



**AMBASSADE DE FRANCE EN ALLEMAGNE**  
SERVICE POUR LA SCIENCE ET LA TECHNOLOGIE

Berlin, le 20 septembre 2011

Rédacteur : Charles Collet,  
Chargé de mission TIC  
SST/CCo/hb/11-100

**La R&D pour le Cloud Computing en Allemagne :**

**Un potentiel reconnu pour les entreprises et administrations,  
mais un réel débat sur la sécurité des données**

Le **Cloud Computing** est un procédé qui consiste à **transférer sur des serveurs distants les calculs informatiques et les capacités de stockage**, traditionnellement localisés sur le poste informatique de l'utilisateur.

Les utilisateurs ou les entreprises peuvent ainsi accéder virtuellement et de manière évolutive à de nombreux services en ligne. Les applications et les données ne sont plus hébergées sur l'ordinateur local, mais dans un nuage ("Cloud") composé d'un certain nombre de serveurs distants interconnectés au moyen d'une excellente bande passante indispensable à la fluidité du système. A l'image de stations de véhicules en libre service, on passe ici d'un paradigme de possession (d'un logiciel coûteux) à un **paradigme d'accès** (simple coût d'abonnement).

**L'accès au service se fait par une application standard** facilement disponible, la plupart du temps **un navigateur Web**. Les logiciels en ligne tel que "GoogleApps" par exemple, peuvent être perçus comme la partie logicielle émergée de cette nouvelle manière de concevoir l'informatique.

Pour être à même de développer de manière significative le Cloud Computing, de nombreux problèmes notamment d'ordre technique doivent préalablement être résolus. Des questions centrales, telles que la **tolérance d'erreurs**, le développement de **nouvelles abstractions** de programmes et la problématique de **protection des données** sont au centre des discussions.

## Sommaire

<b>1- Agenda du développement en Allemagne .....</b>	<b>3</b>
<b>2- La situation en France .....</b>	<b>3</b>
<b>3 - Caractéristiques visées du Cloud Computing .....</b>	<b>4</b>
<b>4 - Le Cloud : un outil pouvant améliorer la recherche scientifique et l'utilisation des ressources informatiques.....</b>	<b>4</b>
<b>5- Les projets collaboratifs existants .....</b>	<b>5</b>

## 1- Agenda du développement en Allemagne

L'ancien Ministre fédéral pour l'économie et la technologie (BMW), Rainer Brüderle, avait présenté officiellement le 5 octobre 2010 le **Programme d'Action en faveur du Cloud Computing**, qui se poursuit jusqu'en 2013. Il s'inscrit dans le programme « *Deutschland Digital 2015* » (L'Allemagne numérique 2015).

Le Cloud Computing était également le thème principal du CeBIT 2011 de Hanovre, la conférence majeure du salon étant consacrée au « cloud », et pas moins de 1000 forums, débats et ateliers étaient axés sur cette notion. Les acteurs publics et industriels entendus y ont exprimés communément le fort besoin de **confiance et de sécurité** indispensable au développement d'un tel système, les données personnelles ou stratégiques étant en effet confiées à des serveurs – et donc acteurs - distants.

A travers le programme d'action, le gouvernement fédéral veut développer les services Cloud en Allemagne et surtout **faciliter son accès pour les PME**. En effet, le Cloud Computing pourrait permettre notamment aux PME d'augmenter considérablement la puissance de leurs systèmes informatiques et donc de professionnaliser leurs services. Dans cette même optique, le gouvernement souhaite **simplifier les démarches juridiques, techniques et organisationnelles**. L'objectif est de relancer fortement la croissance économique dans le domaine des TIC. Les experts du pays s'attendent à observer des taux de croissance annuels de 40% dans ce secteur.

Le BMWi présente ses estimations de chiffres d'affaires pour le secteur jusqu'en 2013 :

Années	2010	2011	2012	2013
Chiffre d'affaires	510 M€	866 M€	1 446M€	<b>2 153M€</b>

Le programme d'action décrit 3 champs d'action dans lesquels sont impliqués les milieux économiques, scientifiques et politiques.

1. Développer le marché en proposant des services Cloud de bonne qualité ;
2. Créer un cadre favorable à l'innovation qui prenne en compte de façon prioritaire les aspects sécuritaires et juridiques et amène la confiance des clients ;
3. Renforcer la coopération internationale, notamment en ce qui concerne la création de normes et de standards d'interopérabilité.

