

Introduction au Web sémantique

Philippe Laublet*, Jean Charlet** et Chantal Reynaud***

* Laboratoire LaLICC, 96 bvd Raspail 75006
Philippe.Laublet@paris4.sorbonne.fr

** STIM/AP-HP & INSERM ERM 0202,
Jean.Charlet@spim.jussieu.fr

*** Univ. Paris-Sud, CNRS (L.R.I.) & INRIA (Futurs), L.R.I.
Bâtiment 490, 91405 Orsay cedex, France
cr@lri.fr

1. LE WEB SEMANTIQUE

L'expression Web sémantique, due à Tim Berners-Lee [1] au sein du W3C, fait d'abord référence à la vision du Web de demain comme un vaste espace d'échange de ressources entre êtres humains et machines permettant une exploitation, qualitativement supérieure, de grands volumes d'informations et de services variés. Espace virtuel, il devrait voir, à la différence du Web que nous connaissons aujourd'hui, les utilisateurs déchargés d'une bonne partie de leurs tâches de recherche, de construction et de combinaison des résultats, grâce aux capacités accrues des machines à accéder aux *contenus* des ressources et à effectuer des *raisonnements* sur ceux-ci.

Le Web actuel est essentiellement *syntactique*, dans le sens que la structure des documents (ou ressources au sens large) est bien définie, mais que son contenu reste quasi inaccessible aux traitements machines. Seuls les humains peuvent interpréter leurs contenus. La nouvelle génération de Web – Le Web sémantique – a pour ambition de lever cette difficulté. Les ressources du Web seront plus aisément accessibles aussi bien par l'homme que par la machine, grâce à la représentation *sémantique* de leurs contenus.

Le Web sémantique, concrètement, est d'abord une *infrastructure* pour permettre l'utilisation de connaissances *formalisées* en plus du contenu informel actuel du Web, même si aucun consensus n'existe sur jusqu'où cette formalisation doit aller. Cette infrastructure doit permettre d'abord de localiser, d'identifier et de transformer des ressources de manière robuste et saine tout en renforçant l'esprit d'ouverture du Web avec sa diversité d'utilisateurs. Elle doit s'appuyer sur un certain niveau de consensus portant, par exemple, sur les langages de représentation ou sur les ontologies utilisés. Elle doit contribuer à assurer, le plus automatiquement possible, l'interopérabilité et les transformations entre les différents formalismes et les différentes ontologies. Elle doit faciliter la mise en œuvre de calculs et de raisonnements complexes tout en offrant des garanties supérieures sur leur validité. Elle doit offrir des mécanismes de protection (droits d'accès, d'utilisation et de reproduction), ainsi que des mécanismes permettant de qualifier les connaissances afin d'augmenter le niveau de confiance des utilisateurs.

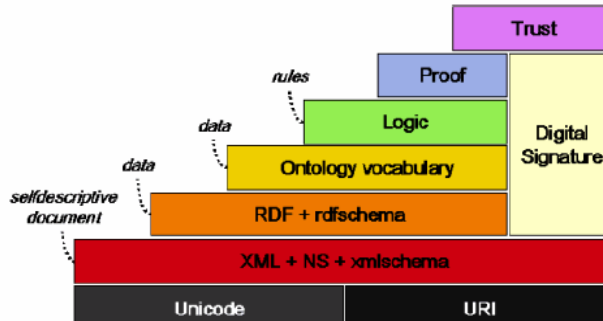


FIG. 1 – Les couches du Web sémantique selon le W3C

Mais restreindre le Web sémantique à cette infrastructure serait trop limitatif. Ce sont les applications développées sur celle-ci qui font et feront vivre cette vision et qui seront, d'une certaine manière, la preuve du concept (Cf. chapitre 8). Bien sûr, de manière duale, le développement des outils, intégrant les standards du Web sémantique, doit permettre de réaliser plus facilement et à moindre coût des applications ou des services développés aujourd'hui de manière souvent ad-hoc.

A titre d'illustration évoquons ici quelques applications courantes et soulignons les goulets d'étranglements qui devraient trouver une solution via l'usage des technologies promises du Web sémantique.

