

## UNE APPROCHE POUR L'EVALUATION DE LA DURABILITE ET DE L'AGILITE DES SYSTEMES D'INFORMATION D'ENTREPRISE

**S. IZZA**

Ecole des Mines de Saint-Étienne  
Laboratoire G2I  
158 cours Fauriel  
42023 Saint-Etienne Cedex 2, France  
izza@emse.fr

**R. IMACHE**

Université M'hamed Bougara  
Département d'Informatique, LIFAB  
Avenue de l'Indépendance  
35 000 Boumerdes, Algérie  
r-imache@umbb.dz

**M. AHMED-NACER**

Université des Sciences et de la  
Technologie Houari Boumediene,  
Département d'Informatique, LSI  
Bab-Ezzouar, Alger, Algérie  
anacer@mail.cerist.dz

**RESUME :** *De nos jours, les systèmes d'information déployés au sein des entreprises ne sont pas toujours tous profitables et de bonne qualité, car d'une part ils peuvent manquer d'agilité, et d'autre part, leur développement est souvent plutôt subi que mené. Une des raisons d'échec est en majeure partie due au fait que les projets de développement ne sont pas correctement menés et les outils et architectures utilisés ne sont pas toujours appropriés, ce qui peut engendrer des solutions qui réagissent mal aux exigences sans cesse évolutives de l'environnement. Ce papier s'inscrit dans ce sens, et a pour objet d'explorer et de contribuer aux recherches sur l'évaluation de l'agilité et du degré de développement durable des systèmes d'information d'entreprise, en privilégiant notamment les petites et moyennes entreprises qui voient là une nécessité incontournable et une opportunité certaine pour mieux faire face aux pressions du marché. Après avoir présenté un état de l'art sur les concepts d'agilité et de développement durable, nous proposons une approche d'évaluation de l'agilité des systèmes d'information basée sur un certain nombre de critères, et nous terminons par quelques exemples d'évaluation de ces critères.*

**MOTS-CLES :** *Système d'information, durabilité, agilité, modèle, interopérabilité, architecture, évaluation.*

### 1. INTRODUCTION

De nos jours, les attentes des entreprises vis-à-vis de leurs systèmes d'information s'expriment d'autant plus fortement que l'informatique est pratiquement omniprésente dans tous les secteurs d'activités: santé, défense, télécom, banques, assurances, industrie microélectronique, industrie aéronautique, industrie automobile, distribution, etc. Actuellement, nous assistons à une prise de conscience de plus en plus collective du poids et de l'importance des systèmes d'information d'entreprise, notamment des systèmes d'information agiles et durables qui deviennent nécessaires dans le contexte actuel caractérisé par une forte concurrence imposant ainsi de nouvelles exigences sans cesse évolutives.

Pour faire face à ces exigences, les entreprises doivent souvent répercuter directement les contraintes qui pèsent sur elles sur leurs systèmes d'information, à qui on demande d'être sans cesse plus agiles mais aussi plus durables afin de pouvoir mieux soutenir la stratégie de l'entreprise. Il devient alors nécessaire de mettre en œuvre de nouvelles approches, méthodologies, et outils qui deviennent ainsi des enjeux majeurs des systèmes d'information des entreprises actuelles.

Dans un tel contexte, les orientations attribuées aux systèmes d'information d'entreprise changent la donne. Cela s'exprime notamment par:

- un recentrage fort autour du cœur du métier de l'en-

treprise qui est sa source de profit et sa raison d'être;

- la recherche et la mise en place d'une approche agile et durable dans un environnement fortement évolutif;
- et le développement d'outils appropriés permettant de mieux appréhender, analyser, gérer et maîtriser le fonctionnement opérationnel de l'entreprise.

D'après une étude mondiale de Capgemini Consulting (Capgemini 2006), près de 40% des directions informatiques pensent que l'informatique freine l'agilité de leur entreprise. Plus précisément, les directions du système d'information (DSI) sont 38% à estimer que la fonction informatique n'apporte pas aux métiers l'agilité dont ils ont besoin, et 29% à penser qu'elle est incapable de suivre le rythme des évolutions de leur environnement. Ce qui semble risqué, dans un contexte où rappelons-le 97% des entreprises déclarent avoir subi des changements majeurs dans leur environnement dans les trois dernières années, et où 83% estiment que l'agilité de l'informatique est un pré-requis à l'agilité des métiers. Dans ce contexte, l'agilité est donc une capacité ou plutôt une caractéristique majeure des entreprises et de leurs systèmes d'informations à mieux s'adapter à moindre coût et à moindre effort aux changements aussi divers que variés qui peuvent s'opérer au sein de l'entreprise ou de son environnement.

D'un autre côté, un récent rapport de la Commission Européenne promouvait le concept de développement durable dans le cadre industriel qu'elle considère

comme « le moyen qui permet de répondre aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures à répondre aux leurs ». En effet, le développement durable est une valeur de l'Union Européenne qui est profondément ancrée et qui englobe des aspects revêtant une grande importance pour les citoyens, tels que le maintien et l'accroissement de la prospérité à long terme, la prise en compte du changement climatique ou la construction d'une société sûre, saine et fondée sur l'intégration sociale. Devant les mutations qui s'opèrent de plus en plus rapidement dans le monde, il devient urgent de lutter contre les tendances non durables et de modifier nos comportements. Bien-entendu, ceci est aussi applicable aux systèmes d'information d'entreprise, où l'on cherche à définir de nouvelles méthodologies et de nouveaux outils permettant de mieux recycler, de mieux réutiliser, et de mieux adapter les applications qui composent le système d'information d'entreprise.

Aujourd'hui, les DSI ont plus que jamais la nécessité de mieux conduire la politique informatique de leur entreprise qui doit non seulement permettre d'offrir une disponibilité des services, ou une amélioration continue des métiers, mais surtout offrir des avantages concurrentiels liés à l'utilisation des technologies de l'information. Dans un tel contexte, les DSI doivent se baser sur les meilleures approches et pratiques pour offrir un maximum d'agilité permettant de s'adapter aux évolutions fonctionnelles et techniques et de s'ouvrir afin de mieux se connecter aux processus des partenaires, tout en sauvegardant et en réutilisant le patrimoine informatique sans remettre en cause les technologies utilisées depuis plusieurs années. Dans ce cadre, un nouveau genre de système d'information, évolution naturelle des systèmes actuels, devra être défini et développé et qui se doit d'être capable de se recycler au cours du temps, de se reconfigurer efficacement sans générer de nouvelles difficultés.

