

# Livre Blanc

Veille Technologique  
Web sémantique & Systèmes embarqués



# Sommaire

<b>1. Introduction</b>	<b>4</b>
1.1. Objectif	4
1.2. Présentation	5
<b>2. Le web sémantique</b>	<b>6</b>
2.1. Présentation et contexte	6
2.1.1. Le Web	6
2.1.2. Le Web Sémantique	6
2.1.3. Contexte	7
2.2. Technologies	8
2.2.1. La tour du Web Sémantique : Vision du W3C	8
2.2.2. Technologies HTTP	9
2.2.3. Syntaxe : XML (Extensible Markup Language)	9
2.2.4. Technologies standards du web sémantique	10
2.2.5. Technologies non réalisées	13
2.2.6. Technologies alternatives	14
2.3. Acteurs impliqués	16
2.4. Applications	16
2.4.1. E-commerce (BestBuy.com)	16
2.4.2. Recherche (DBpedia)	19
2.4.3. Web personnalisé (Cruzar)	19
<b>3. Systèmes embarqués</b>	<b>21</b>
3.1. Présentation	21
3.2. Contraintes techniques et matérielles	22
3.3. Acteurs impliqués	23
3.4. La communication M2M	25

3.4.1.	Présentation .....	25
3.4.2.	Définition .....	25
3.4.3.	Pourquoi le Machine to Machine ?.....	26
3.4.4.	Histoire du machine 2 machine et applications actuelles.....	27
3.4.5.	La communication Machine 2 Machine.....	28
<b>3.5.</b>	<b>Les systèmes existants .....</b>	<b>32</b>
<b>4.</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>35</b>

**Note de lecture :** Après nos sources, sont notées les dates de consultations.

# 1. Introduction

## 1.1. Objectif

Ce document décrit le contexte de notre sujet de veille technologique, à savoir le web sémantique, les systèmes embarqués et l'union des deux. Il traite aussi de l'évolution de notre sujet suivant différents axes de veille. Nous nous sommes intéressés à différents aspects afin de fournir une vision à la fois globale et précise de notre sujet.

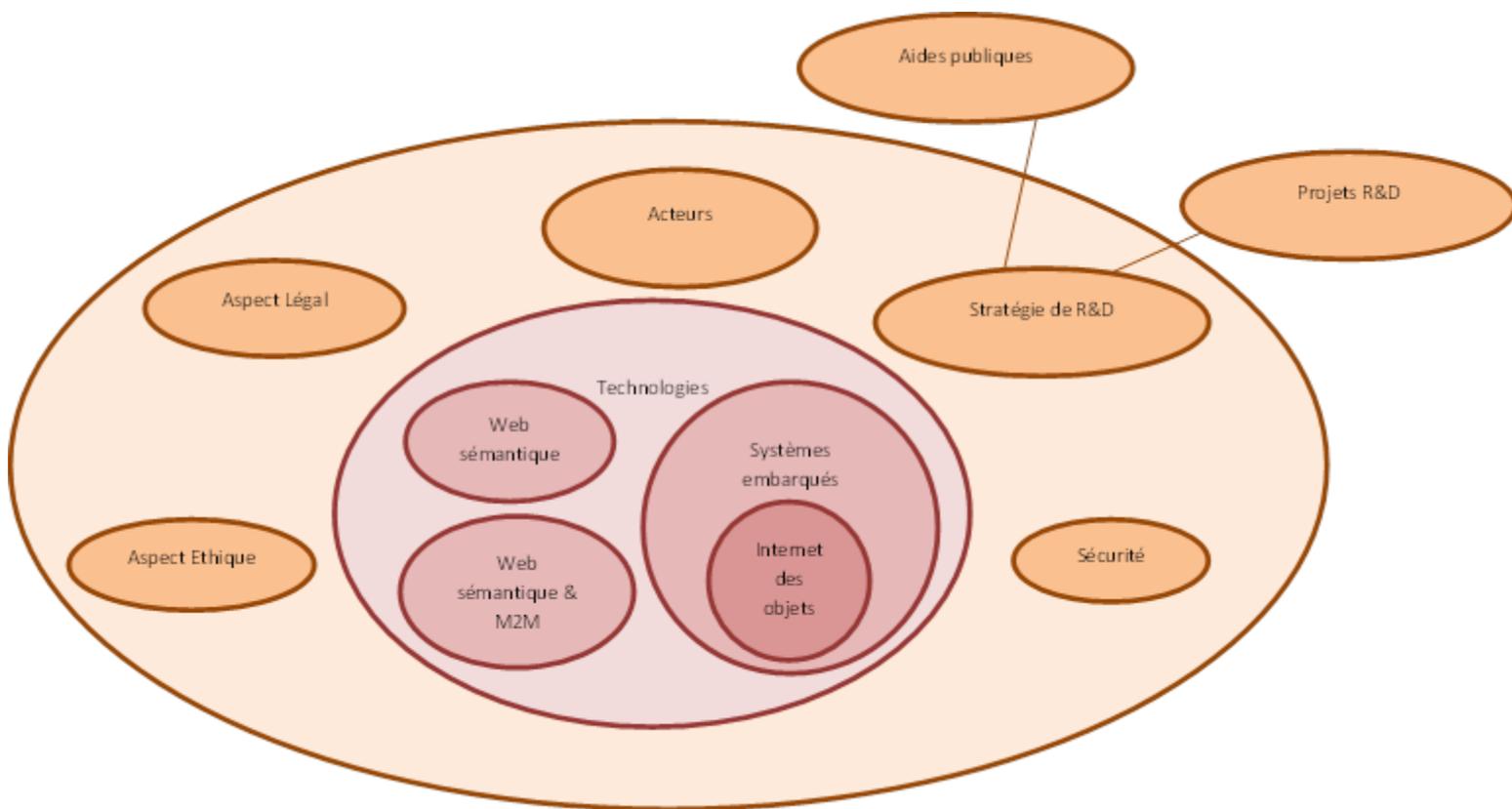


Figure 1 - Les axes de veilles

## 1.2. Présentation

Nous sommes six étudiants de l'école Polytech'Lyon en deuxième année, spécialité informatique. Et dans le cadre de l'Unité d'Enseignement de Veille Technologique, nous avons porté notre attention sur le thème du Web sémantique et des systèmes embarqués. Ce projet s'étend sur six mois et nous permet de développer nos connaissances et compétences. En effet, ce dernier nous apprend à travailler en groupe et de manière coordonnée tout en nous faisant découvrir les principes de la veille technologique.

Notre sujet de veille technologique nous possède l'intitulé suivant :

**« Les évolutions de l'écosystème du web sémantique et des systèmes embarqués »**

## 2. Le web sémantique

### 2.1. Présentation et contexte

#### 2.1.1. Le Web

En 1989, Tim Berners-Lee, travaillant au **CERN** (*Conseil européen pour la Recherche nucléaire*) invente le Web (World Wide Web) en liant le principe d'hypertexte avec Internet. Surfer sur le net, partager des documents, échanger avec des millions de personnes à travers le monde... Tout ceci n'aurait pas été possible sans l'invention du World Wide Web. Le Web a été pendant les premières années de son apparition un outil de diffusion, où un ensemble de producteurs de contenu diffusent l'information aux internautes, via des pages HTML simples liées entre elles par des hyperliens. C'est ce qu'on appelle le Web 1.0 auquel succède le Web 2.0.

Outre les évolutions techniques, le Web 2.0 se traduit par une évolution des usages. Grâce aux interfaces simplifiées, l'internaute s'approprie plus facilement le contenu du Web et ses nouvelles fonctionnalités. Avec les nouvelles applications (blogs, wikis, réseaux sociaux), les utilisateurs peuvent participer à la création du contenu. Le Web 2.0 est marqué par l'interactivité entre les utilisateurs, l'échange et le partage d'informations, c'est ce qu'on appelle le Web social. Mais le Web ne cesse d'évoluer. De nos jours, la question qui se pose, c'est quel serait le web de demain?

L'évolution future du Web 2.0 est souvent désignée par le terme Web 3.0. Deux évolutions majeures sont pressenties. Certains spécialistes voient le Web sémantique comme la future évolution du Web, d'autres pensent que le Web 3.0 sera l'internet des objets<sup>1</sup>. Cependant, le Web 3.0 pourrait être la conjonction des deux thèses précédentes. Dans l'internet des objets, les objets physiques sont identifiés de manière unique, avec des codes-barres, des étiquettes RFID...etc. les données sur les comportements de ces objets sont collectées via des dispositifs tels que les capteurs. Ainsi, le Web sémantique permettrait de structurer et de mieux exploiter les données collectées.

#### 2.1.2. Le Web Sémantique

Le Web sémantique, est un ensemble de technologies dont le but est d'offrir une structure commune aux données présentes sur le web. Les documents non structurés sont ainsi convertis en web de données, mais il n'existe aucun outil permettant de convertir automatiquement les documents sans une intervention humaine. Un sens compréhensible à la fois par l'Homme et la Machine peut être associé aux données et aux relations entre elles. Les données seront alors exploitables directement par les machines et pourront être traitées sans intervention humaine. Ainsi, l'objectif du Web sémantique est non seulement de constituer un réseau global de données structurées, mais aussi de faire en sorte que l'information soit compréhensible par des machines et des agents logiciels.

Dans le magazine, Scientific American, le Web sémantique a été défini par Tim Berners-Lee, James Hendler et Ora Lassila comme une extension du Web actuel (Web 1.0 à l'époque) où on donne à l'information une sémantique, un sens bien défini, qui permettrait aux ordinateurs et aux personnes de travailler en collaboration.

"The Semantic Web is an extension of the current web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation<sup>ii</sup>."

L'ensemble des technologies en rapport avec le web sémantique est représenté dans ce qu'on appelle le « Web sémantique tower » (cf. 2.2.Technologies).

Les technologies du Web sémantique peuvent être utilisées dans de nombreux domaines d'applications (ceci est une liste non exhaustive):

- Dans l'intégration de données, où des données de provenance (serveurs) et de format variés peuvent facilement être intégrées à une application.
- Dans la recherche et la classification des ressources afin de fournir aux moteurs de recherche la capacité d'effectuer des recherches plus précises (ex : Quelle est la capitale de France ?).
- Dans le catalogage, afin de décrire le contenu et ses relations avec d'autres contenus.
- Dans les agents logiciels intelligents afin de faciliter le partage de leurs connaissances.
- Dans l'évaluation du contenu.
- Dans la description de collections de pages représentant un seul document logique.

### 2.1.3. Contexte

À l'origine, dans sa vision du Web sémantique, Tim Berners Lee avait imaginé un agent qui pourrait confirmer ou infirmer une théorie scientifique.

