et normalisées fidèlement, souvent (mais pas toujours) stockées sous forme électronique et pouvant être facilement partagées. D'autre part, la connaissance tacite est intrinsèque au professionnel de la santé, intégrant ses expériences vécues, ses connaissances acquises, ses compétences personnelles et son jugement intuitif.

3 Le processus cognitif utilisé dans le diagnostic

La recherche médicale décisionnelle s'est concentrée sur les processus que les médecins utilisent pour identifier le diagnostic correct et choisir le traitement le plus approprié pour une maladie. Ainsi, sur les processus auxquels les infirmières s'engagent fréquemment au quotidien pour juger des soins qu'elles prodiguent aux patients. La prise de décision clinique est souvent définie comme le processus consistant à choisir entre différentes options (Thompson et Dowing, 2002). Cette définition simple met en évidence un élément clé des décisions : s'engager dans une ligne de conduite plutôt que dans d'autres. Tiffen et al., ont défini la prise de décision clinique comme un processus contextuel, continu et en évolution, dans le cadre duquel des données sont rassemblées, interprétées et évaluées afin de sélectionner un choix d'action fondé sur des preuves (Tiffen et al., 2014).

Selon Johansen et O'Brien, la prise de décision clinique dépend fortement de l'état de santé du patient, du contexte clinique, des connaissances antérieures, de l'expérience, des caractéristiques personnelles uniques du patient et des éléments de l'environnement des soins (Johansen et O'Brien, 2016).

Les méthodes de recherche et des modèles théoriques sont développées pour expliquer le raisonnement utilisé par les médecins ou les infirmiers afin de prendre une décision en matière de diagnostics et d'option de traitements pertinents, en d'autre terme explique le raisonnement clinique.

Le raisonnement est un processus qui se rapporte aux processus de pensée, à l'organisation des idées et à l'exploration des expériences pour parvenir à des conclusions. Il existe plusieurs formes de raisonnement clinique ; chacun a ses propres mérites (Burns et Higgs, 2000 ; Burns et Grove, 2005), parmi ces formes on trouve :

- a- Le raisonnement problématique** consiste à identifier un problème et ses facteurs d'influence et reconnaître les solutions qui peuvent être utilisées pour résoudre le problème (Burns et Grove, 2005).
- b- Le raisonnement théorique** commence de manière inductive selon une hypothèse utilisant une posture hypothético-déductive et se termine par une conclusion ou une décision (Carr, 1981).
- c- Le raisonnement pratique** se termine généralement par une action, par ex. le résultat de la planification des soins (Greenwood et King, 1995). La procédure utilisée est semblable au raisonnement théorique puisque le processus commence « logiquement, mais seulement par la manipulation hypothético-déductive de propositions à des niveaux d'inclusion et de généralité de plus en plus décroissants » (Greenwood, 1998, p. 845).
- d- Le raisonnement opérationnel** met l'accent sur « l'identification et la discrimination selon de nombreuses alternatives et points de vue » (Burns et Grove, 2005, p. 7). Cette forme de raisonnement met l'accent sur le processus réel et l'identification des points de vue opposés qui peuvent être utilisés pour déterminer une solution au problème (Barnum, 1998). En recherche infirmière, le raisonnement opérationnel peut être utilisé pour évaluer et débattre de l'adéquation des méthodes de recherche ou des techniques d'analyse de

données à la question de recherche (Kerlinger et Lee, 2000). Les infirmières peuvent utiliser cette approche du raisonnement clinique pour aider les patients et leurs familles à définir des objectifs réalistes et mesurables en matière de gestion et de soins infirmiers.

- e- Le raisonnement inductif** est une approche de raisonnement qui passe du spécifique au général, où les instances sont combinées pour former des déclarations téléologiques (Chin et Kramer, 1999). Le raisonnement inductif peut être utilisé pour évaluer les soins infirmiers dispensés aux patients orthopédiques dont l'état de santé est altéré en raison d'une fracture. La présence de la fracture est stressante pour le patient. Dans ce cas, le raisonnement inductif est utilisé pour illustrer le fait que la présence de la fracture est stressante et peut être considérée comme un état de santé altéré.

- f- Le raisonnement dialectique** implique de regarder les situations de manière holistique. « Un penseur dialectique pense que le tout est plus grand que la somme des parties et que le tout organise les parties » (Burns et Grove, 2005, p. 7). Cette forme de raisonnement se concentre sur l'identification et l'exploration de facteurs opposés qui sont ensuite combinés afin d'explorer des problèmes. La fusion des facteurs en une solution unique est considérée comme une tactique plus puissante que l'évaluation indépendante des facteurs. En soins infirmiers, le raisonnement dialectique impliquerait d'évaluer les forces et les faiblesses du problème d'un patient plutôt que de l'identifier en fonction de son état pathophysiologie.

- g- Le raisonnement clinique** est un processus cognitif qui guide les actions professionnelles. Il implique une construction narrative de l'histoire médicale du patient. Ce processus cognitif est lié au contexte de la pratique professionnelle, c'est-à-dire qu'il est délimité par le cadre de référence du praticien, le milieu de soins de même que le contexte du patient. De plus, le raisonnement clinique implique la mise en commun de diverses connaissances reliées à un domaine d'expertise. Finalement, il nécessite l'activation d'habiletés cognitives ainsi que d'habiletés métacognitives. (Higgs et Jones., 2008, p.4). Le raisonnement clinique est considéré comme un processus cognitif multidimensionnel et récursif qui utilise des stratégies formelles et informelles pour rassembler et analyser des informations sur les patients, qui sont ensuite évaluées en fonction de leur importance et de leur contribution à la gestion des patients (Simmons et al., 2003).

3.1 Les modèles théoriques

Les méthodes de recherche et les modèles théoriques reposent sur deux approches différentes, analytique et intuitive, qui sont complémentaires et peuvent être utilisées dans la même situation clinique, même si l'une peut s'avérer plus utile selon les situations. (Alencastro et al., 2017). Nous illustrons les méthodes de recherche et des modèles théoriques selon l'approche analytique puis l'intuitive.

3.1.1- L'approche analytique

Si les praticiens sont capables d'apprendre à saisir de meilleures décisions, ils prendront moins de mauvaises décisions et amélioreront les soins prodigués aux patients (Rashotte et

Carnevale, 2004). De même, les chercheurs en sciences infirmières ont tenté de décrire les processus utilisés par les infirmières comme une première étape pour prendre une décision en vue d'une meilleure décision.

Les différentes formes de raisonnement citées auparavant sont utilisées de façon directe et indirecte dans la contribution des méthodes de recherche et des modèles théoriques.

Eddy et Clayton ont expliqué plusieurs méthodes de recherche et des modèles théoriques qui décrivent les processus cognitifs utilisés par les médecins (Eddy et Clayton, 1988), Dowie et Elstein, utilisent la formule bayésienne de probabilité (Dowie et Elstein, 1988). Fischhoff et Beyth-Marom, utilisent la théorie du continuum cognitif (Fischhoff et Beyth-Marom, 1988) (Hamm, 1988), la théorie de l'analyse décisionnelle (Doubilet et McNeil, 1988), le modèle à lentille de Brunswik (Wigton et al., 1988), la théorie du traitement de l'information (Elstein et Bordage, 1988).

a- Le modèle hypothético-déductif

Le modèle hypothético-déductif comprend à la fois un **raisonnement inductif** par la génération d'hypothèses d'un ensemble d'observations à une généralisation et un **raisonnement déductif** par le test de l'hypothèse d'une généralisation à une conclusion (Higgs et Jones, 2008). Dans ce processus de prise de décision clinique, l'induction fait référence aux données collectées qui sont utilisées pour générer une hypothèse et la déduction fait référence à une hypothèse de l'infirmière qui l'amène à rechercher les indices pertinents pour voir s'ils sont présents ou absents, confirmant ou infirmant ainsi l'hypothèse (Buckingham et Adamas, 2000).

Le modèle hypothético-déductif est considéré comme l'approche la plus dominante dans les soins de santé, la pratique étant basée sur la rationalité et la précision empirique (Jefford et al., 2011).

Cette approche est perçue comme une approche structurée de la prise de décision clinique reposant sur des bases scientifiques, avec des processus analytiques faisant appel à la pensée critique, ce qui la rend ainsi mesurable, valide et fiable (Pearson, 2013).

b- La formule bayésienne de probabilité

Le modèle rationnel populaire est l'inférence bayésienne, un ensemble de procédures basées sur la théorie de Bayes et l'interprétation subjectiviste de la probabilité (Fischhoff et Beyth-Marom, 1988). La théorie affirme que la précision dans la prise de décision peut être basée sur des estimations probabilistes basées sur une décomposition préalable de diagnostics spécifiques présentant des signes et symptômes spécifiques (Swartz, 1998).

Dans la perspective bayésienne, la prise de décision est représentée sous forme d'hypothèses, chacune caractérisée par une probabilité subjective, qui représente la confiance en sa vérité (Fischhoff et Beyth-Marom, 1988). Le théorème stipule qu'à la découverte de nouvelles preuves, les praticiens ajusteront leur degré de croyance en l'hypothèse.

Le modèle d'inférence bayésien fournit également des outils permettant de convertir les croyances relatives aux hypothèses en modèles décisionnels normatifs, tels que l'analyse décisionnelle utilisée en soins infirmiers et en médecine (Thompson et Dowding, 2002). Les

modèles d'analyse décisionnelle sont liés à la précision, l'exactitude, la sensibilité, la qualité, la valeur prédictive positive, le rapport de probabilité, et tous les paramètres correspondant à la vision décisionnelle basée sur la gestion des connaissances.

c- Les arbres de décision

Pour tenter de prendre des décisions « correctes » ou « améliorées », une autre approche proposait la construction d'arbres de décision dans lesquels chaque donnée de présentation implique un nombre spécifique d'options décisionnelles. Chaque option est objective (si des données sont disponibles) ou subjectivement assignée, avec les estimations de probabilité et d'utilité attendues correspondantes (Doubilet et McNeil, 1988). La meilleure décision est ensuite calculée en multipliant la probabilité avec l'utilité de chaque résultat (Doubilet et McNeil, 1988 ; Thompson et Dowding, 2002). Shamian a constaté qu'un groupe d'élèves ayant appris à utiliser l'analyse décisionnelle prenait beaucoup plus de décisions « correctes » (c'est-à-dire qu'ils partageaient l'avis d'un groupe d'experts) par rapport à un groupe témoin (Shamian, 1991). Cette étude a également suggéré que les techniques d'analyse décisionnelle pourraient favoriser une plus grande cohérence entre les infirmières en ce qui concerne le choix des interventions cliniques déployées pour les problèmes cliniques.

D'autres études ont montré que les outils d'aide à la décision et les arbres de décision systématiques améliorent la précision de la décision lorsqu'ils sont utilisés dans la pratique (Letourneau et Jensen, 1998) et peuvent avoir des effets directs et bénéfiques sur la qualité des soins prodigués aux patients (Warren et al., 1999). Cependant, des études utilisant des simulations pour décrire les processus de pensée et la planification diagnostique de Ferrand et al., et Tanner et al., (pour les infirmières) et Elstein et al., et Wigton et al., (pour les médecins) ont montré qu'une expérience clinique plus poussée n'incitait pas nécessairement les cliniciens à converger vers une stratégie diagnostique optimale (Ferrand et al., 1982 ; Tanner et al., 1987 ; Elstein et al., 1978 ; Wigton et al., 1988).

d- La théorie du traitement de l'information

La théorie du traitement de l'information dérivée des sciences cognitives a été l'une des théories descriptives les plus influentes de la prise de décision en médecine et en soins infirmiers. Cette théorie est enracinée dans la prise de décision médicale et utilise une approche positivisme pour faciliter le raisonnement métacognitif, ce qui est essentiel pour le diagnostic médical (Banning, 2008). Carper a défini l'empirisme comme la science des soins infirmiers, où les faits sont organisés en lois et en théories ; Elle a également suggéré la nécessité de développer un corpus de connaissances tacites spécifiques aux soins infirmiers (Carper, 1978). Les connaissances théoriques acquises à partir de la physiologie, de l'anatomie, de la physiopathologie et de la pharmacologie sont essentielles à la prise de décisions cliniques et permettent l'élaboration d'hypothèses et des tests ultérieurs. Les connaissances dérivées de cette approche sont décrites comme les connaissances « savoir que » en sciences infirmières (Benner, 1984; Carper, 1978).

Elstein et al., ont conclu de leurs travaux avec des médecins et des étudiants en médecine expérimentés que la prise de décision médicale est une activité cognitive séquentielle dans laquelle l'identification précoce du problème et la génération d'hypothèses guident la collecte de données et l'évaluation d'hypothèses (Elstein et al., 1978). De nombreuses études infirmières portant sur la prise de décision à l'aide de ce modèle hypothético-déductif ont conclu que les infirmières jugeaient les soins des patients de manière rationnelle (Carnevali, 1984; Putzier et al., 1985; Corcoran, 1986a, b). Selon cette théorie, l'individu passe par une série d'étapes pour prendre une décision. Bien que différents chercheurs aient suggéré un nombre différent de phases (Elstein et al., 1978; Carnevali, 1984), les caractéristiques communes incluent:

- (a) la collecte d'informations préliminaires et l'organisation de signaux en motifs ;
- (b) générer des hypothèses provisoires ;
- (c) interpréter les indices et confirmer ou réfuter les hypothèses ; et
- (d) fonder le jugement sur une analyse de chaque explication possible et choisir celle qui est favorisée par la majorité des preuves (Thompson, 1999).

Des études ont également montré que, lorsque les praticiens sont confrontés à des problèmes incertains ou complexes, cette approche est couramment appliquée à leurs stratégies de prise de décision (Rashotte et Carnevale, 2004). Il convient également de noter que les étapes linéaires et séquentielles de la théorie du traitement de l'information n'ont pas été systématiquement identifiées dans les activités de prise de décisions de cliniciens experts (Elstein et al., 1978; Corcoran, 1986a ; Rashotte et Carnevale, 2004).

e- Le modèle à lentille de Brunswik (Wigton et al., 1988)

Le modèle de lentille est une conceptualisation proposée par Egon Brunswik (Brunswik, 1956) qui propose d'analyser la correspondance entre la décision réelle prise par le décideur et la décision optimale ou correcte qui aurait dû être prise dans cette situation particulière. Ainsi, les symptômes du patient constituent des indices que le clinicien utilise pour identifier le trouble dont souffre le patient. Cependant, les symptômes observés par le clinicien ne sont que des indices probabilistes de la nature de la maladie du patient. L'essentiel des recherches en psychologie cognitive a été de découvrir comment les cliniciens gèrent la nature probabiliste des signaux à la base de leurs diagnostics. Le modèle, développé par Brunswik, que les psychologues cognitifs appliquent à de telles situations de décision est illustré à la figure 3.1.

C'est ce qu'on appelle le modèle d'objectif, car il ressemble un peu à la lumière qui traverse un objectif convexe. Cette approche suppose que les jugements sont issus de la considération de multiples indicateurs présents dans notre environnement. Ces indicateurs sont des indices plus ou moins fiables du critère évalué qui, lui, ne peut pas être observé directement.

Ces indicateurs sont également des indices sur lesquels nous pouvons nous appuyer pour former une évaluation ou un jugement. Ainsi, le modèle de la lentille suggère qu'une personne formule un jugement (Ys) sur un critère de l'environnementale (Ye) basée sur un ensemble d'indicateurs (Xi).

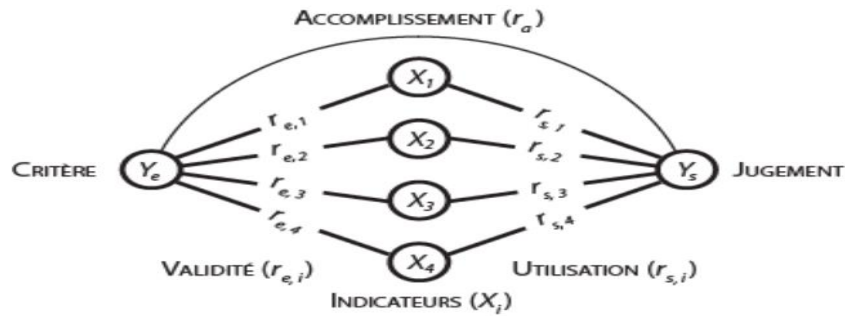


Figure 3.1 : Le modèle de la lentille (Brunswik, 1956)

La validité des indicateurs ($r_{e,i}$) mesure la relation entre le critère et l'indicateur X_i , c'est-à-dire la mesure dans laquelle on peut prédire Y_e à partir de la connaissance de X_i . Le degré d'utilisation des indicateurs ($r_{s,i}$) mesure la relation entre le jugement du sujet et l'indicateur X_i , c'est-à-dire la mesure dans laquelle X_i prédit Y_s . Enfin, l'accomplissement (r_a) mesure la relation entre la valeur du jugement du sujet Y_s et la valeur réelle du critère de l'environnement qui est évalué, Y_e .

Le modèle de lentille suppose que nous travaillons comme un "statisticien intuitif" : Nous commençons par apprendre implicitement les corrélations qui existent entre les différents indicateurs et le critère à prédire dans notre environnement, puis nous utilisons ces connaissances pour prédire la valeur de ce critère. Ainsi, au cours de l'exercice de ses fonctions, le médecin apprendrait les relations qui existent entre certains symptômes et caractéristiques de patients et leurs chances de survie, ce qui lui permettrait ensuite de prédire les chances de survie d'un patient donné, suite à l'examen de son profil.

Le modèle à lentille recommande l'utilisation d'indicateurs prélevés dans l'environnement naturel de l'individu qui porte le jugement, en respectant leur distribution dans cet environnement. Ainsi, ces indicateurs sont représentatifs de la population d'indicateurs auxquels cet individu s'est adapté et les relations entre indicateurs et critère telles qu'elles existent dans la réalité sont conservées. Cela permet à l'individu d'utiliser ses connaissances sur la validité des indicateurs acquises dans son environnement pour former son jugement.

f- Théorie du continuum cognitif

La théorie du continuum cognitif (Hammond, 1981) est une théorie descriptive qui illustre le lien entre les situations ou les tâches de jugement et la cognition. Hammond affirme que « le jugement est une fonction conjointe des propriétés de la tâche et des processus cognitifs » (Hammond, 2000, p. 83). La théorie suggère six grands modes de prise de décision basés sur deux continua : la structure des tâches de cognition et de jugement. Le continuum cognitif va de l'intuition à l'analyse, et la structure de la tâche de jugement va de mal structuré à bien structuré. Le volume et la nature des informations associées aux tâches de jugement sont cruciaux dans la théorie de Hammond. Plus une tâche est structurée, plus le mode décisionnel sera induit analytiquement. Inversement, avec une tâche mal structurée, la prise de décision sera probablement induite par l'intuition.

En médecine, Hamm a montré que la théorie pouvait contribuer à améliorer le jugement clinique dans un environnement incertain, où les connaissances médicales scientifiques devaient être appliquées à des besoins de patients spécifiques avant de prendre une décision (Hamm, 1988). Dans sa version du continuum cognitif, il a remplacé les « modes d’investigation » de Hammond par des « modes de pratique » pour souligner leur pertinence pour la pratique médicale (voir Figure 3.2).

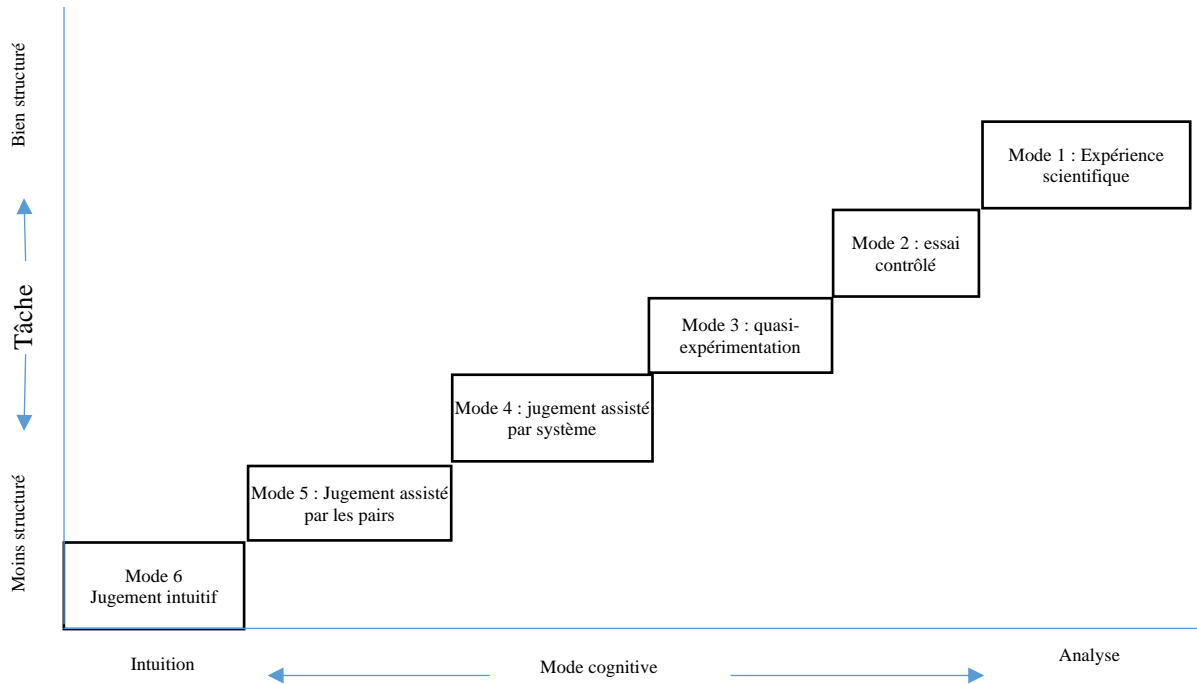


Figure 3.2 : Intuition clinique et analyse clinique : expertise et continuum cognitif - les six modes d’enquête (Hamm 1988, p. 87)

Issue de la psychologie cognitive, la théorie du continuum cognitif offre aux chercheurs en jugement et en prise de décision un cadre dans lequel les concepts de tâche et de cognition sont liés. (Hammond et al., 1975).

La principale affirmation philosophique faite par Hammond est basée sur le fait qu'une personne est capable des deux modes de cognition : l'intuition et l'analyse. Il affirme que, bien que ces deux modes de cognition aient apporté des contributions positives à la vie moderne, ils ont également souffert d'imperfections (Hammond, 1996).

Les concepts de modes de cognition et de propriétés de tâches sont au cœur de la théorie du continuum cognitif. Les concepts supplémentaires sont les modes de recherche, la reconnaissance des formes, les relations fonctionnelles, les oscillations et les alternances (Hammond, 1996).

Les concepts de modes de cognition ne sont pas clairement définis par Hammond ; cependant, les trois dimensions associées à ce concept ont été clairement définies : analyse, intuition et quasi-rationalité (Cader et al., 2005).

L'analyse est définie comme un processus lent, conscient et cohérent (Hamm, 1988). Hammond le décrit comme un contrôle cognitif élevé, un traitement lent des données, une

conscience élevée, un principe d'organisation spécifique à la tâche et une grande confiance dans la méthode (Hammond, 1988).

L'intuition implique un traitement rapide et inconscient des données (Hamm, 1988). Hammond a décrit ses propriétés comme impliquant un contrôle cognitif faible, un traitement rapide des données, une conscience insuffisante, et une confiance faible dans la méthode Hammond (Hammond, 1988).

La quasi-rationalité occupe la région centrale du continuum cognitif et se rapporte à des modes de cognition comprenant des éléments ou des propriétés à la fois d'intuition et d'analyse (Hammond 1996). Le terme « quasi-rationalité » provient des travaux approfondis de Brunswik en psychologie cognitive (Brunswik, 1956).

Les propriétés de tâche concernent (i) la complexité de la tâche (nombre d'indices d'information, redondance des indices et principe de combinaison d'informations), (ii) le niveau d'ambiguïté de son contenu (existence d'un principe d'organisation de l'information, familiarité avec le contenu, potentiel (précision du jugement) et (iii) sa présentation (possibilité de décomposition en sous-tâches, présentation visuelle ou quantitative et temps disponible pour entreprendre la tâche). Les deux dimensions identifiées pour les propriétés de tâche sont : les tâches bien structurées et les tâches mal structurées.

3.1.2- L'approche intuitive

Dans l'approche intuitive, la prise de décision est liée à l'expérience humaine (Benner, 1984). En réponse à la nécessité de mieux expliquer le phénomène de la prise de décision, les chercheurs en sciences infirmières et en médecine ont utilisé d'autres cadres théoriques tirés d'une perspective intuitive. L'idée de l'intuition est devenue influente comme explication alternative de la manière dont les praticiens prennent leurs décisions, bien qu'il n'y ait pas de consensus sur la définition du terme et son rôle dans ce domaine (Thompson, 1999). Ce modèle a été utilisé à la fin des années 80. Il est basé sur les travaux bien connus de Benner, qui a soutenu que l'intuition est un élément essentiel du jugement clinique et qu'elle est clairement liée à l'expérience du praticien (Benner, 1984). Benner et Tanner, ont défini l'intuition comme « une compréhension sans justification » (Benner et Tanner, 1987). Le principe fondamental de cette théorie est que les décisions en matière de soins infirmiers peuvent être le résultat d'un niveau de connaissance presque inconscient et que l'intuition et la sagesse pratique, acquises par l'expérience, jouent un rôle important dans la prise de décision au quotidien (Thompson, 1999).

L'intuition peut être expliquée par la théorie de la pensée inconsciente, basée sur une recherche de Dijksterhuis et Nordgren (Dijksterhuis et Nordgren, 2006). Selon cette théorie, il existe deux modes de pensée : l'inconscient et le conscient. La pensée inconsciente est capable de détecter des modèles récurrents (cas de paradigme) dans des situations cliniques extrêmement complexes et se retrouve souvent chez des infirmières expérimentées. Selon Banning, l'intuition est vue comme sachant sans savoir comment on sait. La pensée inconsciente fait référence à des processus mentaux qui sont inaccessibles à la conscience mais qui influencent les jugements, les sentiments ou le comportement. D'autre part, la pensée consciente fait référence aux processus mentaux dont nous sommes conscients de la décision (Banning, 2008).

Les six aspects clés du jugement intuitif sont la reconnaissance des formes, la reconnaissance des similitudes, la compréhension du sens commun, le savoir-faire qualifié, l'utilisation de la saillance et la rationalité délibérative (Benner, 1984).

4 L'approche intuitive et la connaissance tacite

Certains chercheurs ont suggéré que les approches analytiques décrites ci-dessus ne prédisent pas la manière dont les praticiens experts prennent des décisions dans des situations ambiguës (Benner, 1984; Corcoran, 1986b; Benner et Tanner, 1987; Tanner et al., 1987; Patel et al., 1999). Par exemple, Patel et al., ont suggéré que le raisonnement médical clinique en temps réel est une combinaison du raisonnement dirigé à la fois en avant et en arrière, similaire à celui proposé par Albert et al., (Albert et al., 1988) (Patel et al., 1999). Ces derniers ont proposé un modèle cyclique de diagnostic, c'est-à-dire un processus dynamique et itératif. Le processus commence par la collecte de données, puis les données sont interprétées à la lumière d'un certain nombre d'hypothèses pour arriver à un diagnostic préliminaire. Un plan de traitement est déduit et la mise en œuvre du traitement donne lieu à des données supplémentaires, réfutant ou corroborant le diagnostic préliminaire, qui à leur tour éclairent davantage le plan de traitement.

Au fil du temps, on dit que le clinicien acquiert une grande réserve de situations expérimentées, de sorte qu'un expert peut examiner une situation et juger intuitivement ce qui ne va pas et ce qui doit être fait (Offredy, 1998 ; Patel et al., 1999). Dörfler et Ackermann, ont identifié le processus et les résultats de la prise de décision intuitive, dans laquelle l'intuition est un processus inconscient rapide et alogique avec un effort mental minimal (Dörfler et Ackermann, 2012). Le résultat de ce processus est généralement tacite et holistique, le décideur ayant confiance en son jugement, bien qu'il n'ait pas de justification claire pour le choix de son plan d'action. Nightingale valorisait le « savoir-faire » (c'est-à-dire le savoir expérimentiel) par rapport au « savoir-que » (c'est-à-dire le savoir théorique) (Nightingale, 1860).

Cependant, l'essence de tous les modèles de décision intuitifs est que le jugement intuitif distingue l'expert du novice, l'expert ne s'appuyant plus sur des principes analytiques pour lier sa compréhension de la situation à une action appropriée (Thompson, 1999). La prise de décision intuitive ne repose pas sur des connaissances fondées sur des preuves scientifiques, mais repose davantage sur la perception de la situation par un individu. « Savoir-que » et « Savoir-faire » sont deux types de savoir différents, où le « savoir-faire » peut être acquis sans « savoir-que » (Krishnan, 2018). Toutes les connaissances ne peuvent pas être capturées dans des propositions théoriques, mais plutôt par une description interprétative de la pratique actuelle (Benner, 1984). Schrader et Fischer ont suggéré que «la perception intuitive dans la pratique infirmière est la capacité de faire l'expérience des éléments d'une situation clinique dans son ensemble, de résoudre un problème ou de prendre une décision avec des informations concrètes limitées » (Schrader et Fischer, 1986).

Étant donné que l'intuition opère dans le domaine subconscient, les tentatives pour l'étudier en tant que concept scientifique ont généré de nombreuses controverses dans les domaines des sciences cognitives et de la prise de décision (Kahneman et Klein, 2009). Crow

et al., ont souligné l'importance de la connaissance intuitive du contexte de la pratique ou du domaine pour la prise de décision intuitive (Crow et al., 1995). La théorie du jugement social affirme que l'exactitude du jugement d'une personne dans une situation dépend de la pondération qu'elle attache aux différentes informations émanant de cette situation. Si les indices d'information sont pondérés pour refléter la situation réelle, le jugement sera alors exact (Dowding, 2002) ; sinon, une inexactitude dans le jugement est probable. Afin de comprendre le processus impliqué dans la prise de décision clinique, il est essentiel de considérer le contexte dans lequel les activités de prise de décision sont réalisées. Le modèle intuitif respecte les défis uniques de la situation clinique, il est donc presque entièrement spécifique à un contexte. Au cours du raisonnement clinique, il y a « une interaction entre la cognition de l'individu, le sujet traité et le contexte de la situation dans laquelle la pensée se produit » (Fowler, 1997, p. 349 ; Lewis, 2007).

5 Conclusion

L'approche analytique est considérée comme étant une analyse rigoureuse et attentive de la relation entre les signes, les symptômes et les hypothèses diagnostiques (Eva, 2004). Cette approche est associée au modèle hypothético-déductif, bayésienne de probabilité, la théorie du continuum cognitif et d'autres modèles qui sont mobilisés par le médecin pour synthétiser les informations issues d'une situation clinique, ensuite les intégrer à ses connaissances (biomédicales, cliniques) et à ses expériences antérieures dans le but de prendre une décision diagnostique et de prise en charge (Nendaz et al., 2005). L'approche non analytique est définie comme un processus cognitif intuitif, tacite et expérientiel et il se réalise rapidement d'une façon automatique et sans effort conscient.

La connaissance tacite n'est un outil ni une méthode que les cliniciens peuvent utiliser, ni une alternative aux connaissances médicales explicites. C'est la base indispensable à partir de laquelle les humains donnent un sens au monde (Grene, 1977). Les approches analytiques et intuitives vues dans ce chapitre sont complémentaires et peuvent être utilisées dans la même situation clinique par le clinicien pour répondre aux besoins des patients, ces besoins sont toujours satisfaits par des actions effectuées par des médecins ou des infirmières, sous forme d'une décision ou un acte de soins et qui portent dans ces détails des connaissances tacites.

Dans le prochain chapitre nous allons explorer, d'une manière détaillée, les travaux ayant traité la problématique de la modélisation de la connaissance tacite.

1 Introduction

La modélisation des connaissances consiste à représenter un ensemble de données ou connaissances sous une forme adaptée pour qu'un opérateur humain et/ou machine, puisse les interpréter et les manipuler.

Dans le chapitre précédent, nous avons conclu sur la nécessité d'externaliser les connaissances tacites et leur importance dans le capital de l'organisation. Ainsi, ce chapitre est dédié à l'exploration, à l'étude et à l'analyse des travaux connexes ayant traité, d'une manière ou d'une autre la notion de modélisation des connaissances tacites telles qu'elles ont été introduites dans la littérature.