Il y a là, à notre sens, une opportunité importante de définir et d'utiliser une démarche outillée basée sur une approche méthodologique rigoureuse permettant de guider les architectes et les décideurs dans leur processus de développement, de refonte et de modernisation des systèmes d'information d'entreprise, en ciblant en priorité les petites et moyennes entreprises, non seulement parce qu'elles constituent la grande partie du tissu économique national, mais aussi parce qu'elles sont souvent limitées en matière de ressources financières, ce qui les freine considérablement dans l'exécution de leur politique car elles investissent moins en recherche et développement et/ou dans l'acquisition des dernières technologies. Cette approche méthodologique doit offrir aux acteurs impliqués la possibilité d'analyser, de concevoir, de moderniser et de déployer les éléments du système d'information de façon souple, progressive et pérenne en découplant de façon standardisée les interfaces, les processus, la logique métier, et les composants techniques. De plus, cette approche va permettre de découpler le système d'information en parties plus ou moins indépendantes en fonc-

tion de leur degré d'agilité (souhaité), et permettre ainsi la mise en œuvre d'une approche adéquate et des technologies appropriées pour la production de l'agilité en fonction de leur besoin en agilité tout en s'inscrivant dans une logique de développement durable du système d'information.

Ce papier s'inscrit précisément dans cette optique et a pour objectif d'apporter une contribution pour l'évaluation du degré du développement durable et de l'agilité des systèmes d'information d'entreprise, en ciblant de manière privilégiée les petites et moyennes entreprises qui constituent la grande partie du tissu économique national. Ce papier est organisé comme suit. La section 2 présente le contexte et la problématique. La section 3 expose un état de l'art en rapport avec le développement durable et de l'agilité des systèmes d'information. La section 4 décrit les grands principes de l'approche d'évaluation que nous proposons. Finalement, la section 5 clôt ce papier par quelques conclusions et perspectives.

## 2. AGILITE ET DURABILITE DES SYSTEMES

L'agilité et développement durable sont deux concepts relativement récents qui intéressent de plus en plus les chercheurs en management et en systèmes d'information et les industriels et notamment les grandes entreprises qui peuvent se permettre les moyens pour leur stratégie d'évolution. La conceptualisation de ces concepts n'est pas encore achevée et reste donc complètement ouverte. Néanmoins, nous tenterons dans ce qui suit de survoler l'état de l'art existant en tentant de les définir et de montrer leur utilité, et aussi de survoler les principales approches existantes en matière d'agilité et de développement durable dans le domaine des systèmes d'information.

### 2.1. Concept d'agilité

La notion de l'agilité a été développée pour la première fois dans les années cinquante dans le domaine du combat aérien (Richards 1996). Elle est définie à l'origine comme la capacité à changer de manœuvres dans le temps. En 1991, ce concept a été étendu au contexte des affaires grâce à un rapport publié par le Iacocca Institute intitulé "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy" (Goldman et al. 1991) qui décrivait alors l'agilité comme un nouvel ordre industriel. Ce rapport stipulait que l'amélioration du système de production de l'époque n'était plus suffisante: La maturité rapide de l'industrie, l'utilisation accrue des outils informatiques, des technologies de production ainsi que l'importance de l'information et de la communication ont formé un nouveau système agile de production. Dans ce contexte, les interconnexions humaines et physiques ainsi que les ressources intellectuelles sont partagées par des entreprises et des groupes qui coopèrent et se font concurrence, définissant ainsi une nouvelle compétition industrielle.

L'agilité est ainsi définie comme la capacité d'une organisation à répondre rapidement aux changements du

marché et à s'adapter et à réagir avec flexibilité à des modifications imprévisibles dans le but de survivre aux menaces de son environnement (Breu et al. 2001). L'agilité d'une organisation est donc son exploitation réussie de ses bases compétitives, dans un environnement marqué par des changements rapides, à travers l'intégration et la reconfiguration de ses ressources et pratiques dans le but d'offrir aux consommateurs des produits et des services correspondant à leurs attentes (Yusuf et al. 1999).

Pour certains l'agilité est plutôt synonyme de capacité de reconfiguration, pour d'autres elle est plutôt synonyme de flexibilité, de réactivité et parfois même d'adaptabilité. Ainsi, (Badot 1997) stipule que l'agilité est un paradigme qui renvoie tacitement à la théorie de la contingence puisque l'entreprise doit se conformer aux exigences de son environnement. (Kidd 1994) soutient que l'agilité ne correspond pas seulement à la flexibilité ou à la réactivité, mais qu'il s'agit là d'un concept plus large qui intègre à la fois flexibilité (qui mesure la capacité d'une entreprise à s'ajuster, à technologie équivalente, à un niveau de production donnée); réactivité (qui correspond à la vitesse à laquelle une entreprise répond à l'évolution des demandes de ses clients, y compris les demandes non anticipées) et parfois même adaptabilité (qui est la capacité à faire face à la nouveauté et qui se traduit souvent sous forme d'attitude positive et souple face aux nécessités de changements au sein de l'entreprise). De leur côté, (Lindberg 1990) et (Sharifi et Zhang 1999) soutiennent que les notions de flexibilité et réactivité sont au cœur du concept de l'agilité. De plus, (Breu et al. 2001) soutiennent que pour que les organisations agissent rapidement et répondent avec flexibilité, elles ont besoin de déployer de nouvelles technologies d'information et de communication, d'intégrer des processus métier, d'adopter des formes d'organisation virtuelles, de coopérer en interne et en externe ainsi que de capitaliser sur les compétences des employés à forte expérience qui participent par leurs idées à améliorer le quotidien des entreprises.

L'agilité est ainsi un concept vaste et vague. Elle est la capacité d'une entreprise à se reconfigurer en fonction des évolutions de son environnement. Il s'agit donc d'un but stratégique de toute entreprise, non seulement des grandes entreprises mais aussi des petites et moyennes entreprises qui ne peuvent pas s'offrir le luxe d'équipes en recherche et développement, désirant voir dans ses défis, non pas des menaces pour sa survie, mais plutôt des opportunités de croissance et de prospérité à long terme.

## 2.2. Agilité informationnelle

Il est généralement admis que pour atteindre l'agilité organisationnelle d'une entreprise, il est nécessaire de mettre en place l'agilité de son système d'information, étant donné le système d'information est, ou bien doit être, le miroir de l'entreprise. Cette dernière est très sou-

vent étudiée à travers les aspects techniques. Actuellement, les entreprises prennent conscience de l'importance du système d'information, et investissent de plus en plus dans les technologies de l'information pour mieux effectuer le pilotage des performances métier, permettre la réalisation de futures initiatives et créer l'agilité métier (Custodio et al. 2007) (Ross et Beath 2002).

A ce propos, ces derniers travaux présentent deux vues distinctes et opposées sur l'impact des investissements informatiques sur l'agilité métier. La première vue considère que l'informatique peut stabiliser et faciliter les processus métier mais peut aussi obstruer la flexibilité fonctionnelle des organisations, en les rendant plus lentes et encombrantes en face à de nouvelles opportunités. Dans de tels systèmes, les processus sont souvent câblés par des flux prédéfinis et rigides. La seconde vue considère que les applications informatiques sont des éléments perturbateurs qui impactent négativement les processus et qui conduisent à une instabilité importante qui réduit l'efficacité des efforts de compétition des organisations (Lyytinen et Rose 2003). Par ailleurs, il est important de préciser que ces deux vues nécessitent des résolutions appropriées pour les décideurs qui sont toujours confrontés à des changements continuels de leur métier qui est généralement dirigé par l'informatique. Etre agile est un joli slogan qui peut conduire à une interaction complexe et parfois même confuse entre la stabilité et la flexibilité du système d'information (Ross et Beath 2002).