La recherche d'information (*précision et complétude*) : rechercher des documents sur le Web est souvent une tâche laborieuse. Les recherches sont imprécises et requièrent une activité de « tri manuel » des documents retournés pour espérer trouver le(s) document(s) recherché(s) d'ailleurs sans aucune assurance. Ici, le Web sémantique devrait largement faciliter l'appariement *sémantique* entre la requête de l'utilisateur et les documents indexés (manuellement ou de manière semi-automatique).

Maintenance de base documentaire (*passage à l'échelle, cohérence*) : créer un site Web est très simple aujourd'hui grâce aux éditeurs très intuitifs du marché, mais mettre à jour ce site et les bases documentaires associés deviennent rapidement une très lourde tâche dès que la taille augmente. Ici le passage à l'échelle du Web (même d'un Intranet) requiert la mise à disposition d'outils d'assistance assurant des mises à jour (semi-) automatique maintenant la cohérence globale.

Le commerce électronique (*confiance, passage à l'échelle des services, cohérence, hétérogénéité*) : le commerce de gros (B2B) ou le commerce de détails (B2C) font appel à un assemblage de technologies de base telles la Recherche d'Information ou bien l'intégration de sources de produits d'origine très diversifiée et donc très hétérogène dans leur description. Une intégration aisée se réalise via une couche d'abstraction sémantique (ontologies de domaine) donnant une vue unifiée aux internautes clients.

Enfin dans le domaine des services immatériels (*e.g. e.work et e.business*) (*système de médiation sémantique, confiance et délégation*) il y a une forte demande d'intégration et d'automatisation des processus. Ceci n'est pas nouveau (*cf. EDI, EbXML*) mais le Web sémantique fait espérer une véritable *orchestration automatisée de processus* très courants dans le monde de l'industrie et du commerce. C'est la filière Web Services sémantiques (dont SOAP, UDDI, WSDL ne sont que les briques de bas) qui est ici concernée.

Pour réaliser cette vision les recherches actuellement réalisées s'appuient sur un existant riche venant, d'abord, des recherches en représentation ou en ingénierie des connaissances, mais aussi de bien d'autres domaines comme les bases de données, la démonstration automatique de théorèmes, l'apprentissage automatique, les hypermedia, l'ingénierie linguistique ou bien encore les interactions personne-machine. Mais l'utilisation et l'acceptation de ces recherches à l'échelle du (ou d'une partie du) Web posent de nouveaux problèmes et défis : changement d'échelle dû au contexte de déploiement : le Web sur Internet et ses dérivés (intranet, extranet), la nécessité d'un niveau élevé

d'interopérabilité, d'ouverture, de standardisation, diversités des usages, distribution bien sûr et aussi impossibilité d'assurer une cohérence globale. Comme l'écrit, en substance, Tim Berners-Lee, *le Web sémantique est ce que nous obtiendrons si nous réalisons le même processus de globalisation sur la représentation des connaissances que celui que le Web fit initialement sur l'hypertexte.*

Les propositions faites autour de l'infrastructure du Web sémantique doivent permettre aussi bien la réalisation d'outils généralistes avec des utilisateurs mal définis (un exemple pourrait être des moteurs de recherche prenant plus en compte le contenu sémantique de documents) que la réalisation d'applications pour des tâches plus complexes comme la gestion de connaissances au service des membres d'une entreprise¹. Suivant le niveau de complexité, on pourra parfois s'appuyer surtout sur l'utilisation de méta-données (Cf. chapitre 3). Mais, dans beaucoup de cas, on relèvera la nécessité de méthodes et de systèmes d'intégration de données hétérogènes (Cf. chapitre 5) ou bien encore la nécessité de faire appel et de combiner des services Web sémantiques (Cf. chapitre 7).

Les langages proposés sont à la base de la démarche, ne serait-ce que pour des questions de standardisation, même si l'infrastructure ne se réduit pas à ceux-ci. Leur problématique est présentée *au chapitre 2*. Ils sont souvent l'aspect du Web sémantique le plus connu avec le schéma de la figure 1 souvent repris sous des formes variées.

