



HAL
open science

Construction d'une ontologie modulaire pour l'univers de la cuisine numérique

Sylvie Despres

► **To cite this version:**

Sylvie Despres. Construction d'une ontologie modulaire pour l'univers de la cuisine numérique. IC - 25èmes Journées francophones d'Ingénierie des Connaissances, May 2014, Clermont-Ferrand, France. pp.27-38. hal-01010222

HAL Id: hal-01010222

<https://inria.hal.science/hal-01010222>

Submitted on 19 Jun 2014

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

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

Construction d'une ontologie modulaire pour l'univers de la cuisine numérique

Sylvie DESPRES

LIMICS UMRS 1142, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Bobigny, France
sylvie.despres@univ-paris13.fr

Résumé : Dans cet article, nous présentons le cadre méthodologique adopté pour construire l'ontologie modulaire de la cuisine numérique en justifiant le choix de la modularité. Puis nous présentons les différents modèles construits à partir des connaissances acquises auprès des experts du domaine. Nous discutons également les choix effectués pour définir les primitives représentées afin d'être en phase avec le périmètre de l'ontologie. Une fois les modèles de connaissances construits nous présentons notre réflexion sur le choix du langage à utiliser afin d'être au plus près des besoins de raisonnement à produire avec l'ontologie. Nous présentons la manière dont les flux rdf sont engendrés par programmes. Nous abordons également la façon dont les différentes versions de l'ontologie sont gérées.

Mots-clés : modèle de connaissance, ontologie modulaire, ontologie de domaine, enrichissement automatique de modèle ontologique, gestion de versions.

1 Introduction

Actuellement, de nombreuses applications relatives à la cuisine numérique font leur apparition dans la vie quotidienne. En effet, le développement de l'internet et des nouvelles technologies contribue à l'émergence d'outils permettant de partager avec des amis les coups de cœur culinaires, de créer un livre de recettes personnelles en ligne, de trouver des tutoriels vidéos de recettes étapes par étapes, de prendre des cours particuliers de cuisine en ligne, d'organiser les menus à la semaine, etc. Parmi ces applications figurent la tablette QooQ [<http://www.qooq.com/tablette/>], le projet Le Foodle et sa tablette associée de SEB [<http://www.lefoodle.com/>]; les portails de cuisine tels que Cuisine AZ et son application Iphone [<http://www.cuisineaz.com/>], Cuisinix (cuisine et course) et sa tablette [<http://www.cuisinix.fr/>]; l'interface conçue par Chef Jérôme [<http://chefjerome.com/search>] dont les technologies permettent de relier le monde de la cuisine à celui de la grande distribution de manière automatique et à grande échelle.

Le domaine de la cuisine numérique se caractérise ainsi par le recours aux supports numériques et aux technologies du web pour satisfaire des besoins exprimés dans le domaine de la cuisine portant à la fois sur la réalisation de recettes, la commensalité, la constitution de livre électronique, etc. C'est dans ce contexte que le projet de recherche Open Food System (OFS) [[projet-open-food-system](#)] auquel nous participons depuis un an est développé. Il a pour ambition de construire un écosystème de référence permettant de faciliter la préparation des repas grâce à la mise à disposition de contenus, d'appareils et de services innovants. Il vise au développement de solutions pour la cuisine numérique destinées au grand public et adaptées aux différents profils d'utilisateurs. En outre, il a pour objectif de permettre aux amateurs de cuisine des échanges communautaires. Il est également prévu de mettre à la disposition des professionnels et du grand public de nouveaux appareils de cuisson dits intelligents : contrôle automatique des paramètres de cuisson pour un résultat optimal, conservation des qualités organoleptiques et nutritionnelles des aliments cuits.

Une des tâches réalisées par le LIMICS consiste à construire une ontologie pour l'univers de la cuisine numérique. Cette ontologie doit permettre l'élaboration de suggestions nutritionnelles permettant à des internautes de s'alimenter de manière équilibrée, en se faisant plaisir et en permettant de partager leurs expériences culinaires avec des proches. Les suggestions nutritionnelles faites aux utilisateurs sont fondées sur les résultats du Programme National Nutrition Santé (PNNS) (<http://www.mangerbouger.fr/pnns>) et l'expertise en nutrition de l'Unité de Recherche en Epidémiologie Nutritionnelle (UREN) (<http://www.univ-paris13.fr/uren/>). Elles prennent en compte les pratiques alimentaires observées dans un échantillon représentatif de familles. Elles comportent en outre des indications sur la saveur de la recette proposée et tiennent compte des préférences exprimées par les utilisateurs de la plateforme OFS. La ressource ontologique construite repose sur les modèles de connaissances des différents domaines représentés.

Dans cet article, nous décrivons le cadre méthodologique adopté pour construire l'ontologie de la cuisine numérique et nous justifions le choix de la modularité pour construire cette ressource. Puis nous présentons les différents modèles construits à partir des connaissances acquises auprès des experts du domaine. La phase d'acquisition est brièvement décrite. Nous discutons également les choix effectués pour définir les primitives représentées afin d'être en phase avec le périmètre de l'ontologie. Une fois les modèles de connaissances construits nous exposons notre réflexion sur le choix du langage à utiliser afin d'être au plus près des besoins de raisonnement à produire avec l'ontologie. Nous présentons la manière dont les flux RDF sont engendrés par programmes. Nous abordons également la façon dont les différentes versions de l'ontologie sont gérées et les limites de l'approche. Puis nous concluons.

2 Cadre méthodologique

Le cadre méthodologique dans lequel nous nous situons est celui du projet NeON (<http://www.neon-project.org/>). Il s'agit en effet de construire une ontologie modulaire nécessitant d'acquérir de la connaissance auprès des experts des différents domaines impliqués dans le projet, d'examiner la possibilité de réutiliser des ressources existantes et enfin d'évaluer les premiers modules construits.