Nous commençons le chapitre par une analyse détaillée des différentes approches ayant traité l'acquisition ou l'externalisation des connaissances tacites. Ensuite, Nous présentons une étude comparative détaillée des divers travaux et leurs relations avec notre problématique, ainsi que les limites des approches existantes et les raisons de leur non adéquation au contexte de cette problématique. Enfin, nous concluons le chapitre sur les questions de recherche à exploiter dans la suite de ce manuscrit.

2 La modélisation des connaissances tacites

La modélisation des connaissances est une approche multidisciplinaire pour capturer et modéliser les connaissances dans un format réutilisable en vue de les maintenir, de les améliorer, de les partager, de les traiter, de les transmettre et de les réappliquer. (Paquette, 2002). Ainsi, cette section sera consacrée à présenter les principaux travaux liés à notre domaine.

Tout au long de la littérature, de nombreux travaux, avec différentes approches, se sont intéressés à modéliser la connaissance tacite avec différents formalismes.

Le développement de système de gestion des connaissances tacites a été le sujet de recherche de plusieurs travaux comme Pépiot et al., qui ont proposé un langage unifié consacré au domaine de la modélisation d'entreprise sur la base des compétences (UECML : Unified Enterprise Competence Modelling Language) (Pépiot et al., 2007).

Boumane et al., ont présenté un modèle systémique de la compétence à travers l'intégration du schème dans le modèle global cognitif de la compétence avec le formalisme de l'UML (Unified Modeling Language) (Boumane et al., 2006).

Les cartes cognitives sont utilisées pour créer un système de gestion des connaissances tacites dans le domaine de la santé. Dans (Akhavan et al., 2018) on trouve sur la base de cartes cognitives combinées un réseau cognitif a été construit, et à l'aide de réseaux de croyances bayésiennes et de cartes cognitives floues, une méthode d'évaluation a été introduite. Tandis que Noh et al., ont formalisé les connaissances tacites par des cartes cognitives avec une démarche en trois phases, ce qui conduit à créer une base de cas prêts à être récupérées (Noh et al., 2000). D'autre part, Gal et al., ont proposé une approche inspirée des modèles canoniques de perception et de langage pour modéliser les connaissances tacites sous forme de graphes dirigés, qui illustrent la propagation des connaissances et des actions sur ce réseau (Gal et al., 2009).

Rosário et al., ont présenté l'application d'une cartographie technique des processus dans l'industrie afin de promouvoir la modélisation des connaissances tacites de manière explicite et de les représenter sous la forme de règles de production destinées à être utilisées dans des processus de fabrication. Le processus d'acquisition des connaissances est utilisé pour constituer la base de connaissances d'un système expert. Deux bases de connaissances sont construites, l'une dans un système expert non probabiliste (système à base de connaissances) et l'autre dans un système expert probabiliste (réseaux bayésiens) afin d'effectuer des comparaisons et des simulations des résultats trouvés. Le système expert probabiliste est utilisé en tant qu'outil de support industriel pour prévenir l'apparition de défauts dans le processus et générer un gain de productivité (Rosário et al., 2015).

En outre, le développement des systèmes de gestion des connaissances (SGC) tacites basés sur le paradigme agent a été le sujet de recherche de plusieurs travaux comme Al-Mutawah et al., qui ont proposé un système multi-agents (SMA) pour le partage des connaissances tacites dans la chaîne de fabrication (Mutawah et al., 2009), (Vizcaino et al., 2007) ont recommandé un système multi-agents aux ingénieurs informatiques pour supporter les différentes étapes de cycle de vie d'un SGC. (Zhang et al., 2008) ont proposé également un SMA pour gérer les connaissances hétérogènes et distribuées mais dans le cas de réalisation des projets en collaboration via internet.

Alors que de nombreux travaux de recherche se concentrent sur la façon d'élaborer un système de gestion des connaissances tacites avec le formalisme des ontologies, Chen a développé une méthode de représentation et de raisonnement des connaissances empiriques englobée par la connaissance tacite (Chen, 2010).

Mezghani et al., ont proposé un modèle ontologique de connaissances tacites pour un groupe de recherche scientifique. Ce modèle comprend l'acquisition et la réutilisation des connaissances qui permettent aux utilisateurs de produire et d'utiliser les connaissances en collaboration (Mezghani et al., 2016). Tandis que Liu et al., ont proposé une méthode de validation du workflow basée sur la recherche de connaissances tacites dans le domaine de la télédétection (Liu et al., 2017).

Abidi et al., ont mis au point un compositeur de scénario pour l'acquisition de connaissances tacites (TKAI). Le compositeur de scénario est un outil qui permet l'acquisition et l'interprétation des connaissances tacites mobilisées dans les activités des experts sous forme de scénario de réalisation de processus (Abidi et al., 2005).

Rao et Nayak ont proposé un modèle ontologique d'entreprise (EO) pour intégrer divers aspects de l'externalisation des connaissances tacites. Le modèle est basé sur la théorie de l'ontologie des entreprises et l'externalisation des connaissances des experts sont obtenues manuellement avec l'utilisation de l'approche (5W + 1H) de Kipling (quoi, où, quand, pourquoi, qui et comment) (Rao et Nayak, 2017).

Di Iorio et Rossi présentent un outil qui permet une telle conversion des connaissances tacites mobilisées à travers l'utilisation collectives des outils Web sociaux. La modélisation représente les processus de l'utilisation et l'interaction des outils web sociaux entre les utilisateurs (Di Iorio et Rossi, 2018).

Nous présentons par la suite une description de quelques systèmes cités ci-dessus et nous terminons cette section par une synthèse où nous positionnons notre approche de gestion des connaissances tacites.

2.1 Modélisation avec le formalisme UML

Pépiot et al., ont proposé un langage unifié consacré au domaine de la modélisation d'entreprise sur la base des compétences (UECML). Ce formalisme fournit des entités complémentaires, spécialisées pour la gestion des entreprises sur la base des compétences. UECML constitue un enrichissement d'UEML (langage de modélisation dédié à la modélisation d'entreprise), en termes de terminologie utilisée et de structure des concepts à représenter. UECML fournit donc un modèle d'entreprise capable de représenter les compétences avec le même et unique formalisme à différents niveaux d'abstraction. Ce formalisme présente les connaissances de l'entreprise basées sur les compétences en termes de catégories de ressources, compétences, processus, activités et autres entités de l'entreprise (Pépiot et al., 2007).

Ces classes sont reliées les unes aux autres par des relations dans l'ordre de formaliser le langage de modélisation des compétences unifiées de l'entreprise. Le formalisme développé est présenté dans la figure (4.1)

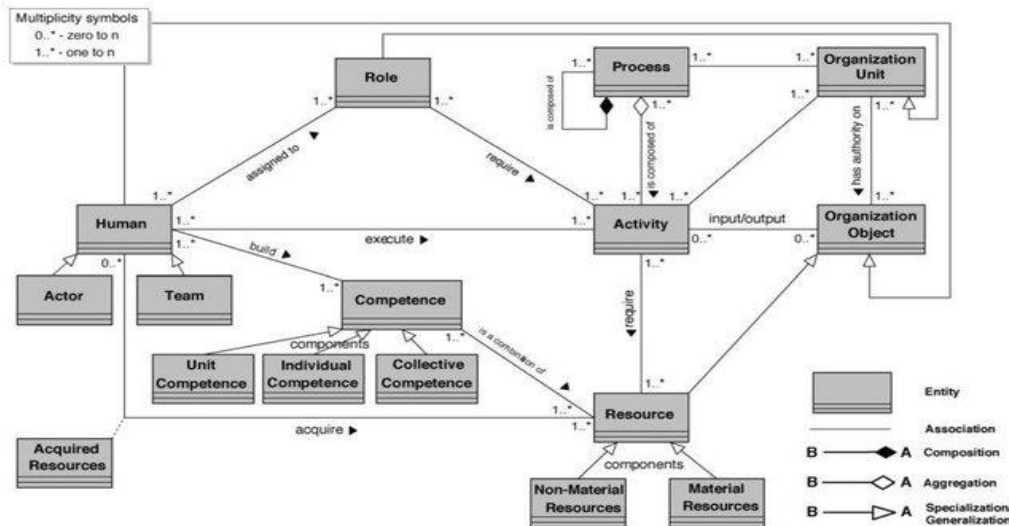


Figure 4.1 : UECML : Éléments principaux de modélisation (Pépiot et al., 2007)

La construction de modèles d'entreprise basés sur les compétences (UECML) est motivée par des besoins pragmatiques :

- une meilleure définition de la modélisation et de l'ingénierie d'entreprise sur la base des compétences ;
- une définition claire des concepts utilisés dans la modélisation d'entreprise basée sur les compétences ;
- une identification claire du rôle de la compétence et de ses constituants.

Les connaissances tacites dans le formalisme UECML sont considérées comme des ressources pour représenter les compétences.

Dans (Boumane et al., 2006) ont présenté un modèle systémique de la compétence et en fonction des éléments de la situation, l'acteur construit ses propres schèmes afin d'élaborer des stratégies d'action en adéquation avec les performances attendues. Dans ce modèle, les auteurs reposent sur trois notions : l'acteur, la situation et le schème pour modéliser les compétences.

Le formalisme développé est basé sur le modèle global cognitif de la compétence (Bonjour et Dulmet, 2002). La modélisation du concept du schème (Vergnaud, 1999) dans le formalisme est présenté sous forme de classe en relation avec ces éléments constitutifs tel que : buts et des anticipations, des règles d'action, des invariants opératoires et des processus d'inférence, voir figure 4.2.

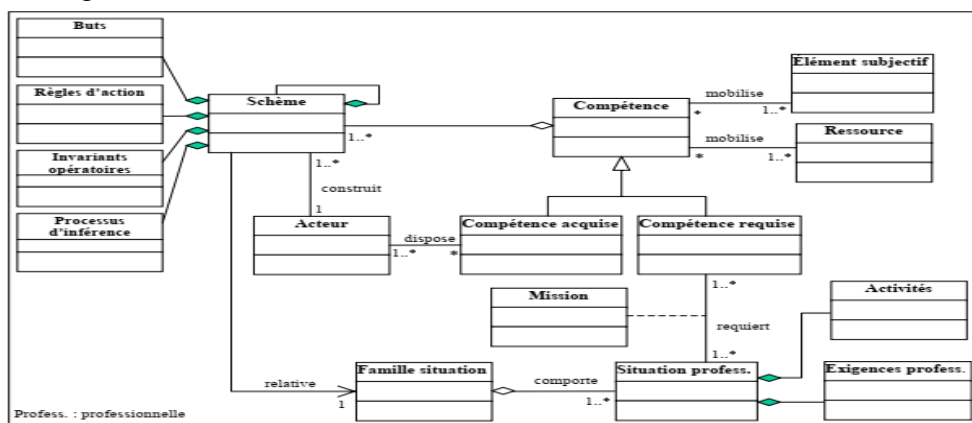


Figure 4.2 : Le modèle statique de la compétence (Boumane et al., 2006)

Le modèle statique définit la compétence comme une structure résultant d'un processus d'intégration des éléments subjectifs (connaissances, savoir-faire, comportements) et des éléments objectifs (ressources de l'environnement), et les connaissances tacites sont considérées comme des éléments subjectifs.

2.2 Modélisation avec le formalisme ontologique

Chen s'est concentré sur la connaissance empirique englobée par la connaissance tacite. Il développe une méthode de représentation et de raisonnement des connaissances empiriques et propose un cadre de gestion de ces connaissances pour la communauté virtuelle professionnelle (Chen, 2010).

L'objectif du travail de Chen était de faciliter le stockage, la gestion et le partage des connaissances empiriques. À cette fin, il a développé une méthode de représentation et de raisonnement des connaissances empiriques sur quatre niveaux « savoir-quoi », « savoir-pourquoi », « savoir-faire », et « savoir-avec » basée sur des ontologies, qui utilise le langage d'ontologie Web (OWL) pour représenter ces connaissances de manière structurée comme il est montré dans la figure 4.3. Chen a ensuite adopté une méthode de raisonnement d'ontologie pour déduire des connaissances empiriques afin de les partager et de les réutiliser efficacement.

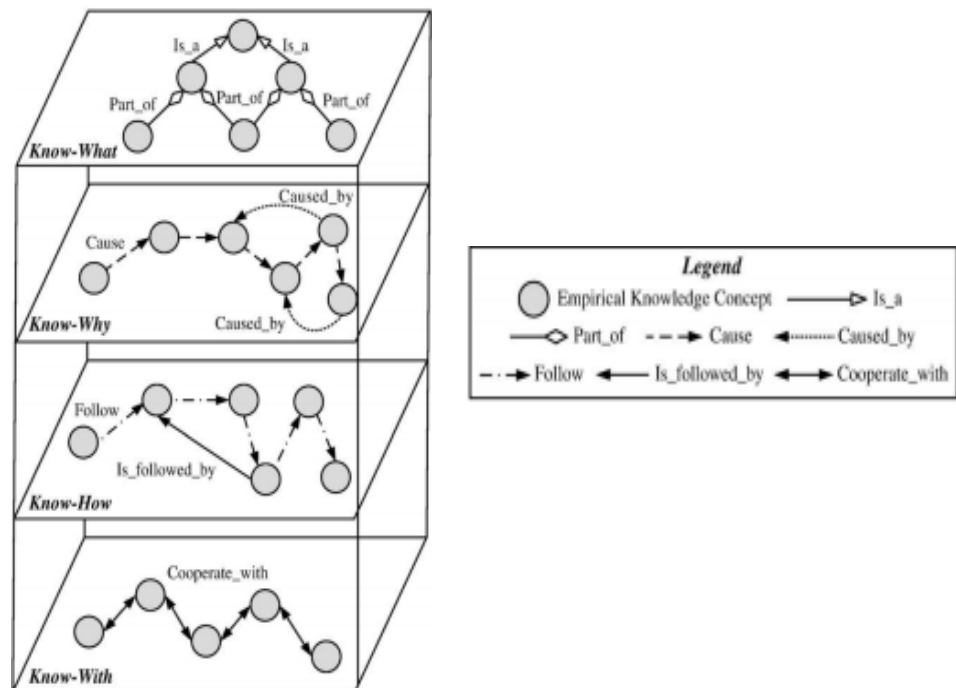


Figure 4.3 : Modèle conceptuel de représentation des connaissances empiriques multicouches à base d'ontologies (Chen, 2010)

Mezghani et al., ont proposé un modèle de connaissances tacites pour un groupe de recherche scientifique. Le modèle comprend deux phases : la première phase est l'organisation qui correspond à la conceptualisation et à la représentation des connaissances dans un format approprié ; et la deuxième phase est l'acquisition et la réutilisation des connaissances qui permettent aux utilisateurs de produire et d'utiliser les connaissances en collaboration. Les

auteurs ont présenté un modèle ontologique de base appelé ontologie de référence principale, qui correspond à la conceptualisation et qui décrit les concepts génériques et les relations en fonction des exigences formalisées, cette phase est réalisée par les experts du domaine. Ensuite, ces experts sont répartis en groupes. Chaque groupe comprend des experts travaillant sur le même domaine de recherche. Par conséquent différents modèles ontologiques sont générés pour chaque groupe. Les auteurs à la fin regroupent ces différentes versions afin de fournir un schéma d'ontologie unifié et qui représente l'Ontologie de domaine (voir figure 4.4). Les auteurs exploitent cette ontologie dans une plate-forme qui repose sur la technologie du Web sémantique et fournit une interface conviviale qui permet l'acquisition et l'utilisation des connaissances tacites du domaine scientifique (Mezghani et al., 2016).

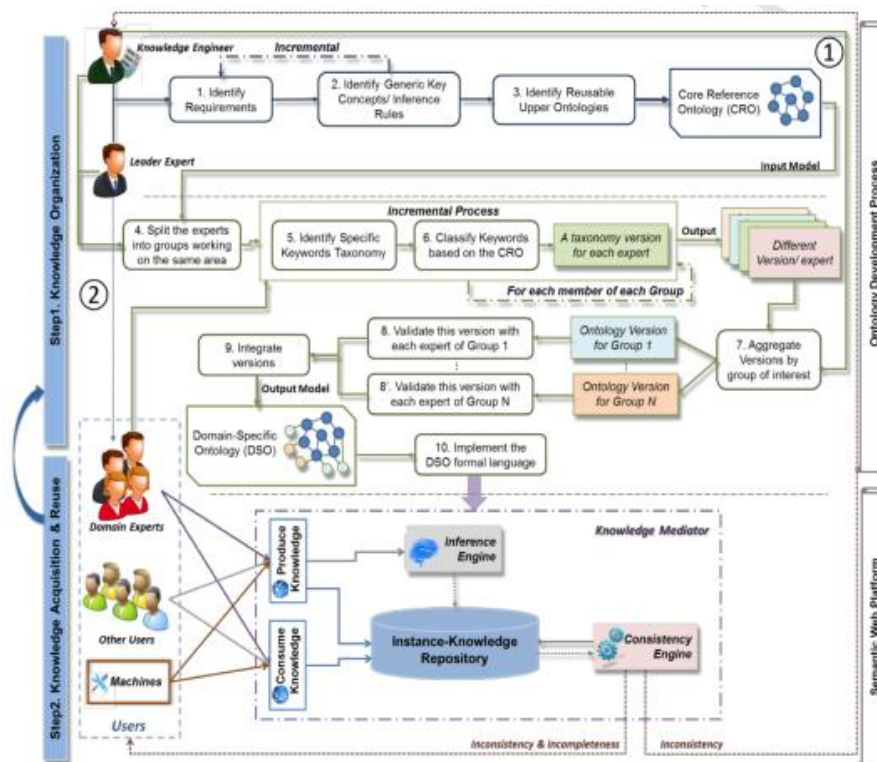


Figure 4.4 : La méthodologie générique en deux étapes pour formaliser les connaissances tacites des experts (Mezghani et al., 2016)

Liu et al., proposent une méthode de validation du workflow basée sur la recherche de connaissances tacites dans le domaine de la télédétection. Le cadre de recherche proposé comprend trois parties principales (voir figure 4.5) : les experts du domaine de la télédétection, la plate-forme du réseau du Workflow et le système de connaissances. Les experts du domaine de la télédétection sont la source de connaissances à partir desquelles nous pouvons acquérir des concepts de domaine et des règles de connaissance et le système de connaissances contient l'acquisition, la représentation, la transformation et l'inférence de connaissances. Le processus d'acquisition des connaissances tacites de domaine devrait soutenir la transformation des connaissances tacites en connaissances explicites. Le processus de Liu et al., comporte deux étapes principales : (1) extraction de connaissances tacites par domaine et (2) classification de connaissances tacites par domaine. Enfin, les informations, concepts et règles collectés sont

codés dans une ontologie lisible par machine dans le langage OWL, qui constitue la base de connaissances du domaine (Liu et al., 2017).

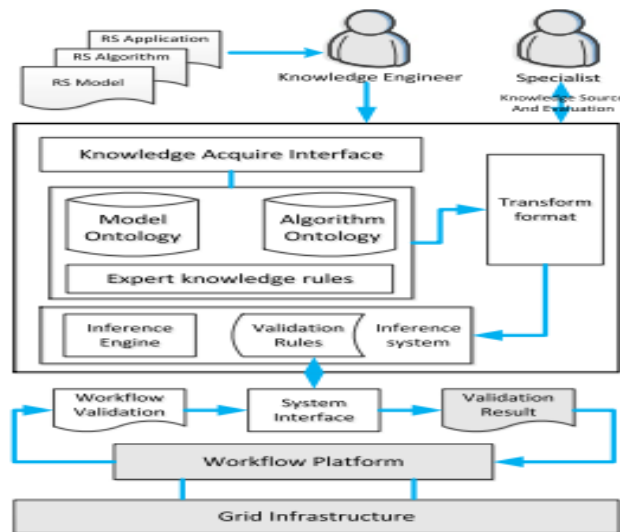


Figure 4.5. L'architecture du Framework (Liu et al., 2017)

Étant donné que les connaissances tacites des experts en soins de santé constituent une source importante de savoir-faire expérimental à diverses fins opérationnelles et techniques, Abidi et al., ont mis au point un compositeur de scénario pour l'acquisition de connaissances tacites (TKAI). Cela fournit des outils pour expliquer et acquérir les connaissances tacites non articulées des experts en soins de santé comme indiqué dans la figure 4.6.

Le compositeur de scénario fournit aux utilisateurs les fonctionnalités suivantes : 1) enregistrer les connaissances expérimentales de base d'un expert en ce qui concerne la structure de la construction de scénario expliqué ; 2) modifier un scénario expliqué créé à priori pour créer un défi tacite ; et 3) enregistrer les réponses tacites de l'expert en soins de santé au scénario-défi. Le compositeur de scénarios est basé sur le modèle client-serveur, ce qui signifie que les experts en soins de santé peuvent interagir individuellement et à distance. De plus, tout en résolvant un scénario de défi donné, chaque expert en soins de santé ne voit que son espace de travail, qui comprend des formulaires électroniques qu'il a rempli ou en cours de réalisation.

L'ontologie médicale est intégrée aux formulaires électroniques représentant les différents types de scénarios en fonction des différentes étapes de l'acquisition de connaissances tacites. Les différentes constructions de scénario sont représentées à l'aide de XML, les balises DTD correspondant aux attributs des différentes constructions de scénario. Les différents scénarios sont stockés dans une base de scénarios, qui maintient une classification ontologique des connaissances (Abidi et al., 2005).

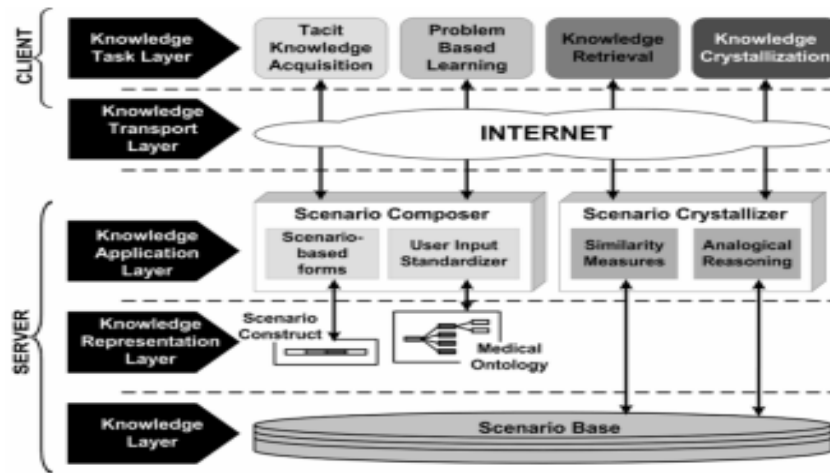


Figure 4.6 : TKAI acquisition de connaissances tacite en action (info-structure) (Abidi et al., 2005)

Di Iorio et Rossi présentent un cadre novateur qui permet une telle conversion des connaissances en tirant parti des outils Web sociaux. Le cadre s'appelle KnowBest et qui représente une combinaison de logiciels sociaux avec des technologies web sémantiques pour faciliter la gestion et l'externalisation des connaissances tacites (Di Iorio et Rossi, 2018).

L'implémentation du KnowBest est focalisé sur la connaissance opérationnelle implicite dite « how-to », par la représentation des processus sous forme de séquence d'actions. Ces processus sont non structurés, réalisés librement et en collaboration entre des acteurs qui sont engagés dans la réalisation des objectifs de l'organisation ; les connaissances tacites externalisées représentent l'interaction des acteurs avec des outils Web sociaux.

KnowBest inclut à la fois une partie fondamentale liée à un domaine et une partie générique, ces deux parties sont reliées par la relation « conforme à » (voir figure 4.7). Les utilisateurs doivent également utiliser KnowBest pour affiner ces connaissances en collaboration, étant donné que, par nature, ces connaissances ne sont pas prédéfinies, mais peuvent être affinées en permanence.

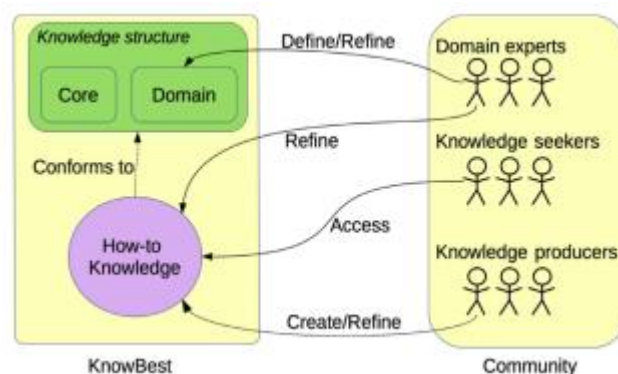


Figure 4.7 : Les composants de KnowBest (Di Iorio et Rossi, 2018)

Pour faciliter l'édition collaborative, KnowBest s'appuie sur un wiki sémantique : les utilisateurs créent des pages wiki et les partagent avec la communauté ; les autres utilisateurs peuvent ensuite affiner ces pages. Le contenu du wiki est en fait encadré par des propriétés

sémantiques qui forment une base de connaissances structurée à laquelle les utilisateurs et les outils automatiques peuvent accéder, modifier et raisonner.

L'architecture globale de KnowBest est illustrée à la figure 4.8. Bien que le wiki sémantique suffit à implémenter le noyau de KnowBest, deux modules supplémentaires sont présents : un moniteur côté client (WikiRecPlay dans la figure 4.8) et un dispositif de recommandation. La première est une extension de navigateur conçue pour capturer les interactions des utilisateurs avec des applications Web : elle enregistre les activités dans le navigateur et les traduit dans le modèle KnowBest. L'idée est de produire une description semi-structurée de la connaissance implicite sur de telles pratiques, enrichie de propriétés sémantiques pouvant être stockées dans le wiki et affinée par la communauté. Le recommandateur, d'autre part, est destiné à aider les chercheurs de connaissances à naviguer dans la base de connaissances : il suggère des pratiques potentiellement pertinentes, en déduisant des données enrichies sémantiquement à partir de la base de connaissances existante.

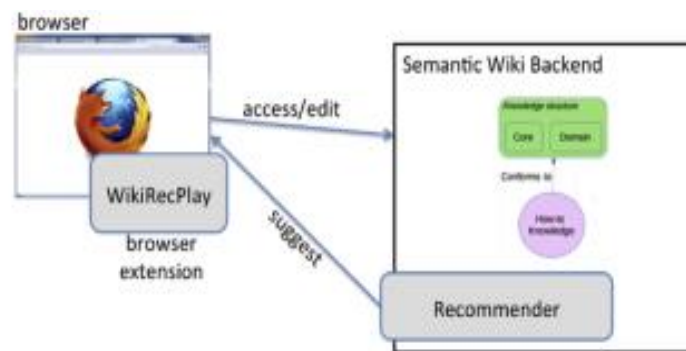


Figure 4.8 : Interaction des utilisateurs de KnowBest avec la base de connaissances (Di Iorio et Rossi, 2018)

2.3 Modélisation avec le formalisme de système multi-agents

Al-Mutawah et al., ont souligné l'importance d'intégrer les flux d'informations et de connaissances au sein de la chaîne d'approvisionnement de fabrication et ont souligné l'importance de gérer les connaissances distribuées. Un cadre basé sur des systèmes multi-agents (MAS) a été proposé pour résoudre le problème du partage des connaissances tacites dans la chaîne d'approvisionnement de fabrication (MSC) (Mutawah et al., 2009).

Al-Mutawah et al. utilisent le phénomène appelé "Boundary Objects" pour assurer la cohérence des connaissances tacites partagées sur la chaîne, et cela par la liaison des connaissances tacites locales de chaque agent avec les connaissances tacites partagées sur la "Boundary Objects".

Le phénomène "Boundary Objects" est interprété par un « algorithme culturel » (CA) qui permet de décrire l'évolution du système social, et l'algorithme culturel est développé pour modéliser l'évolution des connaissances tacites parmi les agents d'un modèle MSC au fil du temps. L'algorithme culturel comprend trois composantes principales : (1) l'espace de croyance (BS) contient les connaissances acquises par les individus tout au long du processus d'évolution de la population, (2) l'espace de population qui représente des entités individuelles, chacune

optimisant sa propre utilité pour résoudre le problème anticipé et (3) le protocole de communication facilite l'intégration des deux espaces en tant que fonctions suivantes :

- Fonction d'acceptation : déterminer les convictions de l'individu qui impactent la connaissance de BS.
- Fonction de mise à jour : faire évoluer l'espace de croyance (BS) en fonction des convictions acquises par la fonction d'acceptation.
- Fonction d'influence : déterminez la connaissance qui influencera les croyances des générations futures.

Par conséquent, les connaissances tacites des agents individuels sont évaluées par la fonction d'acceptation afin d'acquérir les connaissances tacites les plus précieuses pour le modèle MSC. Al-Mutawah et al., adoptent la théorie de la preuve de Dempster – Shafer (théorie DS) pour évaluer et mettre à jour les connaissances tacites. De plus, ils ont utilisé la technique de la roulette pour sélectionner les connaissances tacites les plus motivées afin d'influencer les nouvelles générations d'agents dans un modèle MSC.

La théorie de la Dempster – Shafer est un moyen de manipuler quantitativement des preuves. La théorie a été développée par Arthur Dempster dans les années 1960. La théorie est utilisée pour combiner différentes informations (preuves) afin de calculer la probabilité d'un événement. En outre, la théorie de la DS fournit certains mécanismes permettant de tirer des conclusions à partir des preuves disponibles.

2.4 Modélisation avec le formalisme de carte cognitive

Noh et al., ont déclaré que les connaissances circulant dans une organisation peuvent être explicites ou tacites et qu'il est très difficile de formaliser et de réutiliser les connaissances tacites. À cette fin, ils ont proposé une démarche de trois phases, à savoir : (1) phase de formalisation ; (2) phase de réutilisation ; et (3) phase de résolution de problèmes. Au cours de la phase 1, les connaissances tacites sont formalisées par les cartes cognitives, qui fournissent un mécanisme permettant d'élaborer des connaissances tacites sous la forme de relations entre plusieurs nœuds de concept et des valeurs de causalité appropriées. Une fois la phase 1 terminée, les connaissances tacites sont stockées dans la base de cas et prêtes à être récupérées en fonction des caractéristiques des problèmes. La réutilisation des connaissances tacites est déclenchée par la présence de problèmes que les décideurs veulent résoudre (Noh et al.,2000).

Pour faciliter le processus de réutilisation, l'algorithme de récupération et l'algorithme d'adaptation sont utilisés. L'algorithme de récupération contribue à choisir les connaissances tacites les plus appropriées parmi la base de cas, et l'algorithme d'adaptation permet de mettre à jour correctement les connaissances tacites en fonction des changements d'environnement, de sorte que la qualité des connaissances tacites puisse être maintenue à jour. Avec ce processus, la phase 2 génère les connaissances tacites les plus appropriées et les mieux adaptées à la situation actuelle de résolution de problèmes. La dernière phase 3 résout un problème donné sur la base du résultat de la phase 2.

3 Synthèse

Sur la base des différentes notions discutées dans la deuxième section, nous concluons qu'il existe une relation intégrée entre la réalisation d'une activité et la situation et, d'après Tardif, il n'est pas possible de séparer l'activité de la situation (Tardif, 2006).

La connaissance tacite est présentée par quatre concepts qui sont l'acteur, le savoir-faire, le savoir-que et la situation, sachant que le savoir-que représente les théorèmes-en-acte et les concepts-en-acte.

Lors de cette étude comparative, les éléments : l'acteur, le savoir-faire, le savoir-que (les théorèmes-en-acte et les concepts-en-acte) et la situation ont été retenus afin de faire ressortir quel sont les points faibles et les points forts de chaque approche par détermination de l'existence de ces éléments

Nous présentons dans le tableau ci-dessous (Tableau 4.1) une étude comparative des travaux de recherche ayant abordé, plus ou moins, la problématique de modélisation des connaissances tacites, chaque ligne présente l'état de présence des éléments constitutif de la connaissance tacite dans la modélisation proposée par la référence de l'approche.

