

Développement d'ontologies pour des systèmes de connaissances

Sylvie DESPRES
UFR-SMBH - Université Sorbonne Paris Nord, France
LIMICS UMR_S 1142



18/11/2021

1

Plusieurs contextes de développement

- Cuisine numérique
 - Construction d'un écosystème de référence autour de la cuisine numérique Open Food System <http://www.openfoodsystem.fr/le-projet-de-r-d>
- MOCOLANG suivi de OrthoDef
 - Modélisation conceptuelle des troubles du langage et de la communication en orthophonie
- Construction d'une plateforme offrant des services numériques en e-santé
 - Elaboration de suggestions personnalisées

18/11/2021

Atelier BIL&VS

2

Cuisine numérique

- Interrogation
« Je souhaite une recette de plat principal pour **Pâques**, au **couleur du printemps**, pour 8 personnes, **sans asperge**, avec une **viande rôtie**, avec **peu de matière grasse**. Je n'aime ni l'**ail**, ni la **coriandre**, je préfère les plats **sans gluten** et j'ai envie de **légumes frais** ».
J'ai un **four** à ma disposition.
- Suggestion
Recette de Carré d'agneau en croûte d'herbes et ses flageolets à la provençale, ses fagots de haricots verts et ses échalotes suées
Four, cocotte et poêle



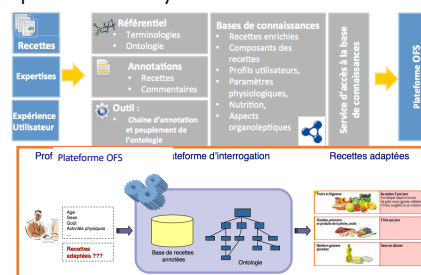
18/11/2021

Atelier BIL&VS

3

Cuisine numérique : un écosystème

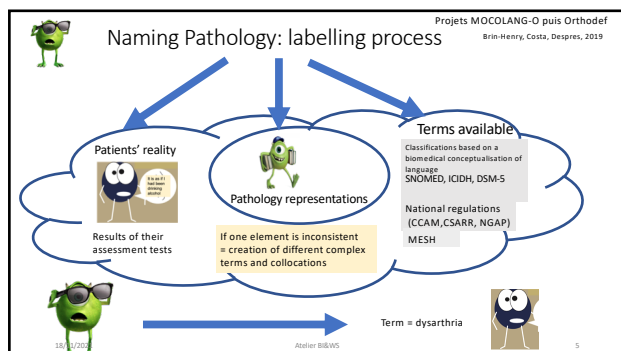
- Domaines d'expertise
 - Aliment
 - Nutritionnistes
 - Domaine de la cuisine
 - Chefs de l'Institut Paul Bocuse
 - Matériel de cuisson
 - Groupe SEB
 - Sensoriel
 - Centre de recherche sur l'alimentation et l'écopastoral, Institut Paul Bocuse
 - Nutrition
 - EREN, Equipe de recherche en épidémiologie nutritionnelle
 - Habitudes alimentaires
 - Anthropologues du Groupe SEB



18/11/2021

Atelier BIL&VS

4

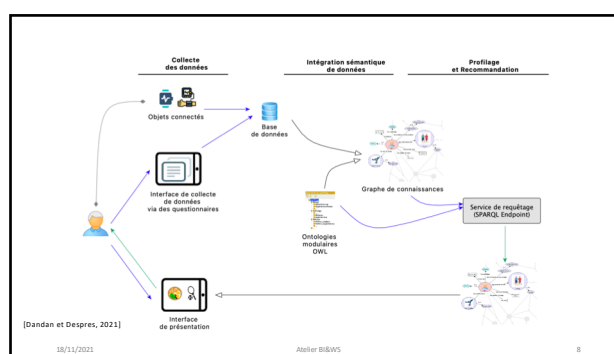
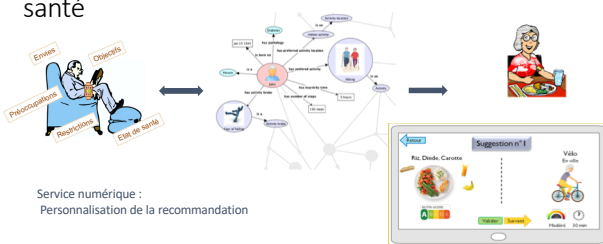


Projets MOCOLANG-O puis Orthodef

- Finalité
 - Structuration de la terminologie orthophonique fondée sur la temporalité dans plusieurs langues européennes (Fr-Eng-Pt), permettant à terme un meilleur partage de connaissances, une homogénéité et une plus grande qualité des discours dans le domaine
- Domaine d'expertise
 - Orthophonie
 - Terminologie
 - Linguistique