En effet, l'objectif du Web sémantique est de pouvoir créer des agents sur le réseau (logiciels, robots...) qui sont en mesure d'interpréter l'information disponible. L'une des problématiques qui se posent est la communication entre machines. Le but est de faire en sorte que deux machines puissent communiquer entre elles sans intervention humaine. En effet le Web sémantique permet de décrire les informations du Web de manière à ce qu'elles soient compréhensibles pour les machines.

## 2.2. Technologies

### 2.2.1. La tour du Web Sémantique : Vision du W3C

L'ensemble des technologies du Web sémantique est organisé dans une architecture en couches. C'est ce qu'on appelle la « Semantic Web Stack » ou « Pile du Web Sémantique » (voir figure 1). Elle constitue la vision du W3C de l'architecture du Web Sémantique. Ainsi l'ensemble des technologies (langages et protocoles) qu'elle comporte, sont standardisées par le W3C, et font toujours l'objet de recherches et de travaux d'amélioration et de normalisation au sein du W3C.

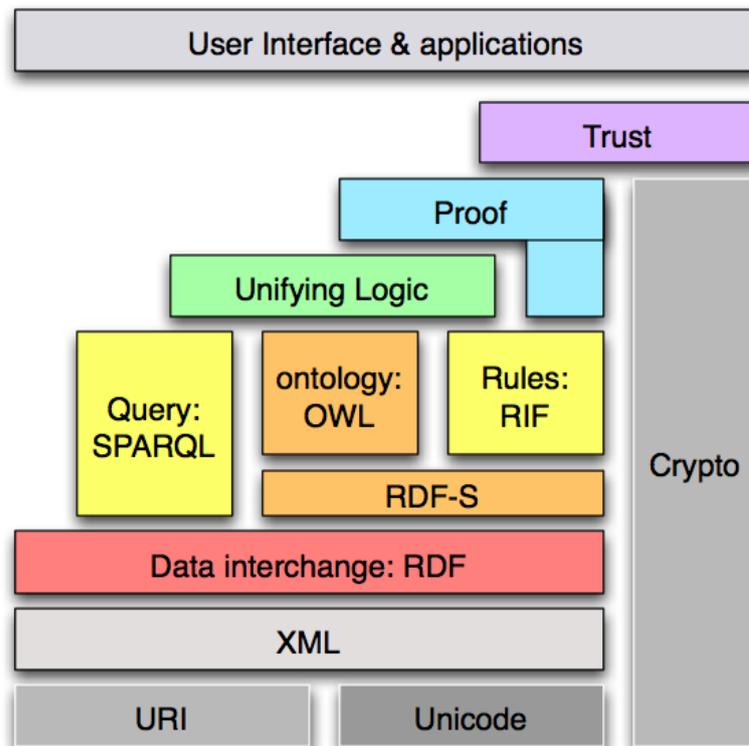


Figure 2 - Pile du Web sémantique (Semantic Web Stack)

Certaines couches sont déjà implémentées. En effet, les langages et protocoles qui permettent de remplir leurs fonctions existaient déjà ou ont été conçus et créés pour répondre aux spécifications de chaque couche. Le Web sémantique est encore un grand chantier, les couches supérieures ne sont pas encore très évoluées, mais le rôle qu'elles doivent occuper est globalement défini.

Chaque couche utilise la couche du dessous, et a une fonction bien déterminée dans l'architecture.

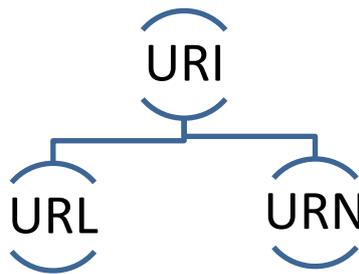
Nous allons voir les fonctions de chaque couche ainsi que les langages et/ou protocoles qui leur sont liés.

### 2.2.2. Technologies HTTP

- Les identifiants : Les URI (Uniform Resource Identifiers)

Cette couche est utilisée pour l'identification de chaque ressource sur le réseau. Elle utilise les URIs, des chaînes de caractères permettant d'identifier une ressource quelconque de manière permanente.

RDF utilise les URIs afin d'identifier chacune de ces entités, d'où le lien avec les couches supérieures.



- Les **URL** (Uniform Resource Locator)

Outre la représentation unique d'une ressource, les URI de ce type impliquent une représentation de la ressource. À titre d'exemple, une page Web est une ressource identifiée par une URL. Cette même URL est associée à une représentation de cette même ressource. Pour notre exemple, le document HTML qui décrit la page Web constitue une représentation de la ressource (la page Web) identifiée par une URL.

- Les **URN** (Uniforme Resource Name)

Une ressource est identifiée par son nom par rapport à un espace de nommage. Les noms à l'intérieur d'un espace de nommage sont uniques, afin d'éviter toute ambiguïté entre les éléments ayant des noms identiques. Elle permet de nommer une ressource sans forcément qu'elle soit accessible via le Web.

### 2.2.3. Syntaxe : XML (Extensible Markup Language)

**XML** correspond à la couche Syntaxe. Il donne la syntaxe pour décrire la structure du document, il permet de définir des espaces de nommages qui peuvent avoir un vocabulaire, mais n'inclut pas une dimension sémantique, d'où l'utilisation de **RDF**.

## 2.2.4. Technologies standards du web sémantique

### Data interchange: RDF (Resource Definition Framework)

C'est un langage permettant de décrire des ressources web grâce à des triplets de la forme :  
**(Sujet, prédicat, objet).**



C'est un modèle standard pour l'échange de données sur le « Web of Objets ». Il facilite la fusion des données même si les schémas sous-jacents diffèrent.

On voudra par exemple représenter l'idée « Albert a un fils nommé Brian »



En **RDF/XML** on écrira :

```
<rdf:Description about="#albert"  
  <family:child rdf:Resource="#brian">  
</rdf:Description>
```

Le W3C propose également une intégration directe des triplets dans le langage HTML avec à la norme **RDFa**:

```
<p about="#albert" >  
  <span property="family:child">Brian</span> est le fils d'Albert  
</p>
```

Il existe aussi d'autres notations moins utilisées telles que la notation **N3** :

```
<#albert> family:child <#brian>
```

### Taxonomies: RDFs (RDF schema)

**RDF Schéma** est une extension de **RDF**. Il correspond à la couche **taxonomie**<sup>1</sup>. C'est un métavocabulaire, c'est-à-dire un vocabulaire qui permet d'en décrire d'autres. En effet, dans le web sémantique « *un vocabulaire (ou "vocabulaire contrôlé")* »<sup>2</sup>.

### Ontologies : OWL (Web Ontology Language)

Une ontologie désigne une modélisation ainsi que la structure qu'elle modélise. Si on prenait comme exemple un texte, on s'intéresse autant à la structure qu'au sens. Cette couche utilise le langage **OWL**, qui est basé sur **RDF**. C'est une extension de **RDF Schémas**. Il définit un vocabulaire riche pour décrire les ontologies.

Une des ontologies les plus utilisées est le projet **FOAF** (Friend Of A Friend) qui permet de décrire des personnes et les relations qu'elles entretiennent entre elles.

---

<sup>1</sup> Taxonomie : classification des informations de manière hiérarchique.

<sup>2</sup> **Source (décembre 2011):** [websemantique.org](http://websemantique.org)

Un exemple concret consisterait par exemple à décrire Mr Dan Brickley, avec son adresse mail, son site web ainsi qu'une de ses connaissances :

```
<rdf:RDF
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:foaf="http://xmlns.com/foaf/0.1/"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#">
  <foaf:Person>
    <foaf:name>Dan Brickley</foaf:name>
    <foaf:title>Mr.</foaf:title>
    <foaf:givenName>Dan</foaf:givenName>
    <foaf:familyName>Brickley</foaf:familyName>
    <foaf:mbox rdf:resource="mailto:webmaster@foaf-project.org"/>
    <foaf:homepage rdf:resource="http://danbri.org"/>
    <foaf:knows>
      <foaf:Person">
        <foaf:name> Libby Miller</foaf:name>
      </foaf:Person>
    </foaf:knows>
  </foaf:Person>
</rdf:RDF>
```

### Quering: SPARQL (SPARQL Protocol and RDF Query Language)

Comme son nom l'indique, **SPARQL** est un protocole et un langage qui permet de faire des requêtes sur les données **RDF**. **SPARQL** est l'équivalent de **SQL** pour le Web des données. L'un des avantages de **SPARQL** est le fait qu'il se base directement sur les métadonnées RDF. Cela permet aux machines ou aux humains d'interroger des bases de données sur le Web, sans forcément en connaître le schéma au préalable, ce qui permettrait un accès aux données sans intermédiaire.

**Source (décembre 2011)** : Recommandation de SPARQL : <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>

### Rules : SWRL et RIF

Il existe différents langages de règles, cette couche a pour objectif de normaliser la représentation des règles RDF. Elle comporte deux langages de règles : **SWRL** (Semantic Web Rule Language) et **RIF** (Rule Interchange Format). SWRL est une extension de OWL qui normalise la représentation des règles au format RDF. RIF ne repose pas directement sur RDF mais sur XML et il permet plutôt de faciliter l'utilisation et l'échange de règles entre les formats déjà existants.

#### Source (décembre 2011) :

Recommandation de RIF (06-2010) : <http://www.w3.org/TR/rif-bld/>

Utilisation de RIF en combinaison avec RDF et OWL: <http://www.w3.org/TR/rif-rdf-owl/>

Soumission de SWRL : <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>

### 2.2.5. Technologies non réalisées

Les couches supérieures de la pile du Web sémantique contiennent des technologies qui ne sont pas encore standardisées ou contiennent seulement des idées qui devraient être mises en œuvre afin de réaliser le Web sémantique.

#### Les couches Logic, Proof et Trust :

Ces trois couches n'ont pas encore été implémentées. Elles s'appuieront les unes sur les autres afin de permettre l'identification et la validation des informations récoltées grâce aux données RDF.

La couche Logic est la première de ces couches. Son nom est assez transparent : elle donne la possibilité de construire des moteurs d'inférence logique afin de faire des liens entre les entités RDF sans que ceux-ci soient explicitement exprimés. Elle se baserait pour ça sur les règles définies par la couche Rules. La couche Logic sera à la couche Rules ce que la couche OWL est à la couche RDF c'est-à-dire qu'on cherche à regrouper les règles pour leur donner un sens et les rendre utilisables.

La couche Proof utilisera la couche logique afin d'assurer la vérification des déclarations effectuées dans le Web sémantique.

Enfin la couche Trust vient s'appuyer sur les deux autres et c'est elle qui permettra de contrôler la véracité d'une information en attribuant plus ou moins de confiance aux sources de données rencontrées lors de la recherche

#### Source (décembre 2011) :

Introduction au RDF : <http://infomesh.net/2001/swintro/#trustAndProof>

Réflexion sur les couches Proof et Trust : <http://www.seoskeptic.com/open-linked-data-discovery-proof-and-trust/>

### La couche Cryptography

Cette couche a pour but de s'assurer et de vérifier que les déclarations issues du Web sémantique proviennent d'une source sûre, ce qui peut être réalisé par la signature numérique<sup>3</sup> des déclarations **RDF**.

