

## Cycle de vie, maturité et dynamique de la connaissance : des informations aux cognitons de l'Entreprise Apprenante.



**Patrick Serrafero**

Consultant en Knowledge Management  
KAD/KAM International, 17 chemin du Petit Bois, F-69130 Lyon-Ecully  
Tel: 06.12.41.53.94, Fax: 04.72.86.91.55,  
E-mail: patrick.serrafero@indexa.fr

***Résumé :** A l'heure où les techniques et méthodes du « Knowledge Management » se déploient dans les grandes organisations industrielles performantes, ce papier introduit un certain nombre de concepts permettant de comprendre des notions difficiles ou confuses telles que le cycle de vie, le niveau de maturité et la dynamique des connaissances d'une organisation. Les concepts de donnée, connaissance et information, souvent confondus, sont clarifiés. Le concept de cogniton et sa table Knova de classification sont présentés ainsi que l'outil opérationnel Cygma, dénommé Bréviaire de Connaissance, pour la classification statique des cognitons d'une compétence métier donnée. Enfin, le microscope Ecri de la connaissance, véritable outil de maîtrise de la complexité cognitive, est introduit. Il sert de cadre de présentation aux aspects dynamiques de la connaissance tels que le cycle de vie Knova du cogniton en 10 étapes et les 7 niveaux de maturité des organisations en « Knowledge Management ».*

**Mots-clefs :** Knowledge Management, base de connaissance, Conception Assurée par les Connaissances, assurance qualité, cycle de vie des connaissances, méthodologie cognitive, conception routière, conception innovante.

**A propos de l'Auteur :** Après avoir terminé sa formation d'ingénieur à l'Ecole Centrale de Lyon et aux Etats Unis à l'Université Cornell, Patrick Serrafero démarre sa carrière chez MICHELIN puis SCHEIDER Electric avant de fonder, en 1988, KADE-TECH, société de service spécialisée en « Knowledge Management » appliqué aux connaissances industrielles des Bureaux d'Etudes et d'Ingénierie. En 2000, KADE-TECH rejoint le groupe CEGOS afin de déployer ses outils et méthodologies Kadviser et Cygma à l'échelle européenne. Consultant et PDG du cabinet KAD/KAM International spécialisé en « Conception Assurée par les Connaissances » et fondateur du site [www.iknova.com](http://www.iknova.com) en charge de la promotion du « Génome Cognitif », Patrick Serrafero contribue par ailleurs au développement de start-up au service de l'Ingénierie Numérique, notamment comme administrateur des sites [www.indexa.fr](http://www.indexa.fr), [www.sia.fr](http://www.sia.fr) et [www.dBstop.com](http://www.dBstop.com). Auteur de nombreux articles en Knowledge Management appliqué aux connaissances industrielles, il intervient aussi régulièrement dans la cadre de la formation des élèves-ingénieurs d'une dizaine d'établissements européens d'Enseignement Supérieur.

## 1. - Introduction

Dans le cadre des concepts émergents de "Knowledge Management" et d'Entreprise Apprenante, ce papier introduit les notions de cycle de vie, de niveau de maturité et de dynamique des connaissances.

Il se situe dans le contexte des industries manufacturières, plus particulièrement centré sur les savoir-faire d'ingénierie utilisés dans les Bureaux d'Etudes et Méthodes [GIR 96], [SEP 98] et relatifs à la conception des "6P" :

- **"plant design"**: conception d'usines et d'ateliers de fabrication (ex: usine d'assemblage de l'Airbus A3XX, atelier de ferrage automobile, atelier de production d'éléments de tuyauterie, atelier de fabrication de pièces élémentaires par usinage, ...),
- **"product design"**: conception de produits et de composants industriels (ex: voiture, avion, direction assistée automobile, compresseurs basse pression de réacteur, pompe hydraulique, ...),
- **"part design"**: conception de pièces élémentaires (ex: vilebrequin, pièce plastique soufflée, pièce en tôle découpée et pliée, pièce moulée, ...),
- **"prototype design"**: conception de formes et prototypes rapides (ex: stéréolithographie, "Fused Deposition Modeling", outillage rapide, ...),
- **"process design"**: conception de processus et gammes (ex: gammes d'usinages, d'assemblage, de contrôle, de maintenance, ...),
- **"price design"**: conception de devis et chiffrages (ex: devis et dimensionnement de pompes et de turbines, chiffrage d'installations industrielles de production, ...).

Il fait référence aux éléments méthodologiques CYGMA<sup>1</sup> de la société CEGOS-KADETECH et MKSM<sup>2</sup> du CEA [ERM 96] afin d'explicitier, au delà de la compréhension des aspects statiques des connaissances de conception, le cycle de vie dynamique et les niveaux de maturité du cogniton<sup>3</sup>, granule élémentaire et vivant de connaissance de l'Entreprise Apprenante.

## 2. - Connaissances et données : de l'information implicite aux informations explicites

Informations, données et connaissances sont très souvent confondues et mal différenciées par le béotien. "Paris est la capitale de l'Allemagne" est-elle une donnée ou une connaissance ? S'il s'agit d'une connaissance, est-elle vraie ou fausse ?

Afin de clarifier ces notions et notamment de bien situer la discipline émergente du "Knowledge Management" dans les techniques d'"Information Management", il est nécessaire d'en expliciter quelques caractéristiques et de donner quelques définitions.

<sup>1</sup> Cycle de vie et Gestion des Métiers et Applications, marque déposée de CEGOS-KADETECH.

<sup>2</sup> Method for Knowledge System Management, marque déposée du CEA.

<sup>3</sup> Néologisme inventé en commun avec le Dr Jean Louis Ermine, dans le cadre de travaux de recherche collaboratifs entre le CEA et CEGOS-KADETECH.