Chaque module a été élaboré en respectant le cycle classique de construction d'une ontologie (spécification, planification, conceptualisation, formalisation, implémentation) correspondant au scénario 1 de la méthodologie Neon (Suárez-Figueroa, Gómez-Pérez, & Fernández-López, 2012). La spécification des besoins auxquels doit répondre l'ontologie a été décrite dans l'introduction (cf. paragraphe 1). La construction des modèles de connaissances est décrite au paragraphe 3. Les réflexions portent également sur le choix de la version de OWL adopté pour représenter l'ontologie. Une fois les modèles formalisés, l'ontologie est enrichie *via* un traitement en batch permettant de générer des flux RDF à partir de données extérieures. L'implémentation est réalisée par MONDECA, un des partenaires du projet.

Le scénario 2 « Réutilisation et réingénierie de ressources non-ontologiques » a été appliqué à la construction du module concernant les aliments. L'analyse des différentes ressources disponibles a permis de définir un modèle de connaissances relatif aux aliments permettant de répondre aux besoins couverts par l'ontologie. Une restructuration de la ressource sélectionnée a ensuite été réalisée. Cette analyse est décrite au paragraphe 3.

Le scénario 3 « Réutilisation de ressources ontologiques » n'a pas pu être mis en œuvre car s'il existe des ontologies dans le domaine de la nutrition ou de la cuisine numérique, les langues utilisées sont l'anglais ou le portugais [Badra et al., 2008 ; Batista et al., 2006 ; Cantais, 2005 ; Champin et al., 2008 ; Dominguez et al., 2006 ; Graca et al., 2005 ; Ribeiro et al., 2006 ; Snae et al., 2008 et 2009 ; Villarias, 2004]. La réutilisation de la ressource ne peut pas être réduite à une traduction des labels figurant dans la ressource. En effet, l'identité culturelle de la cuisine française impacte fortement le modèle des connaissances qui lui sont associées. Les scénarios 4, 5 et 6 dont les objectifs sont centrés sur la réutilisation ne sont par

conséquent pas mis en œuvre. Néanmoins, le travail de recherche des différentes ressources ontologiques a été réalisé en exploitant les moteurs de recherche d'ontologies (swoogle, watson) et une recherche bibliographique classique. Plusieurs projets ont donné lieu à la construction de ressources termino-ontologiques dans le domaine de la cuisine et de la nutrition. Certains de ces projets sont accessibles *via* des URI mais les ressources termino-ontologiques leur correspondant ne sont pas toujours disponibles. Une étude complète de ces différents projets est disponible dans le livrable RTO du projet OFS [Despres, 2013].

Le scénario 8 « Restructuration des ressources ontologiques » est central dans ce travail où nous construisons une ontologie modulaire. Notre approche de modularisation est effectuée par composition. Nous présentons les résultats de cette étape au paragraphe 4.

La construction de chacun des modules est fondée sur des activités d'acquisition de connaissances auprès des experts des domaines concernés. L'acquisition des connaissances est réalisée par les chercheurs en science cognitive de l'Institut Paul Bocuse pour les aspects organoleptiques, les anthropologues participant au projet pour les pratiques alimentaires et par le LIMICS pour les connaissances dans le domaine de la cuisine auprès des chefs et dans le domaine de la nutrition auprès des chercheurs de l'UREN. Deux ateliers d'acquisition des connaissances ont été organisés avec les différents chercheurs dans les domaines impliqués. L'idée était de définir collectivement le périmètre de l'ontologie et expliciter les déterminants associés à chacun des domaines utiles à la construction de l'ontologie. Au cours du premier atelier une séance de brainstorming a été organisée sur les thèmes « recette », « nutrition » et « pratiques alimentaires ». Le second atelier a permis de restituer les connaissances acquises et d'affiner de manière collective le modèle intégrant les différentes perspectives du domaine de la cuisine numérique.

Une première validation des modèles de connaissance a été réalisée par les chefs et l'UREN pour le module aliment et une validation est en cours pour les modules matériel, préparation de base et cuisine. La gestion des versions des modules reste une activité complexe que nous assurons avec Git [<http://git-scm.com/>], un logiciel de gestion de versions orienté programmation. Chaque module est documenté. L'évaluation de l'apport de l'ontologie à une plateforme n'a pas encore été abordée.

3 Construction d'un modèle de connaissances mettant en jeu plusieurs domaines

L'ontologie doit permettre de raisonner sur des connaissances du domaine de la cuisine numérique afin de produire des suggestions de recettes et de planification de repas répondant aux critères de bien-être défini par le PNNS et procurant du plaisir en respectant les goûts et les habitudes des utilisateurs de la plateforme. Plusieurs domaines de connaissances sont au cœur de ce travail. Nous présentons la trame générale des modèles construits pour chacun d'entre eux et les activités qui ont conduit à leur élaboration (acquisition, réutilisation, etc.).

3.1 Domaine des aliments

Les aliments intervenant dans la réalisation d'une recette sont au cœur du modèle à construire. Ils doivent être considérés selon des points de vue propres à chacun des domaines impliqués dans le projet.

3.1.1 Réutilisation des connaissances

Il existe de nombreuses classifications des aliments construites selon des critères qui ne sont pas forcément pertinents pour notre modèle. Il s'agit par exemple de la classification botanique, des différents lexiques associés au site de cuisine, des dictionnaires et plus particulièrement celui de la cuisine, des thésaurus existants dans le domaine de la nutrition.

Nous avons finalement travaillé à partir de la classification polyaxiale des aliments utilisée par les chercheurs de l'UREN [Fredot, 2009] qui a été validée par les chefs de l'IBPR.

3.1.2 Modélisation des aliments

La construction du modèle concernant les aliments a été effectuée au cours de deux principales phases. La première a consisté à exploiter les connaissances issues des différentes ressources disponibles concernant la modélisation des aliments. Nous avons exploité la classification polyaxiale de Fredot (cf. *supra*). La seconde phase a consisté à regrouper les différents éléments caractérisant les aliments en sous-groupes en fonction des usages de l'ontologie. Les raisonnements prévus avec l'ontologie pourront permettre d'identifier des aliments en fonction de leurs caractéristiques organoleptiques, nutritionnelles, de qualité, de leur état (cru/cuit, fumé, etc.), de leur partie (bulbe, chair/pulpe, gousse, cuisse, suprême, etc.) et de leur origine géographique. Nous envisageons par la suite l'utilisation des « linked data » pour réutiliser le vocabulaire existant pour les caractéristiques géographiques et tenter de faire le lien avec les saisons qui varient d'un pays à l'autre.

