



HAL
open science

Comment une ontologie peut faciliter le pilotage et la décision dans des démarches de gestion des formations en entreprise? Automatiser, pérenniser et consulter une ontologie

Clément Lamotte

► To cite this version:

Clément Lamotte. Comment une ontologie peut faciliter le pilotage et la décision dans des démarches de gestion des formations en entreprise? Automatiser, pérenniser et consulter une ontologie. domain_shs.info.docu. 2021. mem_03710071

HAL Id: mem_03710071

https://memic.ccsd.cnrs.fr/mem_03710071v1

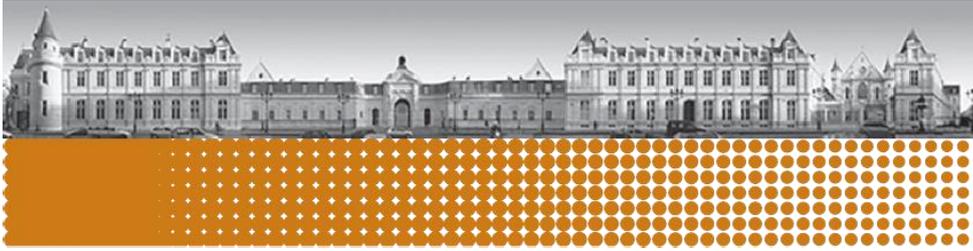
Submitted on 30 Jun 2022

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

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



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License



le cnam
intd

Comment une ontologie peut faciliter le pilotage et la décision dans des démarches de gestion des formations en entreprise ?

Automatiser, pérenniser et consulter une ontologie

Mémoire
pour l'obtention du
Master Sciences humaines et sociales
mention humanités numériques
Parcours Mégadonnées et analyse sociale
(MEDAS)

Clément LAMOTTE

Date et lieu de la soutenance

- 06 Septembre 2021
- Soutenance à distance

Membres du jury

- BROUDOUX Evelyne, présidente
- CHASTENET DE GERY Gonzague, directeur·trice
- POUHEYDEBASQUE Isabelle, tutrice entreprise

Promotion (2019-2021)



Paternité Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification

LAMOTTE Clément. Comment une ontologie peut faciliter le pilotage et la décision dans des démarches de gestion des formations en entreprise ? Automatisation, pérennisation et utilisation d'une ontologie. Mémoire professionnel INTD, Conservatoire national des arts et métiers – 2021 – Master Mégadonnées et Analyses Sociales – Nantes – Promotion 2

Ce mémoire effectue une approche de la gestion des formations par le prisme de l'ontologie, notamment dans le but de créer un système d'aide à la décision pour faciliter les démarches de pilotage des formations au sein de la direction commerciale Sud-Ouest d'EDF. La recherche s'attarde principalement sur la mise en place d'un système quasi autonome et simple d'utilisation dans l'optique de produire un outil pouvant être utilisé par des non-initiés de l'ontologie et de la programmation. La solution envisagée passe par le langage de programmation Python qui permet de répondre aux différents obstacles constatés. L'interopérabilité des langages y est essentielle. L'un des défis à résoudre est un problème récurrent dans la mise en place d'ontologies, celui de leur pérennisation. La modernisation du système en place passe par le développement d'une application web qui a permis la création d'une base SQL plus facilement interprétable et manipulable dans laquelle a été injecté l'ensemble des données formalisées déjà préexistantes pour la gestion des formations.

Descripteurs

Ontologie
Gestion des formations en entreprise
Formation en entreprise
Python
Owlready2
Automatisation
Modèle conceptuel
Terminologie
Recherche sémantique
OWL
Règle SWRL
Base de données
Transformation de données

This Master thesis approaches in-company trainings management in regional sales department of one of the biggest French and European energy distribution company. Focused on a decision support system to facilitate trainings piloting, this work approaches ontology through an autonomous tool which can be used by the greatest number of employees. The solution is built on top of Jean-Baptiste Lamy's package, i.e. Owlready2, from the Python programming language. This library aims at creating and manipulating models using logical rules on ontologies. This method reveals recurring problem in constructing ontologies, which is ontologies' perennisation. Moreover, the system modernization involves the development of web applications, making possible the transfer of all the pre-existing data of a digital spreadsheet into an SQL database. These relational models eases to interpretation and the handling of data.

Keywords

Ontology
In-company trainings management
In-company trainings
Python
Owlready2
Automating
Model
Semantics research
OWL
SWRL rules
DataBase

REMERCIEMENTS :

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble de la direction commerciale régionale Sud-Ouest d'EDF qui a su me faire confiance malgré mon parcours atypique pour ces deux années passées à leur côté. Sans cette confiance je n'aurais pas pu réaliser ma conversion et mon projet professionnel

Je tiens à remercier en particulier ma tutrice en entreprise, Isabelle Poueydebasque, pour sa bienveillance, son écoute et sa disponibilité. Et également mon équipe de rattachement sur place, l'ensemble des Appuis à la vente, qui m'ont aidé à intégrer la structure et trouver ma place.

Je veux également remercier mes tuteurs de mémoire, Gonzague Chastenet de Gery et Vincent Henry. Merci pour leur écoute, leur disponibilité et leurs précieux conseils. J'ai eu la chance d'être entouré de deux professionnels très compétents durant tout ce travail, avec qui nous avons pu avoir des échanges stimulant, parfois digressant, mais toujours bienveillant et émulant.

Je veux remercier Mathilde, avec qui je partage mon quotidien et qui durant ces deux années, du fait de la crise sanitaire, a dut supporter mes états d'âmes et mes doutes. La remercier pour sa patience et son temps, pour m'avoir aidé et soutenu.

Enfin, je souhaite remercier Bryan, Jolan, Dorian et Pierre, pour leur indéfectible soutien et leur aide, sans laquelle je n'aurais sans doute pas réussi à mener à bien ce projet.

Merci à tous ceux que j'ai pu oublier, tous ceux qui, une fois ou régulièrement, m'ont aidé durant ces deux années d'alternance.

Table des matières

INTRODUCTION.....	6
1. CONTEXTE DE L'ALTERNANCE :	8
1.1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	8
1.2. LES METIERS « DATA » A LA DIRECTION COMMERCIALE SO D'EDF.....	9
1.3. MISSIONS ET PROJET DE L'ALTERNANCE.....	11
1.3.1 <i>Pluralité des missions « couteau suisse »</i>	11
1.3.2 <i>Un projet phare à l'ambition nationale</i>	12
2. GESTION DE LA FORMATION, COMPETENCE, ONTOLOGIE: UN ETAT DE L'ART	13
2.1. UNE DIMENSION SOCIALE : LA GESTION DE LA FORMATION	13
2.1.1. <i>Gestion de la formation</i>	13
2.1.2. <i>Formation et catalogue de formation</i>	18
2.1.3. <i>Compétence & connaissance</i>	20
2.2. UNE DIMENSION INFORMATIQUE : APPLICATION WEB ET ONTOLOGIE	25
2.2.1. <i>Ontologie : définition</i>	26
2.2.2. <i>La sémantique dans l'ontologie</i>	31
2.2.3. <i>Les éléments d'une ontologie</i>	32
2.2.4. <i>La création d'une ontologie</i>	34
3. PROJET D'AMELIORATION POUR LA PROFESSIONNALISATION ET LA GESTION DES FORMATIONS EN ENTREPRISE	37
3.1. LA PROFESSIONNALISATION ET LA FORMATION DANS LE GROUPE EDF ET A LA DIRECTION COMMERCIALE SUD-OUEST : UN ETAT DES LIEUX DES METHODES DE PILOTAGE ACTUELLES	37
3.1.1 <i>Nationalisation en demi-teinte de la formation</i>	38
3.1.2 <i>Solution locale utilisée : avantages et limites</i>	39
3.2. UNE VOLONTE D'AMELIORER LA PROFESSIONNALISATION	40
3.2.1 <i>Une main tendue pour innover dans l'entreprise</i>	40
3.2.2 <i>... bridée par un manque de compétences à la DCR.</i>	40
3.3. PRISE EN MAIN ET PREMIERES SOLUTIONS ENVISAGEES	40

4. L'ONTOLOGIE COMME SOLUTION ENVISAGEE	41
4.1. POURQUOI L'ONTOLOGIE ?	41
4.1.1. <i>Avantages et inconvénients d'une ontologie</i>	41
4.1.2. <i>Conceptualisation, hiérarchie et modélisation</i>	42
4.1.3. <i>Relations et modélisation : la mise en lumière d'un réseau.</i>	47
4.1.4. <i>Une première règle logique : détecter le besoin d'une formation</i>	50
4.2. « PYTHON ET LES ONTOLOGIES » : AUTOMATISER L'ONTOLOGIE	51
4.2.1 <i>Créer et alimenter une ontologie en python</i>	51
4.2.2 <i>Automatiser la création et la mise à jour d'une ontologie</i>	53
4.2.3 <i>Une solutions pour des non-initiés</i>	54
4.2.4 <i>L'interface : interroger l'ontologie</i>	58
4.3. RESULTATS FINAUX ET EVOLUTIONS POTENTIELLES	59
4.3.1 <i>Des résultats nuancés</i>	59
4.3.2 <i>D'autres perspectives à partir de l'ontologie ?</i>	61
CONCLUSION DU PROJET ET AUTRES SOLUTIONS ENVISAGEABLES	61
CONCLUSION DU PROJET	61
AUTRES SOLUTIONS ENVISAGEABLES	63
CONCLUSION GENERALE	64
BIBLIOGRAPHIE.....	66
ANNEXES.....	69
ANNEXE 1: LISTE DES FIGURES DU MEMOIRE.....	69
ANNEXE 2 : GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS.....	70

INTRODUCTION

La formation en entreprise en France est, notamment depuis la loi du 5 septembre 2018 pour la liberté de choisir son avenir professionnel, devenue incontournable pour les entreprises. Pour certaines d'entre elles, ces obligations professionnalisantes s'inscrivent simplement dans leurs démarches d'évolution, notamment pour celles qui souhaitent tendre, voire devenir des organisations capacitanes. Autrement dit des entreprises qui souhaitent offrir à leurs employés les moyens de se développer professionnellement mais aussi personnellement. Pourtant pour d'autres, instaurer un système de formation au sein de leur structure est synonyme de complication, frais et perte de productivité. Ces dernières se font toutefois de plus en plus rares dans le paysage français. En effet, une large prise de conscience des bienfaits de la formation en entreprise s'observe ces vingt dernières années, tant du point de vue individuel, pour le bien être du salarié, que dans les résultats économiques des organismes. Pouvant revêtir des formes diverses et variées, la formation offre aux salariés des opportunités professionnelles, de nouvelles possibilités d'évolution et une stimulation personnelle. Elles permettent ainsi aux entreprises de gagner en expertises et, par conséquent, en qualification et productivité. Donc, indirectement, les formations en entreprise boostent la compétitivité de leurs services.

Toutefois, pour que les formations soient les plus efficaces possibles, il faut veiller à maîtriser sa gestion des ressources humaines, tant d'un point de vue calendaire que sur la connaissance des métiers qui composent les structures. Autrement dit l'organisation et le pilotage desdites formations se doivent d'être structurés et cohérents pour optimiser les bienfaits. Mon expérience de deux ans au sein de la Direction Commerciale Sud-Ouest d'EDF m'a montré à quel point cette gestion des formations peut s'avérer laborieuse, complexe et chronophage pour ses responsables.

Le développement d'outils informatiques au sein des grandes entreprises peut parfois se faire tardivement et des méthodes provisoires avec les moyens disponibles et les compétences locales sont régulièrement mise en place. Des solutions qui, souvent, se pérennisent malgré leurs utilisateurs. Pourtant, ces mêmes personnes

sont conscientes de la limite du système en place, mais, faute de temps ou de moyens ne peuvent remplacer l'existant. L'informatique offre moult solutions modernes et puissantes pour qui sait s'en servir. C'est notamment le cas de l'ontologie qui est au cœur de ce mémoire. En effet, la modélisation conceptuelle a fait ses preuves il y a déjà quelques années avec l'essor du web sémantique. Mais, les experts s'accordent à dire que sa mise en œuvre et son utilisation relèvent de compétences techniques spécifiques et peu répandues en entreprise.

Le travail de recherche suivant vient interroger la pertinence de la mise en place d'une ontologie pour venir soutenir le pilotage des formations en entreprise par le prisme d'un système d'aide à la décision automatisé ou semi-automatisé. Cela signifie permettre au plus grand nombre, initiés ou non d'un domaine, d'interroger une modélisation conceptuelle pérenne et dont les informations ne sont pas obsolètes. Ainsi nous nous sommes demandé comment une ontologie peut faciliter le pilotage et la décision dans des démarches de gestion des formations en entreprise ? Et s'il est possible, pour des non ontologistes et non programmeurs, de maintenir une ontologie à jour et d'accéder à son raisonnement logique intégré ?

Pour ce faire il a fallu trouver la méthode pour permettre la création et la mise à jour automatisée d'une ontologie puis distribuer et faciliter son usage. La solution retenue est l'association de trois méthodes : le développement web mobilisant le langage SQL, HTML, PHP, CSS et JavaScript ; le langage Python ; le langage OWL interprété par Python par un package spécialisé. L'interfonctionnement de ces différents langages informatiques permet d'aboutir à l'attendu et, comme nous le verrons, d'aller même plus loin.

Ainsi, dans une première partie nous reviendrons sur le contexte de développement de la solution en présentant ma structure d'accueil et les missions qui m'ont été affectées. Dans une seconde partie nous établiront l'état de l'art des grands concepts qui portent le sujet. Ensuite, une troisième partie sera consacrée à établir l'état des lieux des formations et de leur gestion au sein de la direction commerciale Sud-Ouest d'EDF et une quatrième abordera en détail la solution ontologique envisagée et sa mise en application. Une cinquième et ultime partie conclura sur le projet en question et évoquera les autres solutions qui auraient été envisageables.

1. CONTEXTE DE L'ALTERNANCE :

1.1. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Dans cette partie il ne s'agit pas de présenter l'ensemble du groupe EDF mais plutôt présenter la structure d'accueil du groupe qui m'a accompagné tout au long de cette formation. Cela va permettre de comprendre le contexte, notamment en termes de ressources humaines, dans lequel le projet qui est sujet de ce mémoire, a été construit.

On peut toutefois rappeler que le groupe Electricité de France est l'un des leaders mondiaux de fourniture d'énergie et le principal producteur d'électricité en France et en Europe. Etant une industrie électrique et gazière (IEG) elle revêt aussi d'un statut particulier. Fondé en 1946, le groupe est détenu majoritairement par l'Etat, ce qui en fait la première entreprise publique du pays. Attaché à ses valeurs telles que l'accompagnement de ses clients au quotidien, la production d'énergie respectueuse du climat ou encore l'invention de l'avenir de l'énergie, le groupe tend continuellement vers l'amélioration et le développement de ses compétences techniques. Dirigé par Jean-Bernard Lévy, EDF emploie en 2017 plus de 150 000 personnes à travers le monde, ce qui en fait aussi une entreprise où la gestion humaine est très importante.

Dans le cadre de mon alternance, c'est la direction commerciale régionale sud-ouest du groupe qui m'a accueilli durant ces deux années. La DCR-SO, comme elle est abrégée, est une structure à vocation commerciale avec comme client le secteur professionnel et public (à différencier des particuliers gérés par la DS2C). Cet antenne d'EDF emploie un personnel à grande majorité spécialiste du secteur de la vente et de la gestion de celle-ci. Par exemple, parmi les 349 salariés de la DCR-SO on retrouve 44 vendeurs, 20 appuis à la vente, 42 expert facturation, 87 gestionnaire relation client. L'activité, tournée essentiellement vers la souscription de contrats, l'accompagnement et la conquête des clients ou encore de nouvelles mises en service, s'accompagne aussi d'un important travail administratif passant de la réalisation de contrat à la gestion des portefeuilles. Même si l'activité reste globalement la même au fil des années, les méthodes et les outils, eux, continuent d'évoluer. Pour maintenir un niveau de compétitivité, face à une concurrence grossissante depuis l'ouverture du marché

en 2004, l'entreprise doit proposer régulièrement des formations pour permettre à ses employés de monter en compétence ou en acquérir de nouvelles.

Le besoin en formation est d'autant plus palpable dans le contexte actuel du groupe. En effet, EDF a décidé il y a quelques années de changer son CRM (*Customer Relationship Management*) appelé « Cloé » datant de la fin des années 90, début des années 2000, pour un nouvel outil plus ergonomique, efficient et contemporain. Cet important changement vient bouleverser un ensemble d'habitudes prise par un grand nombre de salariés au sein du groupe et donc de la structure bordelaise. Accueilli en demi-teinte par les employés du fait des modifications qu'il apporte, le nouveau CRM nommé « VEGA » est logiquement accompagné d'un large éventail de formations pour apprendre à le manipuler. La passation, maintenant imminente après un chantier national de plusieurs années, accélère le besoin en formations et complexifie l'agenda et la gestion de ces dernières.

1.2. LES METIERS « DATA » A LA DIRECTION COMMERCIALE SO D'EDF

Même si nous venons de constater que le cœur de métier de la DCR ne concerne pas le domaine des données, ces dernières n'en sont pas pour le moins absentes et au contraire, articulent le travail de certains salariés. Ainsi au sein du service de la DAO (Direction Appui Opérationnel) des salariés sont chargés d'entretenir la base de données du CRM « Cloé », et bientôt « VEGA », du groupe. Ce travail à l'échelle locale passe par l'injection, la suppression et la veille qualitative des informations présente dans l'outil. Ils sont chargés de maintenir à jour les portefeuilles des vendeurs qui sont des objets « vivants » et donc en constante évolution. Ils ont aussi pour missions de savoir requêter et analyser les données qui y sont présentes. Ils ont donc pour double mission la gestion et la valorisation des données associées à l'outil « Cloé ». Le travail est d'autant plus complexe dans le contexte de changement de CRM, que nous évoquions déjà précédemment, qui suppose une attention particulière à la qualité des données pour un passage fonctionnel de l'ancien vers le nouvel outil.

A la DCR-SO, le renouvellement et l'actualisation des compétences ne passent actuellement pas majoritairement par l'emploi de nouveaux salariés mais plutôt par la

montée en compétences des agents statutaires. Toutefois, cela pose problème sur la maîtrise d'outil plus performants ou d'utilisation de nouvelles technologies. C'est pourquoi, fin 2019, un data analyst et scientist a été embauché à la sortie de son diplôme pour rejoindre l'équipe de la DAO. Après plusieurs mois passés au sein de la structure nous avons pu faire ensemble le constat d'un manque de compétences en termes de gestion des données et de maîtrise des outils et langages informatiques liés.

Nous pouvons nuancer ces propos en présentant des équipes comme celle de « Pilotage », « Base de données » et « Contrôle de gestion » qui maîtrisent des outils comme PowerBI a des fins de reporting et de data visualisation ou encore Qlikview, QJIS et le langage SQL dans le but de requêter les données, effectuer des calculs et reconstruire les portefeuilles des vendeurs. Ce qui manque réellement sont des compétences de programmation notamment dans des langages tels que R, SAS ou Python qui sont globalement absentes. Or, ce sont là des langages cœur des sciences des données. Dû à ce manque de compétences, on retrouve rapidement des imbroglios de tableurs Excel souvent complexes et finalement plutôt sommaires, en particulier dans les autres équipes que celles que nous venons de citer précédemment. Il est à noter qu'en région, seule une petite liberté est accordée aux salariés sur la possibilité d'appréhender les outils en ligne de code et que cela passe seulement par des exports traditionnels. Les développements se font très majoritairement au sein de la DSI nationale.