Dans la perspective de l'agilité informationnelle, les solutions informatiques faiblement couplées et en particulier les architectures orientées services (SOA) et leurs technologies dérivées telles que les Web Services (WS) constituent des éléments importants pour la mise en œuvre de l'agilité (Mooney et Ganley 2007). Dans cette perspective, la SOA peut être considérée comme une architecture logicielle flexible s'appuyant sur un ensemble de services simples qui sont le résultat de la décomposition des fonctionnalités du système d'information en un ensemble de fonctions basiques. L'idée sous-jacente est de cesser de construire la vie de l'entreprise autour d'applications monolithiques, mais plutôt faire en sorte de construire une architecture logicielle globale décomposée en services correspondant aux activités des processus métiers de l'entreprise (Erl 2005). Lorsque l'architecture SOA s'appuie sur des WS qui forment une technologie standard pour le développement et l'intégration d'application, on parle alors de WSOA (Web Services Oriented Architecture). Les WSOA fournissent une approche d'implémentation qui peut favoriser, si elles sont correctement développées et déployées, l'agilité de l'infrastructure et des solutions informatiques (Hagel III 2002).

Un autre aspect important lié à l'agilité informatique est le développement agile. Dans ce contexte, plusieurs méthodes qui se proclament de méthodes agiles existent. On peut, par exemple, citer: la Programmation eXtreme (XP) (Beck 1999), Dynamic Systems Development Method (DSDM) (Stapleton 1997), SCRUM (Schwaber et

Beedle 2002), Crystal (Cockburn 2001), Agile Modeling (Ambler 2002), Feature Driven Design (Coad et al. 1999), Lean Programming (Poppendieck 2001), et aussi Rational Unified Process (RUP) (Kruchten 2000). Chacune de ces méthodes offre plus ou moins un certain nombre de principes pour favoriser le développement agile des systèmes logiciels. Il convient alors de les analyser de plus près pour extraire les meilleures pratiques pour le développement de systèmes d'information agiles.

### 2.3. Attributs de l'agilité

Dans la littérature, les attributs de l'agilité sont nombreux et diffèrent selon le domaine d'application. Ainsi, (Goldman 1994) soutient qu'une entreprise agile est celle qui intègre le design, la production, le marketing ainsi que les supports de ses produits et services dans des processus centrés sur le client et ce en un minimum de temps et au moindre coût. (Shafer 1997), quant à lui, propose trois compétences clés pour décrire l'agilité: une capacité de lecture des marchés, une capacité de réponse rapide et une aptitude à intégrer et enraciner l'apprentissage. (Goldman et al. 1995) accordent à l'agilité quatre principes majeurs: délivrer une valeur ajoutée pour le consommateur, être prêt pour le changement, valoriser les connaissances et les compétences humaines à travers la mise en place d'équipes transversales et former des partenariats virtuels.

De leur côté, (Yusuf et al. 1999) présentent une panoplie assez exhaustive d'attributs de l'agilité qu'ils répartissent dans dix domaines de décision. Il en ressort que l'entreprise agile doit être précurseur dans l'usage des technologies que ce soit dans la communication pour accélérer les échanges d'informations ou encore dans la production pour améliorer la flexibilité et la réactivité des systèmes de production. D'une part, les technologies d'information mettent en place une infrastructure permettant la création de structures flexibles et adaptatives aux environnements dynamiques. Elle contribue aussi à la rapidité d'action en fournissant des informations en temps réel. D'autre part, les technologies de production contribuent à la mise en place de méthodes flexibles.

Il est clair que pour atteindre ces attributs, considérés comme des objectifs, l'entreprise doit faire appel à de nouvelles méthodologies, de nouvelles compétences afin de favoriser, de produire et de consommer habilement l'agilité, tout en s'inscrivant dans le cadre d'un développement durable. La sous-section suivante traite des approches d'évaluation et de production d'agilité.

### 2.4. Evaluation et production de l'agilité

Il n'existe, à notre sens, que très peu de travaux qui traitent de l'agilité des systèmes d'information et ils peuvent être principalement classés en travaux sur la planification stratégique de l'agilité (Galliers 2007), l'identification de la capacité d'agilité (Sambamurthy et al. 2003), l'identification des niveaux d'agilité (Martensson 2007), proposi-

tion de frameworks pour l'agilité (Oosterhout et al. 2007) et l'évaluation de l'agilité (Tsourveloudis et al. 2002). (Galliers 2007) étudie l'agilité selon la perspective stratégique et mentionne trois points saillants pour définir la stratégie liée à l'agilité: (i) la stratégie d'exploitation, (ii) la stratégie d'exploration, et (iii) la stratégie du management du changement. La stratégie d'exploitation concerne l'analyse de l'environnement et de l'organisation, des systèmes d'information et de connaissance, les procédures et règles standardisées, et la fourniture et le support des services d'information. La stratégie d'exploration est liée aux caractéristiques alternatives des systèmes d'information, à l'existence de communautés de pratiques, à la flexibilité des équipes de projet, à l'existence de courtiers de connaissances, et la possibilité d'apprentissage multi-projets. La stratégie du management du changement dépend de la capacité de s'approprier des apprentissages et révisions en cours.

(Sambamurthy et al. 2003) distingue trois capacités inter-reliées d'agilité: (i) l'agilité opérationnelle qui est la capacité d'exécuter l'identification et l'implémentation d'opportunités métier rapidement, précisément, et de façon rentable; (ii) l'agilité client qui est la capacité pour apprendre de la clientèle, identifier de nouvelles opportunités métier et implémenter ces opportunités de façon négociée avec le client; et (iii) l'agilité des partenaires qui est la capacité de mettre en œuvre la connaissance métier, les compétences, et les actifs dans le but d'identifier et d'implémenter de nouvelles opportunités métier dans le cadre de collaboration inter-entreprises.

Concernant les niveaux d'agilité, (Martensson 2007) stipule qu'un système peut être agile selon trois différentes manières: (i) en étant polyvalent, (ii) par reconfiguration, et (iii) par reconstruction. Etre polyvalent implique que le système d'information est suffisamment flexible pour faire face aux changements qui s'opèrent. Si les solutions existantes ne sont pas suffisamment polyvalentes, la reconfiguration est alors nécessaire; elle peut être interprétée comme une production d'agilité créée par une nouvelle configuration. Si la reconfiguration n'est pas suffisante, la reconstruction est alors nécessaire; elle signifie que des changements ou des ajouts doivent être effectués sur le système d'information. De plus, (Martensson 2007) propose un framework qui montre comment l'agilité est produite et consommée. Ceci dépend du niveau d'agilité et qu'il interprète comme étant le résultat d'un processus de production de l'agilité auquel des ressources sont allouées. Ces niveaux d'agilité sont ensuite utilisés dans le but de consommer l'agilité pour prendre en compte certaines opportunités métier. Bien entendu, la consommation de l'agilité dans le cadre d'un effort de développement métier induit la réduction de l'agilité.

