

Technologies sémantiques pour un système actif d'apprentissage

IOAN SZILAGYI

DIRECTEUR DE THÈSE : PROF. IOAN ROXIN

OUN - ELLIADD
Université de Franche-Comté

MONTBÉLIARD - 26 MARS 2014

Plan de la présentation

- Contexte, problématique et objectif de recherche
- État de l'art
- Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)
- Noyau sémantique
- Tests et validation du SASA
- Conclusions et perspectives

Contexte de la thèse

- Travaux au sein de l'équipe Objets et Usages Numériques (OUN) du laboratoire ELLIADD
- Axe de recherche « plateformes sémantiques d'apprentissage »
- Extension des travaux sur « La modélisation d'objets pédagogiques pour une plateforme sémantique d'apprentissage » (thèse soutenue en 2011 par R. BALOG-CRIŞAN)
- Financée par le Pays de Montbéliard Agglomération

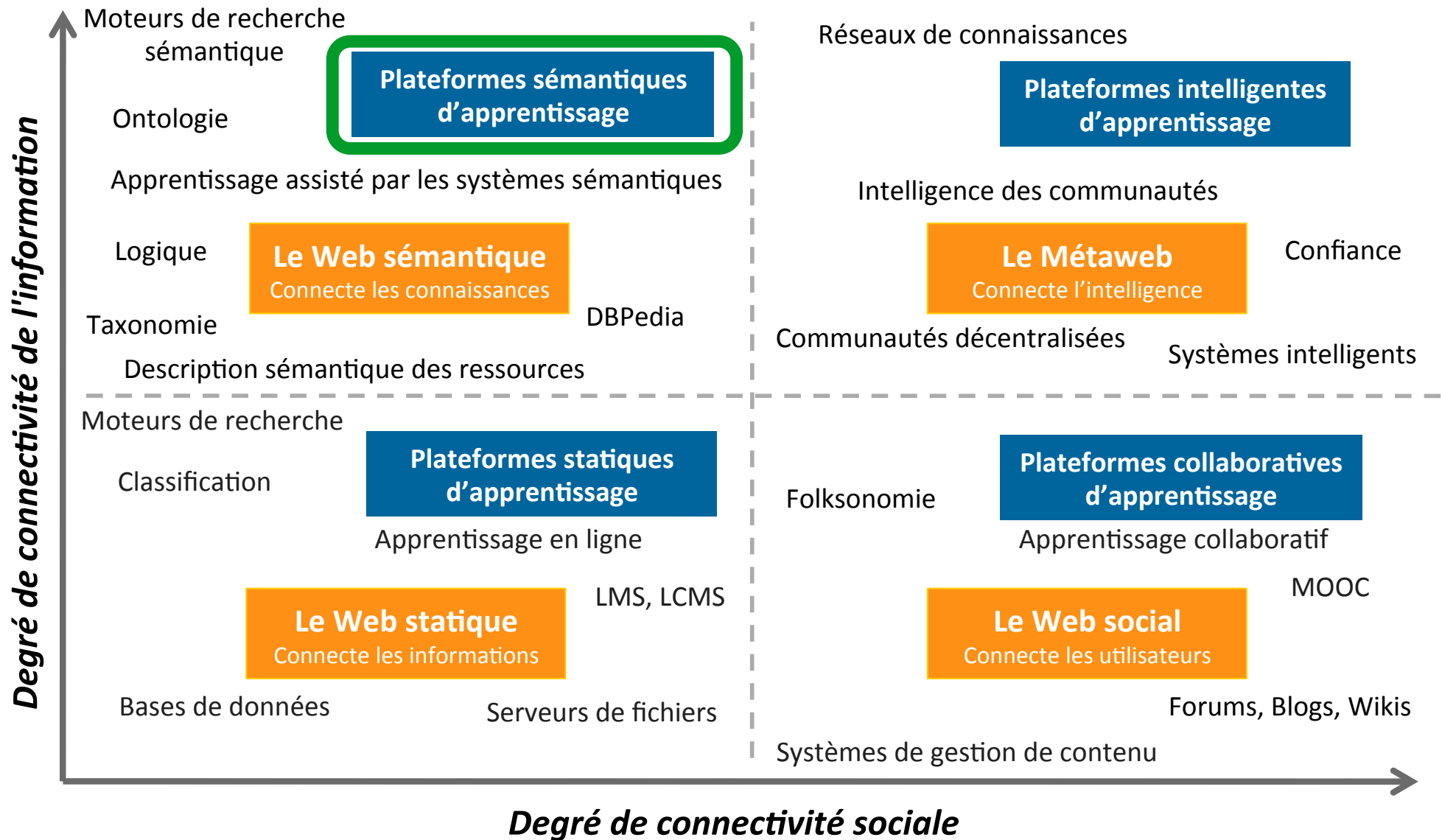
Problématique et objectif de recherche

- Comment exploiter les technologies du Web sémantique pour la modélisation de l'environnement d'apprentissage ?
- Hypothèse : les technologies du Web sémantique peuvent améliorer les capacités des systèmes d'apprentissage
- Modéliser les entités participant à l'apprentissage
- Proposer le Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)

Plan de la présentation

- Contexte, problématique et objectif de recherche
- **État de l'art**
 - Evolution du Web
 - Entités dans l'environnement d'apprentissage
 - Représentation et modélisation des entités dans le Web sémantique
- Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)
- Noyau sémantique
- Tests et validation du SASA
- Conclusions et perspectives

Évolution du Web

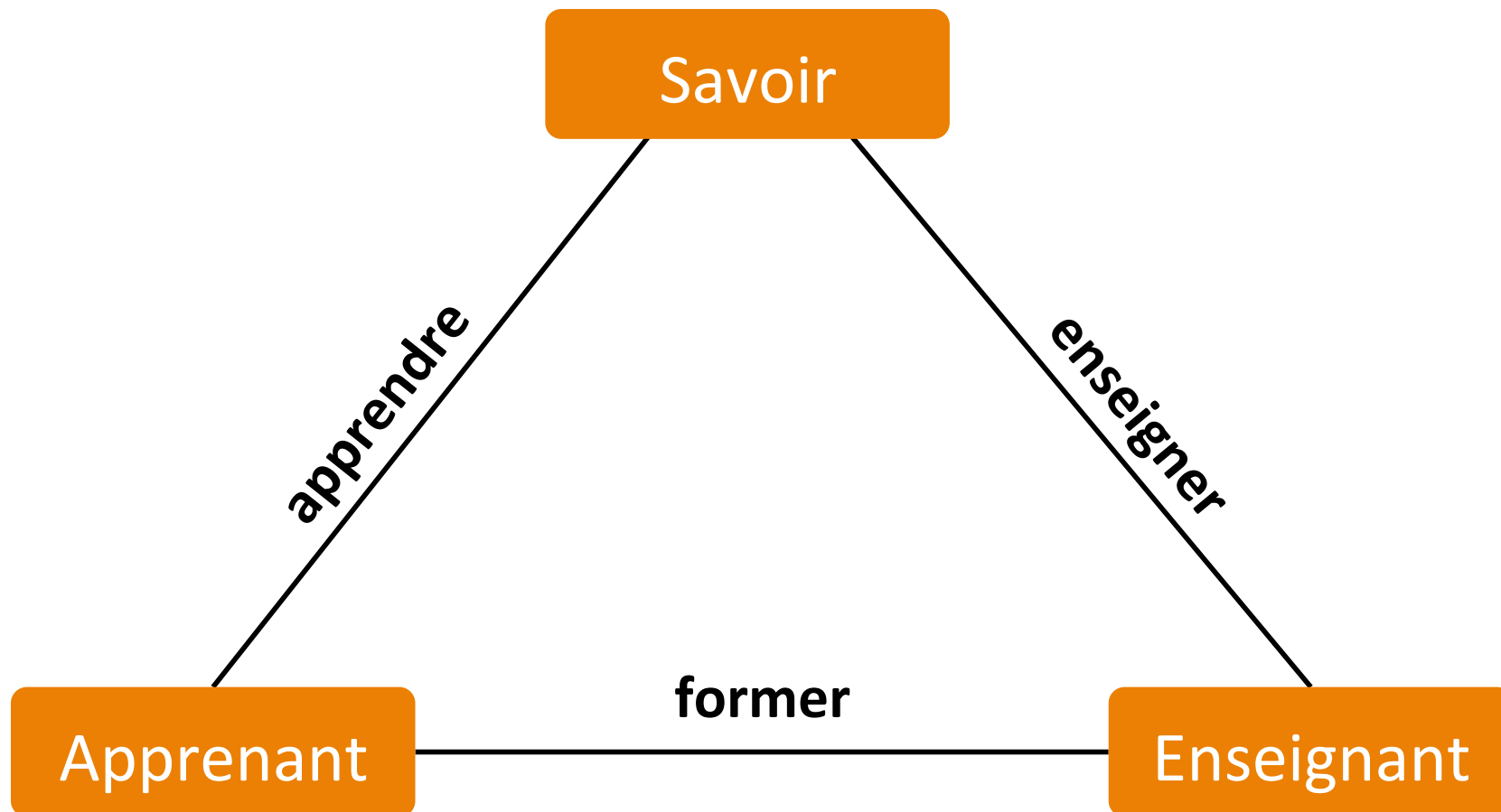


Adaptation: Nova Spivack, New Vision of My Metaweb Graph – The Future of the Net, 2004

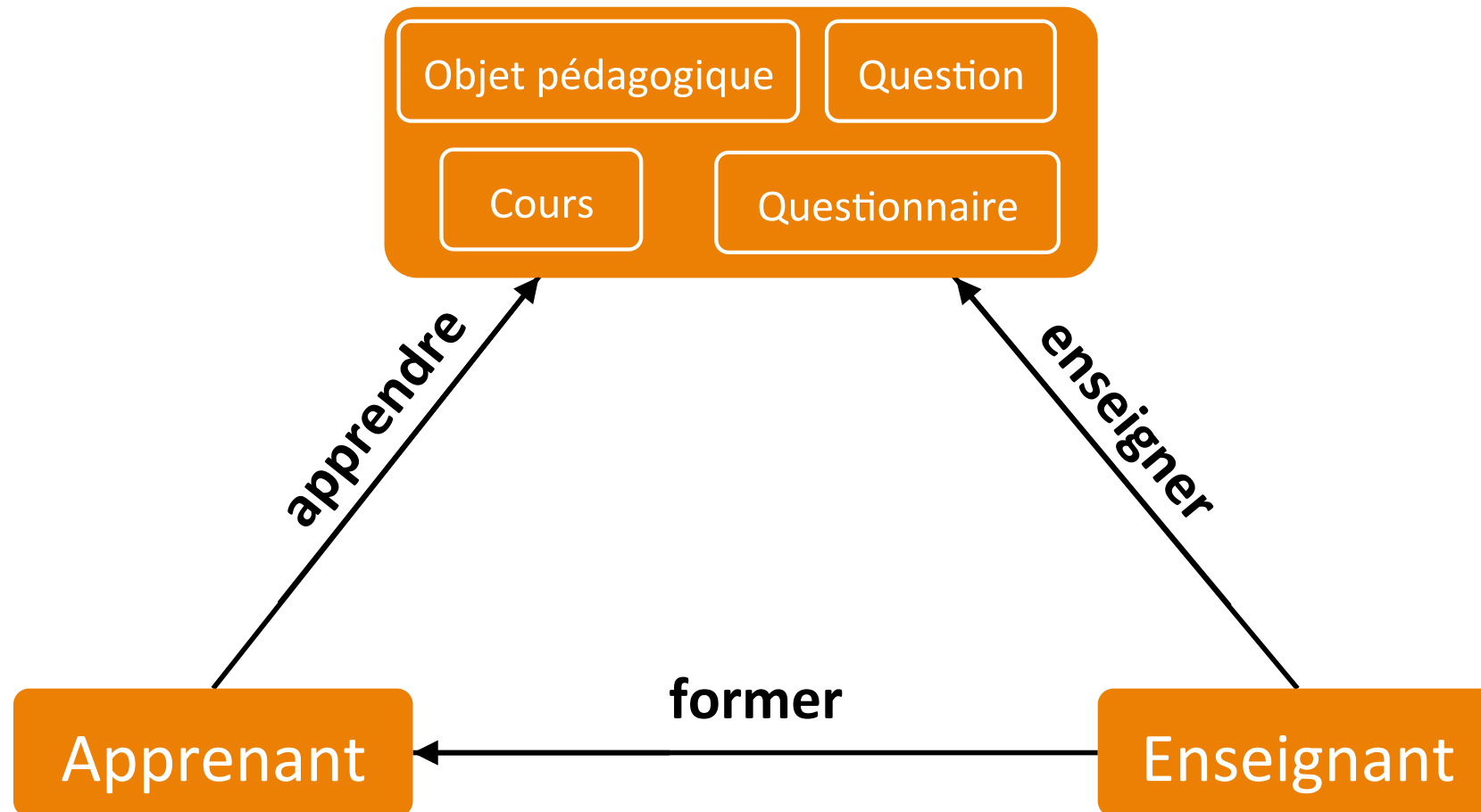
- Système informatique qui gère l'environnement d'apprentissage :
 - Description des ressources d'apprentissage
 - Cadre d'interactions entre l'apprenant et les ressources d'apprentissage
- Système **sémantique** d'apprentissage
 - Modélisation des entités d'apprentissage en utilisant les technologies sémantiques
 - Mécanismes d'inférence pour automatiser des tâches dans les systèmes d'apprentissage

Greenberg, L. (Aut). (2002). LMS and LCMS: What's the Difference. *Learning Circuits*, 31(2).

Entités dans l'environnement d'apprentissage

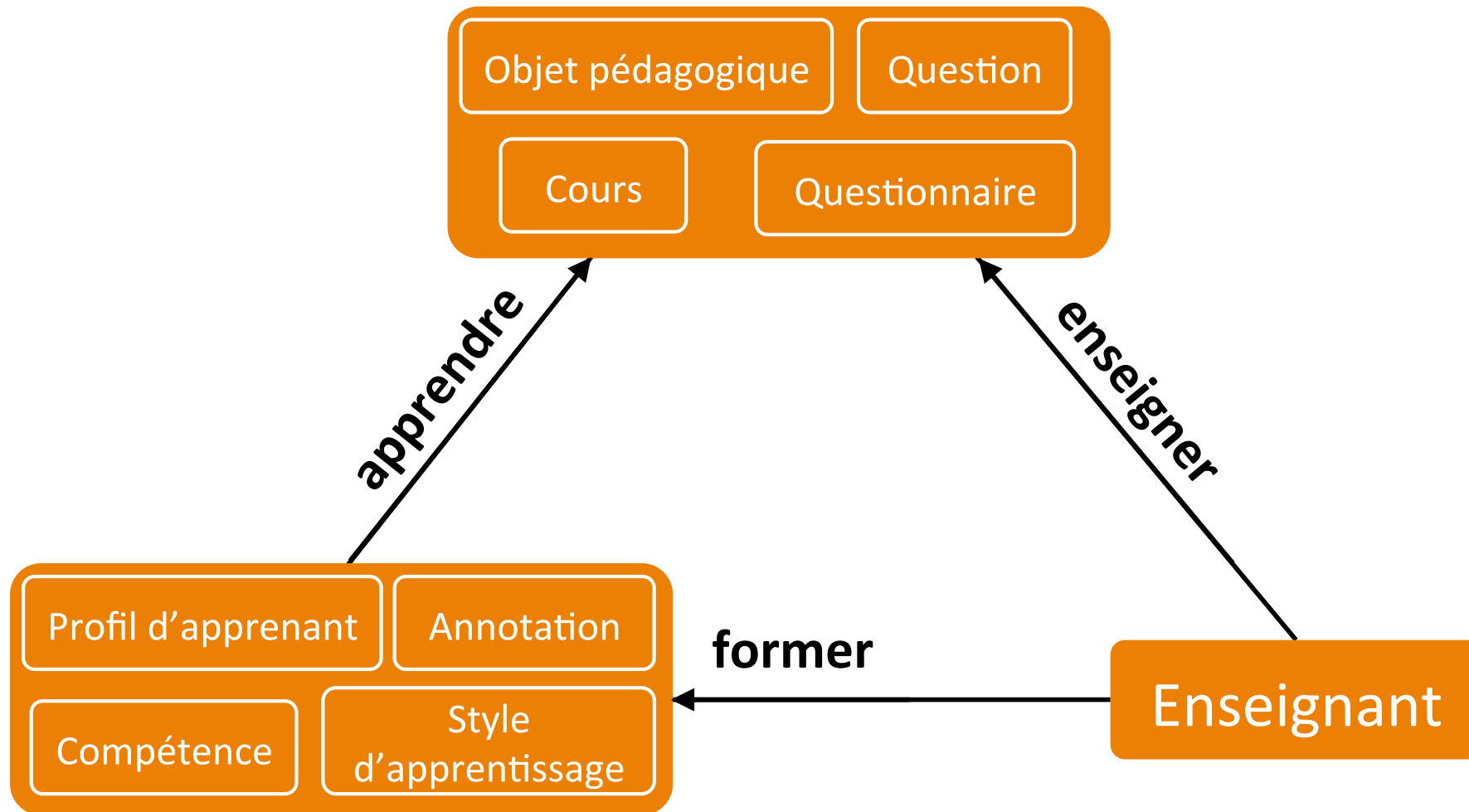


Houssaye, J. (2000). *Le triangle pédagogique*. Bern: Peter Lang.