Référence	Savoir-faire	Acteur	Situation	Concepts-en-acte	Théorèmes-en-acte
(Boumane et al., 2006)	Non	Oui	Oui	Oui	Oui
(Noh et al., 2000)	Non	Oui	Oui	Non	Non
(Abidi et al., 2005)	Oui	Non	Non		
(Pépiot et al., 2007)	Oui	Oui	Non		
(Al-Mutawah et al., 2009)	Oui	Non	Non		
(Chen, 2010)	Oui	Non	Oui		
(Mezghani et al., 2016)	Oui	Non	Non		
(Liu et al., 2017)	Non	Non	Oui		
(Di Iorio et Rossi, 2018)	Oui	Oui	Non		

Tableau 4.1. Résumé et comparaison des travaux connexes

A partir de l'étude précédente, nous tirons certaines conclusions. Chaque référence propose un modèle selon le point de vue porté sur le concept de la connaissance tacite. Ainsi, chaque référence considère et traite différemment les éléments constitutifs de la connaissance tacite.

Boumane et al., Noh et al., et Liu et al., ne prend pas en considération la présentation du processus de l'activité ou de l'action réalisée et cela empêche la possibilité soit de refaire l'activité ou de récupérer d'autres connaissances tacites non explicitées (Boumane et al., 2006 ; Noh et al., 2000 ; Liu et al., 2017). D'autres travaux ignorent la présentation de l'acteur dans leur modélisation bien que ce dernier peut réaliser la même activité avec différente manière et

selon les données de la situation de l'activité, ce qui élimine la notion du champ conceptuel de l'activité.

La situation est un état de connaissances englobant toutes les informations décrivant l'acteur, son environnement et l'activité dans laquelle il est impliqué, cet élément est essentiel pour l'exécution de l'activité et les connaissances mobilisées durant la réalisation de l'action sont en relation directe avec la situation de travail. La modélisation du concept de situation est utilisée dans les travaux de (Boumane et al., 2006 ; Noh et al., 2000 ; Chen, 2010 ; Liu et al., 2017) pour décrire les connaissances mobilisées lors de la réalisation de l'activité.

Les approches qui sont proposées présentent une insuffisance pour la prise en charge de l'élément du savoir-que (Les théorèmes-en-acte et les concepts-en-acte).

Les théorèmes-en-acte et les concepts-en-acte sont considérés comme des outils supportant l'action, et sont modélisés seulement par (Boumane et al., 2006) sur une base d'un modèle global cognitif (schème).

4 Conclusion

La modélisation des connaissances tacites est une tâche complexe. Dans ce chapitre, nous avons montrés que malgré la diversité des approches existantes, celles-ci souffrent de certaines limites et ne répondent pas d'une manière suffisante à notre problématique.

La connaissance tacite est une connaissance personnelle ancrée dans l'esprit humain à travers l'expérience, elle est implicite et difficiles à extraire et à codifier. La connaissance tacite comporte deux volets, un volet cognitif qui correspond aux modèles mentaux et un volet technique se forme de savoir-faire, et se caractérise ainsi comme l'ensemble des éléments implicites du savoir personnel subsidiaire qui participent à l'interprétation focale d'un savoir explicite (théorique ou pratique).

La majorité des travaux existants se base sur le volet technique pour modéliser les connaissances tacites dans la dimension collective, à la recherche des solutions pour les chaînes de l'industrie ou de groupe de recherche. La conceptualisation réalisée dans ces travaux est centrée sur le savoir-faire avec l'absence de la partie cognitive, en plus quelques travaux qui modélisent les connaissances tacites dans la dimension individuel n'apparaissent pas les deux volets dans leur conceptualisation.

Il ressort à partir de l'exploration approfondie des différents travaux existants dans les domaines connexes, que de nouvelle modélisation des connaissances tacites qui prendra en charge les deux volets cognitive et technique sont plus que nécessaires pour remédier aux insuffisances constatées. Dans cette optique, nous allons proposer une démarche dont l'objectif est l'acquisition des connaissances tacites et explicites mobilisées dans l'activité et de les présenter sous forme d'ontologie qui seront exploitées par la suite pour avoir des nouvelles connaissances.

Dans le chapitre prochain, nous allons présenter notre contribution qui consiste à modéliser les connaissances tacites d'un acteur individuel dans un lieu de travail.

Framework pour l'acquisition et le transfert de la connaissance Tacite

1 Introduction

Dans la partie précédente, nous avons illustré les différents concepts liés au domaine de l'ingénierie et de la gestion des connaissances. Également, nous avons défini les principaux concepts liés à notre objectif et à nos questions de recherche qui visent à modéliser les connaissances tacites, et nous avons fourni une synthèse sur les approches de modélisation de connaissances tacites existantes et de leurs limites. Nous focalisons dans ce chapitre sur le développement d'un Framework pour l'acquisition et le transfert de connaissance tacite, ce Framework est caractérisé par le développement d'une approche dotée d'un modèle de connaissance qui est capable d'acquérir et de transfert des connaissances tacites, pour cela nous procédons en deux étapes. Premièrement, nous exposons dans ce chapitre le cadre théorique qui supporte l'approche proposée, et nous proposons le Framework de l'acquisition des connaissances tacites. La deuxième étape, qui sera détaillée au chapitre suivant, traite le modèle de l'acquisition des connaissances tacites.

Nous commençons le chapitre par la section 2, qui illustre la modélisation de la connaissance tacite, dans laquelle nous expliquons ce qu'il faudrait modéliser dans cette connaissance. Dans la section 3, nous expliquons la structure de la connaissance tacite à travers laquelle, dans la section 4, une approche a été proposée pour l'identifier. Nous clôturons le chapitre par la section 5 qui conclut et examine l'approche proposée pour la représentation des connaissances tacites.

2 La modélisation des connaissances tacites

Nous avons souligné dans la section 6 du deuxième chapitre que la connaissance est considérée comme une pratique, et elle est la capacité d'exercer une action pour atteindre un but (Funke, 2017). En effet, la connaissance est enracinée dans l'action, et dans l'action, les connaissances tacites rassemblent le savoir, le savoir-faire et le savoir-être de chaque individu. Elles permettent d'interagir avec le monde tel qu'avec un outil (Cook et Brown, 1999, Sen, 2019).

La présentation cognitive de la connaissance tacite est expliquée par l'interaction de la conscience focale et la conscience subsidiaire, où cette dernière représente une structure de connaissance mentale, afin de mobiliser le corps sans qu'il soit conscient à achever l'action avec réussite, et la connaissance énoncée dans cette situation est souvent sous une forme très simplifiée.

Pour identifier et structurer les connaissances tacites dans une représentation schématique, nous devons déterminer les types de connaissance qui sont probablement tacites dans la représentation cognitive, en d'autres termes, chercher dans la conscience subsidiaire la structure de connaissance qui représente le tacite.

3 L'interprétation de la connaissance tacite

La figure 5.1 est une adaptation de Gill et illustre le point de vue de Polanyi, et qui introduit deux dimensions : l'activité et la perception « awareness », pour interpréter l'expérience cognitive et la création des connaissances (Gill , 2000).

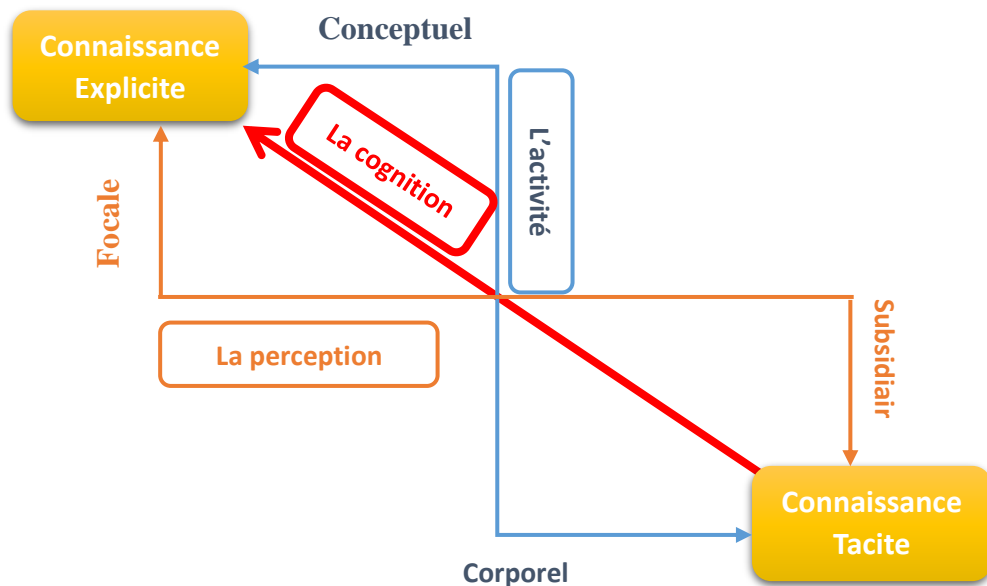


Figure 5.1 : Les dimensions tacite et explicite lors d'une expérience cognitive (Source : Gill, 2000)

A travers la figure 5.1 Gill explique que l'esprit humain peut être conçu comme ayant deux pôles : connaissance explicite et connaissance tacite. Chaque pôle est connecté selon deux dimensions : la conscience et l'activité. On peut considérer la conscience comme étant l'entrée à l'esprit humain et l'activité en tant que sa sortie. Chaque dimension a une flèche à double sens, ce qui signifie que chaque dimension fonctionne par une interaction continue entre les deux pôles ; c'est-à-dire qu'il existe un compromis constant entre la connaissance explicite et la connaissance tacite. En outre, chaque dimension a deux sous-dimensions associées à chaque pôle. La conscience consiste en une conscience focale et subsidiaire, alors que l'activité consiste en une activité corporelle et conceptuelle (Gill, 2000).

Il existe une troisième dimension, la cognition, qui est une dimension résultante du fonctionnement de la conscience et de l'activité. Elle est représentée comme une flèche à sens unique allant de la connaissance tacite à la connaissance explicite, d'où la conviction commune que toute connaissance est enracinée dans la connaissance tacite individuelle.

3.1 La dimension de l'activité

Polanyi souligne le rôle critique du corps et de l'esprit dans la formation de nos interactions avec le monde. La dimension de l'activité dynamique se situe entre les pôles corporel et conceptuel, pour expliquer la manière dont le corps est impliqué dans la connaissance conceptuelle.

Tout comportement humain s'exprime à l'intérieur et à travers le corps, qui est utilisé comme un outil permettant d'observer l'environnement extérieur et de capter des indices. La conscience est la fonction de la perception sensorielle et de l'engagement physique. Polanyi explique la signification de notre incarnation de la manière suivante :

“The way the body participates in the act of perception can be generalized further to include the bodily roots of all knowledge and thought. Parts of our body serve as tools for observing objects outside and for manipulating them. Every time we make sense of the world, we rely on our tacit knowledge of impacts made by the world on our body and the complex responses of our body to these impacts” (Polanyi, 1969, p. 147).

Notre corps est au centre de toute connaissance, « Our body is the ultimate instrument of all our external knowledge, whether intellectual or practical. » (Polanyi, 1961).

Le corps est à la fois un objet physique et un moyen par lequel nous parvenons à connaître le monde. Le corps joue également un rôle essentiel dans l'apprentissage de l'individu qui permet le développement de nouvelles capacités :

“We may say that when we learn to use language, or a probe, or a tool, and thus make ourselves aware of these things as we are our body, we interiorize these things and make ourselves dwell in them. Such extensions of ourselves develop new faculties in us: our whole education operates in this way; as each of us interiorizes our cultural heritage, he grows into a person seeing the world and experiencing life in terms of this outlook” (Polanyi, 1969, p. 148).

3.2 La dimension de la perception :

Polanyi considère que la connaissance tacite est une connaissance personnelle et distingue cette dernière de tout acte cognitif en créant une différence entre la conscience subsidiaire (*subsidiary awareness*) et la conscience focale (*focale awareness*). Dans tout acte de connaissance, nous portons notre conscience focale sur l'objet de notre attention, tout en habitant (*dwelling*) subsidiairement dans un ensemble d'indices qui rendent la conscience focale possible. Alors que la conscience subsidiaire concerne les différents éléments particuliers de la chose à connaître, la conscience focale les intègre dans une structure cohérente qui constitue, à proprement parler, la chose connue (Polanyi, 1958).

Polanyi démontre que la conscience subsidiaire et la conscience focale sont mutuellement exclusives, ceci est illustré par l'exemple du pianiste, où s'il se concentre sur ses doigts ou sur les touches du piano plutôt que sur la musique jouée, il risque de s'embrouiller. Mais à chaque fois, un ensemble de détails est utilisé de manière subsidiaire pour réaliser l'objet de son attention focale. En outre Polanyi a noté qu'il y a une grande similarité entre connaissance pratique et connaissance théorique. Qu'il s'agisse de faire du vélo ou de faire de la physique, l'activité corporelle et de l'activité intellectuelle sont inséparables et le sujet connaissant habite subsidiairement un ensemble de détails à travers lesquels il porte sa conscience focale sur l'objet de son attention.

3.3 La dimension de la cognition

La dimension cognitive est l'interaction entre les deux dimensions activité et perception qui peut donner différents types de compréhension. Par exemple, une grande attention focalisée et une activité conceptuelle caractérisent la connaissance explicite du travail intellectuel. Au contraire, la connaissance tacite est définie en termes de conscience subsidiaire et de formes d'activité corporelle.

3.4 Synthèse

Les connaissances tacites sont localisées à travers un processus qui consiste à se plonger dans les détails de la conscience subsidiaire par le biais d'une activité corporelle, jusqu'à ce que ces éléments subsidiaires soient réunis en un tout significatif.

Pour Polanyi ; (1) La relation entre connaissance tacite et explicite est vectorielle. La connaissance tacite est indispensable au développement de la connaissance explicite. (2) Toute connaissance tacite comprend au moins quatre aspects : un aspect fonctionnel, un aspect phénoménal, un aspect sémantique et un aspect ontologique (Tsoukas ,2011).

- L'aspect fonctionnel désigne la relation entre les subsidiaires et une cible focale - c'est-à-dire les particuliers ou les subsidiaires dont nous avons connaissance lorsque nous concentrons notre attention sur autre chose. Polanyi appelle également cela de la connaissance à la connaissance (*de-vers*) - c'est-à-dire une connaissance de ces détails tels qu'ils apparaissent de manière fonctionnelle pour établir l'objet de l'attention focale (Polanyi et Prosch, 1975).

- L'aspect phénoménal concerne la transformation des subsidiaires des expériences dans une nouvelle expérience sensorielle. L'aspect phénoménal apparaît à travers l'intégration tacite des perceptions des sens subsidiaires. L'intégration des particuliers change notre perception de l'objet. Un visage apparaît, un message est envoyé. Ainsi, nous sommes conscients des subsidiaires dans le changement d'apparence de l'objet d'attention.
- L'aspect sémantique de la connaissance tacite est un acte de donner un sens. Les subsidiaires isolées les unes des autres ou de la cible focale n'ont pas de sens. Au contraire, la cible focale sur laquelle ils reposent est le sens des subsidiaires. Des éléments dénués de sens (les sensations du bâton dans sa main, de l'encre sur une feuille) deviennent porteurs de sens (la forme de la cavité explorée, un message).
- L'aspect ontologique : Ce dernier aspect combine les trois précédents. C'est la compréhension et la conscience de l'entité constituée conjointement par les deux termes subsidiaire et focale, en créant une relation significative entre les deux. La connaissance tacite nous donne une compréhension d'objets extérieurs et indépendants de nous-même. Elle permet d'établir un contact avec la réalité.

Nous pouvons expliquer les deux dimensions de la connaissance tacite, technique et cognitive, par l'interprétation suivante : La dimension technique : souvent décrite dans le terme "savoir-faire" (Know-how) de l'individu qui peut être conscient ou non de ces subsidiaires de son action, il est toujours du point focal pour réaliser son but. La dimension cognitive : souvent décrite dans le terme "savoir-que" (Know-that), elle comprend des croyances, des perceptions, des idéaux, des valeurs, des émotions et des modèles mentaux tellement ancrés en nous sous forme de catégories de pensée. Ces catégories permettent de sélectionner l'information pertinente et des conceptions implicites constituant des hypothèses (« théorèmes en-acte ») et des propositions (« concepts-en-acte »). (Ryle, 1946 ; Vergnaud, 1999).

Vermersch indique également que le travail d'un acteur dans une situation singulière est *« pour une bonne part, une connaissance autonome et qu'elle contient par construction une part cruciale de savoir-faire en acte c'est-à-dire non conscient. Autrement dit, toute action comporte une part implicite, dans sa réalisation, précisément pour celui qui l'effectue »* (Vermersch, 1996).

Les situations sont des parties intégrantes dans la réalisation de l'activité. Comme l'affirme Tardif : « Ce sont les situations elles-mêmes, donc les contextes, qui imposent une finalité singulière. Le contexte contraint notamment la mobilisation et la combinaison des ressources » (Tardif, 2006).

4 Aperçu sur l'approche proposée

Nous cherchons en effet à modéliser les connaissances tacites, cela n'est possible que si nous pouvons accéder à la conscience subsidiaire de l'individu. Nous privilégions une granularité fine dans l'analyse de l'activité effectuée, dans le but de comprendre le savoir-faire et le savoir-que mobilisés par l'individu dans des situations singulières et spécifiées pour atteindre son objectif (conscience focale). Le défi consiste à développer une méthodologie capable d'aider l'individu à décrire sa conscience subsidiaire, pour cela nous mobilisons deux techniques, l'entretien d'explicitation et l'auto confrontation simple. L'entretien de l'explicitation décrit par Vermersch, qui permet d'obtenir des descriptions d'un degré de granularité très fin, et de détecter des microprocessus auparavant inaperçus dans le vécu de l'interviewé, et tourné l'attention de ce dernier vers une position de percolation du vécu d'une situation singulière avec ses dimensions concrètes, sensorielles et affectives (Vermersch, 1994). L'auto confrontation simple (Theureau, 2010), qui consiste en une procédure au cours de laquelle l'acteur est confronté à l'enregistrement audiovisuel de son activité et est invité à expliciter, montrer et commenter ses éléments significatifs.

Sur la base des différentes notions discutées auparavant, nous concluons qu'il existe une relation intégrée entre la réalisation d'une activité et la situation. Les concepts de connaissance tacite, savoir-faire, savoir-que et situation permettent de proposer un modèle d'acquisition de connaissances tacites à partir des activités effectivement réalisées dans une situation de travail. Notre approche proposée est structurée en quatre étapes, comme résumé dans la figure 5.2.

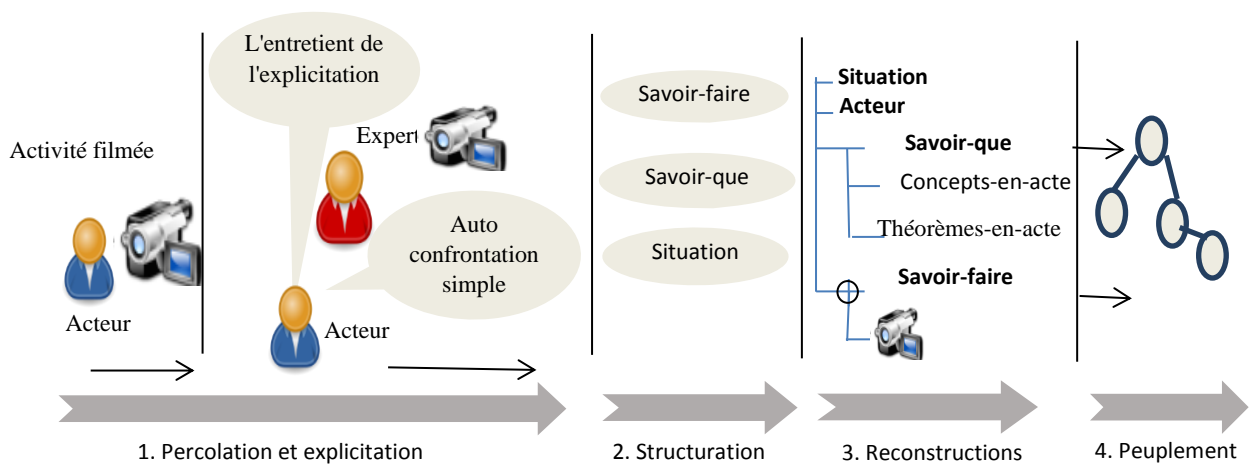


Figure 5.2 : Approche de modélisation des connaissances tacites (Chergui et al., 2018)

Etape 1- Lorsqu'un acteur est amené à s'exprimer sur son activité, il explicite nécessairement tout ou partie de ces éléments constitutifs. En effet, en tant qu'outil d'explicitation, il permet de capitaliser, toute la partie explicitable de l'activité individuelle. A cet effet deux techniques conventionnelles peuvent être utilisées :

a. L'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994), est une technique d'aide à la verbalisation a posteriori d'une tâche et qui s'oriente vers les détails de l'activité. Cette technique vise à repositionner la personne dans son expérience telle qu'elle l'a vécue, afin de recueillir des verbalisations liées à l'action. Cette technique porte bien sûr les actions de l'acteur telle qu'elles lui sont accessibles dans son expérience

b. auto confrontation simple (Theureau, 2010), il permet de collecter des informations sur l'activité de l'acteur lors d'un entretien avec le chercheur tout en analysant des enregistrements audio ou vidéo de son travail.

Dans cette étape, l'acteur est filmé pendant qu'il exerce son activité. Par la suite, il est invité à expliquer le vécu de ses actions à travers un entretien d'explicitation. Cette technique aide l'acteur à établir un rapport spécifique avec le déroulement de son action et il devient capable de revivre son action et d'en décrire le vécu. Les connaissances tacites recherchées se découvrent dans ce vécu d'action. Les verbalisations obtenues sont utilisées pour schématiser un pattern de chaque action réalisée. La conversion de l'attention de l'interviewé peut être incitée par :

– L'élimination systématique des « pourquoi » au profit des « comment » afin d'éviter que le discours de l'interviewé ne prenne la tournure abstraite et générale que les hommes sont naturellement enclins à adopter. Tandis que le « pourquoi » pousse à la théorisation et à l'explication, le « comment » détourne l'attention de l'interlocuteur vers la description d'actions temporellement et spatialement situées.

– L'utilisation de questions portant sur les sensations et les actions de l'interviewé (« comment fais-tu pour faire ça », « que se passe-t-il en toi à ce moment-là ? ») ;

– L'invitation de la personne interrogée à « ralentir le film » que constitue le souvenir de son expérience passée.

Toute action à un début, des séquences, une fin et le questionnement utilisé dans la technique d'explicitation est structuré de façon à décrire ce pattern. Les verbalisations d'ordre de la chronologie et de de causalité sont utilisées pour assurer l'enchaînement des étapes, par exemple d'ordre temporel se rapportent aux questions « par quoi as-tu commencé ? », « Qu'avez-vous fait en premier ? », « Quel était le point de départ de votre action ? », « et ensuite qu'as-tu fait ? », « Par quoi avez-vous terminé ? », « Qu'avez-vous fait en dernier ? », « Comment savais-tu qu'il n'y avait plus rien à faire ? », Et de causalité par exemple « si condition alors action ».

Cette technique d'explicitation permet d'avoir une articulation de l'activité réalisée sous forme des actions d'exécution qui réalisent des transformations. Ces actions sont toujours précédées d'une identification basée sur des prises d'information en interne (accès à un savoir mémorisé) ou en externe (repérage d'informations perceptibles) et qui déterminent quelle est l'action d'exécution adaptée. Ces actions de prise d'information constituent un aspect fondamental de l'organisation de l'action et qui correspondent aux éléments qui sont tenus vrai ou pour pertinent dans l'exécution de cette action.

Au cours de cet entretien, l'organisation de l'activité est clarifiée à travers la détermination des éléments constitutifs de son réalisation, le processus réalisé, les activités, les

buts et leurs tâches, ainsi que la situation. Puis, nous utilisons la vidéo des actions réalisées comme un moyen complémentaire afin d'aider l'acteur à exprimer le subsidiaire de l'action et d'obtenir ainsi une description détaillée des aspects procéduraux de l'action vécue.

Etape 2 : Une fois les éléments significatifs de l'activité sont explicités, on détermine quels sont les éléments qui sont tenus vrai (théorèmes-en-acte) ou pour pertinent (concepts-en-acte) ainsi que les instances des informations contextuelles pertinentes de la situation avec les outils exploités dans la réalisation de l'activité.

Etape3 : Reconstruction des étapes du déroulement de l'activité explicitée, en répartissant les éléments significatifs extraits (situation, savoir-que, processus, activité, tâche, but, outil) de façon cohérente synchronique en mettant en valeur les relations entre les étapes reconstruits et la vidéo enregistrée.

Etape 4- Peuplement de l'ontologie par les éléments de l'activité explicitée.

Le peuplement d'ontologie est le processus d'insertion d'instances de concepts et/ou d'instances de propriétés dans notre ontologie. Ces instances sont obtenues à la fin de la 3eme étape et qui sont préparées selon une structure hiérarchique des concepts, situation, Savoir-que, savoir-faire, acteur...

5 Conclusion

La présentation cognitive de la connaissance tacite est expliquée par l'interaction de la conscience focale et la conscience subsidiaire, où cette dernière représente une structure de connaissance mentale, afin de mobiliser le corps sans qu'il ne soit conscient à achever l'action avec réussite. Chercher dans la conscience subsidiaire la structure de connaissance qui représente le tacite, nous incite à examiner en détail les connaissances du savoir-faire et les connaissances du savoir-que et les relations possibles entre elles.

Toutes les connaissances ne peuvent pas être capturées dans des propositions théoriques, mais plutôt par une description interprétative de la pratique actuelle (Benner, 1984). L'approche proposée nous aide à accéder à la conscience subsidiaire de l'individu et à expliciter les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de son activité, nous utilisons deux techniques l'entretien d'explicitation et l'auto confrontation simple pour obtenir des descriptions d'un degré de granularité très fin et aidé l'acteur à percoler son vécu sous forme de concepts clé : situation, savoir-que, processus, activité, tâche, but et outil.

L'accumulation de l'activité individuelle des acteurs sous forme de modèle de connaissances (tacite et explicite) représente la mémoire opérationnelle de l'organisation (savoir, savoir-faire, savoir-être). En outre à travers cette base de connaissances il y aura plusieurs représentations d'une activité dans des différentes situations, ce qui permet d'avoir un maximum de connaissances tacites mobilisées par plusieurs experts dans les situations similaires ou bien d'avoir de nouvelles connaissances tacites dans le cas contraires. Dans le chapitre suivant, nous proposons le modèle pour cette base de connaissances.

Modèle pour l'acquisition de la connaissance Tacite

1 Introduction

Ce chapitre est consacré pour la proposition et la description du modèle pour l'acquisition de la connaissance tacite, ce modèle qui doit être capable de capter, mémoriser, et transférer les connaissances tacites.

Nous commençons ce chapitre par la section 2, dont laquelle nous définissons le principe de la théorie de l'activité qui est pertinent pour la modélisation des connaissances, et nous assurons l'appariement entre ses éléments et les composants de la connaissance tacite. Ensuite, dans la section 3, nous introduisons le méta-modèle de connaissance tacite, qui constitue la base fondamentale du processus de gestion des connaissances, suivi de la section 4 qui développe le concept savoir-faire par une hiérarchie de concepts et enrichie le méta-modèle de base afin d'avoir un modèle plus général. La section 5 est consacrée à la définition des concepts clés de la modélisation utilisée, et nous clôturons le chapitre par la section 6 qui conclut et examine l'approche proposée pour la représentation des connaissances tacites.

2 La théorie de l'activité

Le savoir-faire est le savoir comment faire les choses, c'est connaître les moyens et les méthodes pour les accomplir. C'est le savoir lié à la performance d'une action. Il est défini comme étant le mode de connaissances pratiques, présenté sous la forme d'instructions à exécuter selon un certain ordre et à certaines conditions.

Le savoir-faire est la représentation de l'activité, et dans le cadre de la théorie de l'activité de la première génération (Vygotsky, 1978), une activité est composée d'un sujet et d'un objet qui interagissent à travers un outil matériel ou mental. La section suivante est consacrée à la clarification de la théorie de l'activité, afin de l'exploiter dans la solution de notre problématique.

La théorie de l'activité a été proposée dans les sciences cognitives dans l'objectif d'analyser l'activité humaine. Cette théorie décrit l'activité humaine, et elle est comprise

comme une relation triangulaire entre un sujet, l'objet de son activité et les outils de médiation, physiques ou psychologiques, employés pour l'exercice de l'activité (Engeström, 1987).

La théorie des activités fournit un cadre conceptuel permettant de comprendre les relations entre les activités, les actions et les artefacts, les motivations et les objectifs des acteurs, ainsi que les aspects des contextes sociaux, organisationnels et sociétaux dans lesquels ces activités sont encadrées.

Engeström propose un modèle général de l'activité humaine connu sous le nom de "triangle d'Engeström" pour refléter la nature collective et collaborative de l'activité humaine. Ce modèle comprend les composants Sujets, Objet et Communauté ; également médiateurs de l'activité humaine, à savoir : les outils, les règles et la division du travail (Engeström, 1987).

Selon cette théorie comme indiqué dans la figure 6.1, l'activité est structurée à travers une hiérarchie de trois niveaux : l'activité, l'action et l'opération. L'activité est composée de plusieurs actions (tâches) individuelles ou collectives orientées vers un but ou un objectif. Les actions, de leur tour, deviennent incarnées dans la mémoire humaine et se transforment en opérations exécutées inconsciemment.

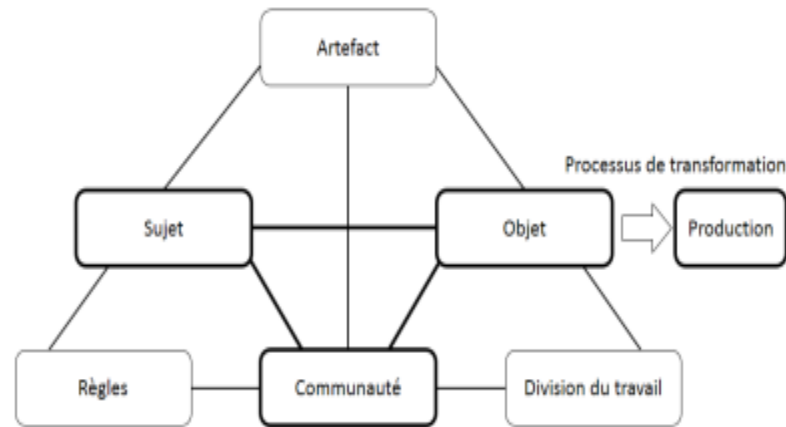


Figure 6.1 : Représentation schématique de la théorie de l'activité (Engeström, 1987)

A travers la figure 6.1, nous pouvons constater que l'activité se compose des concepts suivants :

- Le sujet : C'est la personne ou le groupe de personnes engagées dans l'activité,
- L'objet : Le sujet agit sur un objet,
- L'artefact : C'est l'outil ou l'ensemble des outils de médiation utilisés,
- Communauté : La communauté représente l'ensemble des sujets qui partagent le même objet,
- Division du travail : L'organisation de la communauté dans le but de la réalisation de l'objet.
- Règles : Contrôlent les relations entre le sujet et la communauté.

Le modèle d'Engeström ci-dessus est utile pour comprendre comment un grand nombre de facteurs fonctionnent ensemble pour influencer sur une activité. L'utilisateur permet d'identifier la tâche dans laquelle il est impliqué. L'artefact fait référence à l'ensemble des outils et des ressources cognitives utilisés pour réaliser l'activité dans une communauté. L'activité transforme un « objet » d'un état initial vers un deuxième état « production » via un « processus

de transformation » (Engeström, 1987). Chaque activité prend une dimension sociale qui l'organise vis-à-vis une « communauté » suivant des « règles ». Cette activité est répartie dans une communauté par le biais du concept « division de travail ».

La théorie de l'activité décrit trois niveaux d'activité :

- Activité vers un objectif (but) réalisé par une communauté. (Répond à la question Pourquoi ?).
- Action en faveur d'un objectif spécifique (conscient), réalisée par un individu ou un groupe, (Répond à la question Quoi ?)
- La structure opérationnelle de l'activité est généralement automatisée et non consciente. Une manière concrète d'exécuter une action en fonction des conditions spécifiques entourant l'objectif (répond à la question Comment ?)