Données et connaissances sont toutes deux des informations :

- **la donnée** est une information explicite, typée et valuée. Quand elle est alphanumérique<sup>4</sup>, la typologie des données est limitée : booléen, entier, réel, texte, énuméré, objet (ex: la donnée booléenne "faux", la donnée entière 68, la donnée réelle 180,5, la donnée textuelle "Jean", la donnée énumérée "Vendredi", la donnée objet le\_Colonel\_Moutarde). L'exploitation informatique des données alphanumériques relève de la théorie des Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) dont Oracle, Sybase, Informix, Ingres, DB2, MySQL, Access<sup>5</sup>, ... sont les représentants de la technologie relationnelle les plus connus du marché,
- **la connaissance** est une information contextualisée, de nature explicite ou implicite. Le contexte d'une connaissance permet d'associer une valeur de vérité (vraie ou fausse) à l'information (ex: "l'Alsace est allemande" est vrai en 1900 et faux en 1920, "la terre est plate" est vrai en 1500 et faux après Galilée). Une connaissance explicite, dite aussi *connaissance factuelle*, correspond à un quadruplet (valeur de vérité, objet, attribut, donnée) caractérisant un objet plus complexe défini par un agrégat d'attributs (ex : âge, taille, prénom, jour\_de\_naissance, est\_moustachu, père du Colonel Moutarde), la valeur de chaque attribut connu de l'objet étant alors définie par un attachement à une donnée (ex: âge de Colonel Moutarde = 68, taille de Colonel Moutarde = 180,5 cm, prénom de Colonel Moutarde = "Jean", jour\_de\_naissance de Colonel Moutarde = "Vendredi", est\_moustachu de Colonel Moutarde = faux, père de Colonel Moutarde = Docteur Moutarde). Si l'attachement "=", dénommé *affectation*, décrit la vérité par rapport au monde réel, la connaissance factuelle, dite aussi *fait*, est réputée vraie (ex: "âge du Colonel Moutarde = 68" est vrai). Sinon, le fait est réputé faux (ex: "taille du Colonel Moutarde = 180,5 cm" est faux). Quand une connaissance n'est pas un fait et ne correspond donc pas à une information explicite (ex: "l'âge du Colonel Moutarde vaut l'année en cours diminué de sa date de naissance", "les connaissances sur le Colonel Moutarde sont les mêmes que celles sur l'Agent 003 de l'Intelligence Service"<sup>6</sup>), elle correspond alors à une information implicite relevant de mécanismes plus ou moins sophistiqués de raisonnement (dits *règles d'inférence*<sup>7</sup>) pour être exploitable et produire des faits utiles et de l'information explicite. Evidemment, les connaissances non-factuelles sont elles aussi contextualisées et associées à une valeur de vérité. Elles font l'objet de raisonnements eux-mêmes justes ou faux (ex: "Tous les hommes sont mortels", "Socrate est un homme", "Or, les ânes sont mortels", donc "Socrate est un âne").

### 3. - Vers le cogniton: atome de connaissance de l'Entreprise Apprenante

Ainsi, une organisation apprenante se doit de transformer l'ensemble de ses informations disponibles en connaissances. Pour ce faire, elle doit savoir trier les données (informations explicites) des connaissances factuelles (informations explicites contextualisées) et des connaissances non-factuelles (informations implicites contextualisées sujets à raisonnements logiques).

<sup>4</sup> Les autres types de données, notamment bitmap, son, ... ne sont pas pris en compte dans le cadre de cet article.

<sup>5</sup> Marques déposées par leurs propriétaires respectifs.

<sup>6</sup> Ce type de connaissance sur la connaissance est classiquement dénommé "méta-connaissance".

<sup>7</sup> Les mécanismes d'inférence dépendent du type de logique utilisé (déontique, temporelle, aristotélicienne, ...). Le contexte de ce papier se limite à la logique formelle d'ordre 1, dite aussi logique des prédicats.

Afin de permettre à une organisation apprenante d'identifier et de trier l'ensemble de ses connaissances opérationnelles au delà d'une simple classification informationnelle classiquement disponible sur un Intranet (par mot-clefs, par thèmes, ...), il est utile d'introduire le concept de **cogniton**. La finalité de cette notion est de passer d'une logique classique d'"Information Management" (dont le concept de base est l'information) à une véritable démarche de "Knowledge Management"<sup>8</sup> (dont le concept de base est le cogniton).

Le cogniton est défini comme "le granule élémentaire de connaissance, non décomposable, d'une compétence métier donnée relevant d'un domaine métier identifié". Son unité de mesure proposée est le kit<sup>9</sup> (knowledge digit). Son support est l'information dont l'unité de mesure est le bit (binary digit)<sup>10</sup>. Son contexte est défini par le domaine métier de la compétence propriétaire (ex: compétence: "concevoir un essieu monté" du domaine métier "bogie de train à grande vitesse").

#### 4. - Vers la table de Mendeleïev des cognitons

Il est intéressant de connaître les différents types de cognitons existants et constituant une compétence métier donnée. Ainsi, à partir d'une information quelconque, d'un texte, d'un discours, riche ou pauvre en connaissances, une telle classification des cognitons permet :

- de les repérer (création),
- de les rédiger par reformulation (capitalisation),
- de les classer (catégorisation),
- de s'en rappeler (consultation),
- d'en rassembler le plus grand nombre possible (complétude),
- de les stabiliser (cohérence),
- de les valider (consensus),
- de les partager collectivement (cohésion),
- de les synthétiser (condensation),
- de les enrichir (croissance),

conformément au cycle de vie KNOVA<sup>11</sup> des "10C" présenté ci-après.

<sup>8</sup> Le "Knowledge Management" est aujourd'hui trop souvent confondu avec les techniques et les outils d'"Information Management" (Datawarehouse, Messagerie, Intranet, Intelligence économique ...) du fait notamment de la confusion sémantique entre Information et Connaissance que nous avons tenté de clarifier dans le paragraphe précédent.

<sup>9</sup> La théorie quantitative (quantique?) du cogniton reste à développer.