### User interface

C'est ici la dernière couche permettant à l'homme d'utiliser des applications en web sémantique. Elle n'est pas spécialement placée au sommet, mais plutôt au-dessus de la dernière couche développée et elle évolue en même temps que le reste des technologies.

#### 2.2.6. Technologies alternatives

##### Microdatas (Microdonnées)

Ce sont des attributs introduits avec HTML5 et permettant d'inclure du contenu sémantique, c'est-à-dire des métadonnées, directement dans une page web. Les microdatas ont été créées dans le but de simplifier la manière d'annoter les éléments HTML avec une approche similaire au **RDFa**.

Le W3C a lancé le groupe « HTML Data Task Force » qui pour but de faciliter la transformation de données décrites en utilisant les microdatas en RDFa et inversement.

##### Microformats

C'est une alternative aux ontologies basée sur l'utilisation des microdatas qui ont la même finalité, mais qui ne sont pas développés par le W3C.

En effet, les microformats sont un ensemble de conventions qui, incorporées à une page HTML, permettent de mieux en exploiter le contenu. À titre d'exemple, les tags ainsi que les personnes ayant laissé des commentaires sur des sites comme You Tube sont décrits avec les microformats.

Il y a le format hcard qui permet de représenter des personnes et des organisations :

---

<sup>3</sup> **Signature numérique** (parfois appelée signature électronique) est un mécanisme permettant de garantir l'intégrité d'un document électronique et d'en authentifier l'auteur, par analogie avec la signature manuscrite d'un document papier.

```
<div class="vcard">
  <a class="url fn org" href="http://www.xebia.fr/">Xebia</a>
  <a class="email" href="mailto:info@xebia.fr">info@xebia.fr</a>
  <div class="adr">
    <div class="street-address">10/12 Avenue de L'Arche</div>
    <span class="locality">Courbevoie</span>,
    <span class="postal-code">92 419</span>
    <span class="country-name">France</span>
  </div>
  <div class="tel">
    <span class="type">Work</span>+33 (0)1 53 89 99 99
  </div>
  <div class="tel">
    <span class="type">Fax</span>+33 (0)1 53 89 99 97
  </div>
  <a rel="me" class="url" href="http://fr.twitter.com/#!/XebiaFr">Twitter</a>
  <a rel="me" class="url" href="https://github.com/xebia-france">Github</a>
</div>
```

Cet exemple décrit une organisation « Xebia » ayant un site et une adresse email. Elle possède également une adresse géographique (classe « adr ») et deux numéros de téléphone (fixe/fax). Deux autres profils sont consultables en ligne (Twitter et Github).

Le W3C propose un standard permettant de faciliter la conversion des microformats en RDF : le **GRDDL** (Gleaning Resource Descriptions from Dialects of Languages)

### Schema.org

Schema.org propose les « schémas », des modèles de données génériques dérivé de RDFS mais basé directement sur les microdatas plutôt que sur la norme RDF. Le concept de ces schémas se rapproche fortement des ontologies de la pile du W3C. Les créateurs de Schema.org ont décidé de favoriser les microdatas au RDFa, car ils considéraient la norme du W3C trop lourde et trop complexe à mettre en place pour les webmasters.

Schema.org a acquis un poids considérable durant l'été 2011, lorsque les 3 principaux moteurs de recherche ont décidé d'un commun accord de soutenir ce site et ses acteurs.

## 2.3. Acteurs impliqués

Groupes de travail	
W3C	Le W3C est un organisme de standardisation. Il est chargé de promouvoir la compatibilité des technologies du Web. Le W3C est l'initiateur de nombreux groupes de travail qui œuvrent à l'amélioration des normes déjà existantes ainsi qu'à la conception des normes futures.
Schema.org	Groupe créé pour proposer une alternative à la norme du W3C sur le web sémantique, car celle-ci était jugée trop complexe. Ils ont depuis obtenu le soutien des trois principaux moteurs de recherche qui utilisent désormais les schémas proposés dans leur indexation
Les moteurs de recherches Les moteurs de recherche sémantique sont l'avenir de la recherche sur le web pour fournir aux utilisateurs des réponses non plus basées sur des mots clés, mais directement sur le contenu en exploitant les métadonnées. Ils auront donc un rôle prépondérant dans le futur du web sémantique et l'orientation des recherches dans ce domaine.	
Google	Google a fait l'acquisition de Metaweb en 2010 afin de développer sa branche sémantique et d'améliorer son moteur de recherche.
Bing	Microsoft rachète Powerset en 2008 (un moteur de recherche en langage naturel) pour pouvoir intégrer la recherche sémantique à son nouveau moteur.
Yahoo!	Le moteur de recherche de Yahoo! prend en charge les technologies du web sémantique, les microformats et Schema.org. Yahoo! a lancé en 2011 le Semantic Search Challenge, une compétition basée sur la recherche sémantique et dont les résultats ont pu servir de base de discussion à des groupes de travail lors de la conférence WWW2011.
Siri (Apple)	Siri qui est un assistant personnel intelligent, utilise la sémantique des données du web afin de répondre aux requêtes des utilisateurs.
Wolfram Alpha	Wolfram Alpha est un moteur de recherche sémantique lancée en 2009.

## 2.4. Applications

Nous présenterons une application du web sémantique pour les principaux domaines d'utilisation. La recherche de ces applications a été effectuée avant la veille.

### 2.4.1. E-commerce (BestBuy.com)

BestBuy.com utilise le web sémantique afin d'être mieux référencé par les moteurs de recherche. En effet, Google par exemple, utilise les métadonnées du web sémantique que

contiennent les sites internet afin de répondre à une requête complexe comme « Où acheter une télévision Samsung ? »<sup>4</sup>.

L'objectif principal de l'utilisation des technologies sémantiques est d'accroître la visibilité de ses produits et services. En utilisant des données telles que le nom du magasin, l'adresse, heures d'ouverture et des données de GEO ont été balisé à l'aide de RDFa. Les moteurs de recherche sont capables d'identifier chacun de ces éléments de données facilement et de les mettre en contexte. Best Buy a créé pour chaque magasin son propre blog.

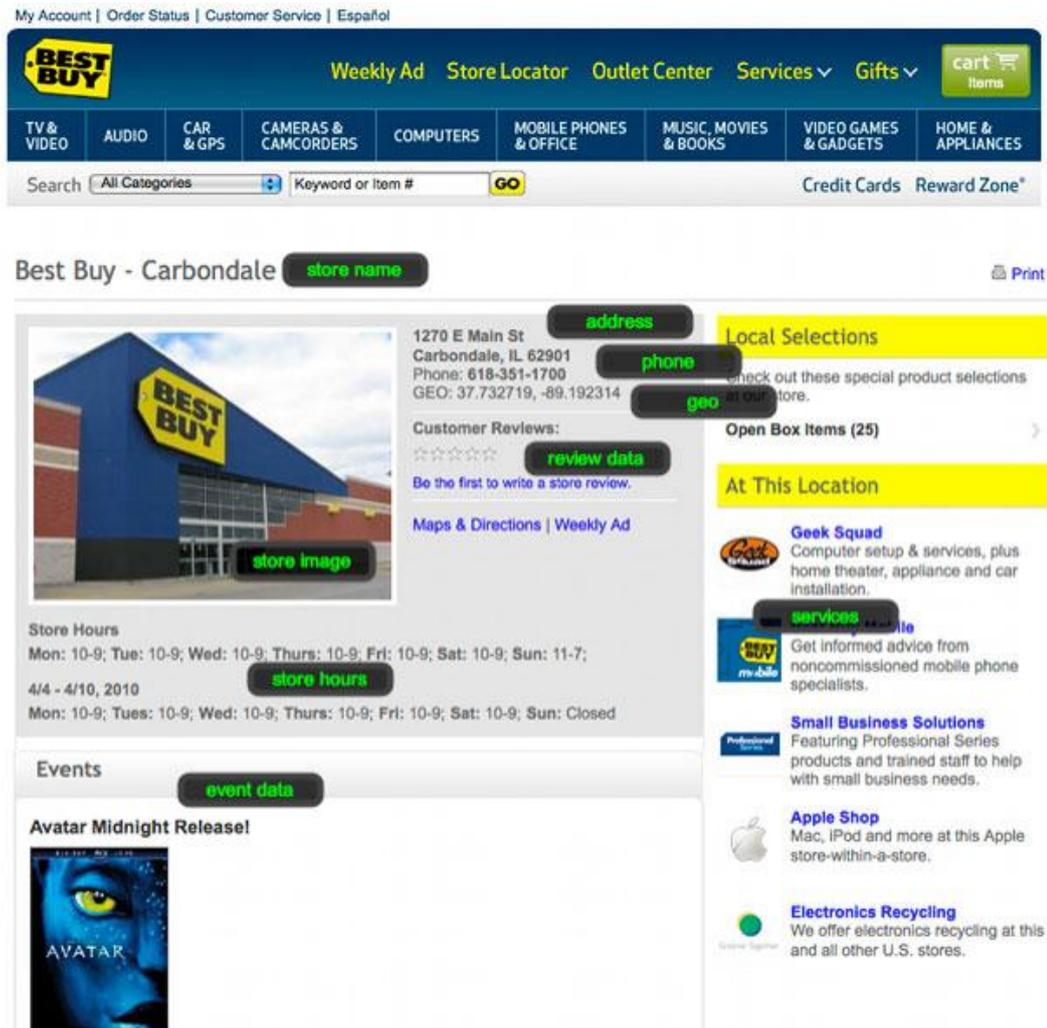
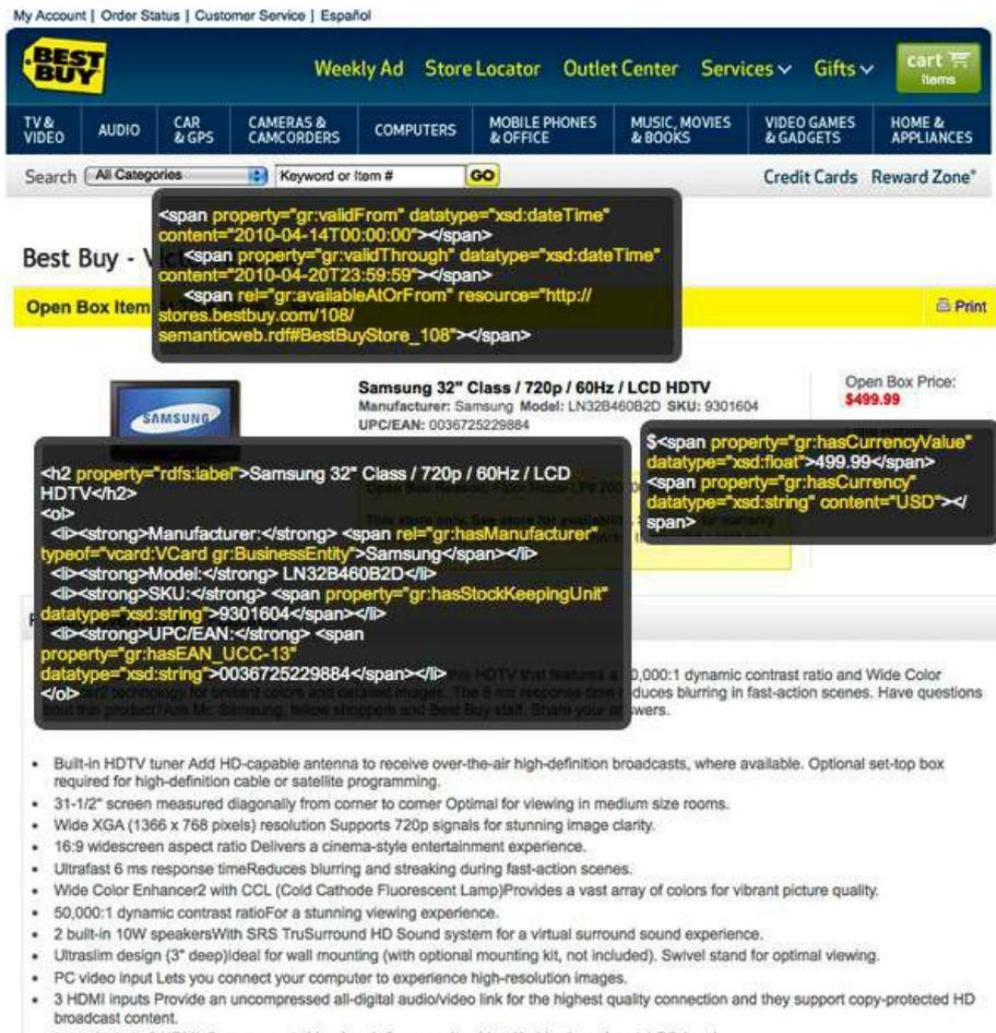