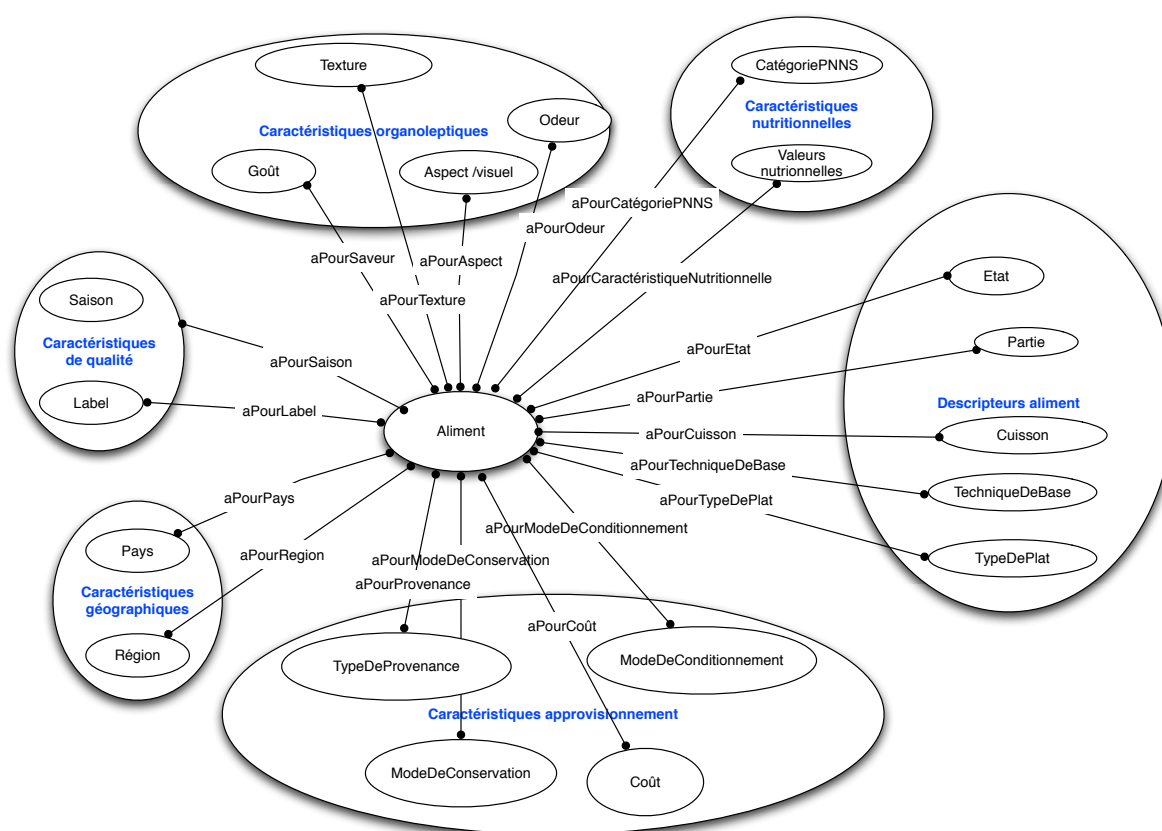


FIGURE 2 – Modèle des aliments

3.2 Domaine de la cuisine

Les connaissances sur le domaine de la cuisine sont essentiellement acquises auprès des chefs « cuisinier » et « pâtissier » du centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse (IPBR). Plusieurs ouvrages papier [Maincent-Morel, 2002], [Charles, 2009], [Deschamps, Deschaintre, 2009], [Chaboissier, Lebigre, 2008] servent également de référence mais ne sont actuellement pas disponibles en version numérique. Nous ne pouvons par conséquent pas exploiter les techniques de construction de ressource terminologique à partir de textes. Nous avons dû avoir recours aux techniques d'acquisition de connaissances auprès des experts du domaine.

3.2.3 Acquisition des connaissances

Les connaissances en jeu concernent les ingrédients, les techniques et préparations de base et le matériel entrant en jeu dans la réalisation d'une recette. Des entretiens ont été réalisés auprès de deux chefs cuisinier et pâtissier. Ils nous ont permis de nous familiariser avec les notions de base en cuisine et en pâtisserie et d'acquérir les connaissances relatives à la modélisation du domaine.

Ces premiers entretiens ont mis en évidence une différence essentielle entre les pratiques dans les deux métiers. En cuisine, des règles de réalisation sont transmises par le chef cuisinier. En pâtisserie les connaissances transmises concernent le plus souvent ce qu'il ne faut pas faire et les préparations peuvent être confectionnées en plus grandes quantités qui seront ensuite conservées au froid.

3.2.4 Modélisation des connaissances

La démarche est identique à la construction du modèle des aliments. Elle s'est déroulée en deux étapes.