<sup>10</sup> Distinguer les kit des bit supports permettra de clarifier le vieil adage "parler pour ne rien dire" qui signifie que l'on peut communiquer des bit sans produire de kit. Ainsi, ce papier de 214 Ko, soit 1 712 000 bit contient un ensemble beaucoup plus limité de kit (quelques dizaines ?), correspondant à l'ensemble des connaissances transmises au lecteur sur le sujet de l'article.

<sup>11</sup> Knowledge Valorization and Acquisition.

La pratique industrielle de la méthodologie CYGMA de CEGOS-KADETECH depuis 12 ans, dans le cadre de la rédaction de plus de 150 bréviaires de connaissance, a permis d'identifier, pour le moment, 18 cognitons, chacun classifié dans un tableau spécialisé, dénommée Table KNOVA, parallèle cognitif de la Table de Mendeleïev<sup>12</sup> de classification périodique des éléments chimiques.

La **Table KNOVA** proposée, qui reste enrichissable par la communauté des cogniticiens, est la suivante:

<b>Table v1.0 KNOVA</b>	<b>Cogniton culturel</b>	<b>Cogniton opératoire</b>	<b>Cogniton comportemental</b>	<b>Cogniton discursif</b>	<b>Cogniton singulier</b>	<b>Cogniton évolutif</b>
Cogniton	Histoire, Compétence, Phénomène	Terminale, Séquentielle, Parallèle, Super-activité	Contrainte, Conseil, Choix	Fondamental, Composé, Super-terme	Référence, Bêtise, Exclusion	Retour, Innovation
Super <sup>13</sup> -cogniton	Contexte métier	Activité métier	Règle métier	Terme métier	Cas métier	Evolution métier
Liste <sup>14</sup> de cognitons	Domaine métier	Scénario métier		Structure métier		
Cycle <sup>15</sup> de cognitons		Session métier				
Arbre <sup>16</sup> de cognitons	Filière métier	Script métier		Vue métier		Généalogie Métier
Graphe <sup>17</sup> de cognitons	Métier	Stratégie métier		Sémantique métier		
<b>Contenu cognitif</b>	<b>Culture métier</b>	<b>Processus métier</b>	<b>Expertise métier</b>	<b>Vocabulaire métier</b>	<b>Expérience métier</b>	<b>Evolution Métier</b>
Contenant cognitif	Cahier Contextuel	Manuel Opérateur	Cahier des Règles	Glossaire Métier	Recueil de Cas	Cahier d'Evolution

Le super-cogniton correspond à la disjonction des cognitons de la même catégorie. Par exemple, un terme métier est ou un terme fondamental (ex: âge) ou un terme composé (ex: homme, femme) ou un super-terme (ex: personne).

Les différents types d'agrégats de super-cognitons" (Liste, Cycle, Arbre, Graphe) sont identifiés. Par exemple, une "sémantique métier" correspond à un graphe de termes métier, un "scénario métier" correspond à une liste d'activités métier.

Dans le cadre de la méthodologie CYGMA, le regroupement des cognitons d'une même catégorie (ex: les cognitons comportementaux) constitue le contenu cognitif (ex: l'Expertise métier) d'un contenant standardisé (ex: le Cahier des Règles).

La définition de chacun des cognitons de la Table KNOVA est donnée dans le glossaire à la fin de l'article.

<sup>12</sup> La table de Mendeleïev permet de classer les éléments chimiques selon leurs numéros atomiques, en commençant par l'Hydrogène, élément le plus léger de numéro atomique 1 pour finir par le Lawrencium de numéro atomique 103.

<sup>13</sup> Généralisation OU. Ex: une règle métier est ou une contrainte ou un conseil ou un choix.

<sup>14</sup> Structure d'information correspondant à un ensemble ordonné d'éléments.

<sup>15</sup> Structure d'information correspondant à une liste fermée d'éléments.

<sup>16</sup> Structure d'information correspondant à une liste de listes.

<sup>17</sup> Structure d'information correspondant à une liste de cycles et d'arbres.

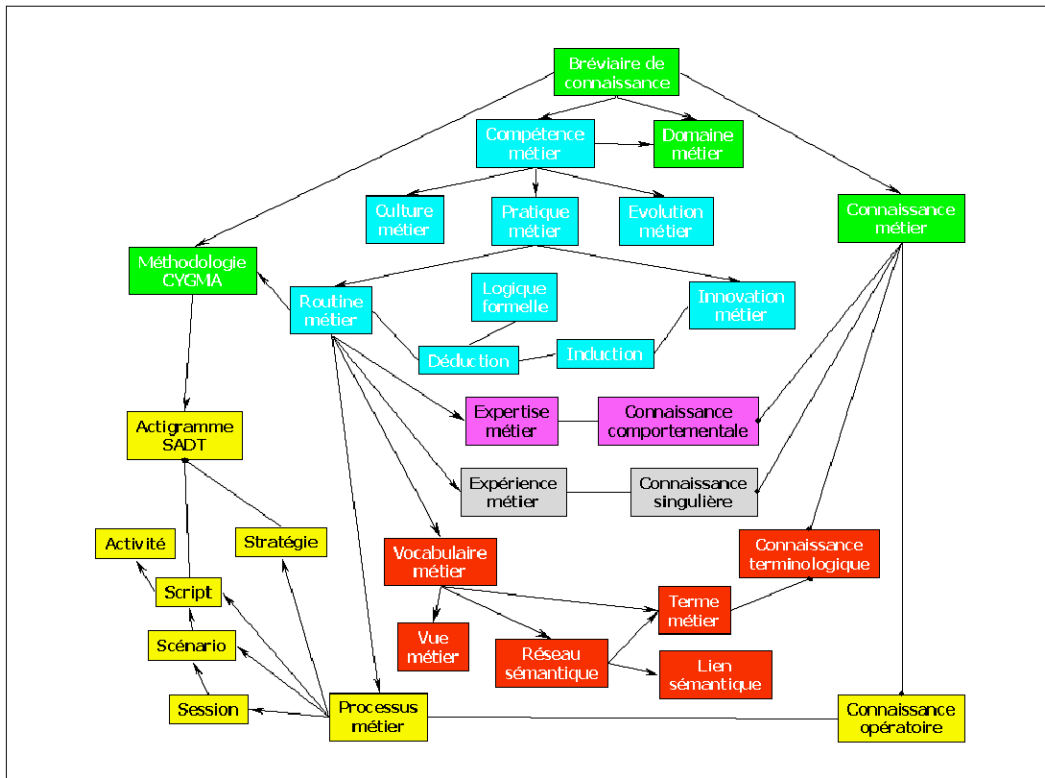


Figure 1. Extrait de la sémantique métier CYGMA présentant différents termes organisés en vue colorisées du métier du cognicien.