Plateforme offrant des services numériques en e-santé



Synthèse

Projet	Objectifs	Source de données	Résultats
Cuisine numérique	Construction d'un écosystème de référence autour de la cuisine numérique	Classification des aliments PNNS Thesaurus LINGUAL sensoriel	Services numériques - Suggestions nutritionnelles - Suggestions sensorielles - Visualisation des interactions entre facteurs des MCV
OrthoDef MOCOLANG-O	Structuration de la terminologie orthophonique dans plusieurs langues européennes (Fr-Eng-Pt)	Pas de ressources spécifiques Données patients non autorisées	Terminologie multilingue fondée sur des définitions ontologiques des termes
Assistance à la PA	Intégration de données en vue de la construction de recommandations personnalisées	PNNS Ameli Compendium of Physical Activities Données collectées sur la PA via des questionnaires	Services numériques - Suggestions régimes alimentaires - Suggestions de programmes d'activités physiques

18/11/2021

Atelier BIL/WS

9

Besoins communs aux différents projets

- Vocabulaire partagé entre plusieurs acteurs
- Formalisation pour raisonner sur les connaissances du domaine
- Intégration de données
- Interopérabilité entre les ressources disponibles

18/11/2021

Atelier BIL/WS

10

Ontologie

18/11/2021

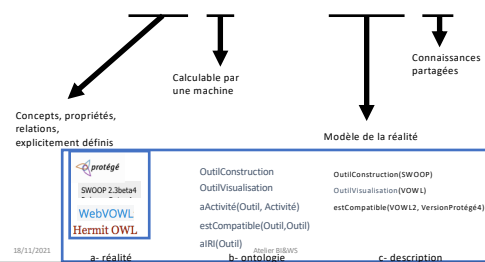
Atelier BIL/WS

11

Ontologie

- Gruber 1993 puis Studer, Benjamin et Fensel 1998

Une ontologie est une **spécification formelle** explicite d'une **conceptualisation partagée**



18/11/2021

Atelier BIL/WS

12

Ontologie

• Guarino & Oberle 2009

- Révision et explication de la définition en mettant l'accent sur :
 - le partage d'ontologies entre les parties prenantes et les communautés de pratiques et de connaissances
- en particulier pour les ontologies destinées à soutenir
 - interopérabilité des données et des informations à grande échelle
 - partage des informations et les processus reposant sur des ontologies, tels que l'intégration de données provenant de sources de données hétérogènes
 - simulation de systèmes
 - suivi du comportement de systèmes multi-composants via les interrelations entre les composants, l'analyse des données
 - la prise de décision en collaboration
 - ...

18/11/2021

Atelier BIL/VS

13

Et en logique de description ...

D'après I. Horrocks "Description Logic Reasoning"

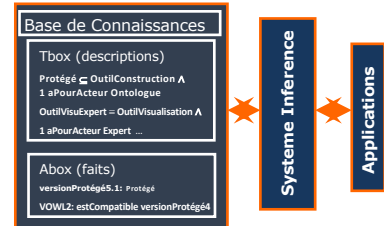
Tbox : ensemble d'axiomes sur les concepts

Abox : ensemble d'axiomes sur des individus

Rbox : ensemble d'axiomes sur les propriétés

Base de connaissances :

Ensemble d'axiomes de tous types



18/11/2021

Atelier BIL/VS

14

https://baaiebaie.files.wordpress.com/2011/04/sements_web_technology_stack.png

This Semantic Web Technology Stack (not a piece of cake...)

The diagram shows a stack of layers representing the Semantic Web Technology Stack. From top to bottom, the layers are: Applications, Services, Data, and Information. The 'Data' layer is further divided into 'Data' and 'Information'.

ACCHO(D)

Attribution language. This is the base language which allows:

- Simple negation (negation of concepts that do not appear on the left hand side of axioms)
- Simple conjunction
- Simple disjunction
- Simple existential quantification (restrictions that only have fillers of Thing)

FL₀

A sub-language of AC, which is obtained by disabling simple negation

FL₀⁻

A sub-language of FL₀, which is obtained by disabling limited existential quantification

C

Complex concept negation

S

An abbreviation for AC and C with transitive properties

H

Role hierarchy (subproperties) - with subPropertyOf

O

Normality, enumerated classes or object value restrictions - with minOf, maxOf, and hasValue

N

Normality, enumerated classes or object value restrictions - with minOf, maxOf, and hasValue

L

Normality, enumerated classes or object value restrictions - with minOf, maxOf, and hasValue

Q

Qualified cardinality restrictions (available in OWL 1.1)

F

Functional properties

E

Full existential quantification (if existential restrictions that have fillers other than self and Thing)