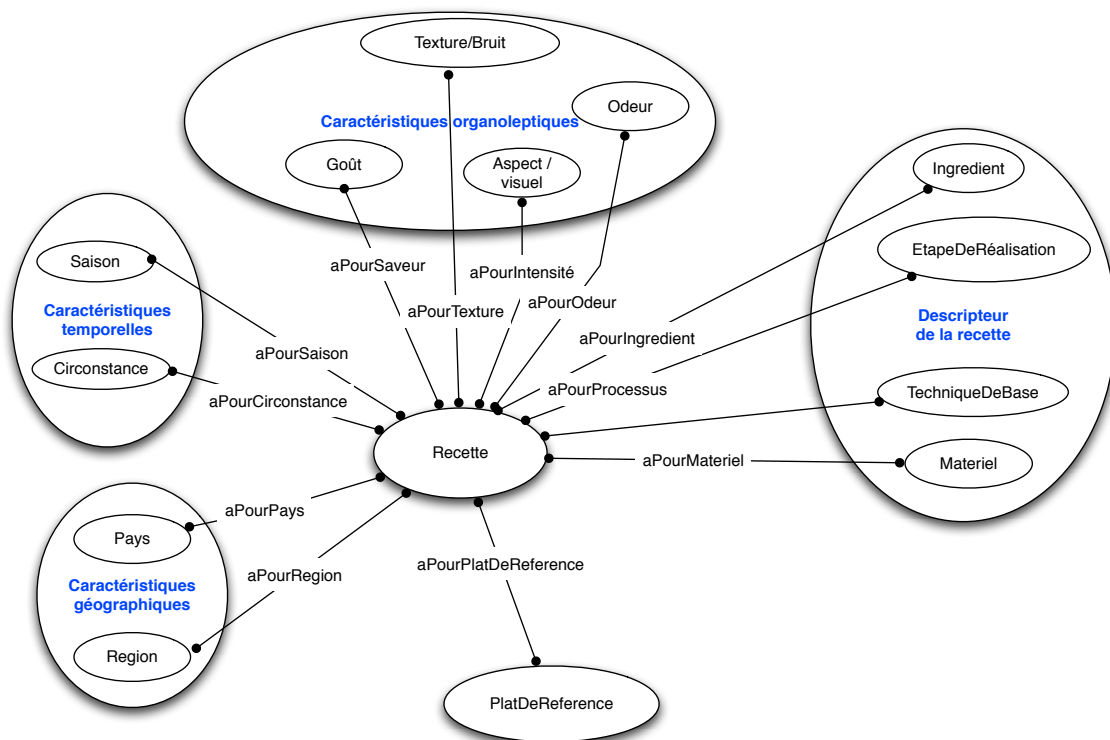


FIGURE 3 – Modèle de la recette

Dans le modèle de la recette, nous avons figuré la notion d'ingrédient. Un ingrédient est simple (tomate) ou composé (pâte feuilletée). Il est constitué d'une unité quantifiée (400g ou 1 cuillère à soupe ou 2 pièces) et d'un aliment lorsqu'il est simple ou d'une préparation de base quand il est composé. Cette préparation de base est elle-même décrite par une recette comportant une liste d'ingrédients. Cette représentation des ingrédients permet l'annotation des recettes de cuisine faisant partie du corpus d'étude (actuellement 55 000 recettes) qui conduit ensuite au classement des recettes en fonction des ingrédients qui les composent.

Un modèle des unités utilisées en cuisine (cuillère à café, verre à moutarde, lchette, etc.) et des unités de mesures internationales (millilitre, gramme) permettant la mise en correspondance entre ces deux systèmes (1 cuillère à soupe de sucre correspond à 10g de sucre) a été élaboré.

3.3 Modèles en cours d'élaboration

L'acquisition des connaissances concernant les domaines du sensoriel et des pratiques alimentaires est actuellement menée par les psychologues cognitivistes auprès des chefs de l'IBP et par des anthropologues auprès des familles participant à l'étude. Nous présentons *infra* les résultats issus des premiers entretiens avec le chef cuisinier et le chef pâtissier de l'IBP et les deux ateliers acquisition des connaissances.

3.3.5 Domaine organoleptique

Le travail de l'équipe du centre de Recherche de l'Institut Paul Bocuse (IPBR) sur les aspects organoleptiques fait intervenir des chercheurs en psychologie cognitive et les chefs. Les connaissances en jeu concernent le goût des aliments, les associations de saveurs lors de la réalisation d'une recette, la caractérisation du goût d'une recette. Comme pour le domaine de la cuisine, les ressources disponibles sont essentiellement sur support papier. Elles comportent les travaux actuels des chercheurs de l'IPBR et plusieurs ouvrages sur les saveurs [Segnit, 2012], [Bassereau & Charvet-Pello, 2011], [Salesse & Gervais, 2012].

Le domaine organoleptique est complexe et les mots pour caractériser les saveurs et les odeurs sont encore peu nombreux et très subjectifs. Des connaissances existent sur les saveurs des aliments simples. L'objectif est de déterminer les éléments organoleptiques permettant la caractérisation des associations des saveurs pour obtenir le rendu d'une recette afin de satisfaire les préférences de l'utilisateur de la plateforme. L'acquisition des connaissances mises en jeu dans ce domaine est en cours de construction et les connaissances acquises seront exploitées dans l'année à venir.

Un atelier a été mis en place pour acquérir les connaissances auprès des psychologues cognitivistes de l'IPB. Une séance de brainstorming a permis d'identifier certains des déterminants concernant les connaissances précédemment énumérées. Les premiers éléments de connaissance liés aux aspects organoleptique font référence aux types de repas (commensalité), à la saveur et au mode de préparation des ingrédients, à la température (glacé, froid, tiède, chaud), à la préférence (hédonisme, émotion) et à la perception (texture en bouche, aspect visuel, saveur, goût, odeur).

3.3.6 Domaine des pratiques alimentaires

Les connaissances dans le domaine des pratiques alimentaires sont acquises par les anthropologues qui observent des familles dans leur quotidien au cours de plusieurs périodes. Ces observations portent sur la façon dont la vie d'une famille est influencée par la nutrition. Elles prennent en compte les aspects individuels des membres de la famille, la réalisation des courses, des repas, etc. Les connaissances en jeu portent sur les questions de : (1) la *mise en route d'une recette ou d'un menu* (- comment l'idée vient : habitude, ingrédients dans le réfrigérateur, discussion, recette internet, recette écrite (imprimée ou livre)) ; - comment se prépare le plat : aller retour entre la recette et les ingrédients (changement de quantité, d'ingrédients...) ; - comment il est mangé : par qui et comment) ; (2) la *gestion des restes* (est-ce que les gens font des restes et pourquoi ?, que font-ils des restes quand il y en a ?) ; (3) les *négociations entre les membres de la famille*.

Un atelier a été mis en place pour acquérir les connaissances auprès des anthropologues impliqués dans les familles. Une séance de brainstorming a permis d'identifier certains des déterminants influençant le choix d'une recette ou d'un menu. Ils sont temporels lorsqu'il s'agit des périodes de l'année où des changements d'habitude interviennent (rentrée scolaire - vacances) ou de la saison. Le type des repas est déterminé par un moment (Semaine/WE/Repas de fête) et les convives y participant (individu, famille/avec invité), la composition de la famille, le coût et l'approvisionnement, le contenu du réfrigérateur/congélateur, les restes à accommoder, les matériels disponibles pour la réalisation d'un plat, le temps disponible et la durée de la recette. Le modèle devra par

conséquent prendre en compte ces déterminants pour aboutir à une suggestion satisfaisante pour l'utilisateur de la future plateforme.