Nous venons de voir que certains métiers au sein de la DCR-SO sont concernés par les data. Mais nous pouvons aussi faire remarquer que l'ensemble des autres métiers manipulent également des données sans nécessairement en percevoir le potentiel et la valeur dont elles relèvent. Cette non-connaissance du domaine impacte l'activité de la structure qui gagnerait sans doute à booster les compétences du secteur. En effet, trop souvent les informations injectées dans les outils demandent à être requalifiées ou dédoublonnées suite à des erreurs de qualification. Cela représente un temps de travail considérable pour l'équipe de la DAO. De plus, du fait du manque de compétences en data, ces tâches sont rarement automatisées, même partiellement. Au final, c'est l'ensemble du personnel utilisant le CRM qui a une part

de responsabilité dans la bonne alimentation de la base de données du groupe, donc autant dire l'ensemble des salariés de la structure.

Nous avons également pu constater un manque de compréhension envers les métiers articulés autour de la data. Les « experts » présents sont rapidement mis dans le panier des informaticiens et des tâches éloignées de leurs compétences initiales leur sont parfois demandées. Ce raccourci a le mérite de mettre en lumière la nécessité d'informer et d'expliquer les métiers « data » aux professionnels non-initiés dont une partie de leurs ressources de travail reposent pourtant sur lesdits métiers.

C'est ce besoin de « faire parler les données » qui a encouragé mon embauche au sein de la DCR-SO, en dehors du service de la DAO, pour répondre à des besoins de terrain pour les services de l'administration des ventes et de la vente. Ainsi, en intégrant le département de la vente plusieurs missions m'ont été confiées, missions que nous allons développer dans la partie suivante.

1.3. MISSIONS ET PROJET DE L'ALTERNANCE

1.3.1 Pluralité des missions « couteau suisse »

Rattaché à l'équipe d'administration à la vente (ADV), mes missions régulières consistent à venir en soutien aux appuis à la vente. Elles s'articulent autour de plusieurs tâches allant de la gestion, le nettoyage et l'optimisation de tableurs Excel, le développement d'applications web, à la création de programmes *Python* afin d'automatiser quelques tâches, toutes associées à des fichiers Excel.

En outre, j'ai été sollicité pour la création d'un bilan statistique sur les consommations d'énergie (électricité et gaz) et les chiffres liés aux affaires commerciales de la DCR. Il peut s'agir du nombre de mises en service, de calculs liés à la distribution géographique des clients ou encore de statistiques, à différentes mailles, sur les équipes et les agents du département de la vente. Cela s'est traduit par la mise en place d'une analyse approfondie en langage R puis une retransmission de certains résultats, sélectionnés par mes supérieurs, via une présentation PowerPoint. Dans le prolongement de ce projet j'ai effectué, durant quelques mois,

des comptes rendus hebdomadaires sur ces mêmes données actualisées. Afin de redistribuer ces résultats j'ai confectionné un ensemble de tableaux de bord sur le logiciel Power BI, destiné à ma tutrice d'entreprise, afin qu'elle puisse adresser ses rapports à ses supérieurs et au CODIR.

L'ensemble de ces différentes missions m'a permis de me familiariser avec le langage de l'entreprise, ses outils et son fonctionnement. Cela m'a aussi rapproché des collègues de mon équipe de rattachement mais aussi de faire la connaissance d'autres membres de la DCR et d'élargir mon réseau interne (notamment le service de la DAO avec lequel je dois régulièrement échanger à propos de la gestion des données, étant le service dédié à ce sujet). Si on m'a confié ces différentes missions « mineures », j'ai aussi eu la chance d'intégrer la mission 'Université de la vente' qui a pour volonté d'améliorer et perfectionner la gestion des compétences au sein du département. Ce qui m'a conduit à un projet plus ambitieux et complet.

1.3.2 Un projet phare à l'ambition nationale

La mission la plus importante qui m'a été confiée est celle-là même qui m'a amené au sujet de mon projet de recherche dans le cadre de ce master MEDAS. En effet ma tutrice, membre du comité de professionnalisation de la DCR, s'est rapprochée de moi concernant plusieurs problèmes. Le premier était directement en lien avec l'administration des ventes et sa professionnalisation. Le groupe étant en pleine démarche d'optimisation de la professionnalisation, certaines équipes ne sont pas encore impliquées entièrement dans ce vaste projet national. La plateforme nationale existante, « *Boost et vous* » ne comprend pas encore en son sein les référentiels de compétences de tous les métiers du groupe (tel que l'ADV). Or, il est plus aisé d'effectuer un suivi et un pilotage de la professionnalisation efficace avec ces dits supports. De plus, cette plateforme ne permet pas de mettre en lumière les « micro-formations », les formations non officielles ou encore les formations propres à la DCR. Dans cette optique d'inclure davantage les appuis dans la professionnalisation et de pouvoir effectuer un suivi plus précis de l'ensemble des formations effectuées par les agents de la DCR, ma tutrice, et par extension le comité de

professionnalisation, souhaite trouver une solution. C'est de ce point de départ que m'est venue l'idée de développer une application web qui permet de piloter cette professionnalisation et de cartographier les compétences. Ce premier outil avait pour objectif de s'étendre ensuite à d'autres services que celui de l'ADV.

A l'issue d'un premier objet fonctionnel, le comité est revenu vers moi pour trouver une alternative à leur fichier Excel qui leur servait de fichier de gestion et de pilotage. La solution proposée est à l'origine de mon projet principal de cette alternance. Autrement dit, le développement d'une application de pilotage de la formation qui inclut un système d'aide à la décision. L'objectif est d'offrir un outil ergonomique, rapide, autonome et pérenne qui permet un gain de temps dans les prises de décisions.

Ce système d'aide à la décision repose sur une ontologie, notion qu'il convient maintenant de développer.

2. GESTION DE LA FORMATION, COMPETENCE, ONTOLOGIE: UN ETAT DE L'ART

2.1. UNE DIMENSION SOCIALE : LA GESTION DE LA FORMATION

2.1.1. Gestion de la formation

Le pilier de ce travail est la gestion de la formation professionnelle. Celle-ci est définie par la CEGID (Compagnie européenne de gestion par l'informatique décentralisée) comme le dispositif consistant « à gérer, suivre et contrôler toutes les données concernant les formations, passées, présentes, à venir, de l'entreprise en contrôlant et optimisant le budget formation. La gestion de la formation représente un réel levier stratégique pour l'entreprise ». Elle souligne également les huit enjeux principaux de ce management de la formation qui sont les suivants ¹:

¹ <https://www.cegid.com/fr/glossaire/gestion-formation/>

- Répondre à un besoin légal,
- Constituer la mémoire collective de l'entreprise, au regard du savoir de ses salariés,
- Mutualiser et faciliter la gestion de la formation,
- Assurer un suivi en temps réel des activités de formation,
- Valoriser le capital humain, principale ressource de l'entreprise,
- Gagner du temps dans les démarches : de l'inscription des salariés jusqu'au suivi du budget et des coûts de formation, en passant par la gestion d'un plan de formation,
- Contribuer à une meilleure circulation de l'information,
- Contribuer à l'amélioration de la qualité du travail effectué par les collaborateurs.

Cet axe, la gestion de la formation professionnelle, est à lui seul un sujet de recherche vaste, tout aussi empirique et pratique que théorique, qui se développe largement depuis les années 1980 et encore plus depuis le début du XXIème siècle. Ces réflexions autour de la formation s'inscrivent dans un contexte où la forme de l'économie évolue, notamment avec la tertiarisation des emplois. La « tertiarisation » (GADREY, 2003) de l'économie et de la productivité implique une intellectualisation et une qualification accrue des travailleurs. Nous faisons ici directement écho au travail de l'économiste français Maunoury et son livre intitulé *L'économie du savoir* (MAUNOURY cité par BOUCHEZ, 2014) qui parlait déjà il y a cinquante ans « d'intellectualisation de la production ».

Cependant et comme le souligne Jean-Pierre Bouchez : « l'économie du savoir se préoccupe très marginalement des questions attachées à l'apprentissage et à la formation des adultes » (BOUCHEZ, 2014). Or avec la disparition progressive du taylorisme dans l'organisation des entreprises au profit d'un système plus horizontal de la gestion des ressources humaines, la position de l'employé devient capitale dans la productivité de l'entreprise. Ainsi, les dirigeants prennent conscience de la valeur des connaissances de leur personnel et misent de plus en plus sur un « capitalisme cognitif » (BOYER cité par GARANT & SCIEUR, 2001) au sein de leurs infrastructures. Cette capitalisation des capacités intellectuelles des employés nécessite alors de

développer des systèmes de partage et production de savoirs. Déjà en 1992, Benko et Lipietz évoquent le besoin d'un « système localisé où circulent et s'enrichissent les savoir-faire » (BENKO & LIPIETZ cité par GARANT et SCIEUR, 2001). Afin de valoriser ce pan économique longtemps occulté, la formation professionnelle en entreprise prend de l'importance et devient même rapidement obligatoire, notamment en France avec la multiplication des lois gravitant autour de ce sujet.

En effet, en France, surtout à partir des années 2000, des évolutions politiques viennent profondément bouleverser les structures organisationnelles des entreprises, obligeant petit à petit à intégrer la formation continue et interne dans les métiers parfois jusque-là exempt de tels services. Ainsi, au début des années 2000, la loi de programmation pour la cohésion sociale (18 janvier 2005) impose à toute entreprise de plus de 300 salariés de mettre en place une Gestion Prévisionnelle de l'Emploi et des Compétences (GPEC). C'est dans ce contexte qu'un grand nombre d'entreprises ont multiplié les formations qu'elles proposent à leurs collaborateurs. Dans cette continuité, l'Accord National Interprofessionnel (ANI) du 14 décembre 2013 et la loi du 5 mars 2014 relative à la formation professionnelle, à l'emploi et à la démocratie sociale concourent à la mise en place active de systèmes de formations dans les entreprises. Un élément clé de ces mesures politiques du début de la dernière décennie est sans aucun doute le CPF (Compte Personnel de Formation) qui permet de « donner à chacun les moyens de sécuriser son parcours professionnel »².

Bien que ces réformes offrent à un employé des possibilités pour enrichir ses connaissances et/ou acquérir de nouvelles compétences, il faut souligner le glissement du « centre de gravité du droit de la formation du collectif vers l'individuel » (LUTTRINGER cité par VERO & SIGOT, 2017). Une bonne gestion prévisionnelle des ressources humaines peut toutefois palier à un manque de demande de l'adulte dans sa construction professionnelle. Autrement dit, si les opportunités pour les salariés de développer leurs savoirs et leurs compétences se sont multipliées, il revient à sa charge de s'engager dans ces diverses possibilités.

² ANI, 14 décembre 2013, préambule du titre III

En France, l'implication étatique dans la gestion de la formation est donc prégnante et oblige les entreprises à revoir leur système organisationnel. On remarque que ces systèmes peuvent être moteurs ou obstacles d'une professionnalisation (à comprendre comme la capacité d'accès à la formation dont le double objectif est de maintenir ses compétences pour la bonne pratique de son métier mais aussi à en acquérir de nouvelles pour faire évoluer sa situation professionnelle). Une classification de ces obstacles a été soumise en 2016 par Claudie Solar, Daniel Baril, Jean-François Roussel et Nancy Lauzon aboutissant à une typologie de ces derniers (SOLAR, BARIL, ROUSSEL & LAUZON, 2016) (cf. figure 1).

Obstacles auxquels font face les personnes		Obstacles auxquels font face les entreprises
* <i>Obstacles dispositionnels</i> Concernent tout ce qui relève des réalités psychologiques des adultes ainsi que de leurs croyances et de leurs valeurs à l'égard de l'apprentissage	Obstacles auxquels fait face la direction des entreprises	* <i>Obstacles liés à la culture organisationnelle</i> Concernent la vision de l'entreprise ainsi que son infrastructure et l'investissement au regard de la formation
* <i>Obstacles situationnels</i> Désignent les facteurs liés aux situations de vie des individus		* <i>Obstacles liés à la structure organisationnelle</i> Concernent les facteurs liés au mode de fonctionnement de l'entreprise
* <i>Obstacles institutionnels</i> Réfèrent aux politiques, aux règles et aux modalités des activités de formation selon les organisations et les institutions qui les offrent		* <i>Obstacles institutionnels de l'entreprise</i> Réfèrent aux modalités mises en place par l'entreprise dans le cadre de la formation
* <i>Obstacles informationnels</i> Ont trait à l'absence d'information concernant l'existence de services et d'activités de formation		* <i>Obstacles informationnels de l'entreprise</i> Ont trait à l'absence d'information concernant l'existence et le financement de services et d'activités de formation
		* <i>Obstacles liés à l'environnement</i> Concernent les contextes social, économique et politique externes à l'entreprise

Figure 1 : Typologie intégrative des obstacles à la formation en entreprise
(Source : Solar et al., 2014 cité par SOLAR, LAUZON, BARIL & ROUSSEL, 2016)

Je ne m'attarderai pas sur l'ensemble de ces obstacles et vous invite à consulter leur travail sur le sujet, mais il faut garder à l'esprit que dans une position hiérarchique supérieure, l'obstacle individuel peut devenir une contrainte structurelle ou organisationnelle (GIGUERE ; SIGOT & VERO, cités par SOLAR, BARIL, ROUSSEL

& LAUZON, 2016) et que « C'est l'entreprise qui détermine l'accessibilité » (OLLAGNIER cité par SOLAR, BARIL, ROUSSEL & LAUZON, 2016).

Dans cette même logique, Zimmermann et Caillaud en 2011 spécifient bien que l'entreprise est le principal vecteur de la formation des employés en France (ZIMMERMANN et CAILLAUD cité VERO & ZIMMERMANN, 2018).

Donc l'accès à l'apprentissage pendant son temps de travail en France dépend grandement de sa structure professionnelle. En 2017, dans *Comment les entreprises s'organisent pour mettre les salariés en capacité de se former*, Josiane Vero et Jean-Claude Sigot parviennent à identifier quatre configurations d'entreprises et de leur management de la formation : la structure simple ; l'ajustement au poste de travail ; le développement des compétences et le développement des capacités (VERO & SIGOT, 2017) :

« En fait, deux configurations y concourent : celle de « développement des compétences » et celle de « développement des capacités ». Mais ce n'est que dans cette dernière qu'existe la possibilité réelle, pour tous les travailleurs, d'exprimer et de faire entendre leur point de vue, de poser des choix en matière de formation et de construire un projet professionnel en accord avec les besoins de l'organisation, mais aussi avec la finalité que chacun attribue à la formation. Ainsi, les organisations capacitanes se révèlent être les seules configurations susceptibles d'offrir des opportunités et des mécanismes structurants mettant les salariés en capacité de se former et d'avoir une prise sur leur devenir professionnel. Elles représentent aujourd'hui près d'un quart des salariés, répartis dans 6 % des entreprises du secteur privé et semi-public de dix personnes et plus. »

Dans leur conclusion, dont est extraite la citation ci-dessus, ils font remarquer que les organisations capacitanes sont les grandes gagnantes sur le marché de la formation professionnelle en entreprise. On remarque qu'il y a des inégalités d'accès à la professionnalisation. Si des systèmes organisationnels la favorisent, d'autres l'ignorent voire sont limitantes.

2.1.2. Formation et catalogue de formation

L'objet même de ce « marché », autrement dit la formation professionnelle en tant que telle, est aussi un objet d'étude complet. Jean-Marc Le Gall ajoute à la définition suivante faite par Besnard P. et Liétard B. que la formation est « toutes activités consciemment et systématiquement organisées dans le but d'acquérir une information, une connaissance ou une aptitude nouvelles » (BESNARD & LIETARD, 2001) que c'est « l'acquisition d'un ensemble de connaissances théoriques et pratiques (dans une technique, un métier) » qui « est à la fois un acte d'apprentissage et de communication » (LE GALL, 2015). Donc on peut définir ce type de formation en entreprise comme étant l'ensemble des activités (physiques ou psychiques), proposé par son entreprise, permettant à un individu d'acquérir ou de renforcer des compétences et métiers. La formation professionnelle doit idéalement permettre d'associer projets professionnels, personnels et productivité et/ou compétitivité de l'entreprise.

Il s'agit là d'un réel sujet des ressources humaines, sujet dont les spécialistes sont déjà conscients depuis plusieurs décennies. Miller, en 1989, désignait ces dernières comme étant d'un enjeu compétitif et concurrentiel pour une entreprise (MILLER, 1989). Afin de valoriser ce « capital compétence » (BARBIER, 1992), il apparaît inéluctable, en 2021, de proposer des formations pour adapter les connaissances des employés, en particulier face au développement rapide des nouvelles technologies et de l'informatique. La formation est un prisme, si ce n'est « le canal principal », de valorisation des ressources humaines (BOUDABBOUS, 2007).

Dans la littérature on parle généralement de trois modes de formation distincts : formel, non formel et informel. Le premier ne nous intéresse pas pour notre étude, il s'agit des formations aboutissant à l'obtention d'un diplôme et dispensé par un établissement. La seconde pourrait entrer dans ce travail mais ne correspond pas réellement aux formations dont nous parlerons dans ce travail. Il s'agit de celles similaires aux formations formels mais n'aboutissant pas à un diplôme et pouvant être proposées par des entreprises et autres organismes. Par conséquent ce sont les formations informelles qui nous intéressent et qui sont également les plus dispensées en entreprise (BÉLANGER, DORAY, LEVESQUE, BILLET, CARRE, MULLER &

CRISTOL cités par VERO & SIGOT, 2017). Dans cette même volonté de catégoriser la formation il émane deux autres terminologies : les formations structurées et non-structurées. Les spécialistes ne s'accordent pas toujours quand il s'agit de rapprocher ces différentes appellations. Certains admettent que les formations dites formelles et non formelles sont des formations structurées quand d'autres préfèrent placer les formations non formelles avec les formations informelles sous l'appellation de formations non-structurées (SOLAR, BARIL, ROUSSEL & LAUZON, 2016). Cet écheveau terminologique complexifie les croisements d'analyses basées sur diverses études qui n'utilisent donc pas nécessairement le même vocabulaire pour désigner parfois une même entité. De plus, pour compliquer le tout, les entreprises ont tendance à utiliser leur propre langage quand il s'agit de formation du fait de l'absence d'expert du domaine. Il faut donc réussir à les interpréter avant de se lancer dans une analyse et dans la gestion des formations. Cela demande un travail conséquent en aval de tout développement, des temps de concertation et d'échanges avec les responsables de cette professionnalisation pour bien appréhender les individus (ici les formations) pour pouvoir ensuite les traiter.