U

Concept union

(D)

Use of datatype properties, data values or datatypes

<https://www.w3.org/TR/owl2-overview/>

18/11/2021

Atelier BIL/VS

15

ACCHO(D)

Attribution language. This is the base language which allows:

- Simple negation (negation of concepts that do not appear on the left hand side of axioms)
- Simple conjunction
- Simple disjunction
- Simple existential quantification (restrictions that only have fillers of Thing)

FL₀

A sub-language of AC, which is obtained by disabling simple negation

FL₀⁻

A sub-language of FL₀, which is obtained by disabling limited existential quantification

C

Complex concept negation

S

An abbreviation for AC and C with transitive properties

H

Role hierarchy (subproperties) - with subPropertyOf

O

Normality, enumerated classes or object value restrictions - with minOf, maxOf, and hasValue

N

Normality, enumerated classes or object value restrictions - with minOf, maxOf, and hasValue

L

Normality, enumerated classes or object value restrictions - with minOf, maxOf, and hasValue

Q

Qualified cardinality restrictions (available in OWL 1.1)

F

Functional properties

E

Full existential quantification (if existential restrictions that have fillers other than self and Thing)

U

Concept union

(D)

Use of datatype properties, data values or datatypes

https://moodle.polyml.ca/file.php/30/NotesDeCours/logique_descriptive2.pdf

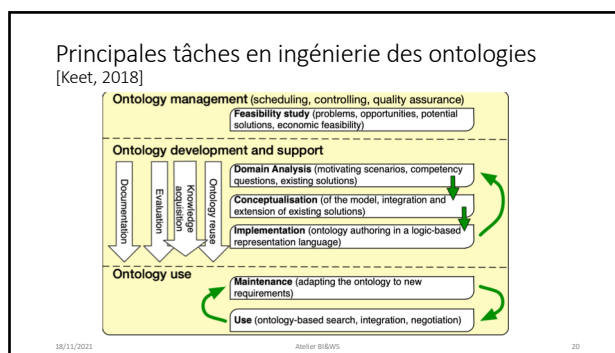
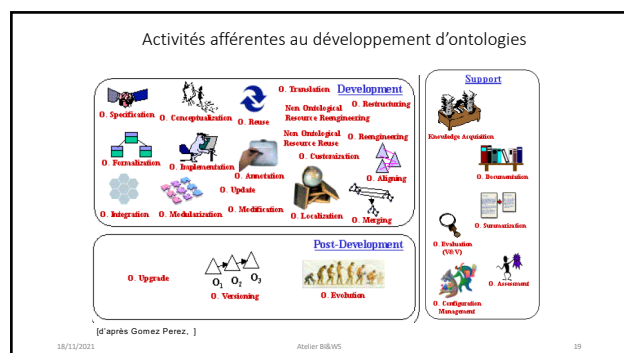
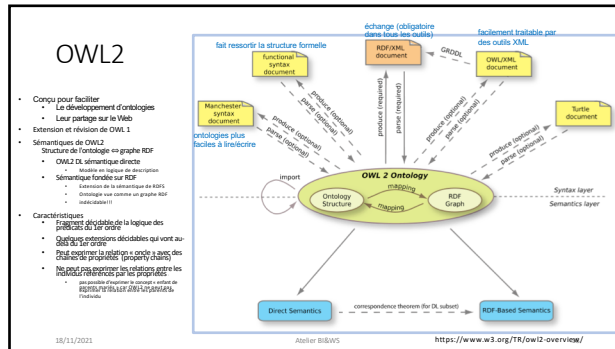
The diagram shows a hierarchy of description logics: $FL_0 \subseteq FL_0^- \subseteq ACC \subseteq SH \subseteq SH^Q \subseteq OWL_1 \subseteq OWL_2 \subseteq OWL_2^Q$. Below this hierarchy, a timeline shows complexity classes: PTIME, ExpTIME, NExpTIME, and 2NExpTIME. Arrows indicate the increasing complexity of the logics.

https://aaoa.org/isc2012/docs/introduction_to_dl.pdf

18/11/2021

Atelier BIL/VS

16



Comment choisir une méthodologie de développement pour concevoir une ontologie de domaine ?

18/11/2021

Atelier BIL/VS

21

Acteurs

- Experts du domaine
 - connaissance/expertise du domaine et/ou des sources de données
 - des praticiens, qui ne connaissent pas les langages d'ontologie, les spécifications, etc.
- Ingénieurs de la connaissance
 - Spécifications ontologiques et coordination des tâches d'ingénierie des ontologies
- Utilisateurs
 - exploitent l'ontologie dans des conditions "opérationnelles", de manière à résoudre des problèmes ou à effectuer des tâches d'analyse axées sur les données
 - peut s'agir d'experts du domaine mais, dans certains cas, cela n'est pas nécessaire

[Dandan et Despres, 2021]

18/11/2021

Atelier BIL/VS

22

Quels acteurs ?