## 5. - Classification statique des cognitons d'une compétence métier : le Bréviaire de Connaissance

A l'image des chaînes moléculaires chimiques, les cognitons, véritables atomes de connaissance d'une organisation, s'agrègent pour former des molécules de connaissance, dénommées "compétence métier" (ex: compétence "concevoir une pièce aéronautique équipée en tôle découpée et pliée à pliage droit"). Une compétence métier est donc un ensemble de connaissances élémentaires présentant un caractère actif, utile et cohérent.

Les compétences métier peuvent ensuite s'agréger pour former des macro-molécules, dénommées "domaines métier" (ex: domaine des tôles aéronautiques découpées et pliées). L'agrégation de plusieurs domaine métier aboutit à l'équivalent de chaînes moléculaires, dénommées "filières métier" (ex: filières des pièces aéronautiques équipées). L'ensemble des "filières métier" d'une entreprise industrielle constitue alors le corps solide de son métier (ex: constructeur aéronautique)

Ainsi, dans le cadre de la méthodologie CYGMA, plusieurs niveaux de granularité dans les connaissances constituant un métier donné sont définis [SER 95]. En particulier:

- **le métier** d'une entreprise industrielle (ex: constructeur automobile) est décomposé en plusieurs filières métier (ex: style, plasturgie, ferrage, emboutis-sage, électricité, ...),
- **une filière métier** (ex: filière emballage cosmétique) est décomposée en plusieurs domaines métier (ex: domaine des étuis de rouges à lèvres cylindriques, des étuis polygonaux, ...),

- **un domaine métier** (ex: domaine des pièces découpées et pliées à pliage droit) est décomposé en plusieurs compétences métier (ex: compétence métier de conception des pièces découpées et pliées, compétence métier de conception des outillages associés, compétence métier de génération des codes TGAO associés, ...),
- **une compétence métier** (ex: conception des essieux d'un bogie de train) est décomposée en plusieurs connaissances métier (ex: la distance axiale entre 2 disques de frein est supérieur à 1 fois le diamètre de l'essieu). La compétence métier est le niveau de granularité le plus fin de CYGMA pour lequel une action de capitalisation et de formalisation des connaissances de conception est engageable. Une telle action aboutit à un document de référence correspondant à un recueil des connaissances de conception baptisé « Bréviaire<sup>18</sup> de Connaissance »<sup>19</sup>,
- **une connaissance métier** (ou **cogniton**) est capitalisée sous forme de fiche CYGMA, constituant élémentaire du Bréviaire de Connaissance.

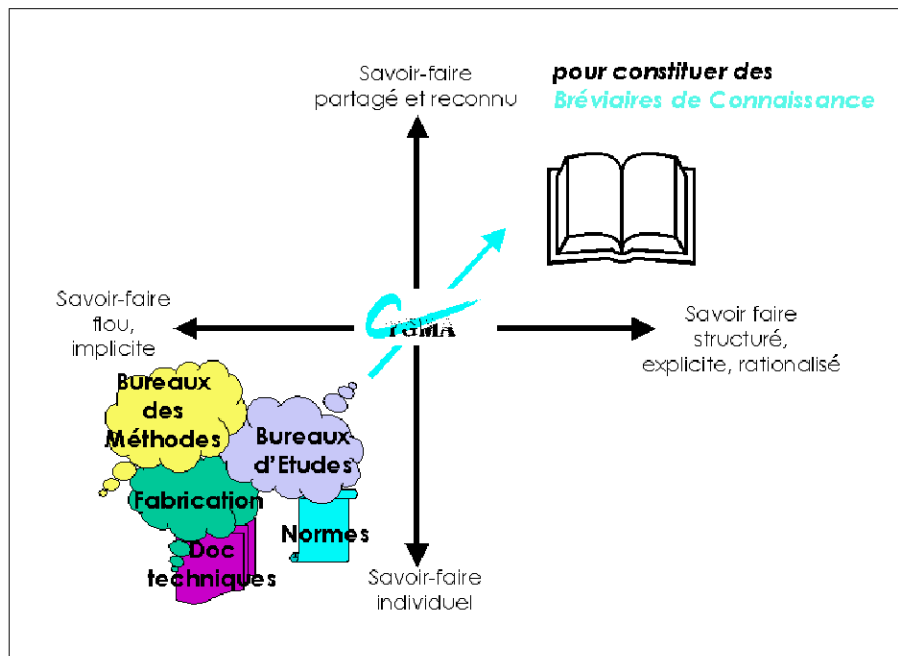


Figure 2. Positionnement de la méthodologie CYGMA pour la rédaction de Bréviaires de Connaissance.