Ensuite, toujours concernant la formation, Sami Boudabbous en 2007, dans *L'entreprise à l'heure de la formation : approches théoriques et pratiques réelles*, en distingue quatre types : formation d'adaptation ou de perfectionnement ; formation de promotion professionnelle ; formation de prévention ; formation de conversion (BOUDABBOUS, 2007). Donc, la formation peut revêtir divers objectifs allant de la montée en compétence afin d'améliorer sa pratique métier, de l'acquisition de nouvelles compétences pour obtenir une qualification professionnelle supérieure et espérer un nouveau poste, de la préparation à un changement de métier face à un changement structurel de l'entreprise ou une disparition du métier actuel. L'obsolescence d'un métier ou d'une compétence est un sujet capital pour une entreprise et pouvoir la détecter rapidement est un enjeu primordial pour offrir des formations adaptées à ses employés. Pour agir efficacement dans cette situation, les compétences métiers des salariés doivent être clairement identifiées. Mais pour capter convenablement ces éléments il convient surtout de comprendre à quoi nous avons à faire.

2.1.3. Compétence & connaissance

2.1.3.1. Compétence, référentiel et catalogue de compétences

On définit généralement la compétence comme étant la capacité à accomplir certaines tâches. Elle peut, par conséquent, être synonyme de savoir-faire ou de savoir-être. Par ailleurs, ce savoir-faire sous-entend que l'objet d'étude (individu ou machine), en l'occurrence ici l'individu, possède les savoirs nécessaires à la bonne pratique, au bon usage dans un contexte précis. Donc, la compétence est l'enchevêtrement du savoir, savoir-faire et savoir-être. Cette définition est celle donnée dès les années 1970 par les spécialistes et admise jusque dans les années 1990. Cependant, et avec l'ensemble des études faites à ce sujet, le « foisonnement conceptuel »³ qui entoure la notion, cette définition ne suffit pas, ou plus, à définir ce terme. Guy Le Boterf, dans un entretien donné au *MagRH* le 7 mars 2019⁴, donne une définition plus complète de ce qu'est la compétence. Sans pour autant renier le sens propre du mot que nous venons de donner, il lui donne un sens plus concret, celui de l'aptitude à faire, « savoir agir en situation (dans une famille de situations) mobilisant une combinatoire appropriée de ressources internes (personnelles) et externes (de son environnement) » (LE BOTERF, 1994-2000). Autrement dit, la capacité à réaliser une ou des actions dans un contexte précis qui recourt à l'usage combiné de « ressources personnelles et externes ».

En 2018, dans son ouvrage *Développer et mettre en œuvre la compétence*, il décide d'aborder la définition de compétence par un autre prisme. Toujours en se basant plus sur la compétence en tant que telle mais en y ajoutant un autre référentiel d'observation qu'est celui du « professionnel compétent », Le Boterf distingue « être compétent » et « avoir des compétences ». Dans tous les cas, il est nécessaire pour l'individu d'avoir des compétences mais cela ne suffit pas à dire de lui qu'il est compétent. Cette dimension duale permet de préciser la définition de « compétence » en distinguant les ressources (connaissances, aptitudes, ...) et l'usage qui en est fait dans une situation spécifique (en quelque sorte le « savoir-faire »). Cette distinction

³ <http://www.magrh.reconquete-rh.org/index.php/articles/carrieres/76-leboterf>

⁴ <http://www.magrh.reconquete-rh.org/index.php/articles/carrieres/76-leboterf>

permet notamment de mieux détecter certaines compétences dont l'usage réel qui en est fait est parfois plus faible que celui dont la connaissance fait acte.

L'identification des compétences des salariés peut mettre en lumière des compétences sensibles ou critiques qui n'auraient pas été détectées jusque-là. Les compétences sensibles dans une entreprise sont les compétences qui sont nécessaires à la bonne pratique d'un métier et maîtrisées par peu de monde. Ces compétences deviennent critiques lorsqu'elles ne sont maîtrisées que par un seul individu, d'autant plus s'il est sujet à un départ (retraite ou fin de contrat). Ces compétences dites sensibles ou critiques s'apparentent aux « connaissances cruciales » qui sont les connaissances primordiales pour l'entreprise et sur lesquels un effort particulier doit être fait pour les conserver voire les développer (SAAD, GRUNDSTEIN & ROSENTHAL-SABROUX, 2009). Afin d'identifier ces connaissances particulières, un système d'organisation des connaissances (SOC) est généralement mis en place. Dans le cadre de l'entreprise EDF il a même été sujet à la rédaction d'un papier de recherche afin d'en distinguer les enjeux importants⁵.

Dans le cadre de ce projet d'alternance, j'ai été amené à manipuler des référentiels et catalogues de compétences propres aux métiers d'une direction commerciale d'EDF. Toutefois, il convient d'expliquer ces termes pour mieux appréhender les enjeux auxquels ils retournent.

Il est courant de retrouver dans une entreprise les fiches descriptives de chaque poste qui la constitue. C'est ce que Sylvie Guerrero, dans son ouvrage *Les outils des RH : Les savoir-faire essentiels en GRH*, appelle la « description de poste » (GUERRERO, 2019). Celles-ci contiennent généralement quelques pages qui permettent de décrire explicitement « la nature du travail à accomplir dans un emploi particulier, les méthodes, les conditions de travail, les devoirs et les responsabilités de la personne ». Et elles sont parfois accompagnées de ce que j'appelle le référentiel de compétences qui recense l'ensemble des compétences attendues pour effectuer les différentes tâches qui sont amenées à être réalisées dans le cadre de sa pratique métier. Ces

⁵ Voir l'article de MAHE, S., RICARD, B., HAIK, P., FOLINO, A. & MUSNIK, N. (2010). Gestion des connaissances et systèmes d'organisation de connaissances: Premier modèle et retours d'expérience industriels. *Document numérique*, 2(2), 57-73

référentiels sont donc l'explicitation, le découpage et la transposition écrite des compétences qui constituent un métier. Ils sont souvent la liste des savoir-faire qui constituent les compétences. Des savoir-faire intellectuels ou manuels, généralement empiriques et ponctuels. Ces mêmes référentiels ont pour volonté de formaliser les compétences des collaborateurs au sein d'une l'entreprise, toutefois et malgré la praticité de cette formalisation, il faut se méfier du carcan qu'il peut représenter.

Or, si l'explicitation est généralement réalisée de manière limpide par les experts de chaque compétence, le découpage des savoirs et savoir-faire qui les constituent mériterait d'être mûrement travaillé afin de les identifier précisément. Ces découpages peuvent se faire par les méthodes d'ingénierie des connaissances, telles que MASK, REX, CommonKADS, ou KOD (DIENG-KUNTZ et al. cités par GUERRERO, 2019), qui permettent alors de les formaliser. Castillo et al. dans *De l'appropriation des connaissances vers l'acquisition des compétences* (2004), parlent alors de « la mémoire métier » qu'ils définissent comme : « l'explicitation des connaissances produites dans et pour un métier donné ». D'ailleurs, nous préférons parler de « connaissance » plutôt que de « savoirs » dans notre définition de compétence. Dans cette définition qui la désigne comme étant l'ensemble de savoirs, savoir-faire et savoirs-être, le terme « savoir » fait davantage référence au savoir académique ce qui n'est pas le cas dans notre contexte.

Le catalogue de compétences, qui sera à plusieurs reprises évoqué au cours de ce travail, désigne quant à lui l'ensemble des compétences d'une structure sans distinction de métier.

Le domaine de la formation implique de comprendre l'ensemble des concepts qui le constituent. Nous venons de voir les notions de gestion de la formation, de formation et de compétence. Au cœur de cette dernière, la notion de connaissance est cruciale, il s'agit donc de définir ce que nous entendons par « connaissance ».

2.1.3.2 Connaissance

Je serai amené dans le cadre de cette étude, et tout comme pour la notion précédente, à employer le terme de connaissance à de multiples reprises. Afin de comprendre les enjeux que relèvent ce terme et les liens avec la formation, il faut en

comprendre le sens. Nous pouvons dire de la connaissance qu'elle est l'ensemble des savoirs qui permettent la compréhension d'un objet ou d'une action dans la réalité. C'est ce qui permet de faire le lien entre la pensée et la réalité. Platon, déjà au IV^{ème} siècle avant notre ère, désigne le plus haut degré de connaissance comme étant la capacité à saisir la nature intrinsèque de l'objet observé. Ce serait donc comprendre les choses grâce à son expérience, un stade entre l'information et l'intelligence.

Cette notion est aujourd'hui au cœur du système socio-économique contemporain. Certains experts avaient déjà conscience de la transformation de notre société vers un recentrement sur l'humain et la valeur ajoutée que représente son capital expérience et compétence. Ainsi, il y a déjà presque trente ans, Peter Drucker parle de la transformation de la société industrielle avec ces mots (DRUCKER, 1993)

:

« Sous nos yeux s'opère le rapide remplacement de l'outil industriel par un outil nouveau : la connaissance [...]. En effet, la connaissance est l'unique ressource qui ait du sens aujourd'hui. Les « facteurs de production » traditionnels – la terre (c'est-à-dire les ressources naturelles) le travail et le capital, n'ont pas disparu, mais ils sont devenus secondaires. Ils peuvent d'ailleurs être obtenus aisément, à condition qu'il y ait de la connaissance. La connaissance prend alors le sens de matière première. Elle devient un moyen d'acquérir des résultats sociaux et économiques. »

Définir la connaissance comme étant une “matière première” est encore plus vrai dans le monde actuel, où le marché de l'immatériel est devenu très largement dominant sur l'économie mondiale. “Au capital matériel a succédé, dans les critères essentiels de dynamisme économique, le capital immatériel ou, pour le dire autrement, le capital des talents, de la connaissance, du savoir. En fait, la vraie richesse d'un pays, ce sont ses hommes et ses femmes.”⁶ (LEVY & JOUYET, 2006). Le *Rapport de la commission sur l'économie de l'immatérielle*, d'où est extrait la citation précédente, explique concrètement que l'humain représente actuellement une valeur ajoutée très importante dans une entreprise et que le négliger serait échapper aux évolutions socio-économiques mondiales.

⁶ p.9 du rapport

La connaissance est l'une des étapes intermédiaires de la construction de la pyramide cognitive (cf. figure 2) qui a pour but la conscience. Dans ce principe d'accéder à la compréhension de notre réalité, j'aime reprendre la citation de Gaston Bachelard à propos de la connaissance (BACHELARD, 1938): « Une connaissance générale est presque fatalement une connaissance vague. » qui permet, bien que référence ancienne, de comprendre les enjeux d'une formation vis-à-vis des connaissances. Pour rappel, nous avons défini la formation comme étant le prisme pour un individu d'acquérir ou de renforcer ses compétences. Ces mêmes compétences composées de savoirs que nous appelons ici connaissances. Donc par inférence, la formation permet à un individu de développer, entre autres, ses connaissances et donc sa maîtrise métier.

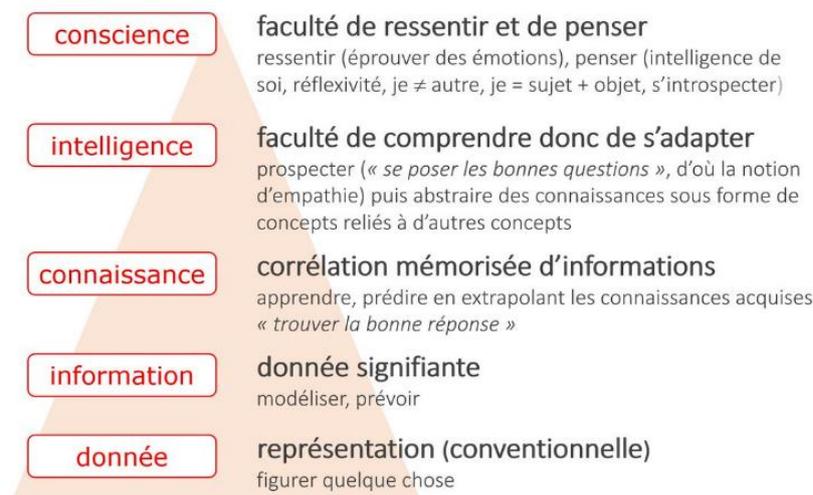


Figure 2 : Les 5 niveaux de la pyramide cognitive (Source : Bernard Georges)

Jusqu'à présent nous avons constaté que les formations et leur gestion relèvent d'une importance capitale pour une entreprise qui souhaite évoluer dans le modèle économique contemporain. La compréhension des métiers et l'identification des compétences de ses collaborateurs sont le point de départ pour pouvoir ensuite proposer des formations en adéquation avec les besoins réels de son entreprise et de ceux de ses salariés.

Mon projet d'alternance n'intervient pas dans la phase de gestion des compétences, qui a déjà été réalisée (ou en cours de réalisation par un vaste chantier

national du groupe), mais sur le pilotage des formations, de la création à l'historicisation en passant par l'identification des besoins individuels, autrement dit, sa gestion.

En outre, le domaine de la gestion des formations est composé d'une terminologie précise que nous avons en partie détaillée précédemment. Ces différents termes désignent des éléments distincts qui, ensemble, constituent les fondations d'un réseau complexe de concepts. Il convient aux professionnels qui manipulent ces termes de correctement les maîtriser et surtout de s'accorder sur une définition qui désigne, pour eux, la même chose. Dans le cas contraire, il devient compliqué d'exploiter les informations qui en émanent.

Afin de mettre en lumière ce réseau de concepts et de pouvoir les interroger j'ai opté pour des solutions informatiques afin d'améliorer ce pilotage des formations qui passe aujourd'hui par un enchevêtrement de tableurs numériques et une communication par mail lourde de va-et-vient intempestifs.

2.2. UNE DIMENSION INFORMATIQUE : APPLICATION WEB ET ONTOLOGIE

Afin de remédier au système actuel limité, j'ai proposé au comité de professionnalisation de mettre en place un outil ergonomique avec lequel tout le monde est aujourd'hui plus ou moins familier, une application web, basée sur un système de « *clic to action* ». Je ne ferai pas ici un état de l'art de l'application web, sujet qui mérite à lui seul un travail de recherche. Je développerai partiellement ce sujet dans la partie plus technique de ce travail de recherche. C'est au sein de cette application que j'intègre une ontologie afin d'aider à détecter les salariés les plus susceptibles d'être intéressés par une formation ou non. L'objectif est de développer un système de gestion de la formation intégrant une solution, innovante pour cette entreprise, d'aide à la décision et qui s'exprime par la mise en place d'une ontologie.

2.2.1. Ontologie : définition

Dans le cadre de ce travail de recherche nous ne nous attarderons pas sur l'origine philosophique de l'ontologie mais plutôt sur son interprétation informatique qui se développe largement depuis les années 1990. Plusieurs définitions ont été données dans le courant de ces années. Gruber les désigne comme des structures visant à « spécifier explicitement une conceptualisation » (GRUBER cité par HERNANDEZ, 2005) et Uschold et Gruninger en 1996 définissent le terme comme : « se référant à la compréhension partagée [a shared understanding] d'un domaine d'intérêt qui peut être utilisé comme cadre unificateur pour résoudre les problèmes [...] d'interopérabilité entre les systèmes. » (USCHOLD & GRUNINGER, 1996). Autrement dit, une ontologie est la traduction d'un ou plusieurs réseaux qui permet de définir le sens des différentes entités qui les constituent et d'en faire une représentation structurée. Nathalie Hernandez dans sa thèse *Ontologies de domaine pour la modélisation du contexte en recherche d'information* rappelle aussi qu'« Une ontologie fournit une base solide pour la communication entre les machines mais aussi entre humains et machines » (HERNANDEZ, 2005).

On peut résumer une ontologie par ses composantes comme le fait Chaumier (2007) :

« Les composantes d'une ontologie sont les suivantes : une ou plusieurs taxinomies ordonnées en classes et sous-classes composées d'instances représentant les individus ou objets; les types d'attributs ou propriétés qui peuvent être attachés à ces objets; les types de relations entre les concepts d'une taxinomie; des axiomes ou des règles d'inférence permettant de définir les propriétés de ces relations. »

D'une certaine manière, une ontologie permet de spécifier les sens terminologiques employés dans un domaine et de mettre en évidence les relations entre ces terminologies (CHAUMIER, 2007). Jean-Baptiste Lamy en 2019 donne une définition succincte d'une ontologie qui reprend globalement ce qu'on vient de dire : « une ontologie est une description formelle de l'ensemble des entités d'un domaine et des relations existant entre celles-ci »⁷. L'ontologie s'attache à définir les concepts que nous manipulons en se basant sur les propriétés générales de manière à pouvoir comprendre les liens entre eux. « D'un point de vue pratique, une ontologie

⁷ Lamy, J. (2019). *Python et les ontologies*. St-Herblain, France : Editions ENI

informatique permet, en particulier grâce aux travaux de l'intelligence artificielle symbolique sur les systèmes à base de connaissances et les moteurs d'inférence, d'implanter des mécanismes de raisonnement déductif, de classification automatique, de recherche d'information, et d'assurer l'interopérabilité entre plusieurs systèmes de ce type »⁸. Plus généralement, les ontologies se sont largement développées conjointement avec l'évolution du web sémantique (CHAUMIER, 2007).

L'ontologie informatique a une représentation formelle qui peut donc être manipulée. Elle a l'avantage de reposer sur la définition formelle des concepts et non sur la terminologie. Ainsi les problèmes terminologiques qui peuvent être rencontrés et que j'évoque dans la partie précédente peuvent être en partie rectifiés au moment de la création de l'ontologie et de la définition des concepts qui la composent en précisant quelles « dénominations » on souhaite donner à nos concepts (cf. figure 3). La « représentation formelle, permet de garantir un certain nombre de « bonnes » propriétés telles que la cohérence, la précision, le partage et dans une certaine mesure le consensus et la réutilisabilité » (ROCHE, 2015).

Roche parle alors « d'*ontoterme* » qui désigne l'association d'un concept avec un ou plusieurs termes, représentée ci-dessous par le double triangle sémiotique (2015).