Projet	Acteur	Utilisateur
Cuisine numérique	Chercheur en nutrition Cuisinier et pâtissier Chercheur en psychologie cognitive Ingénieur de la connaissance	Cuisinier cherchant des recettes bien-être Médecin apprenant
OrthDef MOCOLANG-O	Orthophoniste Linguiste Terminologue Ingénieur de la connaissance	Orthophoniste praticien
Assistance à la PA	Chercheur en nutrition Expert dans le domaine d'Gérontologie Ingénieur de la connaissance	Personne âgée Aidants

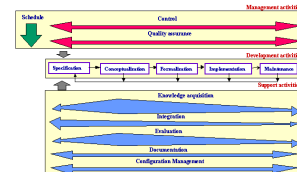
18/11/2021

Atelier BIL/VS

23

Méthodologies de développement macro-level

- Classique
 - Définition des phases, des tâches et des workflows de l'approche ingénierie des ontologies, de manière systématique et formelle
- METHONTOLOGY [1997]



18/11/2021

Atelier BIL/VS

24

Méthodologies de développement macro-level

• Coopérative

- Accent sur l'implication active et décisive des ingénieurs de la connaissance, des utilisateurs et des experts du domaine dans toutes les phases du développement de l'ontologie (spécification, mise en œuvre, exploitation et évaluation) via leur collaboration étroite et continue, en vue de façonner un savoir commun

- DILIGENT [2005], NeOn [2008]

18/11/2021

Atelier BIL&WS

25

Synopsis sur les méthodologies collaboratives [Spoladore & Pessot, 2021]

	HICOME	DILIGENT	MP	DOGMA-MESS	FMCLGO	UPON-Lite	NeOn	GOSPL	SAMOD
(a) Domain Exp./Know. Workers Involvement	✓	✓	✓	✓	partially	✓	✓	✓	partially
(b) Collaborative engineering processing	✓	✓	✓	✓	partially	✓	✓	✓	✓
(c) Iterative processing	✓	✓	✓	✓	partially	agile	✓	✓	✓
(d) Data-driven/bottom-up processing	✓	✓	NA	✓	no	✓	no	no	no
(e) Evaluation/Validation/Exploitation	✓	✓	✓	no	no	✓	✓	no	partially
(f) Arguments / discussions	✓	✓	✓	✓	no	✓	✓	✓	no
(g) Detailed Versioning	✓	✓	✓	✓	no	partially	✓	✓	partially
(h) Onto. Management (import/reuse, compare, merge)	✓	partially	✓	partially	no	no	✓	partially	No
(i) Tool support	✓	✓	NA	✓	NA	✓	✓	✓	partially

18/11/2021

Atelier BIL&WS

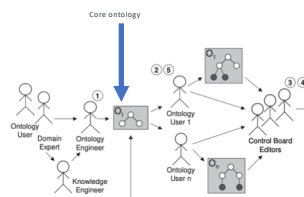
26

DILIGENT

Denny Vrandečić, H. S. Pinto, Christoph Tempich, York Sure-Vetter The DILIGENT knowledge processes]in J. Knowledge Management, 2005, v.9], pp.85-96.

• 5 étapes

1. Construction
2. Adaptation locale
3. Analyse
4. Révision
5. Mise à jour locale



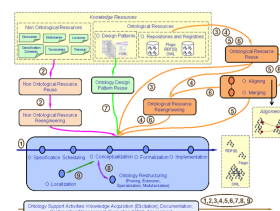
18/11/2021

Atelier BIL&WS

27

Méthodologie NeOn

[Suarez-Figueroa, Gomez-Perez & Fernandez-Lopez, 2015]



• Choix de la méthodologie NeOn

- Les ontologies à développer doivent évoluer progressivement, à mesure que les connaissances et les ressources sont disponibles. Elles doivent être mises à jour et les nouvelles informations doivent être ajoutées à l'ontologie.