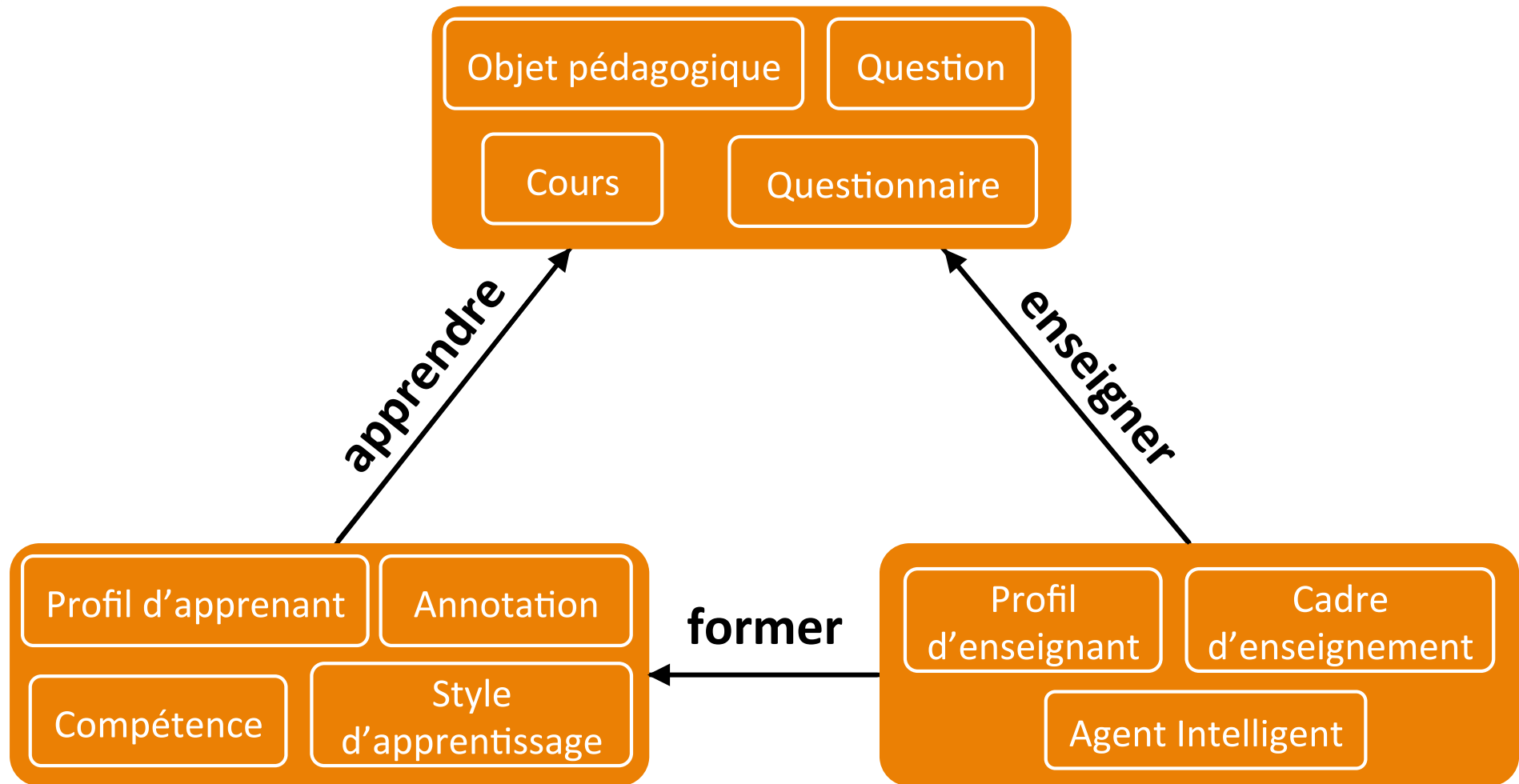
Objet pédagogique : « entité numérique, autonome et réutilisable avec un objectif d'apprentissage clair qui contient au moins trois composants internes : (1) le contenu; (2) les activités pédagogiques ; et (3) des éléments de contexte »

Laverde, A. C., Cifuentes, Y. S., et Rodríguez, H. Y. R. (Aut). (2007). Toward an instructional design model based on learning objects. *Educational Technology Research and Development*, 55(6), 671–681.

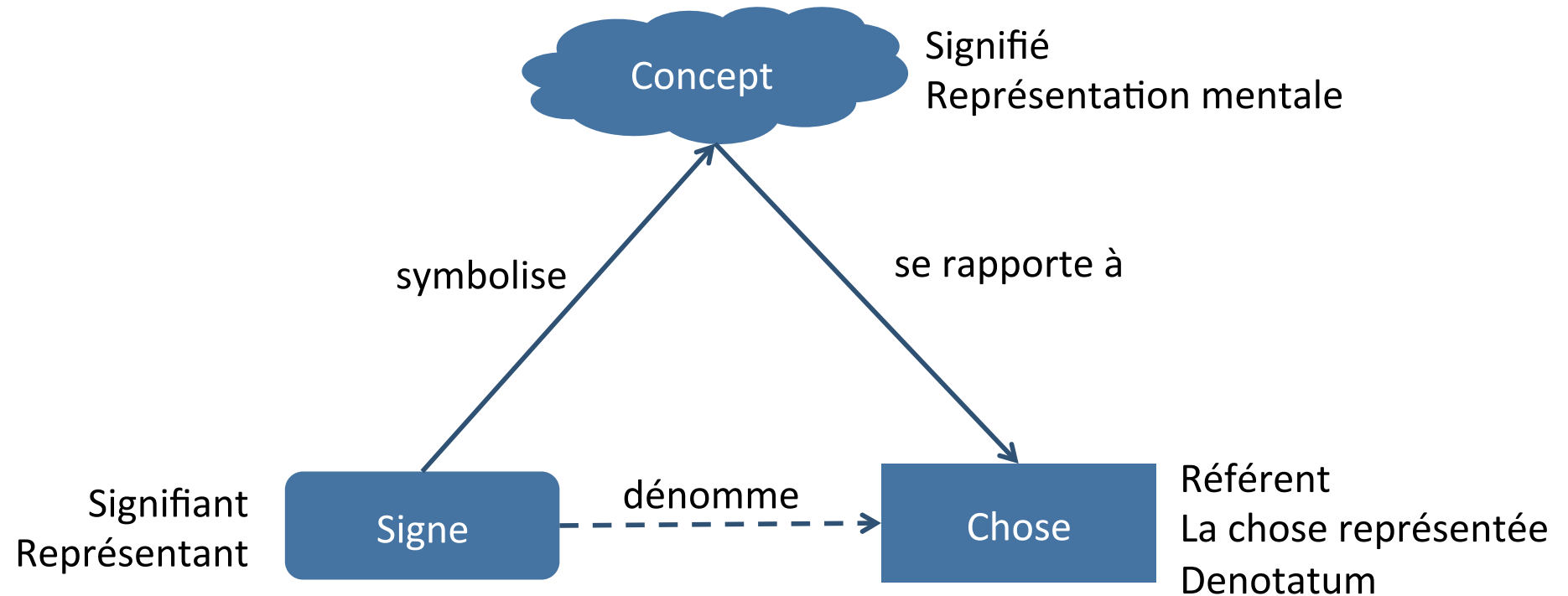


Profil d'apprenant : « tout apprentissage préalable, le progrès de l'apprenant [...] le style d'apprentissage préféré, ainsi que d'autres types d'informations relatives à un apprenant »

Holt, P., Dubs, S., Jones, M., et Greer, J. (Aut). (1994). The State of Student Modelling. Dans J. E. Greer et G. I. McCalla (Éd), *Student Modelling: The Key to Individualized Knowledge-Based Instruction* (p. 3-35). Springer Berlin Heidelberg.



Chose – Signe – Concept

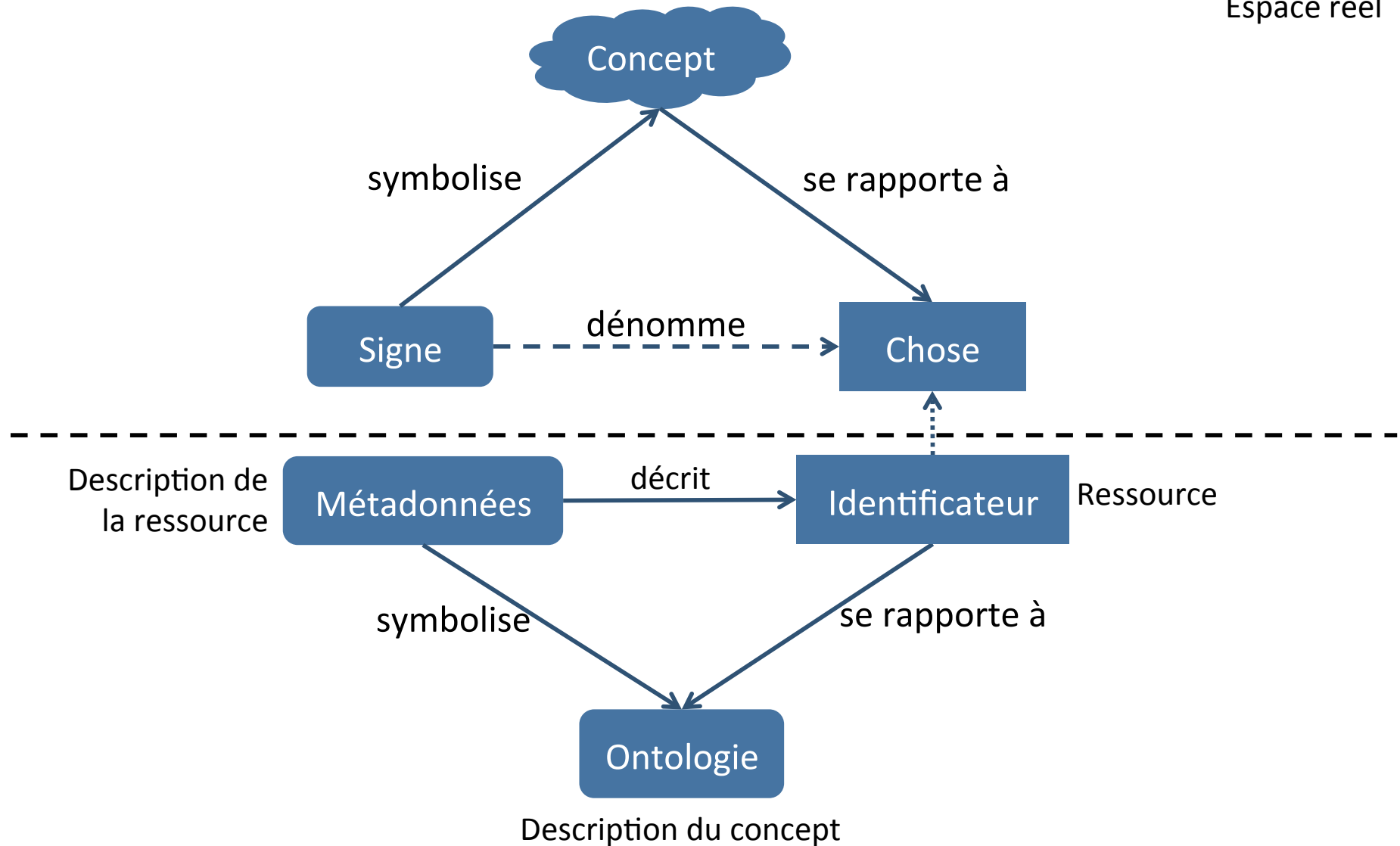


Triangle sémiotique (Ogden et Richards, 1923)

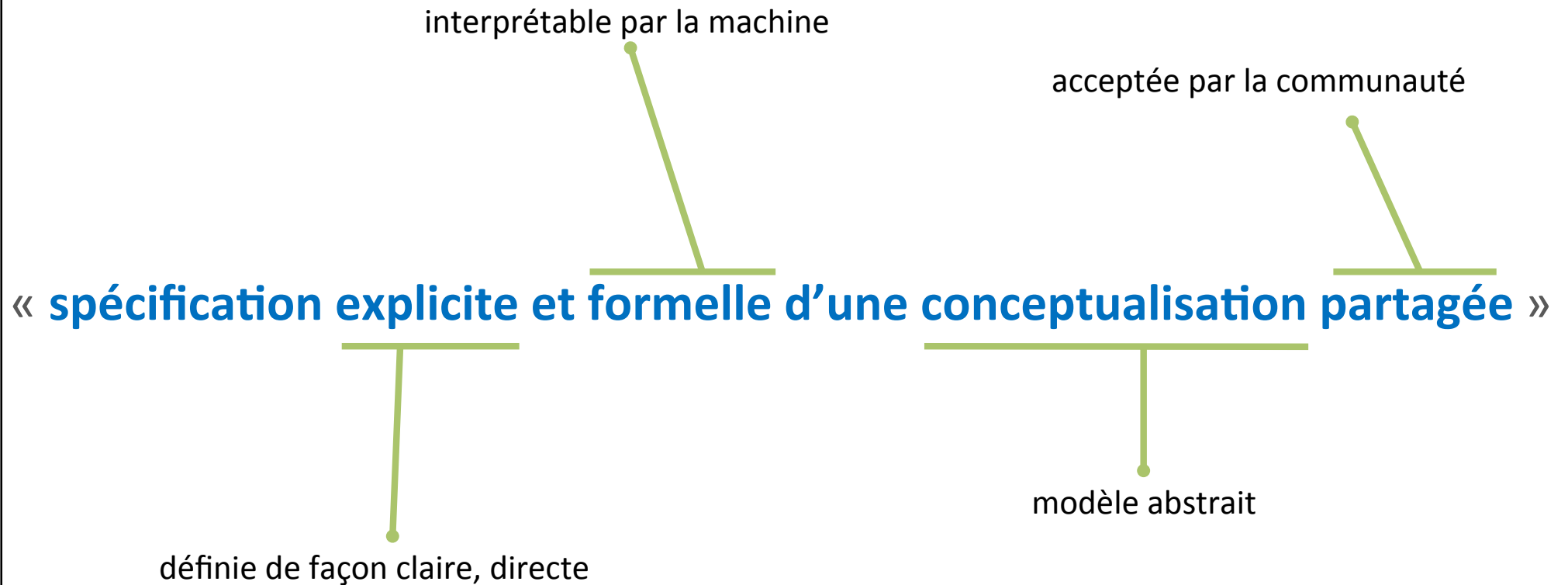
« Une carte n'est pas le territoire » Alfred Korzybski (1879 – 1950)

Représentation des « choses » pour la machine

Espace réel



Espace d'information



Borst, W. N. (Aut). (1997, septembre 5). *Construction of Engineering Ontologies for Knowledge Sharing and Reuse*. Universiteit Twente, Enschede.