Mais les recherches sur le Web sémantique ne se limitent évidemment pas aux langages. Celui-ci nécessite l'utilisation de ressources adaptées aux différentes tâches comme les schémas de méta-données ou les ontologies. Le chapitre 4 discute, par exemple, du rôle important, pour la réalisation du Web sémantique, de ces ontologies et des méthodes et outils permettant de les construire et de les mettre en œuvre. Celles-ci sont souvent indispensables pour l'ensemble des recherches évoquées dans ce document et pour les applications du Web sémantique qu'elles utilisent ou non les services Web. En effet, elles permettent aux logiciels qui communiquent entre eux d'utiliser les mêmes termes avec la même sémantique. En résumé, il est nécessaire de :

1. développer des langages de représentation (des connaissances) de la sémantique des contenus ou des ressources, et quand cela

¹ Cette opposition a surtout valeur argumentative. Tous les intermédiaires peuvent se présenter. Si l'on prend l'exemple du *e-learning*, on peut avoir aussi bien des outils qui permettent de trouver des offres de cours que des applications dédiées utilisant, par exemple, des méta-données pour personnaliser les parcours.

est nécessaire, support de mécanismes d'inférence aux bonnes propriétés (validité, complétude, complexité) ;

2. développer des ressources linguistiques ou conceptuelles (espaces de noms, thésaurus, ontologies, ...) utilisant ces langages, les standardiser – si possible – et les rendre disponibles ;
3. développer des outils et des architectures ouvertes permettant la rapide expérimentation de ces nouvelles technologies ;
4. appliquer ces technologies à un large champ d'applications et montrer le saut qualitatif obtenu.

Il est clair que la diversité des recherches relevant aujourd'hui du Web sémantique rend illusoire toute volonté d'exhaustivité pour ce document dont l'objectif est de mettre en évidence les points importants pour la réalisation de la vision du Web sémantique. Pour d'autres points de vue, on pourra consulter les premiers livres ou actes de conférence parus, par exemple [2 ; 4 ; 5] et [6] ainsi que [3].

2. L'ORGANISATION DU DOCUMENT

Ce document² a pour but de donner une vue synthétique des principaux aspects du Web sémantique. Il est produit par les membres du groupe de travail et de réflexion mis en place dès le début de l'action spécifique « Web sémantique » (décembre 2001). Les premières discussions, dans ce groupe, ont permis de choisir un certain nombre de thèmes qui sont apparus essentiels à discuter et à analyser afin de mieux comprendre et de mieux faire comprendre les projets, les réalités et les perspectives ouvertes par le projet du Web sémantique. Bien sûr, comme déjà souligné, les recherches menées pour le développement du Web sémantique ne peuvent se développer qu'en s'appuyant sur un ensemble de recherches, d'origine parfois anciennes et provenant de secteurs différents. Il nous a donc semblé important de situer aussi les recherches actuelles par rapport à l'existant sur lequel elles s'appuient.

Les chapitres suivants présentent synthétiquement chacun des thèmes. Enrichis par les discussions des versions successives par le groupe de travail, et par les différentes activités de l'AS (journées scientifiques,

² Nous avons conservé le texte de l'introduction au rapport de l'Action spécifique mais les remarques faites ici s'appliquent à l'identique sur les articles de ce numéro spécial qui forment autant de chapitres d'un même document.

contacts, ...), ces chapitres ont été élaborés et rédigés par un ou plusieurs membres du groupe du travail avec parfois la collaboration d'autres chercheurs.

Ces chapitres, *avec leurs auteurs*, sont intitulés :

- 1 – Introduction au Web sémantique, *Jean Charlet, Philippe Laublet et Chantal Reynaud* ;
- 2 – Les langages du Web sémantique, *Jean-François Baget, Etienne Canaud, Jérôme Euzenat et Mohand Saïd-Hacid* ;
- 3 – Méta-données et annotations dans le Web sémantique, *Yannick Prié et Serge Garlatti* ;
- 4 – Les ontologies pour le Web sémantique, *Jean Charlet, Bruno Bachimont et Raphaël Troncy* ;
- 5 – L'intégration de sources de données, *Mohand-Saïd Hacid et Chantal Reynaud* ;
- 6 – Adaptation et personnalisation dans le Web sémantique, *Serge Garlatti et Yannick Prié* ;
- 7 – Les Web services sémantiques, *Patrick Kellert et Farouk Toumani* ;
- 8 – Applications du Web sémantique, *Alain Léger et Jean Charlet*.