Le soutien au Cloud Computing s'inscrit donc dans la **Stratégie High-Tech 2020** du gouvernement. Le 5ème sommet national des TIC qui a eu lieu à Dresde en décembre 2010 fut en grande partie consacré au Cloud Computing. Le prochain se tiendra à Munich fin 2011. En parallèle, le BMWi a lancé le programme de soutien "Trusted Cloud", dont le but est de récompenser et d'accompagner les meilleurs projets dans leurs démarches de R&D portant sur les services Cloud Computing. Les financements sont de plus de 30 millions d'euros.

## 2- La situation en France

Le gouvernement français soutient le Cloud Computing dans le cadre des "**investissements d'avenir**". Sur les 4,25 milliards dédiés au Numérique, 2,25 milliards d'euros seront alloués aux "services numériques", qui eux-mêmes regroupent différentes thématiques, dont les réseaux intelligents d'énergie, les réseaux intelligents de transport, et le **Cloud Computing pouvant servir de base à l'e-santé et e-administration** (gouvernement 2.0).

**Un comité stratégique et d'évaluation** (CSE) du fonds pour la société numérique (FSN) avait été mis en place en septembre 2010. Sa mission est de valider les appels à projets et les appels à manifestation d'intérêt qui permettront d'attribuer les 4,25 milliards d'euros confiés au FSN. Suite à cet appel, l'**Etat français, Orange, Thales et Dassault Système** ont signé fin juillet 2011 un protocole d'accord pour la création d'un vaste **programme de services sécurisés dans un espace virtuel** destiné aux entreprises et aux administrations. Toutefois, ce programme mêlant investissements publics et privés fait encore l'objet de négociations pour en définir les contours. Ce projet remonte à 2009. Il avait été élaboré dans le cadre du grand emprunt.

### 3 - Caractéristiques visées du Cloud Computing

On comprend mieux par ces initiatives les caractéristiques visées du Cloud :

- La **mutualisation des ressources**. Les ressources informatiques du fournisseur sont regroupées pour servir plusieurs consommateurs, avec différentes ressources physiques et virtuelles attribuées de manière dynamique en fonction de la demande des consommateurs ;
- une **meilleure utilisation des ressources**, des économies sur les équipements (HardWare) et les logiciels étant réalisées en raison des économies d'échelle ;
- une **élasticité rapide**. Les capacités peuvent être rapidement et provisionnées de façon flexibles ;
- le **caractère évolutif du service** ;
- des **services mesurés**. L'utilisation des ressources peut être surveillée et contrôlée, en assurant la transparence à la fois pour le fournisseur et le consommateur du service utilisé ;
- un paiement en fonction de l'utilisation des infrastructures (dit système IAAS, ou *Infrastructure as a Service*), ou des logiciels.

Les risques principaux du Cloud sont en contrepartie :

- La protection / localisation des données (droit de quel pays?) ;
- La protection de la propriété intellectuelle ;
- La continuité du service (en cas de défaillance du prestataire) ;
- La migration des données en cas de changement de prestataire.

### 4 - Le Cloud : un outil pouvant améliorer la recherche scientifique et l'utilisation des ressources informatiques

Le Cloud Computing et le calcul distribué qu'il autorise révolutionnent la manière dont travaille la science, pour ce qui est de l'étude et la modélisation des systèmes complexes comme le génome ou encore le climat. En contrepartie, avec la prolifération des équipements informatiques privés et des centres de recherche les utilisant abondamment, nous sommes face à une explosion des données générées et échangées. A titre d'exemple, en 2000 le satellite d'observation Sloan Digital Sky Survey recueillit plus de données dans sa 1ère semaine que celles recueillies dans toute l'histoire de l'astronomie (source : *Nature* 2011) ; en 2016 le Nouveau Grand télescope Synoptic Survey au Chili va acquérir 140 téraoctets en 5 jours - plus que Sloan a acquis en 10 ans. Actuellement, l'accélérateur de particules du CERN génère 40 téraoctets de données chaque seconde, soit en 4 secondes plus que le télescope cité pour sa mission.

**C'est dans ce cadre qu'entre l'enjeu de l'innovation en Cloud ou calcul distribué** : comme les infrastructures de calcul informatique (*hardware*) sont disponibles en grand nombre (processeurs, PC individuels), mais que l'énergie nécessitée par les supercalculateurs ne l'est pas, le but de la R&D actuelle est ici de mutualiser en toute sécurité et flexibilité les innombrables capacités de calcul réparties géographiquement.