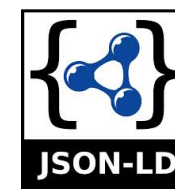
Resource Description Framework

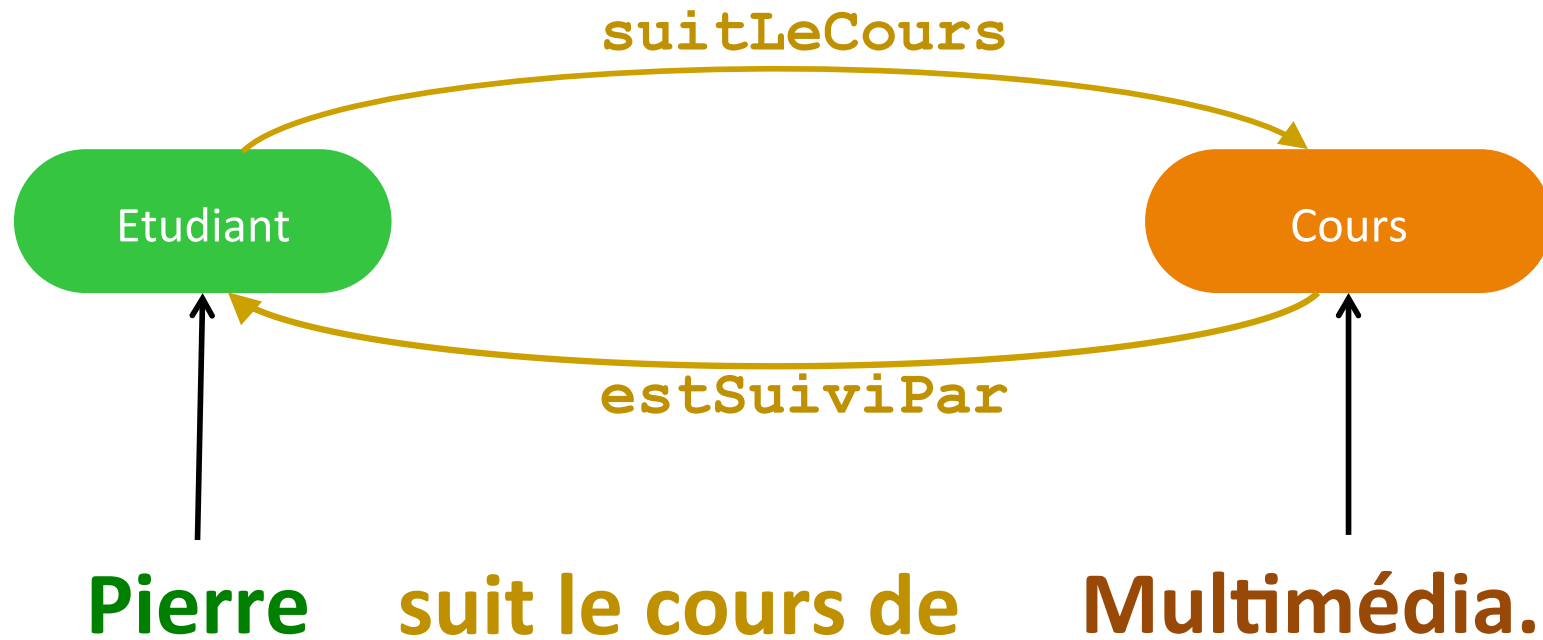
Pierre suit le cours de Multimédia.



{ sujet **prédicat** objet }

Sérialisations RDF





URI : l'identificateur uniforme des ressources

prefix oun: <http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/>



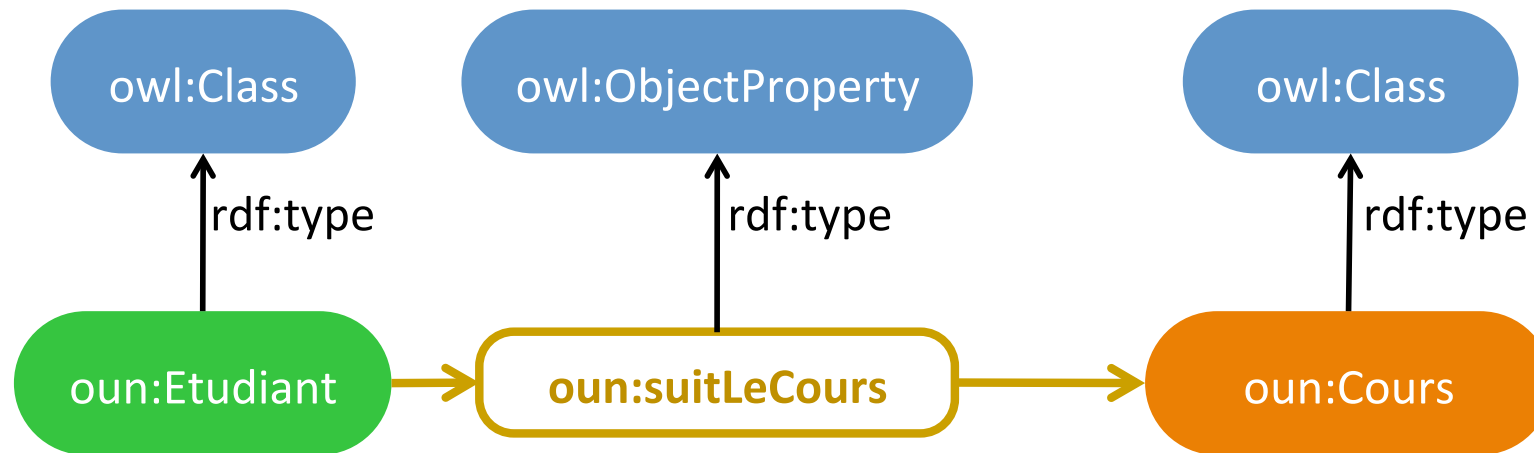
[**Etudiant**](http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/)

[**Cours**](http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/)

[**suiteLeCours**](http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/)

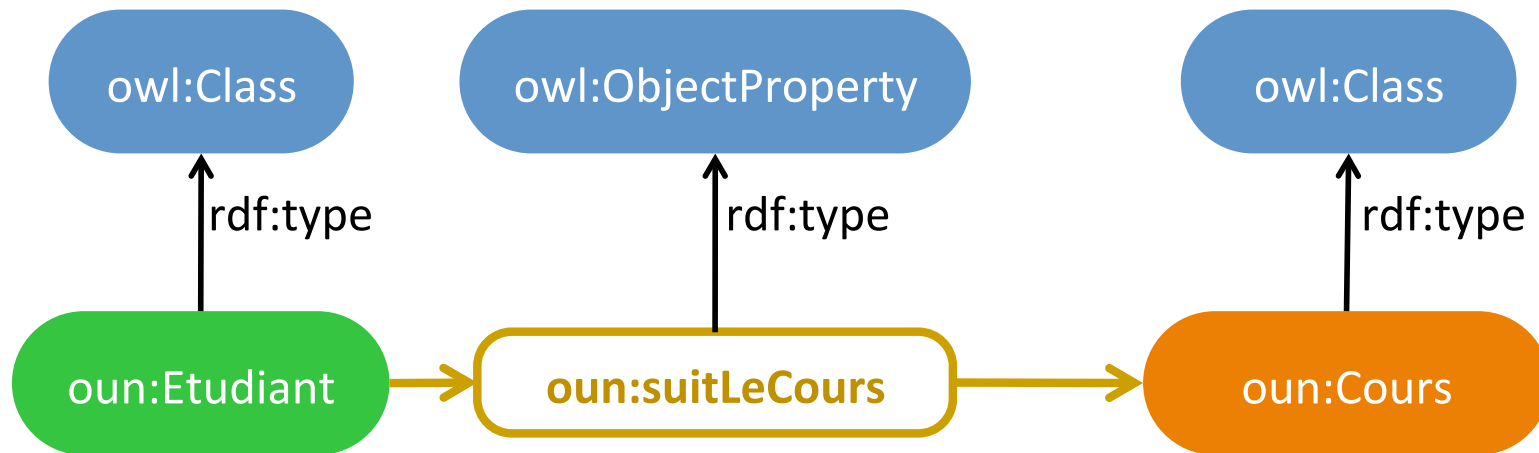
Sens pour la machine : classes et propriétés

```
prefix oun: <http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/>  
prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>  
prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
```



Boîte terminologique...

```
prefix oun: <http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/>  
prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>  
prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
```

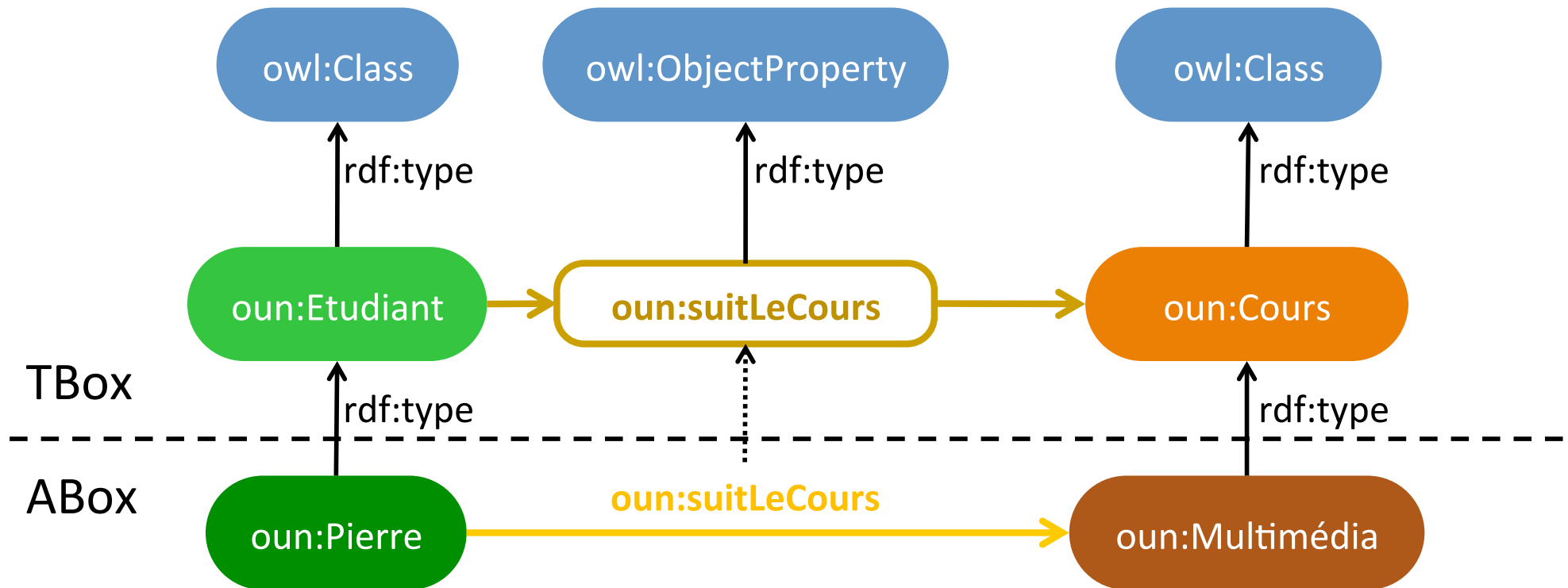


TBox

... et boîte des assertions

```

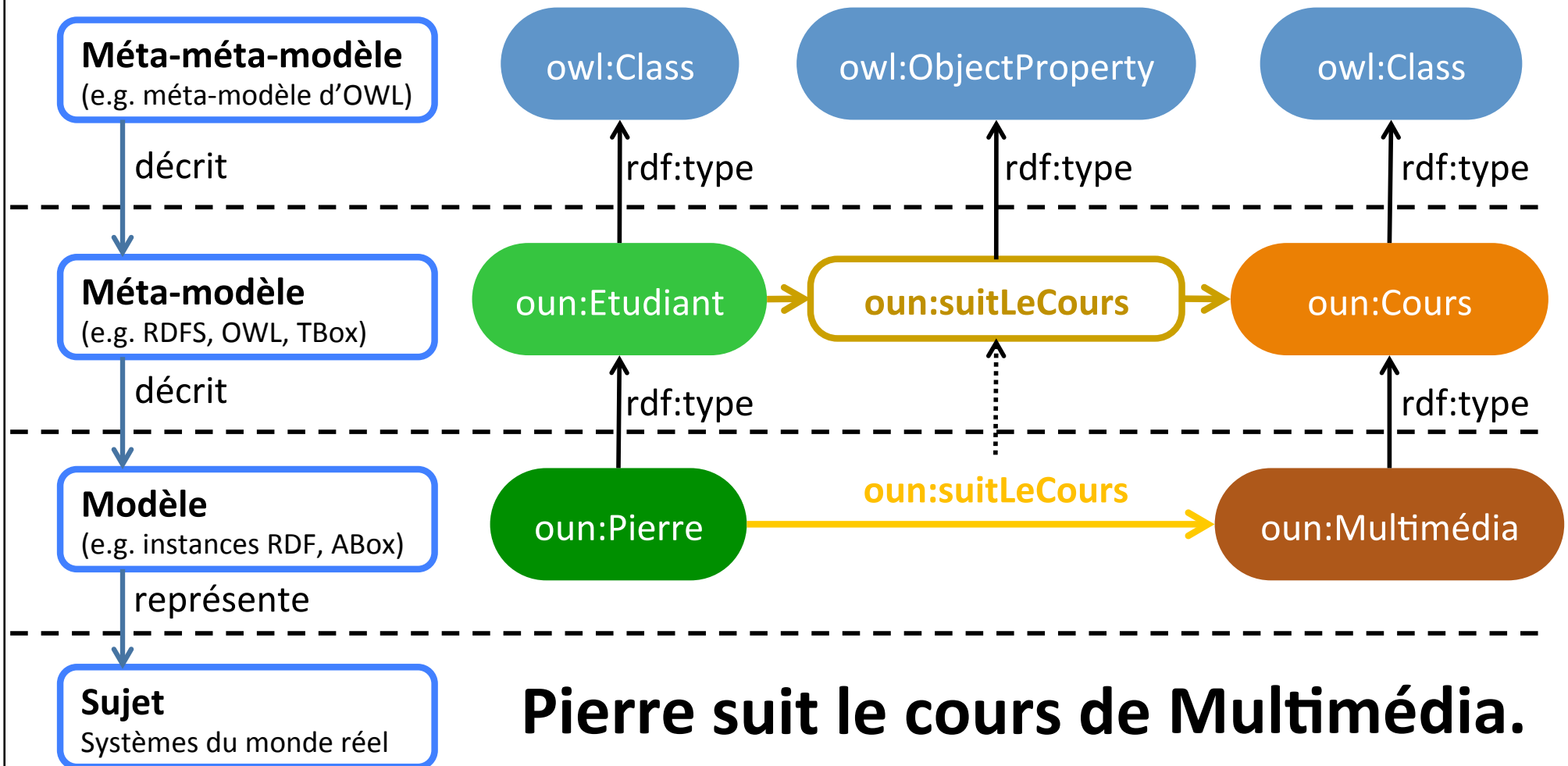
prefix oun: <http://semlearn.oun.univ-fcomte.fr/>
prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
    
```



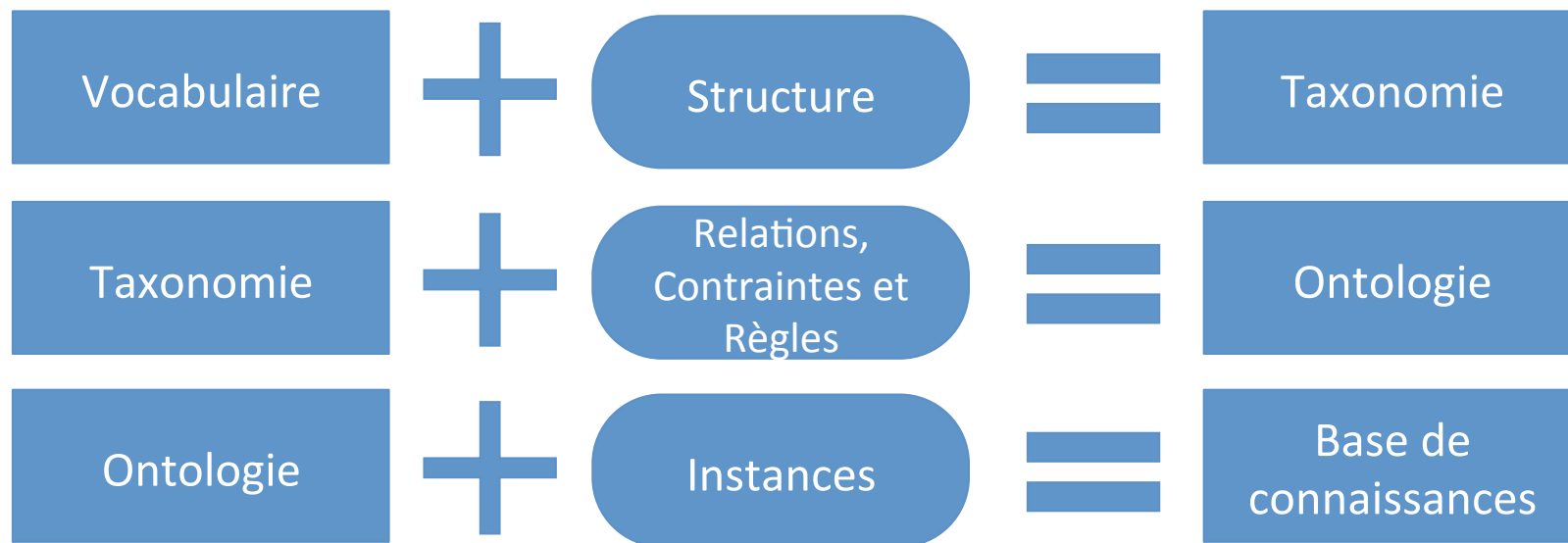
Niveaux de modèles

```

prefix ou: <http://semlearn.ou.univ-fcomte.fr/>
prefix rdf: <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>
prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
    
```