Figure 3 - Une page de description d'un magasin

Les employés de Best Buy entrent chaque jour les informations dans les blogs en utilisant les formulaires de productivité en ligne de RDFa. Les technologies du web sémantique sont aussi utilisées pour décrire les produits vendus.

<sup>4</sup> Source (27 avril 2012) :  
<http://online.wsj.com/article/SB10001424052702304459804577281842851136290.html>



The screenshot shows a Best Buy product page for a Samsung 32" Class / 720p / 60Hz / LCD HDTV. Several RDFa code snippets are overlaid on the page, highlighting semantic data:

- Availability:**

```
<span property="gr:validFrom" datatype="xsd:dateTime" content="2010-04-14T00:00:00"></span>
<span property="gr:validThrough" datatype="xsd:dateTime" content="2010-04-20T23:59:59"></span>
<span rel="gr:availableAtOrFrom" resource="http://stores.bestbuy.com/108/semanticweb.rdf#BestBuyStore_108"></span>
```
- Price and Currency:**

```
$<span property="gr:hasCurrencyValue" datatype="xsd:float">499.99</span>
<span property="gr:hasCurrency" datatype="xsd:string" content="USD"></span>
```
- Product Label and Metadata:**

```
<h2 property="rdfs:label">Samsung 32" Class / 720p / 60Hz / LCD HDTV</h2>
<ol>
<li><strong>Manufacturer:</strong> <span rel="gr:hasManufacturer" typeof="vcard:VCard gr:BusinessEntity">Samsung</span></li>
<li><strong>Model:</strong> LN32B460B2D</li>
<li><strong>SKU:</strong> <span property="gr:hasStockKeepingUnit" datatype="xsd:string">9301604</span></li>
<li><strong>UPC/EAN:</strong> <span property="gr:hasEAN_UCC-13" datatype="xsd:string">0036725229884</span></li>
</ol>
```

Figure 4 - Une page de description d'un produit

Nous pouvons constater l'utilisation du vocabulaire de l'e-commerce « GoodRelations » par exemple avec les lignes :

```
$<span poperty=" gr :hasCurrencyValue » datatype=" »xsd :float »> 499.99</span>
<span property="gr:hasCurrency" datatype="xsd:string" content="USD"></span>
```

La première ligne indique que la valeur est de 499.99. La deuxième ligne indique que la devise est le dollar américain.

L'augmentation du trafic de recherche a ainsi augmenté de 30%. De plus, le RDFa peut créer des relations riches entre les produits, qui vont à leur tour "créer une meilleure visibilité à de nouveaux produits" quand un client fait du shopping.

Beaucoup de sites marchands ont intérêt à suivre son exemple.

Source (décembre 2011) :

[http://www.readwriteweb.com/archives/how\\_best\\_buy\\_is\\_using\\_the\\_semantic\\_web.php](http://www.readwriteweb.com/archives/how_best_buy_is_using_the_semantic_web.php)

### 2.4.2. Recherche (DBpedia)

DBpedia est un projet d'extraction de données de Wikipédia pour en proposer une version web sémantique structurée. Ce projet est mené par l'Université de Leipzig, l'Université libre de Berlin et l'entreprise OpenLink Software.

DBpedia utilise sa propre ontologie contenant 320 classes formant une hiérarchie et qui sont décrites par 1650 propriétés différentes<sup>5</sup>.

Il est possible d'interroger la base de données avec l'utilisation de SPARQL. Les données de DBpedia sont liées avec d'autres jeux de données, par exemple pour la page de la Corée du Sud. DBpedia propose un lien (owl :sameAs) vers le jeu de données du New York Times<sup>6</sup>.

### 2.4.3. Web personnalisé (Cruzar)

Cruzar est une application web utilisant des règles et des ontologies et un entrepôt de données afin de construire un itinéraire personnalisé pour chaque profil de visiteur. Cette application a été créée pour la ville de Saragosse, une grande ville touristique d'Espagne.

Les données contenues dans les bases de données sont transformées en données RDF en utilisant des adaptateurs spécifiques.

Une ontologie (voir Figure 5) est utilisée pour organiser les données RDF. L'ontologie de Cruzar prend les informations sur 3 types de domaines:

- Les ressources du tourisme de Zaragoza, événements principaux et points d'intérêt
- Les profils des utilisateurs pour récupérer les préférences des visiteurs et leurs contextes
- La configuration du parcours

---

<sup>5</sup> **Source (décembre 2011)** : <http://mappings.dbpedia.org/server/ontology/classes/>

<sup>6</sup> **Source (décembre 2011)** : [http://dbpedia.org/page/South\\_Korea](http://dbpedia.org/page/South_Korea)

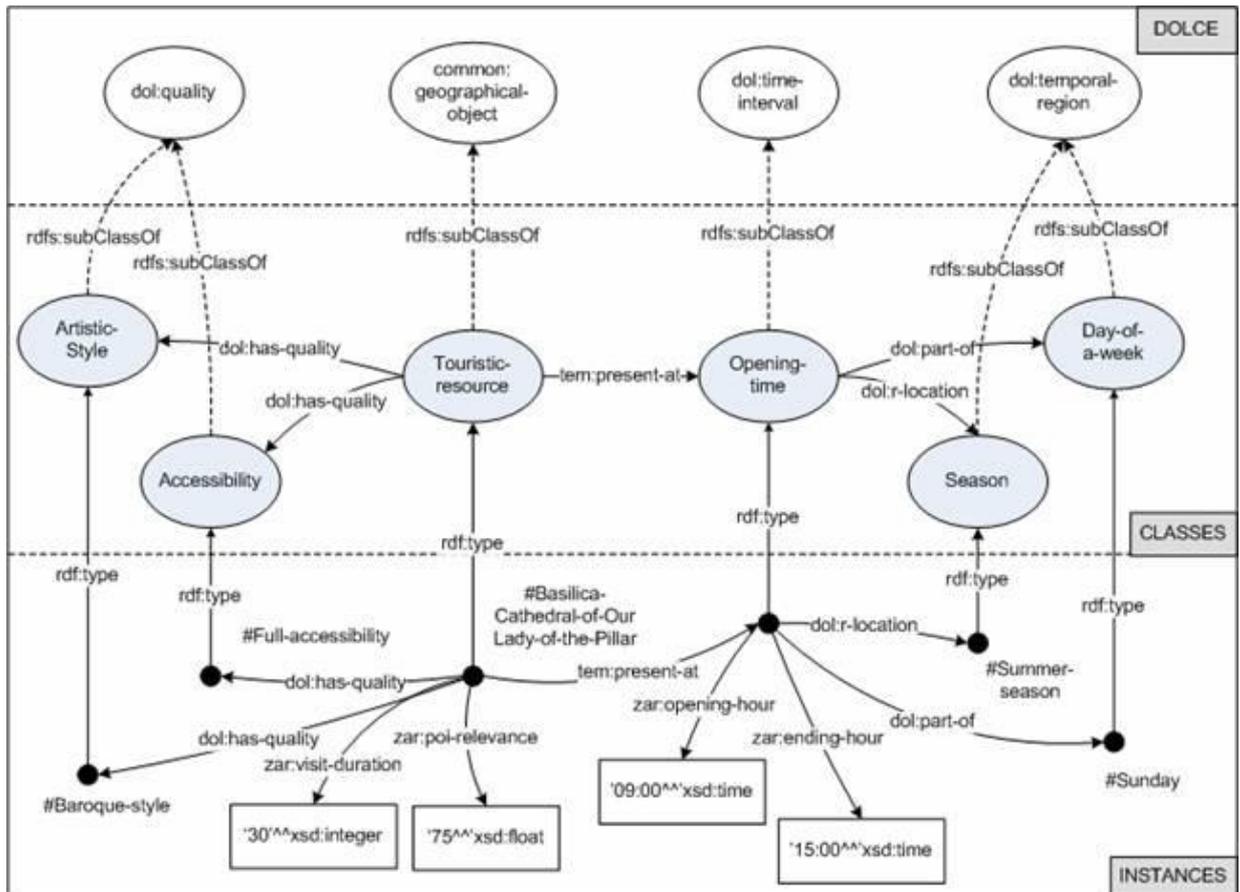


Figure 5: Ce diagramme montre comment l'ontologie décrit les ressources de Saragosse

Les événements et points d'intérêt sont définis avec leurs caractéristiques intrinsèques : position, style artistique ou date. De même les profils des visiteurs contiennent des informations sur leurs préférences et leurs voyages : date d'arrivée, composition du groupe, activités préférées, etc.