D'un point de vue technique, *MapReduce* est actuellement le schéma informatique clé derrière la technologie du calcul distribué et des moteurs de recherche, la fonction "Map" consistant pour un programme à diviser la complexité de la tâche à réaliser en une multitude de sous-tâches qui seront calculées séparément par chaque "node" du réseau, la fonction "Reduce" servant ensuite à regrouper les résultats en un ensemble cohérent.

Ainsi, en plus des moteurs de recherche visibles, chaque réseau d'ordinateur privé **pourrait développer des performances accrues en distribuant ses calculs (entreprises en réseaux, administrations)**. Cette technique assez complexe n'est cependant pas exploitée par toutes les organisations bénéficiant d'un réseau informatique, ce qui représente pour les chercheurs du domaine une nette sous-utilisation des ressources.

Dans ce cadre, l'Agence des moyens pour la recherche allemande (DFG) a approuvé en août 2011 un projet de recherche à l'Université de Passau, intitulé "MapReduceFoundation", qui a pour but de faciliter la programmation et l'utilisation de Map/Reduce pour les entités organisées en réseaux distribués, telles les banques, les compagnies aériennes, les compagnies de télécommunications ou les administrations. Elles pourraient par cette technique bénéficier d'un calcul bien plus rapide ou d'un tri intégré pour toutes leurs données de gestion ou de données clients, sans coût d'infrastructure ou de processeur supplémentaire. En revanche, afin de faciliter l'utilisation de MapReduce à un large

public, la **complexité de sa programmation** doit être abaissée. C'est par exemple l'objectif essentiel du projet allemand MapReduceFoundation.

## **5- Les projets collaboratifs existants**

Du côté des projets de R&D communs entre la France et l'Allemagne dans le domaine du Cloud Computing, on peut distinguer deux niveaux : les initiatives bilatérales et les projets européens.

Premièrement, dans le cadre des initiatives bilatérales, on peut noter le Collège doctoral commun INSA Lyon et Université de Passau (**Dr. Harald Kosch / D. Coquil**), qui représente le premier collège franco-allemand en Multimédia et systèmes sécurisés. Il est né il y a quelques années à l'initiative de H. Kosch, Professeur et chercheur allemand ayant réalisé sa thèse à l'ENS Cachan, puis ayant développé des projets avec l'ENS Lyon pour aboutir à cette collaboration structurante avec l'INSA Lyon. Il est supervisé par David Coquil, docteur ayant fait sa thèse en cotutelle entre Lyon et Passau. Désormais, c'est un double-diplôme de doctorat qui est délivré à des doctorants passant un 1an et demi à Lyon et un an et demi à Passau. La soutenance se fait dans une ville à mi-chemin, le plus souvent Sarrebruck, siège de l'Université Franco-Allemande. Le gouvernement français participe au financement de ce collège à hauteur de 100 000 euros par an. L'Université Technique de Berlin (Prof. Dr. Volker Markl) a également lancé le projet "Stratosphere" (concept avancé d'architecture Cloud), avec discussion sur un projet de partenariat avec l'INRIA de Saclay.

Ensuite, des collaborations franco-allemandes s'opèrent dans le cadre de projets multilatéraux, le plus souvent européens. Le plus important actuellement est le projet IOT-A (« Internet of things architecture »), dirigé par la société allemande VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, qui comprend du côté français le CEA et les Bell Labs d'Alcatel-Lucent. Il est soutenu à hauteur de 12 millions d'euros au titre du septième programme-cadre européen pour la R&D. Les partenaires du projet IOT-A développent un modèle d'architecture de référence qui permettra à tous les objets et systèmes de données de se connecter entre eux via Internet et des services de Cloud, optimisant ainsi l'interopérabilité des technologies. D'après le consortium, composé de 20 membres, les avantages d'un modèle d'interaction en temps réel sont nombreux. Il permettrait par exemple d'aboutir à de meilleurs soins de santé, à des réductions en termes de coûts énergétiques, à des chaînes d'approvisionnement plus sûres et à une congestion du trafic réduite. Par exemple dans le cadre du projet, deux sites hospitaliers en Espagne et en Italie testent des moyens de surveillance à distance des informations vitales des patients. L'équipe IOT-A explique que l'application de Cloud développée permet de transférer automatiquement par serveur les données de patients à l'hôpital le plus proche et d'évaluer automatiquement les changements physiologiques importants qu'ils connaissent. Au cas où des déviations majeures sont constatées et qu'un soutien s'avère nécessaire, une aide médicale sera proposée. Ce test est également mené dans d'autres projets de Cloud en Allemagne dans lesquels les données des médecins et des assurances-maladie sont croisées afin d'orienter le patient vers un parcours médical plus cohérent ou plus efficace.