Du vocabulaire aux bases de connaissances

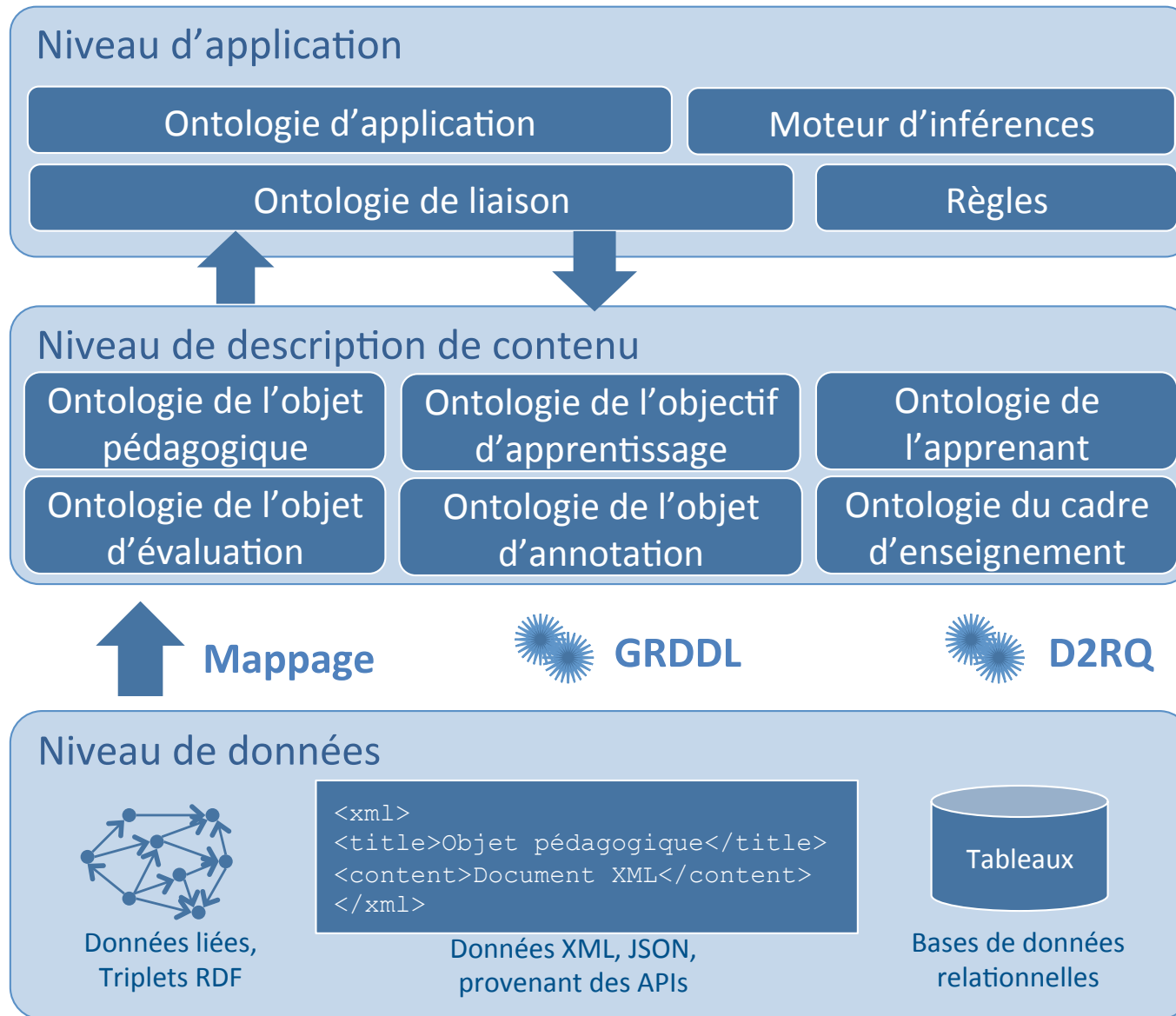


Source : Breslin, J. G., Passant, A., et Decker, S. (Aut). (2009). *The Social Semantic Web*. Springer. p.58

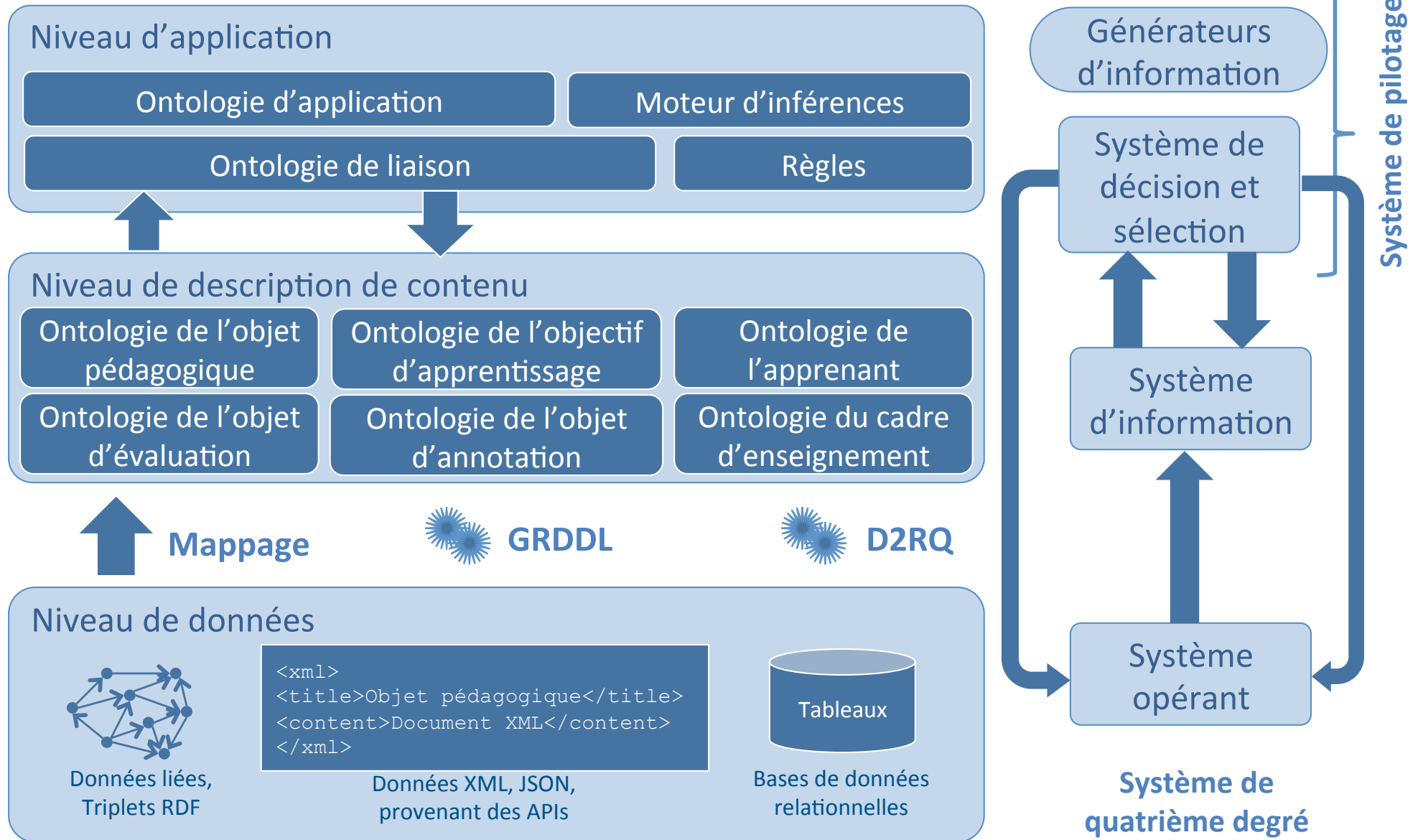
Plan de la présentation

- Contexte, problématique et objectif de recherche
- État de l'art
- **Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)**
 - L'architecture
 - Les modules
 - Les ontologies
- Noyau sémantique
- Tests et validation du SASA
- Conclusions et perspectives

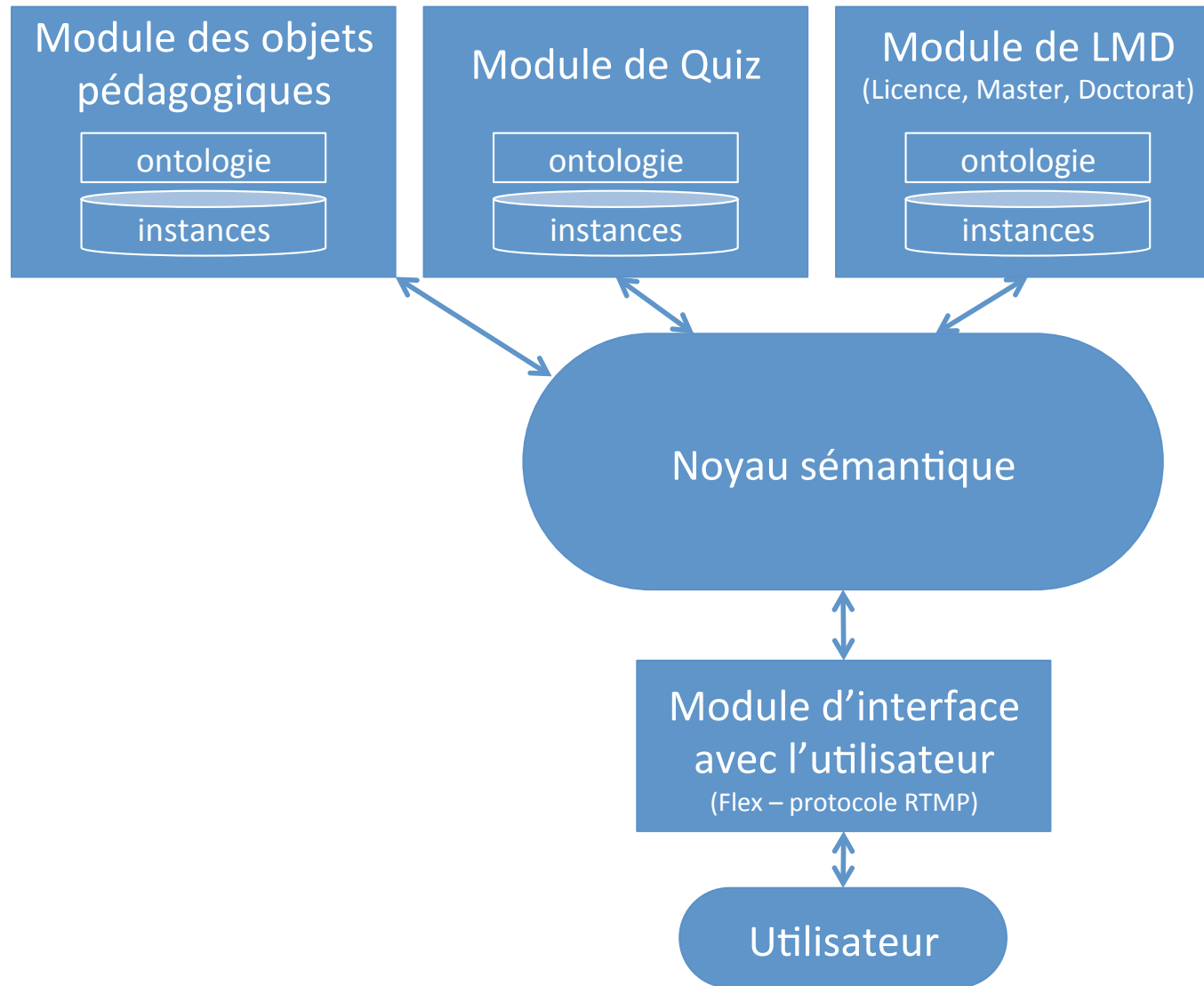
Architecture du SASA



Système de quatrième degré

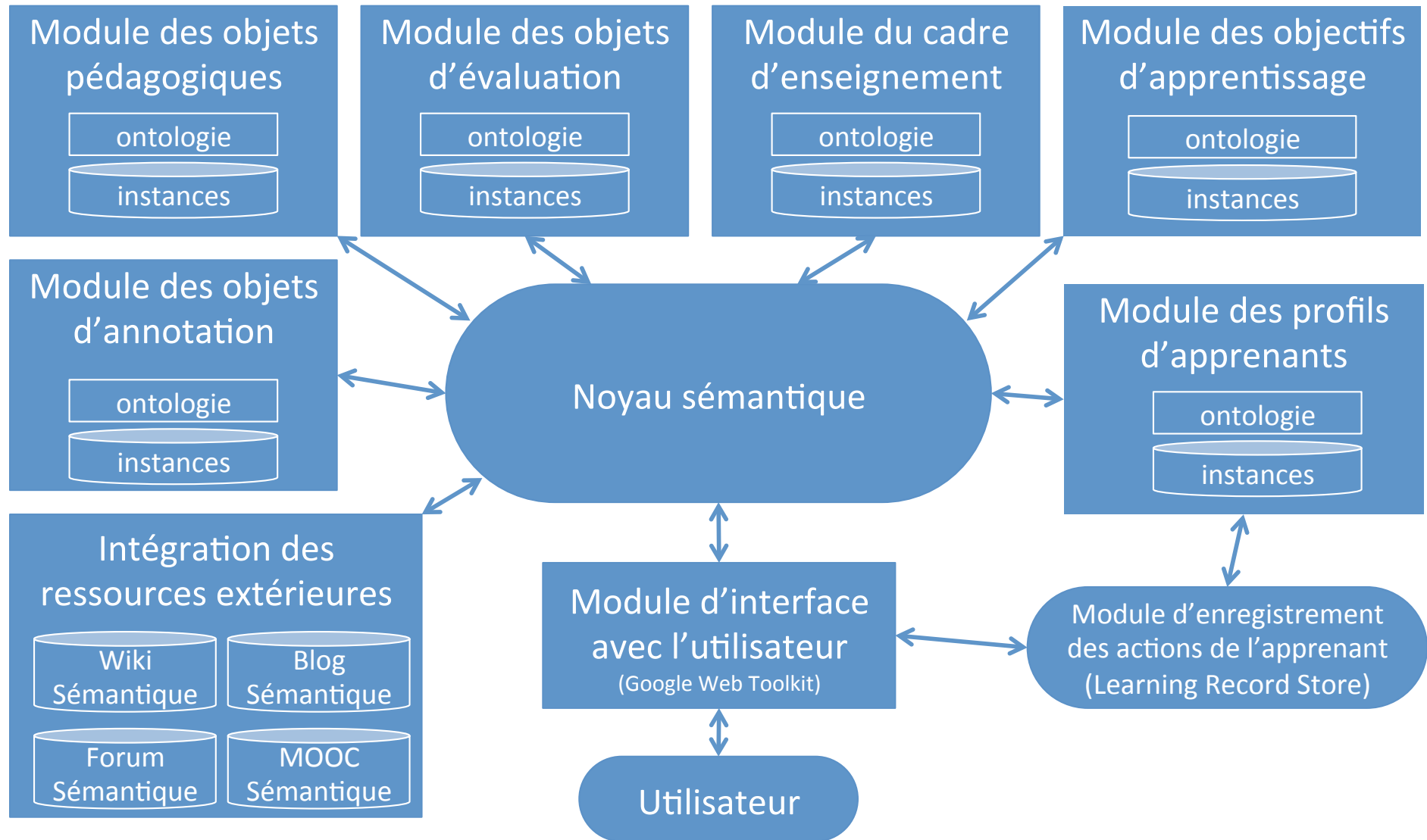


LCMS Sémantique



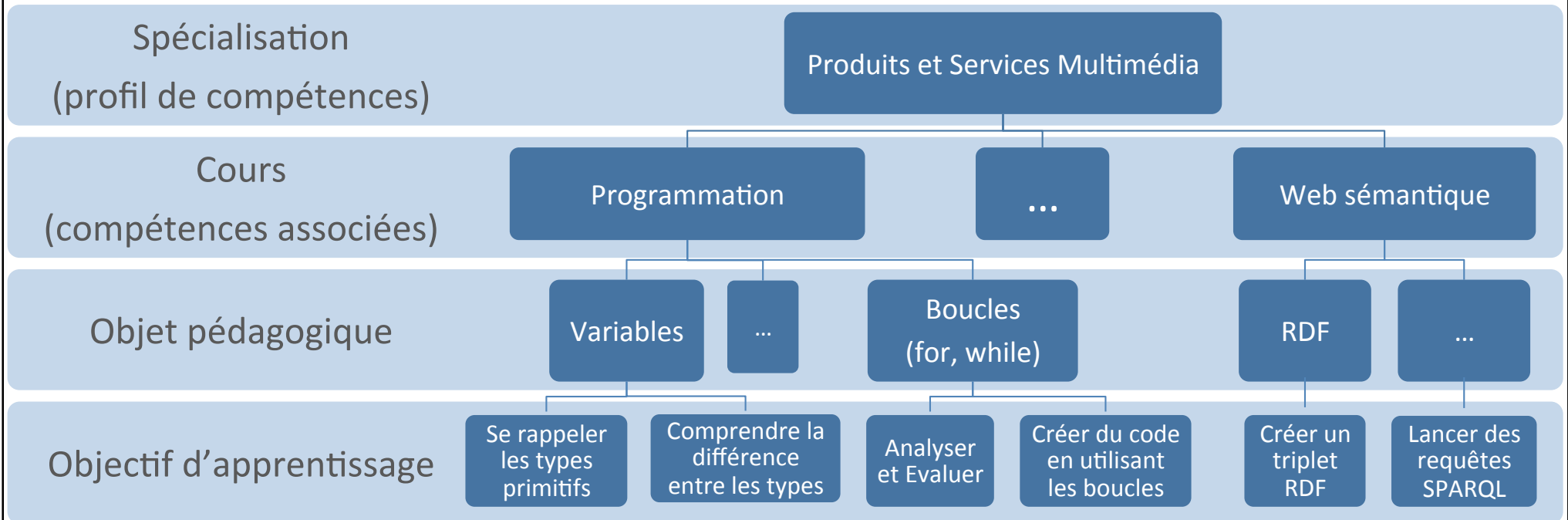
R. BALOG-CRISAN Radu et I. ROXIN. 2008. Semantic Learning Content Management System. In: Proceedings of e-Learning vol. II; IADIS Multi Conference on Computer Science and Information Systems. Amsterdam, The Netherlands, pp.85-88.