18/11/2021

Atelier BIL&WS

28

Méthodologies de développement macro-level

• Développement agile

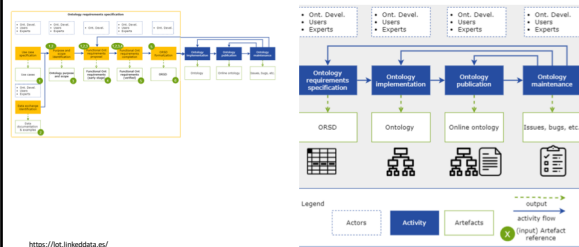
- Ne définit pas nécessairement les phases, les tâches et les workflows d'une manière formelle et systématique
- Engage la participation active de communautés de pratique et l'utilisation d'outils (collaboratifs ou non) vers le développement d'ontologies d'une manière agile, décentralisée et la plupart du temps collaborative
- Utilisation des technologies Wiki et GitHub pour soutenir la collaboration distribuée fondée sur des outils pour le développement d'ontologies communes
- Méthode Linked Open Terms : (1) spécification d'exigences ontologiques, (2) implémentation d'ontologie, (3) publication d'ontologie et (4) maintenance d'ontologie [Poveda-Villalón, 2019], [Roussey et al., 2021]

18/11/2021

Atelier BILWIS

29

Méthode Linked Open Terms



https://lor.linkedata.eu/

18/11/2021

Atelier BILWIS

30

Vue détaillée de la méthodologie



18/11/2021

Atelier BILWIS

31

Cycle de vie d'une ontologie

<http://ontolog.cim3.net/cgi-bin/wiki.pl?OntologySummit2013Communique>

- A chaque étape est associé un ensemble de questions qui doivent être satisfaites

• Etape développement des besoins

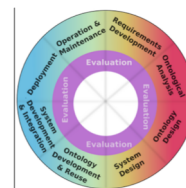
- Quelle ontologie est nécessaire ?
- Existe-t-il des ressources réutilisables ?
- Quelles sont les questions de compétence ?

• Etape analyse

- Spécifications ontologiques et coordination des tâches d'ingénierie des ontologies

• Etape conception du système

- Quelles opérations seront effectuées en utilisant l'ontologie par d'autres composants ?
- Comment l'ontologie sera construite, évaluée et maintenue ?



18/11/2021

Atelier BILWIS

32

Méthodologies de développement micro-level

- Passage de la représentation informelle à celle exprimée en logique
 1. Analyse des besoins
 - centrée sur l'expressivité, types de questions et les services de raisonnement nécessaires
 2. Conception de l'architecture
 - Modulaire, distribuée ou non, ...
 3. Choix d'un langage de représentation
 4. Choisir une ontologie fondationnelle et faire des choix de modélisation
 5. Examiner si la réutilisation des différents types d'ontologies et ODP sont applicables et quelles sont les techniques requises pour leur alignement
 6. Considérer les approches bottom-up, les outils, ... et revenir si nécessaire sur les étapes 3 et 4
 7. Formalisation
 8. Génération de versions
 9. Déploiement avec maintenance, mise à jour, ...

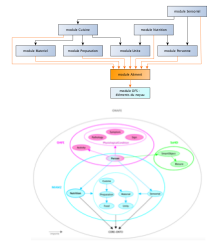
18/11/2021

Atelier B&BWS

33

Focus sur étape 2 : Modularité

- Division d'une ontologie en modules pour aider à la simplification de grandes ontologies
 - Un module M est un sous-ensemble d'une ontologie source O, $M \subseteq O$, où M est une ontologie existant dans un ensemble de questions, services d'ontologies, S, et/ou une ontologie plus grande.
- **Bénéfices de la modularisation des ontologies**
 - Modularisation de l'ontologie, Collaboration et évolutivité pour le traitement des données
- **Impact sur les tâches**
 - Maintenance
 - Améliore lorsqu'il y a des modules distincts, car tous les modules ne sont pas identiques
 - Raisonnement
 - Améliore les performances de raisonnement car les ontologies sont plus petites et contiennent moins de contradictions
 - Validation
 - Simplifie le processus efficace pour un humain lorsqu'une ontologie est de grande taille
 - Traitement
 - Améliore les performances des outils de traitement (alignement d'ontologies, calcul de ontologies, édition) car généralement les outils travaillent avec de grandes ontologies
 - Complexité
 - Simplifie la compréhension
 - Efforts Collaboratifs
 - Favorise la division de la tâche de développement entre plusieurs personnes
 - Réutilisation
 - Facilite l'adoption et la réutilisation des modules pour une application spécifique



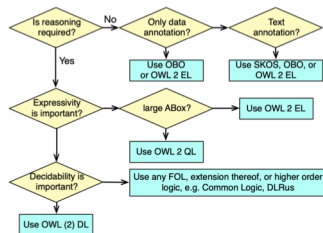
18/11/2021

Atelier B&BWS

34

Focus sur étape 3 : choix du langage

[Keet, 2018]



18/11/2021

Atelier B&BWS

35

Profils OWL2

Full	aucune contrainte, indécidable
DL	minimum de contraintes, décidable mais très complexe
EL	quantifications existentielles (EL+), expressivité adaptée à certains domaines (biologie)
QL	peut s'implémenter au dessus d'un langage de requêtes (SQL)
RL	peut s'implémenter au dessus d'un langage à base de règles (Datalog)