Ces thèmes doivent être vus comme des angles d'approche différents des recherches sur le Web sémantique qui en associent souvent plusieurs. Mais, nous avons souhaité, en séparant ces approches, donner des entrées multiples à la problématique du Web sémantique, entrées qui peuvent correspondre aux centres d'intérêts de différentes communautés de chercheurs. Bien sûr, d'autres thèmes auraient pu s'ajouter, mais ceux présentés ici semblent constituer le socle minimal pour la réalisation du Web sémantique.

Dans la partie suivante, nous détaillons l'organisation en quatre parties, choisie afin de donner un cadre de réflexion commun aux chapitres 2 à 7. Notons qu'elle n'aurait pas eu de pertinence pour le chapitre 8 sur les applications. Ce chapitre, en plus de l'intérêt propre des réalisations présentées, met en évidence l'intérêt des perspectives ouvertes par le Web sémantique mais aussi les difficultés qui se présentent.

Pour revenir au cadre, utilisé pour les chapitres 2 à 7, il s'est avéré plus ou moins bien adapté aux différents chapitres. Mais il nous a paru

intéressant de le présenter dans cet avant-propos, d'abord comme un guide du document mais aussi comme un cadre de réflexion éventuellement réutilisable pour d'autres actions spécifiques.

3. L'ORGANISATION DES CHAPITRES

3.1. PRESENTATION ET IMPORTANCE DE LA PROBLÉMATIQUE DU POINT DE VUE DES USAGES

Dans la première partie de chacun des chapitres mentionnés (deux à sept), les auteurs cherchent à montrer en quoi le Web sémantique est concerné par la problématique développée spécifiquement dans ce chapitre et pourquoi les travaux qui vont être présentés dans la suite sont utiles ou indispensables pour aller dans la direction du Web sémantique.

On s'intéresse dans cette partie essentiellement au point de vue des **usages** et de l'**exploitation** de différents types de ressources à l'aide des technologies du Web (sur l'internet, des intranets, ...). Il s'agit d'illustrer les avancées qui devraient être possible, avec le Web sémantique par rapport à ce que le niveau actuel des théories, méthodes et outils permet de faire.

En fait dans cette partie, il y a un peu deux types d'argumentation possibles et parfois complémentaires, suivant les chapitres.

Exemple : soit, certes les résultats déjà obtenus sont intéressants de tels ou tels points de vue grâce à telle ou telle technologie, mais il faut aller plus loin. Soit, les promesses faites par, par exemple les Web services, ne seront atteignables que si certains travaux autour du Web sémantique aboutissent.

On s'est attaché à donner des exemples de ce que l'on pourrait voir se réaliser du point de vue des usages, si possible en hiérarchisant le court terme et le long terme.

Deux points sont évidemment importants dans cette partie. Premièrement, on peut chercher à illustrer quelles tâches, aujourd'hui à la charge de l'utilisateur, pourront être en partie prises en charge par des modules logiciels afin d'en décharger cet utilisateur. Deuxièmement, on peut montrer comment disposer des infrastructures communes du Web sémantique est soit utile, soit indispensable pour améliorer l'utilisation et les usages des ressources Web. C'est aussi la question de l'intérêt de certaines formes de standardisation qui est alors posée.

Notons, par contre, que ce n'est pas dans cette partie qu'on explique comment techniquement l'utilisateur peut être déchargé par des modules logiciels et comment s'appuyer sur des infrastructures communes. Le « comment » est plutôt expliqué dans les parties suivantes.

3.2. METHODES, TECHNIQUES, OUTILS EXISTANTS SUR LESQUELS ON PEUT S'APPUYER

Dans cette deuxième partie, on s'intéresse, de manière plus détaillée et plus technique, à ce qui n'est pas encore du Web sémantique mais qui constitue le socle sur lequel viennent se positionner les travaux présentés dans le chapitre. Ceci est fait du point de vue des théories ou des outils déjà disponibles.

