

ICSSEA 2011 – Ingénierie système d'entreprise

Conférence du 30 novembre 2011

animée par Dr. Joseph K. DeRosa de MITRE Corporation (États-Unis)

Rapporté par Véronique Pelletier,
membre du Comité d'ADELI

ICSSEA 2011 s'est tenu les 29 et 30 novembre et le 1er décembre 2011 à l'école Télécom ParisTech. L'accent a été mis cette année sur l'ingénierie des systèmes complexes.

Le conférencier

Dr. Joseph K. DeRosa est consultant. Il est retraité de MITRE Corporation (États-Unis).

Son parcours est le suivant :

- MITRE Corporation :
 - Directeur de l'Ingénierie Système,
 - Ingénierie Système de programmes gouvernementaux majeurs,
 - Recherche en systèmes complexes,
 - Nombreux papiers et livres sur l'ingénierie de systèmes complexes (lors de conférences IEEE, INCOSE et ICSSEA) ;
- Massachusetts Institute of Technology (MIT) Laboratoire Lincoln:
 - Systèmes de communication Satellite et réseaux à paquets,
 - LINKABIT Corporation,
 - Directeur du développement ;
- Formation,
 - PhD en ingénierie électrique,
 - Babson College Graduate School of Business,
 - Institut Santa Fe et Institut des systèmes complexes de la Nouvelle Angleterre.

La complexité révélée : nouvelles directions dans l'ingénierie logiciel et système

La nature de l'ingénierie des systèmes complexes ne fait pas encore consensus.

La théorie et les méthodes traditionnelles ne relèvent pas le défi. La science de la complexité explique bien le problème. Certains praticiens ont réussi, quand d'autres ont failli. Des modèles gagnants sont en train d'émerger dans de nouvelles directions. Ces modèles sont expliqués par la science des systèmes complexes qui implique de nouvelles méthodes non encore testées.

Le résultat est une nouvelle direction dans l'ingénierie logicielle et système. Dr. Joseph K. DeRosa la nomme « ingénierie des systèmes complexes ».

Si la théorie traditionnelle de l'ingénierie des systèmes ne suffit pas, on déplace le paradigme et une nouvelle théorie doit être définie.

Pourquoi cela arrive-t-il ? Nous vivons dans un monde interconnecté. Internet a transformé notre façon de travailler (plus distribuée, plus collaborative – donc plus interdépendante). On opère à une échelle plus large.

Les systèmes que nous concevons ont changé notre façon de collaborer ; ils sont multi-entreprises, interactifs, adaptables, en réseaux.

Dans la théorie traditionnelle, un système est composé de composants connectés avec des relations définies, organisés dans un but. On peut trouver un circuit électronique, un pont, un appareil photo, etc.

Le tout est égal à la somme des parties. Les composants agissent de façon prévisible. Les systèmes simples peuvent devenir compliqués quand le nombre de composants devient grand, mais le comportement de ces composants reste prévisible (circuits intégrés, immeubles, automobiles...). Simples ou compliqués, ce sont des systèmes linéaires.

Le premier grand saut des systèmes est représenté par des réseaux de téléphone ou d'ordinateurs aux configurations fixes et connectées.

Le second saut majeur dans les systèmes s'est fait lorsque nous sommes passés de réseaux statiques (structure fixe et régulière aux comportements prédictibles – réseau de téléphones fixes, réseau fixe d'ordinateurs...) à des réseaux adaptatifs (autonomie des nœuds, structure auto-organisée, comportement nouveau ou émergent, développement évolutif) ; par exemple un réseau de téléphones mobiles, internet...

Les systèmes d'aujourd'hui interagissent avec leur environnement. Ils sont interconnectés et interdépendants. Ils sont distribués à travers le temps, l'espace et les organisations. Ce sont des systèmes coopérants. Ils sont connus comme systèmes adaptatifs complexes.

La complexité vient avec les systèmes non-linéaires qui incluent :

- un comportement autonome (humain) ;
- des aspects sociaux et culturels ;
- les buts recherchés par les individus et les groupes ;
- les changements de stratégie (adaptatif).

Le composant de base d'un système complexe est un agent qui interagit avec l'environnement.

Un agent est une personne ou une machine qui a :

- des propriétés – ex : localisation, ressources, etc. ;
- des capacités – un répertoire d'actions ;
- une stratégie – mesurée ou simple réponse ;
- une mémoire – empreinte des actions passées.

Périmètre

Les systèmes et le logiciel deviennent de plus en plus complexes.

L'entreprise est définie comme un réseau d'individus interdépendants, de processus et de systèmes techniques qu'ils utilisent.

Les besoins métier et les buts opérationnels sont satisfaits sur cette toile complexe d'interactions distribuées à travers la géographie et le temps.

Dans le milieu des années 1980, John Gage de Sun Microsystems a fait une observation prophétique, en disant que « le réseau est l'ordinateur ». Cela a impliqué que les fonctionnalités ont migré des pilotes utilisateur-final vers le réseau. C'est comme ces petites boîtes aux frontières fixes que nous appelons systèmes qui sont en train d'être remplacées par des capacités dans les nuages obtenues à partir de l'entreprise. Ce nuage est implémenté avec une infrastructure technique distribuée par de multiples organisations. Dans le nouveau paradigme d'ingénierie système, l'entreprise est le système.