Les Modules du SASA

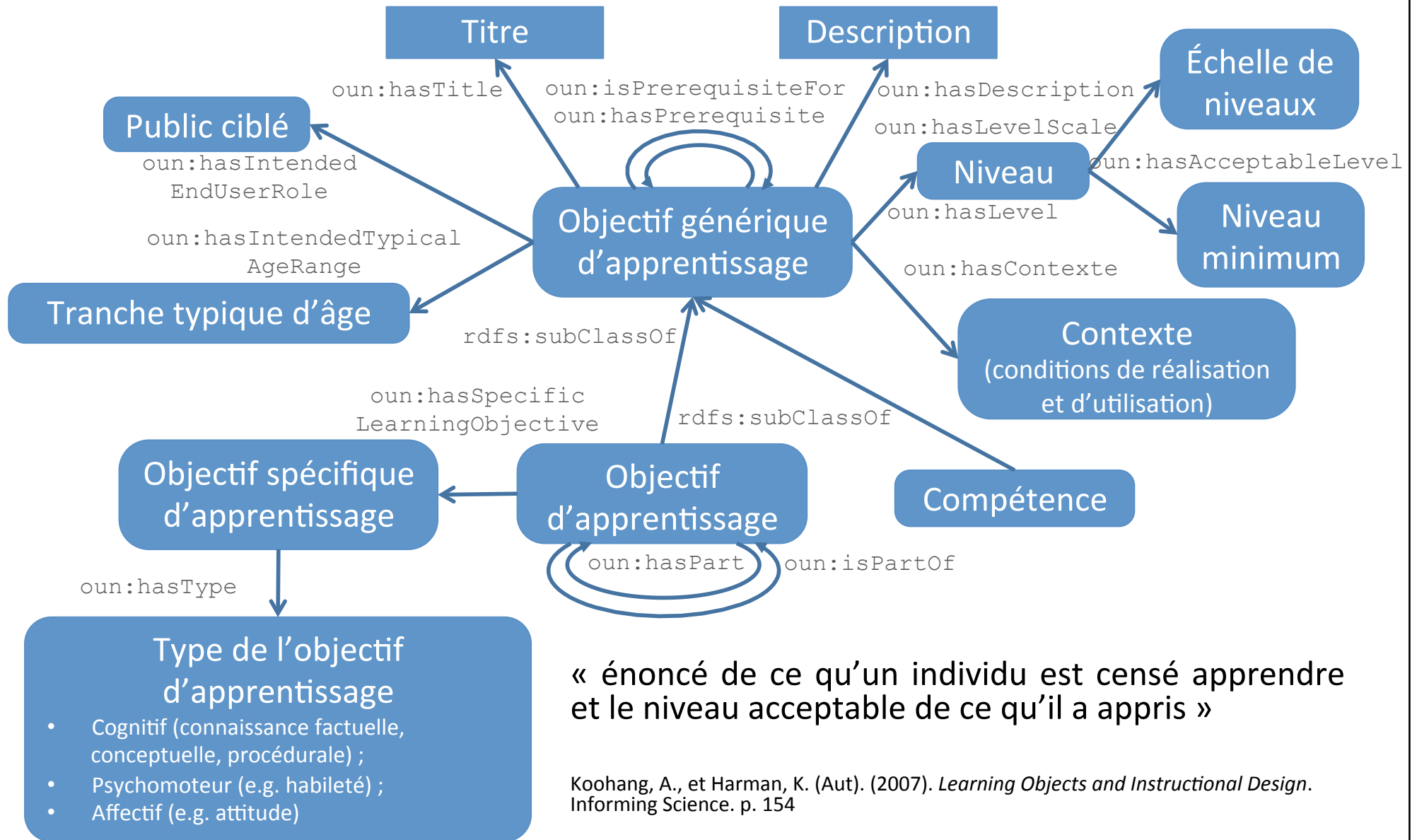


Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., Roxin, A., & Roxin, I. (2011). Ontologies and Knowledge Aggregation in the Active Semantic Learning System. In 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 388–392). doi:10.1109/ICALT.2011.123

Quel parcours pédagogique ?

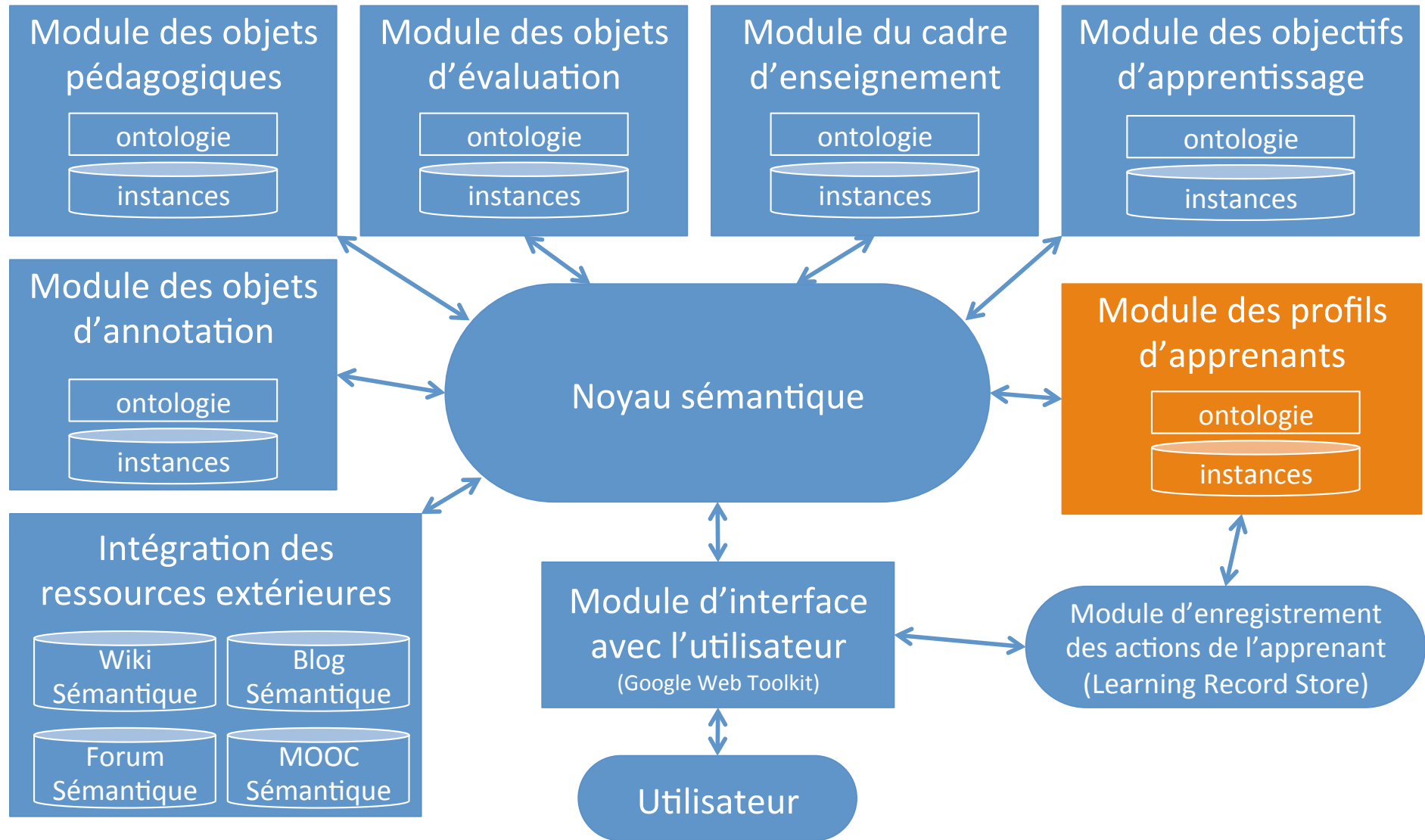


Ontologie de l'objectif d'apprentissage



- Type de l'objectif d'apprentissage
- Cognitif (connaissance factuelle, conceptuelle, procédurale) ;
 - Psychomoteur (e.g. habileté) ;
 - Affectif (e.g. attitude)

L'ontologie du profil d'apprenant



Ontologie du profil d'apprenant

Historique d'apprentissage

- Spécialisations acquises
- Cours complétés
- Objets pédagogiques parcourus
- Compétences acquises

Style d'apprentissage

- Felder-Silverman
- Honey-Mumford
- Myers-Briggs

Utilisateur

- identifiant
- nom d'utilisateur
- mot de passe
- nom
- prénom
- sexe
- date de naissance
- email
- téléphone
- rôle

Objectifs d'apprentissage

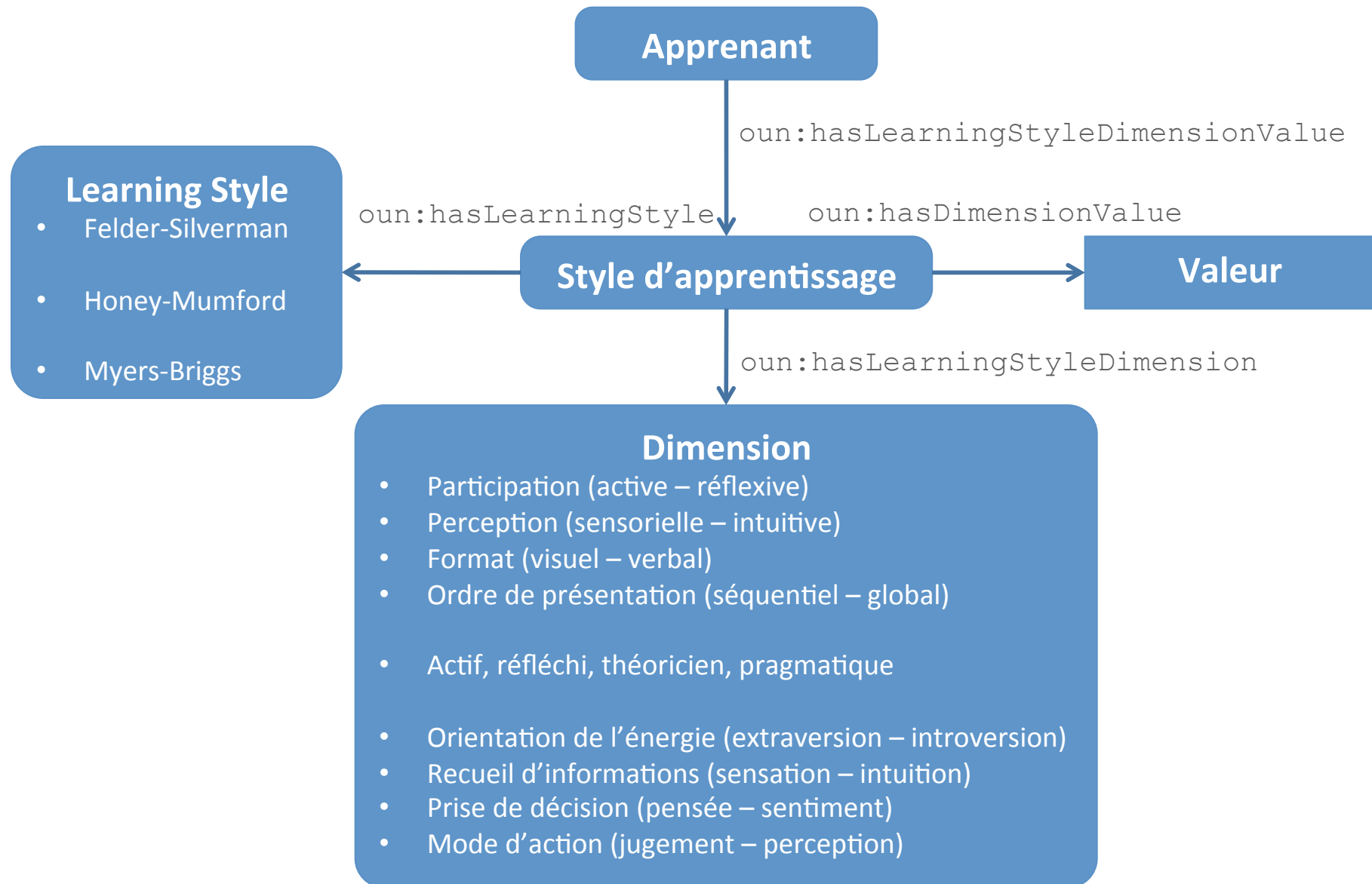
- Spécialisations visées
- Cours auxquels il doit participer
- Objets pédagogiques à parcourir
- Compétences à acquérir

Préférences personnelles

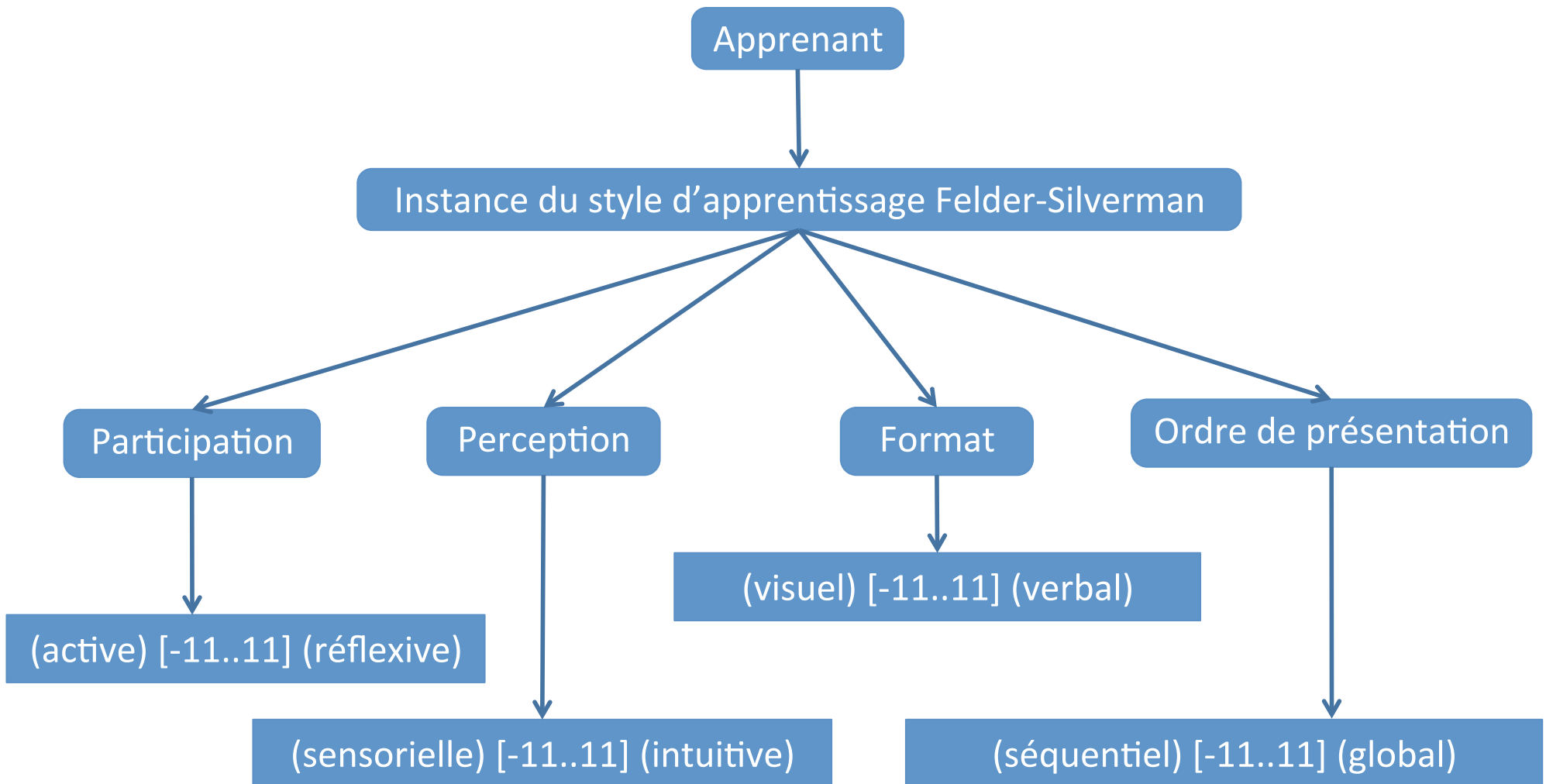
- Sujets préférés
- Activités préférées
- Intérêts
- Traces de l'apprenant (e.g. annotations)

Szilagyi, I., et Roxin, I. (Aut). (2012). Learner Ontology for the Active Semantic Learning System. Dans *Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 2012 IEEE 12th International Conference on (p. 393–394).