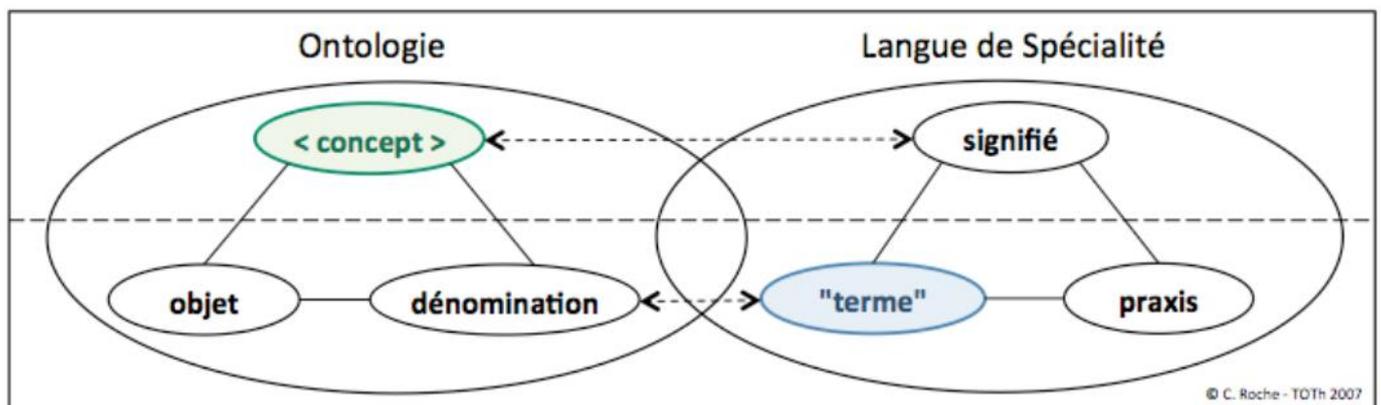


Figure 3 : Double triangle sémiotique (Source : ROCHE, 2015)

⁸ <https://interstices.info/ontologies-informatiques/>

2.2.1.1 Les typologies d'ontologies

On distingue une importante variété d'ontologies qui ont chacune leur intérêt. La figure 4, qui recense les différentes typologies ontologiques développées dans la littérature, permet de mettre en évidence plus de dix typologies d'ontologies en fonction de différents critères qui permettent de les définir. Ces typologies ne sont pas à concevoir comme exclusives les unes des autres mais plutôt associatives. Seuls les quatre critères de distinction sont exclusifs entre eux. Autrement dit une ontologie peut être formée d'une typologie de chacun des critères de distinctions que sont les suivants : le critère selon l'objet de la conceptualisation, le critère selon le degré de formalisation (le langage utilisé pour concevoir le réseau), le critère selon la granularité de l'information dispensée par l'ontologie et enfin le critère selon la structure de la connaissance (CHAUMIER, 2007 ; DRAME, 2014 ; HERNANDEZ, 2005 ; ROCHE, 2015 ; VANDECASTEELE, 2012). Il s'agit de la première colonne du tableau ci-dessous. Une exception est distinguable sur le deuxième critère, une ontologie est dite formelle ou informelle ET lourde ou légère.

En prenant connaissance de ces différentes typologies et en les croisant avec ces données à disposition cela permet de mieux orienter sa réflexion et par extension la construction en amont de son ontologie. Cela permet également d'interpréter son problème et de trouver la solution la plus adéquate pour y répondre. C'est ce que nous avons fait et que nous allons maintenant expliquer dans la partie suivante.

Critère de distinction	Type d'ontologie	Définition	Exemple(s)
Selon l'objet de la conceptualisation	<i>Ontologie de haut niveau</i>	« Visent à modéliser des concepts de haut niveau d'abstraction » (DRAME, 2014) avec pour objectif de représenter un réseau à « visée universelle » (ROCHE, 2015).	Basic Formal Ontology (BFO) ; Suggested Upper Merged Ontology (SUMO);
	<i>Ontologie de domaine</i>	Ces ontologies permettent de normaliser des concepts et de donner une représentation de la connaissance plus précise (HERNANDEZ, 2005). « Elles permettent de spécialiser les termes et notions des ontologies de haut niveau » (VANDECASTEELE, 2012). Selon K. Drame, on distingue deux sous-typologies de domaine : celles qui permettent de modéliser les « connaissances spécifiques d'un domaine précis » et les ontologies propre à l'exécution d'une tâche particulière dans un domaine précis (DRAME, 2014) qui sont distinguées comme à part entière pour A. Vandecasteele.	Foundational Model of Anatomy (FMA); IDOSCHISTO; The scheduling task ontology ; Ménélas
	<i>Ontologie générique</i>	Appelées « méta-ontologies » par A. Vandecasteele (2012) elle désigne des modélisations moins abstraites que les ontologies de haut niveau mais qui restent « indépendantes d'un domaine ou d'un problème particulier » (DRAME, 2014).	WordNet ; Sowa; CYC;
Selon le niveau (ou degré) de formalisation	<i>Ontologie formelle</i>	Ontologies exprimées en langage artificiel basé sur une sémantique formelle. A l'inverse des ontologies informelles elles sont très bien applicables à des systèmes informatiques mais plus difficilement interprétable par l'Homme. (VANDECASTEELE, 2012 ; DRAME, 2014)	
	<i>Ontologie informelle</i>	Ontologies exprimées en langage naturel. Facilement interprétable par l'Homme elles sont à l'inverse plus compliquées à intégrer à un système informatique (VANDECASTEELE, 2012 ; ROCHE, 2015 ; DRAME, 2014)	
	<i>Ontologie lourde</i>	Les <i>heavy-weight ontologies</i> distinguées elles aussi par Studer et al. sont plus expressives que leurs petites sœurs, les ontologies légères, mais aussi plus complexes à mettre en place. Elles comprennent en plus « des axiomes qui permettent de définir des expressions complexes » (DRAME, 2014).	
	<i>Ontologie légère</i>	Distinguées par Studer et ses collaborateurs, ces <i>light-weight ontologies</i> , sont des modélisations de concepts par « des relations hiérarchiques et associatives » (DRAME 2014 ; STUDER et al. & CHRISMENT et al. cités par DRAME, 2014)	
Selon la granularité	<i>Ontologie de granularité fine</i>	Ontologies très détaillées, souvent des ontologies de domaine, de tâche ou d'application (DRAME, 2014)	
	<i>Ontologie de granularité large</i>	Ontologies moins détaillées, comme les ontologies de haut-niveau, mais qui peuvent se préciser en s'assemblant avec d'autres ontologies (DRAME, 2014)	
Selon la structure de la connaissance	<i>Ontologie terminologique</i>	Ces ontologies sont les plus similaires au thésaurus traditionnelle (CHAUMIER, 2007) et sont aussi appelées ontologie linguistiques. Elles « spécifient les termes utilisés pour représenter la connaissance d'un domaine » (HERNANDEZ, 2005)	Unified Medical Language System (UMLS)
	<i>Ontologie d'information</i>	« Elles proposent un cadre de représentation de la connaissance stockée », souvent en base de données, sans pour autant donner des indications sur « la sémantique des champs » (HERNANDEZ, 2005)	
	<i>Ontologie pour la modélisation de la connaissance</i>	Appelées aussi « ontologies de représentation des connaissances » (VANDECASTEELE, 2012) ou encore « ontologies de représentation » (DRAME, 2014) ces ontologies sont beaucoup plus riches et permettent de décrire les concepts de relation et de formalisation des connaissances (HERNANDEZ, 2005 ; DRAME, 2014 ; VANDECASTEELE, 2012).	Frame Ontology

Figure 4 : Les grandes typologies d'ontologies

2.2.1.2 Le choix du type d'ontologie

Dans le cadre de gestion des formations, l'usage de l'ontologie n'est pas instinctif, pourtant il est largement utilisé dans les domaines voisins que peuvent être la gestion des connaissances, la gestion des compétences ou encore en science de l'information. Donc, avant même de modéliser notre modèle, il s'agit de relever les distinctions à faire sur une ontologie associée à ce domaine. Comme nous venons de le constater et comme le montre la figure 4, il prédomine un certain nombre d'ontologie sur lesquelles nous allons nous baser pour définir celle qui nous semblera le plus en adéquation avec notre problème. Dans notre contexte il s'agit de définir les termes liés à nos formations ou nos compétences pour les déceler dans les référentiels des agents et détecter les relations entre les formations dispensées et les métiers des employés. Donc pour notre système d'organisation de gestion de la formation, nous sommes au croisement entre l'ontologie terminologique et l'ontologie pour la modélisation de la connaissance. On peut aussi parler d'ontologie de domaine, plus spécifiquement de tâches ou d'application, si l'on se tient à la définition qu'en fait K. Drame dans sa thèse (2014).

L'ontologie terminologique nous permet de regrouper différents termes sous un même concept afin de leur donner un sens commun avec des propriétés définies et logiques. On peut malgré tout conserver les définitions linguistiques des termes s'ils ont des sens légèrement différents mais que l'on souhaite généraliser pour créer notre réseau. Ces ontologies, dites aussi linguistiques, sont basées sur la sémantique de notre corpus. Le pendant « modélisation de la connaissance » permet d'interpréter le réseau sémantique sujet de notre conceptualisation « afin que des mécanismes élaborés puissent être intégrés » à notre système de gestion (HERNANDEZ, 2005). Si les ontologies terminologiques « spécifient les termes utilisés pour représenter la connaissance d'un domaine » (HERNANDEZ, 2005) elles sont aussi souvent basées sur un langage davantage naturel donc, sont des ontologies plus informelles.

Notre ontologie peut aussi être dite de granularité fine puisqu'elle s'appuie sur l'ensemble des concepts qui désigne nos données afin de pouvoir au mieux faire fonctionner les raisonnements automatiques. En outre, puisque qu'elle a vocation à être automatisée il faut qu'elle soit également suffisamment générale afin que son peuplement soit efficient. Donc, nous sommes en réalité à l'interstice entre une ontologie de domaine, comme nous venons de l'expliquer, et avec un pied dans l'ontologie de haut niveau.

2.2.2. La sémantique dans l'ontologie

L'ontologie fonctionne avec des raisonneurs qui permettent de détecter automatiquement les inférences logiques entre nos concepts et relations définis de manière formelle dans celle-ci. C'est l'une des finalités d'une ontologie : le raisonnement automatique (LAMY, 2019). Cependant, ce raisonnement ne peut fonctionner que lorsque le spectre sémantique de notre modélisation est suffisamment formel pour être compris et manipulé à la fois par l'Homme et la machine. On parle alors d'engagement sémantique (HERNANDEZ, 2005) qui désigne : « le niveau de spécification formelle permettant de restreindre l'interprétation de chaque concept et ainsi en donner la sémantique » (BACHIMONT cité par HERNANDEZ, 2005).

Autrement dit, pour que le raisonnement d'une ontologie soit le plus efficient possible il faut que nos données sémantiques soient les plus structurées possibles. Ces données sémantiques constituent alors une première pierre dans la construction de l'ontologie : les ressources terminologiques. Nous avons observé précédemment que le degré de formalisation est l'un des critères de distinction des typologies des ontologies. Toutefois, que l'ontologie soit formelle ou informelle, si l'on souhaite l'interroger automatiquement par la machine, il s'agit de trouver le juste équilibre entre langage naturel et langage artificiel. Il faut également essayer de typer un maximum de relations et d'axiomes entre nos concepts pour plus d'efficience.

A partir des travaux de Lassila (2001), Nathalie Hernandez a conçu le spectre suivant (cf. figure 5) des différentes représentations de connaissance à partir du degré d'engagement sémantique par rapport à l'ontologie. De gauche à droite, la sémantique est de plus en plus « formelle et explicite », « interprétable par l'homme et la machine ». (HERNANDEZ, 2005)

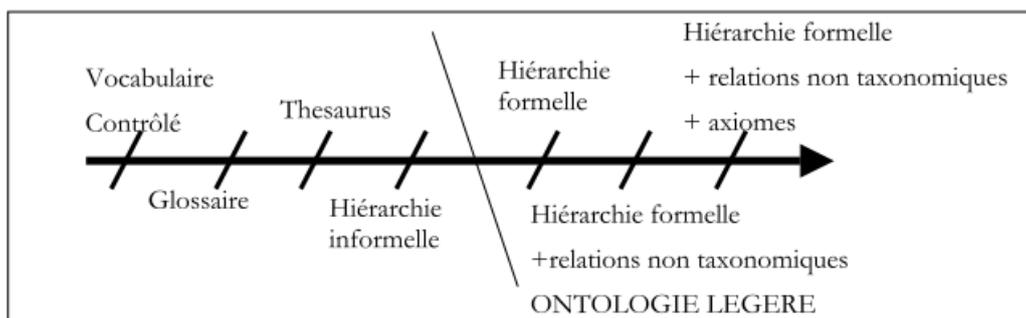


Figure 5 : Spectre des différentes représentations en fonction du degré d'engagement sémantique

A travers la lecture de la figure 5 nous comprenons que pour créer une ontologie fonctionnelle il faut un minimum normaliser le vocabulaire utilisé, voire l'artificialiser. C'est la « formalisation » puis la « traduction en langage interprétable par la machine pour une « ontologie computationnelle » » qui « permet de signifier l'appartenance d'un objet à une catégorie, de déclarer la relation de généralisation entre catégories et de typer les objets que lie une relation. » (CHAUMIER, 2007). Une ontologie est donc composée de plusieurs éléments qu'il faut clairement identifier et formaliser. Nous allons développer ces différents éléments dans la partie suivante.

2.2.3. Les éléments d'une ontologie

Globalement nous pouvons identifier quatre composants piliers dans une ontologie : les concepts, les relations, les individus et les axiomes (GRUBER cité par VANDECASTEELE, 2012). Nous avons plusieurs fois évoqué ces différents termes en développant les différents aspects de l'ontologie, il convient maintenant de les définir.

- **Concepts** : Un concept représente un objet matériel, une notion ou une idée (USCHOLD & KING cité par DRAME, 2014 & VANDECASTEELE, 2012). On parle aussi de classe dans la littérature pour désigner le concept. Comme nous l'avons vu, le concept est identifié par un ou plusieurs termes, ou labels (HERNANDEZ, 2005), choisis pour correspondre à l'ensemble de la sémantique qu'il définit. On appelle cet ensemble sémantique, l'**intension** du concept. En philosophie elle désigne « l'ensemble des propriétés communes aux objets subsumés par un terme »⁹. Autrement dit, c'est « l'ensemble des attributs et propriétés définissant un concept » (DRAME, 2014). Nathalie Hernandez dans sa thèse parle de « notion du concept » (HERNANDEZ, 2005). Un concept peut avoir des propriétés qui permettent de décrire ses caractéristiques, on parle d'attributs (DRAME, 2014). De plus, il englobe un ensemble d'objets, que l'on appelle alors l'**extension**. Ces objets sont l'ensemble des **individus** qui obéissent à l'intension du concept (HERNANDEZ, 2005 & DRAME, 2014)

⁹ <https://dicophilo.fr/definition/intension/>

- **Individus** : Ils sont les objets qui obéissent aux différentes définitions des concepts dans l'ontologie. L'ensemble des individus décrits par un concept s'appelle une **instance**. Pour certains auteurs, une ontologie contenant des instances devient une base de connaissances (VANDECASTEELE, 2012 ; NOY & MACGUINNESS cité par DRAME, 2014).
- **Relation** : Dans une ontologie, autant les concepts que les individus sont articulés autour de relations. Ces dernières désignent les « types d'interaction possibles entre les concepts d'un domaine » (VANDECASTEELE, 2012). Nathalie Hernandez met en évidence deux grands types de relations : les relations dites *taxonomiques* et les relations *associatives* (HERNANDEZ, 2012). K. Drame en distingue deux supplémentaires, les relations de *méronymie* et les relations *transversales* (DRAME, 2014). Les relations taxonomiques suivent des règles de subsomption (relation « est un »). Cela implique un engagement sémantique binaire repris de Guarino par Hernandez comme suivant (GUARINO cité par HERNANDEZ, 2005) :

« Un concept c1 subsume un concept c2 si toute relation sémantique de c1 est aussi relation sémantique de c2, en d'autres termes si le concept c2 est plus spécifique que le concept c1. Les instances se rapportant au concept c2 seront des instances de c1, par contre une partie seulement des instances de c1 seront des instances de c2 »

Là où les relations taxonomiques sont hiérarchiques, les relations de méronymie vont être partitives. Ces relations de type « partie de » sont des relations qui lient « un couple de concepts dont l'un est une partie de l'autre » (DRAME, 2014).

- **Axiomes** : Il s'agit des « contraintes ou des règles sur des concepts [...] ou des instances » (DRAME, 2014). Définis dans le langage de description logique, « les axiomes sont des expressions qui sont toujours vraies » (HERNANDEZ, 2005). C'est notamment grâce à l'expression de ces composants dans une ontologie que l'on peut dégager de nouvelles connaissances par inférence (VANDECASTEELE, 2012). Leur ajout permet également de définir plusieurs éléments comme la signification des composants, les restrictions ou les arguments de relations (DRAME, 2014 ; HERNANDEZ, 2005).

Il ne faut pas négliger les logiques de description (*Description logics*, DL) expliquées par Baader et al. dans le livre « *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications* » (BAADER, CALVANESE, MACGUINNESS, NARDI & PATEL-SCHNEIDER, 2007). Ces logiques de description permettent de définir aussi bien à la machine qu'à l'homme les inférences entre nos individus ou objets. Le langage OWL (*Ontology Web Language*) est très certainement celui le plus utilisé aujourd'hui car il prend en compte un très grand nombre de logiques de description (BAADER & al., 2007 ; LAMY, 2019).

Nous avons pu constater qu'une ontologie peut revêtir plusieurs type (cf. figure 4) mais nous retrouvons au cœur de celle-ci des composants identiques que nous venons de définir. Pour autant, la méthode de construction d'une ontologie peut revêt plusieurs pratiques et a évolué dans le temps. C'est cette construction ontologique que nous allons maintenant aborder.

2.2.4. La création d'une ontologie

Dans la construction d'une ontologie il faut prendre en considération le « sujet de la conceptualisation » (HERNANDEZ, 2005). Sans revenir sur les détails entre les types d'ontologie définis à partir de leur contenu (que nous avons déjà détaillés précédemment) on peut dire que notre cas se situe dans l'ontologie d'application définie par N. Hernandez comme les ontologies qui « contiennent toutes les définitions qui sont nécessaires pour modéliser la connaissance propre à l'élaboration d'une tâche particulière » (2005).

Cette construction passe par plusieurs étapes essentielles afin que celle-ci soit opérationnelle. Il s'agit d'abord de construire un corpus issu de nos données initiales puis d'analyser ce corpus afin de détecter les termes essentiels. Il y a ensuite une phase de normalisation sémantique pour pouvoir regrouper les différentes appellations distinguées sous divers concepts. Il faut également définir les relations entre ces concepts. Enfin, il y a la création de « l'ontologie opérationnelle » (PINON cité par CHAUMIER, 2007). L'ontologie représente les concepts « organisés sous la forme d'un graphe et structurés par des relations hiérarchiques (ou taxonomiques) et associatives (ou transversales) » (DRAME, 2014).

Globalement, les méthodes de construction des ontologies en ingénierie des connaissances fait l'objet de travaux de recherche depuis une trentaine d'année. Mais elles reprennent toutes plus ou moins un schéma identique, similaire à celui donné ci-dessus (HARZALLAH, 2018). Aucune ne fait vraiment référence dans le domaine (DE NICOLA et al., 2009) mais on distingue quatre catégories d'approches de constructions différentes redonnées par K. Drame dans sa thèse (2014) :

- Les approches de construction d'ontologies à partir de zéro
- Les approches de construction d'ontologies à partir de textes
- Les approches basées sur la réutilisation d'ontologies existantes
- Les approches basées sur le « crowdsourcing »

Ces différentes catégories sont largement détaillées et documentées dans son travail et nous ne nous intéresserons ici qu'au cas qui nous concerne, la construction d'ontologies à partir de zéro. En effet nous ne baserons pas l'élaboration de notre ontologie à partir d'une analyse textuelle (seconde approche ci-dessus), ni sur des ontologies existantes puisque nous n'en disposons pas. Nous partirons bien d'une construction manuelle et inédite au sein de l'entreprise qui a demandé des temps de partage, d'identification et de réunion pour son élaboration.