Exemples : pour les langages : XML et sa galaxie, pour les Web services sémantiques: les protocoles SOAP, UDDI, WSDL, etc.

3.3. TRAVAUX ET RESULTATS EXISTANTS DU WEB SEMANTIQUE

On s'intéresse dans cette partie, à présenter les travaux et les résultats déjà obtenus dans le cadre des débuts du Web sémantique sans oublier de prendre en compte :

- comment ces travaux s'articulent sur l'existant présenté dans la partie précédente ?
- quelles sont les premières réalisations qui montrent l'impact, en terme d'améliorations des propositions du Web sémantique. Quels sont les nouveaux usages déjà possibles avec ces technologies ?
- quelles sont les réalisations qui sont envisageables (non encore abouties) avec les méthodes et technologies du Web sémantique qui existent d'ores et déjà ?

On a pu souligner aussi, dans cette partie, quelles sont les questions qui apparaissent à partir de ces recherches et les choix et débats qui se posent à partir de ces premières expérimentations : il ne s'agit évidemment pas de trancher mais de poser les termes du débat en les reliant si possible aux recherches qui permettraient d'avancer par rapport à ces questions.

3.4. RECHERCHES FUTURES POUR LE WEB SEMANTIQUE

Il s'agit dans cette partie de réfléchir, de manière plus prospective, en s'appuyant sur les recherches actuelles présentées dans la partie précédente. Il s'agit donc de tenter d'expliquer à chaque fois les recherches qui seraient intéressantes de favoriser :

- Les problèmes qui se posent et dont la solution peut être basée sur des résultats déjà connus, à reprendre tels quels ou à adapter et les recherches nécessaires.
- Les problèmes nouveaux non encore étudiés et les recherches nécessaires.
- On pourra compléter avec plusieurs aspects qui relèveraient de coopérations soit au niveau français, soit au niveau européen :
- Quels sont les outils ou plate-forme qu'il serait utile de développer ?
- Quelles ressources seraient intéressantes de développer et de mettre à la disposition des différentes communautés ?
- Même question pour l'évaluation ?
- Quels standards sont importants et à favoriser ?
- Quelles sont les recherches pluridisciplinaires qu'il faudrait encourager ?

Un des aspects importants, en vue de l'adoption du Web sémantique, est la capacité d'aider des utilisateurs non spécialistes à créer et à exploiter des ressources exploitables dans le cadre des infrastructures et des outils proposés dans le cadre du Web sémantique. En d'autres termes, comment cacher la complexité des technologies du Web sémantique. Quelles seraient les recherches nécessaires sur ce plan ? Cela peut être relié au point précédent sur les recherches pluridisciplinaires mais pas seulement.

4. CONCLUSION

Au niveau de cette conclusion, nous considérons que le lecteur a lu les autres chapitres – donc les autres articles de ce numéro hors-série – et peut suivre, avec bénéfices, la synthèse ainsi proposée.

4.1. QUELQUES REFLEXIONS

Quelles seront les clés de la pénétration des technologies du Web sémantique ? Comme pour toute nouvelle technologie dont les usages potentiels sont nombreux, il est difficile de prévoir lesquels prévaudront et comment telle ou telle catégorie de professionnels ou d'utilisateurs trouveront un bénéfice réel aux nouvelles possibilités offertes. Il est néanmoins possible de repérer d'ores et déjà des obstacles à la diffusion du Web sémantique. Dans une vision prospective, Euzenat [2] souligne un ensemble de recherches qu'il serait utile de développer et discute de différents modèles de croissance du Web sémantique. Les deux modèles extrêmes sont d'une part celui qui verrait se développer le Web sémantique par des processus similaires à ceux qu'a connus le Web en HTML (réalisation par analogie et « couper-coller ») et d'autre part le modèle opposé dans lequel n'existeraient que de « petits » Webs sémantiques de différentes communautés. Tout intermédiaire est évidemment possible.

Nous nous contenterons d'insister, dans la première partie de cette conclusion, sur deux de ces obstacles qui sont particulièrement cruciaux pour les débuts même du Web sémantique.