3.4 Domaine de la nutrition

Le projet de produire des suggestions orientées « bien-être » nécessite de comprendre les résultats obtenus *via* le PNNS et les déterminants conduisant un individu à choisir une recette.

Les connaissances en jeu sont acquises auprès des experts de l'UREN impliqués dans le projet. Elles portent sur les aliments, la manière appropriée de définir la valeur nutritionnelle d'une recette et la façon de suggérer une planification des repas au cours d'une période de temps pouvant être celle d'une périodicité correspondant à la semaine. Elles s'appuient sur les catégories définies par le PNNS. Les aliments sont classés en grandes catégories et sont listés dans la table Nutrinet qui contient les nutriments caractérisant les aliments intervenant dans les recettes collectées au cours des enquêtes réalisées par l'UREN.

TABLE 1 – Synthèse des connaissances acquises en nutrition

Type de suggestion	Contenu	Visualisation
Qualification de la recette	sel, gras, vitamines, sucre, minéraux, oligo-éléments, nutriments, calories, valeurs nutritionnelles, allergène, intolérance (gluten...), régimes particuliers, "résiste à tout"	Données brutes, échelle, outil de tri
Information nutritionnelle	Données issues de la table de composition des aliments Nutrinet	Indicateur simplifié de correspondance avec les recommandations du PNNS sous la forme d'un curseur graphique
Repas	Vitaminé, fraîcheur, basses calories, maintien en forme, prix, saison, bénéfiques et apports, conseils, occasions spéciales (fêtes, légumes aux enfants)	Langage iconographique à définir
Familiale (tient compte des contraintes des différents membres de la famille)	Repas de base et variations pour les différents membres, menu de la semaine, calendrier long terme (remise en forme, grossesse, performance), bilan statistique, retour d'information,	Sous forme graphique Alertes pour aider à la prise de conscience
Informations pédagogiques, contextualisées ou non	Explication de la suggestion du point de vue de la nutrition	Menus contextuels
Substitutions d'ingrédients	Une liste d'aliments substituables en fonction du contexte de la recette valide du point de vue de la saveur de la recette et de la nutrition	Sous forme de liste

Les ressources disponibles sont les travaux des chercheurs participant au projet, les documents édités par le PNNS, l'ouvrage sur les aliments et leurs propriétés nutritionnelles fournies par l'UREN [Fredot, 2009], les travaux sur les déterminants réalisés par l'UREN [Olay, 2011], la table de composition des aliments Nutrinet sous forme d'un fichier Excel.

Au cours de l'atelier, un brainstorming a été organisé afin d'identifier le contenu des suggestions, leur nature et leur mode de présentation à l'utilisateur de la plateforme. Elles ont ensuite été regroupées en plusieurs grands types (cf. tableau 1).

3.5 Les acteurs autour du système

Les acteurs du système interrogent le système avec leur propre vocabulaire et leurs propres connaissances dans les domaines de la cuisine, de la nutrition et des saveurs des recettes. Ils expriment également des préférences relatives à leur goût, leurs désirs, leurs aversions et leurs interdits et font partie intégrante de la société. Actuellement, le modèle de la personne est très succinct. Au cours de l'année à venir, il devra prendre en compte les déterminants identifiés auprès des chercheurs dans les domaines de la nutrition, des pratiques alimentaires et des

caractéristiques organoleptiques. Un premier modèle synthétisant les premières connaissances acquises est présenté figure 4.

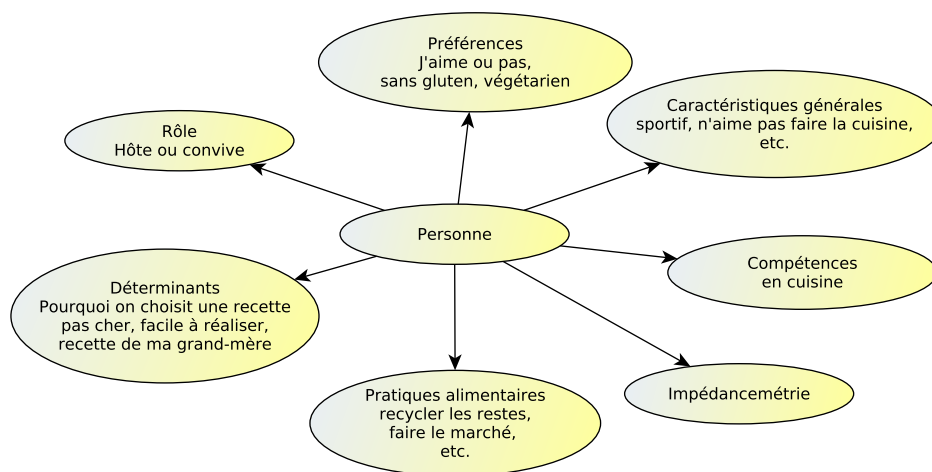


FIGURE 4 – Vers un modèle de l'utilisateur de la plateforme

4 Formalisation

Dans ce paragraphe, nous discutons de la construction modulaire de l'ontologie et du choix du langage pour représenter les modèles associés à chacun des modules.

4.1 Construction d'une ontologie modulaire

Ces dernières années, plusieurs travaux se sont intéressés au développement modulaire des ontologies et à l'échange d'information entre modules ontologiques. Cependant, ces travaux portent essentiellement sur l'intégration d'ontologies existantes en tant que modules dans une ontologie plus large ou sur la gestion d'interrelations entre des ontologies distribuées.

Nous avons fait le choix d'une conceptualisation modulaire dès le début du cycle de développement de l'ontologie. La méthodologie de construction de l'ontologie modulaire adoptée suit une approche par composition. Les différents modules correspondant à chacun des domaines du modèle sont construits et ensuite composés pour constituer l'ontologie globale.