Au niveau des collaborations de l'Allemagne sur ce thème, on note un rapprochement stratégique avec la Chine, pourtant stricte sur les systèmes de partage de données. L'Institut Hasso Plattner (HPI) de Potsdam (Brandebourg) apporte son expertise scientifique en Cloud computing dans un nouveau projet avec des chercheurs de la faculté des sciences informatiques de l'Université de Shanghai. Leur forum de recherche est financé par le Centre sino-allemand pour la promotion de la recherche (Chinesisch-Deutsches Zentrum für Wissenschaftsförderung).

## Conclusion

Bien que le concept de Cloud Computing soit ancien ("Centralized computing resources, dumb terminals", IBM, 1943), son insertion récente dans les agendas scientifiques des majeurs pays de l'OCDE (Allemagne et France en 2010, Etats-Unis en février 2011, etc.), montre l'importance du "pari" émis par ces pays sur son potentiel de développement économique (secteur des TIC, abonnement aux services et efficacité des PME), scientifique (partage des outils de recherche) et social (administration en ligne).

De même, si la recherche partenariale est une condition de mutualisation de besoin en vue d'obtenir une masse critique, elle est d'autant plus légitime dans ce domaine qui compte se baser sur des **protocoles de sécurité communs**. En effet, ces nouvelles technologies de services et de serveurs distants sont géographiquement réparties entre les pays mais interconnectées par le Net, et la France comme l'Allemagne veulent devenir les fers de lance d'une **législation stricte sur la protection des données privées**. Ainsi, les sociétés majeures de services Cloud ont récemment implanté des centres R&D en Allemagne (Google à Berlin, Microsoft à Munich) pour mieux comprendre les attentes des Européens et travailler sur les interfaces de sécurité.

Cependant, si le développement en Cloud s'inscrit en continuité de l'existant (calcul distribué, Grid Computing), la communauté scientifique se demande encore quelle partie du concept pourrait faire l'objet d'une innovation de rupture, évoquant l'hypothèse d'un changement de paradigme dans l'écriture des programmes gérant les calculs distribués, qui sont pour l'instant les mêmes que pour les calculs séquentiels. De même, des questions sont posées quant à la **valorisation des données numériques**, que les experts présentent comme le sommet actuel de la pyramide inversée de la valeur ajoutée dans les services de Cloud. A l'image du secteur nanoélectronique, dans lequel les producteurs de puces supportent la majorité des coûts, contrairement aux opérateurs de services qui captent 80% de la valeur finale, on assiste à la même tendance dans le Cloud pour lequel les services de traitement de données sont actuellement plus valorisés que les plateformes Cloud onéreuses les supportant.

Ce thème est illustré par ces 2 citations marquantes :

„When hardware became commoditized, software was valuable. Now that software is being commoditized, data is valuable.“ (Tim O'Reilly)<sup>1</sup>.

„The important question isn't who owns the data. Ultimately, we all do. A better question is, who owns the means of analysis“ (A. Croll, Mashable, 2011)<sup>2</sup>.

## Pour plus d'informations

- Le Programme d'Action complet en faveur du Cloud Computing est disponible en téléchargement : <http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/Publikationen/Technologie-und-Innovation/aktionsprogramm-cloud-computing,property=pdf,bereich=bmwi,sprache=de,rwb=true.pdf>
- Présentation de la Stratégie High-Tech 2020 : <http://www.hightech-strategie.de/de/350.php>
- Informations supplémentaires sur le programme de soutien "Trusted Cloud" sur le site web du BMWi : <http://www.bmwi.de/BMWi/Navigation/Service/trusted-cloud.html>
- Cloud computing : l'Institut Hasso Plattner de Potsdam mène un projet avec la Chine, BE Allemagne n°539 - 15/09/2011 - <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/67679.htm>
- L'Internet des choses : projet européen d'architecture intégrée mené par l'Allemagne, BE Allemagne n°529 - 10/06/2011 - <http://www.bulletins-electroniques.com/actualites/066/66981.htm>

---

<sup>1</sup> "Quand les ordinateurs se sont banalisés, les logiciels sont devenus les éléments stratégiques. Maintenant que les logiciels sont en cours de banalisation, ce sont les informations privées (et leur recueil) qui deviennent l'élément clé." (Tim O'Reilly)

<sup>2</sup> "La question importante n'est pas de savoir à qui appartiennent les données. En fin de compte, elles sont disponibles à tous. Une meilleure question est : qui possède les moyens pertinents de leur analyse" (A. Croll, Mashable, 2011)