Le premier, indéniable, est la diversité et la complexité des langages tels qu'ils sont actuellement proposés par le W3C. Cela est sans doute inévitable dans cette phase initiale. Mais il est sans doute bon de rappeler que des raisons du succès d'HTML sont la diversité de ses utilisations et sa simplicité ainsi que celle des outils permettant sa mise en œuvre. De même, XML reste relativement simple pour la réalisation d'applications dans différents métiers et surtout est maintenant bien maîtrisé par de nombreux développeurs. Même si on n'adhère pas complètement à ce que James Hendler³ a écrit, on peut affirmer que la convivialité des outils pour la mise en œuvre des langages du Web sémantique sera ainsi une des principales clés.

Le deuxième obstacle provient du fait que la détermination et l'ajout, même de simples méta-données, n'est pas une activité naturelle pour la plupart des personnes. Les expériences des chercheurs et des praticiens de la documentation sont éclairantes de ce point de vue. La difficulté dans le cas de connaissances plus formalisées est évidemment accrue. Les expériences dans la construction d'ontologies sont, ici aussi, instructives et pourraient contribuer à lever quelques illusions.

³ « Sur le Web, l'expressivité est le baiser de la mort, les langages et les solutions plus simples vont plus loin que les plus complexes » in [7].

Comme le souligne Euzenat *et al.* [2], dans l'idéal les méta-données et les annotations sémantiques devraient être un sous-produit automatique ou effet de bord des activités usuelles, personnelles ou professionnelles, des différents types d'utilisateurs. Même si on ne peut penser atteindre cet objectif en toute généralité, des avancées dans cette direction doivent être l'objet de recherches. Comme souligné ci-dessus, on peut, à ce propos, se poser la question de savoir si le Web sémantique se généralisera ou restera cantonné dans des communautés réduites de professionnels.

Les journées scientifiques organisées par l'AS ont en tout cas montré que la voie semble ouverte pour deux visions, pour nous complémentaires, du Web sémantique. La première met plus l'accent sur la réalisation d'outils logiciels utilisant des représentations munies de sémantique formelle et des mécanismes inférentiels puissants, avec un coût souvent élevé de construction et de maintenance des connaissances. La deuxième met plus l'accent sur des représentations semi-formelles et repose plus sur l'utilisateur pour leur exploitation opérationnelle. Pour ses partisans, elle peut, à court terme, être plus souple à réaliser et finalement correspondre mieux aux fonctionnements cognitifs de ces utilisateurs. La première, par contre, permettra une meilleure prise en charge de différentes tâches par les agents logiciels et devrait permettre d'obtenir un meilleur niveau de confiance et de sécurité dans l'utilisation du Web. Le débat est ouvert y compris avec ceux qui expriment des propositions intermédiaires.

4.2 PROPOSITIONS DE RECHERCHE

Nous récapitulons dans cette conclusion, les propositions de recherche qui émergent des travaux de l'AS et qui sont pour la plupart justifiées dans les chapitres précédents, particulièrement dans la quatrième partie des chapitres correspondants.

Deux remarques s'imposent :

- La première est que ces thèmes ne sont pas indépendants. Par exemple, les thèmes métadonnées ou ontologies peuvent être l'objet de recherches en tant que telles mais sont bien sûr présents dans beaucoup d'autres recherches comme celles portant sur l'intégration de sources d'information hétérogènes ou l'accès et la composition de services Web sémantiques ou bien encore dans toutes les problématiques d'adaptation ou de personnalisation dans les cas où ces tâches se posent dans le contexte du Web sémantique.

- La deuxième est bien sûr qu'une partie de ces recherches existe indépendamment du Web sémantique. Mais d'une part, elles sont indispensables au développement du Web sémantique. Et d'autre part, le fait de les mener dans ce contexte transforme souvent les problèmes posés et le type de méthodes et d'outils à considérer afin d'avancer vers la solution de ces problèmes, comme il a été longuement expliqué dans les différents chapitres de ce document. Ces nouvelles dimensions peuvent d'ailleurs avoir un effet en retour sur des recherches menées par ailleurs.