Modélisation du style d'apprentissage

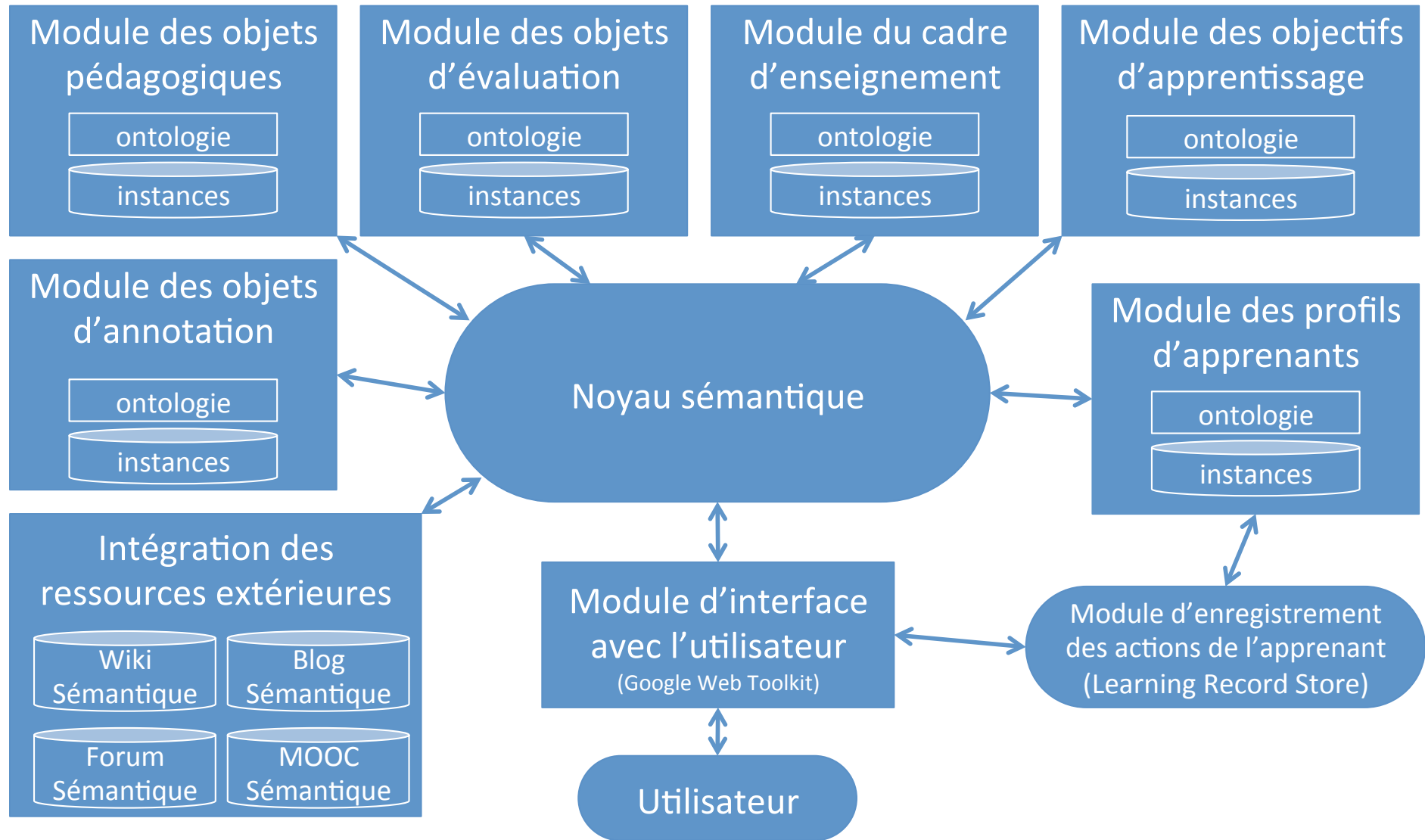


Style d'apprentissage Felder-Silverman



R.M. Felder, L.K. Silverman (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education, Engineering Education, 78(7).

Systeme Actif et Sémantique d'Apprentissage

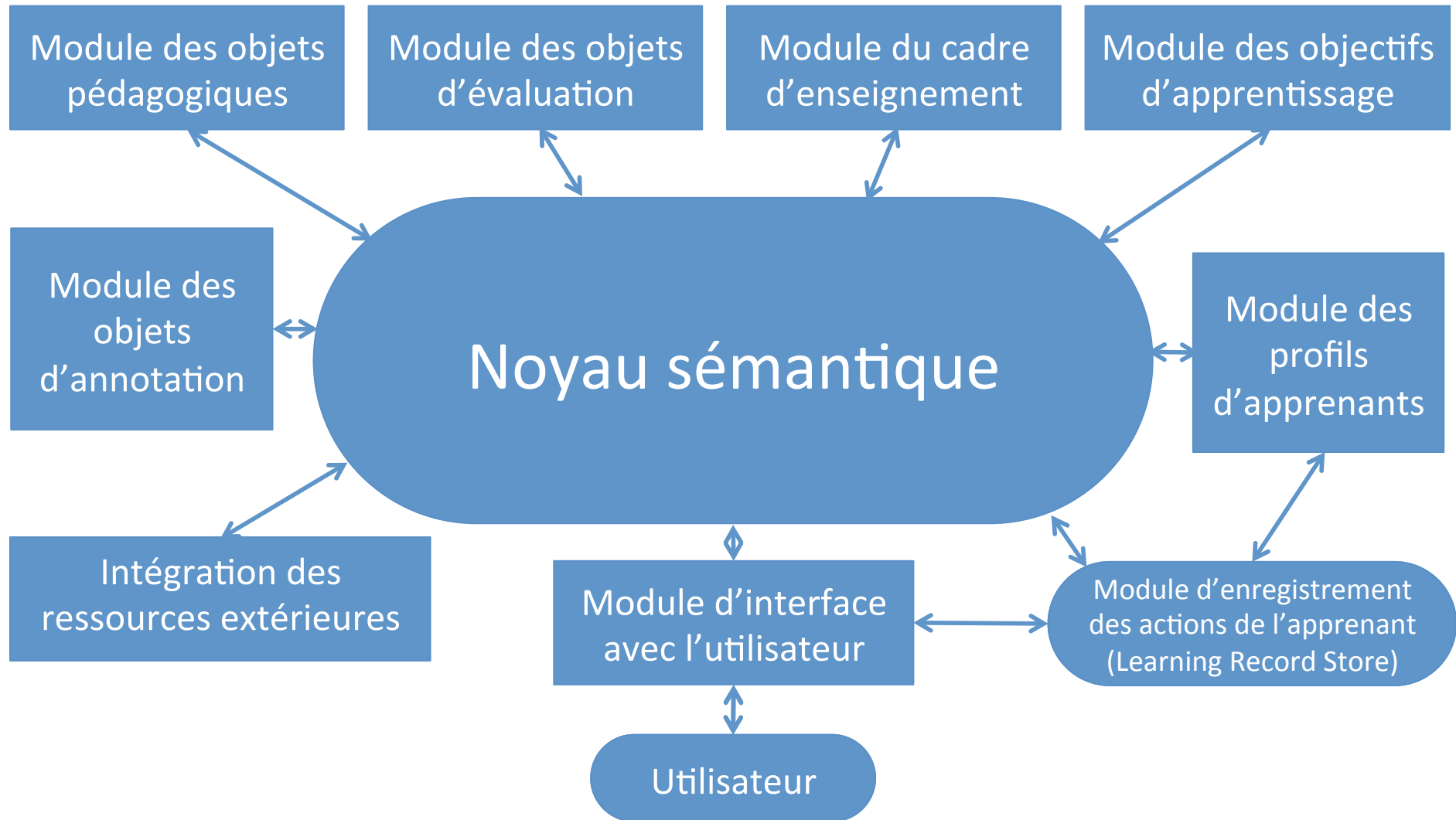


Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., Roxin, A., & Roxin, I. (2011). Ontologies and Knowledge Aggregation in the Active Semantic Learning System. In 2011 IEEE 11th International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 388–392). doi:10.1109/ICALT.2011.123

Plan de la présentation

- Introduction
- État de l'art
- Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)
- Noyau sémantique
 - Système actif d'apprentissage
 - Règles dans le SASA
 - Adaptation du parcours d'apprentissage
 - Ontologies de liaison et d'application
- Tests et validation du SASA
- Conclusions et perspectives

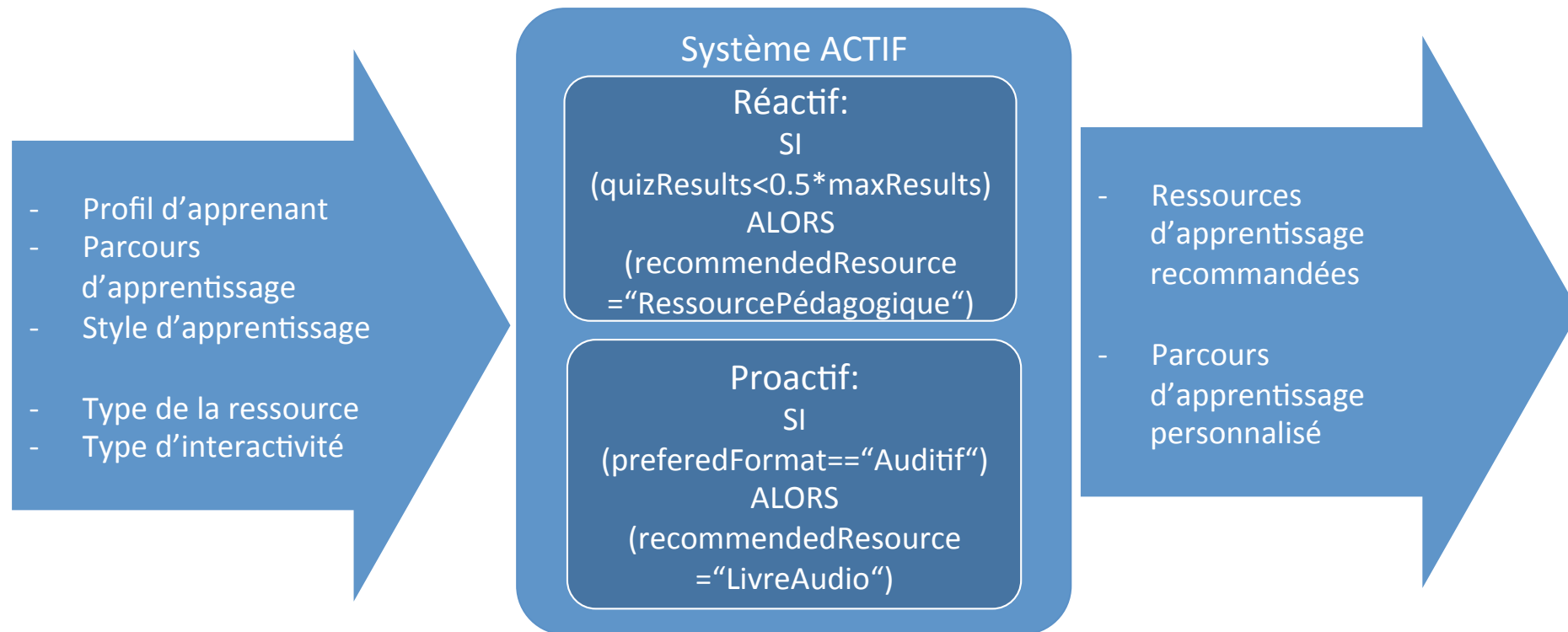
Noyau sémantique du SASA



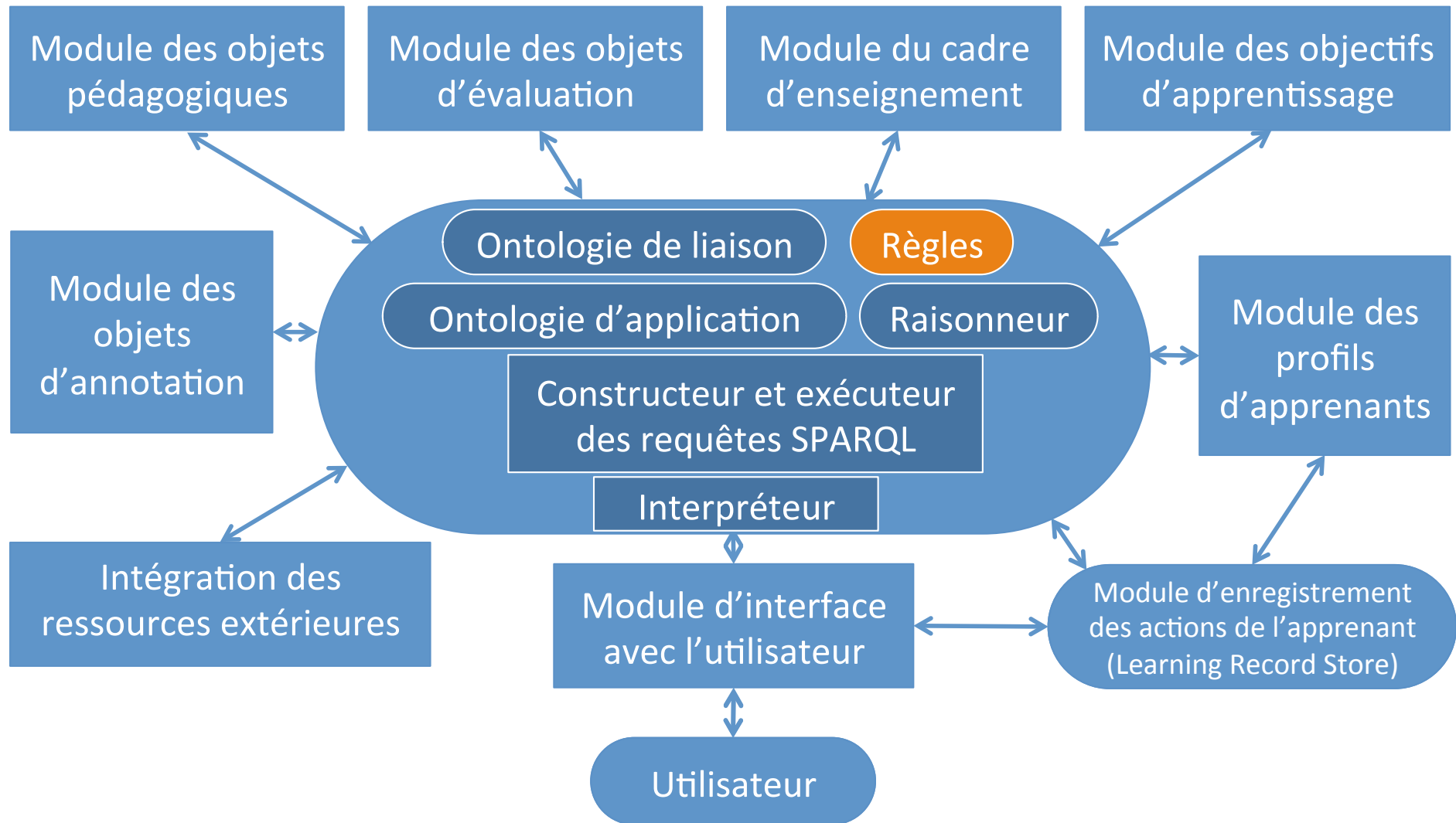
Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., et Roxin, I. (Aut). (2010). Kernel for a Semantic Learning Platform with Adapted Suggestions. Dans *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (p. 400-402). Présenté au 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia. doi:10.1109/ICALT.2010.115

Système ACTIF d'apprentissage

réactif : répond aux différentes actions de l'apprenant (*feed-back*)