La construction d'une ontologie passe en général par quatre à six étapes que l'on retrouve dans plus ou moins toutes les méthodes présentes dans la littérature comme METHONTOLOGY [FERNANDEZ 1997] (cité par HERNANDEZ, 2005) ou encore l'approche développée par Uschold et King en 1995 (cité par DRAME, 2014) que l'on peut résumer ainsi :

- **L'identification** : Identifier l'objectif et l'utilisation prévue de l'ontologie. L'étape est dite de « spécification », qui peut revêtir la forme d'un document écrit, d'un cahier des charges ou simplement d'une directive générale, du moment que l'objet de l'ontologie est correctement défini (CHAUMIER, 2007 ; DRAME, 2014 ; HERNANDEZ, 2005).
- **Spécification sémantique** (VANDECASTEELE, 2012) : Acquisition des connaissances et identification des termes de l'ontologie. Durant cette étape on peut intégrer des ontologies déjà existantes (DRAME, 2014 ; HERNANDEZ, 2005)

- **Représentation** : Etape durant laquelle on réalise une représentation explicite « dans un modèle formel » de l'ensemble des composants de l'ontologie et de l'ontologie elle-même. Nathalie Hernandez (2005) parle d'une phase « d'implantation » là où K. Drame (2014) est encore dans sa « phase de développement ».
- **Evaluation** : C'est l'étape qui permet « d'aboutir à une ontologie utilisable en production » (VANDECASTEELE, 2012) par l'analyse de celle-ci pour vérifier qu'elle répond bien au problème initial.
- **Documentation** : L'ontologie, une fois déployée, a toutes les chances d'évoluer et de devoir subir modification, mise à jour et, a *fortiori*, une maintenance. Cette ultime étape consiste donc à la rédaction d'une documentation à propos du modèle proposé.

La méthode On-To-Knowledge est certainement celle qui correspond le mieux à notre cas et dont (STAAB et al., 2001) ont su la résumer en la figure ci-dessous :

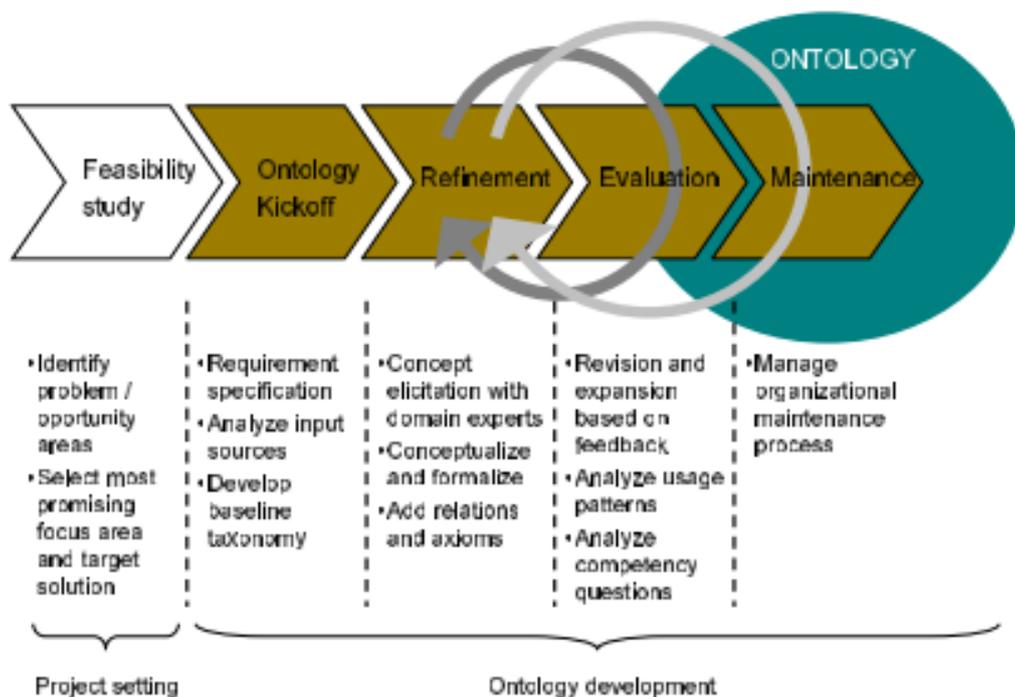


Figure 6 : Procédé de création d'une ontologie selon la méthode On-To-Knowledge (Source : Staab et al., 2001)

Dans tous les cas, quel que soit la méthode employée et comme on peut le constater sur cette figure 6, la création d'une ontologie n'est pas strictement linéaire, au contraire il faut favoriser les allers-retours entre les différentes étapes de construction, en particulier sur les étapes de spécification sémantique, de représentation et d'évaluation.

Subsiste toutefois un problème que l'on trouve régulièrement dans la littérature, celui de la mise à jour et la pérennité d'une ontologie. Or, cette maintenance est le secret d'une longévité accrue pour une modélisation conceptuelle. Nous l'évoquions précédemment, notre ontologie est basée sur une création manuelle, or comme c'est souvent le cas, les futurs utilisateurs de celle-ci ne seront pas initiés au langage ontologique. Nous ne développerons pas dans cet état de l'art les différentes méthodes abordées jusque-là pour mettre à jour les ontologies. Toutefois, puisqu'il est nécessaire pour notre projet d'avoir une ontologie pérenne, un temps y sera consacré dans notre partie méthodologique où nous y développons notre solution envisagée qui repose sur l'interopérabilité des langages informatiques.

Cet état de l'art maintenant terminé, il convient de le contextualiser avec mon projet en entreprise sur la gestion des formations.

3. PROJET D'AMELIORATION POUR LA PROFESSIONNALISATION ET LA GESTION DES FORMATIONS EN ENTREPRISE

3.1. LA PROFESSIONNALISATION ET LA FORMATION DANS LE GROUPE EDF ET A LA DIRECTION COMMERCIALE SUD-OUEST : UN ETAT DES LIEUX DES METHODES DE PILOTAGE ACTUELLES

Comme nous l'évoquions lors de la présentation de l'entreprise (partie « 1.1 : *Présentation de l'entreprise* »), le contexte informatique évolutif de la structure apporte avec lui son lot de formations nécessaires à la bonne passation vers le nouvel outil. Toutefois, cela ne modifie en rien les méthodes actuellement utilisées pour gérer la formation au sein du groupe.

3.1.1 Nationalisation en demi-teinte de la formation

A l'échelle nationale, EDF démontre sa volonté de devenir une entreprise capacitante, autrement dit une entreprise valorisant le développement aussi bien professionnel que personnel à travers l'offre de formations. Actuellement, l'entreprise orchestre un vaste chantier pour définir les référentiels de compétences qui permettent de mieux cibler les besoins des salariés. Des concertations entre les structures de tous lieux d'implantation s'effectuent et permettent d'aboutir, au fur et à mesure, à des consensus sur les définitions des compétences des différents métiers. Cependant, ce projet national peut difficilement prendre en compte des réalités de terrain propres à chaque structure.

Concernant la formation, étroitement lié à cette verbalisation des compétences métier, plusieurs mesures et solutions ont déjà été mises en place. Ainsi, une plateforme internet permet de visualiser les formations professionnelles suivies pour chaque employé. Individuellement, un salarié peut donc retrouver les formations auxquelles il a participé. Cependant, seul les formations « officielles » et référencées dans le catalogue national y sont visibles. Ce catalogue, bien que toujours en construction, ne comporte qu'un nombre restreint de formations qui sont bien souvent des apprentissages généraux sur de grands thèmes. Donc, les formations que l'on peut appeler de « terrain », plus proche de la réalité et du besoin réel des salariés, et qui constituent la majorité des formations dispensées (du moins à la DCR-SO) ne sont pas encore réellement traçable par un outil national.

Toutefois, cet outil existant a l'avantage de regrouper à la fois les formations suivies comme on vient de le dire, mais aussi les bilans de réunion sur les plans de développement de compétences personnels effectués deux à trois fois par an. Ces mêmes réunions qui précisent les objectifs posés par le salarié et son manager. On y retrouve également un système d'expression de besoins et des informations RH générales sur son profil personnel.

Persiste malgré tout le souci de suivi des formations locales dispensées, ce qui nous amène à observer le système local mis en place jusqu'alors.

3.1.2 Solution locale utilisée : avantages et limites

Sur place, un comité de professionnalisation a été constitué. Celui-ci se regroupe régulièrement pour faire le point sur les formations dispensées jusqu'à ce jour, organiser les prochaines formations à venir et effectuer des bilans plus généraux. Seulement, le système de gestion de ces items passe par un tableur numérique dont les fonctionnalités et la navigation ont pris une dimension dépassant même certains membres du comité. Ce fichier, difficilement éditable et consultable, est géré entièrement à la main ce qui représente une tâche chronophage et conséquente dans l'emploi du temps du responsable. De la même manière, en ressortir une visualisation passe par la création de tableaux croisés dynamiques souvent incompréhensibles de premier abord pour ceux qui ne les ont pas réalisés. De plus l'édition simultanée du fichier par plusieurs membres du comité pose problème et l'application de filtres n'est pas indépendante de l'utilisateur.

Le système, qui malgré ses défauts a le mérite d'exister et de fonctionner pour les instigateurs qui en sont à l'origine, pose surtout problème pour les nouveaux arrivants dans le comité qui doivent prendre un temps considérable avant de le manipuler. J'en ai moi-même fait l'expérience et les premières navigations dans le fichier m'ont désarçonnées. Le fait que ce soit un tableur Excel en soit est aussi un avantage, les salariés connaissent cet outil et ont les compétences nécessaires pour en comprendre la structure et le fonctionnement global.

Un autre problème de ce système est le maintien et les mises à jour des informations qu'il contient. En effet, puisque tout se fait manuellement et que son accès est restreint pour éviter les erreurs de manipulations, les nouvelles informations arrivent des formateurs par mails aux personnes autorisées qui doivent ensuite les rentrer une à une dans les différents tableaux. De la même manière, certaines informations doivent remonter au national, informations qu'il faut à nouveau partager par mail à l'interlocuteur en charge de la transmission.

Le comité de professionnalisation et toutes les personnes concernées ne sont pas pour autant réfractaires à des améliorations et sont très conscients des limites de leur système actuel. Au contraire, après les différents échanges que j'ai pu avoir avec eux, j'ai constaté une réelle volonté d'améliorer la méthode en place.

3.2. UNE VOLONTE D'AMELIORER LA PROFESSIONNALISATION

3.2.1 Une main tendue pour innover dans l'entreprise...

Cette attente d'amélioration est palpable dans la plupart des services consultés. En effet, après concertation avec d'autres alternants nous avons pu constater que nous étions un certain nombre à avoir été sollicité dans le cadre d'idéation sur des projets d'amélioration ou de création de nouveaux outils.

Le groupe EDF est très à l'écoute des idées de leurs collaborateurs comme en peuvent en attester certains évènements comme la « Semaine de l'innovation » ou la plateforme de dépôt d'idées ouverte à tous « EDF Pulse ». Ces items particuliers reflètent une attention à l'échelle nationale, mais aussi la dynamique générale des salariés vis-à-vis de l'innovation et de l'amélioration de leurs systèmes en place que l'on retrouve dans les structures régionales. C'est dans ce contexte qu'apparaissent des petites applications supports et qu'est né mon projet d'alternance.

3.2.2 ... bridée par un manque de compétences à la DCR.

Toutefois et malgré la bonne volonté des salariés, les besoins « terrains » divergent des compétences en possession des employés statutaires. C'est pourquoi les demandes parviennent régulièrement à l'oreille des alternants qui ont souvent des compétences plus actuelles du fait de leurs formations en cours. Donc, on retrouve le souci évoqué précédemment sur l'absence de certaines compétences dans des antennes régionales du groupe, qui s'explique facilement par la spécialisation de ces structures.

On en arrive à mon projet qui vise à améliorer le système en place de gestion des formations pour la DCR-SO.

3.3. PRISE EN MAIN ET PREMIERES SOLUTIONS ENVISAGEES

Dans un premier temps, il s'agissait de découvrir l'outil en place. Lors d'une réunion du comité de professionnalisation, un temps a été consacré à la présentation de

celui-ci. Un fichier Excel regroupant un ensemble de tableurs numériques, de tableaux croisés dynamiques et de restitutions graphiques. Comme déjà précisé précédemment, ce fichier, accessible par les salariés autorisés puisqu'effectif sur le SharePoint de la DCR, pose plusieurs problèmes. L'édition, la sécurité d'accès ou encore sa consultation en sont les principaux. En effet, avec le temps, le fichier prend de l'ampleur et devient rapidement complexe voire indigeste.

Dans un second temps il fallait réfléchir à une solution compréhensible, pérenne et offrant les mêmes possibilités tout en résolvant les problèmes précédemment cités. Après une période de test, de réflexion et de partage, la solution d'une application web est apparue comme une possibilité de développement du système. L'application web a pour avantage d'être un format connu, aujourd'hui, de tous avec un système simple de « *clic to action* ». Avec des langages comme PHP, HTML, JavaScript et SQL on peut obtenir les résultats souhaités.

Mais, soucieux de proposer un outil plus poussé, est naît l'idée de produire un système d'aide à la décision. Cette nouveauté vient d'un problème qui nous ait parvenu à plusieurs reprises : Il y a des formations parfois surchargées de salariés, et inversement. Et ces formations ne sont pas toujours adaptées aux participants des ateliers. Avec des données évolutives, il fallait trouver un moyen de les interroger à un instant précis. Après quelques recherches, deux solutions principales émanent, la création d'un algorithme traditionnel basé sur les données existantes ou une ontologie.

Libre du choix, j'ai opté pour la deuxième solution, autrement dit la création d'une ontologie, interrogeable depuis l'application web et dans la mesure du possible, autonome, ou au moins, semi-autonome.

4. L'ONTOLOGIE COMME SOLUTION ENVISAGEE

4.1. POURQUOI L'ONTOLOGIE ?

4.1.1. Avantages et inconvénients d'une ontologie

Nous avons déjà pu le voir dans les parties précédentes, l'ontologie permet de formaliser le langage naturel. Il est nécessaire dans le contexte de ce projet, de mettre à

plat les différents concepts qui régissent la formation et la compétence au sein de la DCR. Ces concepts, et leurs dérivés, se devaient d'être compréhensibles et acceptés par tous pour désigner une même chose. C'est là l'un des avantages d'une ontologie, de nécessiter une rigueur particulière dans ce passage d'un langage naturel à en langage formel. Ce qui a le mérite de faire un travail de requalification et de remettre à jour une large partie des données utilisées jusqu'à ce jour. Ainsi, les éléments obsolètes ou ceux incompréhensibles sont traités afin de partir sur une base assainie d'informations.

Pourtant l'ontologie est souvent délaissée au profit d'autres solutions et ce pour deux raisons principales. D'abord, la création d'un modèle demande des savoirs et savoir-faire très spécifiques peu répandus. En effet, le langage OWL (prenons celui-ci puisqu'il est celui utilisé dans le cadre de ce projet) ou ses homologues, demandent des qualifications particulières pour les comprendre et les manipuler. Dans notre état de l'art nous avons déjà pu relever une partie du vocabulaire à maîtriser et qui est nécessaire pour développer une ontologie. Ensuite, et peut être le plus important, une ontologie est difficilement pérenne. Ce problème est généralement dû à l'absence en interne d'ontologistes mais aussi à l'absence de système permettant à des non-initiés de s'emparer de l'objet.

Enfin, si l'ontologie est un moyen de remettre à plat le vocabulaire des concepts du domaine abordé, c'est aussi un très bon moyen de comprendre les rouages et les différentes articulations qui existent entre eux, voire d'identifier des relations parfois insoupçonnées.

4.1.2. Conceptualisation, hiérarchie et modélisation

4.1.2.1 Première granularité

Comme nous venons de le dire, une ontologie permet de mettre en lumière un réseau entre les concepts d'un domaine. Pour notre cas, ce dernier est celui de la gestion des formations, qui englobe les différents concepts que nous avons développé dans l'état de l'art. Toutefois, si nous avons pu donner des définitions larges et, finalement, non fixes faute de consensus scientifique, il convient ici de donner les définitions établies dans le

cadre de cette modélisation conceptuelle pour certains concepts dont le sens premier n'est pas forcément celui retenu.

Le prélèvement des termes contenus dans la base de données permet d'obtenir les éléments nécessaires pour effectuer une conceptualisation et ainsi passer d'un langage naturel d'expression libre et textuelle à un langage artificiel interprétable par la machine. Ces différentes informations sont contenues dans des colonnes dont les intitulés nous serviront de base de concepts. En voici la liste :

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none">- Service ;- Compétence ;- Domaine de la compétence ;- Savoir de la compétence ;- Détail de la compétence ; | <ul style="list-style-type: none">- Formation ;- Domaine de la formation ;- Connaissance de la formation ;- Détail de la formation ;- Référentiel métier |
|---|--|

De cette liste de termes nous ajoutons la notion de poste pour désigner le métier du salarié. Ce concept de poste a pour enfant les salariés de la DCR.

Développons tout d'abord les concepts de « compétence » et de « formation ». La compétence, dans notre cadre, désigne tout aussi bien un savoir-faire ou savoir-être décrivant une tâche ou une partie de tâche du métier (*exemple d'une compétence de vendeur à la DCR-SO : « Techniques commerciales – Savoir construire et développer un réseau professionnel – Connaître les communautés et forums existants permettant de développer son réseau de contacts et y participer »*).

La formation, quant à elle, désigne ici les activités individuelles ou collectives (e-learning ; atelier ; présentation ; ...) qui permettent aux salariés de monter en compétences ou d'en acquérir de nouvelles (exemple d'une formation dispensée à la DCR-SO : « TOSCANE_ELEC_régulation_des_prix_du_marché »). La formation permet d'améliorer ou d'apporter des compétences des salariés.

Sur un même niveau hiérarchique, nous pouvons développer le concept de « métier » et de « référentiel métier ». Le métier désigne une activité dans l'entreprise composée de

plusieurs compétences qui la définisse. L'ensemble de ces compétences représente le référentiel de compétences d'un métier (appelé ici poste)

A partir de ces premiers concepts définis, nous pouvons déjà imaginer un premier modèle et les relations entre qui les articulent. En effet, un service est composé de postes qui se définissent par un référentiel commun. Ce référentiel est composé de plusieurs compétences. Les salariés, instance d'un poste, participe à des formations qui forme à des compétences. Et les salariés ont des compétences. Voici ce à quoi ressemble ce modèle sommaire de manière schématique :

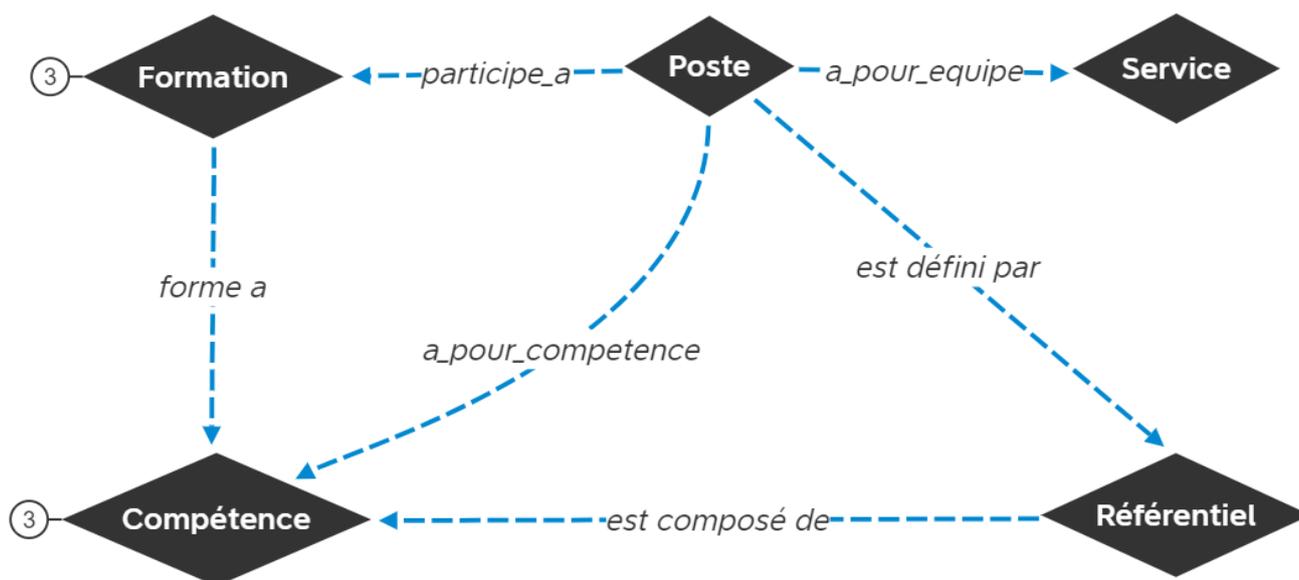


Figure 7 : Premier modèle à partir des cinq concepts identifiés

Si ce premier modèle nous donne déjà une compréhension de l'enchevêtrement entre certaines informations contenues dans notre base, elle ne suffit pas à correctement l'interpréter. Pour plus de finesse il faut ajouter les autres expressions détenues dans notre export.