Dans le but de faire correspondre les informations locales avec les informations des préférences, un vocabulaire partagé est nécessaire. Le concept central de ce vocabulaire intermédiaire est « l'intérêt ». Les préférences des visiteurs sont traduites en une collection d'« intérêts ». Les points d'intérêts et événements de Saragosse peuvent être attrayants pour certaines personnes, cela dépend de leurs « intérêts ». La traduction des informations en « intérêts » se fait via la production de règles, qui sont exécutées par le moteur de règles Jena. Enfin un algorithme planificateur est exécuté afin de créer un parcours personnalisé.

Source (décembre 2011) : <http://www.w3.org/2001/sw/sweo/public/UseCases/Zaragoza-2/>

## 3. Systèmes embarqués

### 3.1. Présentation

Un système embarqué est un système électronique et informatique, piloté par un logiciel intégré au sein de ce système que l'on appelle « logiciel embarqué ». Il est par ailleurs soumis à diverses contraintes comme le volume du système ou encore l'énergie consacrée au fonctionnement de celui-ci. Il est notamment constitué de puces électroniques sur lesquelles fonctionnent des logiciels dédiés à l'exécution de fonctions spécifiques, elles-mêmes intégrées dans des équipements divers. Ainsi, la conception des circuits électriques nécessaires au fonctionnement du système embarqué est directement liée à l'élaboration du « firmware ». L'application est donc vue comme un ensemble de composants. Le système embarqué est autonome et son fonctionnement ne nécessite généralement pas de services extérieurs.

Le premier système embarqué a vu le jour avec la mission lunaire Apollo où un système de guidage a été développé. Celui-ci utilisait de nouveaux composants dont la masse et l'espace étaient nettement réduits, ce qui avait pour conséquence de limiter les risques en rapport avec la mission. Depuis, les systèmes embarqués ont pris une place prépondérante et sont omniprésents dans la société moderne.

Aujourd'hui, les systèmes embarqués sont utilisés dans de nombreux domaines d'application comme les télécommunications, les transports, l'aéronautique, l'électroménager... Cependant, un enjeu majeur reste d'actualité en la nécessité de minimiser les coûts et d'assurer la fiabilité du matériel dans lequel se trouve le système embarqué. Ainsi, de nombreuses contraintes résident dans la conception des systèmes embarqués :

- Le volume du système embarqué doit être le plus faible possible.
- L'espace de stockage est limité compte tenu de sa petite taille.
- La consommation énergétique doit être également très faible à cause de l'utilisation de batteries ou d'autres moyens d'alimentation pour faire fonctionner les systèmes embarqués.
- Le temps d'exécution des fonctionnalités intégrées aux systèmes intégrés doit être extrêmement faible pour les systèmes embarqués fonctionnant en temps réel, ce qui est le cas pour la plupart d'entre eux.
- La fiabilité tant au niveau du fonctionnement qu'au niveau de la protection des données de l'utilisateur doit être assurée, grâce à la mise en œuvre de systèmes prédictibles.
- La puissance de calcul du système embarqué doit être suffisante afin de fournir les fonctionnalités pour lesquelles ce dernier a été conçu.

Par conséquent, les systèmes embarqués développés doivent impérativement répondre à ces contraintes afin d'être mis sur le marché. Ils sont en perpétuelle évolution dans le but de fournir de nouveaux services répondant à la demande des potentiels utilisateurs. Actuellement, le secteur de la domotique est demandeur de systèmes embarqués évolués afin

de développer la notion de maison intelligente, où les facteurs environnementaux et les appareils électriques seraient directement contrôlables par une interface. Cette idée a notamment été fortement développée par Schneider Electric, dans son projet « Homes », où la régulation de la consommation énergétique serait possible grâce à une interface Web.

## 3.2. Contraintes techniques et matérielles

Les systèmes embarqués sont soumis à de nombreuses contraintes en fonction de leur domaine d'application, notamment ceux en temps réel puisque la contrainte temporelle prend une place prépondérante. Ainsi, en plus des différentes contraintes liées à l'embarquabilité, la contrainte temporelle devient prioritaire et le système embarqué doit donc échanger des données, en temps réel, si besoin. Parmi celles-ci, nous retrouvons des contraintes de :

- Dépendance : fiabilité, maintenabilité, sécurité.
- Efficacité : consommation d'énergie, taille du programme, poids, coût, temps d'exécution.
- Matérielle : taille, poids, chaleur dégagée, processeur, mémoire disponible.

Ces contraintes doivent être prises en compte dès le début, car elles influent grandement sur la conception des systèmes embarqués et sur ses capacités futures.

Malgré l'évolution de la technologie, ces contraintes restent importantes pour garantir aux entreprises une rentabilité par rapport au matériel utilisé. En effet, le coût et la performance des composants sont des éléments importants pour les entreprises dans le choix des systèmes embarqués, malgré une évidente amélioration de ces facteurs récemment. C'est pourquoi nous observons que la majorité des systèmes embarqués sont :

- Réactifs et capables de faire des traitements en temps réel.
- Petits et légers.
- Peuvent (selon les cas) posséder une batterie de grande capacité.
- Peuvent (selon les cas) résister à des conditions difficiles telles que des chocs, des vibrations, des interférences.

Au final, il apparaît que les contraintes les plus grandes, même avec la miniaturisation des composants, restent les contraintes en termes de composants surtout lorsqu'un coût de production intervient et que ce dernier décide en grande partie de la faisabilité du produit en termes de production et de commercialisation.

### 3.3. Acteurs impliqués

D'un point de vue des acteurs impliqués, nous avons remarqué qu'actuellement, les changements se font principalement dans le domaine des Smart Grid avec divers alliances ou rachats par exemple. Le Smart Grid peut être défini comme étant un réseau de distribution d'électricité dit « intelligent », c'est-à-dire que des mesures informatiques (souvent en rapport avec le machine to machine) sont utilisées pour optimiser, la production, la consommation, et réduire les couts. Le Smart Grid a aussi un but écologique.

#### Comment ça marche ?

Le Smart Grid va permettre une combinaison des énergies renouvelables entre elles. Elle va aussi permettre aux utilisateurs de gérer eux-mêmes leurs dépenses énergétiques.

En effet, non seulement ce réseau intelligent transporte l'électricité d'un point à un autre, mais il s'appuie, chez les particuliers et dans les entreprises, sur des compteurs « intelligents » qui signalent les heures les plus favorables à telle consommation, arrêtent certains appareils (comme les climatiseurs lorsqu'ils fonctionnent en période de pics d'utilisation) et informent les usagers par transfert sur leur Smartphone du statut énergétique de leur domicile ou de leur bureau. Ils peuvent ainsi, en temps réel, interagir pour diminuer tel fonctionnement électrique ou au contraire, à distance, allumer tel autre. De plus, le réseau intelligent autorise tout type de production électrique venant de sources non conventionnelles et susceptibles de perturber la grille classique de transport d'électricité, notamment en provenance des fermes éoliennes et solaires photovoltaïques. Un système de stockage est aussi mis en place avec le Smart Grid, pour stocker le surplus d'électricité (notamment avec le projet Vehicle 2 Grid que nous expliquerons plus tard qui permettrait quand la voiture sera garée de stocker de l'énergie). Le système ne sera donc plus central, c'est-à-dire qu'il n'y aura plus juste une centrale par laquelle est véhiculée l'électricité vers les différentes infrastructures.

Le Smart Grid aura beaucoup d'intérêts à tous les niveaux, c'est pourquoi de nombreux acteurs sont intéressés par ce domaine.

En effet, La société Itron par exemple, fournisseur de capteurs et de modules pour mesurer la consommation d'électricité, de gaz et d'eau, a fait l'acquisition de la société SmartSynch, qui est spécialisée dans la communication IP cellulaire de Smart Grid Ceci a permis à la société Itron de connecter ses modules et capteurs à « l'internet des objets ».

Mais aussi, un groupe de compagnies (Analog Devices, Fuji Electric Co., Murata Manufacturing Co., Japan's National Institute of Information and Communications Technology (NICT), Omron Corp., Osaki Electric Co., Renesas Electronics Corporation, and Silver Spring Networks, Inc, etc) fournissant des produits et technologies relatifs au réseau de type « Smart Grid » ont formé une organisation nommée Wi-SUN (Wireless Smart Utility Network). Cette alliance a pour objectif de soutenir la certification et la promotion d'un standard d'interconnexion pour les appareils sans fil « Smart Grid » et cela afin d'améliorer la communication entre des personnes éloignées de chez eux et leurs appareils électroménagers.

Cette alliance soutient le standard émergeant IEEE 802.15.4g pour les communications sans fil d'appareils à batterie. Elle permet à l'industrie des smart meters d'avoir, pour la première fois, les moyens d'assurer la conformité aux normes et l'interopérabilité afin de faciliter l'adoption rapide de la technologie de ces derniers.

De plus, la société McAfee est en tête dans le domaine de la sécurité des Smart Grid grâce à son rachat de la société NitroSecurity.

Une autre interaction entre acteurs importants est le partenariat entre Nissan et Intel dans le but d'intégrer les processeurs Atom d'Intel dans les systèmes embarqués de divertissement pour automobiles. Cette série d'automobiles fera son apparition début 2013.

La veille effectuée par rapport à cet axe nous a montré que des alliances se mettent en place pour combiner différentes technologies et dans le but d'innover et de répondre à de nouveaux besoins.

**Source (5 mars 2012) McAfee et NitroSecurity :** [http://www.smartmeters.com/the-news/smart-grid-news/3066-mcafee-and-nitrosecurity-take-lead-in-smart-grid-security.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+SmartmeterscomNews+%28Smart+Meter+News%29](http://www.smartmeters.com/the-news/smart-grid-news/3066-mcafee-and-nitrosecurity-take-lead-in-smart-grid-security.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+SmartmeterscomNews+%28Smart+Meter+News%29)

**Source (5 avril 2012) Nissan et Intel :** [http://newsroom.intel.com/community/intel\\_newsroom/blog/2012/04/05/intel-technology-selected-for-nissan-motor-companys-next-gen-in-vehicle-infotainment-systems](http://newsroom.intel.com/community/intel_newsroom/blog/2012/04/05/intel-technology-selected-for-nissan-motor-companys-next-gen-in-vehicle-infotainment-systems)

**Source (9 avril 2012) Wi-SUN alliance :** [http://www.smartmeters.com/the-news/smart-grid-news/3159-new-alliance-formed-to-promote-better-smart-grid-communication.html?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+SmartmeterscomNews+%28Smart+Meter+News%29](http://www.smartmeters.com/the-news/smart-grid-news/3159-new-alliance-formed-to-promote-better-smart-grid-communication.html?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+SmartmeterscomNews+%28Smart+Meter+News%29)

**Source (16 février 2012) Itron et SmartSynch :** [http://www.greenbang.com/smart-grid-industry-climbs-the-evolutionary-ladder\\_21435.html](http://www.greenbang.com/smart-grid-industry-climbs-the-evolutionary-ladder_21435.html)

## 3.4. La communication M2M

Dans cette partie nous aborderons le concept de « Machine to Machine appliqué aux systèmes embarqués.