Contexte

Tout ce qui est difficile n'est pas complexe. Certains diront que creuser un trou dans une montagne de granit est plus difficile que d'écrire un logiciel. Le creusement de la montagne de pierre comparé à l'écriture de millions de lignes de code était un projet réel qui a montré la différence entre un travail « difficile » et un travail « complexe ».

En fait, écrire un logiciel est complexe. La complexité augmente avec le nombre d'interactions des différentes parties. Creuser dans une montagne est difficile, mais construire un énorme système constitué d'individus, de processus et de technologies est difficile et complexe.

Éléments-Clés

Les éléments-clés de la théorie et des pratiques de l'ingénierie système d'entreprise sont les suivants :

- développement par l'adaptation ;
- planification technique stratégique ;
- gouvernance de l'entreprise ;
- processus ESE — Enterprise System Engineering.

Développement par l'adaptation

Le premier élément-clé vient du développement évolutif. C'est le meilleur moyen de maîtriser l'incertitude et les contradictions dans les systèmes complexes. L'adaptation se produit quand les modifications créent des capacités pour l'entreprise qui fonctionnent dans leur environnement, et qui redéfinissent le point de départ pour la prochaine génération (version). Si le taux d'adaptation va à la même vitesse que le taux de changements de l'environnement, le développement de la nouvelle capacité est dite « agile ».

Par exemple, le navigateur Web a traversé un nombre d'adaptations dans son développement évolutif depuis sa première instanciation en 1991 par Tim Berners-Lee, jusqu'à l'écrasante popularité de Netscape à la fin des années 90, puis l'hégémonie actuelle d'Internet Explorer¹. Dans ce processus d'adaptation, l'incertitude dans les exigences a été résolue, l'opposition entre standard ouvert ou pas a été résolue.

Le défi est de trouver les ingrédients essentiels de l'adaptation et de les appliquer de manière appropriée et répétable. Fort heureusement, l'adaptation et le développement évolutif ne sont pas nouveaux.

Dans le monde du développement logiciel, deux livres blancs en 1986 – par Barry Boehm et Frederick Brooks – ont cristallisé l'approche en spirale pour le développement logiciel.

Cela a permis de développer l'utilisation des prototypes itératifs et incrémentaux permettant à l'utilisateur d'accepter, de rejeter ou de redéfinir les exigences à chaque itération.

D'autres méthodes agiles sont apparues depuis ces papiers.

Pour résumer, le développement par l'adaptation se réfère à un processus de construction d'une variété d'options innovantes et différenciatrices pour l'entreprise.

¹ NDLR : hégémonie toute relative et remise en cause par des concurrents tels Firefox et Google Chrome. IE n'occupait plus que 40,9% de part de marché en Europe en décembre 2011, après avoir atteint 95% il y a quelques années.

Planification Technique Stratégique - STP

Le deuxième élément-clé dans la pratique de l'ingénierie système d'entreprise est la planification technique stratégique.

Elle sert à organiser et intégrer des activités diverses au niveau de l'entreprise.

Les règles doivent être compréhensibles, non ambiguës et acceptées par les parties prenantes. Une STP gagnante est une STP simple.

Une STP pour une entreprise fondée sur les technologies de l'information et de la communication présente deux caractéristiques majeures :

- une architecture en couches, dans laquelle les éléments de l'entreprise sont logiquement composés de quelques couches bien définies et universelles ;
- un couplage faible, dans lequel les interactions entre les entités des couches adjacentes sont gouvernées par un ensemble de protocoles et de comportements prévus.

Une architecture en couches pour les réseaux de communication entre ordinateurs a été formalisée par l'ISO – International Organization for Standardization, dans une publication de 1979, du modèle de référence en sept couches, de l'OSI – Open System Interconnect.

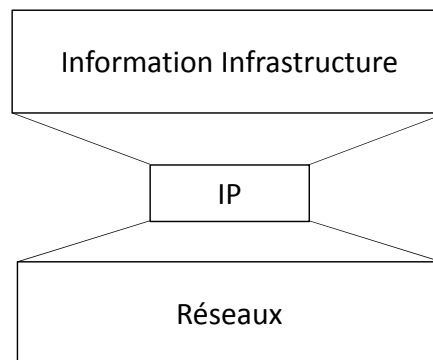
En 1989, l'IETF – Internet Engineering Task Force, a publié les spécifications du modèle TCP/IP d'Internet pour les quatre couches qui définissent l'architecture d'Internet.

L'implacable poussée de la loi de Moore et le boom « dot-com » ont boosté dans les années 1990 une architecture n-tiers, relativement stable, pour les systèmes d'information.

Le Web 2.0 et les technologies de « mash up¹ » qui dominent la technologie d'Internet aujourd'hui sont rendues possibles à travers cette architecture n-tiers.