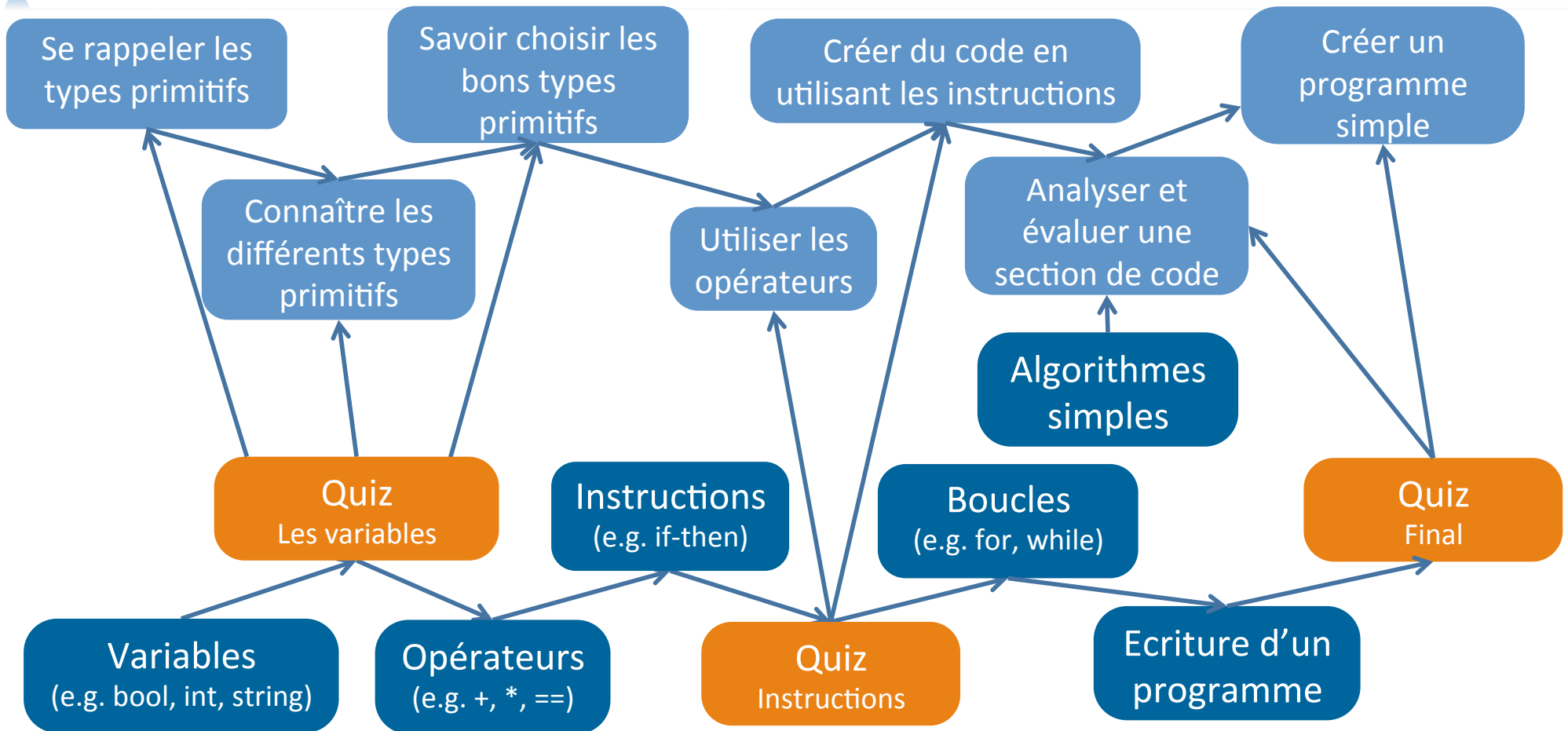


proactif : anticipe les prochaines actions de l'apprenant (*feed-before*)



Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., et Roxin, I. (Aut). (2010). Kernel for a Semantic Learning Platform with Adapted Suggestions. Dans *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (p. 400-402). Présenté au 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia. doi:10.1109/ICALT.2010.115

Suggestion d'un objet pédagogique



Basée sur les relations entre les objectifs d'apprentissage

Règles d'inférence dans le SASA

SI *prémisse* ALORS *conclusion*

SI *Objectif d'apprentissage non atteint*

ET *Il existe un objet pédagogique qui a pour objectif d'apprentissage cet objectif*

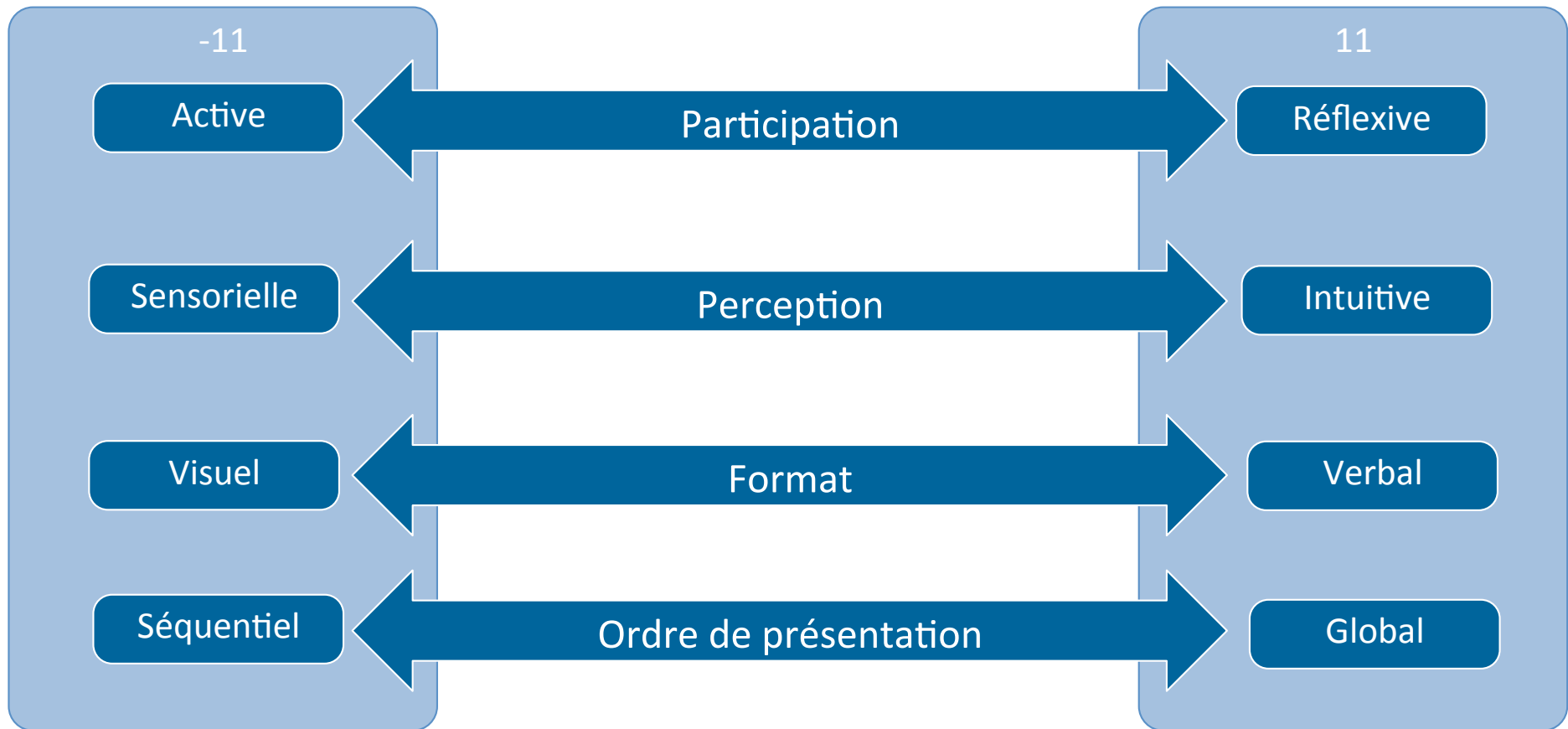
ET *Objet pédagogique non parcouru*

ET *Objet pédagogique ayant une bonne appréciation*

ALORS *Proposer l'objet pédagogique .*

```
[rule :  
(?e rdf:type oun:Etudiant) ,  
(?o rdf:type oun:ObjectifApprentissage) ,  
(?e oun:objectifEchoue ?o) ,  
(?op rdf:type oun:ObjetPedagogique) ,  
(?op oun:aObjectifApprentissage ?o) ,  
noValue(?e oun:parcouru ?op) ,  
(?op oun:aAppreciation "Bonne")  
->  
(?e oun:ressourceSuggere ?op) ]
```


Dimensions du style d'apprentissage Felder-Silverman



Adéquation des ressources à un style d'apprentissage



Propriétés en LOM :

- 5.1 Type d'interactivité
SI *Type d'interactivité == active*
ALORS *L'adéquation pour la dimension participation += -3 .*
- 5.2 Type de la ressource d'apprentissage
SI *Type de la ressource d'apprentissage == exercice*
ALORS *L'adéquation pour la dimension participation += -1 .*
- 5.3 Niveau d'interactivité
SI *Niveau d'interactivité == élevé*
ALORS *L'adéquation pour la dimension participation += -2 .*

Adéquation d'un objet pédagogique

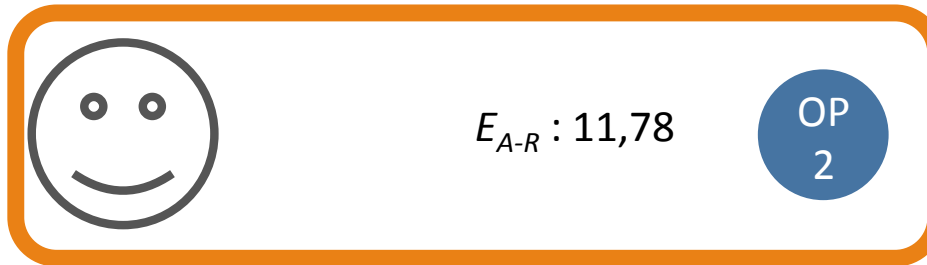
Objectif
d'apprentissage

$E_{A-R} : 23,53$

OP
1

participation : $d_1 = 11$
perception : $d_2 = 8$
format : $d_3 = 0$
présentation : $d_4 = 4$

participation : $a_1 = -10$
perception : $a_2 = 4$
format : $a_3 = -9$
présentation : $a_4 = 8$



$E_{A-R} : 11,78$

OP
2

participation : $d_1 = -11$
perception : $d_2 = 0$
format : $d_3 = -10$
présentation : $d_4 = 3$

$E_{A-R} : 20,66$

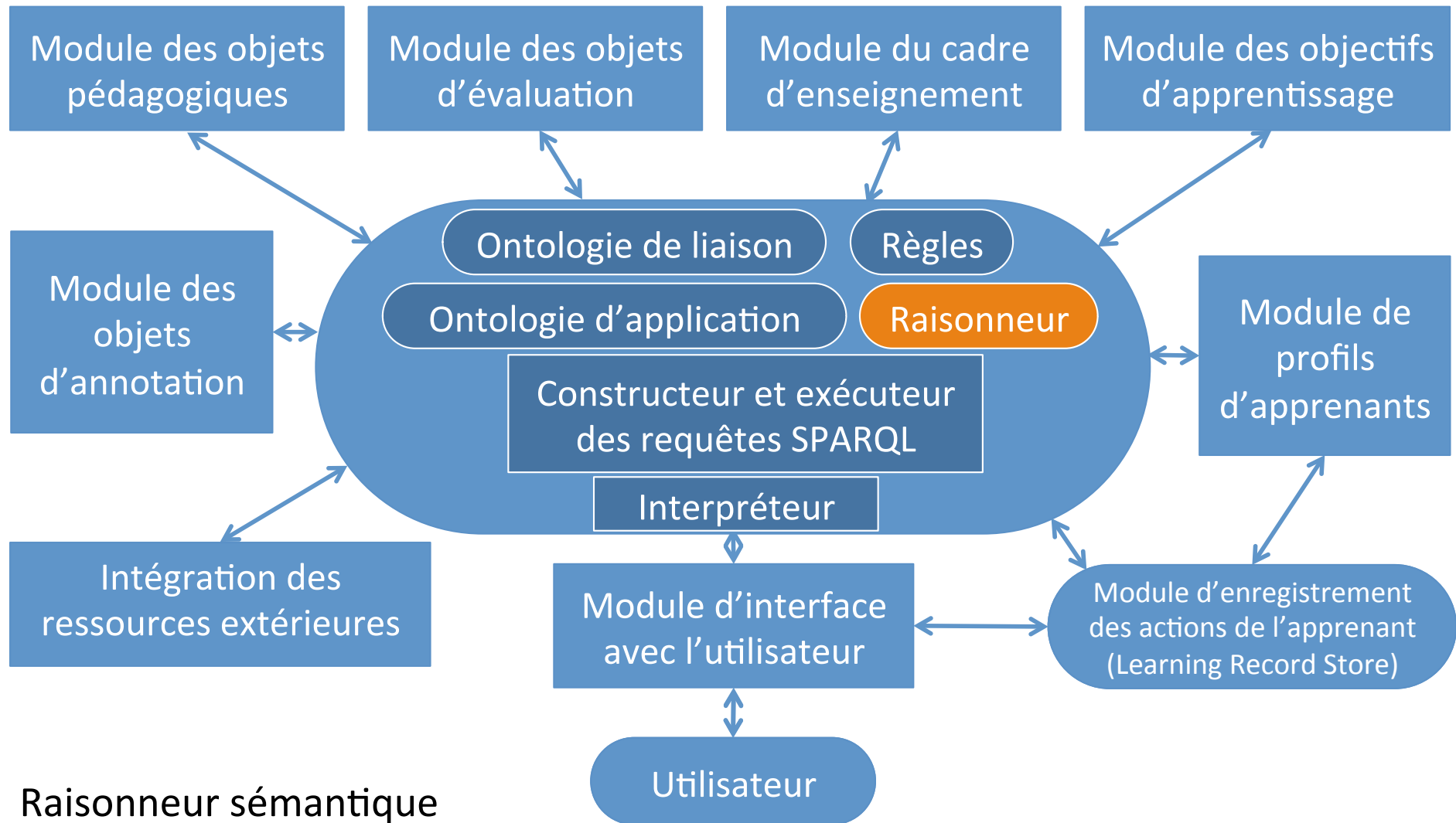
OP
3

participation : $d_1 = -2$
perception : $d_2 = -1$
format : $d_3 = 4$
présentation : $d_4 = 5$

$$E_{A-R} = \sqrt{(a_1 - d_1)^2 + (a_2 - d_2)^2 + (a_3 - d_3)^2 + (a_4 - d_4)^2}$$

- A - le style d'apprentissage de l'apprenant
 - a_i – valeur de la dimension i du style d'apprentissage
- R - l'adéquation de la ressource d'apprentissage pour ce style
 - d_i – adéquation de la ressource d'apprentissage pour la dimension i

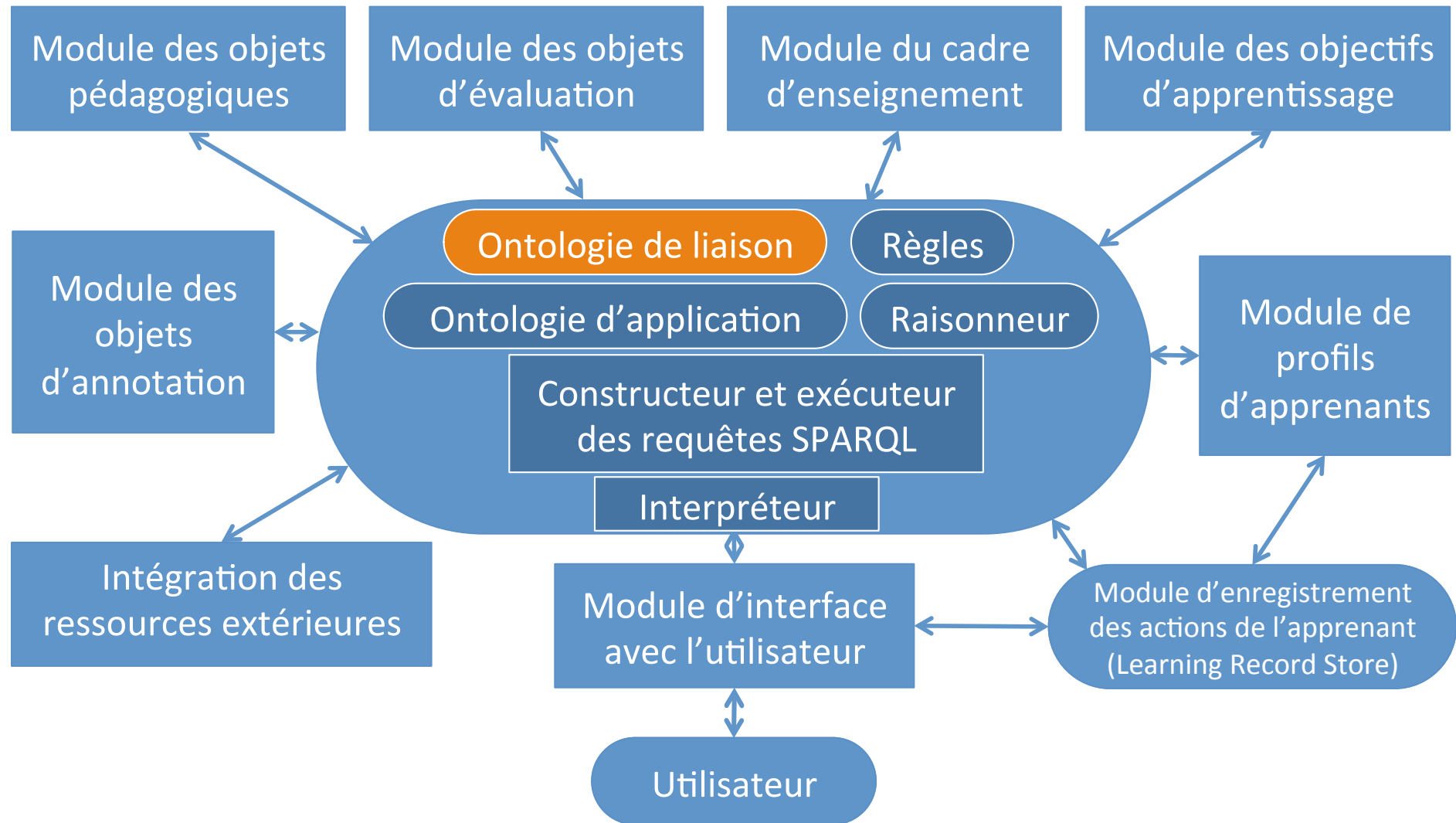
Moteur d'inférence



Raisonneur sémantique

- Applique les contraintes (valide la base de connaissances)
- Infère de nouveaux triplets et relations entre les instances