### 3.4.1. Présentation

Le développement des technologies de communication et des équipements intelligents, combiné à l'informatique lié à l'entreprise, a permis l'émergence d'un nouveau type d'usage et d'application : le Machine to Machine.

Le Machine to Machine (ou M2M) est un concept de l'informatique et des télécommunications. Il décrit l'ensemble des technologies et moyens mis en place pour permettre la communication automatisée entre deux appareils (électriques ou mécaniques). Cette communication peut être filaire ou sans fil selon la technologie de communication choisie.

Le M2M autorise donc à deux machines connectées d'échanger des informations pour réaliser des actions, analyser des données..., et ce sans aucune intervention humaine.

Les prémices du Machine to Machine ont commencé depuis plus de 50 ans. C'est pourquoi nous retrouvons aujourd'hui plus de 60 000 000 000 000 (60 billions) d'appareils connectés grâce au M2M. Cependant, comme nous le verrons par la suite, ce dernier protocole date d'une dizaine d'années.

Cependant, le M2M n'a pas de standard en termes d'appareils connectés et la majorité des systèmes utilisant le M2M sont construits dans un but spécifique ou liés à une entité précise.

Le Machine to Machine peut être utilisé dans de nombreux domaines, on le retrouve par exemple dans :

- La sécurité pour la surveillance, les alarmes.
- La production pour automatiser et contrôler une chaîne de production.
- Les transports pour le contrôle des émissions, la gestion d'un parc automobile.

Il en ressort que la communication Machine to Machine va de pair avec les systèmes embarqués.

### 3.4.2. Définition

Nous allons dans un premier temps définir ce qu'est le « Machine to Machine » (ou « M2M »). Pour donner une définition simple du « Machine to Machine », nous pouvons dire qu'il s'agit d'interactions entre des machines sans intervention humaine (ou des interventions très limitées). Plus précisément, c'est l'association des technologies de l'information et de la communication (TIC), avec des objets intelligents et communicants, dans le but de donner à ces derniers les moyens d'interagir sans intervention humaine avec le système d'information d'une organisation ou d'une entreprise.

Le « Machine to Machine » repose sur:

- Le matériel électronique.
- Le réseau par lequel se feront les échanges.
- Les logiciels qui vont faciliter les échanges entre les applications.

C'est la combinaison de ces 3 ensembles, suffisamment développés, qui vont permettre au M2M d'exister.

Les différents matériels électroniques concernés peuvent être le GPS grâce à la géolocalisation et qui peut permettre d'apporter des solutions à la gestion de parcs de véhicules, des objets embarqués et communicants pour le monitoring à distance (photocopieurs contrôlés à distance par exemple), ou encore des puces électroniques de type RFID (radio-identification) qui vont permettre l'identification d'objets. Ces applications sont devenues assez fiables et ont un coût désormais raisonnable.

Les réseaux sans fil (WiFi, Bluetooth, GPRS, etc.) vont permettre des échanges en temps réel. Leurs coûts deviennent de plus en plus bas et leur déploiement de plus en plus important.

De nombreuses nouvelles applications informatiques vont permettre de gérer les ressources à travers des systèmes d'informations fiables et les standards tels que le XML ou les Web Services facilitant les échanges, ou encore le Java pour l'accès aux objets communicants, vont permettre une intégration et un déploiement des solutions matérielles plus simples.

### 3.4.3. Pourquoi le Machine to Machine ?

Le M2M a de nombreux avantages que ce soit pour les entreprises ou pour les particuliers. Pour les entreprises, cette technologie permettrait :

- Une augmentation de la productivité avec des machines plus disponibles grâce au monitoring des pannes en temps réel, des bilans de l'activité de l'entreprise, des processus accélérés via le réseau mobile...
- Une réduction des coûts grâce à l'automatisation des tâches et/ou encore de la réduction du nombre d'interventions terrain, des consommations en carburant, du nombre de vols.
- Une amélioration de la satisfaction client grâce à l'information des pannes, la possibilité d'informer des clients en temps réel.
- Des économies d'énergie et d'argent grâce à des interventions à distance.

Pour un particulier, cette technologie apporte aussi de nombreux avantages que ce soit à travers les loisirs, mais aussi pour améliorer la sécurité au quotidien.

Pour y voir plus clair, nous allons citer deux exemples de situations pour une personne lambda où le « Machine to Machine » est utilisé :

- Une personne diabétique, mesurant son taux de glycémie tous les jours à l'aide d'un équipement qui peut transmettre automatiquement les résultats à un centre de gestion accessible par des médecins. Un avis médical peut être immédiatement envoyé au patient, ou une proposition de rendez-vous. Le patient est donc suivi en temps réel. Cet exemple montre que les médecins peuvent prendre des décisions concernant la santé de leurs patients sur la base de données transmises par des systèmes automatisés.
- Une maison équipée avec des caméras et des détecteurs de mouvements qui envoient des alertes en cas d'intrusion directement aux habitants et au centre de surveillance. Une intervention peut être réalisée alors très rapidement, et cela permet aussi d'éviter les fausses alertes.

#### 3.4.4. Histoire du machine 2 machine et applications actuelles

Le Machine to Machine existe depuis plus de 10 ans. Ce marché atteint déjà 20 milliards d'euros dans le monde en 2005 et a dépassé 220 milliards d'euros en 2010, soit une croissance annuelle de plus de 50 %. Le nombre d'objets communicants dans le monde atteint les 100 milliards, dont plus de 13 milliards en Europe, intégrant principalement la technologie RFID.

Les premières applications de Machine to Machine furent développées sur des automates d'alerte pour la gestion des incidents entre systèmes hétérogènes (gestion autoroutière, surveillance d'ouvrages d'art, télédiagnostic pour équipes de maintenance...). Le moteur principal de ces projets était la sécurité et l'efficacité des interventions sur site.

Les secteurs les plus développés à ce jour dans le domaine du Machine to Machine sont ceux du transport et des services. Dans le domaine du transport, les applications les plus répandues sont l'optimisation du routage et la traçabilité des produits dans la chaîne logistique. Dans le domaine des services, les principaux usages sont liés à la planification et l'optimisation en temps réel des interventions de techniciens sur les sites. On y trouve également des applications comme le relevé de compteur à distance.

Par ailleurs, il existe des domaines d'application à fort potentiel, pour lesquels des applications sont en phase expérimentale. C'est le cas de la santé pour le suivi des malades à distance (vu dans l'exemple précédent avec le patient diabétique) ou de la logistique pour la localisation des colis et la gestion d'entrepôts.

Des services innovants ont également vu le jour. C'est le cas de l'assurance automobile avec le service "Pay-as-you-drive" qui récompense les clients conduisant de manière responsable. C'est également le cas avec l'usage du RFID dans la grande distribution alimentaire et l'électronique grand public. Ce système permet de repérer à la volée le contenu des chariots et d'adapter les messages publicitaires aux habitudes des consommateurs.

L'engouement des opérateurs de télécommunications pour le marché du Machine to Machine est croissant lui aussi. En effet, bien qu'il s'agisse d'un marché couvrant aussi bien les aspects

informatiques que télécoms, les opérateurs ont identifié le Machine to Machine comme un nouveau gisement de croissance, favorisant l'utilisation de leurs infrastructures existantes. De plus, la mise en œuvre de solutions Machine to Machine nécessite le déploiement d'un grand nombre de modules communicants équipés d'un accès réseau, ce qui constitue des solutions stables comparativement à celles développées pour les utilisateurs de téléphonie fixe ou mobile. En contrepartie, les trafics sont relativement faibles, ce qui nécessite de revoir le modèle économique associé.

Conscients de ce potentiel, les opérateurs mobiles offrent d'ores et déjà des infrastructures dédiées au Machine to Machine, facilitant le développement d'applications spécifiques et l'intégration de services. Des solutions verticales ont également vu le jour, ciblant directement certains marchés prometteurs tels que celui de la gestion de flotte et du transport.

### 3.4.5. La communication Machine 2 Machine

Comme cité dans la définition, le « Machine to Machine » repose sur trois technologies. Voici les différents domaines liés entre eux pour permettre le bon fonctionnement d'une solution M2M :

- Un réseau d'appareils communicants.
- Un réseau de communication qui assure un lien et une communication entre les appareils M2M et la couche applicative.
- Une couche applicative qui contient les applications et services utilisés.

Le schéma suivant illustre ces trois domaines ainsi que les liaisons existantes entre eux :

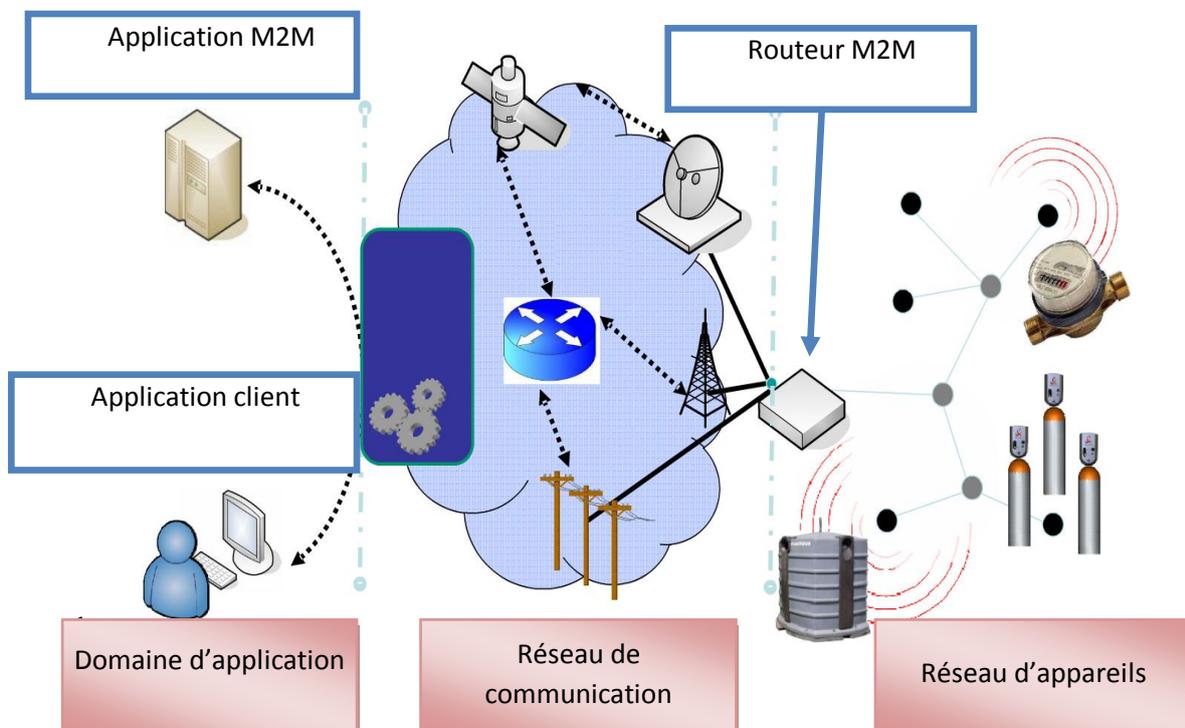


Figure 6 - Une solution M2M

Source (décembre 2011) :

[http://docbox.etsi.org/M2M/Open/Information/M2M\\_presentation.pdf](http://docbox.etsi.org/M2M/Open/Information/M2M_presentation.pdf)

**Le réseau d'appareils** : il s'agit des objets intelligents (capteurs,GSM...) qui vont envoyer les informations au serveur central en temps réel. Les usagers ont la possibilité de les commander et les paramétrer à distance. Des passerelles sont souvent nécessaires pour faciliter les informations via le réseau.