3 Le méta-modèle de la connaissance tacite

Comme nous l'avons déjà mentionné, la connaissance est enracinée dans l'action. Connaître les éléments significatifs de l'activité explicitée, nous permet de la reconstituer à travers trois concepts, savoir-faire (Know-how), savoir-que (Know-that) et situation. L'appariement entre les concepts de l'activité explicitée et les concepts de la théorie de l'activité (Engeström, 1987), (Cf. figure 6.2), nous a permis de rapprocher le sujet avec l'acteur, la situation avec les règles, la communauté et la division de travail, le savoir-faire et le savoir-que avec l'objet, l'artefact, production et le processus de transformation. Cet appariement permet de restreindre les concepts en lien avec l'activité et de proposer un modèle sur la base de la théorie de l'activité.

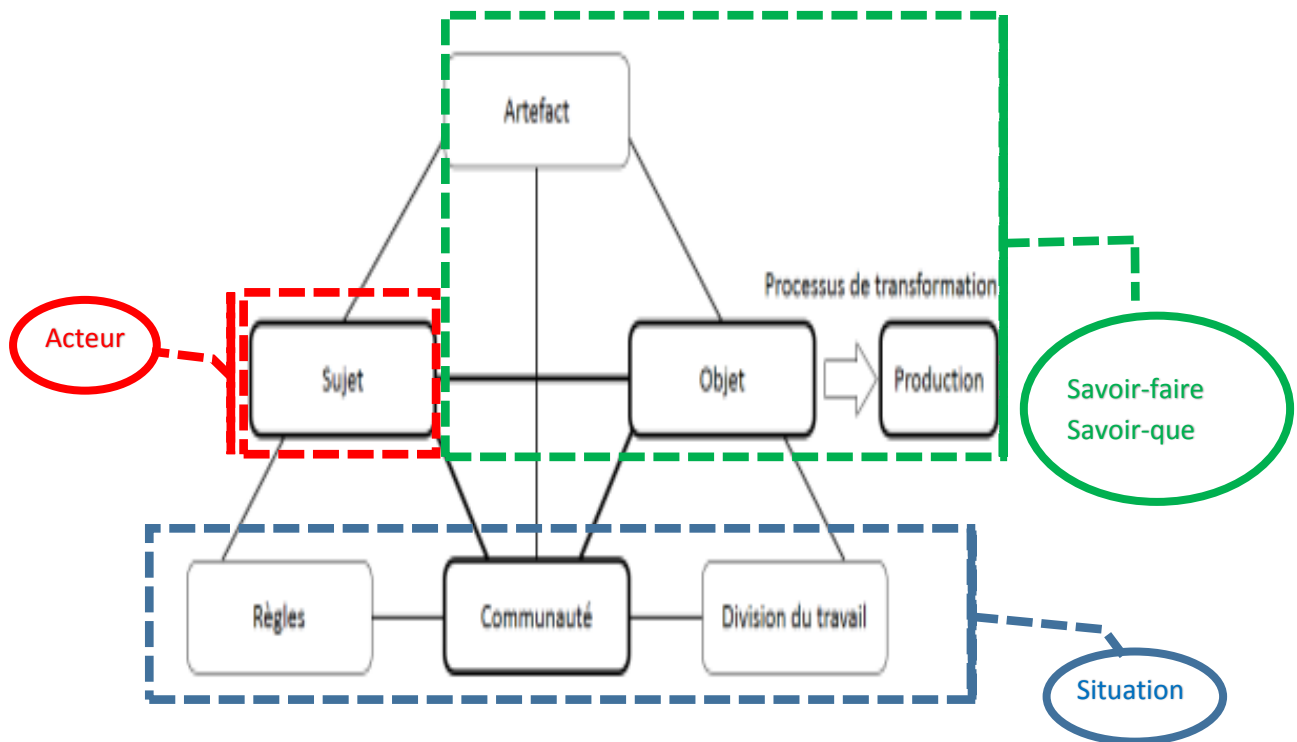


Figure 6.2 : L'appariement entre les concepts de l'activité explicitée et les concepts de la théorie de l'activité

Le savoir-que représente les invariants opératoires qui sont considérés comme des outils supportant l'action. Comme mentionné dans la section 6.2 du deuxième chapitre, ces invariants sont liés à un certain nombre d'indicateurs qui permettent d'évaluer leur valeur dans une situation donnée. Les indicateurs peuvent être vrais (théorèmes en acte) ou pertinents (concepts en acte). Les trois concepts nous ont permis de proposer, la figure 6.3, le méta-modèle des connaissances tacites (Chergui et al., 2018) à l'aide du diagramme de classes UML avec la description de la sémantique entre les différents concepts à l'aide de logiques descriptives (Baader, 2003).

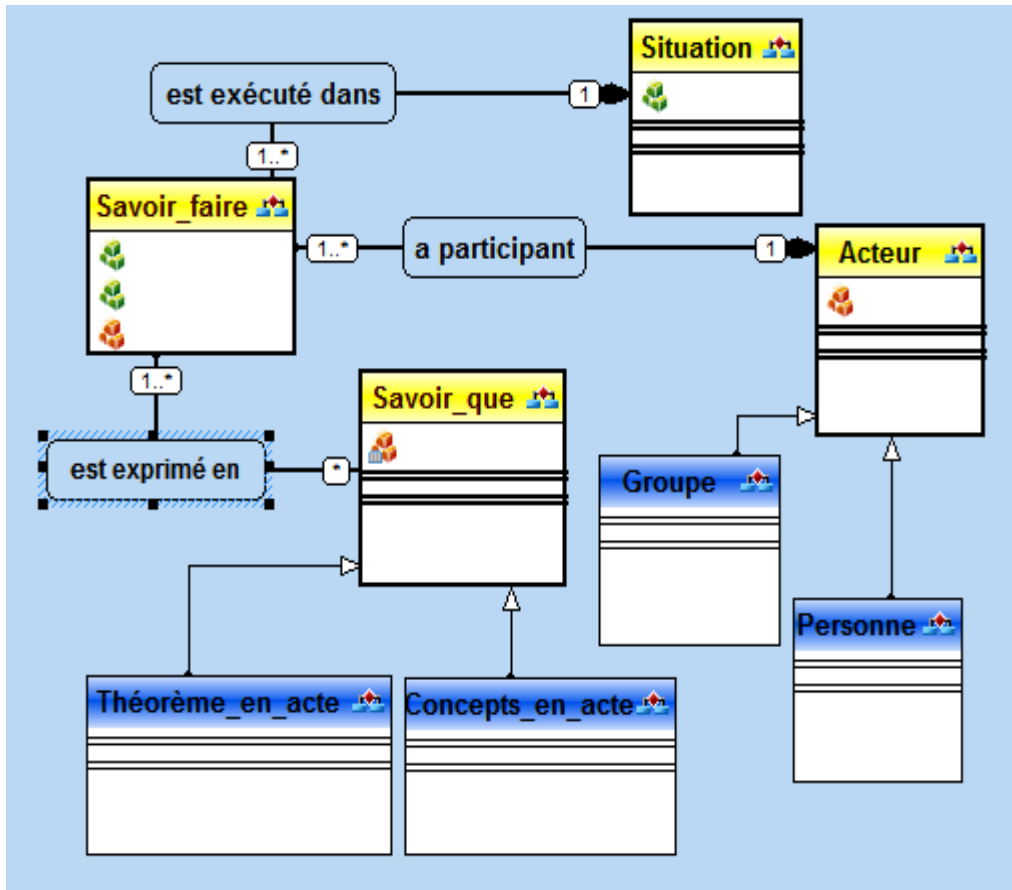


Figure 6.3 : Méta-modèle de la connaissance tacite (Chergui et al., 2018)

Le savoir-faire (en anglais Know-How) est le savoir comment faire les choses, est de connaître des moyens et des méthodes pour les accomplir. C'est le savoir lié à la performance d'une action. Il est défini comme étant le mode de connaissances pratiques, présenté sous la forme d'instructions à exécuter selon un certain ordre et à certaines conditions.

Les invariants opératoires qui constituent le savoir-que (en anglais Know-that) sont considérés comme des outils supportant l'action, ces outils constituent nos savoirs tacites et explicites, les concepts en acte et les théorèmes en acte représentent une organisation cognitive évolutive permettant d'apporter des réponses comportementales adaptées en fonction des caractéristiques d'une situation.

Toutefois, toute proposition tenue pour vraie, à tort ou à raison, est un théorème-en-acte, ce qui l'étend aux croyances, valeurs, normes, etc. Concernant les concepts-en-acte, ils correspondent à ce qui est tenu pour pertinent (ce qui doit être pris en compte pour réussir) au regard de l'activité engagée. Ainsi, tous les éléments de la situation ou de la tâche, qui sont considérés comme cruciaux pour réussir, sont les concept-en-acte, ce qui est très différent des théorèmes-en-acte.

L'acteur est une personne ou un groupe de personnes qui agissent de manière autonome et qui utilisent un certain nombre de savoir-faire et de savoir-que afin de réaliser une activité donnée.

À un moment donné, un acteur réalise un savoir-faire

$$\text{Acteur} \subseteq (\geq 1 \text{ a participant. } \text{Savoir_faire})$$

Le concept acteur peut correspondre à un groupe de personne ou une personne :

$$\text{Acteur} \equiv \text{Groupe} \cup \text{personne}$$

Le Savoir-que peut correspondre à un théorème-en-acte ou concepts-en- acte

$$\text{Savoir_que} \equiv \text{Théorèm_en_acte} \cup \text{Concepts_en_acte}$$

Le savoir-faire est réalisé par un acteur dans une situation déterminée et qui peut mobiliser le savoir-que dans son vécu.

$$\text{Savoir_faire} \subseteq (= 1 \text{ a participant. } \text{Acteur}) \cap (= 1 \text{ est_exécute_dans } .\text{Stuation}) \cap (\geq 0 \text{ est_exprimé_en } .\text{Savoir_que})$$

4 La modélisation du méta-modèle générique de la connaissance tacite

En se basant sur les concepts de la théorie de l'activité, et le modèle proposé précédemment dans la figure 6.3. Un sujet est une personne, ou un groupe, engagé dans une activité. L'objet est traité par le sujet et motive l'activité, lui donnant une direction spécifique. Les outils techniques sont faits pour manipuler des objets physiques et les outils psychologiques sont utilisés pour influencer d'autres personnes ou soi-même.

Une activité est une succession de tâches, et pour la modéliser un modèle de tâche est proposé définissant ce qui doit être fait, comment et par qui. Le triangle d'Engeström (Engeström, 1987) et les concepts mentionnés précédemment peuvent être utilisés pour obtenir un méta-modèle de connaissance tacite générique (Chergui et al., 2018), comme le montre la figure 6.4.

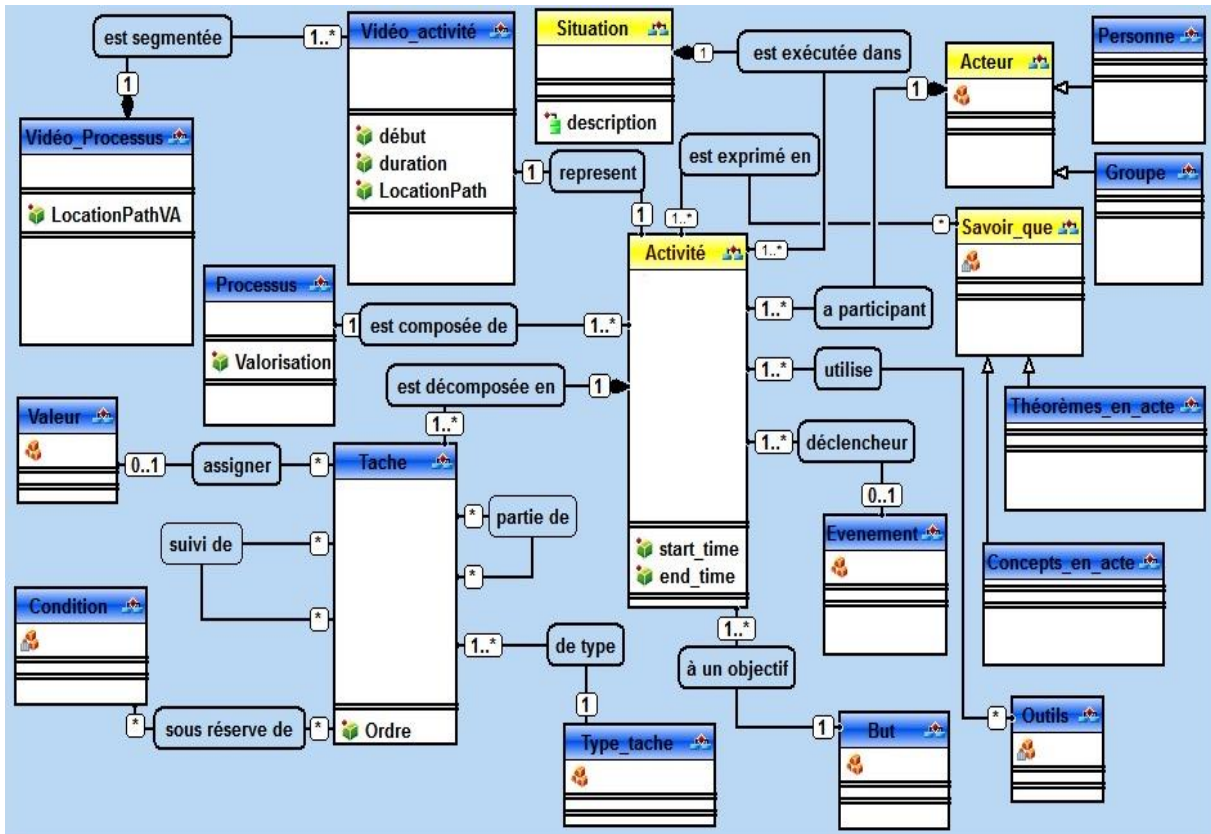


Figure 6.4 : Un méta-modèle générique de connaissances tacites (Chergui et al., 2018)

L'activité est réalisée par un acteur qui mobilise le savoir-que dans son vécu dans une situation déterminée.

L'activité est décomposée en une ou plusieurs tâches. Chaque activité possède un but qui peut être déclenché par un événement, des outils qui peuvent être utilisés dans la réalisation de cette activité et une vidéo de l'activité qui la représente.

5 Principaux concepts de la modélisation

L'analyse de l'activité comporte deux parties. La première partie est observable et opérationnelle en termes de séquence d'activités, de tâches et d'outils. La deuxième partie est liée aux subsidiaires de l'activité telles que les objectifs, les conditions, les événements, les théorèmes en acte, les concepts-en-acte et une description de la situation de l'activité.

Des concepts ont été mis en place de façon à proposer le méta-modèle générique de la connaissance tacite.

5.1 Le concept Acteur

L'acteur est directement lié à l'activité par la mise en œuvre de ces connaissances explicites et tacites afin de réaliser son activité, c'est pourquoi il a été créé le concept Acteur pour représenter un agent ou un acteur autonome qui exécute l'activité. Le concept « Acteur »

peut également être remplacé par ses sous-classes, telles que « Groupe » ou « Personne », et permet de préciser le type de participant impliqué dans l'activité (individuel ou collectif).

5.2 Le concept Processus

Le processus est « un ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforme des éléments d'entrée en éléments de sortie » selon la norme AFNOR (AFNOR, 2005). Une définition plus large et plus complète de cette norme est donnée par Lorino « Un processus est un ensemble d'activités reliées entre elles par des flux d'information ou de matières significatifs qui se combinent pour fournir un produit matériel ou immatériel important et bien défini, élément précis de valeur, contribution spécifique aux objectifs stratégiques » (Lorino, 2003).

Le concept de processus a été employé pour représenter un ensemble d'activités qui transforment, à l'aide de outils, des entrées en sorties pour créer un produit matériel ou immatériel. L'ensemble des activités sont logiquement regroupées en un même processus parce que leurs actions communes sont orientées vers le même objectif. Les activités entrent dans la constitution d'un processus.

Le concept de processus est composé de plusieurs activités :

$$\text{Processus} \subseteq (\geq 1 \text{ est_composé de. Activité})$$

5.3 Le concept Activité

Dans un contexte donné, une activité est une séquence d'opération exécutée en totalité, pour réaliser la tâche spécifiée et atteindre l'objectif qui représente le but de son existence. Selon Vernadat l'activité est définie comme suit :

« Une activité est la transformation au cours du temps et dans un contexte donné, d'objets concrets ou abstraits, afin de répondre à un objectif défini, tout en respectant des contraintes extérieures et mobilisant différentes ressources. Cette transformation intervient par réalisation d'un ensemble d'opérations matérielles et immatérielles qui sont organisées selon une logique donnée induite par l'objectif à atteindre. Il s'agit en général d'une séquence d'opérations devant être exécutée en totalité par une ou plusieurs ressources et ceci dans un temps donné pour réaliser la tâche spécifiée. L'activité est une étape élémentaire d'un processus » (Vernadat, 1999).

L'activité est l'« ensemble de tâches corrélées constituant une étape de transformation d'un processus » (AFNOR, 2005). Le concept de l'activité a été employé pour représenter un ensemble des tâches, avec chaque tâche appartient à une activité précise.

Les activités sont en relation étroite avec un but conscient, une motivation et peuvent donner lieu à une multiplicité d'actions. "An activity is a form of doing directed to an object, and activities are distinguished from each other according to their object". (Kuutti, 1996)

Chaque activité à un but qui justifie son existence, ce but est atteint par un enchaînement de tâches, et sont réalisés par des opérations en relation étroite avec les conditions réelles de l'activité (Leontev, 1974). Le concept But a été employé pour représenter les résultats souhaités à la fin de l'accomplissement de l'activité.

Le concept événement représente le stimulus qui provoque une réaction dans une activité, il n'implique aucun acteur de l'activité et ne consomme aucune de ses ressources.

Un événement est toujours associé à au moins une activité sur laquelle il agit. Le même événement peut agir sur plusieurs activités : cela permet d'indiquer des activités pouvant se dérouler en parallèle. En d'autres termes, un événement représente un fait sollicité ou non sollicité, qui déclenchera une activité en parallèle.

Les propriétés *start_time* et *end_time* permettent de spécifier le temps d'exécution d'une activité.

La sémantique entre les différents concepts du modèle et le concept Activité à l'aide de logiques descriptives est donnée comme suit :

$$\begin{aligned} \text{Activité} \subseteq & (= 1 \text{ a participant. } Acteur) \cap (= 1 \text{ est_exécute_dans. } Stuation) \cap (\\ & \geq 0 \text{ est_exprimé_en. } Savoir_que) \cap (\geq 1 \text{ est_décomposée_en. } Tache) \cap (\\ & \geq 0 \text{ déclencheur. } Evenement) \cap (\geq 0 \text{ utilise. } Outils) \cap (\\ & \leq 1 \text{ possède. } But) \cap (\\ & = 1 \text{ représente. } Vidéo_activité) \cap (\geq 1 \text{ est_composée_de. } Processus) \end{aligned}$$

Le concept tâche représente les actes intentionnels réalisés dans l'activité, elle est le plus petit élément de décomposition d'une activité. Une activité peut être définie comme un ensemble de tâches.

La tâche n'a pas d'autonomie par rapport à l'activité dont elle dépend. Elle peut toutefois être soumise à une condition. La tâche n'est exécutée que lorsque la condition est satisfaite. Elle comprend alors un filtre à son exécution, qui vérifie que la réalité correspond ce qui est exprimé. Ainsi, une *condition préalable* représente la condition de départ, et une *condition tardive* peut être déclenchée par l'exécution d'une tâche afin d'être prise en considération pour le bon déroulement de l'exécution des tâches suivantes.

L'enchaînement des tâches selon un certain ordre dans la représentation de l'activité est assuré par la propriété « suivi de » ainsi que l'agrégation sur plusieurs tâches par la propriété « partie de ». La propriété "ordre" spécifie l'ordre chronologique dans lequel cette tâche est exécutée dans son activité associée. Le concept Tâche est considéré comme un élément de décomposition du concept activité.

$$\begin{aligned} Tache \subseteq & (\leq 1 \text{ assigner. } Valeur) \cap (= 1 \text{ de_type. } Type_tache) \cap (\\ & \geq 0 \text{ sous_réserve_de. } Condition) \cap (= 1 \text{ est_décomposée_en. } Activité) \cap (\\ & \geq 0 \text{ suivre_de. } Tache) \cap (\geq 0 \text{ partie_de. } tache) \end{aligned}$$

Le concept Type tâche représente les types de la connaissance tacite et la propriété « de_type » pour désigner le type de la connaissance tacite exploité dans la tâche.

Le concept valeur (Value) pour quantifier la qualité de la tâche par les valeurs suivantes : 1 = très mauvais, 2-3 = plus ou moins mauvais, 4-5 = ni mauvais ni bon, 6-7 = plus ou moins bon, et 8 = très bon.

Le concept outil est le moyen utilisé par l'acteur pour permettre l'exécution des activités, il peut être de plusieurs nature matérielle (propre à l'environnement) ou documents.

5.4 Le concept « situation »

Le concept situation représente les instances d'informations contextuelles pertinentes à un instant donné. La situation est une connaissance qui inclut toute l'information qui décrit l'acteur, son environnement, le problème de la situation, le contexte et l'activité dans laquelle il est impliqué. Cette description est décrite dans la propriété « description ».

5.5 Le concept Savoir-que

Le concept Savoir-que représente la connaissance factuelle qui est exprimée par des Théorème-en-acte et/ou Concept-en-acte.

Concept en acte est défini comme une catégorie de pensée tenue pour pertinente par l'acteur relativement à une classe de situation (Vergnaud, 1990), les concepts en acte sont des catégories de pensée à travers lesquelles l'acteur identifie et intègre les paramètres caractéristiques de la tâche à laquelle il est confronté. Les concepts en acte autorisent ainsi une représentation des seules caractéristiques de la situation dont la prise en compte est estimé centrale quant à l'effectivité de l'action. Un concept en acte n'est vrai ni faux, mais pertinent ou non, par exemple éléments considérés comme pertinents (concepts en acte), en particulier ceux qui affectent le succès d'une activité de recherche : la nature des données à collecter, la population concernée par cette collecte, la nature du traitement de données utilisé, la qualité du support de publication, etc.

Théorème-en-acte est défini comme une proposition de pensée tenue pour vraie par l'acteur relativement à une classe de situation (Vergnaud, 1990). Le concept de 'théorème en acte' désigne les propriétés des relations saisies et utilisées par l'acteur en situation de résolution de problème, par exemple éléments considérés comme vrais (théorèmes en acte), tels que : « Une structure sectorielle est principalement définie par la concentration de parts de marché entre concurrents dans un secteur ». « La position d'une entreprise dans la structure d'un secteur est définie par sa part de marché par rapport à d'autres acteurs » (Vergnaud, 1981, p.220). "Si une entreprise détient une part de marché supérieure à celle de ses concurrents, elle disposera d'un pouvoir de marché et de coûts plus bas" (Sanchez et Heene, 2010, p.114).

Un Théorème-en-acte est une composition de concepts en acte : l'imbrication de concepts-en-acte (soit d'argument et de prédicats) aboutit à un Théorème-en-acte.

5.6 Le concept Vidéo_Processus

Le concept Vidéo_Processus représente le chemin pour localiser les enregistrements vidéo d'un processus. La propriété « est_segmentée » est utilisée pour affecter chaque concept Vidéo_Activité à son concept Vidéo_Processus correspondant, et la propriété LocationPathVA indique le chemin d'accès local pour Vidéo_Processus.

$$\text{Video_Processus} \subseteq (\geq 1 \text{est_segmentée. Video_Activité})$$

Le concept Video_Activity représente le chemin d'accès pour les vidéos décomposé de la vidéo de l'activité. Les propriétés LocationPath, duration et début représentent respectivement le chemin d'accès à la vidéo sur le disque dur, la durée de la vidéo et le moment de démarrage de la vidéo enregistrée de cette activité dans video_Process, car la vidéo d'un processus est composée d'un ensemble de vidéos d'activité.

6 Conclusion

Après avoir présenté l'approche pour l'acquisition des connaissances tacites dans le chapitre précédent, dans ce chapitre nous avons développé notre modèle afin de l'utiliser pour introduire cette base de connaissances.

L'approche proposée nous a aidés à accéder à la conscience subsidiaire de l'individu et à expliciter les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de son activité. Le théorème lié à l'activité et l'explication psychologique cognitive de nos actions, nous a permis de proposer une structure conceptuelle qui représente les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de ces actions, et cela à travers une hiérarchie de concepts.

Il est à rappeler que la majorité des travaux existants se basent sur le volet technique pour modéliser les connaissances tacites seulement dans la dimension collective, et la conceptualisation réalisée dans ces travaux est centrée sur le savoir-faire avec l'absence de la partie cognitive, en plus quelques travaux qui modélisent les connaissances tacites dans la dimension individuelle ne fait pas apparaître les deux volets dans leur conceptualisation. Dans notre approche, nous avons proposé une démarche qui prend en charge les deux volets cognitive et technique, et apporte une valeur ajoutée dans le domaine de l'ingénierie des connaissances.

Un méta-modèle de base composé de quatre concepts savoir-faire (Know-how), savoir-que (Know-That), situation et acteur, nous a permis de représenter l'activité réalisée par cet acteur avec le subsidiaire de son vécu. On passe ainsi de la phase de l'observation à la phase de l'interprétation. Dans ce contexte, le concept savoir-faire (Know-how) est développé par une hiérarchie de concepts qui complète le méta-modèle de base afin d'avoir un modèle complet.

L'enrichissement du modèle avec les données de domaine d'application permet d'acquérir les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation des activités matérielles ou mentales, la base de connaissances obtenue représente la mémoire organisationnelle de ce domaine et toutes les activités des experts de ce domaine sont mémorisées avec une description d'un degré de granularité très fin.

L'opérationnalisation de l'approche proposée est détaillée dans le prochain chapitre.

Implémentation et expérimentation

1 Introduction

Dans ce chapitre nous mettons en œuvre notre approche pour l'acquisition et le transfert de connaissances tacites. Ainsi, nous commençons ce chapitre par la section 2, dans laquelle nous présentons la méthodologie de conception de l'ontologie. Par la suite nous suggérons une approche descendante comment créer une ontologie en détail dans la section 3.

La section 4 décrit en détail les différentes phases de création de notre ontologie, ainsi que son implémentation, sa validation et son évaluation. La validation de la verbalisation obtenue après l'explicitation est expliquée dans la section 5.

La section 6 est consacrée à expliquer comment obtenir de nouvelles connaissances par l'utilisation des raisonnements sur les instances de notre ontologie. Un exemple est appliqué dans la section 7 pour illustrer l'application et l'utilisation de l'approche proposée. Ensuite, dans la section 8, les modes et le processus de transfert des connaissances sont expliqués et nous terminons le chapitre avec la section 9 qui conclut par la mise en œuvre.

2 Méthodologie de conception de l'ontologie

Les ontologies sont utilisées depuis des décennies pour structurer et gérer les informations et les connaissances dans différents domaines, plusieurs méthodologies ont été proposées au cours des deux dernières décennies. Malgré le fait qu'un bon nombre de méthodologies d'ingénierie d'ontologies ont été proposées, le domaine manque encore de méthodologies largement acceptées (Fernández-López, 1999). Cela peut être dû à de nombreuses raisons, mais l'une des principales est que la plupart du temps, ces méthodologies ont été appliquées pour développer une ontologie dans le cadre d'un projet, ce qui ne révèle pas grand-chose pour encourager les autres à l'adopter.

Selon Iqbal (Iqbal et al., 2013), la plupart des méthodologies manquent de détails suffisants sur les techniques et les activités utilisées. Cependant, certaines méthodologies fournissent suffisamment de détails, y compris methodology.

La méthode la plus courante pour concevoir une ontologie est la méthode suivante en sept étapes (Wang et al., 2010) :

1- Déterminer le domaine et la portée d'une ontologie : l'une des manières de déterminer la portée d'une ontologie consiste à dresser une liste de questions qu'une base de connaissances basée sur l'ontologie devrait pouvoir répondre.

2- Envisagez de réutiliser les ontologies existantes : la réutilisation des ontologies existantes peut s'avérer nécessaire si notre système doit interagir avec d'autres applications ayant déjà validé des ontologies.

3- Énumérez les termes importants dans l'ontologie : au départ, il est important d'obtenir une liste complète de termes sans vous soucier du chevauchement entre les concepts qu'ils représentent, des relations entre les termes ou des propriétés éventuelles des concepts.

4- Définir les classes et la hiérarchie des classes : plusieurs approches sont possibles pour développer une classe :

- a- De haut en bas (Top-Down) : Les approches descendantes partent du concept le plus générique et construisent une structure par spécialisation ; l'ontologie est construite en déterminant d'abord les meilleurs concepts et en les spécialisant. Les principaux concepts peuvent être choisis dans une ontologie fondamentale. Ces approches sont sujettes à la réutilisation des ontologies et à l'inclusion de considérations philosophiques de haut niveau qui peuvent être très intéressantes pour le maintien de la cohérence (Gandon, 2002).
- b- Du bas en haut (Down-Top) : Les approches ascendantes partent des concepts les plus spécifiques et construisent une structure par généralisation ; l'ontologie est construite en déterminant d'abord les concepts de faible niveau taxonomique et en les généralisant. Cette approche est susceptible de fournir des ontologies sur mesure et spécifiques avec des concepts de grain de détail précis (Gandon, 2002).
- c- Combinaison : Les approches de médiation identifient les concepts centraux dans chaque domaine / domaine identifié ; les concepts de base sont identifiés puis généralisés et spécialisés pour compléter l'ontologie. Cette approche a tendance à favoriser l'émergence de champs thématiques et à améliorer la modularité et la stabilité du résultat (Gandon, 2002).

5- Définir les propriétés des classes-slots : plusieurs types de « propriétés d'objet » peuvent devenir des slots (propriétés) dans une ontologie : propriétés intrinsèques, propriétés extrinsèques, parties, si un objet est structuré ; ceux-ci peuvent être à la fois des parties physiques et abstraites et des relations avec d'autres individus ; Ce sont les relations entre les membres individuels de la classe et d'autres éléments.

6- Définir les facettes des slots (valeurs des propriétés et contraintes) : les slots peuvent avoir différentes facettes décrivant les types, les valeurs autorisées, le nombre de valeurs (cardinalité) et d'autres caractéristiques des valeurs que peut prendre le slot.

7- Créer des instances individuelles de classes dans la hiérarchie : pour définir une instance individuelle d'une classe, vous devez choisir une classe, créer une instance individuelle de cette classe et renseigner les valeurs de slot.

3 Développement du modèle par approche descendante (top-down)

Les méthodes descendantes se concentrent sur la réutilisation de modèles génériques (Marion, 2017), les modèles génériques sont développés avec un haut niveau d'abstraction, afin de leur permettre de s'imbriquer dans toute application (Charlet et Bachimont, 1998). La figure 7.1 illustre l'approche qui va d'une bibliothèque de modèles à un modèle adapté.

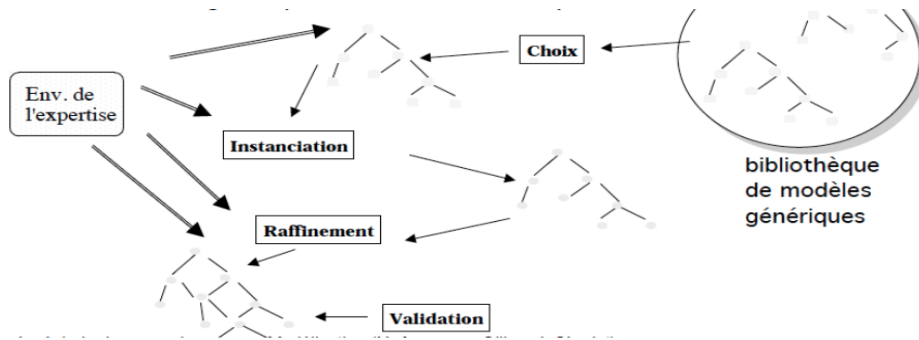


Figure 7.1 : De modèles génériques vers un modèle adapté (Marion, 2017)

L'approche que nous proposons consiste à créer l'ontologie de manière descendante, et les différentes méthodologies et les différentes phases du processus de conception d'une ontologie permettent de suivre les étapes suivantes (La figure 7.2 illustre le processus de conception) :

- Phase I, Analyse des besoins : déterminer l'utilisation future de l'ontologie ;
- Phase II, Le développement de l'ontologie (incluant la conceptualisation et la formalisation)
- Phase III, Implémentation,
- Phase IV, Validation et évaluation.