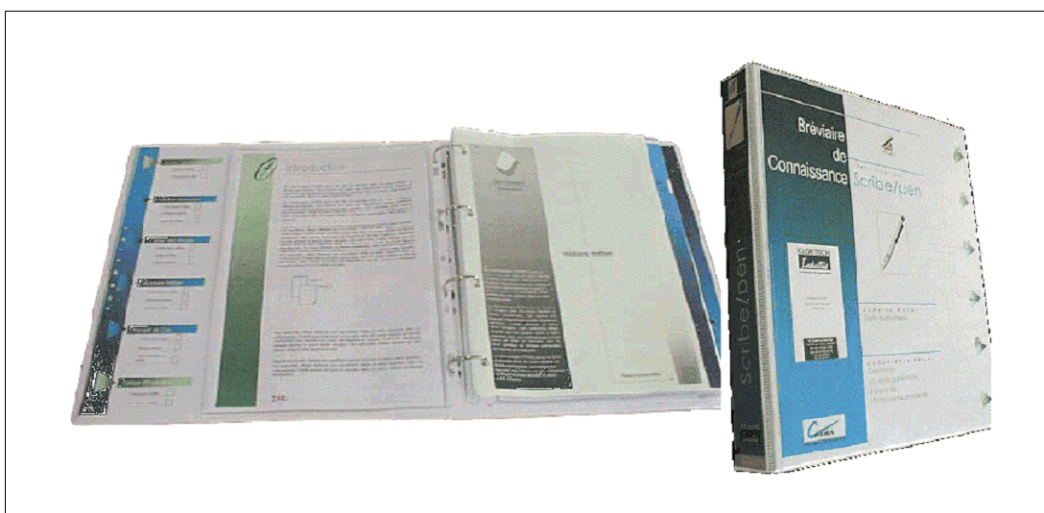
Les connaissances d'un bréviaire CYGMA sont alors catégorisées selon 4 axes, correspondant aux 4 colonnes majeures de la Table KNOVA :

- **le processus métier**: recueil de fiches d'activités permettant de capitaliser les "4S" du processus de conception, à savoir la stratégie de conception (i.e.: représentation tridimensionnelle du processus), le script de conception (i.e.: représentation bidimensionnelle du processus de conception), les scénarii de conception (i.e.: chemins monodirectionnels génériques sans aller et retour de conception) et les sessions de conception (i.e.: magnétoscopes historiques du processus de conception sur un cas de conception donné),

<sup>18</sup> « 2. Litt. Livre auquel on se réfère souvent et que l'on considère comme un guide, un modèle » (Le Petit Larousse illustré, Edition 1998).

<sup>19</sup> Dans le cadre de la méthodologie MKSM du CEA, la généralisation du concept de "Bréviaire de Connaissance" aboutit à la notion de "Livre de Connaissance".

- **l'expertise métier:** recueil de fiches de règles structuré selon les "3C" en contraintes de conception, conseils de conception, choix de conception et permettant d'identifier les contraintes dites "dures" (i.e.: non négociables et non relaxables) jusqu'à celles dites "molles" (i.e. négociables et relaxables),
- **le vocabulaire métier:** recueil de fiches de termes, organisées selon un réseau sémantique constitué d'agrégations et de généralisations et permettant de définir l'ensemble de la terminologie métier d'une compétence donnée ainsi que les différents points de vues métier complémentaires (ex: fonctionnel, organique, dimensionnel, ...) organisant le vocabulaire,
- **l'expérience métier:** recueil de fiches de cas structuré en 3 parties: le référentiel métier correspondant à un ensemble de cas de référence de conception réussies, le bêtisier métier correspondant à un ensemble de cas ratés de conception et le hors-compétence métier correspondant à des cas de conception ne relevant pas de la compétence métier capitalisée.



**Figure 3.** *Le Bréviaire de Connaissance CYGMA, véritable mémoire technique et guide du concepteur.*

## 6. - Le microscope ECRI de la connaissance : vers la dynamique des cognitons

Afin de comprendre la dynamique et le cycle de vie d'un cogniton d'une compétence métier donnée, la méthodologie CYGMA est dotée d'un microscope permettant de trier et de faire évoluer, après détection, les différentes connaissances élémentaires.

Le microscope, outil conceptuel proposé en 1975 par Joël De ROSNAY [ROS 75] est, à l'image du microscope pour l'infiniment petit et le télescope pour l'infiniment grand, l'instrument de maîtrise de l'infiniment complexe.

Ainsi, le microscope opérationnel ECRI<sup>20</sup> de la connaissance, dérivé du microscope théorique MKSM inventé par Jean Louis ERMINE [ERM 96] au CEA, prévoit les 4 facettes opérationnelles suivantes pour la gestion du cycle de vie des cognitons :

<sup>20</sup> Marque déposée de CEGOS-KADETECH.



- "E" pour Evolution Métier,
- "C" pour Culture Métier,
- "R" pour Routine Métier,
- "I" pour Innovation Métier.

et comprend 3 éléments organiques majeurs :

- le cône cognitif ECRI pour la représentation de l'ensemble des cognitons constituant une compétence métier et émergeant à l'origine de "Rien" (i.e.: pas de connaissance métier),
- un axe temporel Passé / Présent / Futur pour la formalisation des aspects génétique et évolutif des cognitons,
- une partition Routine / Innovation pour la formalisation des notions de "Connaissances Standards" et de "Connaissances Innovantes".

Le cône cognitif ECRI est séparé horizontalement par un plan en 2 demi-espaces:

- le "demi-espace E" de l'Evolution Métier (i.e.: le Futur Métier),
- le "demi-espace C" de la Culture Métier (i.e.: le Passé Métier),
- le "plan de la Pratique" des Règles et Inductions Métier (i.e.: le Présent Métier),

et verticalement en 2 demi-cônes à 7 niveaux R-I de maturité:

- le "demi-cône R" de la Routine pour la standardisation des connaissances,
- le "demi-cône I" de l'Innovation pour l'apprentissage des connaissances.