**Le réseau de communication** : Il s'agit des technologies permettant à la communication de se faire. Plusieurs appareils peuvent être reliés sur un même site (de manière filaire ou sans fil via le WIFI par exemple) et les réseaux GPRS (Edge, 3G...) peuvent permettre une communication à distance.

**Le domaine d'application** : Les applications vont permettre d'utiliser les données stockées sur le serveur de l'entreprise proposant ses services pour satisfaire les besoins du client (exemple d'une interface web sur laquelle le client peut consulter des informations relatives aux appareils M2M installés chez lui).

Finalement, voici un schéma plus détaillé illustrant l'ensemble des couches utilisées par le Machine to Machine ainsi que les services utilisés :

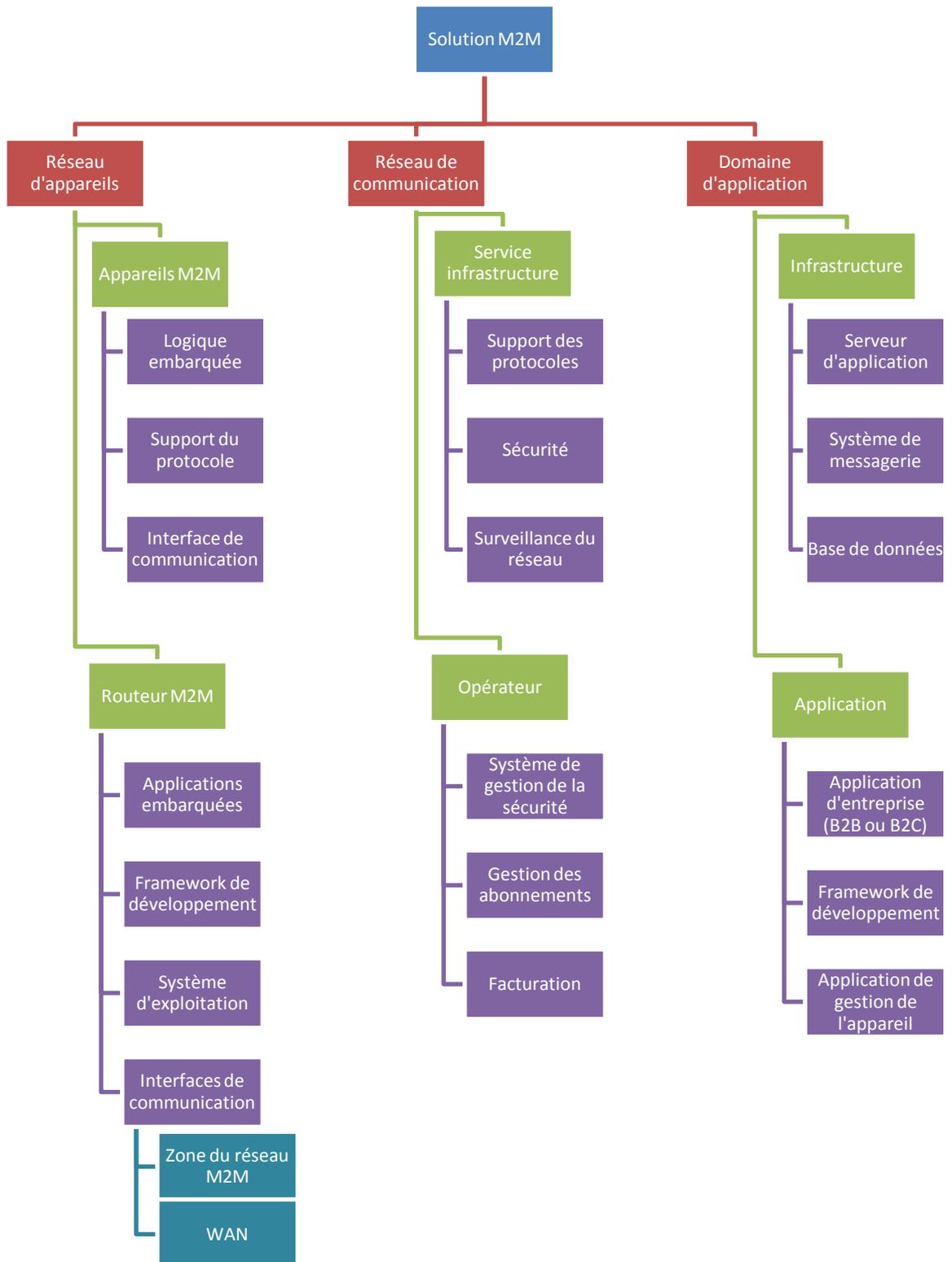


Figure 7 - Les couches utilisées par le M2M

Source : [http://monteil.files.wordpress.com/2011/11/pbs\\_large.png](http://monteil.files.wordpress.com/2011/11/pbs_large.png)

Afin d'illustrer une telle communication, prenons l'exemple d'un distributeur de boissons qui lance une commande automatiquement :

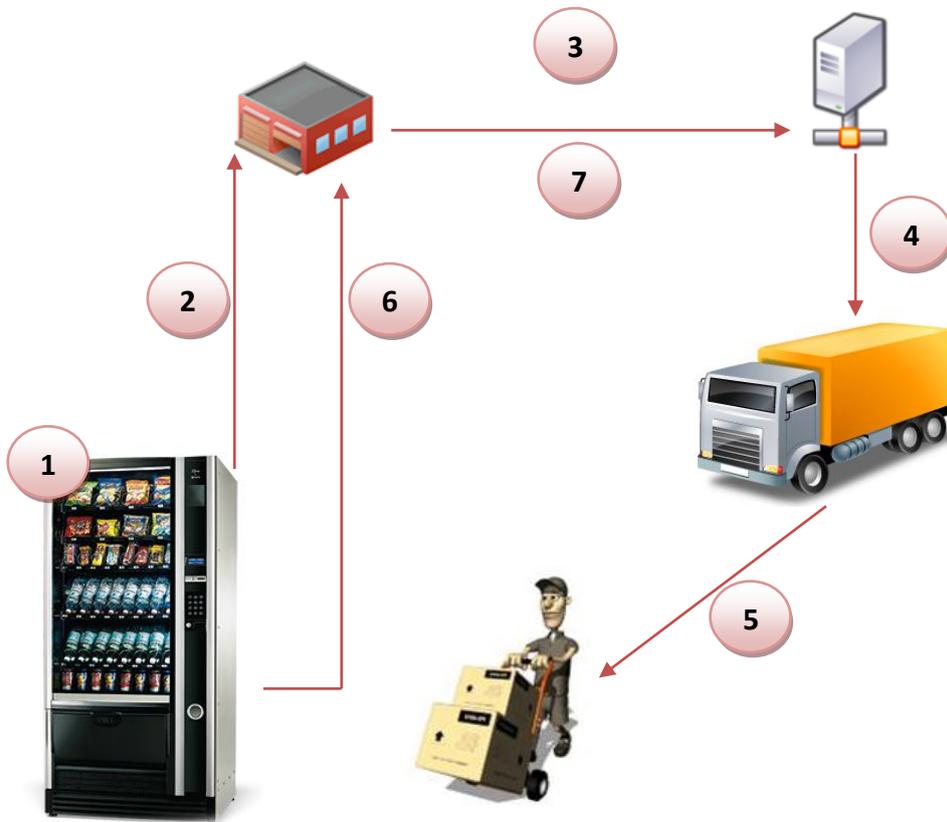


Figure 8 - Exemple de communication

- 1 Un capteur détecte qu'une boisson est en rupture
- 2 Un message est alors automatiquement envoyé à l'entrepôt
- 3 L'inventaire du stock est vérifié et un message est envoyé au distributeur pour savoir quelles sont les autres boissons dont il a besoin
- 4 L'itinéraire du chauffeur est modifié et un message lui est envoyé pour lui indiquer le détail de la commande
- 5 Le chauffeur remplit le distributeur
- 6 L'entrepôt est automatiquement averti que la machine a été remplie
- 7 L'entrepôt met à jour l'inventaire du stock

Nous allons porter notre intérêt sur le protocole sémantique. En effet, ce protocole est à la base de la communication Machine to Machine et est en lien avec le Web sémantique.

L'un des langages souvent utilisés dans le protocole sémantique est le langage XML (défini plus haut dans ce document).

Cependant, il arrive que le langage XML ne soit pas suffisant et qu'il faille décrire les relations entre les données, c'est là que la notion d'ontologie apparaît. De plus, l'intégration de services Web est souvent combinée à l'utilisation du langage XML et des technologies comme SOAP, UDDI et WSDL. Ainsi, cet ensemble de technologies permet aux machines d'échanger des informations via une communication Machine to Machine.

Aujourd'hui, les technologies liées au Web sémantique visent à uniformiser et à fournir une normalisation standard pour permettre une communication entre tous les types de systèmes embarqués.