<https://perso.liris.cnrs.fr/pierre-antoine.champin/2019/ontologies/>

18/11/2021

36

Profils de OWL2

- Compromis entre expressivité et calculabilité
- Sous-langages de OWL 2 se différenciant par :
 - Des propriétés computationnelles (raisonnement en Logspace à Ptime)
 - Des possibilités d'implantation (e.g. avec un langage de requête de BD)
- Profils OWL 2
 - OWL2 EL fondé sur la LD EL++
 - OWL2-QL fondé sur la LD DL-Lite
 - OWL2 RL fondé sur Description Logic Programs (DLP)

18/11/2021

Atelier B&B&S

37

OWL2 EL (Existential Languages)

- Vise les grandes ontologies (biomédicales)
 - descriptions structurales complexes
 - configurations de systèmes
 - inventaires de produits
 - domaines scientifiques (SNOMED)
 - grand nombre de classes
 - traite de grandes quantités de données
- Correspond à la famille de logique de description EL
 - (ne permet que la quantification existentielle)
- algorithmes polynomiaux pour vérifier la satisfiabilité, classification, vérification d'instances
- ne peut utiliser (car l'intersection des types doit être vide ou infinie)
 - owl:allValuesFrom, owl:unionOf, owl:complementOf
 - xsd:int, xsd:byte, xsd:double

18/11/2021

Atelier B&B&S

38

OWL2 QL et OWL2 RL

- OWL 2 - QL (Query Language)
 - Vise les ontologies simples avec un grand nombre d'entités
 - Pouvoir d'expression similaire à celle des schémas entités-relation ou UML
 - Intégration possible avec les BD relationnelles
 - Raisonement possible à l'aide de réécriture de requêtes SQL
- OWL 2 - RL (Rule Language)
 - Equivalent à RDF enrichi avec des règles
 - Le plus expressif des profils existants
 - Quelques limites sur l'expressivité pour espérer garder une certaine efficacité
 - Raisonement à l'aide de systèmes de règles

18/11/2021

Atelier B&B&S

39

Reste la question des outils !

Méthologies supportées par un logiciel	Environnement de développement
WebODE supporte METHONTOLOGY	Protégé desktop et plug-ins associés : Visualisation avancée (Graphviz), lambdalya, OWL-S plugin pour la modélisation et l'exécution de processus, Interface DIG pour moteur de raisonnement ...
NeOn toolkit supporte NeOn	WebProtégé : https://webprotege.stanford.edu/# Travail avec plusieurs utilisateurs Actuellement ne prend en charge aucun raisonneur
Raisonneur	
Pellet - Fact++ (Manchester) - Hermit	
Portail	Outil permettant l'export d'ontologies
BioPortal [Whetzel et al., 2011]	Protégé
SIFR BioPortal [Jonquet et al., 2016]	

18/11/2021

Atelier B&B&S

40

Ontologies développées

Projet	Ontologie	Réutilisation	Evolution
Cuisine numérique	MIAM	Thesaurus LINGUAL CIQUAL & Nutrinet	MIAM2 Evolution des modules Nutrition et Personne
MOCOLANG-O OrthoDef	TEMPO	owlTime	TEMPO enrichie avec BilanOrtho
Assistance à la PA	ONAFE	MIAM2 OAFE	NAFE enrichissement avec module Objet connecté
	OAFE	Smash Human Disease Ontology Geriatrics Symptom	

18/11/2021

Atelier B&BWS

41

MIAM

Cuisine numérique

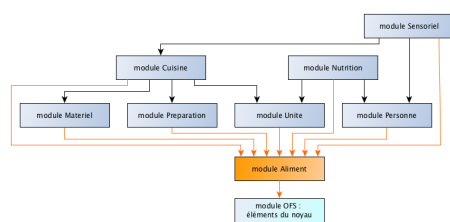
18/11/2021

Atelier B&BWS

42

MIAM - ontologie modulaire

[Despres, 2016]