4.1.2.2 Seconde granularité

Ainsi, nous pouvons revenir sur nos deux premiers concepts identifiés dans la partie précédente afin d'en y accoler d'autres qui viennent les préciser.

D'abord, la compétence se décline en trois granularités, le domaine, le savoir, le détail visible dans le label même de la compétence :

- *Le domaine* de la compétence : Le domaine de la compétence est la granularité la plus haute de la compétence. Les domaines peuvent désigner un outil (ex : « Excel ») ou une connaissance large (ex : « Techniques commerciales »)
- *Le savoir* de la compétence : Il s'agit de la seconde granularité de la compétence après celle de « domaine de la compétence ». Dans notre cadre, les savoirs des compétences peuvent désigner un secteur de l'énergie (ex : « Gaz ») ou bien un savoir-faire général (ex : « Savoir construire et développer un réseau professionnel »).
- *Le détail* de la compétence : Les détails des compétences sont la troisième et dernière granularité de nos compétences. Il s'agit, comme son nom l'indique, d'un libellé permettant de préciser le détail du savoir ou savoir-faire qui peut prendre la forme d'une phrase complète si le besoin de précision est grand (ex : « Connaître les communautés et forums existants permettant de développer son réseau de contacts et y participer »)

Puis, de la même manière, la formation se subdivise en trois parties qui construisent son label : le domaine, la connaissance et le détail :

- *Le domaine* de la formation : à l'instar du domaine de la compétence, le domaine des formations est la première granularité de nos formations et peut désigner un outil (ex : « Toscane ») ou bien un champ de connaissance large (ex : « Discours client »).
- *La connaissance* de la formation : Elle désigne, un peu comme le savoir des compétences, soit le type d'énergie abordé dans la formation (ex : « Electricité ») ou un savoir général abordé (ex : « Techniques de vente »). C'est la seconde granularité des formations dans notre cadre.
- *Le détail* de la formation : il est l'équivalent du détail des compétences pour la formation. C'est aussi la dernière granularité des formations (ex : « régulation des prix du marché »).

Cette conceptualisation plus aboutie de nos informations permet d'ajouter de la précision sur notre modèle précédent à propos des concepts de compétence et de formation :

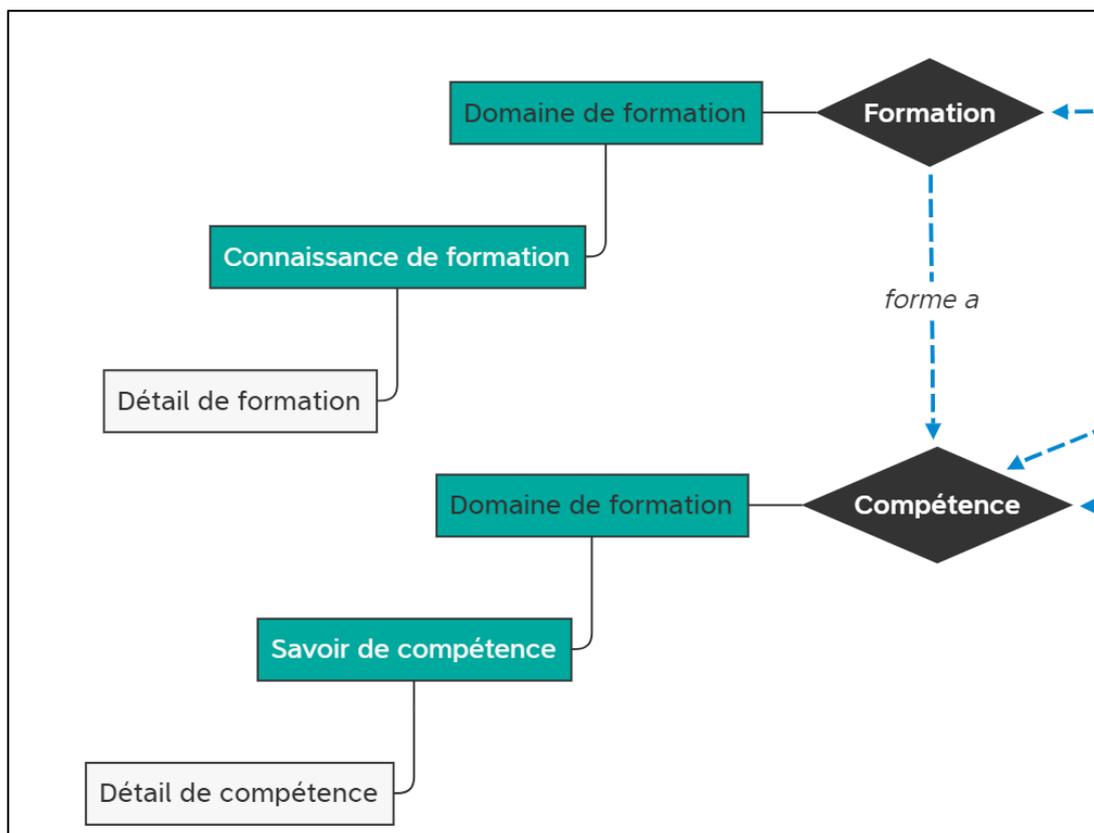


Figure 8 : Identification de « sous-concepts » liés à nos concepts initiaux

Cette étape d'identification des concepts permet déjà une meilleure compréhension du système de formation et de sa gestion au sein de la DCR-SO. C'était aussi l'occasion de corriger des anomalies et ainsi de nettoyer une partie des données. Maintenant les concepts identifiés et définis, il faut trouver les articulations qu'il y a entre chacun d'entre eux pour pouvoir modéliser le réseau sous-jacent à toutes ces informations.

La conceptualisation des termes de notre base de données permet également de créer une indépendance de celle-ci avec notre modèle. Autrement dit, le modèle ontologique développé à une certaine résilience face aux modifications de la base de données si l'architecture de cette dernière n'est pas complètement bouleversée.

Plusieurs étapes ont déjà été effectuées jusqu'à présent. D'abord une étape de construction de la base de données ce qui a permis de normaliser les informations existantes et de les structurer puis cette étape de conceptualisation qui a permis de confectionner le modèle ontologique qui sert ensuite de base à la construction de l'ontologie à proprement parlé.

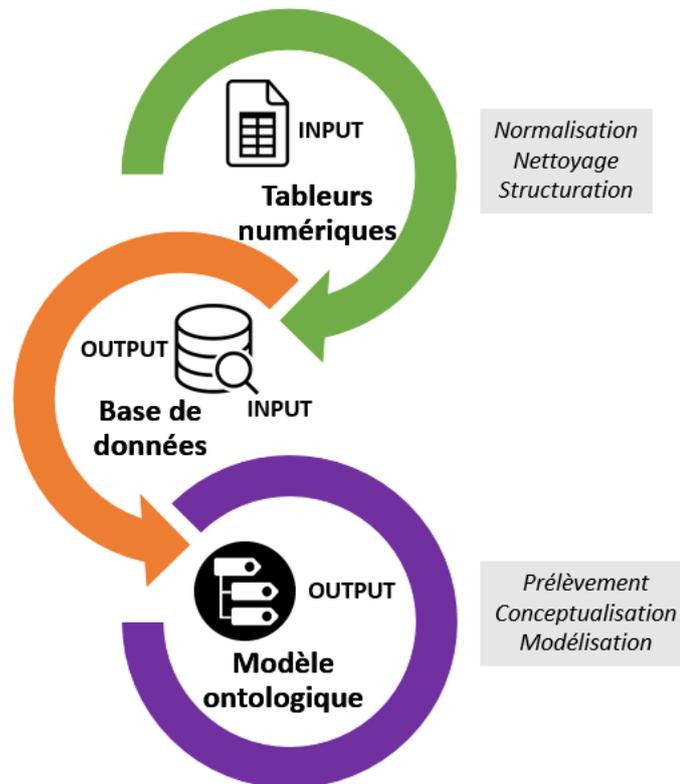


Figure 9 : Les différentes étapes de la réalisation du modèle ontologique

4.1.3. Relations et modélisation : la mise en lumière d'un réseau.

Cette première modélisation permet déjà de comprendre l'enchevêtrement entre les concepts et le lien entre le métier, les compétences et les formations. Mais, il ne suffit pas pour construire notre ontologie. En effet, si les différents concepts peuvent, d'une certaine manière, représenter les classes de notre ontologie, il faut aussi prendre en compte les différents attributs qui leur sont liés, équivalent des propriétés de données (*Data Properties*). La liste de ces propriétés est la suivante :

Concept (= classe)	Propriété(s) (où $x, y, z, g \in [0,5]$)
Compétence (pour un référentiel donné)	A un niveau attendu x
Compétence (pour un individu donné)	A un niveau réel y A un niveau autoévalué z
Formation	Donne un niveau g

Figure 10 : Liste des propriétés de données associées à leurs concepts

Ces propriétés sont essentielles si l'on souhaite ensuite interroger l'ontologie. Sans elles, nous pourrions identifier sémantiquement qu'elle formation aborde potentiellement une compétence au libellé similaire mais pas quel salarié est le plus concerné. Ces différents niveaux attribués ont été et sont définis par la GPEC menée par les managers mais aussi par les bilans de compétences biannuels entre les salariés et leur manager et/ou chef d'équipe.

A partir de ces dernières, il convient d'adapter notre modèle. En toutes lettres, le modèle serait décrit de la sorte : « Un poste est composé de salarié. Ces salariés ont des compétences pour lesquelles ils ont un niveau autoévalué, un niveau réel et un niveau attendu. Ce poste a pour équipe un service qui a son propre référentiel métier qui est lui-même composé des compétences des salariés. De plus, les salariés participent à des formations qui leur donnent un certain niveau pour une ou plusieurs compétences. »

Graphiquement, le modèle peut se représenter au travers d'un exemple comme sur la figure 11 qui suit.

Cette représentation plus complète permet de mettre en évidence un réseau plus complexe qu'il n'y paraissait de prime abord. L'objectif de cette ontologie est d'aider les responsables de la gestion des formations à identifier le besoin en formation pour un employé. Pour obtenir cet attendu il faut aborder la règle logique SWRL utilisée sur ce modèle.

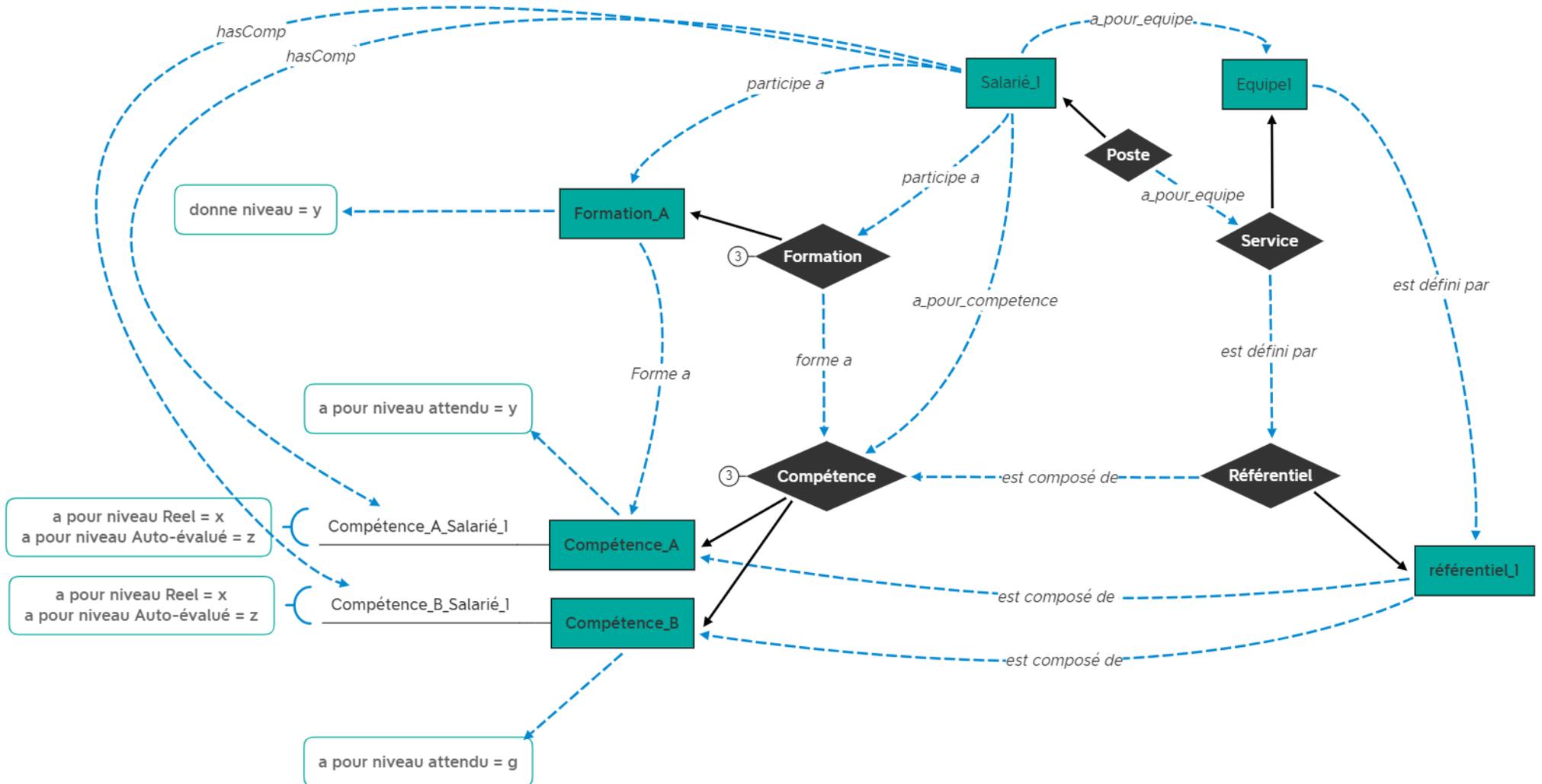


Figure 11 : Modélisation du réseau entre nos concepts au travers d'exemples (où $x, y, z, g \in [0,5]$)

4.1.4. Une première règle logique : détecter le besoin d'une formation

L'objectif initial de l'ontologie est donc de détecter de quelle formation a besoin un salarié. A partir de nos données il faut donc tester si le niveau réel d'un salarié pour une compétence correspond au niveau attendu de son métier pour cette même compétence. Pour savoir si une formation proposée pour cette compétence est adaptée il faut ensuite vérifier que le niveau de la formation est supérieur ou égal au niveau réel.

En langage naturel cette expression logique s'exprime comme suit :

« Si le salarié 1 a pour compétence la compétence A et que cette compétence a pour valeur réelle x et valeur attendue y et si x est inférieur à y et si la formation A forme a la compétence A et que cette formation donne le niveau z et si z est supérieur ou égal à y alors le salarié a besoin de la formation A ».

Dans notre modèle, la relation « aBesoin » définit par cette règle logique se situe entre le salarié et chaque formation :

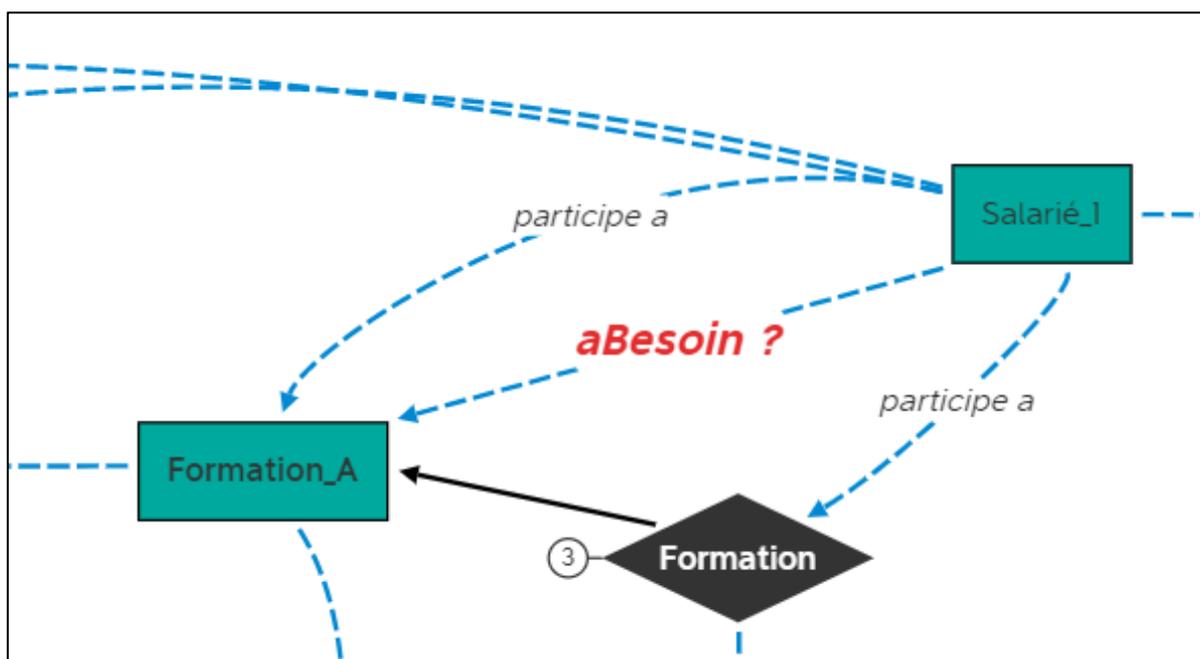


Figure 12 : Relation « aBesoin » créée par notre règle logique entre le salarié et une formation

Sous forme de règle SWRL, qui sont, pour rappel les règles logiques qui permettent d'interroger une ontologie, le test s'écrit comme suivant :

```
« salarie(?slr), hasComp(?slr,?comp), nivReel(?comp,?x), nivAttendu(?comp, ?y),  
lessThan(?x, ?y), formation(?form), formA( ?form, ?comp), donneNiv(?form, ?z),  
greaterThanOrEqual(?z, ?y) -> abesoin(?slr, ?form) »
```

Maintenant que nous avons notre modèle et une règle de test logique, il s'agit de créer l'ontologie. A cette étape plusieurs problèmes se posent. Comme nous l'avons déjà évoqué, la création d'une ontologie repose sur des compétences bien spécifiques peu présentes en entreprise et notamment absente de ma structure d'accueil. C'est pourquoi, j'ai décidé d'utiliser le langage de programmation Python, plus accessible et plus commun pour créer notre objet. Nous verrons que passer par Python permet aussi de répondre à d'autres problèmes, notamment la pérennisation d'une ontologie.