L'architecture proposée pour le macroscopie opérationnel ECRI des cognitons d'une compétence métier est donc:

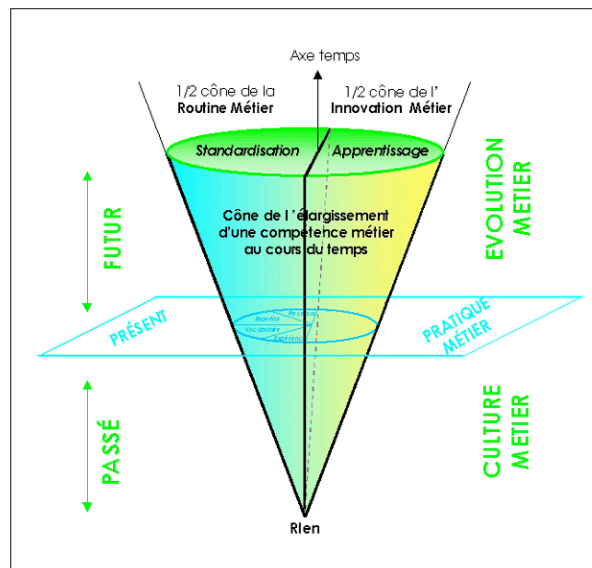


Figure 4. Architecture du macroscopie opérationnel ECRI des connaissances d'une compétence métier.

Le **demi-cône de la Routine** du macroscopie ECRI est décomposé en 7R afin de proposer une échelle de maturité permettant de qualifier le management des *connaissances standardisées* d'une organisation apprenante en 7 niveaux :

- **le niveau Rien:** point de départ d'une compétence métier,
- **le niveau Réussite:** capitalisation de cas de succès dans une compétence métier (dossier d'expérience réussie non générique),
- **le niveau Rédaction:** capitalisation non structurée de connaissances diverses explicitement rédigées (notes techniques, guides, rapports d'essai, documents divers, ...),
- **le niveau Rationalisation:** capitalisation formalisée, sous forme de règles prescrivant ce que l'on doit faire et ne pas faire, des connaissances de la routine métier,
- **le niveau Réutilisation:** capitalisation des retours d'expérience sur l'utilisation des cognitions rationalisés de la routine métier,
- **le niveau Rentabilisation:** capitalisation des résultats financiers résultant la routine métier stabilisée et validée,
- **le niveau Reconnu:** capitalisation d'un consensus, d'une cohésion et d'une culture d'entreprise autour d'une routine métier largement rentabilisée et reconnue.

De même, la décomposition des 7I du **demi-cône de 'Innovation** du microscope ECRI propose une échelle de maturité qualifiant le management des *connaissances innovantes* d'une organisation apprenante en 7 niveaux :

- **le niveau Rien:** point de départ d'une compétence métier,
- **le niveau Initiative:** capitalisation de cas d'échecs, d'"échappée belles", de hors-domaine métier, des "leçons apprises" ... d'une compétence métier,
- **le niveau Implicite:** capitalisation de non-dits, de comportements individuels et collectifs informels, d'heuristiques personnelles ... d'une compétence métier,
- **le niveau Induction:** capitalisation de demandes d'évolution des règles métier routinière d'une compétence métier,
- **le niveau Invention:** capitalisation de ruptures importantes de la routine d'une compétence métier, ruptures matérialisables dans l'un des "6P"<sup>21</sup> (ex: transistor, écran plat à cristaux liquides, post-it, baladeur, laser, ...),
- **le niveau Idée:** capitalisation de rêves irréalisables et de projets imaginaires non matérialisables dans l'un des "6P" (ex: magnéscope à enregistrer les rêves, machine à voyager dans le temps, ...) d'une compétence métier,
- **le niveau Inconnu:** capitalisation des impossibilités, des non-perçus, des non-compris, de l'inimaginable, de l'indicible ... d'une compétence métier.

Ainsi à l'image des niveaux atomiques chimiques<sup>22</sup> permettant de qualifier la force d'attraction et d'extraction des électrons de leur noyau d'appartenance, le microscope ECRI de la connaissance propose les 7 niveaux suivants de maturité pour, à partir de Rien, capitaliser le Reconnu (connaissances standardisées de la Routine) et explorer l'Inconnu (connaissances apprises de l'Innovation):

<sup>21</sup> Plant, Product, Part, Prototype, Process, Price.

<sup>22</sup> Exemples de niveaux atomiques chimiques: 5d5, 2p10.

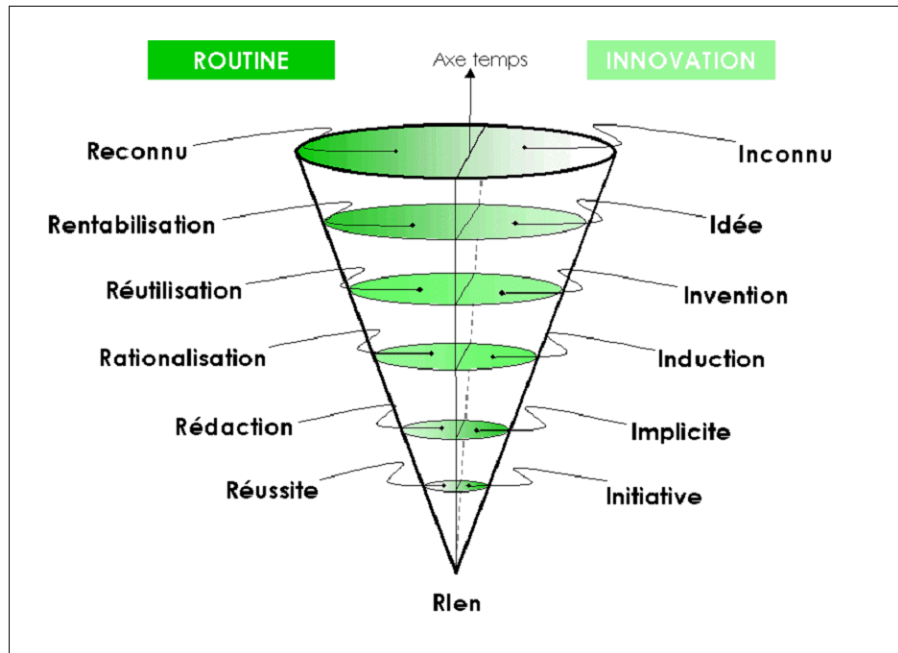


Figure 5. Différents niveaux R-I de maturité du management, par une organisation apprenante, des cognitons de ses compétences métier.