Un framework important lié à l'agilité du système d'information est celui proposé par (Oosterhout et al. 2007). Ce dernier propose un processus qui débute par l'analyse des facteurs de changement. Ensuite, la détermination du niveau de préparation de l'agilité est effectuée en fonc-

tion des capacités d'agilité du système. Par ailleurs, ces capacités sont les causes derrière lesquelles il peut y avoir l'existence ou non d'une déficience d'agilité. Dans le cas où il y a déficience d'agilité, des moyens sont mis en œuvre pour définir ou améliorer la stratégie informatique pouvant mieux supporter l'agilité métier.

Un autre framework important est celui proposé par (Lui et Piccoli 2007) qui étudie l'agilité selon une perspective socio-technique. Dans cette dernière, le système d'information est considéré comme composé de deux sous-systèmes: un système technique et un système social. Le système technique comprend la technologie et les processus. Le système social comprend la composante humaine qui est impliquée dans le système d'information. Dans cette perspective, pour évaluer l'agilité des systèmes d'information (Lui et Piccoli 2007) utilisent quatre éléments qui sont: agilité technologique, agilité des processus, agilité humaine, et agilité des structures. Cependant, les auteurs stipulent que l'agilité n'est pas une simple somme des quatre éléments, mais dépend de leurs relations non-linéaires. De plus, (Wensley et Stijn 2007) mentionnent l'importance de la préservation de l'agilité à travers notamment des audits et la formation. Ce dernier aspect est important parce que les organisations ont besoin continuellement de l'amélioration de leurs compétences pour assurer une agilité continue.

Bien que ces approches soient pertinentes, il n'en demeure pas moins qu'elles sont toujours au stade conceptuel et donc de portée et de maturité assez limitées. Pouvoir définir de nouveaux (et/ou améliorer ceux existants) méthodologies et outils intégrés permettant la prise en compte du concept d'agilité tout au long du cycle de vie du système d'information serait d'un apport considérable pour les entreprises, et en particulier pour les petites et moyennes entreprises qui doivent trouver des moyens efficaces leur permettant de survivre et d'évoluer sereinement au sein de l'environnement économique actuel caractérisé par une concurrence féroce et des mutations rapides et aléatoires.

### 2.5. Approches de développement durable

A l'heure actuelle, il n'existe à notre sens pas de travaux sur le concept de durabilité de systèmes d'information. En nous inspirant des travaux de la Commission Européenne, nous appelons développement durable comme le moyen qui permet de répondre aux besoins de certains utilisateurs sans faire table rase et sans compromettre l'existant et aussi la capacité des autres utilisateurs à répondre aux leurs. Plus précisément, il s'agit dans le cadre des systèmes d'information de développer des systèmes qui se doivent d'être capables de se recycler au cours du temps, de se reconfigurer efficacement sans générer de nouvelles difficultés et des dysfonctionnements majeurs. Bien entendu, il ne s'agit là que d'un principe global ou plutôt d'une démarche générique qu'il convient de raffiner en sous-principes et/ou bonnes pratiques dont il est ensuite plus aisé d'appréhender et de mettre en

œuvre. A ce titre, nous pouvons nous inspirer de ce qui existe dans le monde industriel, et en particulier du protocole de Rio (UN 1992) où plusieurs principes fondateurs ont été arrêtés dont les principaux sont:

- Le principe de solidarité à la fois dans le temps (solidarité inter-générationnelle) et dans l'espace (solidarité intra-générationnelle): Il s'agit tout d'abord de préserver la capacité des générations futures à assurer leur propre développement. Il s'agit ensuite de la solidarité territoriale, c'est-à-dire de prendre en compte les différentes échelles de territoires: quartiers, communes, intercommunalités, etc.
- Le principe de participation: Il rejoint le concept de « gouvernance » en promouvant la démocratie participative qui implique la participation de tous les acteurs de la société civile au processus de décision.
- Le principe d'intégration: Il s'agit d'entreprendre une démarche globale, et non sectorielle qui exige de prendre en compte simultanément et de façon systémique et transversale les dimensions économique, sociale et environnementale.
- Le principe de subsidiarité: Il demande à traiter les problèmes au plus près de l'endroit où ils se posent et a pour but: (i) de mettre en cohérence les objectifs recherchés par les institutions ayant des compétences complémentaires; et (ii) de rapprocher la prise de décision des acteurs qui en subiront les conséquences, ce qui garantit la mobilisation des acteurs locaux dans une stratégie de développement durable.
- Le principe de précaution/prévention: Il privilégie une approche préventive plutôt que curative en permettant d'intervenir en amont: lorsque l'état des connaissances actuelles ne permet pas de prévoir et de connaître toutes les éventuelles incidences à long terme, des mesures visant à limiter ou à diminuer les éventuels impacts négatifs sont prises.
- Le principe de responsabilité: Le développement durable n'est possible que si chacun prend conscience, se l'approprie, s'interroge sur le sens de ses actes et prend ses responsabilités. Ce principe est en lien avec celui de précaution et trouve des applications comme par exemple la mise en place du système « pollueur-payeur ».

Bien entendu, tous ces principes ne concernent que le secteur industriel, mais à notre connaissance, ils peuvent trouver leur sens dans le cadre des systèmes d'information par extrapolation. Il convient donc de se les approprier, de les outiller, et de les intégrer dans le cadre d'une méthodologie plus globale et plus intégrée de développement durable des systèmes d'information agiles.

### 3. NOTRE APPROCHE D'EVALUATION

En basant notamment nos recherches sur les travaux de (Tsourveloudis et al. 2002) (Izza 2000) et (Lui et Piccoli 2007), nous proposons un cadre méthodologique, appelé POIRE (en référence aux cinq aspects d'un système d'information d'entreprise que nous traitons et qui sont: **P**rocessus, **O**rganisation, **I**nformation, **R**essource and **E**nvi-

ronnement), pour le développement durable de systèmes d'information agiles. Ce cadre, qui est en cours de développement, est le fruit d'une collaboration entre les deux laboratoires de recherche impliqués. De plus, ce cadre est activement soutenu par le consortium industriel CoPaS (Communauté de Pratiques autour des Services) (CoPaS 2007) qui traite notamment des problématiques liées aux systèmes d'information orientés services. Nous allons, dans ce qui suit, exposer les principes de notre approche, en nous focalisant uniquement sur l'étape d'analyse, et notamment sur la phase d'évaluation de l'agilité et de durabilité des systèmes d'information.