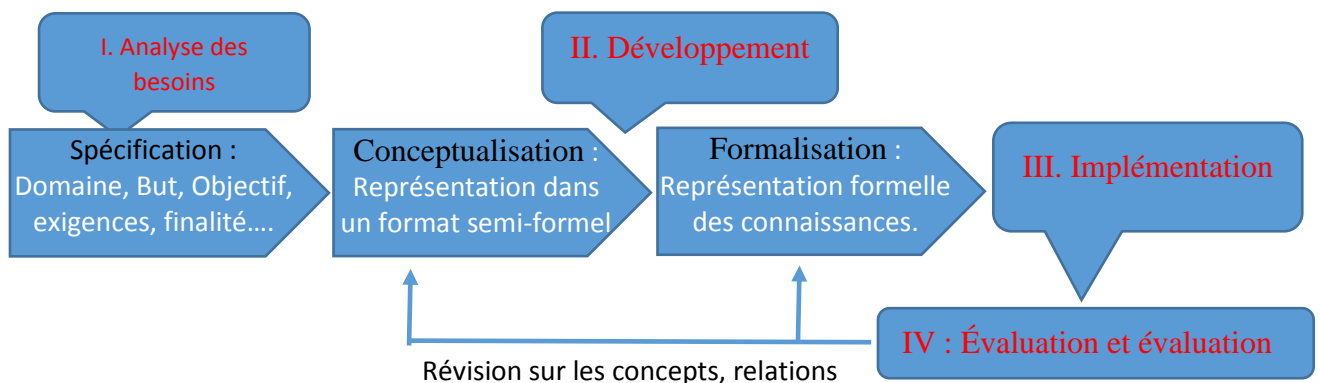


Figure 7.2 : Le processus de conception de l'ontologie

Chacune des étapes de conception est détaillée comme suit :

A. Phase I : Analyse des besoins ; c'est la première étape de notre approche qui implique l'identification de toutes les spécifications des exigences de l'ontologie, y compris les objectifs, les utilisateurs cibles, les scénarios d'utilisation, la portée, les besoins et les exigences en matière d'équipement et de logiciel. Identifier les spécifications de l'ontologie inclut :

- Le but de l'ontologie (le problème du domaine), et l'objectif global de l'ontologie peut être décomposé en question-compétences auxquelles l'ontologie doit être capable de répondre. Les questions compétences sont souvent exprimées sous la forme d'une question pour obtenir des informations de l'ontologie, soit exprimée sous la forme d'une affirmation pour enregistrer ou modifier une information dans l'ontologie.

- La finalité de l'ontologie : c'est la description, la collecte et l'apport des connaissances manipulées durant le processus modélisé.

- Les scénarios d'utilisation de l'ontologie, les utilisateurs ciblés de l'ontologie, Les exigences de l'utilisateur,

- Les exigences en matière d'équipements et de logiciels : logiciels permettant de prendre en charge le développement d'ontologies de manière conceptuelle et physique.

B. Phase II : Développement, c'est la phase de construction qui est un processus répétitif se déroulant dans un cycle. Cette phase comprend essentiellement deux sous-phases, à savoir les sous-phases de conceptualisation et de formalisation. À chaque cycle, une évaluation a été effectuée et tous les changements ont été mis en œuvre pour améliorer la représentation construite. Une explication supplémentaire de chaque sous-phase est la suivante :

- 1) Phase de conceptualisation : Au cours de cette sous-phase, le modèle conceptuel d'un domaine spécifique a été développé à l'aide d'une représentation semi-formelle à l'aide du langage UML (Unified Modeling Language), en particulier un diagramme de classes. Les connaissances du domaine ont été représentées à l'aide d'un graphe composé de classes interconnectées.

- 2) Phase de formalisation : Au cours de cette phase, une représentation formelle a été formée pour construire l'ontologie du domaine.

C. Phase III : Implémentation, l'objectif principal de cette phase est de changer la représentation lisible par l'humain en une représentation lisible par machine. RDF est un modèle standard d'échange de données sur le Web. RDFS et OWL sont des langages de modélisation permettant de décrire les données RDF. Par exemple, RDFS permet aux utilisateurs d'exprimer les relations entre les données en les normalisant à l'aide d'un format souple à base triple, puis en fournissant un vocabulaire ou des mots clés pertinents, tels que «rdf : type » ou « rdfs : subclassOf », qui peuvent être utilisés pour : exprimer ces données. D'autre part, OWL est plus puissant car il décrit les modèles de données plus efficacement à

l'aide de requêtes de base de données appropriées et de « raisonneurs » automatiques (Cambridge Semantic, 2019).

D. Phase IV : Validation et évaluation, cette phase consiste à évaluer l'ontologie développée afin de déterminer si elle répondait aux spécifications du besoin. Différentes approches de l'évaluation des ontologies ont été examinées dans la littérature, en fonction du type d'ontologies évaluées et du but recherché. De manière générale, la plupart des approches d'évaluation appartiennent à l'une des catégories suivantes :

- 1- La syntaxe par rapport au standard ou à la recommandation utilisée : elle correspond au respect des normes propres aux ontologies. Elle regroupe les critères de consistance logique, de problèmes de modélisation, de spécification du langage ontologique (Poveda-Villalón et al., 2012), plusieurs outils disponibles pour aider à la validation d'ontologies tel que ONTOCHECK¹, XD ANALYZER², Ontology Pitfalls Scanner OOPS³, OWL validator⁴ ou RDF validator⁵ (Richard, 2017).
- 2- La consistance de l'ontologie : la validation de l'ontologie porte sur la capacité de celle-ci à réaliser des inférences. Cela consiste à vérifier qu'il n'existe pas de contradiction entre les relations des concepts qui empêcherait le moteur d'inférence de déduire les relations implicites. L'un des outils les plus populaires et le premier à avoir pris en charge tout le OWL-DL est le raisonneur PELLET (Sirin et al., 2007). Nous pouvons également citer les raisonneurs RacerPro (Haarslev et al., 2012), HERMIT (Shearer et al., 2008) et FactPlus (Tsarkov et Horrocks, 2006) parmi les plus utilisés en raison de leur présence en tant que plugins dans l'éditeur d'ontologies PROTÉGÉ.
- 3- Les aptitudes réelles de l'ontologie : a consisté à évaluer l'ontologie développée afin de déterminer si elle répondait aux spécifications du besoin qui doivent permettre la récupération. Les questions-compétences définies lors de la première étape de conception sont traduites en requêtes SPARQL Protocol and RDF Query Language (SPARQL) (W3C, 2013) pour être appliquées à l'ontologie et ensuite comparer les résultats à ceux attendus. Si le résultat de la requête n'est pas satisfaisant, deux actions sont envisageables : soit la requête SPARQL est modifiée pour mieux correspondre à l'aptitude attendue, soit l'ontologie est modifiée pour structurer les connaissances de manières adaptées.

1 ONTOCHECK: <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/OnToCheck>.

2 XD ANALYZER: <http://neon-toolkit.org/wiki/XDTools>

3 OOPS <http://oops.linkeddata.es>

4 OWL validator: <http://mowl-power.cs.man.ac.uk:8080/validator/>

5 W3C RDF validator: <https://www.w3.org/RDF/Validator/>

4 Conception de l'ontologie pour l'acquisition et transfert des connaissances tacites

4.1 Analyse des besoins

Comme cela a été expliqué dans la section précédente, cette phase implique l'identification de toutes les spécifications des exigences de l'ontologie, notamment les objectifs, les utilisateurs cibles, les scénarios d'utilisation, la portée, les besoins et les exigences en matière d'équipement et de logiciel dans l'ontologie du processus de développement. Par exemple, StarUML (qui doit générer UML) et Protégé 5.0 (en tant que langage ontologique) seront utilisés pour développer des ontologies au cours de la phase de l'implémentation. Identifier les spécifications de l'ontologie inclut :

- Quelle est le domaine que doit couvrir l'ontologie : l'ontologie modélise les activités (théoriques ou pratiques) du problème étudié, c'est un prototype qui représente le mémoire organisationnel où toutes les activités des experts de ce domaine sont mémorisées.
- Le but de l'ontologie : impliquant l'acquisition des connaissances tacites pour une application sémantique de recherche d'information et qui permet aux utilisateurs de cette base d'avoir toutes les connaissances tacites et explicites mobilisées durant la réalisation de l'activité recherchée.
- Utilisateurs cibles de l'ontologie : les employés de tous les niveaux, y compris les employés stagiaires, les employés inexpérimentés ou les employés expérimentés.
- Les scénarios d'utilisation de l'ontologie : récupération des connaissances tacites liées à la réalisation d'une activité.
- Les exigences de l'utilisateur : prendre en charge la récupération des connaissances en fonction de mots-clés fournies par les utilisateurs dans l'application sémantique.
- Les exigences en matière d'équipements et de logiciels : Protégé 5.0 pour formaliser l'ontologie développée.

4.2 Développement

a) Phase de conceptualisation : Le modèle générique correspond au méta-modèle générique de la connaissance tacite développé dans la section 4 du chapitre 6.

Le méta-modèle générique composé de quatre concepts de base savoir-que (Know-That), situation, acteur et savoir-faire (Know-how). Le savoir-faire est développé par une hiérarchie de concepts. Ce méta-modèle est la représentation semi-formelle à l'aide du langage UML sous forme de diagrammes de classe.

b) Phase de formalisation :

Le diagramme de classes est considéré comme un ensemble de classes. Chaque classe est caractérisée par un nom, une liste de ses attributs, une liste de relations (rôles) reliant cette classe à d'autres classes, ainsi que le nom de sa classe parente. Si une classe n'a pas de superclasse, elle est considérée comme une sous-classe de la superclasse **owl:Thing** dans l'ontologie. Un attribut peut être l'identifiant de sa classe ou un attribut simple, chacun d'entre eux a un type qui est l'un des types prédéfinis d'UML. Une relation représente un rôle, elle se caractérise par son nom, son type (agrégation, composition ou simple association), la classe cible et les cardinalités cibles.

La création de l'ontologie se fait progressivement comme suit : on commence par créer les classes du diagramme sur les classes OWL, puis créer les attributs de chaque classe sur les propriétés du type de données et les relations dans les propriétés du type Object.

Le processus de description de la conversion du modèle UML vers le langage OWL ontologie, se fait progressivement comme suit :

- 1- Chaque classe du diagramme de classes est convertie en un concept OWL portant le même nom.
- 2- Toutes les classes des modèles UML sont représentées comme des sous-classes d'**owl:Thing**, toutes les classes modélisées dans l'éditeur d'ontologie Protégé sont représentées comme une sous classe de cette classe.
- 3- Chaque attribut de chaque classe est traduit en classe owl: DatatypeProperty.
- 4- Un attribut de classe avec un type de primitive UML est mis en correspondance avec le type de données de propriété défini à l'aide de la classe DatatypeProperty.
- 5- Les relations de classe UML sont traduites et définies dans l'ontologie Web en fonction de leur type d'association, d'agrégation, de composition et d'héritage. L'association, l'agrégation et la composition sont transformées en classe owl: ObjectProperty.
- 6- Chaque relation d'héritage entre deux classes dans UML est traduite en une hiérarchie de relations (is_a) entre deux concepts dans des ontologies.
- 7- Une association est vue comme deux rôles, ces rôles peuvent être mappés intuitivement par deux propriétés d'objet, l'une étant l'inverse de l'autre en utilisant la classe ObjectProperty.
- 8- Les propriétés OWL sont toujours binaires et leurs extrémités sont appelées domaine et range. Dans OWL, une propriété appliquée à une classe peut être contrainte par des restrictions de cardinalité sur le domaine qui donne le nombre minimal

(minCardinality) et le maximal (maxCardinality) d'instances pouvant participer à une relation.

Le résultat du processus de la conversion du modèle UML vers le langage OWL ontologie est donné comme suit

a- Les concepts :

- Le concept Acteur : pour représenter un agent ou un acteur autonome qui exécute l'activité. Le concept « Acteur » peut également être remplacé par ses sous-concept, tels que « Groupe » ou « Personne »
- Le concept de processus : pour représenter un ensemble d'activités qui sont orientées vers le même objectif.
- Le concept de l'activité : pour représenter un ensemble des tâches, avec chaque tâche appartient à une activité précise.
- Le concept But a été employé pour représenter les résultats souhaités à la fin de l'accomplissement de l'activité.
- Le concept événement représente le stimulus qui provoque une réaction dans une activité.
- Le concept outil est le moyen utilisé par l'acteur pour permettre l'exécution des activités.
- Le concept tâche représente les actes intentionnels réalisés dans l'activité.
- Le concept Type_tâche représente les types de la connaissance tacite.
- Le concept condition : il comprend les filtres d'exécution des tâches.
- Le concept valeur (Value) pour quantifier la qualité de la tâche par les valeurs suivantes : 1 = très mauvais, 2-3 = plus ou moins mauvais, 4-5 = ni mauvais ni bon, 6-7 = plus ou moins bon, et 8 = très bon.
- Le concept situation : pour représenter les connaissances qui incluent toute l'information décrivant l'acteur, son environnement et l'activité dans laquelle il est impliqué. Cette description est décrite dans la propriété « description ».
- Le concept Savoir_que : représente la connaissance factuelle qui est exprimée par les sous-concepts Théorème-en-acte et/ou Concept-en-acte.
- Le concept Vidéo_Processus représente le chemin pour localiser les enregistrements vidéo d'un processus.
- Le concept Video_Activity représente le chemin d'accès pour les enregistrements vidéo d'une activité.

- b- **Les ObjectProperty** : Obtenus après la conversion des relations du diagramme de classe et sont listés dans le tableau suivant :

	ObjectProperty	Domaine	Range
01	assigner	Tâche	Valeur
02	a_un_objectif	Activité	But
03	a_participant	Activité	Acteur
04	declencheur	Activité	Evenement
05	de_type	Tâche	Type_tâche
06	est_exprime_en	Activité	Savoir_que
07	est_executee_dans	Activité	Situation
08	est_segmentee	Vidéo_activité	Vidéo_processus
09	est_composee_de	Processus	Activité
10	est_decomposee_en	Activité	Tâche
11	partie_de	Tâche	Tâche
12	represent	Activité	Vidéo_activité
13	suivi_de	Tâche	Tâche
14	sous_reserve_de	Tâche	Condition
15	Utilise	Activité	Outils

Tableau 7.1. Les relations de l'ontologie

- c- **Les DatatypeProperty** : obtenus après la conversion des relations du diagramme de classe et sont présentés dans le tableau suivant :

	DatatypeProperty	Domaine	Range
01	Debut	Vidéo_activité	Datetime
02	Duration	Vidéo_activité	Datetime
03	Locationpath	Vidéo_activité	String
04	Locationpahva	Vidéo_processus	String
05	Valorisation	Processus	Int
06	Start_time	Activité	Datetime
07	End_time	Activité	Datetime
08	Description	Situation	String
09	Ordre	Tâche	Integer

Tableau 7.2. Les propriétés des classes de l'ontologie

4.3 Implémentation

Le progiciel d'édition d'ontologies Protégé 5.0 est utilisé pour créer notre ontologie, nous avons exploité les tableaux de conversion du méta-modèle en langage OWL, et chaque ligne de ces tableaux est implémentée dans l'éditeur Protégé. Le progiciel Protégé est un éditeur d'ontologie open source gratuit et un système d'acquisition de connaissances. L'ontologie est sérialisée sous la forme OWL, qui peut être utilisée pour des logiciels de gestion d'ontologies communs tels que l'API Jena. La figure 7.3 montre le modèle ontologique de la connaissance tacite.

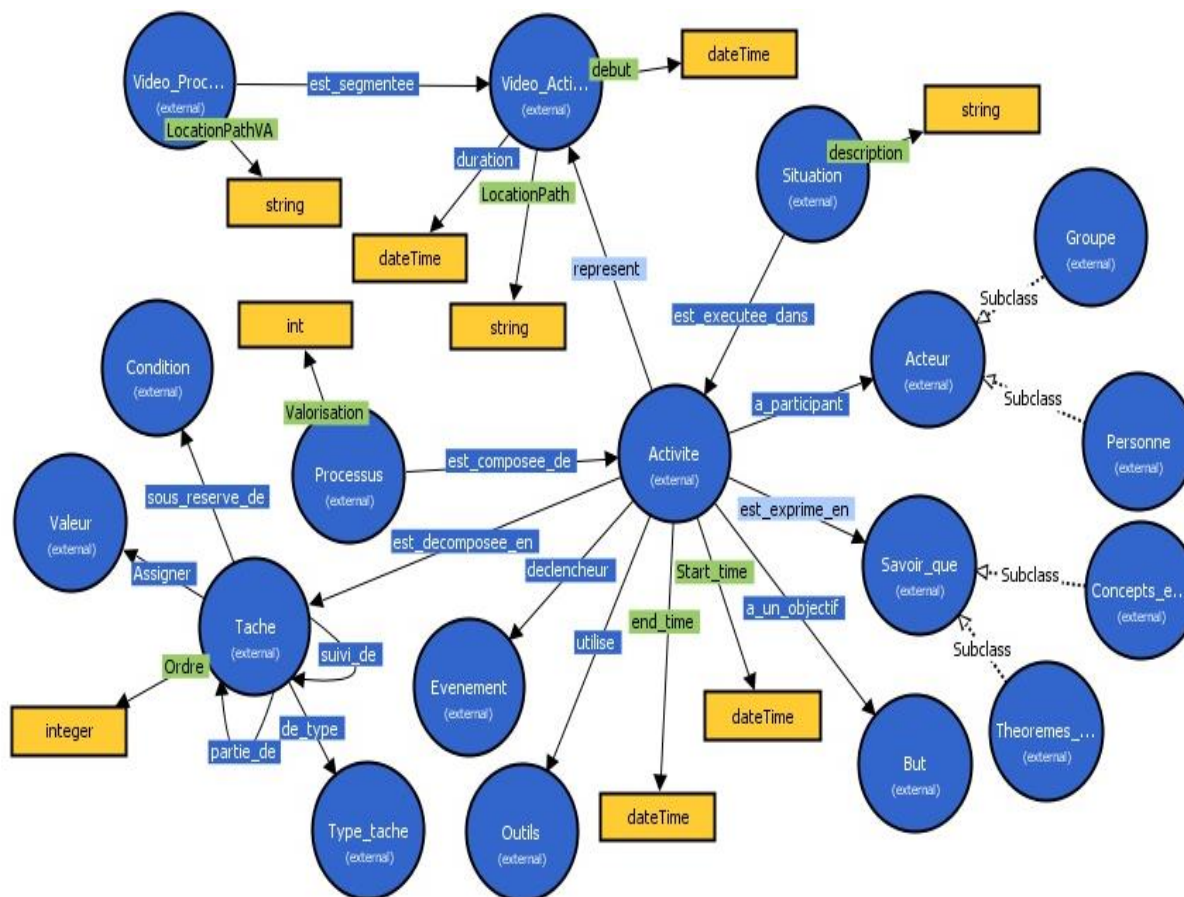


Figure 7.3 : Le modèle ontologique de la connaissance tacite

La figure 7.4 montre les classes principales, les objets et les propriétés de données de notre modèle ontologique, en utilisant Protégé.

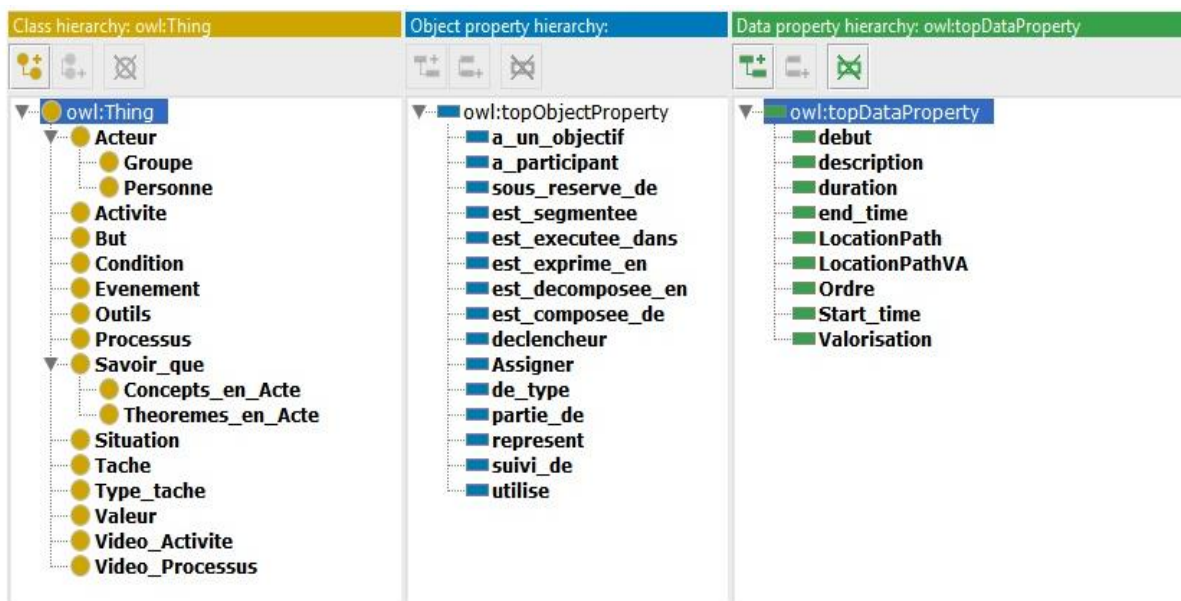


Figure 7.4 : Les classes, objets et propriétés de données de l'ontologie

4.4 Validation et évaluation

a- La validation de la syntaxe par rapport au standard

Dans cette étape de vérification, on évalue si l'ontologie est correcte par rapport aux critères de consistance logique, spécification du langage ontologique, et d'éliminer les problèmes de modélisation. Pour cela, nous avons utilisé OWL validator comme un outil de validation de la structure.

L'outil OWL validator est disponible sur le web et qui prend en entrée une ontologie, dans le but de produire en sortie un résultat d'évaluation. OWL validator utilise des profils d'OWL 2 qui sont des fragments logiques, ou des sous-langages, compensant le pouvoir d'expressivité par des capacités de raisonnement.

Comme indiqué par la recommandation du W3C (Raphaël et al., 2017), chaque profil d'OWL 2 possède un ensemble de restrictions sur les déclarations d'OWL 2, c.-à-d. les contraintes syntaxiques sur la définition des axiomes d'OWL 2₁. Chaque profil est défini comme :

- (1) un ensemble de restrictions sur le type des expressions de classes qui peuvent être appliquées sur les axiomes et en lieu où ces expressions sont utilisées,
- (2) l'ensemble des axiomes d'OWL supportés lorsque celui-ci est contraint aux expressions de classes autorisées,
- (3) l'ensemble des constructions d'OWL non supportées.

Une fois l'ontologie analysée, « OWL validator » renvoie une page de rapport avec les détails des erreurs s'ils figurent dans l'ontologie. L'analyse de notre ontologie par cet outil permet de revoir les noms qui contiennent des lettres avec accent et de supprimer cette dernière, car les différents validateurs OWL ont des problèmes avec les accents. La figure 7.5 illustre le rapport final de la validation.

The screenshot shows a web browser window with four tabs: 'Web Applications', 'Page not found | C', 'OWL 2 Validator R', and 'OOPS! - Ontology'. The address bar displays 'Non sécurisé | mowl-power.cs.man.ac.uk:8080/validator/validate'. The page content includes the University of Manchester logo and the title 'OWL 2 Validation Report Summary'. A green message states: 'The ontology and all of its imports are in the OWL 2 profile'. Below this, the 'Imports Closure' section is visible, showing 'Ontology IRI' and 'Physical URI'.

Figure 7.5 : Rapport de la validation avec l'outil OWL valideur

1. <https://www.w3.org/TF/owl2-profiles/>

b- La validation de la consistance

Concernant la cohérence de l'ontologie, nous devons la valider en vérifiant la cohérence des relations des concepts afin de permettre au moteur d'inférence de déduire les relations implicites. À cette fin, nous avons décidé d'utiliser RacerPro (Haarslev et al., 2012) pour vérifier si l'ontologie est cohérente et corriger les incohérences. RacerPro fonctionne bien avec les ontologies volumineuses et prend en charge la lecture d'un fichier OWL et sa conversion en base de connaissances. En utilisant RacerPro, nous avons validé notre modèle ontologique pour inclure :

- Test de cohérence et de satisfiabilité du concept : vérifier si un concept peut avoir des instances ;
- Vérification de la subsomption : vérifier si un concept subsume un concept donné ;
- Vérification d'instanciation : vérifier si un individu appartient à une classe C.

Racer Pro est un argument qui fournit une explication détaillée des erreurs dans l'ontologie, en l'appliquant à notre ontologie, les inconsistances détectées ont été corrigées par itération jusqu'à atteindre le comportement et le raisonnement attendu.

c- Les aptitudes réelles de l'ontologie

Pour réaliser cette validation, l'ontologie doit être peuplée et les aptitudes sont traduites en requête SPARQL. Les résultats obtenus sont comparés par rapport aux résultats attendus.

Afin de peupler notre ontologie avec des sources de données, nous avons développé une interface en langage java, qui est structurée selon la sémantique de notre ontologie, dont les instances sont ajoutées avec les relations et les propriétés déclarées.

Cette interface est structurée en fonction des champs de la phase de reconstruction de l'activité, comme indiqué dans le chapitre 6, avec la possibilité de segmenter la vidéo enregistrée en plusieurs sous-vidéos afin d'assigner chaque sous-vidéo à son activité spécifique.

La figure 7.6 présente l'interface principale de notre application de peuplement.

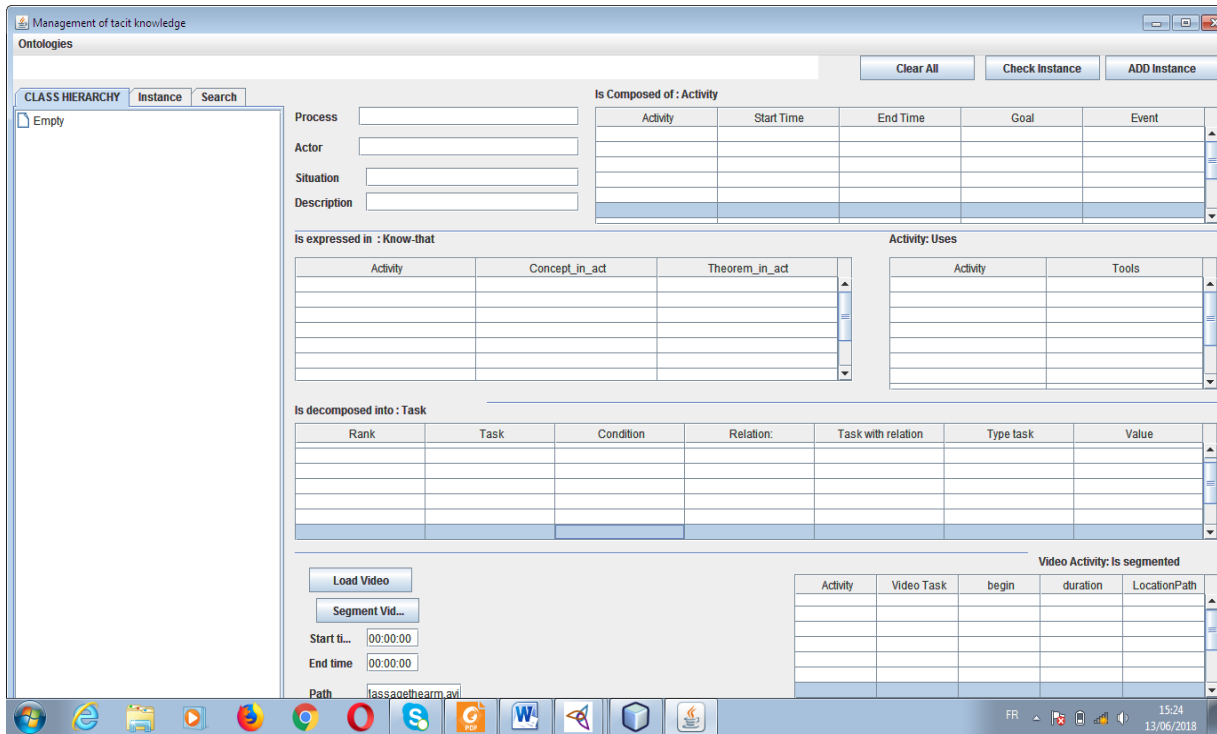


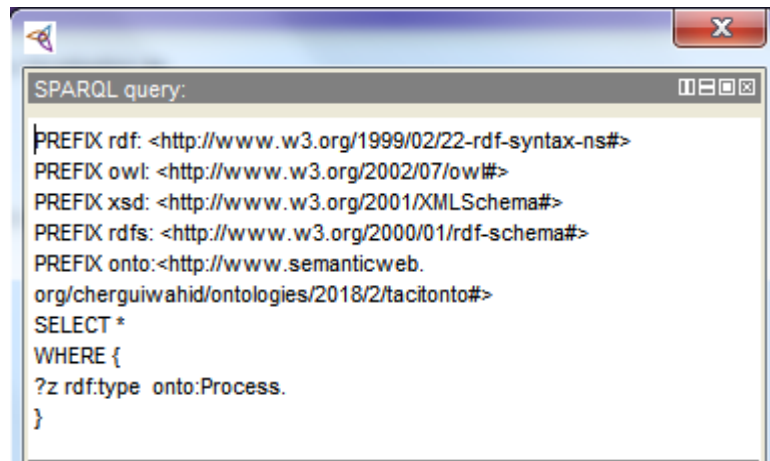
Figure 7.6 : Copie d'écran de l'application de peuplement

Différentes formes de connaissances tacites enracinées dans les activités qui seront modélisées par différentes instanciations, dont chaque instanciación est une spécialisation de l'ontologie, qui représente le subsidiaire de l'activité réalisée.

Le peuplement de notre ontologie permet d'avoir une différente instanciación de la même situation réalisée par différent acteur c.à.d. plusieurs réalisations d'activité par différents acteurs dans la même situation, ce qui permet l'acquisition et la représentation de l'ensemble des connaissances tacites mobilisées dans l'activité.

A partir de notre modèle, on peut lister toutes les instances peuplées qui correspond aux activités explicitées et cela commence par trouver le processus désiré et voir le détail en termes de situation, acteur, savoir-faire et savoir-que, Par exemple, dans la figure 7.7, nous montrons une requête SPARQL qui liste tous les processus existant dans notre ontologie.

Pour améliorer la pertinence de la recherche, nous utilisons la propriété de valorisation de processus. La valeur d'un processus est égale à la somme des valeurs de la valorisation de ses tâches. Ainsi, l'utilisateur peut sélectionner le processus le plus valorisé (par rapport à d'autres processus impliquant la même activité et exécutés par différents acteurs). Ainsi, le résultat de la recherche d'un processus sera trié en fonction de la valeur de la propriété de valorisation du processus.



```

SPARQL query:
PREFIX rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
PREFIX owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
PREFIX xsd: <http://www.w3.org/2001/XMLSchema#>
PREFIX rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
PREFIX onto: <http://www.semanticweb.
org/cherguiwahid/ontologies/2018/2/tacitonto#>
SELECT *
WHERE {
?z rdf:type onto:Process.
}

```

Figure 7.7 : Requête SPARQL pour lister tous les processus existant dans notre ontologie

Avec le modèle ontologique proposé, il est possible que les connaissances tacites et explicites soient créées une fois sous forme d'activité, seront réutilisées et partagées. Cela réduit les pertes des compétences et la mémoire opératoire de l'entreprise en offrant des techniques qui répondent aux besoins de formation ou de recherche sur une activité déterminée par une liste convenable sur les activités mémorisées dans l'ontologie détaillée avec les connaissances tacites exploitées dans leur réalisation.

Le modèle ontologique proposé apporte une valeur ajoutée aux connaissances tacites, tout en pouvant générer de nouvelles connaissances par inférence que les acteurs ne peuvent pas remarquer. Ces connaissances tacites générées peuvent être exploitées et seront mobilisées par les acteurs pour améliorer ou réaliser les activités de l'entreprise.