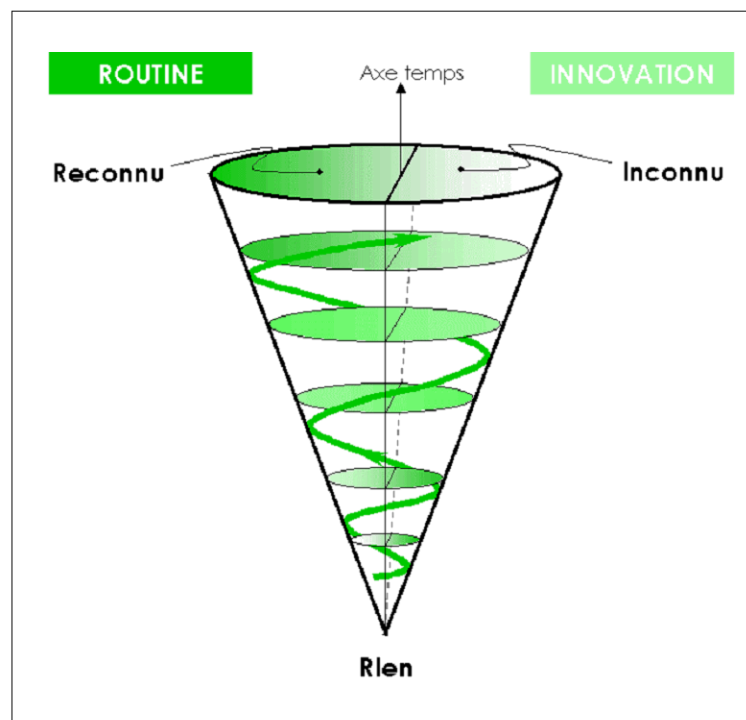
## 7. - Dynamique des cognitons : le cycle de vie KNOVA

Le cogniton est un granule de connaissance vivant. Il suit donc un cycle de vie et de maturité, depuis sa naissance (détection) jusqu'à sa mort (destruction ou reformulation). La méthodologie CYGMA propose un cycle de maturité en 10 étapes, baptisé cycle KNOVA en "10C". Ce cycle peut être représenté dans le macroscopie comme une trajectoire relevant de la spirale de l'apprentissage, un cogniton s'affinant au fur et à mesure de son utilisation et de sa validation industrielle.

Les étapes proposées du cycle de vie KNOVA d'un cogniton sont :

- **Création** : consiste à détecter le cogniton par condensation des cognitons existants ou croissance sur ceux déjà existants,
- **Capitalisation** : consiste à rédiger le cogniton sur une fiche de connaissance afin de ne pas le perdre et éviter ainsi les "trous de mémoire technique" ou la "réinvention de la roue",
- **Catégorisation** : consiste à identifier la nature du cogniton (ex: activité métier, règle métier, terme métier, cas métier, ...) grâce à la Table KNOVA afin de hiérarchiser les cognitons entre eux et de les classer de manière ordonnée selon leur type cognitif dans un Bréviaire de Connaissance,
- **Consultation** : consiste à numériser le cogniton sur un support facilement consultable de type page hypertexte et multimédia,
- **Complétude** : consiste à vérifier si l'ensemble des cognitons relatifs à une compétence métier ont tous été détectés et créés afin de disposer d'un savoir faire complet, structuré, opérationnel et améliorable,

- **Cohérence** : consiste à vérifier qu'il n'y a pas "sur-complétude" dans l'ensemble des cognitons de la compétence métier capitalisée et que l'ensemble "juste nécessaire" des cognitons a été recueilli, un trop plein de cognitons risquant de contenir des contradictions ou des redondances,
- **Consensus** : consiste à valider avec les "détecteurs/générateurs de cognitons" que sont les spécialistes métier et experts, que les étapes de complétude et de cohérence ont bien été franchies avec succès, dans le cadre de revues régulières des connaissances d'une compétence métier,
- **Cohésion** : consiste, pour une compétence métier complète, cohérente et valide, à diffuser et déployer les cognitons auprès des utilisateurs non experts afin de créer une cohésion et une culture d'entreprise autour d'expertises reconnues et utiles,
- **Condensation** : consiste à synthétiser les cognitons existants, par mutation, destruction, reformulation, afin de raconter la même compétence en moins de fiches et avec plus de clarté,
- **Croissance** : consiste à enrichir une compétence métier donnée par création de nouveaux cognitons, sous l'influence des phénomènes de pratique régulière et d'apprentissage (créativité, échec/erreur, analogie, induction, ...).



**Figure 6.** Représentation en spirale du cycle de vie KNOVA dans le macroscopie ECRI des connaissances d'une compétence donnée.

## 8. - Conclusion

Concevoir l'un des « 6P » - Plant, Product, Part, Prototype, Process, Price - met en œuvre des connaissances industrielles nombreuses et complexes. Maîtriser ces savoir faire techniques requiert méthodologie et rigueur, notamment afin de savoir gérer le cycle de vie et de maturité des cognitons constitutifs.

Ce papier a introduit divers concepts permettant la catégorisation et la classification des connaissances d'une compétence métier donnée, notamment à l'aide d'outils tels que la Table Knova des cognitons et le Bréviaire de Connaissance Cygma.

Le microscope opérationnel Ecri de la méthodologie Cygma avec son cycle de vie du cogniton en 10 étapes et ses 7 niveaux de maturité des organisations industrielles propose un modèle pour la maîtrise de la gestion statique et dynamique des connaissances de conception. Le processus d'apprentissage d'une entreprise revient alors à un processus complet, cohérent et consensuel de création/condensation de cognitons.