4.2. « PYTHON ET LES ONTOLOGIES » : AUTOMATISER L'ONTOLOGIE

Comme nous l'avons déjà évoqué, créer une ontologie nécessite des savoirs spécifiques mais aussi des savoir-faire techniques particulier. Traditionnellement, l'ontologie est créée par un interpréteur tel que « Protégé » qui est sans doute le plus connu et le plus utilisé. Mais se familiariser avec son interface et même le mettre à disposition dans des entreprises n'est pas forcément aisé. Jean-Baptiste Lamy a développé un package pour le langage de programmation Python qui permet de s'astreindre d'un quelconque interpréteur pour créer directement en ligne de code des ontologies. C'est ce package que nous utilisons pour créer notre modèle.

4.2.1 Créer et alimenter une ontologie en python

L'un des avantages de ce package *Owlready2* est de permettre de créer une ontologie à partir d'un fichier d'extension .csv. La création peut se faire depuis des individus identifiés ou par les classes que l'on peuple ensuite ; ou bien les deux à la fois. Mais tout d'abord nous pouvons créer des classes manuellement comme l'extrait de code ci-dessous le montre :

```

with onto:
    class competence(Thing): pass
    class formation(Thing): pass
    class referentiel(Thing): pass
    class agent(Thing): pass

with onto:
    class metier_poste(agent): pass
with onto:
    class donne_niv(formation >> float, FunctionalProperty): pass

```

Figure 13 : Extrait du code du projet : création de classes manuellement

Sur cette figure 13 on peut distinguer trois éléments différents :

- Les quatre premiers « class » permettent de créer des classes mères enfants de « Things », autrement dit des SuperClasses
- Le « class » suivant permet de créer une classe « metier_poste » enfant de la classe « agent »
- Enfin le dernier « class » permet de créer une propriété de donnée « donne_niv » de type « float » rattachée à la classe « formation ».

Pour ajouter des classes à partir d'un fichier .csv le schéma est similaire. Après avoir ouvert le fichier en question, on le parcourt en implémentant au fur et à mesure les nouvelles classes. La figure 14 montre un exemple à partir d'un extrait du code du projet

```

if referentiel:
    ref_metier = types.new_class(referentiel, (onto.referentiel,))

```

Figure 14 : Extrait du code du projet : Création de classes à partir d'un fichier .csv

Sur cet exemple, le premier test « if » vérifie si la cellule dans la colonne intitulée « référentiel » du fichier csv est vide ou non. Si ce n'est pas le cas, la fonction

« `types.new_class` » crée la nouvelle classe. Ici la classe créée prendra le nom du contenu de la cellule et sera enfant de la classe `referentiel` (« `onto.referentiel` »).

Comme on peut le remarquer, le système n'est pas très complexe et permet de renseigner l'ensemble des options d'une ontologie dont nous avons besoin. Pour aller plus loin à propos de ce package je vous invite à consulter sa documentation¹⁰ ou le livre de J.-B. Lamy, « Python et les ontologies », dont vous trouverez la référence en bibliographie.

Mais, si passer par *Owlready2* semble pratique pour celles et ceux qui maîtrisent déjà le langage de programmation Python, il a aussi un tout autre intérêt, c'est qu'il peut se coupler à toutes les autres possibilités qu'offre le langage en question. Ainsi, s'il possible de créer et peupler une ontologie à partir d'un fichier csv avec *Owlready2*, il est aussi possible de créer un fichier de ce type avec Python.

4.2.2 Automatiser la création et la mise à jour d'une ontologie

La réflexion pour automatiser la création d'ontologie ou leur mise à jour vient donc de l'utilisation de python pour en créer. En sachant qu'il est tout à fait possible de créer, éditer et sauvegarder des fichiers csv en Python, pourquoi ne pas créer le fichier type pour créer le modèle que l'on souhaite. La création d'un fichier csv en Python est relativement simple et fait partie des premières manipulations que l'on aborde dans ce langage. En effet l'édition de tels fichiers ne posera aucun problème à toutes personnes familières avec le langage de programmation, même pour les moins expérimentés. En outre, il existe une très large documentation sur le sujet sur internet qui permet d'accompagner le programmeur dans cette démarche.

Cela signifie donc qu'il fallait créer le programme de création de l'ontologie à partir d'un fichier csv modèle qui recense l'ensemble des informations nécessaire et à disposition. Dans notre cas, le modèle compte 35 colonnes qui servent toutes de bases à la création de classes, le peuplement et la création de propriétés pour notre ontologie.

Il y a plusieurs avantages à cette fonctionnalité. Tout d'abord, cela permet à des personnes moins à l'aise avec Python de rajouter des informations simplement en passant par un tableur numérique puis de donner le fichier modifié à quelqu'un capable de faire

¹⁰ <https://owlready2.readthedocs.io/en/v0.31/>

tourner le script Python pour créer ou mettre à jour le modèle. De plus, cela est très rapide. A partir du moment où le programme de création de l'ontologie est stable et que les données renseignées sont aux formats attendus, alors le script s'exécute rapidement (moins de 30 secondes pour notre projet par exemple).

Mais il y a aussi des inconvénients. Un tel système demande un minimum de compétence en Python (savoir exécuter un script) ce qui peut inquiéter des non programmeurs. En outre, le modèle conceptuel créé à une structure non modulable. L'objet sera créé pour une fonction bien précise mais ne permettra pas d'en exécuter une autre, sauf si le script est modifié, ainsi que la structure du fichier csv. Par conséquent cela demande de construire une documentation précise, claire et accessible, y compris pour des personnes familières avec le langage Python.

En l'état donc, l'ontologie peut être semi-automatisée mais demande suffisamment d'aisance en programmation Python pour prendre en main cette solution. Or comme il a été précisé précédemment, la DCR-SO pour laquelle ce système est mis en place n'a pas nécessairement ces compétences. C'est pourquoi il a fallu réfléchir à un moyen pour automatiser au maximum ces différentes étapes.

4.2.3 Une solutions pour des non-initiés

Comme cela a été expliqué en présentation des missions de cette alternance et pour le projet le plus important (partie « *1.3.2 Un projet phare à l'ambition nationale* »), il est question de développer un nouvel outil de gestion des formations. Pour répondre au besoin formulé par les salariés, j'ai développé une application web qui reprend l'ensemble des informations issues du fichier de référence. Cette application se divise en deux partie, une intitulée « Université de la Vente » et une seconde intitulé « Pilot ».

Le premier espace permet aux salariés, quel que soit son statut, d'accéder à son référentiel de compétence métier et de visualiser son niveau dans ses compétences via une cartographie. L'Université de la Vente permet également de s'inscrire ou de proposer des ateliers de formations plus informels ou encore d'exprimer un besoin. Les managers et responsable d'équipe sur cet espace peuvent consulter les informations à propos de l'ensemble de leur équipe, valident ou non les inscriptions aux ateliers et consultent les besoins exprimés.

Le second espace, « Pilot », est réservé aux responsables des formations et aux formateurs. C'est dans celui-ci qu'ils peuvent consulter et éditer le catalogue de formations, consulter le calendrier pour effectuer un suivi ou encore visualiser les informations les plus importantes. Ils ont également accès aux référentiels de compétences des équipes de la DCR-SO. En outre, c'est via cette application qu'ils peuvent accéder au système d'aide à la décision basé sur l'ontologie.

L'application a pour volonté d'être le plus autonome possible afin d'éviter un maximum de devoir manipuler du code. En effet, son développement doit prendre en considération l'absence de compétences en développement web dans la structure sans pour autant être vouée à « mourir » après mon départ. C'est dans cette même logique qu'est développé le système d'aide à la décision basé sur l'ontologie. Dans l'optique de pérenniser les deux outils intimement liés, il faut trouver un moyen d'utiliser l'ontologie sans même savoir comment cela fonctionne à l'instar d'une application web ou mobile.

Donc, et comme le titre de cette partie l'indique, il s'agit de permettre de à des non-initiés, autrement dit des non-programmeurs et non-ontologistes, d'utiliser et mettre à jour une ontologie. La solution de passer par une application web pour exécuter le code à distance est la piste retenue.

Le fait que l'ensemble des données soient disponible sur un serveur en ligne permet également de faire le lien avec la partie précédente sur la création du fichier csv qui permet de créer ou mettre à jour l'ontologie. En effet, les données sur un serveur sont exportables en langage Python. Pour plus de clarté, la figure 15 ci-dessous retrace le cycle automatisé de l'ontologie reprenant les différentes étapes développées jusqu'à maintenant :

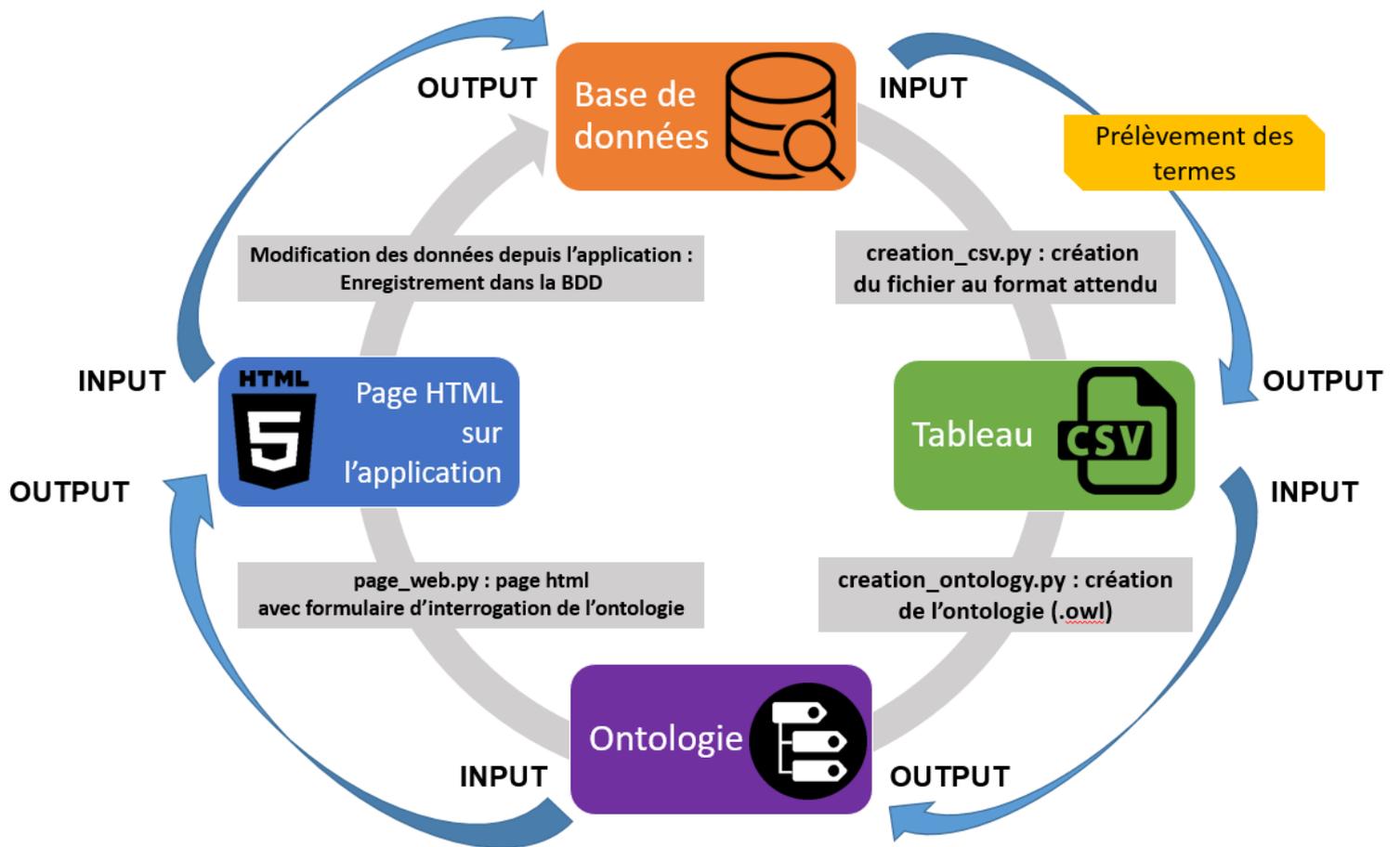


Figure 15 : Cycle automatisé de la mise à jour de l'ontologie

De cette manière, la seule interface nécessaire pour interroger l'ontologie est celle de l'application web. En effet, puisque la modification des données peut se faire depuis celle-ci et qu'une page de cette dernière permet d'exécuter les scripts qui gèrent l'ontologie, l'utilisateur n'a pas besoin et ne voit pas les différentes tâches informatiques qui s'exécutent sur le serveur.

Ainsi et pour résumer, ce projet qui vise à améliorer la gestion des formations, la création de l'application web permet, entre autre, de mettre en place un serveur local sur lequel on retrouve notre base de données peuplée des différentes informations concernant les compétences et les formations de la direction commerciale régionale. Ces informations contiennent un ensemble de termes en langage naturel, basés sur le vocabulaire de l'entreprise. Ce passage d'un tableau numérique à une base de données favorise la requalification et le nettoyage de l'ensemble des informations en question.

Le cycle d'automatisation de l'ontologie prend son origine dans cette base de données dont nous faisons un prélèvement pour obtenir l'ensemble des informations qui nous intéressent. A cette étape, les divers termes récupérés sont toujours de l'ordre de l'information, de textes indépendants les uns des autres. Afin que ces derniers soient interprétables par la machine, il faut passer par une étape de conceptualisation qui permet de définir les points d'orgue de notre modèle. Cette conceptualisation artificialise les expressions et les informations, ce qui vient créer une indépendance entre le tableau que nous obtenons avec notre premier programme Python et notre base de données. Cette indépendance est importante puisqu'elle exprime aussi une certaine résilience face au changement des informations dans ladite base. Si l'architecture de cette dernière n'est pas bouleversée, le modèle sera toujours valable.

Le tableau obtenu ne contient alors plus des termes, du texte, mais plutôt des concepts et des individus. C'est à partir de ces derniers que rentre en jeu la modélisation. En effet, à partir de ces éléments, nous pouvons orchestrer les relations et la hiérarchie qui les articulent. C'est ce que fait le second programme Python en créant notre ontologie.

Cette ontologie permet alors l'interprétation et l'interrogation de nos concepts entre eux. On effectue alors une sélection, un tri. La consultation du modèle est l'ultime étape de ce cycle. Via l'application, une recherche de formation va alors lancer le troisième, et dernier, programme Python afin d'exécuter notre raisonnement logique et d'afficher l'information qui en est issue, ici les salariés potentiellement intéressés par la formation en question.

Cet affichage permet alors de donner plus de visibilité sur les informations disponibles dans la base de données. Si des changements s'opèrent sur l'application à propos de ces derniers, la base de données est mise à jour et si l'on souhaite mettre à jour l'ontologie il faut relancer ce cycle.

Intégrer une ontologie au cycle de vie d'une base de données permet trois choses principales :

- Premièrement, la création de l'ontologie permet de nettoyer et enrichir les informations à disposition dans le domaine.
- Deuxièmement, l'ontologie permet de formaliser les expressions naturelles employées pour désigner le domaine de travail.

- Enfin, l'ontologie met en relations ces expressions afin de pouvoir y appliquer un raisonnement logique et donner plus de visibilité sur les informations contenues dans la base de données.

4.2.4 L'interface : interroger l'ontologie

Nous venons de constater que l'ontologie est fonctionnelle et indépendante. Le réseau conceptuel produit a été réalisé avec un objectif : celui d'aider dans la prise de décision des affectations des formations. Ainsi, le raisonnement automatique ne peut, dans un premier temps, que mettre en exergue les salariés susceptibles d'être intéressés par un atelier de formation.

Cette sélection logique au sein de l'ontologie se devait aussi d'être accessible par les personnes en charges de ces affectations. C'est pourquoi il passe par une interface html qui permet de sélectionner une formation et d'afficher, à l'issue de l'exécution du programme Python, d'afficher également sur une page html les résultats.

Voici à quoi ressemble l'interface de sélection et l'affichage des résultats :

Cliquez pour revenir à Pilot application

Pilot | Aide à la décision

Depuis cette interface, découvrez quels sont les employés les plus concernés par une formation

Si d'importantes modifications ont été effectuées sur l'application
ou dans la base de données, n'oubliez de mettre à jour l'ontologie.

Note : Compter 5 minutes avant de pouvoir utiliser l'aide à la décision si vous effectuez la mise à jour

Mettre à jour l'ontologie

Commencez par rentrer le nom d'une formation dans la barre de recherche ci-dessous

Envoyer

Liste des formations

- CLOE_BASE_NAVIGATION
- CLOE_DECOUVERTE_CLOE NOUVEL ARRIVANT
- CLOE_GESTION_CHANGELEMENT DE PAYEUR OH
- CLOE_GESTION_CHANGELEMENT DE PAYEUR OM
- CLOE_GESTION_DUPLICATA DE FACTURES BILAN ELEC
- CLOE_GESTION_ECHEC TELERELEVE

Figure 16 : Interface web du choix de la formation avant raisonnement

L'utilisateur n'a plus qu'à recopier le nom de la formation dans la barre de recherche afin de vérifier si un salarié en a besoin ou non.

A l'issue de la requête issue du formulaire html, le programme récupère le nom de la formation renseigné et effectue une recherche plein texte, dans l'ontologie, sur les commentaires des formations ayant une relation 'aBesoin' identifiée(s) par le raisonnement automatique. J'ai au préalable ajouté dans les commentaires de ces éléments leur nom afin d'avoir des correspondances.

Encore actuellement en développement, la page de résultat(s) devrait ressembler à la figure 17 ci-dessous.

Menu précédent

Pilot | Aide à la décision

Voici le résultat pour la formation :

GAZ_OFFRE_OFFRE CDD SUR PALETTE

NNI du Salarié	Nom du Salarié	Compétence	Niveau attendu*	Niveau actuel**
		'CLOE_GAZ_Devis offre CDD'	3.0	2.0

* Le niveau attendu est celui basé sur le référentiel métier du salarié
** Le niveau actuel peut être un niveau déclaratif de son manager ou bien issu d'une évaluation formelle depuis une ancienne formation

Figure 17 : Interface web du résultat après l'interrogation de l'ontologie
(Le nom et le code du salarié ont été masqués pour des raisons de confidentialité)

4.3. RESULTATS FINAUX ET EVOLUTIONS POTENTIELLES

4.3.1 Des résultats nuancés

Bien que l'ontologie soit fonctionnelle et a pour vocation d'être consultable par toutes personnes ayant l'autorisation, le système mis en place à certaines limites qu'il convient de présenter.