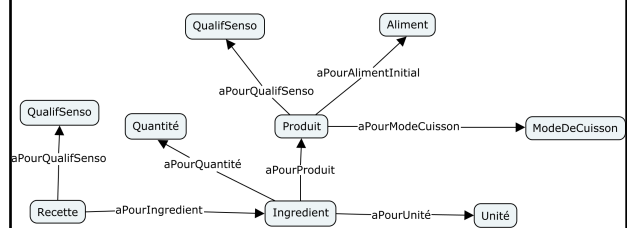


18/11/2021

Atelier B&BWS

43

Extrait du modèle conceptuel de MIAM



18/11/2021

Atelier B&BWS

44

Calcul d'un score Nutritionnel

- [Azzi, Despres, Guezennec, 2015]
 - Corpus de 38 000 recettes en français (xml)
 - Utilisation des modules Aliment et Préparation
 - Terminologie et Ontologie (owl)
 - Appariement entre les ingrédients extraits de la recette avec leurs transformations (1 cuisse de poulet rôti) et la table de composition des aliments Nutrinet (BD)
- Corpus de 38 000 recettes en français
 - format xml
- Table de composition des aliments Nutrinet
 - format excel
- Ontologie de la cuisine MIAM
 - OWL2
- Terminologie des aliments exportée du module Aliment de MIAM
 - SKOS

Curry de crevettes



18/11/2021

Atelier B&BWS

54

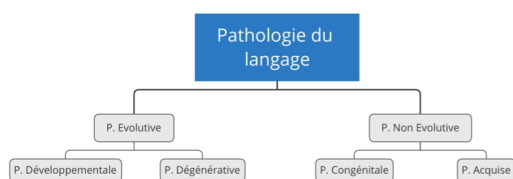
TEMPO

18/11/2021

Atelier B&BWS

55

Temporality Central for the Pathology Model



18/11/2021

Atelier B&BWS

56

Formalisation

Qualification of PathologieOrthophonique by means of the object property aPourDynamique

Enumerated concept definition
 DynamiquePathologie = (!*evolutive, *nonEvolutive)
 * ! individus disjoints

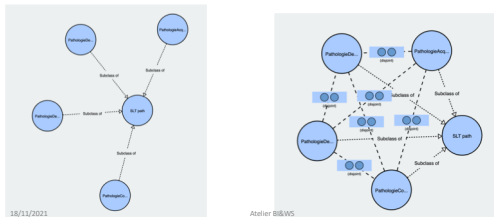
Object property definition
 aPourDynamique
 domain: PathologieOrthophonique
 range: DynamiquePathologie

18/11/2021

57

Formalisation

- Quatre sous-concepts de PathologieOrthophonique sont définis et qualifiés par des propriétés temporelles
PathologieCongénitale - PathologieAcquise - PathologieDéveloppementale - PathologieDégenerative



18/11/2021

Atelier B&BWS

58

Formalisation

- Qualification temporelle de PathologieOrthophonique

	objectProperty	domain	range
start	aDebutInstallation	PathologieOrthophonique	DureePathologie=(*durable,*temporaire)
duration	aDureePathologie	PathologieOrthophonique	DebutInstallation=(*accidentVie, *debutVie, *developpementApprentissage)

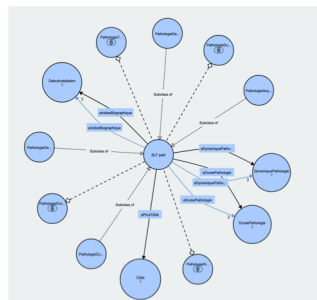
18/11/2021

Atelier B&BWS

59

Classes définies

- PathologieDurable ≡ PathologieOrthophonique AND aDureePathologie value durable)
- PathologieEvolutive ≡ PathologieOrthophonique AND aDynamiquePathologie value evolutif)
- PathologieNonEvolutive ≡ PathologieOrthophonique AND aDynamiquePathologie value nonEvolutif)
- PathologieTemporaire ≡ PathologieOrthophonique AND aDureePathologie value temporaire)



18/11/2021

Atelier B&BWS

60

Formalisation

- Qualification of PathologieOrthophonique

objectProperty	Domain	Range
aPourCible	PathologieOrthophonique	Cible=(*communication,*fonctionnementOromyofasciale,*langageEcrit,*langageOral)
affecte	PathologieOrthophonique	Nature = (*fonctionnementMoteur,*fonctionnementNeuroPsychologique,*fonctionnementPsychoAffectif,*fonctionnementSysteme,*structureMotrice,*structureNeuropsychologique,*structurePsychoAffectif,*structureSysteme)

18/11/2021

Atelier B&BWS

61

Raisonnement sur les Pathologies en Orthophonie

• Hierarchie énoncée



18/11/2021

• Hiérarchie inférée



Atelier BIL/WS

62

Evaluation of of TemPO

• DL Query

Query (class expression)

aDureePathologie **value** temporaire

Execute

Add to ontology

Query results

Inferences: 0 of 0

● owl:Nothing

Query (class expression)

affecte **value** langageOral and aDynamiquePathologie **value** nonEvolutif

Execute

Add to ontology

Query results

Inferences: 1 of 1

● aDynamique

Query (class expression)

aDureePathologie **value** temporaire and aDynamiquePathologie **value** evolutif