## 9. - Glossaire CYGMA<sup>23</sup>

**Bréviaire de Connaissance :** concept méthodologique CYGMA correspondant à un recueil, sur support papier, des connaissances d'une compétence métier donnée. *Le Bréviaire est un contenant, complémentaire aux banques et bases de connaissance, défini aussi comme "un livre auquel on se réfère souvent et que l'on considère comme un guide, un modèle".*

**Cogniton :** granule élémentaire de connaissance, non décomposable, d'une compétence métier donnée relevant d'un domaine métier identifié. *Synonyme: connaissance métier.*

**Compétence métier :** ensemble structuré, cohérent et complet de connaissances techniques permettant l'exercice d'un métier relevant d'un domaine professionnel donné, dit domaine métier. *La compétence métier est un contenu.*

**Connaissance métier :** granule élémentaire et catégorisable de savoir-faire d'une compétence métier. *Les connaissances recueillies par CYGMA sont typées et classées selon 6 axes méthodologiques. Synonyme : cogniton.*

**CYGMA (CYcle de vie et Gestion des Métiers et des Applications) :** méthodologie déposée par CEGOS-KADETECH pour le recueil, le conditionnement et l'exploitation des connaissances de conception de la routine métier d'une compétence donnée.

**Domaine métier :** fédération de plusieurs compétences métier relatives à la conception de l'un des « 6P » (Plant / Product / Part / Prototype / Process / Price).

**Macroscopie :** concept méthodologique permettant de maîtriser l'infiniment complexe d'une situation, d'un domaine, d'un contexte. *Le macroscopie est le cousin du microscope de l'infiniment petit et du télescope de l'infiniment grand.*

**Routine métier :** ensemble de connaissances réutilisées plusieurs fois sur un ensemble de cas de référence et faisant l'objet d'un consensus d'experts et d'une cohésion d'utilisateurs. *La routine métier est complétée par l'innovation métier.*

<sup>23</sup> Les termes du glossaire sont soulignés.

**Activité métier :** constituant élémentaire pour la description du Processus métier et relevant de 3 types : super activité (nœud OU), activité composée (nœud ET) et activité fondamentale (nœud terminal).

**Scénario métier :** très directif et très synthétique, parcours particulier au sein du script métier conduisant l'acte de conception directement au succès.

**Script métier :** peu directif et très analytique, mise à plat 2D de la stratégie métier par explicitation de tous les nœuds OU et nœuds ET du graphe des activités métier.

**Session métier :** très directive et très analytique, capitalisation de l'histoire d'une recherche de solution satisfaisante, avec ses succès, ses échecs, ses retours en arrière en vue de l'identification des scénarii métier.

**Stratégie métier :** peu directive et très synthétique, cartographie générale tridimensionnelle du Processus métier de conception.

**Contrainte métier :** règle métier qu'il est impératif de respecter.

**Conseil métier :** règle métier qu'il est souhaitable de respecter.

**Choix métier :** règle métier génératrice de différentes alternatives à étudier et pouvant conduire à plusieurs solutions pour l'objet conçu. *Les choix nécessitent un raisonnement à base d'hypothèses afin de générer l'ensemble des solutions.*

**Règle métier :** constituant élémentaire et routinier de l'Expertise métier d'une compétence, correspondant à une relation de cause à effet et relevant d'une contrainte métier, d'un conseil métier ou d'un choix métier.

**Règle innovante :** élément innovant de l'Expertise métier correspondant à une règle nouvelle non encore validée, ni généralisée.

**Réseau sémantique :** représentation dans l'espace du discours métier à l'aide d'un graphe 3D de termes métier pour décrire la sémantique sous-jacente au vocabulaire utilisé dans l'exercice d'une compétence.

**Terme métier :** constituant élémentaire et fractal du Vocabulaire.

**Vue métier :** sous-ensemble du Vocabulaire métier permettant d'identifier un module cohérent de vocabulaire relatif à un même point de vue, un même contexte (ex : vues "fabrication", "maintenance", ...).

**Cas de référence :** cas réussi de conception, issu de l'exécution conforme d'un scénario métier donné et respectant l'ensemble des contraintes métier de la compétence. *Le cas de référence peut aussi respecter l'ensemble des conseils métier sans que ceci soit une obligation.*

**Cas d'erreur :** cas raté de conception violant au moins une contrainte métier de la *compétence métier*.

**Cas d'exclusion :** cas à concevoir ne relevant pas de la compétence métier, contribuant à la définition des limites métier et permettant d'éviter un cas d'erreur en tentant de le résoudre.

**Cas métier :** cas d'expérience de conception catégorisé en cas de référence, cas d'erreur et cas d'exclusion.

## 10. - Bibliographie

[ERM 96] Ermine J.L., Chaillot M., Bigeon P., Charreton B., Malavieille D., "MKSM: Méthode pour la Gestion des Connaissances", *Ingénierie des systèmes d'information*, AFCET-Hermès, 1996, vol. 4, n°4, p. 541-575.

[GIR 96] Girard B., *Capital Métier*, n°3, Lettre d'information de KADE-TECH, 1996.

[OTA 94] Colloque OTAN, *Computer Integrated Production Systems and Organizations*, Edition NATO ASI Series F, 1994, p. 294.

[ROS 75] De Rosnay J., *Le Macroscopie, vers une vision globale*, Edition Le Seuil, 1975.

[SEP 98] "Capitaliser sa mémoire industrielle", *Informatiques Magazine*, Oct. 1998.

[SER 95] Serraféro P., Bourne C., "Catégorisation des connaissances industrielles", *Connaissances et Savoir Faire en Entreprise*, Edition Hermès, 1997, chap. 9.

[SER 97] Serraféro P., "Du CAD/CAM au KAD/KAM ou de la Conception Assistée par Ordinateur à la Conception Assurée par les Connaissances", *Congrès SIA*, Paris, 1997.

[VAR 95] Vargas C., "Modélisation du Processus de Conception en Ingénierie des Systèmes Mécaniques", *Thèse de Doctorat*, ENS de Cachan, 1995, p. 38-39.