Ces propositions sont ainsi :

Infrastructures et Langages

- rôles des différents langages : RDF + OWL, nouvelles solutions, etc. ;
- transformations entre langages : modes de spécification et d'exécution, preuve de la correction des transformations par rapport à leurs spécifications ;
- services d'inférence automatiques pour les ontologies et le WS : efficacité, très grandes bases de connaissance, raisonnement en présence d'informations erronées, périmées, redondantes ;
- technologies des SGBD pour le Web sémantique.

Annotations et métadonnées

- rôle et usages des métadonnées et des annotations dans les activités individuelles ou collectives ;
- interfaces d'écriture et de visualisation des métadonnées/annotations et problèmes associés ;
- aide à la construction de méta-données à partir de documents textuels et autres ;
- cycle de vie des méta-données : évolution, historique, droits.

Ontologies

- méthodologies pour la construction et l'évolution des ontologies ;
- correspondances sémantiques entre ontologies (fusion, alignement) ;
- aide à la construction d'ontologies (et de méta-données) à partir de documents textuels et autres ;
- outils pour la réalisation et l'utilisation d'ontologies (visualisation, stockage, recherche) ;
- bibliothèques d'ontologies de haut niveau ou spécifiques ;
- recherches sur les processus d'utilisation distribuées d'ontologies.

Intégration de sources de données

- médiation décentralisée : conception d'architectures flexibles et extensibles, langages d'interrogation riches et puissants et outils conviviaux ;
- intégration de données multimédia et en temps réel ;
- méthodes et outils de fouille de données (*data mining*) sur des documents non structurés ou mal structurés.

Personnalisation / Adaptation

- modèles utilisateurs et modèles d'utilisation pour le Web sémantique ;
- qualité de services, sécurité et protection de la vie privée ;
- adaptation à l'utilisateur pour la recherche d'information ;
- adaptation dans le contexte de l'accès et de l'utilisation des Web services.

Web services sémantiques

- méthodes et outils du Web sémantique pour automatiser autant que possible les différentes tâches liées au cycle de vie des services Webs ;
- étude des modèles temporels pour les Web services ;
- Web services sémantiques dans le contexte des e-workflows et des processus métiers ;
- modèles sémantiques pour les Web services.

Applications

- montrer l'utilité économique et sociétale (innovations) ;
- pousser aux limites ces nouvelles technologies sur plusieurs champs applicatifs concrets et utiles (test de domaine de validité et verrous technologiques) ;
- faire remonter de nouvelles problématiques scientifiques (fertilisation croisée) ;
- montrer qu'elles sont ou seront sous peu opérationnelles (passage à l'échelle) ;
- accélérer le temps de cycle de transfert vers l'industrie et les services (transfert technologique et commercial).

Questions générales

- qualité de service ;
- contributions du Web sémantique au travail coopératif ;
- modèles de confiance (en fonction du contexte, propagation) ;
- modèles de preuve ;
- facilitation de la prise en main du Web sémantique par les producteurs de ressources et les différents types d'utilisateurs.

RÉFÉRENCES

- [1] Berners-Lee Tim, Hendler James & Lasilla Ora (2001). The Semantic Web, *Scientific American*,.
- [2] Cruz Isabel, Decker Stefan, Euzenat Jérôme & McGuinness Deborah (eds) (2002). *The emerging Semantic Web, Selected papers from the first Semantic web working symposium*, IOS press, Amsterdam (NL).
- [3] Euzenat Jérôme (ed) (2002). Research challenges and perspectives of the Semantic Web, *Report of the EU-NSF strategic workshop*, Sophia-Antipolis.
- [4] Fensel Dieter, Hendler James, Lieberman Henry & Wahlster Wolfgang (eds) (2002). *Spinning the Semantic Web : Bringing the World Wide Web to Its Full Potential*, The MIT Press.
- [5] Horrocks Ian & Hendler James (eds) (2002). The Semantic web – ISWC 2002, *Proceedings of the “First International Semantic Web Conference”*, Sardinia, June 2002, LNCS 2342, Springer.
- [6] Hyvönen Eero (ed) et al. (2002). Semantic Web Kick-Off in Finland, Vision, Technologies, Research and Applications, HIT Publications.
- [7] STAAB Stefen (ed) et al. (2002). Ontologies' KISSES in Standardization, *IEEE Intelligent Systems*, March-April 2002, p.70-79.