### 3.5. Les systèmes existants

L'architecture des systèmes embarqués peut être représentée sous la forme suivante :

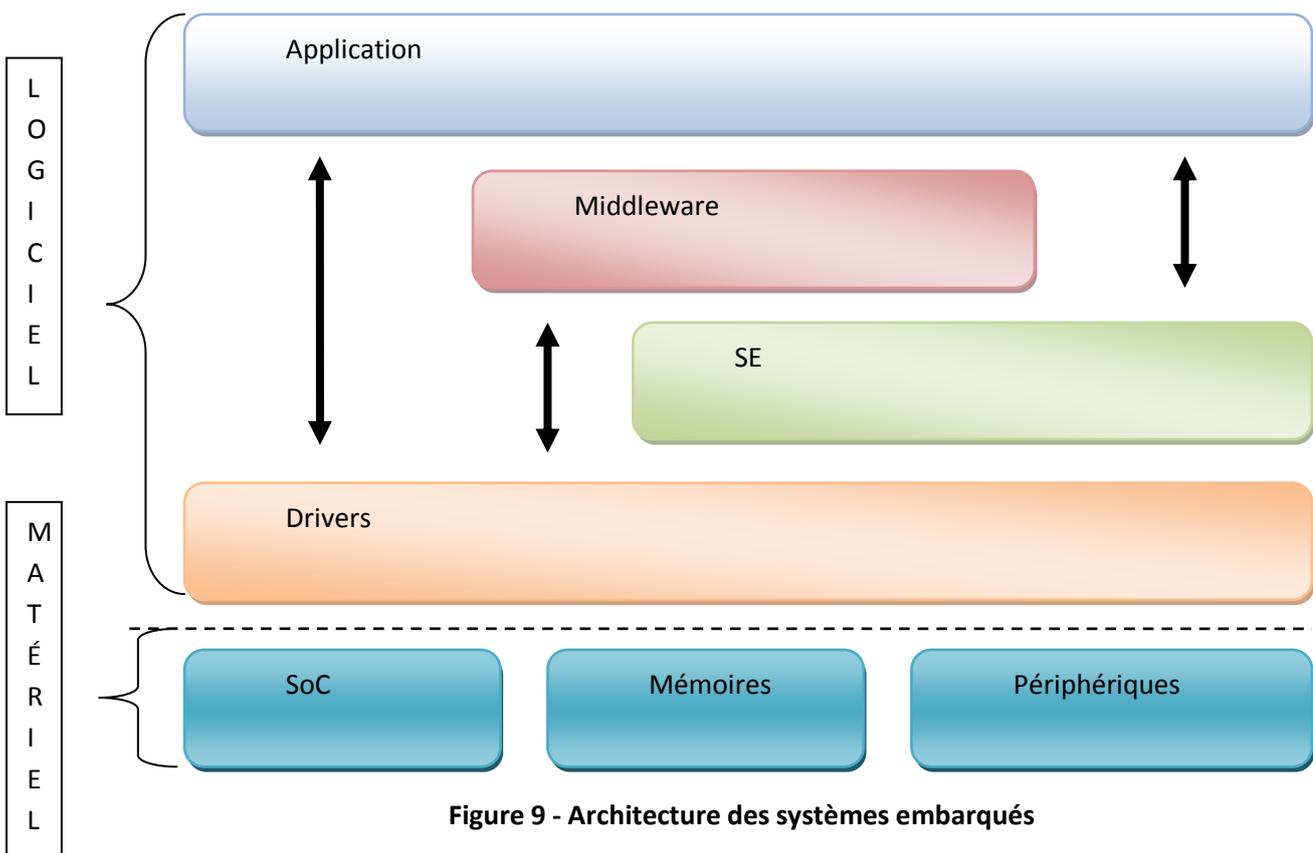


Figure 9 - Architecture des systèmes embarqués

Source (décembre 2011) : <http://www.slideshare.net/amraldo/introduction-to-embedded-systems-7790553>

SoC (System on Chip) est un circuit intégré contenant un ou plusieurs microprocesseurs. Les SoC sont beaucoup plus puissants que de simples microprocesseurs, c'est pourquoi nous les retrouvons dans les systèmes embarqués.

Afin d'illustrer une telle architecture, nous allons prendre le cas du projet Hydra.

Le projet Hydra qui se déroulait sur quatre ans et qui prit fin le 31 décembre 2010, avait pour but de développer une couche middleware (nommée LinkSmart) pour les systèmes embarqués. Cette couche permet aux développeurs d'intégrer des interfaces web pour contrôler n'importe quel appareil indépendamment de sa technologie de communication (que ce soit Bluetooth, RFID, WiFi...).

Elle fournit un mécanisme pour englober les API standards de capteurs et de divers appareils physiques avec un service web défini qui utilise une description sémantique grâce à des fichiers WSDL générés ou fournis. De cette façon, les appareils se retrouvent connectés.

Voilà à quoi ressemble l'architecture du « middleware » LinkSmart :

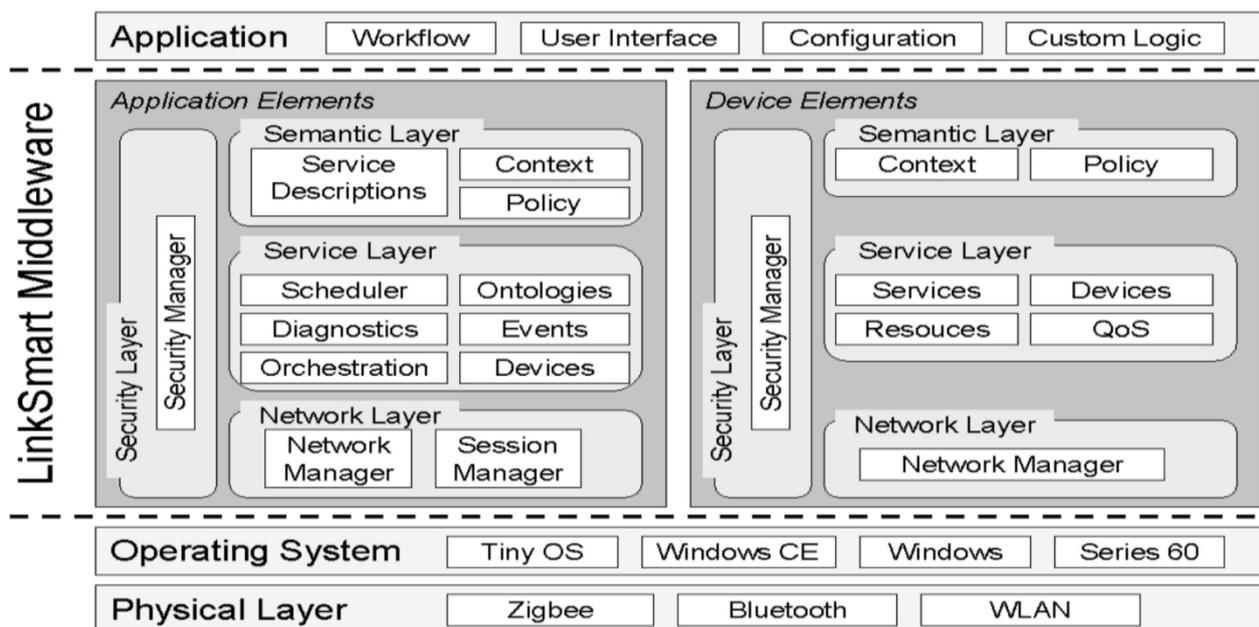


Figure 10 - Architecture du middleware LinkSmart

Source (décembre 2011) : [http://www.ebbits-project.eu/downloads/papers/semantic\\_middleware.pdf](http://www.ebbits-project.eu/downloads/papers/semantic_middleware.pdf)

Comme il est possible de le voir, le « middleware » LinkSmart est divisé en deux parties distinctes :

- Une partie application comportant les couches sécurité, sémantique, service et réseau fournissant ainsi des services pour donner du sens, permettre l'échange de données...
- Une partie machine comportant les mêmes couches que la partie application, mais celles-ci sont consacrées au fonctionnement des appareils connectés en réseau.

Ensuite, il y a le projet LYBERTA qui a été mis en place en juin 2010 et qui propose aux conducteurs toulousains un service permettant de géolocaliser les places de stationnement libre dans l'agglomération toulousaine. Le principe porte sur la mise en place de sondes implantées sous les places de stationnement, fournissant ainsi des informations au serveur central sur la disponibilité des places. Enfin, les usagers du service LYBERTA peuvent se connecter au serveur via leur téléphone portable pour savoir quelles places dotées d'une sonde sont disponibles.

Ce qui en fait un projet novateur est le fait que ce sont des sondes qui relaient les informations et non un satellite détectant la disponibilité des places. Ce projet met donc en évidence l'utilisation de systèmes embarqués communicants et l'envoi d'informations traitées par un serveur central.

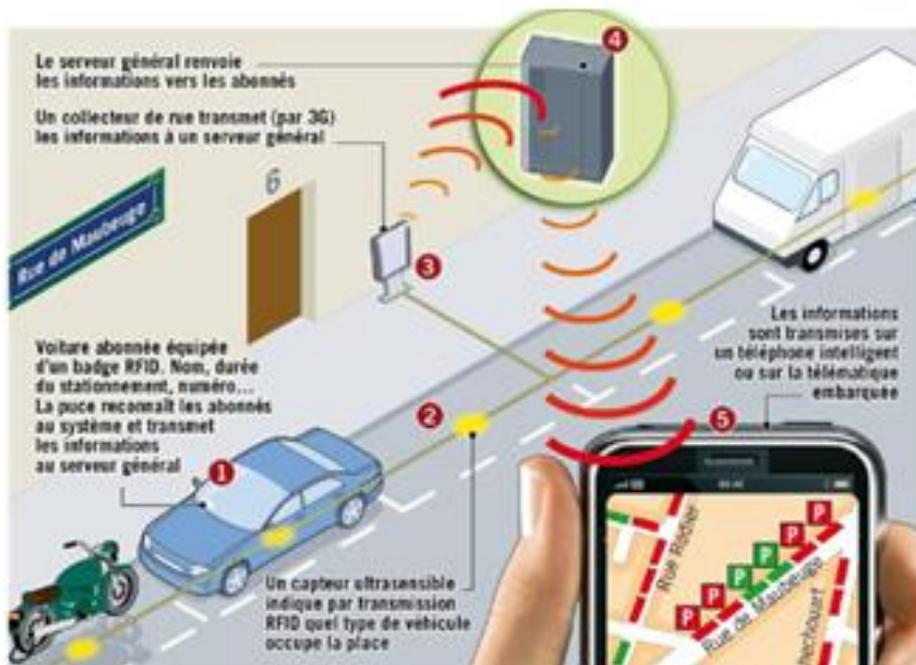


Figure 11 - Fonctionnement du service LYBERTA

## 4. Conclusion

D'un point de vue personnel ce projet nous aura beaucoup apporté. Tout d'abord nous avons tous pu acquérir des connaissances nouvelles dans le domaine du web sémantique et des systèmes embarqués. Nous avons également pu développer nos capacités organisationnelles et de travail en groupe. En effet, planifier et réaliser un tel projet sur une durée de 6 mois n'est pas une opportunité qui nous est souvent arrivée. Cela fut d'un réel apport pour nous tous.

Enfin nous avons effectué un brainstorming avec un autre groupe de veille et avons développé 3 idées de création d'entreprise.

FIN DU DOCUMENT

---