La figure suivante illustre comment le protocole IP d'Internet est utilisé pour former un tel modèle de STP.

La couche IP est utilisée comme un couple lâche entre une myriade de types de données d'applications et une myriade de réseaux de communications.



Couplage lâche entre couches

Gouvernance de l'entreprise

La gouvernance détermine les actions collectives des parties prenantes dans l'entreprise. La gouvernance d'entreprise généralise le concept STP, formalisant le champ technique, pour inclure le Politique, l'Opérationnel, l'Économique et le Technique (POET). Dans les systèmes complexes, la solution technique est imbriquée avec les variables non techniques, de telle façon que les ingénieurs les considèrent comme des variables à concevoir. Napster a résolu le problème technique de partage de la musique sur Internet, mais Apple a résolu le problème de niveau entreprise, en mettant à disposition iTunes sur Internet. La gouvernance d'Apple a ainsi produit une solution POET.

Le cadre de la connaissance collective doit être défini. Le Lean Thinking insiste sur la transparence et l'ingénierie concurrente exprime la coopération des valeurs de l'équipe : confiance et partage.

Au cœur de ce problème de la gouvernance d'entreprise se trouve le conflit entre ce qui est le meilleur pour l'entreprise et ce qui est perçu comme étant le meilleur individuellement, pour chacun des agents.

Le problème du dilemme du prisonnier de la théorie des jeux et des sciences sociales illustre le conflit entre une optimisation au niveau local et une coopération pour un meilleur bien général. Si un prisonnier trahit son partenaire dans le crime, il obtiendra une plus petite peine.

S'il tente de coopérer avec son partenaire en restant silencieux, deux cas peuvent se présenter : — si son partenaire reste également silencieux, il en est quitte pour le crime, mais si son partenaire le trahit, il aura une plus grosse peine.

¹ Un mash up est une application Web qui combine données et/ou services depuis plusieurs sources.

Les cadres dirigeants qui réussissent ont un modèle commun :

- les participants au savoir technique s'accordent sur la manière de partager cette ressource ;
- Ils comptent sur l'autorité de gouvernance pour faire appliquer ce principe ;
- Ils appliquent eux-mêmes cet accord (parce qu'ils détiennent le savoir technique).

La gouvernance d'entreprise s'applique à l'ensemble des facteurs POET dans une entreprise. Elle capitalise sur le savoir de tous et résout les conflits entre l'entreprise et les systèmes individuels de l'entreprise.

Processus ESE

Pour résoudre les problèmes de l'entreprise, une nouvelle façon de travailler horizontalement (ou plus exactement, en réseaux) à travers l'entreprise a vu le jour.

Les six processus ESE sont les suivants :

- Analyse de l'ingénierie fondée sur l'aptitude – viser le niveau des exigences que la totalité de l'entreprise doit satisfaire ;
- Architecture d'entreprise – apporter une vue cohérente de toute l'entreprise ;
- Analyse et évaluation de l'entreprise – évaluer l'efficacité de l'entreprise plutôt que la capacité de chaque composant du système à satisfaire les spécifications ;
- STP – disposer d'un minimum de standards ou de modèles que chaque système de l'entreprise doit suivre ;
- Planning technologique – repérer les signaux dans l'environnement qui indiqueraient les technologies émergentes qui pourraient ensuite être implémentées dans l'entreprise ;
- Analyse des parties prenantes – examiner les actions et concevoir les processus concernant les flux de ressources à l'intérieur et à l'extérieur de l'entreprise.

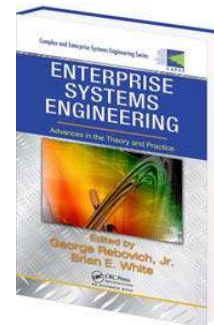
Conclusion et Bibliographie

Cet article ne représente qu'une ébauche de ce qui a été dit lors de cette conférence.

Si vous souhaitez en savoir plus, il vous faudra lire le livre suivant dont sont issus certains passages.

G.R. Rebovich and B.E. White (Ed), « Enterprise Systems Engineering, Advances in the Theory and Practice »,

Boca Raton, FL, CRC Press – Taylor Francis Group, juillet 2010



Sigles et acronymes

CSE	Complex System Engineering	Ingénierie système complexe
CSS	Complex System Sciences	Science des systèmes complexes
DoD	Department of Defense	Département de la Défense américaine
ESE	Enterprise System Engineering	Ingénierie système d'entreprise
ICSSEA	International Conference on Software and Systems Engineering and their Applications	Conférence internationale sur l'ingénierie logicielle et système et leurs applications
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Institut des ingénieurs en électricité et en électronique
INCOSE	International Council on Systems Engineering	Conseil international sur l'ingénierie système
IP	Internet Protocol	Protocole internet
MIT	Massachusetts Institute of Technology	Institut de Technologie du Massachusetts
SE	System Engineering	Ingénierie système
SoS	System of System	Système de Système
SW	Software	Logiciel
TSE	Traditional System Engineering	Ingénierie Système traditionnelle

**Contacts : jderosa27@comcast.net
veronique.pelletier@adeli.org**