### 3.1. Interaction durabilité/agilité

L'analyse menée dans le cadre du projet POIRE a permis de mettre en évidence les interactions pouvant exister entre la durabilité et l'agilité des systèmes d'information. En particulier, elle nous a permis de déceler des interdépendances non-linéaires entre ces deux concepts. Sans trop entrer dans le détail de ces interactions, il est possi-

ble de les résumer grâce à la figure 1 qui stipule que la durabilité est une fonction essentiellement quadratique de l'agilité. La courbe (1-a) représente l'interaction dans le cas général. Elle considère que la durabilité est de l'agilité en usage, et elle précise que sans agilité il ne peut y avoir de durabilité, mais par contre un excès d'agilité compromet la durabilité. La courbe (1-b) qui représente la courbe souhaitée, c'est-à-dire l'un des objectifs de nos recherches, illustre le comportement que nous souhaitons que nos systèmes doivent adopter. Cette courbe présente un équilibre asymptotique au delà duquel la durabilité ne devrait pas décroître quand bien même l'agilité accroît. Bien entendu cet équilibre est proportionnel à l'effort en recherche et développement qui y est consacré. Enfin, la courbe (1-c) tient compte des zones de turbulences durant lesquelles des changements peuvent s'opérer au sein du système d'information ce qui induit des diminutions ponctuelles ou temporaires de la durabilité. Toutefois, on pense amortir cette zone en prônant la maintenance préventive du SI tout en maintenant l'agilité organisationnelle à un niveau acceptable.

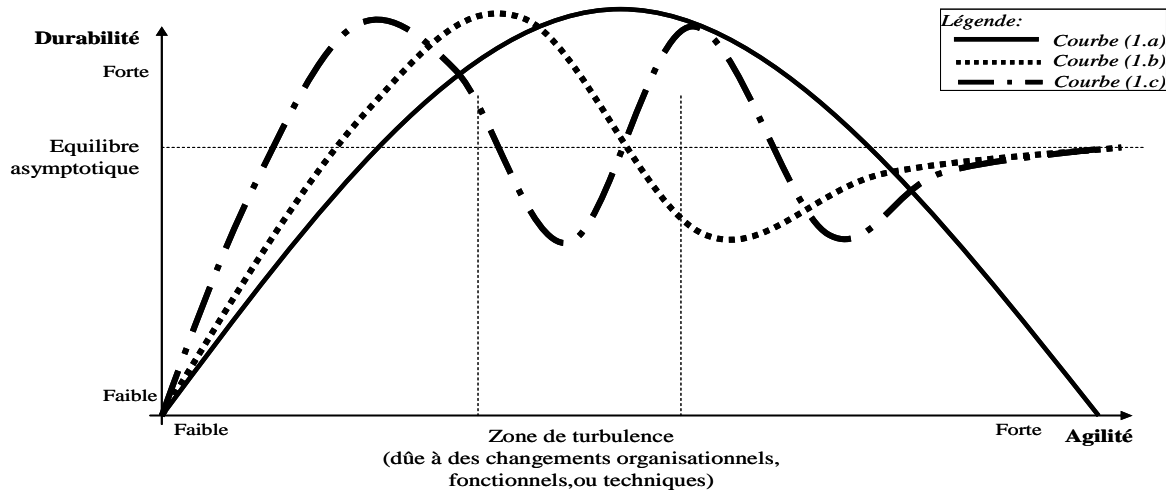


Figure 1. Interaction durabilité/agilité

Sachant qu'il a été constaté que la consommation d'agilité entraîne sa réduction, on pense y remédier à cette baisse afin de ne pas remettre en cause la durabilité en introduisant un mécanisme de régulation de l'agilité. La régulation consiste à maintenir dans le temps l'agilité dans un niveau qui permettra de maintenir la durabilité du SI entre son maximum et l'équilibre asymptotique, et dans le cas d'augmentation de l'agilité, on fait en sorte de ramener la durabilité vers l'équilibre asymptotique, comme illustré par la figure 1. Ainsi la régulation de l'agilité entraîne la régulation de la durabilité du SI.

### 3.2. Dimensions

Nous proposons dans le cadre de notre cadre méthodologique (POIRE) cinq dimensions qui sont à notre sens nécessaires dans le contexte de développement durable des systèmes d'information agiles:

- Dimension Processus (P): Elle concerne le compor-

tement fonctionnel de l'entreprise et comprend principalement les processus métier. Elle peut être mesurée en termes de temps et de coût nécessaires pour faire face aux changements imprévus dans le processus métier. Elle peut être principalement évaluée par la précision, l'exhaustivité, la non redondance, utilité, la fiabilité, la sécurité, l'intégrité, l'actualité, l'efficacité, et la faisabilité.

- Dimension Organisationnelle (O): Elle concerne tous les aspects organisationnels impliqués au sein du système d'information: structure, organigramme, etc. Elle peut être principalement évaluée par le type de commandement, le type de management, l'éventail de subordination, la spécialisation organisationnelle, l'intensité ou l'influence de l'état major s'il existe, la non redondance, la flexibilité, le turnover, et l'exploitabilité.

- Dimension Informationnelle (**I**): Elle concerne tous les aspects liés au traitement, au stockage et à la diffusion des informations au sein des entreprises. Elle concerne aussi bien la circulation interne qu'externe de l'information. Elle peut être évaluée selon le niveau des activités de management de l'information, i.e. capacité de collecte, de partage et d'exploitation des données. Quantitativement, elle peut être principalement évaluée par la justesse, l'exhaustivité, la non redondance, l'utilité, la fiabilité, la sécurité, l'intégrité, l'actualité, la publication, et l'accessibilité.
- Dimension Ressource (**R**): Elle concerne toutes les ressources utilisées par le système d'information. Elle inclut les ressources humaines, les ressources technologiques, et les infrastructures. Elle peut être évaluée en déterminant notamment l'utilité, la nécessité, l'utilisation, la fiabilité, la connectivité et la flexibilité. En ce qui concerne les ressources humaines qui constituent à notre sens un élément clé dans l'amélioration de l'agilité et la durabilité des systèmes d'information, elle peut être appréhendée par le niveau de formation du personnel, les motivations et les inspirations des employés ainsi que leur degré d'accessibilité aux informations et aux connaissances.
- Dimension Environnement (**E**): Elle concerne tous les aspects externes du système d'information, incluant le système de feedback des services clientèle et marketing. Elle peut être évaluée par la capacité de l'entreprise à identifier et exploiter des opportunités, à personnaliser les produits et les services, à améliorer les services rendus, à les fournir en temps voulu et

à des coûts acceptables. Il s'agit là essentiellement des préoccupations liées à l'interopérabilité avec le client (B2C) et des partenaires (B2B). Elle peut être mesurée par le degré de réactivité, de proactivité, de justesse et aussi du degré d'interopérabilité externe.

### 3.3. Méta-modèle d'évaluation

La figure 2 illustre le méta-modèle POIRE qui évalue l'agilité et la durabilité des systèmes d'information à travers la notion de grille d'analyse et selon un certain nombre de facteurs qui sont déterminés sur la base d'un ensemble de critères d'agilité et de durabilité définis pour chaque dimension du système d'information. Les critères d'agilité et de durabilité sont évalués selon un certain nombre de métriques et l'évaluation de ces métriques réalisée sur la base de l'analyse et l'évaluation d'un certain nombre de questions définies au sein d'un questionnaire personnalisable en fonction du profil de l'entreprise et en fonction des objectifs de l'évaluation.

De plus, les facteurs et les critères d'analyse ne sont pas indépendants les uns des autres du fait qu'ils peuvent mutuellement entretenir des interactions et s'influencer les uns les autres. Ces influences sont importantes car elles permettent de mieux affiner et de corriger le modèle d'évaluation de l'agilité et de la durabilité en prenant en compte les éventuelles relations, et notamment les relations non-linéaires, qui peuvent exister entre les critères et les facteurs. Ces relations sont à la base de l'adoption de modèles non linéaires basés sur les ensembles flous.