5 Les critères de validité de la verbalisation

L'entretien d'explicitation permet de faire opérer le réfléchissement des informations du plan du vécu de l'acteur, au plan de sa représentation. Vermersch affirme que ce qu'exprime un acteur de sa propre expérience est nécessairement juste. « Cet argument est juste dans sa structure logique : dans la mesure où cet acteur est le seul à pouvoir accéder à sa propre subjectivité, il est le seul témoin compétent pour la décrire et personne ne peut dire « ce n'est pas ça » (Vermersch, 1996), puisque, pour avoir les moyens fondés pour le faire, il faudrait que la personne connaisse l'expérience que l'acteur la vécue, ce qui est impossible par définition ». Il est donc possible d'aider un acteur à s'approcher au plus près de sa vérité en l'aidant à la compléter, en l'aidant à en explorer des facettes dont il n'avait pas les catégories, même s'il en avait le vécu.

Il est facile de vérifier la validité des verbalisations obtenues la plupart du temps en confrontant ce que l'acteur a dit avec les contraintes de la réalisation de la tâche et avec ses résultats. Que ces contraintes soient logiques (Je ne peux prélever du sang que si j'obtiens une prescription médicale qui précise l'analyse requise), matérielles (Le sang ne sort pas de la veine à moins que l'aiguille ne soit à l'intérieur), ou chronologiques (Je pique la veine qu'après la pose

du garrot). Ainsi l'enregistrement vidéo est considéré comme une source indépendante que l'on peut utiliser pour mettre en relation de ce qui est dit par l'acteur et le déroulement de l'activité.

Vermersch propose une évaluation subjective (dépendant des seuls critères de l'acteur) qui permet d'apprécier la valeur des informations verbalisées, à travers trois index (Vermersch, 1994, p. 201) :

Index de singularité : l'acteur était-il en évocation d'une situation déterminée de manière unique thématiquement, temporellement, spatialement ?

Index de présentification : il s'agit d'une appréciation du sentiment de revécu, du degré auquel l'accès au passé est actualisé.

Index de remplissage : il s'agit d'évaluer le nombre de modalités sensorielles qui sont retrouvées, revécues (visuel, auditif externe et interne, sensations corporelles, odeurs, goût, tonalité émotionnelle).

6 Le raisonnement

La connaissance « Savoir-que » est considérée comme un ensemble d'outils soutenant l'action. Ces outils constituent le savoir tacite et explicite qui est mobilisé dans une situation donnée pour réaliser l'action. Le raisonnement basé sur des règles est utilisé pour identifier cette connaissance et fournir une explication plus détaillée avec les règles suivantes :

Règle 1 : Si, dans la même situation, un processus est exécuté par plusieurs acteurs, tous les théorèmes en acte et concepts en acte exprimés par ces acteurs constituent la base du champ conceptuel de l'activité. De cette base, nous pouvons extraire les tâches qui sont de type tacite.

Règle 2 : L'existence de théorèmes en acte ou de concepts en acte pour une situation donnée qui apparaissent dans notre ontologie peuvent donner des réponses approximatives ou indirectes à des activités existantes similaires.

Par exemple, si Concept-in-act1 de l'Actor1 est identique à Concept-in-act2 de l'Actor5, les activités réalisées avec ce concept sont à peu près similaires ou identiques. Dans ce cas, il est important de trouver les activités similaires liées au théorèmes-en-acte et / ou aux concepts-en-acte réalisés dans les mêmes situations afin de simuler d'autres solutions d'activité possibles.

Pour une activité A1 réalisée par un acteur Act1 dans une situation S1, l'ensemble des thoeremes_en_act (th_i) et/ou les concept_en_act (C_i) explicité dans cette activité sont considérés comme une base de connaissances tacites qui supportent l'action réalisée par l'acteur Act1 : $S1 [Act1 [V_c\{C1,C2...Cn\}^{Act1}$ et/ou $V_{th}\{th1,th2...thn\}^{Act1}] \rightarrow \{Activité_i(activité+but+evenement+tâche+condition+type+valeur)^{Act1}\}$

Si on prend la même situation et processus pour plusieurs acteurs : $S1 [Act1..N [V_c\{C1,C2...Cn\}^{Act1..N}$ et/ou $V_{th}\{th1,th2...thn\}^{Act1..N}] \rightarrow \{Activité_i(activité+but+evenement+tâche+condition+type+valeur)^{Act1..N}\}$

Donc la base $[V_c\{C1,C2...Cn\}^{Act1..N}$ et/ou $V_{th}\{th1,th2...thn\}^{Act1..N}]$ représente l'ensemble des connaissances tacites qui supportent les activités : $\{Activité;(activité+but+evenement+tâche+ condition+type+valeur)^{Act1..N}\}$ de nature tacite.

7 Exemple de cas : Un prélèvement de sang

Le patient est stressé en raison de trois tentatives de ponctions veineuses réalisées par une infirmière sans réussir à faire couler du sang, ce qui peut provoquer "un malaise" chez le patient. Une entrevue explicite est axée sur le prélèvement de sang pratiqué par un infirmier ayant 13 ans d'expérience. Il demande au patient de boire de l'eau puis il a réussi à le détendre avec un massage doux sur son bras, et en quelques minutes, il a connecté la perfusion. L'intervention de l'infirmier expérimenté est enregistrée dans une vidéo.

7.1 L'entretien et l'auto confrontation

L'infirmier expérimenté est demandé de s'exprimer sur son activité à travers un questionnement favorisant la description de la situation et l'articulation de l'activité réalisée. Les questions posées à l'infirmier, sont réparties dans le tableau 7.3 dans le but de schématiser l'activité et dégager les instances des concepts de notre ontologie.

Le début	L'enchaînement et l'ordre chronologique des actions	La fin de l'action
<ul style="list-style-type: none"> • Par quoi avez-vous commencé ? • Qu'avez-vous fait en premier ? • Quel était le point de départ de votre action ? • Que s'est-il passé d'abord ? • Comment avez-vous identifié le problème qui était à résoudre ? 	<p>Le but poursuivi :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour atteindre ce but qu'est-ce que vous faites précisément ? 	<p>Comment savez-vous que ce but est atteint ?</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • Les gestes réalisés : « qu'as-tu fait . . . comment l'as-tu fait. • Qu'avez-vous fait ensuite ? • Et puis après, qu'avez-vous fait ? • Et juste après, qu'avez-vous pris en compte ? 	<ul style="list-style-type: none"> • Que s'est-il passé à la fin ? • Par quoi avez-vous terminé ? • Qu'avez-vous fait en dernier ?
	<p>La causalité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Si condition alors action • Action X impossible si action Y non faite <p>La localisation : « où regardais-tu . . . écoutais . . . sentais . . . ?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Comment saviez-vous que c'était terminé ? • Comment saviez-vous qu'il n'y avait plus rien à faire ?

Tableau 7.3. Le mode de questionnement de l'entretien d'explicitation extrait de l'entretien d'explicitation (Vermersch, 1994)

Autres questions sont posées à l’infirmier dans le début ou à la fin des actions et cela pour connaître le savoir-que mobilisé dans l’exécution de ses tâches. Un exemple de ces questions est détaillé dans le tableau 7.4.

Le début de l’action	A la fin de l’action
<p>Les questions suivantes, dans lesquelles x désigne une action d’exécution :</p> <p>« Comment saviez-vous que c’était x qui devait être fait ? »</p> <p>« à quoi as-tu pensé... qu’est-ce qui t’as orienté vers cette idée ? »</p> <p>«... que c’était difficile ? »</p> <p>«... que vous ne saviez pas le faire ? »</p> <p>« À quoi avez-vous reconnu par quoi commencer ? »</p> <p>«... que c’était de cette manière-là qu’il fallait s’y prendre ? »</p>	<p>« Qu’est-ce qui t’a poussé à faire ce geste ? »</p> <p>« Comment saviez-vous que vous saviez ? »</p> <p>« Comment saviez-vous que c’était terminé ? »</p> <p>« À quoi avez-vous reconnu que c’était fini ? »</p> <p>« Comment saviez-vous que vous aviez atteint votre but ? »</p>

Tableau 7.4. Le mode de questionnement de l’entretien d’explicitation pour obtenir le savoir-que extrait de l’entretien d’explicitation (Vermersch, 1994)

Le résultat de l’interview est une description de l’activité de l’infirmier. La confrontation de ce dernier avec ses actions précédemment enregistrées dans la vidéo permet de se replacer dans l’événement initial et d’essayer de faire revivre ce qui a effectivement été fait et vécu, et de se focaliser, encore plus, sur des sous-étapes intéressantes.

L’infirmier a réussi de créer un lien avec le patient, et il a installé avec lui une relation de confiance, en lui parlant et en discutant de divers sujets, et en massant l’autre bras de temps en temps. Et cela en 5 minutes ou plus.

Nous présentons la transcription de la situation examinée. L’infirmier détourne l’attention du patient de la ponction en lui parlant de tout et n’importe quoi, en détournant son attention vers un autre endroit de son corps (ex : Êtes-vous venu seul ou quelqu’un vous a-t-il accompagné, étudiez-vous ou travaillez-vous?....)

L’infirmier raconte comment il a vécu une expérience particulière avec un patient qui s’est évanoui après avoir prélevé un échantillon de sang : « J’ai remarqué une pâleur du visage, et j’ai senti les membres froids en touchant son bras, et ne sont que des moments et le patient s’est évanoui. Cet état se reproduit chez certains patients après avoir prélevé du sang ou l’échec répété de placer l’aiguille dans une veine »... « La façon de traiter les patients varie selon l’âge et le sexe, et il existe des cas particuliers qui nécessitent des méthodes spécifiques pour les préparer au processus de prélèvement de sang».

Les réponses de l’infirmier pour expliciter son vécu :

« Connâître les maladies du patient et les médicaments qu'il prend nous permet de savoir facilement comment le traiter.....et le stress ne facilite pas le prélèvement... ».

«.. le bras du patient est allongé et à l'envers sur un plan plat ou une table».... «.. mets le bras du patient en déclive... pour que le sang s'accumule... pas trop en déclive ».

« ..tapote la veine.... pas trop fort non plus et en prévenant le patient»... « Bouge le bras du patient jusqu'à ce que l'angle soit bien pour piquer».. « Même un garrot très étroit se produit l'hématome,... Ne pas serrer le garrot... mais pas trop non plus ! Ça ne sert à rien... »...

« ..je demande au patient d'ouvrir et de fermer son poing, cela augmentera la pression sanguine.. »

« ..l'angle auquel j'aborde la veine avec mon aiguille est comme ça (15°≈20°), j'essaie d'être le plus parallèle possible à la veine du patient sinon elle peut péter... positionnez l'aiguille de sorte que le biseau soit orienté vers le haut..... Je "Tire" la veine avec mon pouce en aval de mon site de ponction afin qu'elle ne roule pas... Se fier plus au toucher qu'à la vue et on doit s'imaginer l'aiguille qui entre dans la veine....sentir la veine plutôt que de la voir en palpant la zone»...

«.. je désinfecte la zone de ponction puis je pique la veine avec l'extrémité distale de l'aiguille...ne pas enfoncer trop l'aiguille...une fois le reflux du sang est vu dans l'aiguille, j'arrête d'insérer l'aiguille et je diminue mon angle d'approche...immédiatement, je retire le garrot mais sans déplacer l'aiguille »

7.2 Description de l'activité

Une description détaillée de l'activité de prélèvement sanguin est donnée dans le tableau 7.5 qui tient compte du contexte (situation et outil) et le savoir-que utilisé par l'infirmier.

Acteur	But	Situation	Outils	Savoir que
L'infirmier Lakhmissi	Le prélèvement de sang	Un patient stressé avec des symptômes de « malaise ».	- Compresse stériles - Alcool - Le garrot - Tube de prélèvement sanguin.	- L'aiguille se déplace si le garrot est enlevé trop vite. - Si vous serrez trop le garrot, vous allez endommager les veines. - le risque de malaise est plus fréquent chez les personnes stressées. - Le stress contracte les veines et ne facilite pas la prise de sang

Tableau 7.5. Description détaillée du contexte et savoir-que

L'articulation du processus de prise de sang est détaillée dans le tableau 7.6.

Savoir-faire (tâches)	But	Condition
Massage du bras : - Étendre le bras - massage du bras à l'horizontale. - Poussez avec les deux mains - Parler au patient	Détendez le bras	Mettez le bras dans une position confortable. Tant qu'il est contracté et stressé.
Placez le Garrot - Massé le bras du bas vers le haut. - Palpez les veines. - Désinfectez le site de ponction. - La main droite sous le bras du patient. - Gardez le garrot avec votre main gauche. - Prendre la fin du garrot. - choisissez une seule branche. - Passez le garrot sous la boucle. - Serrez le garrot avec votre main gauche.	Compression de la veine	La main droite est fixe. Ne pas trop serrer le garrot. Le moment de cette opération doit être court. Le bras n'est pas froissé
Remplissez le tube - Demander au patient de serrer le poing - Choisissez une bonne veine. - Tirez sur la peau, puis appuyez sur pour étendre la veine. - Faites glisser votre doigt sous la main du patient. - Piquer à un angle d'environ 15 ° à 20 °. - Piquer quelques millimètres pour pénétrer dans une veine. - ouvre le poing. - ouvrir le garrot très lentement. - réapprovisionner le tube de prélèvement sanguin. - Tournez le tube de prélèvement sanguin 5 fois.	Piquez la veine.	Grande veine pour soutenir et contenir l'aiguille. La veine est très droite. Dès que le sang est visible. Ne piquez pas loin.

Tableau 7.6. Description détaillée du savoir-faire de l'activité de prélèvement

7.3 Reconstruction de l'activité

Les éléments dégagés précédemment dans le tableau 7.5 et 7.6 sont combinés pour reconstituer l'activité de la prise de sang avec des éléments significatifs tels que : situation, savoir-que (théorème en acte et concept en acte) et savoir-faire en termes de processus, tâches, outil commenté avec la confrontation.

7.4 Le peuplement de l'ontologie

La figure suivante représente l'ajout des instances par exemple pour l'acteur on ajoute « infirmier Lakhmissi », pour processus on ajoute « La prise de sang », pour situation on

ajoute « Un patient stressé avec des symptômes de malaise ». Une capture d'écran de la fenêtre qui permet l'ajout des instances illustre cette phase de peuplement dans la figure 7.8.

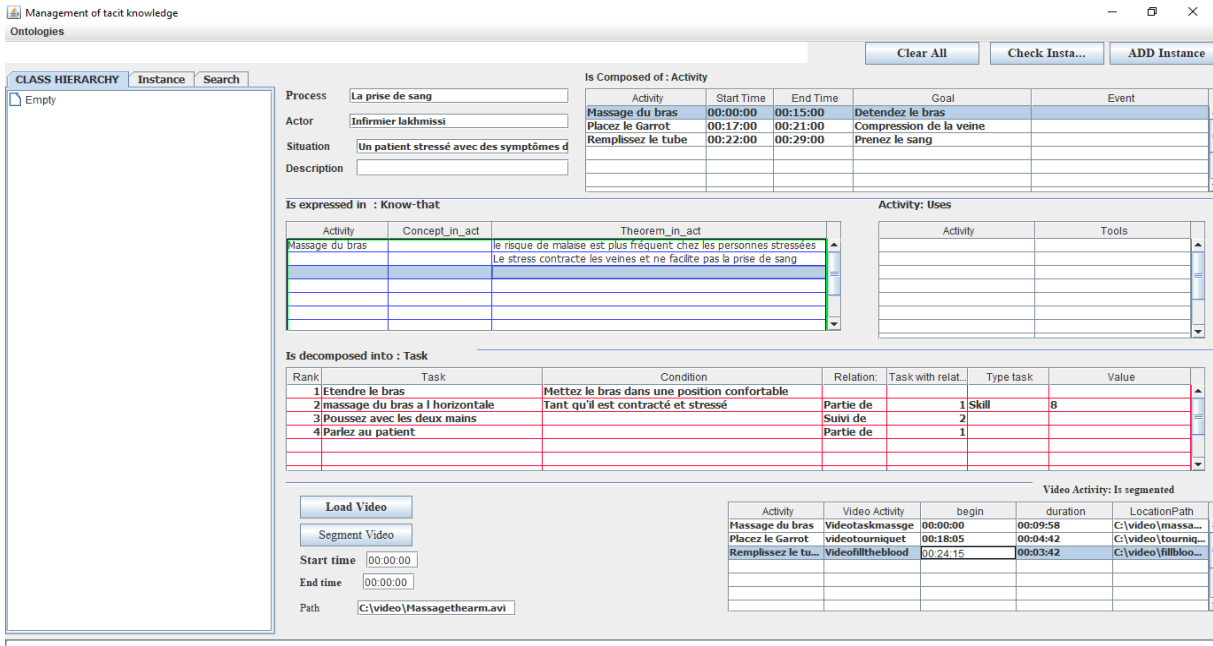


Figure 7.8 : Capture d'écran de la fenêtre de l'ajout des instances

La figure 7.9 montre les différentes instances ajoutées.

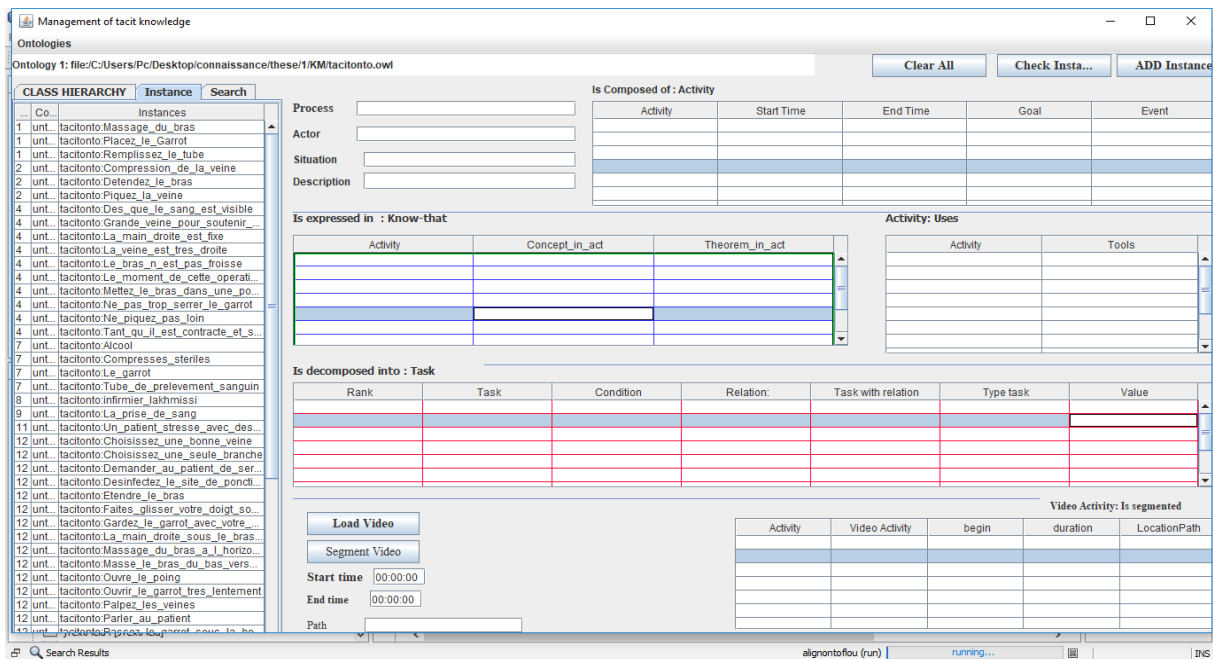


Figure 7.9 : Capture d'écran des instances ajoutées

L'éditeur Protégé nous permet de visualiser toutes les instances peuplées dans l'ontologie et pour le cas de l'exemple de prise de sang la figure suivante montre les instances de l'activité.

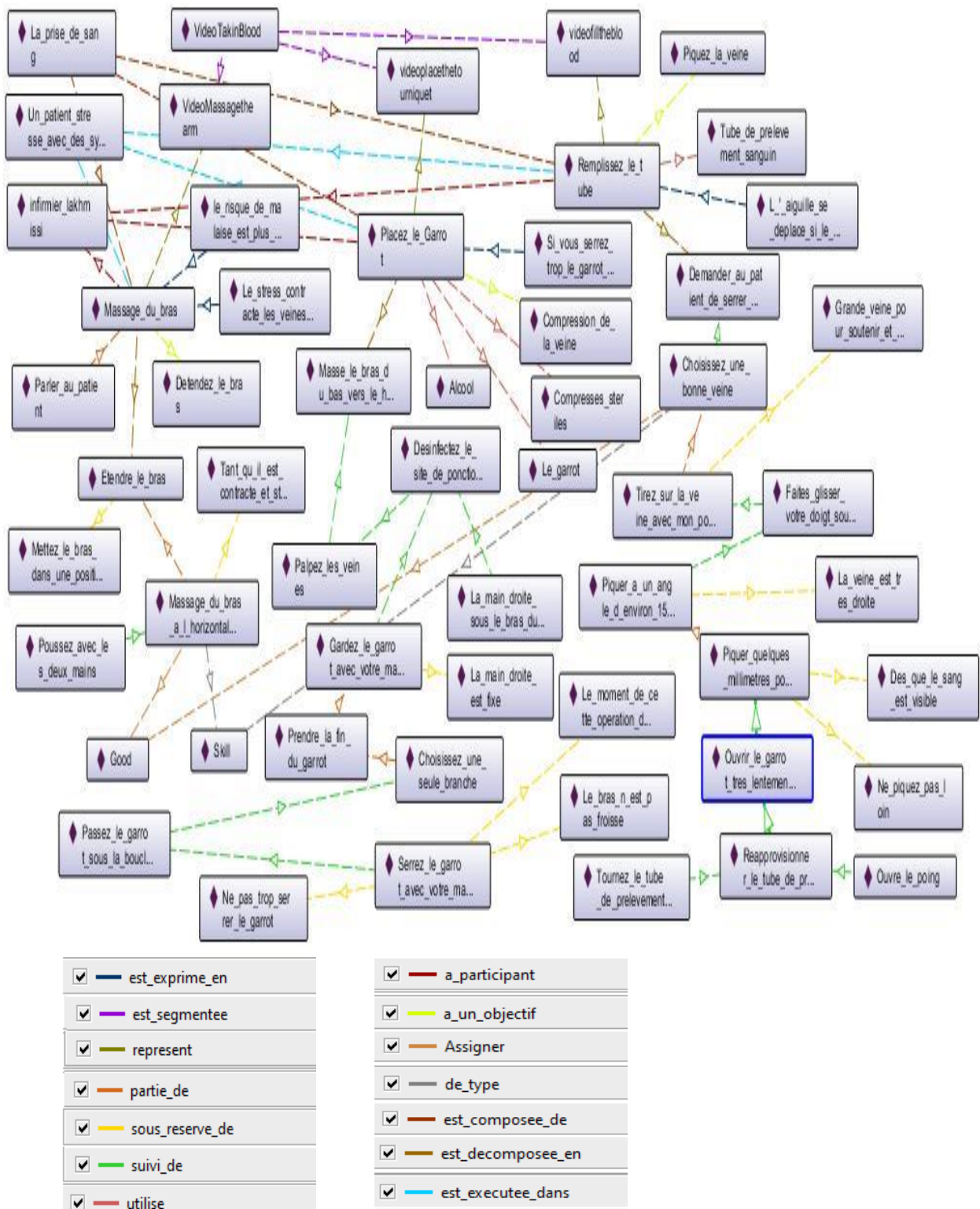


Figure 7.10 : Graphe des instances de l'activité de prise de sang

8 Le transfert des connaissances tacites

Selon Graham et al., le processus de transfert des connaissances tacites constitue une approche globale qui vise à obtenir et partager des connaissances tacites détenues par des experts pour en faire des connaissances explicites. Le processus de transfert implique deux actes complémentaires : l'acte de donner ou de transmettre des connaissances d'un agent (la source), complété par l'acte de recevoir et d'utiliser les connaissances à un autre (le destinataire). Sans l'un ou l'autre, le processus de transfert est incomplet. Le terme "Agent" peut désigner une personne, une équipe, une unité organisationnelle, l'organisation elle-même ou un groupe d'organisations (Graham et al., 2006).

Le modèle de création de connaissances de Nonaka et Takeuchi (Nonaka et Takeuchi, 1995) expliqué dans la section 10 du deuxième chapitre, représente une interaction dynamique de connaissances tacites et explicites dans laquelle l'une se convertit en l'autre à travers quatre modes de conversion : externalisation, combinaison, socialisation, et internalisation.

Le mode de conversion des connaissances tacites aux connaissances explicites (externalisation) est assuré à travers notre approche qui permet l'acquisition et la mémorisation de ces connaissances sous forme d'ontologie.

L'approche proposée pour l'acquisition de connaissances tacites nous permet de peupler le modèle ontologique avec des instances de : situation, acteur, savoir-que, processus, activité, tâche, vidéo de l'activité, et de vidéo du processus que les employés de la société utilisent pour accomplir leurs activités. Cette approche évite de perdre des connaissances tacites en les stockant dans une base de connaissances tacites accessible à tout moment, ce qui fournit un support très riche pour l'assistance ou la consultation et des objectifs éducatifs. Ensuite, cette base est utilisée pour générer de nouvelles connaissances par inférence, ce qui représente le mode de conversion de connaissance explicite à la connaissance explicite (combinaison), c'est-à-dire que les connaissances acquises (qui sont peuplées dans l'ontologie) par notre approche ; sont combinées ou traitées pour former de nouvelles connaissances. Dans ce mode de conversion, une autre forme de base de connaissances est fournie, qui peut être utilisée comme ressource pour le cycle de gestion des connaissances de l'organisation (Xu, 2019).

La socialisation fait référence au processus de transformation de la connaissance tacite en connaissance tacite et se produit généralement dans un apprentissage par l'observation, l'imitation, la pratique et les expériences partagées. Il s'agit d'un processus de partage des expériences personnelles enregistrées dans notre base de connaissances, telles que des modèles mentaux ou des compétences techniques. C'est ce qui arrive lorsqu'un agent en apprentissage à travers notre modèle, il apprend les connaissances tacites nécessaires dans leur métier en s'exposant aux structures détaillées de l'activité requise avec des vidéos. L'interaction personnelle de l'agent avec cette structure d'activité qui est dotée par des vidéos, fournit une rétroaction immédiate et constitue une forme de communication riche et efficace (Xu, 2019). Cette interaction permet le transfert par l'observation et l'imitation.

8.1 Le processus de transfert

Le processus de transfert des connaissances tacites consiste à utiliser notre ontologie comme source de transfert de connaissances vers les stagiaires ou les novices, et de les faire acquérir les savoir-faire spécifiques nécessaires à une exécution de l'activité. Les experts peuvent même acquérir de nouvelles connaissances tacites en consultant les connaissances tacites d'autres experts. Le processus est illustré par la figure 7.11.

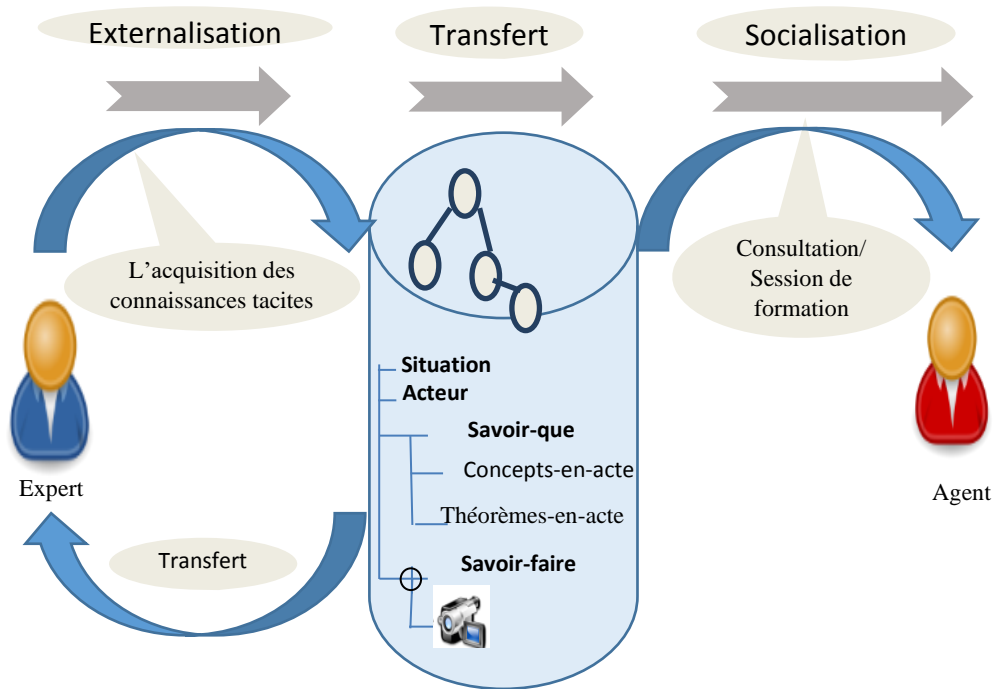


Figure 7.11 : Processus de transfert de la connaissance tacite

L'agent consulte la base de connaissances sur une activité donnée, le résultat obtenu est sous forme d'un arbre qui représente l'activité, en particulier l'architecture de processus et activité interconnecté avec les buts, tâches, savoir-que, situation, vidéos et autres concepts expliqué auparavant dans la section 4.3 du septième chapitre. La vidéo de l'activité dans cet arbre est décomposée en un ensemble de séquences de vidéos, chacune d'elles clarifie l'exécution de la partie décomposée.

La théorie cognitive sociale affirme que l'observation est une forme précieuse d'apprentissage. Elle affirme qu'une grande partie de l'apprentissage se fait en observant les autres (Bandura, 1971 ; Bandura, 1997). Le résultat de recherche obtenu sur l'activité de prise de sang vue dans la section 7 du huitième chapitre, peut être utilisée dans un programme de formation comme le montre la figure 7.12. Tout en parcourant l'arbre de l'activité, les concepts décrivent l'exécution de cette activité de manière très détaillée, et les vidéos de cette activité peuvent être visionnées autant de fois, ce qui permet à l'agent d'apprendre l'activité en découvrant ces vidéos étapes par étape et construit sa base de connaissances personnelle.

Tous ces concepts visent à former une coordination qui permette à l'agent de conserver un modèle mental de l'activité. Ainsi les instances retenues pour une recherche donnée, présentent la structure détaillée de l'activité qui facilite l'absorption de nouvelles

connaissances ou l'annulation des procédures de travail inefficaces et fausses en les corrigeant de manière holistique.