L'existence de liens entre les différents modules et les besoins d'interrogation, de raisonnement et d'inférences - par conséquent, de mise à jour des modules [Stuckenschmidt & Klein, 2003] - nous ont conduit à concevoir une ontologie modulaire (cf. figure 5) qui comportera un module noyau (module ALIMENT) et les modules thématiques suivants : module NUTRITION (concepts spécifiques à la nutrition) ; module CUISINE (relatif à la réalisation des recettes et des liens avec les types de plat) ; module PREPARATION (relatif aux préparations de base associées à une recette) ; module UNITE (relatif aux métriques du domaine de la cuisine (cuillère à café, verre à moutarde) et métriques internationales (gramme, millilitre, etc.) ; module MATERIEL (relatif aux matériels utilisés pour réaliser les recettes) et module ORGANOLEPTIQUE (relatif aux aspects sensoriels caractérisant les aliments et les recettes).

Un module noyau est un module auquel l'ensemble des modules thématiques fait référence. Le point de vue associé à ce module et le vocabulaire utilisé pour caractériser les concepts le constituant sont communs à l'ensemble des modules thématiques y faisant référence. Un module thématique pour un domaine D est une ontologie couvrant un point de vue sur D. Il doit pouvoir être interrogé selon le point de vue qu'il représente

indépendamment des autres modules thématiques. Les différents modules de l'ontologie sont liés par des relations d'interconnexion permettant d'interroger et de raisonner sur l'ontologie globale.

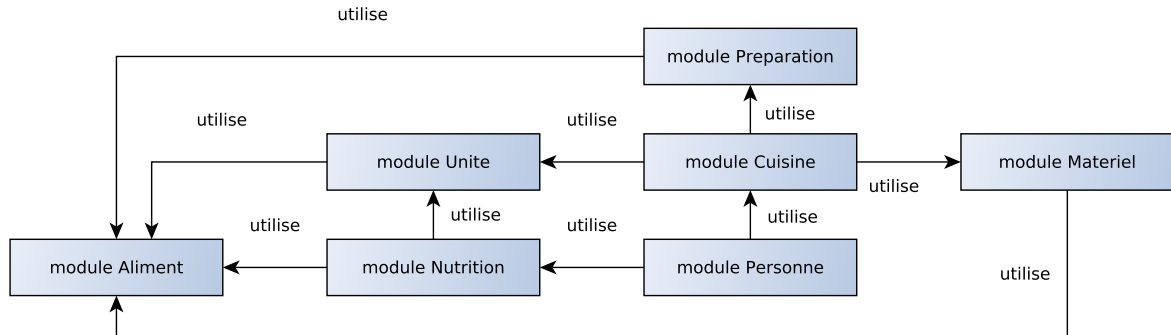


FIGURE 5 – Structuration des modules

4.2 Choix du langage

Une réflexion est actuellement en cours pour décider du langage à utiliser pour construire et raisonner avec l'ontologie.

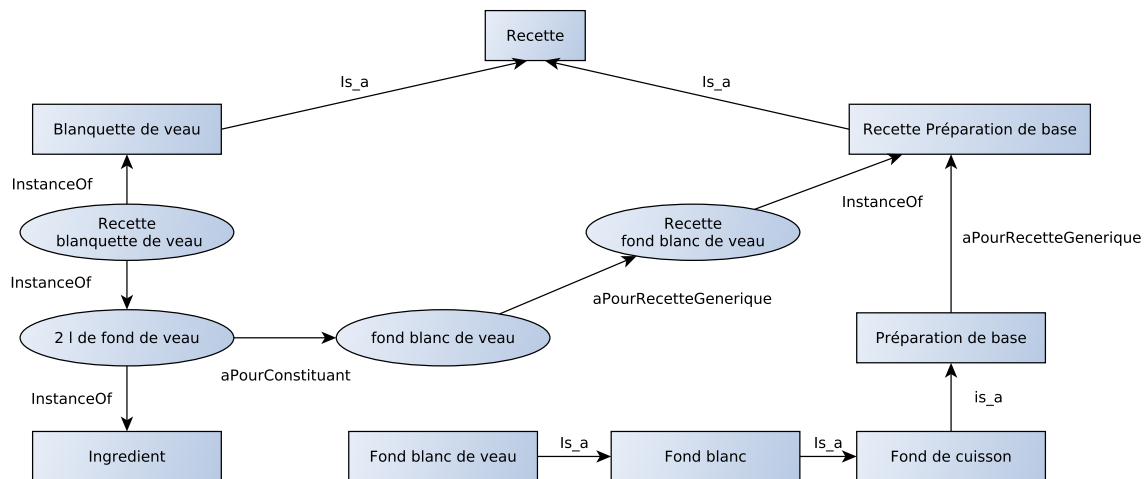
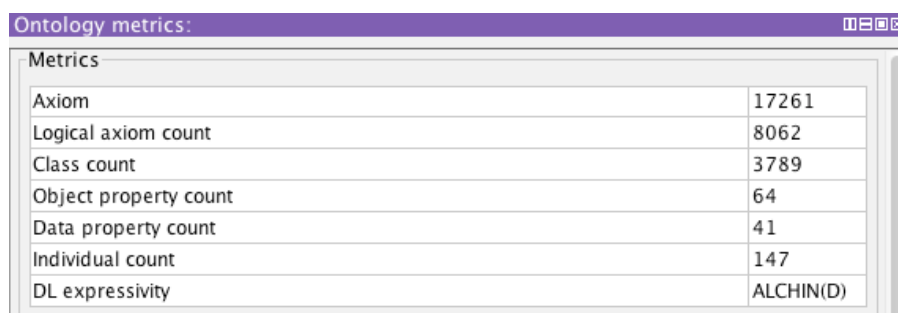


FIGURE 6 – Raisonnement sur la recette

Nous avons en particulier besoin de raisonner sur les classes de l'ontologie pour obtenir des catégories de recettes en référence aux différents modules et de produire des chaînes de raisonnement pour enrichir les recettes par des métadonnées déduites (catégorisation de la recette, variantes de recette, des valeurs nutritionnelles calculées, etc.). Une fois les recettes de base enrichies par la chaîne sémantique, elles sont réintroduites dans le système. L'exemple du traitement des recettes est présenté figure 6. La chaîne de raisonnement liant un plat de référence à une recette générique est également au cœur des réflexions actuelles. Dans ce cas, il est nécessaire de raisonner sur les instances de la recette générique. La notion de « puning » introduite dans OWL2 pourrait constituer une solution envisageable pour optimiser notre modèle. Nous avons dressé une liste de tous les constructeurs OWL apparaissant dans les différents modules et nous nous orientons actuellement vers le choix d'un profil de OWL exploitant la partie DL de OWL. La formalisation des interconnexions entre les modules reste à approfondir.