D'une part, et nous l'avons déjà évoqué, la structure même de l'ontologie n'est pas flexible. Le programme qui permet de la créer limite le modèle à celui définit initialement et si l'on souhaite le modifier il faut alors mobiliser deux domaines de compétences particuliers

que sont l'ontologie et la programmation Python. Pour apporter ces modifications il faut aussi être familiarisé avec le script Python en question et donc prendre un certain temps sur la documentation afin de le comprendre et le maîtriser. La relation entre les formations et les compétences se fait pour l'instant par le biais d'une analyse textuelle entre les dénominations de ces deux éléments. Or, il serait encore plus efficace de connaître en amont ces relations pour avoir un raisonnement SWRL plus efficient.

D'autre part, l'ontologie ne répond qu'à un seul objectif qui est de détecter le besoin en formation d'un salarié en fonction de son référentiel de compétences métier. Ce besoin initial, détecter lors de la consultation des responsables de formation, est crucial pour offrir un gain de temps et d'optimisation à ces derniers. Mais il est aussi dépendant de la qualité des données entrantes pour être réellement pertinent. Le travail de qualification des données issues de la gestion des formations en est encore à ses prémices et obtenir l'architecture la plus optimale possible demande encore un temps conséquent. Le passage des données semi-structurées du tableur numérique vers des données structurées dans une base de données SQL n'a été en réalité que le début d'un vaste chantier qui vise aussi à nettoyer et homogénéiser ces informations. Ce travail est possible à réaliser en local mais doit aussi s'harmoniser avec le travail national en cours sur la professionnalisation et la gestion des compétences. Dans ce cadre, la difficulté est de prendre en compte des besoins de terrain avec ceux à l'échelle nationale du groupe EDF. Tant que ce projet n'est pas abouti, il reste toujours difficile d'optimiser l'architecture et la gestion des données qui nous intéressent.

Enfin, si l'automatisation de la création de l'ontologie fonctionne, elle est aussi relativement longue à s'exécuter. En effet, le temps que les scripts tournent il faut compter environ cinq minutes avant d'obtenir l'objet attendu. Heureusement, cela ne concerne que la création ou la mise à jour de l'ontologie et le système d'aide à la décision basé dessus est, quant à lui, bien plus rapide à s'exécuter (environ 30 secondes pour obtenir l'affichage désiré depuis la requête). Il serait possible d'améliorer les performances des scripts en optimisant le code python et notamment la requête SQL qui est l'élément le plus lent. Seulement, pour ce faire, il faut avoir une base de données optimale, ce qui nous ramène au point précédent.

Même si notre système n'est pas optimal, il a aussi ses avantages, notamment celui d'être évolutif si repris par des personnes capables d'y apporter des modifications.

4.3.2 D'autres perspectives à partir de l'ontologie ?

Notre système vise à identifier les formations les plus susceptibles d'intéresser un salarié en fonction de ses niveaux dans ses différentes compétences. Mais le modèle créé et les données présentes dans l'ontologie peuvent mettre en exergue d'autres éléments. Par exemple, il est tout à fait envisageable d'interroger l'ontologie afin de relever les compétences communes entre différents référentiels. On peut aussi imaginer une règle SWRL capable de détecter les compétences les moins maîtrisées par les employés afin d'aider au recrutement de nouvelles ou à la mise en place de formation toujours plus pertinentes. Autrement il est possible d'identifier les compétences sensibles ou critiques ainsi que l'absence de compétences qui peuvent être pertinentes d'intégrer ou améliorer dans certains services.

Cette ontologie a pour volonté d'être, à l'instar de l'application web développée, un objet vivant intrinsèquement lié à l'évolution des données. Sa pérennisation dépend donc de l'utilisation de la globalité de l'outil de gestion des formations développé au cours de cette alternance, dans lequel elle s'intègre.

CONCLUSION DU PROJET ET AUTRES SOLUTIONS ENVISAGEABLES

CONCLUSION DU PROJET

Comme nous l'avons déjà dit, inclure une ontologie dans le cycle de vie d'une base de données n'est pas un choix évident de prime abord. Toutefois, ce parti pris a des avantages (cf. partie 4.1.1. *Avantages et inconvénients d'une ontologie*) qui diffèrent de ceux d'un algorithme traditionnel. Si l'outil développé n'est pas encore complètement abouti, il est nécessaire de souligner que l'ensemble de la partie de modélisation conceptuel est, quant à lui, tout à fait opérationnel. L'automatisation est efficace et, même si l'exécution prend quelques minutes, permet déjà d'entrevoir les multiples possibilités d'un tel système. Le développement de l'ontologie a pris un certain temps (qui serait bien réduit si un expert

devait le faire) mais en définitive c'est un véritable atout. La normalisation des informations, toujours en cours, permet d'homogénéiser le vocabulaire employé par les responsables de la professionnalisation et ainsi de favoriser la collaboration entre eux et de permettre un gain de temps sur les prises de décisions.

De plus, le système va permettre de désengorger les formations surchargées et d'offrir aux salariés des ateliers plus en adéquation avec leurs besoins. Le chantier national sur la construction des référentiels des différents métiers du groupe est l'occasion de détecter les compétences communes des divers services afin d'augmenter les réseaux internes des employés et favoriser le développement et le travail entre les différentes équipes. Le modèle ontologique construit au cours de cette alternance est capable d'être adapté pour détecter ce type de relation, ce qui lui rajouterai une fonctionnalité pertinente dans le développement de la gestion des compétences.

L'outil développé (applications + ontologie) a aussi ses limites sur lesquels il s'agit de songer avant mon départ afin de correctement les identifier et, dans une certaine mesure, y remédier. L'architecture de la base de données est vouée à être en partie modifiée au fur et à mesure que la qualification des informations disponibles évolue.

Les derniers mois qu'il me reste au sein de la structure, après la rédaction de ce mémoire, serviront à stabiliser et déployer l'ensemble des solutions. Ce temps sera aussi l'occasion de rédiger la documentation qui sera associée à l'outil ainsi que le mode opératoire pour faciliter la prise en main. J'aurai aussi en charge la formation de mon successeur qui s'assurera de la pérennité et de l'évolution de la base de données et des applications. Aux différentes fonctionnalités déjà existantes, peuvent s'en ajouter une multitude d'autres qui offriront aux outils une robustesse supplémentaire. L'outil a également intégré le programme « EDF Pulse » qui permet à des projets locaux de passer à la maille nationale. Ce serait idéal si l'outil pouvait être retenu et passer entre les mains d'experts, notamment en terme de programmation web.

Evidemment, si l'ontologie n'est pas le choix le plus évident c'est parce qu'il existe d'autres approches pour créer un système d'aide à la décision.

AUTRES SOLUTIONS ENVISAGEABLES

En effet, il est tout à fait envisageable d'imaginer un système qui répond au même attendu par d'autres moyens. Je pense notamment à un système en SQL, PHP et JavaScript permettant de requêter directement dans la base de données puis d'appliquer les filtres nécessaires avant d'afficher le contenu qui nous intéresse.

Il était aussi possible de créer un programme python qui traite les données de la base de données et qui produit un fichier ou édite la base après un traitement algorithmique.

Si ces solutions sont plus communes, plus rapides et plus faciles à produire, elles n'ont pas les autres avantages de l'ontologie que nous avons déjà détaillés.

Le tableau ci-dessous met en évidence les avantages et les difficultés quant à l'intégration d'une ontologie dans le cycle de vie des données et son objectif d'aide à la décision.

Avantages	Difficultés
La qualité des données est améliorée car la modélisation pousse à requalifier et nettoyer les informations.	Nécessite de nombreux temps d'échanges avec le(s) client(s) pour comprendre l'ensemble des éléments
Compréhension accrue de l'articulation entre les données par la mise en évidence des relations	Nécessite de maîtriser les ontologies et l'ensemble des concepts qui gravite autour du domaine
Formalisation des expressions littérales, en langage naturel, souvent employées par des non spécialistes de la data	Répond à un seul besoin initialement défini
Une certaine résilience du modèle face aux modifications de la base de données si les formats concordent	L'ontologie nécessite du temps pour être développée et un SI qui permet le déploiement d'applications locales.
	La maintenance et l'évolution du modèle doivent être prévues et organisées en amont de la construction d'un éventuel outil

Figure 18 : Avantages et difficultés de l'intégration d'une ontologie dans le cycle de vie des données pour la mise en place d'un système d'aide à la décision

CONCLUSION GENERALE

Le projet qui s'inscrit dans une démarche large d'amélioration de la gestion des compétences de la direction commerciale régionale Sud-Ouest révèle un véritable potentiel de développement des systèmes en place. Les applications 'Université de la Vente' et 'Pilot' s'intègrent autant que peut se faire dans cette volonté d'innovation et dans l'objectif du groupe EDF de devenir une véritable entreprise capacitante.

L'opportunité qui m'a été donnée de développer un système d'aide à la décision basé sur une technique jusque-là très peu utilisée permet de mettre en exergue des potentiels forts de l'ontologie dans une réalité de terrain. Autant la construction des applications web a suivi un schéma traditionnel de développement web, autant la modélisation conceptuelle a été un véritable défi. Faire entrer en résonance le développement web, la programmation Python et l'ontologie est à mon sens une démonstration pertinente de la puissance de l'interfonctionnement des langages informatiques. Ce croisement avec comme intermédiaire le langage Python met aussi en avant la force de ce dernier dans le domaine de la programmation.

L'approche très technique est aussi démonstrative de la potentielle interface que peut être l'informatique avec des domaines de sciences humaines et sociales, ici celle de la gestion des formations en entreprise et par extension large, celle de la gestion des compétences et des connaissances. Sans l'avoir nécessairement développé dans ce travail de recherche, cette dimension humaine est au cœur des réflexions du développement de ces différents outils développés. Dans cette course à l'innovation et la compétitivité qu'est le marché actuel, le groupe EDF tient à conserver des valeurs éthiques et à conscience que la richesse de son entreprise passe avant tout par ses salariés, des femmes et des hommes compétents. Cette volonté d'améliorer leurs méthodes souligne la position proactive des employés qui désirent évoluer et être force de proposition au quotidien.

Pour rappel, nous souhaitons savoir, dans un premier temps, comment une ontologie peut aider aux prises de décision dans des démarches de gestion des formations. Nous avons constaté, qu'au-delà d'un système d'aide à la décision fonctionnel, un modèle conceptuel permet bien plus que cela.

D'abord, il répond à notre première attente, qui était de détecter les formations les plus susceptibles d'intéresser un ou plusieurs salariés. De cette manière, la détection automatique fait gagner du temps aux responsables de la professionnalisation ou tous ceux en charge des affectations des formations. C'est aussi un bon moyen de dépeupler les formations parfois surchargées et inversement.

Ensuite, développer le modèle ontologique, base de l'ontologie, pousse les responsables à harmoniser et conceptualiser leurs expressions et vocabulaire concernant le domaine. Cette étape assainit les informations et permet d'en faire des données propres et structurées. En outre, l'ontologie devant être pérenne et autonome, se base sur une base de données active, rattaché à l'application associée. Le développement de cette base a permis de structurer et codifier les données précédemment évoquées.

Sans aller jusqu'à une aide à la décision, intégrer une ontologie au cycle de vie d'une base de données à l'avantage de remettre à plat l'ensemble des éléments constituant un domaine. Ces éléments peuvent être de diverses natures allant d'un individu, un service ou une structure d'accueil, à un mot, un terme, une information. Détecter et comprendre les rouages et toutes relations qui se cachent derrière un système peut très certainement permettre d'optimiser de nombreux aspect d'un circuit. Autrement dit, et par extension, développer un modèle conceptuel permet d'améliorer sa productivité et, par conséquent, sa compétitivité

Dans un second temps, nous voulions savoir s'il été possible d'assurer la pérennisation et l'utilisation d'une ontologie à des non-ontologistes et non-programmeurs. La solution proposée est presque entièrement automatisée ce qui permet à des non-initiés de mettre à jour et utiliser l'ontologie sans pour autant connaître le fonctionnement sous-jacent. L'utilisation du package *OwlReady2* sur Python a été la solution retenue afin de pouvoir coupler les grandes capacités initiales du langage avec les modèles OWL.

Il serait pertinent maintenant de développer d'autres règles logiques SWRL dans cette ontologie pour pouvoir mettre à profit l'ensemble du modèle ontologique et en ressortir tout son potentiel. La détection des compétences critiques et sensibles ou le rapprochement des services via des compétences communes sont des idées parmi d'autres évolutions du système actuel.

BIBLIOGRAPHIE

- Baader, F. & Calvanese, D. & McGuinness, D. & Nardi, D. & Patel-Schneider, P. (2007). *The Description Logic Handbook: Theory, Implementation, and Applications*. Cambridge University Press.
- Bachelard, G. (1938). *La formation de l'esprit scientifique*. Paris, France : Vrin
- Barbier J.-M. (1992), « La recherche de nouvelles formes de formation par et dans les situations de travail », In L'organisation qualifiante Education Permanente, n° 112, 125-146
- Besnard, P. & Liétard, B. (2001) *La formation continue* Puf, coll. « Que sais-je ? » n° 1655 6^e éd.
- Bouchez, J. (2014). Autour de « l'économie du savoir » : ses composantes, ses dynamiques et ses enjeux. *Savoirs*, 1(1), 9-45
- Boudabbous, S. (2007). L'entreprise à l'heure de la formation: Approches théoriques et pratiques réelles. *La Revue des Sciences de Gestion*, 4(4-5), 115-124
- Castillo, O. Matta, N. Ermine, J. (2004). *De l'appropriation des connaissances vers l'acquisition des compétences*. 2ème colloque C2EI: « Modélisation et pilotage des systèmes de Connaissances et de Compétences dans les Entreprises Industrielles », Nancy, France. 1-8.
- Chaumier, J. (2007). Les ontologies : Antécédents, aspects techniques et limites. *documentaliste-Sciences de l'Information*, 44(1), 81–83.
- De Nicola, A., Missikoff, M., Navigli, R., 2009. A software engineering approach to ontology building. *Information Systems* 34, 258–275
- Drame, K. (2014). *Contribution à la construction d'ontologies et à la recherche d'information : application au domaine médical* [Université de Bordeaux].
- Drucker, P. F. (1993). *Post-capitalist society*. New York, NY: HarperBusiness.

- Gadrey, J. (2003). *Socio-économie des services* Paris: La Découverte. 5-21.
- Garant, M. & Scieur, P. (2001). *Organisations et systèmes de formation*. Louvain-la-Neuve, Belgique: De Boeck Supérieur.
- Guerrero, S. (2019). *Les outils des RH: Les savoir-faire essentiels en GRH*. Paris: Dunod.
- Uschold, M. & Grüninger, M. (1996). Ontologies: Principles, Methods and Applications. *Knowledge Engineering Review*, vol. 11, n° 2, 93-136
- Hernandez, N. (2005). *Ontologies de domaine pour la modélisation du contexte en recherche d'information*. [Université Paul Sabatier de Toulouse]
- Lamy, J. (2019). *Python et les ontologies*. St-Herblain, France: Editions ENI
- Le Gall, J. (2015). La gestion de la formation. Dans : Jean-Marc Le Gall éd., *La gestion des ressources humaines*, 86-97. Paris: PUF.
- Levy, M., Jouyet, J. (dir.) (2006) Rapport de la commission sur l'économie de l'immatérielle, *L'économie de l'immatérielle : la croissance de demain*, Ministère de l'économie, des finances et de l'industrie.
- Miller P. (1989), « Strategic Human Resource Management: What it is and what it isn't », *Personnel Management*, Février, pp. 46-51
- Roche, C. (2015). *Ontologie : entre terminologie et connaissance de spécialité*.
- Saad, I., Grundstein, M. & Rosenthal-Sabroux, C. (2009). Une méthode d'aide à l'identification des connaissances cruciales pour l'entreprise. *Systèmes d'information & management*, 3(3), 43-78
- Solar, C., Baril, D., Roussel, J. & Lauzon, N. (2016). Les obstacles à la formation en entreprise. *Savoirs*, 2(2), 9-54.
- Staab, Steffen & Studer, Rudi & Schnurr, Hans-Peter & Sure-Vetter, York. (2001). Knowledge Processes and Ontologies. *IEEE Intelligent Systems*. 16. 26-34.

Vandecasteele, A. (2012). *Modélisation ontologique des connaissances expertes pour l'analyse de comportements à risque : application à la surveillance maritime* [Ecole nationale supérieure des mines de Paris]

Véro, J. & Sigot, J. (2017). Comment les entreprises s'organisent pour mettre les salariés en capacité de se former. *Formation emploi*, 1(1), 73-95

Véro, J. & Zimmermann, B. (2018). À la recherche de l'organisation capacitante : quelle part de liberté dans le travail salarié ?. *Savoirs*, 2(2), 131-150.

ANNEXES

ANNEXE 1: LISTE DES FIGURES DU MEMOIRE

Numéro	Titre	Page
Figure 1	Typologie intégrative des obstacles à la formation en entreprise	16
Figure 2	Les 5 niveaux de la pyramide cognitive	24
Figure 3	Double triangle sémiotique	27
Figure 4	Les grandes typologies d'ontologies	29
Figure 5	Spectre des différentes représentations en fonction du degré d'engagement sémantique	31
Figure 6	Procédé de création d'une ontologie selon la méthode On-To-Knowledge	36
Figure 7	Premier modèle à partir des cinq concepts identifiés	44
Figure 8	Identification de « sous-concepts » liés à nos concepts initiaux	46
Figure 9	Les différentes étapes de la réalisation du modèle ontologique	47
Figure 10	Liste des propriétés de données associées à leurs concepts	48
Figure 11	Modélisation du réseau entre nos concepts au travers d'exemples (où $x, y, z, g \in [0,5]$)	49
Figure 12	Relation « aBesoin » créée par notre règle logique entre le salarié et une formation	50
Figure 13	Extrait du code du projet : création de classes manuellement	52
Figure 14	Extrait du code du projet : Création de classes à partir d'un fichier .csv	52
Figure 15	Cycle automatisé de la mise à jour de l'ontologie	56
Figure 16	Interface web du choix de la formation avant raisonnement	58
Figure 17	Interface web du résultat après l'interrogation de l'ontologie	59
Figure 18	Avantages et difficultés de l'intégration d'une ontologie dans le cycle de vie des données pour la mise en place d'un système d'aide à la décision	63

ANNEXE 2 : GLOSSAIRE DES ABREVIATIONS

Abréviation	Libellé complet
EDF	Electricité De France
IEG	Industrie Electrique et Gazière
DCR	Direction Commerciale Régionale
DS2C	Direction Service Client et Commerciale
CRM	<i>Customer Relationship Management</i>
DAO	Direction Appui Opérationnel
ADV	Administration Des Ventes
CODIR	Comité de Direction
CEGID	Compagnie Européenne de Gestion par l'Informatique Décentralisée
GPEC	Gestion Prévisionnelle de l'Emploi et des Compétences
CPF	Compte Personnel de Formation
SOC	Système d'Organisation des Connaissances
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>