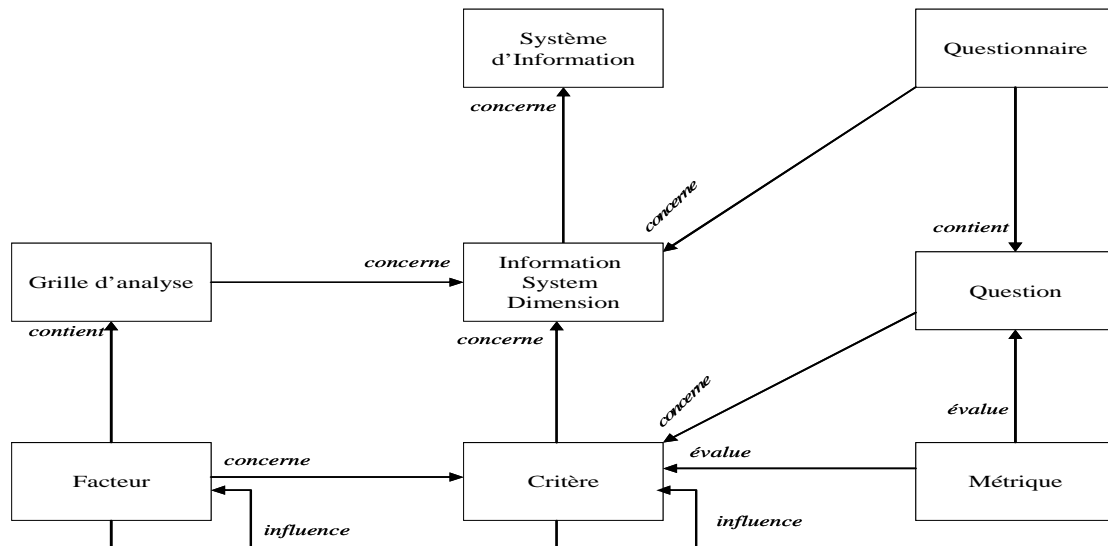


Figure 2. Méta-modèle POIRE pour l'évaluation des SI

### 3.4. Méthodologie POIRE

Dans le but d'évaluer l'agilité d'un système d'information, nous commençons tout d'abord par la détermination d'un objectif chiffré en matière d'agilité et de durabilité de ce

système sous forme d'une grille souhaitée, et cela suite à l'analyse de ce système. Ensuite, nous procédons à la personnalisation du questionnaire de base pour pouvoir évaluer pratiquement les critères, permettant ensuite de remonter pour déterminer les facteurs puis la grille réelle d'analyse. Une fois la grille réelle comparée à la grille

souhaitée, nous pouvons conclure par la mention agilité et durabilité admissible (ADA) du système d'information ou encore par la mention agilité et durabilité insuffisante (ADI) du système d'information et auquel cas il faut ap-

porter soit des corrections ou des ajustements en vue d'affiner ou d'orienter l'analyse. La figure 3 résume le principe de la méthodologie d'évaluation de POIRE.

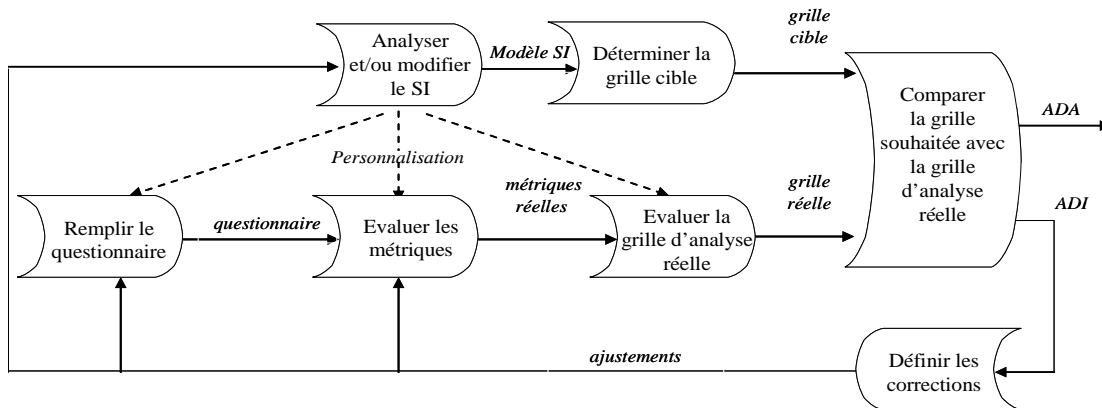


Figure 3. Méthodologie d'évaluation POIRE

Il est important de noter que les grilles d'analyse représentent un moyen permettant d'évaluer les critères. Il s'agit essentiellement d'un vecteur de valeurs qui correspondent aux métriques des critères d'analyse. La démarche d'élaboration suivie pour la détermination des critères peut se résumer ainsi: (i) Construction d'une liste assez exhaustive de critères, obtenus après synthèse de la recherche bibliographique, pouvant éventuellement caractériser les différents concepts et/ou aspects d'un Système d'Information; (ii) Détermination des attributs externes de l'évaluation: les facteurs. Ces derniers sont obtenus en faisant des regroupements de critères; (iii) Eputation du modèle obtenu précédemment en éliminant les facteurs ou critères jugés peu importants, synonymes ou polysèmes; (iv) Identification et normalisation des métriques pour chaque critère. L'identification des métriques pour un critère permet de définir les mesures quantitatives pour ce critère, alors que la normalisation consiste à les transformer afin qu'elles appartiennent à l'intervalle [0, 1].

La liste des facteurs retenus peut se résumer ainsi: (i) F<sub>1</sub>: Cohérence (accord des éléments du système entre eux en ne présentant pas de contradictions et de disparités); F<sub>2</sub>: Commodité (confort et facilité d'utilisation); (iii) F<sub>3</sub>: Conformité (exactitude des résultats générés); (iv) F<sub>4</sub>: Exploitabilité (degré d'informatisation du Systèmes d'Information); (v) F<sub>5</sub>: Flexibilité (facilité de s'adapter aux nouvelles conditions résultant du changement ou de la suppression de certains éléments du système); (vi) F<sub>6</sub>: Optimalité (fonctionnement de la manière la plus rationnelle); (vii) F<sub>7</sub>: Réactivité (aptitude à s'adapter aux changements); (viii) F<sub>8</sub>: Sécurité: Un Système d'Information offre une sécurité satisfaisante s'il est invulnérable aux menaces extérieures.