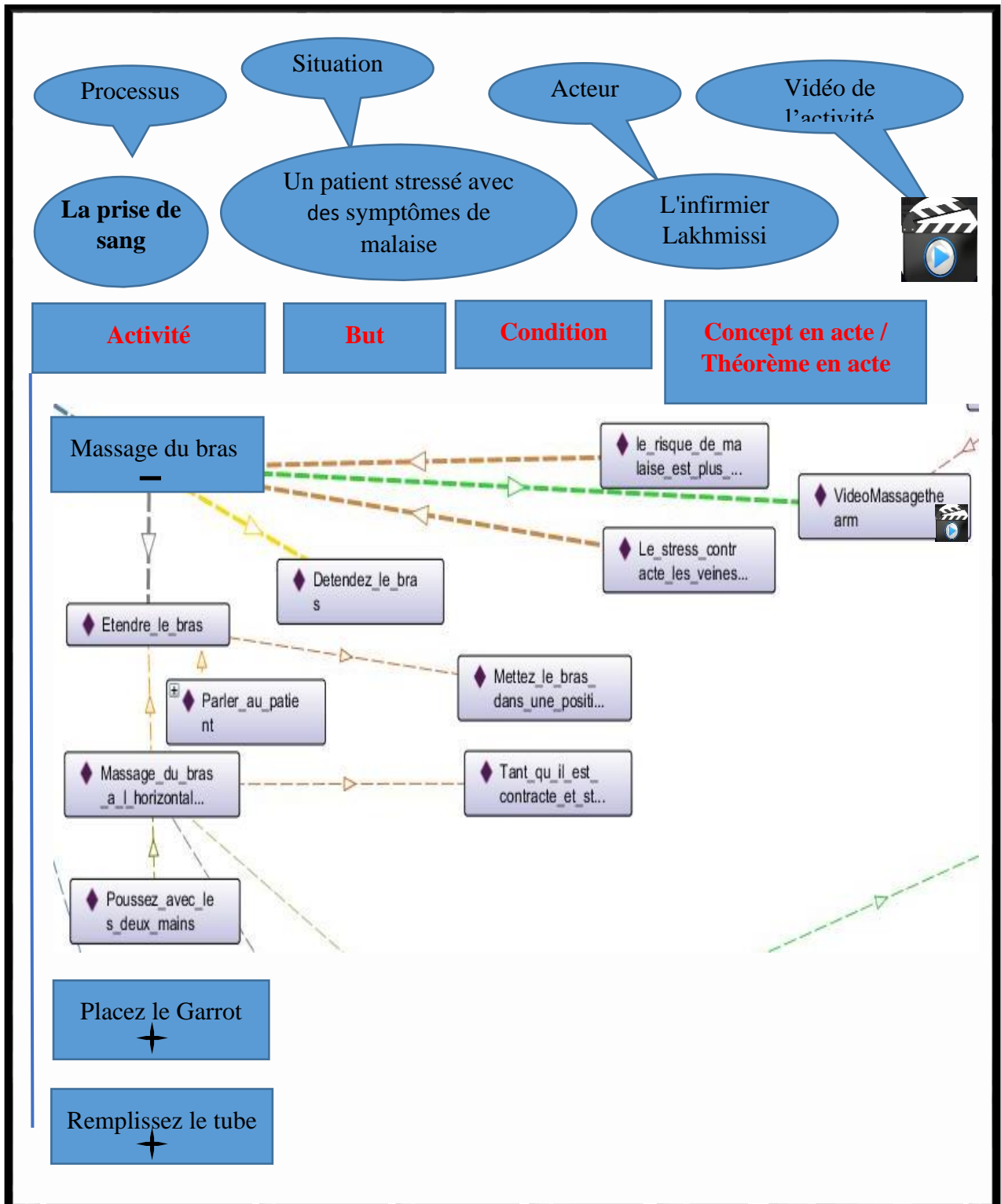


Figure 7.12 : Exemple de processus de transfert de la connaissance de la prise de sang

9 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons réalisé l'opérationnalisation du méta-modèle générique de la connaissance tacite et la mise en œuvre de l'approche proposée. La conception et la réalisation de l'ontologie sont réalisées selon une démarche descendante, où les concepts, les relations et les propriétés sont présentés pour caractériser les connaissances tacites du domaine étudié.

Une interface en java est développée pour faciliter le peuplement et la recherche des connaissances, et l'utilisation de l'ontologie est considérée comme moyen opérationnel pour représenter et partager des connaissances tacites, et ceci est dû au fait que l'utilisation d'ontologies offre plusieurs avantages : l'interopérabilité entre les systèmes, le partage des connaissances, la réutilisation du savoir sur un domaine.

Conclusions et perspectives

1 Conclusion générale

Dans le cadre de notre thèse, nous avons abordé le problème de l'acquisition et du transfert des connaissances tacites en examinant les quatre concepts fondamentaux qui constituent des discussions théoriques : comprendre la nature des connaissances tacites à travers les différentes définitions dans la littérature, les connaissances tacites peuvent-elles être explicitées, comment modéliser les connaissances tacites et enfin définir un modèle pouvant représenter ces connaissances afin qu'elles puissent être transférées à d'autres utilisateurs.

Notre recherche a commencé par examiner la littérature actuelle sur les connaissances et s'est concentrée sur les principales discussions autour des connaissances tacites. Nous avons commencé à examiner les différentes définitions de la connaissance tacite et les concepts liés à sa typologie et sa structure cognitive. Cette étude nous a permis d'identifier les caractéristiques et les composants de la connaissance tacite, ainsi que les techniques et les méthodes utilisées pour les expliciter.

En parcourant la littérature, nous avons pu montrer les processus cognitifs (analytiques et non-analytiques) qui permettent aux cliniciens de résoudre les problèmes de santé des patients. En outre une étude comparative détaillée des divers travaux ayant traité l'acquisition ou l'externalisation des connaissances tacites est présentée avec une illustration de la relation avec notre problématique.

La deuxième partie de la thèse consistait à formuler un cadre conceptuel qui tenterait de résoudre les problèmes explorés dans la revue de la littérature. Le cadre conceptuel était basé sur le point de vue de Polanyi pour proposer une approche et sur le théorème d'activité pour proposer le méta-modèle de la connaissance tacite. L'approche nous a aidé à atteindre la conscience subsidiaire de l'individu et à expliciter les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de son activité. Deux techniques utilisées pour expliciter ces connaissances et aider l'acteur à consolider son expérience sous forme de concepts de base.

Un appariement entre les éléments de la théorie de l'activité et les composants de la connaissance tacite nous a permis de proposer un méta-modèle qui représente les connaissances tacites mobilisées dans la réalisation de l'activité, et cela à travers une hiérarchie de quatre

concepts savoir-faire, savoir-que, situation et acteur. Le méta-modèle générique de la connaissance tacite est obtenu après le développement du concept savoir-faire avec la hiérarchie des concepts.

La conception et le développement de l'ontologie pour l'acquisition et le transfert des connaissances tacites sont mis en œuvre à travers le méta-modèle générique de la connaissance tacite. Des techniques et méthodes sont appliquées pour valider et évaluer cette ontologie, ce qui permet d'utiliser des raisonnements pour générer de nouvelles connaissances tacites.

2 Synthèse des contributions

Dans le cadre de notre thèse, Nous avons abordé la problématique de l'acquisition et le transfert des connaissances tacites. Du point de vue scientifique cela revient à proposer un cadre formel pour l'acquisition et le transfert des connaissances tacites et un prototype informatique implémentant ce modèle. Les principales contributions de la thèse sont :

- La recherche a permis de passer en revue la littérature philosophique et pratique sur les connaissances tacites. Cet examen a montré la structure cognitive et physique de la connaissance tacite.
- Une approche détaillée est proposée pour l'acquisition et le transfert de connaissances tacites en quatre étapes. Nous utilisons deux techniques l'entretien d'explicitation et l'auto-confrontation pour expliciter les connaissances tacites. Cette approche nous permet d'acquérir et de représenter des connaissances sous la forme de concepts de base.
- Modélisation des connaissances tacites dans un méta-modèle générale de la connaissance tacite permettant de formaliser les connaissances explicites et tacites mobilisées dans la réalisation de l'activité.
- En utilisant une approche descendante, une ontologie a été développée à partir d'une typologie du méta-modèle générale de la connaissance tacite, et nous avons évalué et validé cette ontologie dans le chapitre de la mise en œuvre.
- Une interface est développée en langage java. Elle est structurée selon les champs de la phase de reconstruction de l'activité détaillée dans l'approche proposée. Cette interface permet le peuplement de notre ontologie. Différentes formes de connaissances tacites enracinées dans les activités sont modélisées par différentes instanciations, chacune d'entre elles étant une spécialisation de l'ontologie, qui représente le subsidiaire de l'activité réalisée.
- Le modèle ontologique réduit les pertes des compétences et la mémoire opératoire de l'entreprise, en fournissant des techniques répondant aux besoins de formation ou de recherche sur une activité déterminée, par une liste convenable sur les activités mémorisées dans l'ontologie, détaillées avec les connaissances tacites exploitées dans leur réalisation.
- Le modèle ontologique proposé apporte une valeur ajoutée aux connaissances tacites, tout en générant de nouvelles connaissances par inférence que les acteurs ne

peuvent pas remarquer. Ces connaissances tacites générées peuvent être exploitées et mobilisées par les acteurs pour améliorer ou réaliser les activités de l'entreprise.

3 Perspectives

Le travail de recherche effectué ouvre de nouvelles perspectives, nous envisageons de :

- Proposer une approche permettant une automatisation quasi complète de la première phase de notre approche en alignant le contenu de la vidéo enregistrée sur l'interview d'explicitation. Dans ce cas, le rôle de l'expert sera de valider les résultats obtenus et la vidéo sera annotée par ces résultats, dans le but que le peuplement de notre ontologie se fait d'une façon automatique.
- Développer un algorithme d'inférence pour proposer de nouveaux processus à partir des instances de notre ontologie afin d'améliorer les activités ayant des connaissances tacites.
- Nous avons discuté dans les chapitres 2,4 et 5 de la nécessité de représenter la situation. C'est un concept qui englobe toutes les informations décrivant l'acteur cognitif, son environnement et l'activité dans laquelle il est impliqué, cet élément est essentiel pour l'exécution de l'activité, et la négligence de certains éléments de la situation engendre l'échec de l'activité. Pour cela nous proposons de considérer les travaux réalisés en modélisation des situations qui pourrait venir compléter notre modèle, et l'intégration d'un modèle de situation à notre modèle mérite d'être approfondie.

BIBLIOGRAPHIE

- Abidi, R., Manickam, S., (2002). Extracting case structures from XML-based electronic patient records: a knowledge engineering solution to augment case-based reasoning systems. *International Journal of Medical Informatics*, 68, 187–203.
- Abidi, S.S.R., Cheah, Y.N., Curran, J., (2005). A knowledge creation info-structure to acquire and crystallize the tacit knowledge of health-care experts. *IEEE Trans. Inf Technol. Biomed.* 9, 193–204. <https://doi.org/10.1109/TITB.2005.847188>.
- Asher, D., Popper, M., (2019). Tacit knowledge as a multilayer phenomenon: the “onion” model. *The Learning Organization*, Vol. 26 No. 3, pp. 264-275. <https://doi.org/10.1108/TLO-06-2018-0105>
- Ackoff, R.L, (1989). From Data to Wisdom. *Journal of Applied Systems Analysis*, Volume 16, p 3-9.
- AFNOR, (2005). Outils de management – Management des processus, Association Française de Normalisation, Norme FD X 50-176 AFNOR (ISO 9000).
- Akhavan, P., Shahabipour, A., Hosnavi, R., (2018). A model for assessment of uncertainty in tacit knowledge acquisition. *Journal of Knowledge Management.* 22, 413–431. <https://doi.org/10.1108/JKM-06-2017-0242>.
- Alavi, M., Leidner, D.E., (2001). Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *Management Information Systems Quarterly.* 25, 107–136. <https://doi.org/10.2307/3250961>.
- Albert, D.A., Munson, R., Resnik, M.D., (1988). Diagnosis. In: *Reasoning in Medicine: An Introduction to Clinical Inference*, pp. 181 210. John. Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Alencastro, L.D., Clair, C., Locatelli, I., Ebell, M.H., Senn, N., (2017). Raisonement clinique : de la théorie à la pratique... et retour. *Revue médicale suisse*, 13 : 986-989.
- Al-Mutawah, K., Lee, V., Cheung, Y., (2009). A new multi-agent system framework for tacit knowledge management in manufacturing supply chains. *Journal of Intelligent Manufacturing.* volume. 20, 593–610. <https://doi.org/10.1007/s10845-008-0142-0>.
- Amardeilh., F., (2007). *Web Sémantique et Informatique Linguistique : propositions méthodologiques et réalisation d'une plateforme logicielle*". Thèse de doctorat, Université Paris X- Nanterre.
- Ambrosini, V., Bowman, C., (2001). Tacit knowledge: Some suggestions for operationalization. *J Manage Stud.* 38(6):811–829. doi: 10.1111/1467-6486.00260.
- Anderson, J.R., (1983). *The Architecture of Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Antunes, Maria Thereza M., (2000). *Capital Intellectuel*. Sao Paulo: Atlas.
- Antunes, Maria Thereza M., Martins, E., (2007). Ressources humaines : capital social - Contrôle de la gestion des grandes entreprises brésiliennes. *Electronic Review of Management.* 13 (1), 1-22. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=401137456001>
- Argote, L., Ingram, P., (2000). Knowledge transfer: a basis for competitive advantage in firms. *Organizational behavior and human decision processes*, 82: 150-169.

- Argyris, C., Schön, D. A., (1996). *Apprentissage organisationnel – Théorie, méthode, pratique*, De Boeck Université, Bruxelles, Paris.
- Arling, P.A., Chun, M.W.S., (2011). Facilitating new knowledge creation and obtaining KM maturity. *Journal of Knowledge Management*. 15, 231–250. <https://doi.org/10.1108/13673271111119673>.
- Augier, M., Vendelo, M.T., (1999). Networks, cognition and management of tacit knowledge, *Journal of Knowledge Management*, Vol. 3 No. 4, pp. 252-61.
- Aussenac-Gilles, N., Charlet, J., Reynaud, C., (2012). Chapitre 7 - Les enjeux de l'Ingénierie des Connaissances, in *Information-Interaction-Intelligence : le point sur le I3*. Eds(s): Sèdes F., Ogier J-M., Marquis P., Toulouse : Cépaduès Editions, p 244-266.
- Aussenac-Gilles, N., Krivine, J., Sallantin, J., (1992). Editorial du numéro spécial Acquisition des connaissances. *Revue d'intelligence artificielle*, 6(2):7–18.
- Baader, F., (2003). *The description logic handbook: theory, implementation, and applications*. Cambridge university press.
- Bachimont, B., (2004). *Arts et Sciences du numérique : ingénierie des connaissances et critique de la raison computationnelle*. Mémoire d'HDR. Compiègne : Université de Technologie de Compiègne.
- Bandura, A., (1971). *Social Learning Theory*, General Learning Press, New York.
- Bandura, A., (1997). *Self Efficacy: The Exercise of Control*, W H Freeman, New York.
- Banning, M., (2008). Clinical reasoning and its application to nursing: Concepts and research studies, *Nurse Education in Practice* (2008) 8, 177–183
- Barney, J., (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99-120.
- Barnum, B.S., (1998). *Nursing Theory: Analysis*, fifth ed. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia.
- Belkadi, F., (2006). *Contribution au pilotage des compétences dans les activités de conception : De la modélisation des situations à la caractérisation des compétences*. Thèse de doctorat de l'université de Franche-Comté.
- Benner, P., (1984). *From Novice to Expert: Excellence and Power in Clinical Nursing Practice*. Addison-Wesley, Menlo Park, CA.
- Benner, P., Tanner, C., (1987). Clinical judgement: how expert nurses use intuition. *American Journal of Nursing*, 87, 23–31
- Berg, M., (2001). Implementing information systems in health care organisations: myths and challenges, *International Journal of Medical Informatics*. Vol. 64 143-156.
- Bhatt, G. D., (2001). Knowledge management in organisation: Examining the interaction between technologies, techniques, and people. *Journal of Knowledge management*, 5(1), 68-75.
- Bieber, M., Im, I., Rice, R., Goldman-Segall, R., Stohr, E., Hiltz, S. R., Preece, J., Turoff, M., (2002). Toward knowledge-sharing and learning in virtual professional communities. *Proceedings of the 35th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Bollinger, A.S., Smith, R.D., (2001). Managing organizational knowledge as a strategic asset. *Journal of Knowledge Management*, 5/1:8-18.

- Bonjour, E., Dulmet, M., (2002). Articulation entre pilotage des systèmes de compétences et gestion des connaissances. 1er colloque de gestion des compétences et des connaissances en génie industriel, Nantes, 12-13 décembre, pp 43-50.
- Boumane, A., Talbi, A., Tahon, C., et Bouami, D. (2006). Contribution à la modélisation de la compétence. 6e conférence internationale de Modélisation et Simulation, MOSIM'06, Rabat, Maroc, 3 – 5.
- Bouguyon, D., (2016). L'entretien d'explicitation appliqué à une tâche de compréhension de texte chez l'enfant. Sciences cognitives. Mémoire pour le certificat de capacité d'orthophoniste. Université Paris 6.
- Brunswik, E., (1956). Perception and the Representative Design of Psychological Experiments. University of California Press, Berkeley.
- Buchanan, B. G., (2005). A (Very) Brief History of Artificial Intelligence. AI Magazine, 26(4), 53. <https://doi.org/10.1609/aimag.v26i4.1848>
- Buckingham, C.D., Adams, A., (2000). Classifying clinical decision making: A unifying approach. Journal of Advanced Nursing, 32, 981-989.
- Burns, A., Higgs, J., (2000). Fostering clinical decision making in critical care. In: Higgs, J., Jones, M. (Eds.), Clinical Reasoning in the health Professions, second ed. Butterworth Heinemann, Oxford, pp. 298–304.
- Burns, N., Grove, S.K., (2005). Study Guide for the Practice of Nursing Research: Conduct, Critique, and Utilization. Saunders Elsevier, St. Louis, MO.
- Cader, R., Campbell, S., Watson, D., (2005). Cognitive Continuum Theory in nursing decision-making. Journal of Advanced Nursing. 49(4):397-405.
- Cambridge Semantic, (2019). Retrieved from <http://www.cambridgesemantics.com/semantic-university/rdfs-vs-owl>.
- Carnevale, F., (2001). How Do You Know What You Know? An Epistemological Analysis of Diagnostic Reasoning in Medicine. Research report: teaching scholars program. Faculty of Medicine, McGill University, Montreal, Quebec, Canada.
- Carnevali, D., (1984). The diagnostic reasoning process. In: Diagnostic Reasoning in Nursing (eds D. Carnevali, P. Mitchell, N. Woods & C. Tanner), pp. 25–57. J.B. Lippincott, New York, NY.
- Carper, B., (1978). Fundamental patterns of knowing in nursing. Advances in Nursing Science, 1, 13-23.
- Carr, D., (1981). Knowledge in practise. American Philosophical Quarterly. 18 (1), 53–65.
- Cawsey, A., (1998). The Essence of Artificial Intelligence, Prentice Hall Europe.
- Cazal, D., Dietrich, A., (2003). Gestion des compétences, savoirs tacites et production de connaissances, les cahiers de recherche CLAREE (Centre Lillois d'Analyse et de Recherche sur l'Evolution des Entreprises) UPRESA-CNRS 8020.
- Chen, Y.J., (2010). Development of a method for ontology-based empirical knowledge representation and reasoning. Decis. Support Syst. 50, 1–20. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2010.02.010>.
- Chergui, W., Zidat, S., Marir, F., (2018). An approach to the acquisition of tacit knowledge based on an ontological model. J. King Saud Univ. Comput. Inf. Sci., 1–11, in press.

- Chin, P.L., Kramer, M.K., (1999). *Theory and Nursing: Integrated Knowledge Development*, fifth ed. Mosby, St. Louis.
- Choo, C.W., (2006). *The knowing organization: How organizations use information to construct meaning, create knowledge and make decisions*. New York: Oxford University Press.
- Margolinas, C., (2014). *Connaissance et savoir. Concepts didactiques et perspectives sociologiques ?* *Revue Française de Pédagogie*, 188, 13-22.
- Coff, R.W., (1999). *How buyers cope with uncertainty when acquiring firms in knowledge intensive industries: caveat emptor*. *Organization Science*, 10(2): 144-161.
- Connolly, W. E., (2005). *Pluralism*: Duke University Press.
- Connolly, W. E., (2011). *A World of Becoming*: Duke University Press.
- Connolly, W. E., (2013). *The Fragility of Things: Self-Organizing Processes, Neoliberal Fantasies, and Democratic Activism*: Duke University Press.
- Cook, S.D.N., Brown, J.S., (1999). *Bridging epistemologies: the generative dance between organizational knowledge and organizational knowing*. *Organization Science*. 10,381–400. <https://doi.org/10.1287/orsc.10.4.381>.
- Corcoran, S., (1986a). *Decision analysis: a step-by-step guide for making clinical decisions*. *Nursing and Health Care*, 7,149–154.
- Corcoran, S., (1986b). *The planning by expert and novice nurses in cases of varying complexity*. *Nursing in Research and Health*, 9, 155–162.
- Coulet, J.C., (2019). *The organization activity: A foresight approach of theoretical knowledge evolution in management science*. *Technological Forecasting & Social Change*, 140, 160-168.
- Cowan, R., David, P.A., Foray, D., (2000). *The explicit economics of knowledge codification and tacitness*. *Industrial and Corporate Change*, 9(2), 211-253.
- Cranefiel, S., (2001). *Networked Knowledge Representation and Exchange using UML and RDF*, *Journal of Digital information*, vol 1, n°8.
- Crawford, V., (1991). *An Evolutionary Interpretation of Van Huyck, Battalio, and Beil's Experimental Results on Coordination*. *Games and Economic Behavior*, 3, pp. 25-59.
- Crow, R., Chase, J., & Lamond, D., (1995). *The cognitive component of nursing assessment: An analysis*. *Journal of Advanced Nursing*, 22, 206-212.
- Curtis, G., Cobham, D., (2002). *Business Information Systems: Analysis, Design and Practice*, Pearson Education Limited.
- Davenport, E., Cronin, B, (2000). *Knowledge management: semantic drift or conceptual shift?*. *Journal of Education for library and information Science*, 294-306.
- Davenport, T.H., Prusak, L, (1998). *Working Knowledge: How Organizations Manage What They Know*. Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Davenport, T.H., Prusak, L., (2003). *Conhecimento Empresarial: Como as Organizações Gerenciam Seu Capital*, 12th ed., Elsevier, Rio de Janeiro.
- Davis, R., Shrobe, H. E., and Szlovits, P., (1993). *What is knowledge representation?* *AI Magazine*, 14(1):17–33.

- Di Iorio, A., Rossi, D., (2018). Capturing and managing knowledge using social software and semantic web technologies. *Information Sciences*. 432, 1–21. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2017.12.009>.
- Dieng, R., Corby O., Giboins A., Golebiowska J., Matta N., Ribière M., (2000). *Méthodes et outils pour la gestion des connaissances*, Dunod, Paris.
- Dijksterhuis, A., Nordgren, L.F., (2006). A theory of unconscious thought. *Perspectives of Psychological Sciences*, 1, 95-109.
- Dinur, A., (2011). Tacit knowledge taxonomy and transfer: case-based research. *J. Behavioral and Applied Management*. 12, 246–281.
- Disterer, G., (2003). Fostering knowledge sharing: why and how? in Reis, A. and Isaias, P. (Eds), *Proceedings of the IADIS International Conference e-Society*, Lisbon, pp. 219-26.
- Djenab, B., (1999). La perception comme savoir tacite. Notes sur la théorie de Michel Polanyi. In (de) Fornel M., Quéré L., *La logique des situations*, Edition de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 339-347.
- Dörfler, V., Ackermann, F., (2012). Understanding intuition: The case for two forms of intuition. *Management Learning*, 43, 545-564.
- Doubilet, P., McNeil, B.J., (1988). Clinical decision making. In: *Professional Judgment: A Reader in Clinical Decision Making* (eds J. Dowie & A. Elstein), pp. 255–276. Cambridge University Press, Cambridge.
- Dowding, D., (2002). Interpretation of risk and social judgement theory. In *Clinical Decision Making and Judgement in Nursing* (Thompson C. & Dowding D., eds), Churchill Livingstone, Edinburgh, pp. 81–93.
- Dowie, J., Elstein, A., (1988). *Professional Judgement: A Reader in Clinical Decision Making*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Drucker, P., (1992). *Managing for the Future: The 1990s and Beyond*, Truman Talley Books, New York, NY.
- Eckardt, R., (2014). *Tacit Knowledge Transfer and Firm Growth: An Experience-Based Approach*, PhD Thesis, University of Massachusetts, Amherst.
- Eddy, D., Clayton, C., (1988). The art of diagnosis: solving the clinico-pathological exercise. In: *Professional Judgment: A Reader in Clinical Decision Making* (eds J. Dowie & A. Elstein), pp. 200–211. Cambridge University Press, Cambridge.
- Elstein, A.S., Bordage, G., (1988). Psychology of clinical reasoning. In: *Professional Judgment: A Reader in Clinical Decision Making* (eds J. Dowie & A. Elstein), pp. 109–129. Cambridge University Press, Cambridge.
- Elstein, A.S., Shulman, L.S., Sprafka, S.A., (1978). *Medical Problem Solving: An Analysis of Clinical Reasoning*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Engeström, Y., (1987). *Learning by expanding*, Helsinki Orienta-Konsultit Oy 368.
- Ermine, J.L., (2000). *Les Systèmes de connaissances*. Hermès sciences publication, Paris.
- Eva, K.W., (2005). What every teacher needs to know about clinical reasoning. *Medical education*, 39 1, 98-106.

- Fernández-López, M., (1999). Overview of methodologies for building ontologies. Proceedings of the IJCAI-99 workshop on Ontologies and Problem-Solving Methods (KRR5) Stockholm, Sweden, August 2, 1999.
- Ferrand, L., Holzemer, W., Schleutermann, J., (1982). A study of construct validity: simulations as a measure of nurse practitioners' problem-solving skills. *Nursing Research*, 31(1), 37–42.
- Ferras-Hernandez, X., and Nylund, P. A. (2019). Clusters as Innovation Engines: The Accelerating Strengths of Proximity. *European Management Review*, 16: 37– 53. <https://doi.org/10.1111/emre.12330>.
- Fischhoff, B., Beyth-Marom R., (1988). Hypothesis evaluation from a Bayesian perspective. In: *Professional Judgment: A Reader in Clinical Decision Making* (eds J. Dowie & A. Elstein), pp. 323–348. Cambridge University Press, Cambridge.
- Fowler, L.P., (1997). Clinical reasoning strategies used during care planning. *Clinical Nursing Resersch*. 6 (4), 349–359.
- Frenette-Leclerc, C.A., (2000). La dynamique des savoirs dans un service bénévole de soins palliatifs à domicile. Thèse de doctorat en science de l'éducation, Université de Montréal, Montréal.
- Funke J. (2017). How Much Knowledge Is Necessary for Action?. In: Meusburger P., Werlen B., Suarsana L. (eds) *Knowledge and Action. Knowledge and Space*, vol 9. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-44588-5_6
- Gal, Y., Kasturirangan, R., Pfeffer, A., Richards, W.A., (2009). A Model of Tacit Knowledge and Action. *Computational Science and Engineering. CSE '09. International Conference on*. 2009. 463-468. IEEE.
- Galegher, J., Kraut, R.E., Egido, C., (1990). The integration of distributed knowledge in collaborative medical diagnosis in Intellectual Teamwork. Eds. Mahwah. *Social and Technological Foundations of Cooperative Work.*, 221–242.
- Galvani, P., (2006). La conscientisation de l'expérience vécue : ateliers pour la recherche formation, in H. Bézille, B. Courtois (Eds.), *Penser la relation expérience-formation*, 156-170, Lyon : Chronique Sociale.
- Ganascia J.-G., (2006). *Les sciences cognitives*, Editions le pommier, 2006
- Gandon, F., (2002). Distributed artificial intelligence and knowledge management: Ontologies and multiagent systems for a corporate semantic web. Scientific Philosopher Doctorate Thesis in Informatics. INRIA and University of Nice - Sophia Antipolis.
- Gangemi, A., Guarino, N., Masolo, C., Oltramari, A., (2003). Sweetening WORDNET with DOLCE. *AI Magazine*, Vol. 24, N°3, pp.13–24.
- Garfinkel, H., (2007). *Recherches en ethnométhodologie*. PUF.
- Giarratano, J. C. et Riley, G. D. (2004). *Expert Systems: Principles And Programming*, 4th edition , Thomson Course Technology.
- Gill, J.H., (2000). *The Tacit Mode : Michael Polanyi's Postmodern Philosophy* Albany, NY : SUNY Press
- Gold, A.H., Malhotra, A., Segars, A.H., (2001). Knowledge Management: An Organizational Capabilities Perspective, *Journal of Management Information Systems* (18: 1), pp. 185-214.

- Goldman, G.M., (1990). The tacit dimension of clinical judgment. *Yale Journal of Biology and Medicine*. 63:47–61.
- Gore, C., Gore, E., (1999). Knowledge management: the way forward, *Total Quality Management*, Vol. 10 No. 4-5, pp. 554-60.
- Gourlay, S., (2002). Tacit Knowledge, Tacit Knowing or Behaving? 3rd European Organizational Knowledge, Learning, and Capabilities Conference, Athens, Greece, 5-6 April.
- Gourlay, S., (2006). Conceptualizing knowledge creation: a critique of Nonaka's theory. *Journal of Management Studies*. 43 (7), 1415-1436.
- Graham I.D., Logan J., Harrison M.B., Straus S.E., Tetroe J., Caswell W., Robinson N. (2006). Lost in knowledge translation: time for a map?. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*. 26(1): 13-24.
- Grant, R.M., (1996). Toward a knowledge-based theory of the firm. *Strategic Management Journal*, 17(Special Issue), 109-122.
- Grant, R.M., (1993). Organizational capabilities within a knowledge-based view of the firm. Paper presented at the Annual Meeting of the Academy of Management, Atlanta, Georgia.
- Greenhalgh, J., Flynn, R., Long, A.F., Tyson, S., (2008). Tacit and encoded knowledge in the use of standardised outcome measures in multidisciplinary team decision making: A case study of in-patient neuro-rehabilitation. *Social Science & Medicine*, 67, 1, 183–94. doi:10.1016/j.socscimed.03.006
- Greenwood, J., (1998). Establishing an international network on nurses' clinical reasoning. *Journal of Advanced Nursing*. 27, 843–847.
- Greenwood, J., King, M., (1995). Some surprising similarities in the clinical reasoning of 'expert' and 'novice' orthopaedic nurses: report of a study using verbal protocols and protocol analysis. *Journal of Advanced Nursing*. 22 (5), 907–915.
- Grene, M., (1977). Tacit knowing: grounds for a revolution in philosophy. *Journal of the British Society for Phenomenology*, 8, 164–171
- Gruber, T., (1993). A Translation Approach to Portable Ontology Specification, *Journal of Knowledge Acquisition —Special Issue: Current Issues in Knowledge Modelling*, Vol. 5, No. 2, 1993, pp. 199-220.
- Grundstein, M., (2002). De la capitalisation des connaissances au renforcement des compétences dans l'entreprise étendue. 1er Colloque du groupe de travail Gestion des Compétences et des Connaissances en Génie Industriel « Vers l'articulation entre Compétences et Connaissances ». Nantes, 12-13 décembre 2002
- Guarino, N., (1995). Formal ontology, conceptual analysis and Knowledge representation. *International journal human-computer studies* 43(1): 625-640.
- Haarslev, V., Hidde, K., Möller, R., Wessel, M., (2012). The RacerPro knowledge representation and reasoning system. *Semant. Web J.* 1, 1–5.
- Haber, R.N., (1969). *Information processing approaches to visual perception*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

- Hamm, R.M., (1988). Clinical intuition and clinical analysis expertise and the cognitive continuum. In *Professional Judgement: A Reader in Clinical Decision Making* (Dowie J. & Elstein A., eds), Cambridge University Press, Cambridge, pp. 78–109.
- Hammond, K.R., (1981). *Principles of Organization in Intuitive and Analytical Cognition*. Boulder, CO: Center for Research on Judgement and Policy, University of Colorado.
- Hammond, K.R., (1988). Judgement and decision making in dynamic tasks. *Information and Decision Technologies* 14, 3–14.
- Hammond, K.R., (1996). *Human Judgement and Social Policy: Irreducible Uncertainty, Inevitable Error*. Oxford University Press, New York.
- Hammond, K.R., (2000). *Judgment under stress*. New York, NY: Oxford University Press.
- Hammond, K.R., Stewart, T.R., Brehmer, B., Steinmann, D.O., (1975). Social judgement theory. In *Human Judgement and Decision Processes* (Caplan M.F. & Schwarth R., eds), Academic, New York, pp. 271–312.
- Haynes, R.B., (1993). Some problems in applying evidence in clinical practice. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 703, 224-225
- Henry, S.G., (2006). Recognizing tacit knowledge in Medical Epistemology. *Theor Med Bioeth* 27:87–213.
- Henry, S.G., (2010). Polanyi's tacit knowing and the relevance of epistemology to clinical medicine. *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 16,292-291.
- Herbig, B., Büssing, A., Ewert, T., (2001). The role of tacit knowledge in the work context of nursing. *Journal of Advanced Nursing*. 34(5):687–695. doi: 10.1046/j.1365-2648.2001.01798.x.
- Higgs, J., Jones. M., (2008). Chapter 1: Clinical decision making and multiple problem space. In J. Higgs, M.A. Jones, S. Loftus et N. Christensen(Eds.). *Clinical reasoning in the health profession* (3^e éd.)(p.3-17). Philadelphia: Elsevier.
- Hilaricus, J., (2009). *Transferts de pratique intra-organisationnelle : le cas de cinq entreprises multinationales 'françaises' et de leurs filiales au Brésil*. Thèse de doctorat en Sciences de gestion. CNAM – Université des Antilles et de la Guyane.
- Horvath, J.A., (1999). Tacit knowledge in the professions. In R. J. Sternberg & J. A. Horvath (Eds.), *Tacit knowledge in professional practice* (pp. ix-xiii). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
- Horvath, J.A., (2000). *Working with Tacit Knowledge*. The Knowledge Management Yearbook.
- Ingold Tim, (2013). *Making : Anthropology, Archaeology, Art and Architecture*. Londres, Routledge.
- Iqbal, R., Murad, M.A.A., Mustapha, A., Sharef, N.M., (2013). An Analysis of Ontology Engineering Methodologies: A Literature Review. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology* 6(16): 2993-3000.
- Irick, M., (2007). Managing Tacit Knowledge in Organizations. *Journal of Knowledge Management Practice*, 8(3).
- Jackson P., (1999). *Introduction to expert systems*, third edition, Addison-Wesley.
- Jacobson, R., (1990). Unobservable effects and business performance. *Marketing Science*, 9(1): 74-85.