Ontologie de liaison



Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., et Roxin, I. (Aut). (2010). Kernel for a Semantic Learning Platform with Adapted Suggestions. Dans *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (p. 400-402). Présenté au 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia. doi:10.1109/ICALT.2010.115

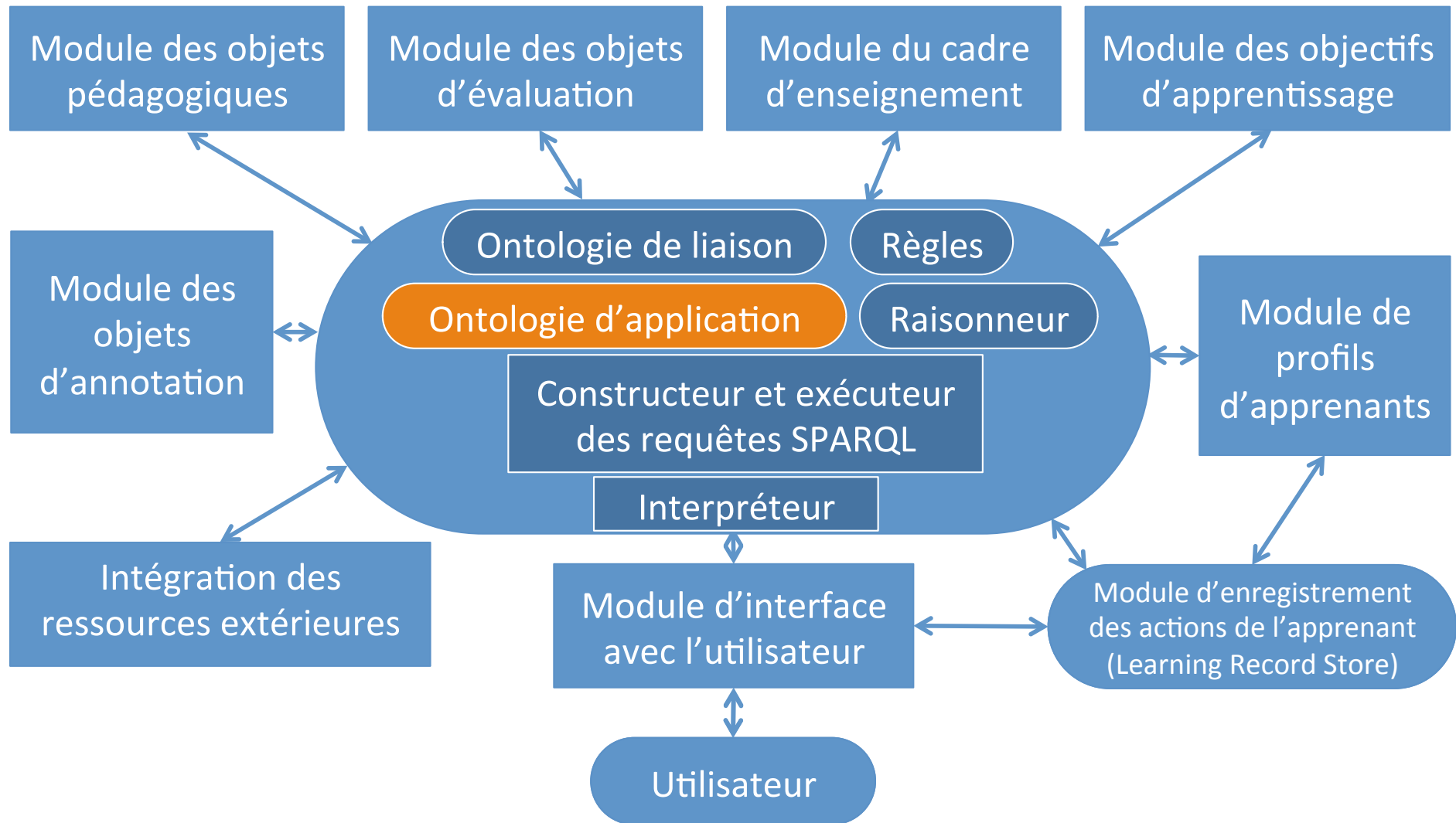
Relations entre les entités déclarées dans les différentes ontologies du SASA :

- `rdfs:subClassOf`
- `owl:equivalentClass`
- `rdfs:subPropertyOf`
- `owl:equivalentProperty`
- `owl:sameAs`

```
prefix rdfs: <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
```

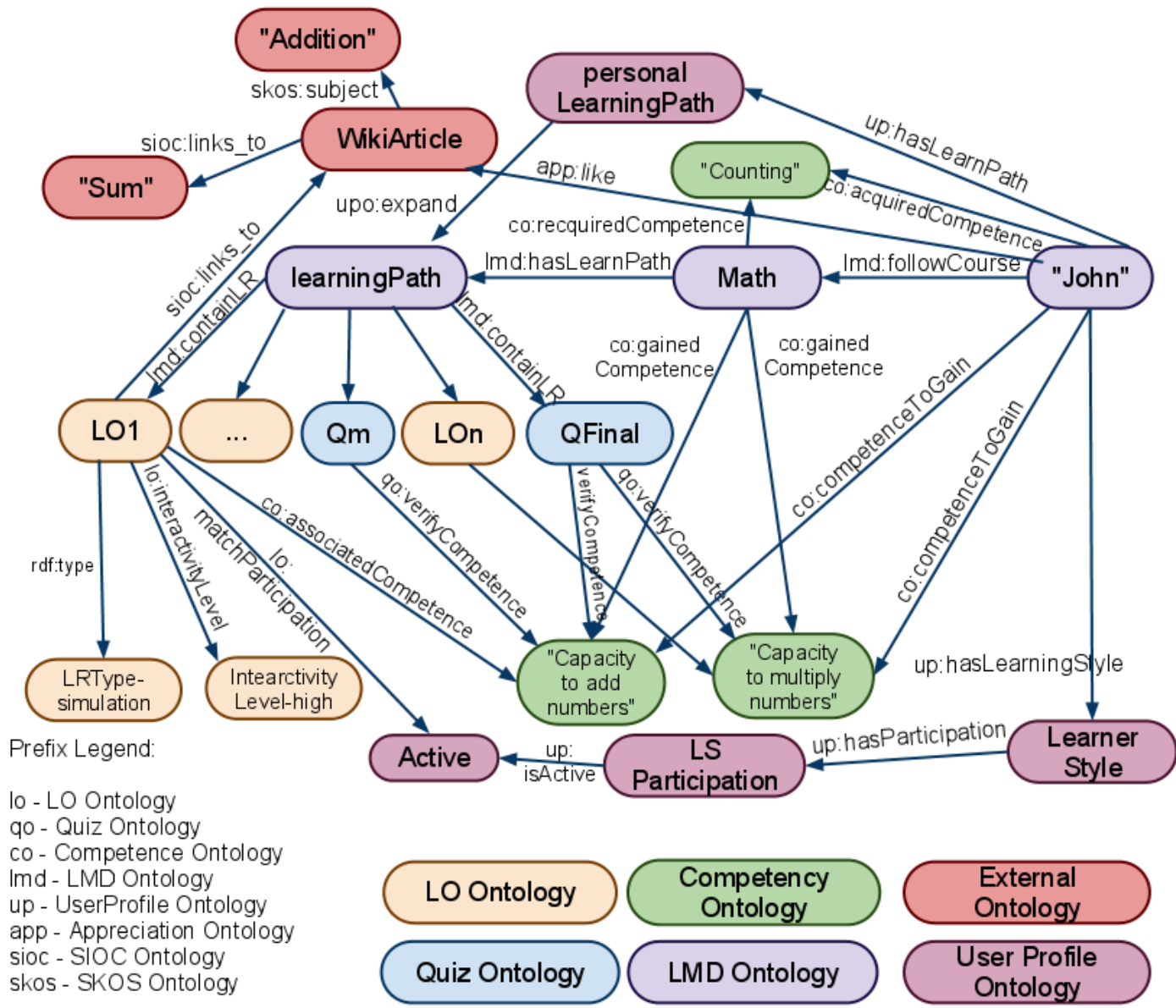
```
prefix owl: <http://www.w3.org/2002/07/owl#>
```

Ontologie d'application

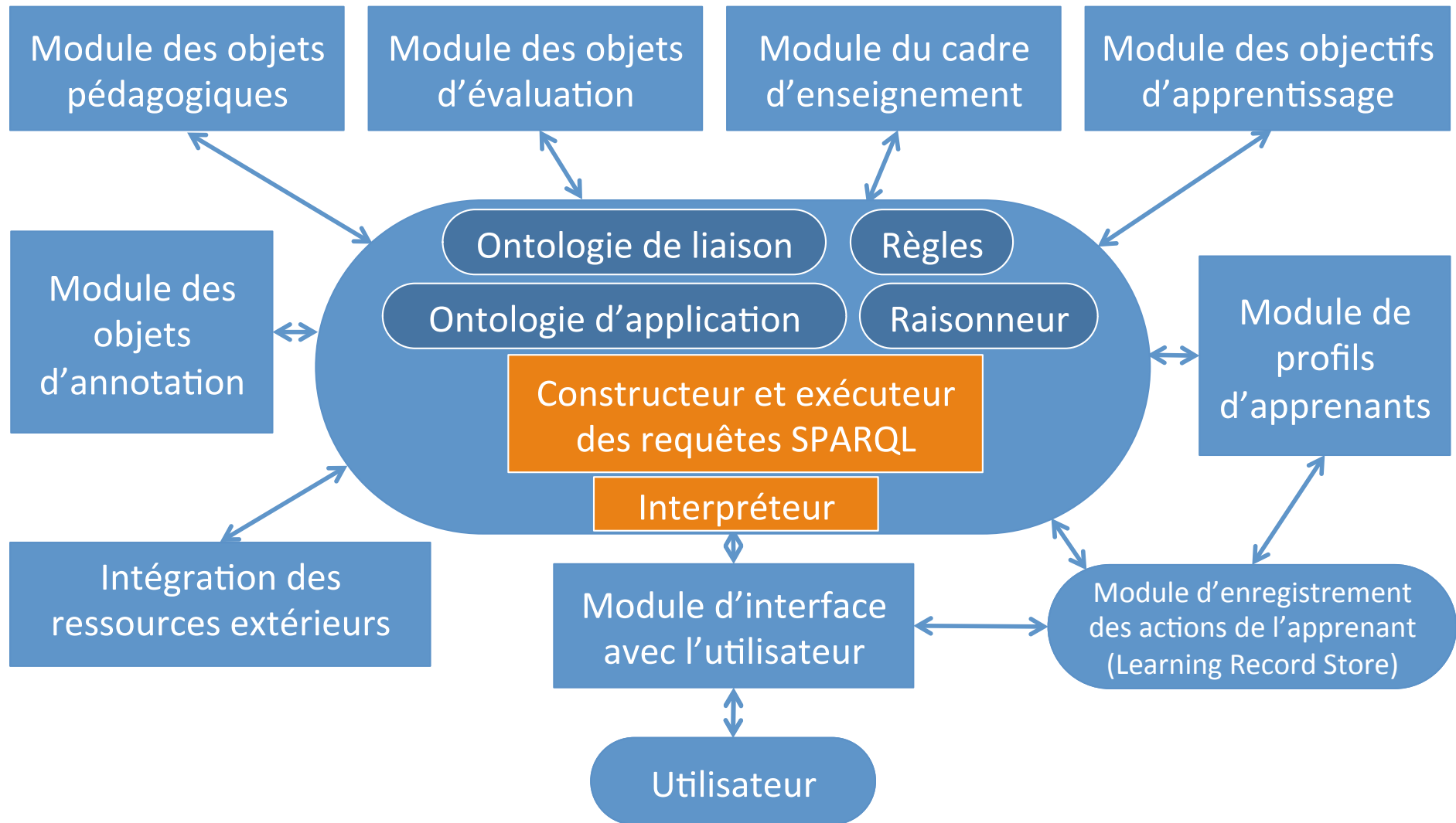


Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., et Roxin, I. (Aut). (2010). Kernel for a Semantic Learning Platform with Adapted Suggestions. Dans *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (p. 400-402). Présenté au 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia. doi:10.1109/ICALT.2010.115

Graphe au niveau d'application



Exploitation du graphe



Szilagyi, I., Balog-Crisan, R., et Roxin, I. (Aut). (2010). Kernel for a Semantic Learning Platform with Adapted Suggestions. Dans *2010 10th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies* (p. 400-402). Présenté au 2010 IEEE 10th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT), Sousse, Tunisia. doi:10.1109/ICALT.2010.115

Plan de la présentation

- Contexte, problématique et objectif de recherche
- État de l'art
- Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)
- Noyau sémantique
- Tests et validation du SASA
- Conclusions et perspectives

Tests et validation du SASA

- Validation formelle du modèle en utilisant les raisonneurs (Protégé - Pellet, FaCT++ et Jena)
- Niveau d'expressivité des ontologies : jusqu'à SROIQ(D)
- Base de connaissances de dimension réduite : 10000 triplets

Tests et validation du SASA

- Essais et validation des scénarios imaginés
 - requêtes SPARQL (e.g. SELECT et CONSTRUCT)
- Intégration de sources extérieures :
 - interrogations DBPédia, Freebase ou l'API de Youtube
 - articles de Wikipédia
 - vidéos de Youtube
 - exploitation des associations des sujets entre les différentes ressources réalisées par Google

Plan de la présentation

- Contexte, problématique et objectif de recherche
- État de l'art
- Système Actif et Sémantique d'Apprentissage (SASA)
- Noyau sémantique
- Test et validation du SASA
- **Conclusions et perspectives**

- L'hypothèse de recherche est **formellement validée** :
 - les technologies du Web sémantique peuvent améliorer les capacités des systèmes d'apprentissage
- La **modélisation sémantique** des différentes entités d'un système d'apprentissage a été complètement réalisée
- Le Système Actif et Sémantique d'Apprentissage que nous avons conçu et implémenté exploite pleinement la modélisation réalisée
- Le noyau sémantique du SASA est en mesure de proposer des **parcours personnalisés** en fonction des **objectifs d'apprentissage** et du **style de l'apprenant**

- Les règles du raisonneur sémantique permettent au SASA d'être à la fois **réactif** et **proactif**
- Notre solution facilite l'identification des ressources sémantiques d'apprentissage existantes sur le Web ainsi que leur interprétation et agrégation dans un parcours pédagogique
- Le SASA est suffisamment souple et adaptable en permettant l'orchestration et la chorégraphie de différentes ontologies
- L'ontologie des objectifs d'apprentissage du SASA est valorisée dans le projet **SCOLA** (Système de Communication Ouvert et Ludique pour les Apprentissages)

- Les fonctionnalités UX au niveau de l'interface doivent être améliorées (e.g. ergonomie, responsive design)
- Une validation empirique nécessitera d'affiner les ontologies déclarées afin de mieux répondre aux situations réelles
- Notre système hérite ses limites de la modélisation sémantique (e.g. formalisme élevé, difficulté d'une conceptualisation partagée, renseignement de métadonnées)

- Modéliser, implémenter et tester d'autres styles d'apprentissage que Felder-Silverman
- Comparer le comportement du noyau sémantique dans différents cas concrets
- Améliorer les règles avec des heuristiques pour résoudre les problèmes d'arbitrage
- Enrichir les types de **traces** pris en compte dans la personnalisation du parcours d'apprentissage
- Adapter et paramétrer le SASA afin d'assurer son fonctionnement sur les **dispositifs mobiles** et dans un cadre **d'apprentissage informel**



Merci de votre attention.