Comme il n'est pas possible de présenter dans le cadre de ce papier tous les critères retenus, nous allons brièvement décrire quelques critères d'évaluation de l'aspect organisationnel et de l'aspect informationnel. Les principaux critères organisationnels retenus sont: (i) la hiérar-

chie qui se traduit par le respect ou non du principe de l'unité de commandement; (ii) l'unité de direction qui est le fait d'imposer un seul chef à la tête d'une entreprise; (iii) le critère d'exception qui stipule que les tâches routinières ou habituelles devront être remplies par les subordonnés alors que les tâches exceptionnelles seront confiées au supérieur hiérarchique; (iv) l'éventail de subordination d'un poste de commandement qui représente le nombre de subordonnés que ce poste supervise; (v) la spécialisation organisationnelle qui est le fait d'imposer une division, une fragmentation du travail pour les postes au sein d'une organisation afin d'améliorer le rendement des organisations; (vi) l'intensité d'état-major qui mesure le poids administratif d'une organisation; (vii) l'utilité qui mesure le nombre de postes et d'acteurs utiles; (viii) la non redondance des postes et des acteurs ; (ix) la flexibilité qui est la capacité d'une organisation à interchanger des acteurs entre postes de travail; (x) la fixité qui mesure le degré d'invariabilité et de constance dans l'occupation des postes par les acteurs d'une organisation au fil du temps; et (xi) l'exploitabilité qui mesure le taux de 'pénétration de l'informatique' au sein de l'organisation.

Pour ce qui est de l'aspect informationnel, les principaux critères retenus sont: (i) l'exploitabilité qui mesure le degré d'informatisation; (ii) la justesse qui mesure la vraisemblance des informations; (iii) l'exhaustivité qui est la capacité des informations du système à représenter de façon complète la réalité; (iv) la non synonymie qui dépend du nombre de fois où il y a des informations synonymes; (v) la polysémie qui dépend du nombre de fois où il y a des informations polysèmes; (vi) la non redondance qui dépend des redondances constatées au sein de l'aspect informationnel; (vii) l'utilité des informations; (viii) la fiabilité qui mesure la capacité de l'aspect informationnel à être une image fidèle de la réalité; (ix) la sûreté qui mesure la capacité de restituer, en cas de perte, des informations; (x) l'intégrité qui dépend de la fréquence avec laquelle l'information est corrompue par un accès frauduleux; (xi) la précision qui permet de définir

la marge d'incertitude acceptable pour une information; (xii) l'actualité qui est la capacité d'une information à représenter un événement récent, qui a cours; (xiii) la publication représente la fréquence avec laquelle l'information est produite; (xiv) l'intelligibilité représente la capacité d'une information à être perçue par son destinataire; (xv) et l'accessibilité qui mesure le degré de distribution de l'information.

Afin de mieux illustrer la manière avec laquelle certains critères sont évalués, nous présentons dans la section suivante quelques exemples d'évaluation de critères.

#### 4. EXEMPLES D'EVALUATION DE CRITERES

Sans trop entrer dans les détails de l'évaluation des critères de POIRE, nous allons présenter le principe de quantification en nous limitant à deux critères qui sont l'éventail de subordination et la fiabilité informationnelle.

##### 4.1. Evaluation de l'éventail de subordination

Nous définissons l'éventail de subordination d'un poste de commandement comme le nombre de subordonnés que ce poste supervise. Il s'agit alors de chercher à optimiser le nombre de subordonnés à soumettre à l'autorité d'un même chef hiérarchique. Rappelons que cette limitation optimale pour chaque agent de l'entreprise en fonction de son profil du nombre de ses subordonnés (quatre ou cinq) fût l'une des contributions les plus importantes de (Fayol 1966). En effet, au delà ou en deçà de l'éventail optimal (aplatissement ou étirement de l'organigramme), des problèmes de communication et de coordination se font toujours ressentir. Nous proposons pour le calcul de l'éventail de subordination d'une organisation le rapport suivant :

$$I_s = (1/N_p) \sum_{i=1}^{i=N_p} \Psi_{(N_s(P_i) \leq K)}$$

où  $P_i$ : poste n°  $i$ ,  $N_p$ : nombre total de postes,  $N_s(P_i)$ : nombre de subordonnés de  $P_i$ ,  $K$ : constante (pour des raisons d'efficacité, cette constante est fonction du profil du poste  $P_i$ , prenant ainsi en compte la difficulté de coordination, d'organisation et de contrôle liée au poste) qui vaut généralement cinq,  $\Psi$ : la fonction indicatrice qui est telle que  $\Psi(x)$  vaut 1 si  $x$  est vrai et 0 sinon. Signalons que cet indice est compris entre 0 et 1. Et plus cet indice s'approche de 1 et plus le système se conforme au principe de limitation de l'éventail de subordination.

##### 4.2. Evaluation de la fiabilité informationnelle

Nous définissons la fiabilité d'une information comme la capacité de celle-ci à être une image fidèle et sûre d'un objet ou d'un événement de la réalité. Ce critère est proche de celui de la justesse. En effet, nous parlons de la notion de fiabilité, qui est substituée à celle de la justesse, dans le cas d'une information répétitive (produites

plusieurs fois par unité de temps). Une information répétitive sera alors dite fiable si et seulement si les différentes "versions" ou occurrences qui en sont produites sont justes". Nous définissons ainsi l'indice de fiabilité d'une information comme étant le rapport entre le nombre d'occurrences avérées justes sur le nombre total d'occurrences d'une information durant une période de référence donnée, c'est à dire:

$$I_{FI}(I) = \frac{\text{Nombre moyen d'occurrences justes de l'information I durant une unité de temps}}{\text{Nombre moyen d'occurrences de l'information I durant une unité de temps}}$$

D'une manière plus générale, nous pouvons définir l'indice global de fiabilité comme étant la moyenne des indices de fiabilité des informations apparaissant au sein du système d'information:

$$I_F = (1/N_R) \sum_{i=1}^{i=N_R} I_{FI}(I_i)$$

où  $I_i$ : rubrique  $R_i$ ,  $N_R$ : nombre total de rubriques.

#### 5. CONCLUSION

Ce papier a permis de présenter un état de l'art et de proposer une approche d'évaluation de l'agilité et du degré de développement durable des systèmes d'information d'entreprise. Comme nous l'avons déjà signalé, les recherches sur l'agilité traitent, quasi-exclusivement des grandes entreprises. Nous pensons que ce choix est principalement dû au fait que ces grandes entreprises disposent en interne de ressources financières considérables leur permettant d'exécuter leur politique en investissant en recherche et développement ou dans l'acquisition des dernières technologies. Cependant, nous sommes convaincus que l'agilité ne peut être réservée exclusivement aux grandes entreprises. Les PME, qui constituent la grande partie du tissu économique, peuvent, à leur tour, se distinguer par leurs particularités qui peuvent faire d'elles des organisations agiles au même titre que les grandes entreprises. De plus, le développement durable est un concept qui ne traite pas pour le moment des systèmes d'information, non pas parce que ces derniers sont jugés non polluants, mais parce que le concept de développement durable est, à notre connaissance, pas suffisamment conceptualisé et formalisé pour qu'il puisse être appliqué.