- Jaeschke, R., Guyatt G. H., Sackett D. L., (1994). User's guide to the medical literature III. How to use an article about a diagnostic test: B. What are the results and will they help me in caring for my patients. *The Journal of the American Medical Association*, 271, 703–707.
- Jasimuddin, S.M, Klein, J.H, Connell, C., (2005). The paradox of using tacit and explicit knowledge: strategies to face dilemmas. *Management Decision*. 43(1):102–112. doi: 10.1108/00251740510572515.
- Jefford, E., Fahy, K., Sundin, D., (2011). Decision making theories and their usefulness to the midwifery profession both in terms of midwifery practice and the education of midwives. *International Journal of Nursing Practice*, 17, 246-253.
- Jessup, L.M., Valacich, J.S., (2003). *Information Systems Today*, Upper Saddle River, NJ, Prentice Hall.
- Jha, S.R., (2002). *Reconsidering Michael Polanyi's Philosophy*. Pittsburgh, PA, University of Pittsburgh Press.
- Johannessen, J., Olaisen, J., Olsen, B., (2001). Mismanagement of tacit knowledge: the importance of tacit knowledge, the danger of information technology, and what to do about it. *International Journal of Information Management*, Vol. 21, pp. 3-20.
- Johansen, M.L., O'Brien, J.L., (2016). Decision making in nursing practice: A concept analysis. *Nursing Forum*, 51, 40-48.
- Johnson-Laird, P.N., (1983). *Mental models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, MA: Harvard University Press/ Cambridge. UK: Harvard University Press.
- Kahneman, D., Klein, G., (2009). Conditions for intuitive expertise: A failure to disagree. *Journal of American Psychological Association*, 64,515-526
- Kakabadse, N.K., Kouzmin, A., Kakabadse, A., (2001). From tacit knowledge to knowledge management: leveraging invisible assets. *Knowledge and process management*. 8, 137–154. <https://doi.org/10.1002/kpm.120>.
- Kano-Kikoski, C., Kikoski, J.F., (2004). *The Inquiring Organization: Tacit Knowledge, Conversation, and Knowledge Creation: Skills for 21st Century Organizations*. Westport, CT: Praeger.
- Kassirer, J.P., (1994). A report card on computer-assisted diagnosis-the grade: C. *New England Journal of Medicine*, 331, 1238.
- Kassirer, J.P., Kopelman, R.I., (1991). *Learning clinical reasoning*. Baltimore: Williams & Wilkins.
- Kerlinger, F.N., Lee, H.B., (2000). *Foundations of Behavioural Research*, fourth ed. Harcourt College Publishers, Fort Worth, TX.
- Ketani, N., Mignet, D., Pare, P., Rosenthal-Sabroux, C., (1999). *De Merise à UML*, ed.Eyrolles, Paris.
- Khushf, G., (2013). A Framework for Understanding Medical Epistemologies. *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine*. 38 (5): 461–486. doi:10.1093/jmp/jht044. ISSN 0360-5310.
- Kleinmuntz, B., (1986). The scientific study of clinical judgment in psychology and medicine. In H. R. Arkes & K. R. Hammon, (Eds), *Judgment and decision making: An interdisciplinary reader*, Cambridge University Press.

- Krishnan, P, (2018). A Philosophical Analysis of Clinical Decision Making in Nursing. *Journal of Nursing Education*. 1; 57(2):73-78. doi: 10.3928/01484834-20180123-03.
- Kumar, A., (2006). Using Enhanced Concept Map for Student Modelling in a Model-Based Programming Tutor. In: Proc. of 19th International FLAIRS Conference on Artificial Intelligence, Melbourne Beach, FL.
- Kuutti, K., (1996). Activity theory as a potential framework for human-computer interaction research. In: Nardi, B.A. (Ed.), *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*. MIT Press, Cambridge, MA, pp. 17–44.
- Latour, B., (2005). *Changer de société – Refaire de la sociologie*, Paris : La Découverte (éd. originale, *Re-Assembling the Social. An Introduction to Actor-Network Theory*, Oxford : Oxford University Press).
- Le boterf, G., (2000). *Construire les compétences individuelles et collectives*, Paris, Editions d'Organisation.
- Leonard, N., Insch G.S., (2005). Tacit knowledge in academia: A proposed model and measurement scale. *Journal of Psychology Interdisciplinary and Applied*. 2005;139(6):495–512. doi: 10.3200/JRLP.139.6.495-512.
- Leontiev, A.N, (1974). « The problem of activity in psychology ». *Soviet psychology*. Winter 1974-75, 13, pp. 4-33.
- Letourneau, S., Jensen, L., (1998). Impact of a decision tree on chronic wound care. *Journal of Wound, Ostomy and Continence Nursing*, 25, 240–247.
- Levin, D.Z., Cross, R., (2004). The strength of weak ties you can trust: the mediating role of trust in effective knowledge transfer. *Management Science*, 50: 1477–1490.
- Lewis, R., (2007). Thinking straight. *Philosophy now*.
<http://www.philosophynow.org/issue51/51lewis.htm>.
- Liu, J., Liu, L., Xue, Y., Dong, J., Hu, Y., Hill, R., Guang, J., Li, C., (2017). Grid workflow validation using ontology-based tacit knowledge: A case study for quantitative remote sensing applications. *Comput. Geosci.* 98, 46–54.
<https://doi.org/10.1016/j.cageo.2016.10.002>.
- Liu, F., Maitlis, S., (2010). Non participant Observation. In Albert J. Mills, G. Durepos, & E. Wiebe (Eds.), *Encyclopedia of Case Study Research*. (pp. 610-612). Thousand Oaks, CA: SAGE Publications. Retrieved.
- Lorino, P., (2003). *Méthodes et pratiques de la performance*, Editions d'Organisation, Paris, ISBN : 2-7081-2928-7.
- Marr, B., Schiuma, G., Neely, A., (2003). Intellectual capital: defining key performance indicators for organisational knowledge assets, *Business Process Management Journal*, Vol. 10 No. 4.
- Marir, F. Watson, I. (1994). Case-based reasoning: a categorized bibliography, *The Knowledge Engineering Review*. Cambridge University Press, 9(4), pp. 355–381. doi: 10.1017/S0269888900007104.
- McAdam, R., Mason, B., McCrory, J., (2007). Exploring the dichotomies within the tacit knowledge literature: towards a process of tacit knowing in organizations. *J Knowledge Manage.* 11(2):43–59. doi: 10.1108/13673270710738906. p.46.

- McDonald, C.J., (1996). Medial heuristics: The silent adjudicators of clinical practice. *Annals of Internal Medicine*, 124, 56-62.
- Mládková L. (2011), *Sharing of Tacit Knowledge in Organizations in the Czech Republic*. Global Conference on Business and Finance Proceedings. San Jose, Costa Rica. May 24-27, 2011. ISSN 1931-0285.
- Nendaz, M., Charlin, B., Leblanc, V. et Bordage, G. (2005). Le raisonnement clinique : données issues de la recherche et implications pour l'enseignement. *Pédagogie médicale*, 6,235-254.
- Mezghani, E., Exposito, E., Drira, K., (2016). A collaborative methodology for tacit knowledge management: application to scientific research. *Future Generation Computer Systems*. 54, 450–455. <https://doi.org/10.1016/j.future.2015.05.007>.
- Michel, S., (1993). *Sens et contresens des bilans de compétences*, Editions Liaisons, Paris.
- Miller, P., (1998). *The Power of What You Know*. London: Random House.
- Nestor-Baker, N.S., Hoy, W.K., (2001). Tacit knowledge of school superintendents: Its nature, meaning, and content. *Educational Administration Quarterly*, 37 (1), 86-129.
- Newell, A., (1982). The knowledge level. *Artificial Intelligence*, 18(1):87–127.
- Nightingale, F., (1860). *Notes on nursing. What it is, and what it is not*. New York, NY: D. Appleton and Company.
- Niles, I., Pease, A., (2001). Towards a standard upper ontology. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Formal Ontology in Information Systems* pp. 2–9.
- Nkambou R., Mizoguchi R., Bourdeau J., (2010). *Modeling the Domain: An Introduction to the Expert Module*, *Advances in Intelligent Tutoring Systems*, vol. 308, pp. 15–32, Springer- Heidelberg.
- Noh, J.B., Lee, K.C., Kim, J.K., Lee, J.K., Kim, S.H., (2000). A case-based reasoning approach to cognitive map-driven tacit knowledge management. *Expert Systems with Application*. 19, 249–259. [https://doi.org/10.1016/S0957-4174\(00\)00037-3](https://doi.org/10.1016/S0957-4174(00)00037-3).
- Nonaka, I., (1991). The knowledge-creating company. *Harvard Business Review*, 69, 6, 96—104.
- Nonaka, I., (1994). A dynamic theory of organizational knowledge creation. *Organization Science*. 5 (1), 14–37.
- Nonaka, I., Takeuchi, H., (1995). *The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, New York.
- Nonaka, I., Takeuchi, H., (1997). *La connaissance créatrice. La dynamique de l'entreprise apprenante*. Bruxelles: De Boeck Université.
- Nonaka, I., Toyama, R., Konno, N., (2000). SECI, Ba and leadership: a unified model of dynamic knowledge creation. *Long Range Planning*. 33, 5–34. [https://doi.org/10.1016/S0024-6301\(99\)00115-6](https://doi.org/10.1016/S0024-6301(99)00115-6).
- Offredy, M., (1998). The application of decision-making concepts by nurse practitioners in general practice. *Journal of Advanced Nursing*, 28(5), 988–1000.
- OMG., (2003a). *Documentation de l'OMG, Unified Modeling Language (UML) Specification: Infrastructure, version 2.0, 2003*. <http://www.omg.org/docs/ptc/03-09-15.pdf>.

- OMG., (2003b). Documentation de l'OMG, Unified Modeling Language (UML) Specification: Superstructure, version 2.0, 2003. <http://www.omg.org/docs/ptc/03-08-02.pdf>.
- Paquette, G., (2002). Modélisation des connaissances et des compétences : Un langage graphique pour concevoir et apprendre, Presses de l'Université du Québec.
- Paquette, G., De la Teja, I., Lundgren-Cayrol, K., Léonard M., Ruelland, D., (2003). La modélisation cognitive, un outil de conception des processus et des méthodes d'un campus virtuel. *Revue canadienne d'éducation à distance*, 17(3), 4-28.
- Pastré, P., (2011). La didactique professionnelle. Approche anthropologique du développement chez les adultes, Paris: PUF.
- Patel, A., Jain, S., (2018). Formalisms of Representing Knowledge. *Procedia Computer Science*, 125, 542–549.
- Patel, V.L., Arocha, J.F., Kaufman, D.R., (1999). Expertise and tacit knowledge in medicine. In: *Tacit Knowledge in Professional Practice* (eds R.J. Sternberg & J.A. Horvath), pp. 75–99. Mahwah, NJ, US: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Patel, V.L., Groen, G.J., (1986). Knowledge-based solution strategies in medical reasoning. *Cognitive Science*, 10, 91-116.
- Patel, V.L., Kaufman, D. R., (1995). Clinical reasoning and biomedical knowledge: implications for teaching. In: Higgs, J., & Jones, M. (Eds.). *Clinical reasoning in the health professions* (pp. 117-128). Oxford UK: Butterworth-Heinemann.
- Pearson, H., (2013). Science and intuition: Do both have a place in clinical decision making? *British Journal of Nursing*, 22, 212-215.
- Pépiot, G., Cheikhrouhou, N., Furbringer, J.M., Glardon, R., (2007). UECML: unified enterprise competence modelling language. *Comput. Ind.* 58, 130–142. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2006.09.010>.
- Perrenoud, Ph., (2001). Construire un référentiel de compétences pour guider une formation professionnelle. Université de Genève, Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation. Consulté sur : http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/php_2001/2001_33.html.
- Phatak, O., (2019). Applications of Artificial Intelligence. Buzzle Web Portal: Intelligent Life on the Web, 13 Mars 2019. [Online]. Consulté sur : <https://techspirited.com/applications-of-artificial-intelligence>
- Piaget, J., (1975). L'équilibration des structures cognitives. Problème central du développement. Paris : PUF.
- Piaget, J., (1974). La prise de conscience. Paris : PUF.
- Polanyi, M., (1958). *Personal Knowledge – Toward a Post-Critical Philosophy*, The University of Chicago Press, Chicago, corrected ed. 1962.
- Polanyi, M., (1961). Faith and Reason, *the Journal of Religion* 41.4, p. 241-242.
- Polanyi, M., (1966). *The Tacit Dimension*. Routledge & Kegan Paul, London.
- Polanyi, M., (1967). *The Tacit Dimension* London: Routledge
- Polanyi, M., (1969). *Knowing and Being* Chicago : University of Chicago Press

- Polanyi, M., (1975). *Meaning* (with Harry Prosch) Chicago : University of Chicago Press
- Pomian, J., Roche, C., (2002). *Connaissance Capitale : Management des connaissances et organisation du travail*. Paris, Editions Sapiientia et l’Harmattan.
- Poveda-Villalón, M., Suárez-Figueroa, M. C., et Gómez-Pérez, A., (2012). Validating ontologies with OOPS! In *Knowledge Engineering and Knowledge Management*, pages 267–281. Springer. http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-33876-2_24.
- Prax, J.-Y., (2000). *Le Guide du Knowledge Management : Concepts et Pratiques de la Gestion des Connaissances*, Paris : Editions Dunod.
- Prax, J.-Y., (2012). *Le manuel du Knowledge Management* (3ème édition). Dunod
- Putzier, D., Padrick, K., Westfall, L., Tanner, C., (1985). Diagnostic reasoning in critical care. *Heart and Lung*, 14, 430–437.
- Quartey, SH. (2019). Knowledge and sustainable competitive advantage of the Eyre Peninsula's fishing industry in Australia. *Knowledge and process management*. 26: 86– 97. <https://doi.org/10.1002/kpm.1592>
- Quillian, M. R., (1968). Semantic memory. In M. Minsky (Ed.), *Semantic information processing* (pp. 216-270). Cambridge, MA: MIT Press.
- Rao, S.S., Nayak, A., (2017). Enterprise ontology model for tacit knowledge externalization in sociotechnical enterprises. *Interdisciplinary Journal of Information, Knowledge, and Management*, 12, 99-124.
- Raphaël Gazzotti, Olivier Corby, Catherine Faron Zucker. Un validateur d'ontologies par rapport à des profils OWL implémenté dans le langage STTL. PFIA 2017 - Atelier OWL Reasoning in Practice, Plate-Forme Intelligence Artificielle, Jul 2017, Caen, France.
- Rashotte, J., Carnevale, F.A., (2004). Medical and nursing clinical decision-making: A comparative epistemological analysis. *Nursing Philosophy*, 5, 160-174.
- Ravetz, J. R., (1971). Scientific Knowledge and its Social Problems. *Philosophical Quarterly*. 23 (92):274-276.
- Ray T., Clegg S., (2007). Can we make sense of knowledge management's tangible rainbow? A radical constructivist alternative. *Prometheus* 25(2): 161-185. doi:10.1080/08109020701342249
- Reber, A.S., (1993). *Implicit Learning and Tacit Knowledge: An Essay on the Cognitive Unconscious*, New York: Oxford University Press.
- Reed, R., Defillipi, R.J., (1990). ‘Causal ambiguity barriers to imitation and sustainable competitive advantage’. *Academy of Management Review*, 15, 1, 88—102.
- Ribeiro, R., (2013). Tacit knowledge management. *Phenomenology and the Cognitive Sciences*. 12, 337–366. <https://doi.org/10.1007/s11097-011-9251-x>.
- Richard, J.-F., (2004). *Les activités mentales. De l’interprétation de l’information à l’action*. Paris. Armand Colin.
- Richard, M., (2017). *Apports de la modélisation ontologique pour le partage des connaissances en psychiatrie*. thèse de doctorat de l’université pierre et marie curie.
- Rosário, C., Kipper, L., Frozza, R., Mariani, B., (2015). Methodology for acquisition of collective tacit knowledge used in diagnosis of defect cause in industrial processes, *VINE*, Vol. 45 Iss 1 pp. 22 – 45. <http://dx.doi.org/10.1108/VINE-03-2013-0013>

- Rowley J., (2007). The wisdom hierarchy: representations of the DIKW hierarchy. *Journal of Information and Communication Science*. 33 (2): 163–180. doi:10.1177/0165551506070706
- Ryle, G., (1946). *Knowing How and Knowing That, Collected Essays, 1929–1968*, vol.2, Bristol: Thoemmes, 1971 (1990), pp. 212–225; first published in *Proceedings of the Aristotelian Society*, vol. 46.
- S'liwa, M., Patalas-Maliszewska, J., (2015). Model of converting tacit knowledge into explicit knowledge on the example of R & D department of the manufacturing company, including evaluation of knowledge workers' usefulness. *Journal of Theoretical and Applied Computer Science*. 9, 25–34.
- Sackett, D. L., Rosenberg, W. M. C., Gray, J. A. M., Haynes, R. B., & Richardson, S., (1996). Evidence based medicine: What it is and what it isn't. It's about integrating individual clinical expertise and the best external evidence. *British Medical Journal*, 312(7023), 71-72.
- Samurçay, R., Rabardel, P., (2004). Modèles pour l'analyse de l'activité et des compétences, propositions. In R. Samurçay & P. Pastré (Eds.), *Recherches en didactique professionnelle* (pp. 163-180). Toulouse : Octarès.
- Sanchez, R., Heene A., (2010). Grande théorie et théorie intermédiaire en stratégie : une perspective épistémologique », *Revue française de gestion*, vol. 36, n° 204, p. 105-125.
- Sandahl, K., (1994). Transferring knowledge from active expert to end-user environment, *Knowledge Acquisition* 6 (1), 1-21.
- Schrader, B., Fischer, D., (1986). Using intuitive knowledge to make clinical decisions. *Journal of Maternal Child Nursing*, 11, 161-162.
- Schreiber, G., (2000). *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*. MIT Press.
- Schreiber, G., Akkermans, H., Anjewierden, A., de Hoog, R., Shadbolt, N., de Velde, W.V., Wielinga, B., (1999). *Knowledge Engineering and Management: The CommonKADS Methodology*, MIT Press, Massachusetts.
- Schreiber, G., Wielinga, B., Hoog de, R., Akkermans, H., Van de Velde, W., (1994). CommonKADS: a comprehensive methodology for KBS development. *IEEE Expert*, 9(6), December 1994.
- Schultze, U., Stabell, C., (2004). Knowing what you don't know? Discourses and contradictions in knowledge management research. *Journal of Management Studies*, 41(4), 549-573.
- Seidler-de Alwis R., Hartmann E., (2008). The use of tacit knowledge within innovative companies: knowledge management in innovative enterprises. *Journal of Knowledge Management*. 12 : 133-147.
- Selamat, M.H., Choudrie, J., (2004). The Diffusion of Tacit Knowledge and its Implications on Information Systems: The Role of Meta-Abilities, *Journal of Knowledge Management*. 8: 128–139.
- Sen Y., (2019). Knowledge as a Valuable Asset of Organizations: Taxonomy, Management and Implications. In: Machado C., Davim J. (eds) *Management Science. Management*

- and Industrial Engineering. Springer, Cham, https://doi.org/10.1007/978-3-030-13229-3_2
- Shah, N., Musen, M., (2009.) *Ontologies for Formal Representation of Biological Systems*. Handbook on ontologies. Springer 2nd ed. 445-461 p. ISBN 3540709991.
 - Shamian, J., (1991). Effect of teaching decision analysis on student nurses' clinical intervention decision making. *Research in Nursing and Health*, 14, 59–66.
 - Shamsie, J., Mannor, M.J., (2013). Looking Inside the Dream Team: Probing into the Contributions of Tacit Knowledge as an Organizational Resource. *Organization Science*, 24, (2), pp.513-529.
 - Shearer, R., Motik, B., Horrocks, I., (2008). Hermit: A highly-efficient owl reasoner. In *OWLED*, volume 432. <https://www.cs.ox.ac.uk/boris.motik/pubs/smh08Hermit.pdf>.
 - Simmons, B., Lanunza, D., Fonteyn, M., Hicks, F., Holm, K., (2003). Clinical reasoning strategies in experienced nurses. *West. J. Nursing Research*. 25 (6), 701–719.
 - Sirin, E., Parsia, B., Grau, B. C., Kalyanpur, A., Katz, Y., (2007). Pellet: A practical owl-dl reasoner. *Web Semantics: science, services and agents on the World Wide Web*, 5(2) :51–53. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1570826807000169>.
 - Smith, A., Goodwin D, Mort M, Pope C., (2003). Expertise in practice: An ethnographic study exploring acquisition and use of knowledge in anaesthesia. *British Journal of Anaesthesia*. 91(3):319–328. doi: 10.1093/bja/aeg180.
 - Sobol, M.G., Let, D., (1994). Environment, manufacturing technology and embedded knowledge. *International Journal of Human Factors in Manufacturing*, 4, 2, 167—89.
 - Sowa, J.F., (2006). Semantic Networks. *Encyclopedia of Cognitive Science* . <https://doi.org/10.1002/0470018860.s00065>.
 - Sowa, J.F., (1984). *Conceptual Structures: Information Processing in Mind and Machine*. Reading, MA: AddisonWesley.
 - Spender, J.-C., (1993). Competitive advantage from tacit knowledge? Unpacking the concept and its strategic implication. *Best Paper Proceedings, Annual Meeting of the Academy of Management, Atlanta, Georgia*.
 - Staab, S., Studer, R., (2009). *Handbook on ontologies"*. Springer 2nd ed. , 830 p. ISBN 3540709991.
 - Sternberg, R.J., (1994). Tacit knowledge and job success. In Anderson, N. and Herriot, P. (Eds), *Assessment and Selection in Organizations: Methods and Practice for Recruitment and Appraisal*. London: John Wiley, 27—39.
 - Sternberg, R.J., (1998). Enhancing education for immigrants: The role of tacit knowledge. *Educational Policy*, 12 (6), 705-718.
 - Sternberg, R.J., (1999). What do we know about tacit knowledge? Making the tacit become explicit. In R. J. Sternberg & J. A. Horvath (Eds.), *Tacit knowledge in professional practice* (p. 231-236). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates.
 - Sternberg, R.J., Horvath, J.A., (1995). A prototype view of expert teaching. *Educational Researcher*, 24, 9-17.
 - Sternberg, R.J., Wagner, R.K., (1985). Practical intelligence in real-world pursuits. The role of tacit knowledge. *J. Pers. Soc. Psychol.* 49, 436–458. <https://doi.org/10.1037>

- Suchman, L., (1995). Making work visible. *Communications of the Association for Computing Machinery*, 38, 56–64.
- Suppiah V., Sandhu M. S., (2011). Organisational Culture's Influence on Tacit Knowledge-Sharing Behaviour. *Journal of Knowledge Management* 15, no.3: 462-477.
- Sveiby, K.E., (1997). *The New Organizational Wealth: Managing and Measuring Knowledge-Based Assets*. San Francisco.
- Swartz M.H., (1998). The interviewer's questions; Diagnostic reasoning in physical diagnosis. In: *Textbook of Physical Diagnosis: History and Examination*, 3rd edn. pp. 3–26, 667–680. W.B. Saunders, Philadelphia, PA.
- Szulanski, G., Ringov, D., Jensen, R. J., (2016). Overcoming stickiness: How the timing of knowledge transfer methods affects transfer difficulty. *Organization Science*, 27(2), 304-322.
- Tanner C., Padrick K., Westfall L., Putzier D., (1987). Diagnostic reasoning strategies of nurses and nursing students. *Nursing Research*, 36, 358–363.
- Tardif, J., (2006.) *L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*, Montréal : Chenelière Education.
- Theureau, J., (2010). Les entretiens d'auto confrontation et de remise en situation par les traces matérielles et le programme de recherche « cours d'action ». *Rev. d'anthropologie des connaissances* 4 (2), 287. <https://doi.org/10.3917/rac.010.0287>.
- Thomas, W.I., (1923). *Standpoint for behavior analysis*, Little Brown and Company, Boston, 1923 ref. internet <http://www.umsl.edu/~rkeel/general/010/withomasdefsit.html>
- Thompson, C., (1999). A conceptual treadmill: the need for 'middle ground' in clinical decision-making theory in nursing. *Journal of Advanced Nursing*, 30, 1222–1229
- Thompson, C., Dowding, D., (2002). *Decision-making and judgment in nursing*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone.
- Thornton, T., (2006). Tacit knowledge as the unifying factor in evidence based medicine and clinical judgement. *Philosophy, Ethics, and Humanities in Medicine*. 1:2–11. doi: 10.1186/1747-5341-1-2.
- Tiffen, J., Corbridge, S.J., Slimmer, L., (2014). Enhancing clinical decision-making: Development of a contentious definition & framework. *Journal of Professional Nursing*, 30, 399-405.
- Tiwari, K., (2002). Rice Production and Nutrient Management in India, *Better Crops International*, vol. 16, pp. 18-22.
- Tsarkov, D., Horrocks, I., (2006). Fact++ description logic reasoner : System description. In Furbach, U. et Shankar, N., editors, *Automated Reasoning*, volume 4130 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 292–297. Springer Berlin Heidelberg. http://dx.doi.org/10.1007/11814771_26.
- Tsoukas, H., (2011). How should we understand tacit knowledge? A phenomenological view. In: Easterby- Smith M and Lyles MA (Eds.). *Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management*. Oxford: Blackwell.
- Tsoukas, H., (2003). Do We Really Understand Tacit Knowledge?. in M. Easterby-Smith and M. Lyles (eds), *The Blackwell Handbook of Organizational Learning and Knowledge Management*, Oxford: Blackwell, pp. 410–27.

- Turing, A.M, (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, vol. 59, pp. 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- Tversky, A., Kahneman, D., (1974). Judgement under uncertainty: Heuristics and biases. *Science*, 185, 1124-1131.
- Vergnaud, G. (1985). Concepts et schèmes dans une théorie opératoire de la représentation, *Psychologie française*, 30(3-4), pp. 29-42.
- Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels, *Recherches en didactique des mathématiques*, 10(2-3), pp. 134-169.
- Vergnaud, G. (1998). Au fond de l'action, la conceptualisation. In J.-M. Barbier (dir.), *Savoirs théoriques et savoirs d'action*. Paris: Presses universitaires de France.
- Vergnaud, G., (2007). Représentation et activité : deux concepts étroitement associés, *Rech. en éducation* 9–22.
- Vergnaud, G., (1981). Quelques orientations théoriques et méthodologiques des recherches françaises en didactique des mathématiques, *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol.2, n°2, pp. 215-232
- Vergnaud, G. (1999). Le développement cognitif de l'adulte. In P. Carré & P. Caspar (dir.), *Traité des sciences et des techniques de la formation*. Paris: Dunod, p. 189-203.
- Vermersch, P., (1990). Questionner l'action : l'entretien d'explicitation. *Psychologie Française*, 35 (3), 227-235
- Vermersch, P., (1994). L'entretien d'explicitation. *Collection Pédagogies*, ESF Editeur, Paris.
- Vermersch, P., (1996), Pour une psycho phénoménologie (1), *Explicititer* n° 13, p. 1-6,
- Vermersch, P., (2001), *Psycho phénoménologie de la réduction*. *Explicititer* n° 42.
- Vernadat, F., (1999). *Techniques de Modélisation en Entreprise : Application aux Processus Opérationnels*. Paris, Economica, Collection Gestion.
- Villejoubert, G., Le Floch, V., (2010). Jugement et prise de décision état de l'art et méthodes d'aide à la prise de décision en milieu professionnel. In P. Morchain, & A. Somat (Eds.), *La psychologie sociale : Applicabilité et applications* (pp. 189-214). Rennes, Presses Universitaires de Rennes.
- Virtanen, I., (2011). Externalization Of Tacit Knowledge Implies A Simplified Theory of Cognition. *Journal of Knowledge Management Practice*, 12(3).
- Virtanen, I., (2014). *How Tacit Is Tacit Knowledge? : Polanyi's Theory of Knowledge and Its application in the Knowledge Management Theories'*, PhD Thesis, University of Tampere.
- Vizcaino, A., Soto, J.P., Portillo, J., Piattini, M., (2007). A Multi-agent Model to Develop Knowledge Management Systems, in: *40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2007. HICSS 2007*. Presented at the 40th Annual Hawaii International Conference on System Sciences, 2007. HICSS 2007, p. 203b.
- Vogel, C., (1991). Expression langagière de l'expertise : problèmes d'analyse. *Intellectica* 12(2), 65–100.
- Von Krogh, G., Ichijo, K., Nonaka, I., (2000). *Enabling Knowledge Creation: How to Unlock the Mystery of Tacit Knowledge and Release the Power of Innovation*. Oxford, U.K.: Oxford University Press.

- Vygotsky, L.S., (1978). *Mind in Society. The Development of Higher Psychological Processes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- W3C SPARQL Working Group, (2013). SPARQL query language for RDF. <https://www.w3.org/TR/2013/REC-sparql11-query-20130321/>
- Walsh, J.P., Ungson, P., (1991). Organizational memory. *Academy of Management Review*, 16(1), pp. 57-90
- Wang D., Tang, WH., Wu, QH., (2010). Ontology-based fault diagnosis for power transformers. , " IEEE PES General Meeting, Providence, RI, pp. 1-8. doi: 10.1109/PES.2010.5589575
- Warren J.B., Yoder L.H., Young-McCaughan, S., (1999). Development of a decision tree for support surfaces: a tool for nursing. *MedSurg Nursing*, 8(4), 239–248.
- Weick, K.E., (1995). *Sensemaking in Organizations*. Sage Publications.
- Wielinga, B., Schreiber, A., Breuker, J., (1992). KADS: a modelling approach to knowledge engineering. *Knowledge Acquisition* 4(1), 5–53.
- Wigton, R.S., Hoellerich, V.L., Patil, K.D., (1988). How physicians use clinical information in diagnosing pulmonary embolism: an application of conjoint analysis. In: *Professional Judgment: A Reader in Clinical Decision Making* (eds J. Dowie & A. Elstein), pp. 130–149. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wyatt, J.C., (2001). Management of explicit and tacit knowledge. *The Journal of Royal Society of Medicine*, 94, 6–9.
- Xu, M. (2019) Design of Enterprise Training Model Based on Dynamic Knowledge Creation. *American Journal of Industrial and Business Management* , 9 , 1761-1771. doi: 10.4236 / ajibm.2019.99115 .
- Yeh, Y. M. C., (2005). The Implementation of Knowledge Management System In Taiwans Higher Education. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 2(9). doi: 10.19030/tlc.v2i9.1861.
- Yoshioka-Maeda, K, Murashima, S, Asahara, K., (2006). Tacit knowledge of public health nurses in identifying community health problems and need for new services : A case study. *Int J Nurs Stud*. 43(7):819–826. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2005.11.001.
- Zeleny, M., (1987). Management Support Systems: Towards Integrated Knowledge Management. *Human Systems Management*, 7(1987)1, pp. 59-70.
- Zhang, C., Tang, D., Liu, Y., You, J., (2008). A Multi-agent Architecture for Knowledge Management System, in: *Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery. FSKD '08*. Presented at the Fifth International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, 2008. FSKD '08, pp. 433–437.