Execute

Add to ontology

Query results

Inferences: 2 of 2

● PathologieAcquisite

● PathologieCongénitale

● PathologieDéveloppementale

● owl:Nothing

Merci pour votre attention

18/11/2021

Atelier BIL/WS

64

Références bibliographiques

- Brin-Henry F., Costa R., Despres S. : Construction collaborative d'une ressource termino-ontologique pour le domaine de l'orthophonie fondée sur la temporalité. *Terminologica*, Presses Universitaires de Savoie, 2021.
- Brin-Henry F., Costa R., Despres S. : TemPO: towards a formalisation of pathology in speech and language therapy. *Terminologie et Intelligence Artificielle - Atelier*, BIL/WS 2019, 18-19 Nov 2019, Toulouse, France, 2019.
- Dandan R., Despres S. : "MIAM Evolution", Terminology & Ontology : Theories and applications, TOTh 2021, Chambéry, France, 2021. (A paraître)
- Dandan, R., Despres, S., « DIMG2 : A Semantic Data Integration Approach for Knowledge Graphs Generation from Web Forms », 34th International Conference on Industrial Engineering and Other Applications of Applied Intelligent Systems, IEA/AIE 2021, Lecture Notes in Computer Science, 12798, Springer, 2021, p. 255-260, Kuala Lumpur, Malaysia, 2021.
- Dandan R., Despres S., Nobécourt J. : "QAFE : an Ontology for the Description of Elderly Activities", 14th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems, SITIS 2018 (IEEE), pp. 396-403, Gran Canaria, Italy, 2018.
- Despres S., Iborra-Bernard C., Giboreau A. : Utilisation de OWL et SWRL pour représenter et raisonner. Application à la qualification sensorielle dans le domaine de la nutrition *Terminologica*, Presses Universitaires de Savoie, 2018.
- Despres, S. (2016) : « Construction d'une ontologie modulaire. Application automatique de la cuisine numérique ». Français. In : *Revue d'Intelligence Artificielle* 30.5, p. 509-532 (cité p.34, 38)
- Dispoladore D., Pessot E. : Collaborative Ontology Engineering Methodologies for the Development of Decision Support Systems: Case Studies in the Health Care Domain. *Electronics* **2021**, 10, 1060. <https://doi.org/10.3390/electronics10091060>

18/11/2021

Atelier BIL/WS

65

Références bibliographiques

- Guarino, N. & Oberle, D. : Handbook on Ontologies, 1–17, 2009. https://doi.org/10.1007/978-1-540-82673-3_1.
- Gruber, T.R. : A translation approach to portable ontology specifications. *Knowl. Acquis.* 1993, 5, 199–220.
- Keet, C. M. : An Introduction to Ontology Engineering. Cape Town: Independent, 2018. <https://open.uct.ac.za/handle/2018/20000/1/keet2018.pdf>
- Kopp, K., Vossen, G., A. Bellontropoulos, D. : Ontology engineering methodologies for the evolution of living and reused ontologies: status, trends, challenges and recommendations. *The Knowledge Engineering Review*, 35, 2020.
- Pinto, H.S., Staab, S., Tempich, C. : DILIGENT: Towards a fine-grained methodology for distributed, loosely-controlled and evolving engineering of ontologies. In *Proceedings of the 18th European Conference on Artificial Intelligence*, Valencia, Spain, 22–27 August 2004, pp. 393–397.
- Roussel, C., Delmon, Y., Raynal, M., Jousset, F., Bernard, S., Jousset, C. : Description sémantique des stades de développement phénologique des plantes. *cas d'étude de la vigne*. *IC2021*, 39–38.
- Abdul Sattar, Ely Salewana Mar surin, Mohammad Nabil Ahmad. Comparative Analysis of Methodologies for Domain Ontology Development: A Systematic Review. *UACSIA, International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol.11, n°5 2020.
- Simpson, E., Machol, M., and Rungt, T. : Achieving maturity: the state of practice in ontology engineering in 2009. *International Journal of Computer Science and Applications*, 11(1):45–102.
- R. Studer, R. Benjamins, and D. Fensel. Knowledge engineering: Principles and methods. *Data & Knowledge Engineering*, 25(1-2):161198, 1998.
- Suárez-Figueroa, M.C., Gómez-Pérez, A., Fernández-López, M. The NeOn methodology framework: A scenario-based methodology for ontology development. *Appl. Ontol.* 2015, 10, 107–145.
- María Poveda Villalón, Alba Fernández Izquierdo, & Raúl García Castro. (2019, January 14). *Linked Open Terms (LOT) Methodology (Version 1.0)*. Zenodo.