Nous avons alors proposé dans ce papier un cadre méthodologique, appelé POIRE, en se focalisant notamment sur la phase évaluation de l'agilité et du degré de durabilité des systèmes d'information. Pour cela, nous avons présenté les différentes dimensions du cadre, un méta-modèle des concepts utilisés ainsi qu'une méthodologie générale d'évaluation. De plus, nous avons présenté à travers quelques exemples le principe d'évaluation des critères. Nous avons ainsi souhaité à travers ce papier contribuer aux recherches sur l'agilité et au développe-

ment durable des systèmes d'information des entreprises et en particulier des PME, qui à notre sens constitue des enjeux majeurs pour ces entreprises.

Bien que ce travail ait permis de définir un cadre global nous permettant de mieux approfondir les problèmes liés à l'agilité et à la durabilité des systèmes d'information, néanmoins, il présente plusieurs limitations qu'il faudrait alors combler. Il s'agit en particulier de s'intéresser à la composante temporelle de l'évaluation afin de rendre le modèle capable de relever des mesures lors du fonctionnement du système. Et ensuite d'étendre ce travail aux autres étapes du cycle de vie du système d'information. Compte tenu de son intérêt, notamment pour les PME, nous demeurons convaincus que ce projet doit être soutenu et poursuivi.

## REFERENCES

- Ambler S. W., "Agile Modelling: best Practices for the Unified Process and Extreme Programming". New-York: Wiley. 2002.
- Badot, O. (1997), *Théorie de « l'entreprise agile »*, Editions L'Harmattan, 295 p.
- Beck K. "Extreme programming Explained: Embrace Change". Biston: Addison Wesley. 1999.
- Breu K., Hemingway C.J., Strathern M. and D. Bridger, Workforce agility: the new employee strategy for the knowledge economy, *Journal of Information Technology*, 2001, 17 : 21-31.
- Capgemini, "Global CIO Survey 2007 – IT agility: enabling business freedom". 2006. <http://www.infos-industrielles.com/dossiers/1224.asp>.
- Coad P., de Lucca J., Lefere E. "Java Modeling in Color with UML: Enterprise Components and Process". New-York: Prentice hall. 1999.
- Cockburn A., "Agile Software Development". Boston; Addison-Wesley. 2001.
- CoPaS, Communauté de Pratiques autour des Services, <http://copas.fr.nf/>. 2007.
- Custodio M. G., Thorogood A., Yetton P., "Balancing Stability and Flexibility: the Case of the California Energy Commission". In Desouza K. C. editor, *Agile Information Systems: Conceptualization, Construction, and Management*. Elsevier, Burlington, USA, ISBN 10: 0-7506-8235-3, 2007. pp. 83-96.
- Erl T., "Service-Oriented Architecture - A Field Guide to Integrating XML and Web Services". Printice Hall, 2004.
- Fayol H., Administration industrielle et générale. Paris Dunod 1966 (réédition).
- Galliers R. D., "Strategizing for Agility: Confronting Information Systems Inflexibility in Dynamic Environments", In Desouza K. C. editor, *Agile Information Systems: Conceptualization, Construction, and Management*. Elsevier, Burlington, USA, ISBN 10: 0-7506-8235-3, 2007. pp. 1-14.
- Goldman S. et al., "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy". Brthlehem, PA: Iacocca Institute, Lehigh University. 1991.
- Goldman, S. L., Agile competition and virtual corporations, *National Forum*, 1994, 74 : 2, 43-49.
- Goldman, S. L., Nagel, R. N. and Preiss, K., *Agile Competitors and Virtual Organisations: Strategies for Enriching the Customer*, New York, Van Nostrand Reinhold, 1995.
- Hagel III J., "Out of the box: Strategies for Achieving Profits Today & Growth Tomorrow Through Web services". Boston: Harvard Business School Press. 2002.
- Izza S., *Modélisation des Systèmes d'Information: Proposition d'un formalisme pour l'analyse et l'évaluation*. Thèse de Magister. Université de Tizi-Ouzou, Algérie, Avril 2000.
- Kidd T.P., *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*, London, Addison-Wesley, 1994.
- Kruchten P., "The Rational Unified Process: An Introduction". Boston: Addison-Wesley Longman. 2000.
- Lindberg, P. (1990), Strategic manufacturing management: a proactive approach, *International Journal of Operation and Production Management*, 10 : 2, 94-106.
- Lui T-W., Piccoli G., "Degrees of agility: Implications form Information systems Design and Firm Strategy". In Desouza K. C. editor, *Agile Information Systems: Conceptualization, Construction, and Management*. Elsevier, Burlington, USA, ISBN 10: 0-7506-8235-3, 2007. pp. 122-133.
- Lyytinen K., Rose G. M., "The disruptive nature of IT innovations: The case of Internet computing in systems development organizations". *MIS Quarterly*, 277 (4), 2003. pp. 557.
- Martensson A., "Producing and Consuming Aigility", In Desouza K. C. editor, *Agile Information Systems: Conceptualization, Construction, and Management*. Elsevier, Burlington, USA, ISBN 10: 0-7506-8235-3, 2007. pp. 41-51.
- Oosterhout M. V., Waarts E., Heck E. V., Hillegersberg J. V., "Business Agility: Need, Readiness and Alignment with it Strategies", In Desouza K. C. editor, *Agile Information Systems: Conceptualization, Construction, and Management*. Elsevier, Burlington, USA, ISBN 10: 0-7506-8235-3, 2007. pp. 52-69.
- Poppendieck M., "Lean programming". *Software Development*, 9 (5), 2001. pp. 71-75.
- Richards, C.W. (1996), Agile manufacturing: beyond lean? *Production and Inventory Management Journal*, 37 : 2, 60-4.
- Ross J. W., Beath C. M., "Beyond the business case: New approaches to IT investment". *MIT Sloan Management Review*, 43 (2), 2002. pp. 51-59.
- Sambamurthy V., Bharadwaj A., Grover V., "Shaping agility through digital options: Reconceptualizing the role of information technology in contemporary firms". *MIS Quarterly*, 27 (2), 237-263. 2003.
- Schwaber K., Beedle M., "Agile Software Development with Scrum". New York: Prentice Hall. 2002.
- Shafer, R.A. (1997), *Creating organizational agility. The human resource dimension*. Unpublished Ph.D dissertation, Cornell University
- Sharifi H., Zhang Z., "A methodology for achieving agility in manufacturing organizations: An introduction". *International Journal of Production Economics*, 62 (1-2). 1999. pp. 7-22.
- Tsourveloudis et al., "On the Measurement of Agility in Manufacturing Systems", *Journal of Intelligent and Robotic Systems*, Kluwer Academic Publishers Hingham, MA, USA, 33 (3) 2002. pp. 329 - 342.
- UN- United Nations. Earcth summit. UN conference on Environment and development, 1992. <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html> (français: <http://www.un.org/french/events/rio92/rio-fp.htm>).
- Wensley A., Stijn E. V., "Enterprise Information Systems and the Preservation of Agility". In Desouza K. C. editor, *Agile Information Systems: Conceptualization, Construction, and Management*. Elsevier, Burlington, USA, ISBN 10: 0-7506-8235-3, 2007. pp. 178-187.
- Yusuf, Y. Y., Sarhadi, M. et A. Gunasekaran (1999), Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes, *International Journal of Production Economics*, 62: 1/2, 33-43.