5 Opérationnalisation

L'ontologie comporte actuellement sept modules. La métrique de l'ontologie est présentée figure 7. Les modalités de la publication de l'ontologie sur la toile sont en cours de discussion avec les partenaires du projet. Elle sera en accès libre une fois terminée et publiée.



Metrics	
Axiom	17261
Logical axiom count	8062
Class count	3789
Object property count	64
Data property count	41
Individual count	147
DL expressivity	ALCHIN(D)

FIGURE 7 – Métrique de l'ontologie de la cuisine numérique

6 Outils pour la construction et la gestion des versions

La plupart des ajouts et des corrections dans les différents modules sont gérés par programme à l'aide d'un pseudo-langage. Outre s'affranchir des tâches manuelles et répétitives liées à l'utilisation d'un éditeur d'ontologies, l'intérêt de cette technique est de conserver une trace écrite des actions effectuées sur la ressource. Ce pseudo-langage permet de réaliser les opérations répertoriées dans le tableau 2.

Pour des raisons de commodité, nous avons adopté un format tabulaire car il est facile à produire et à modifier à partir d'extraction texte ou de fichiers au format csv (tableur, liste de données fournie par des participants au projet, liste d'autorité fournie par les experts de domaine). Nous avons également implémenté des contrôles syntaxiques automatiques (cf. figure 8) des fichiers produits par l'éditeur d'ontologies Protégé.

```

==> onto03decembre/onto_check.err <==
dest/modulealiment.err:** Missing label for AmiDuChambertin put ami du chambertin as label
dest/modulealiment.err:** Missing label for BaguetteLaonnaise put baguette laonnaise as label
dest/modulemateriel.err:** Separators in altlabel for PochePatisserie
dest/modulemateriel.err:** Split it

```

FIGURE 8 – Exemple d'erreurs détectées

La gestion des versions pour les différents intervenants travaillant sur la ressource est assurée par Git un système de contrôle de versions (cvs) classique et éprouvé. Il s'agit d'un système entièrement décentralisé dans lequel chaque auteur peut travailler sur sa version localement et indépendamment du serveur. Une interface cliente multiplateforme GitEye (<http://www.collab.net/giteyeapp>) lui est associée pour permettre son utilisation par des non informaticiens. Cette approche est loin d'être parfaite car la gestion des différences entre les différentes versions reste difficile à visualiser sous forme de textes. La notion fonctionnelle de OWL est utilisée pour visualiser ces différences. En effet, la sérialisation RDF produite par Protégé n'est pas constante d'une sauvegarde à l'autre. Nous envisageons l'intégration de OWLDIFF pour la gestion des conflits.

TABLE 2 – Eléments du pseudo langage et exemples associés

Actions	Cmd	Obj1(Class/Indiv)	Mot-clef	Obj2(Class)	Label property	AltLabels	Commentaires
Création d'entité (classe ou d'individu)	createClass	CuisseDeCanard	under	ViandeDeCanard	cuisse de canard		27 trouvés dans ingrédients
	createIndiv	SachetDeSel	under	Sachet	sachet de sel		uren
Modification d'entités (classe ou individu), seuls les champs spécifiés sont modifiés	replnClass	Fenouil	with	BulbDeFenouil			
	replnClass	AlimentSansGluten	with	SansGluten			
	replnClass	ViandeDeChevre	with		chèvre	viande de chèvre	chèvre non trouvé dans termino
Déplacement d'entités (classe ou d'individu)	moveClass	VinaigreDeCoing	under	Coing			
	buildTree	NewTree	under	Aliment	from	poisson.thes	
Ajout d'ObjectProperty ou de DataProperty sur des classes ou des individus	propToIndiv	CacDeSel	object	aliment:Sel	aPourAliment		
	propToIndiv	Gramme8	data	8	aPourValeurNumerique		
Constructions syntaxiques particulières (actions sur des ensembles d'entités)	createClass	VarieteCitron	under	Citron	variété_citron		
	moveClass	sub[Citron]	under	VarieteCitron			
	propToClass	aPourTransformation	to	subclasses[VinaigreAromatise]	FabricationVinaigre		
	propToClass	[Ble,Riz,Mais]	object	Poivre	aPourAmi		
	moveClass	["Crevette*"]	under	VarieteCrevette			
	moveClass	sub[Crevette] - [Gambas]	under	VarieteCrevette			
	createClass	[Tomate,Avocat]	under	Chair	chair de \$Obj1		
	createClass	sub[LegumeFruit]	under	JusDeFruit	jus de \$Obj1		
	propToClass	sub[LegumeFruit]	object	\$Obj1	aPourComposant		
	createClass		under	sub[LegumeFruit]	pulpe de \$Obj2		
	createClass		under	sub[LegumeFruit]	nectar de \$Obj2		
	moveClass	["BulbeDe*"]	under	Bulbe			
	propToClass	["BulbeDe(*)"]	under	\$Match1	aPourComposant		
Manipulation d'arborescences (format texte indenté)	exportTree	NewName	under	Coulis	to	coulis.tree	preparation
	importTree		under	PreparationDeBase	from	coulis.tree	

7 Conclusion

Dans cet article, nous avons présenté le cadre méthodologique adopté pour construire l'ontologie modulaire de la cuisine numérique en justifiant le choix de la modularité et les différents modèles construits à la fois à partir des connaissances acquises auprès des experts du domaine et de ressources sur support papier. Le manque de supports numériques ne nous a pas permis la réutilisation de ressources existantes. La ressource ontologique est maintenant suffisamment conséquente pour pouvoir expérimenter à l'échelle les possibilités de raisonnement qu'elle supporte. L'ontologie est en cours d'évaluation *via* un prototype du système qui est implémenté par les partenaires du projet OFS. Les retours de cette expérimentation serviront de base à l'évolution de la ressource.

D'une manière plus générale, les problèmes abordés dans ce travail relèvent de la problématique de la construction d'ontologies modulaires. Ils concernent principalement la définition de ce qu'est un module (sa nature, son périmètre, etc.), la représentation des liens entre les modules, les types de raisonnement associés et la gestion de l'évolution des différents modules. En ce sens ce travail peut servir de base à une réflexion sur le choix d'une construction modulaire dès le début du cycle de développement de l'ontologie. Des critères s'appliquant à toute ontologie mettant en jeu des points de vue pluridisciplinaires pourraient être explicités et ainsi venir affiner ce point dans les méthodologies existantes. Dans ce papier nous n'avons pas abordé le côté collaboratif, une thèse sur ce sujet est en cours.

Références

- BADRA, F., BENDAOU, R., BENTEBITEL, R., CHAMPIN, P-A., COJAN, J., CORDIER, A., DESPRÉS, S., JEAN-DAUBIAS, S., LIEBER, J., MEILENDER, T., MILLE, A., NAUER, E., NAPOLI, A., TOUSSAINT, Y. (2008) Taaable: Text Mining, Ontology Engineering, and Hierarchical Classification for Textual Case-Based Cooking. In *Computer Cooking Contest - Workshop at European Conference on Case-Based Reasoning (ECCBR'08)*, Schaaf, M. ed. Trier, Germany. pp. 219-228.
- BASSEREAU J.F. & CHARVET-PELLO R. (2011). *Dictionnaire des mots du sensoriel*. Editions TEC & DOC Lavoisier. 519p.
- BATISTA, F., MAMEDE, N.J., PARDAL, J.P., RIBEIRO, R., VAZ, P. (2006) *Ontology construction: cooking domain*. « Technical Report, INESC-ID. Lisbon.
- CANTAIS, J., DOMINGUEZ, D., GIGANTE, V., LAERA, L., TAMMA, V. (2005). An example of food ontology for diabetes control. In C. Welty and A. Gangemi, "Working notes of the ISWC 2005 workshop on Ontology Patterns for the Semantic Web", Galway, Ireland, 2005.11.07.
- CHABOISSIER, D. & LEBIGRE, D. (2008). *Compagnon et Maître pâtissier – Tome1, 2e édition*. Editeur : Villette (Jérôme), 198p.
- CHAMPIN, P-A., CORDIER, A., DESPRÉS, S., FUCHS, B., LIEBER, J., MILLE, A. (2008). Construction manuelle de la partie haute d'une ontologie modulaire destinée à une annotation de cas textuels - étude de cas pour une application culinaire dans le cadre du projet Taaable. In 16ème atelier de Raisonement à Partir de Cas, Nancy.
- CHARLES, G. (2009). *La cuisine expliquée*. Editions BPI. 735p.
- DESCHAMPS, B. & DESCHARENTRE, J.C. (2009). *Le livre du pâtissier*. Editions LT Jacques Lanore. 368p.
- DESPRES, S. (2013). RTO en Nutrition. Livrable FL4.1.01 2013 09 30 du projet OFS, 36p.
- DOMINGUEZ, D., GRASSO, F., MILLER, T., SERAFIN, R. (2006) PIPS: An Integrated Environment for Health Care Delivery and Healthy Lifestyle Support, ECAI 2006.
- FREDOT, E. (2012). *Connaissances des aliments. Base alimentaires et nutritionnelles de la diététique*. 3^{ème} édition. Editions TEC et DOC. Lavoisier. 613p.
- GRACA, J., MOURÃO M., ANUNCIACÃO, O., MONTEIRO, P., PINTO, H. S., LOUREIRO, V. (2005) « Ontology building process: The wine domain ». In *Proceedings of EFIT 2005*.
- MAINCENT-MOREL, M. *La cuisine de référence. Techniques et préparations de base. Fiches techniques de fabrication*. Editions BPI. 1040p.
- OLAY, A. (2011). *Les déterminants des choix des plats et des recettes de cuisine*. Mémoire de stage. Master des sciences du sport. Université Paris Descartes.
- RIBEIRO, R., BATISTA, F., PARDAL, J.P., MAMEDE, N.J., PINTO, H.F. (2006) *Cooking an Ontology*. In 12th International Conference on AI : Methodology, Systems, Applications. Berlin, pp.213- 221.
- SNAE, C., BRUECKNER, M. (2009) «Personal Health Assistance Service Expert System (PHASES) », *International Journal of Biological and Life Sciences*, 4-2.
- SNAE C., BRÜCKNER, M. (2008) *FOODS: A Food-Oriented Ontology-Driven System* In Second IEEE International Conference on Digital Ecosystems and Technologies (IEEE DEST 2008)
- SEGNIT N. (2012) - *Le répertoire des saveurs*, Marabout, 493p.
- SALESSE, R. & GERVAIS, R. (2012). *Odorat et goût. de la neurologie des sens chimiques aux applications*. 539p.
- STUCKENSCHMIDT, H. PARENT, C. & SPACCAPIETRA, S. éditeurs (2009). *Modular Ontologies - Concepts, Theories and Techniques for Knowledge Modularization*. Springer, 378p.
- SUAREZ-FIGUEROA, M. C., GOMEZ-PEREZ, A., & FERNANDEZ-LOPEZ, M. (2012). The NeOn Methodology for Ontology Engineering. In M. C. Suárez-Figueroa, A. Gómez-Pérez, E. Motta, e& A. Gangemi (Eds.), *Ontology Engineering in a Networked World* (pp. 9–34). Springer Berlin Heidelberg. Retrieved from http://dx.doi.org/10.1007/978-3-642-24794-1_2.
- VILLARIAS, L.G. (2004) « Ontology-based semantic querying of the Web with respect to food recipes », *Informatics and Mathematical Modelling*, Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark. Master Thesis. ISSN 1601-233X, 2004.