



**HAL**  
open science

## Les formes de flexibilité d'un S.I. : étude de trois cas

Chantal Morley, Laura Jacome Madariaga

### ► To cite this version:

Chantal Morley, Laura Jacome Madariaga. Les formes de flexibilité d'un S.I. : étude de trois cas. AIM 2010: 15ème Conférence de l'Association Information et Management, May 2010, La Rochelle, France. hal-02448258

**HAL Id: hal-02448258**

**<https://hal.science/hal-02448258>**

Submitted on 22 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## ρ Résumé

---

L'étude du concept de flexibilité, appliqué aux systèmes de production, a conduit à mettre en évidence son caractère polymorphe, c'est-à-dire le fait qu'elle peut prendre des formes différentes selon l'objectif de flexibilité poursuivi. En ce qui concerne les systèmes d'information, cette particularité de la flexibilité n'a été que partiellement reprise. L'objectif de la communication est de proposer une grille d'analyse de la flexibilité d'un S.I., mettant en relation des besoins en flexibilité et des réponses possibles. Cette grille a été utilisée sur trois cas pour montrer des formes différentes de flexibilité et expliquer pourquoi elles diffèrent. Deux des cas ont fait l'objet d'une recherche antérieure [Jacome, 2009], le troisième est issu de la littérature. La recherche a mis en évidence que la forme de flexibilité d'un S.I. dépend des contraintes de changement auxquelles le S.I. est soumis et du type de flexibilité visée.

### Mots clefs :

Flexibilité, système d'information, théorie des ressources, évolution d'un objet technique

## ρ Abstract

---

Previous researchers, namely in manufacturing domain, have pointed out that flexibility is a polymorphous concept. This means that it displays different forms depending on flexibility requirements. However, information systems research has paid little attention to polymorphism in IS flexibility. The objective of the communication is to propose a framework relating flexibility requirements and flexibility enablers. This framework has been used on three cases studies to show that flexibility can take different forms and to explain why they differ. Two of the cases are the result of our previous research; the third has been taken from literature. From this research, IS flexibility appears to depend on change constraints for the IS and on the type of pursued flexibility.

### Key-words:

Information System, flexibility, RBV, technical object evolution

# Les formes de flexibilité d'un S.I. : étude de trois cas

---

**Chantal MORLEY**

*IT, TELECOM Ecole de Management,*

[chantal.morley@it-sudparis.eu](mailto:chantal.morley@it-sudparis.eu)

**Laura JACOME**

**MADARIAGA**

*ITAM*

[ljacome@itam.mx](mailto:ljacome@itam.mx)

## Introduction

La flexibilité d'un système est définie, de façon générale, comme sa capacité à s'adapter, avec efficacité et de façon réactive, à des exigences de changement. Appliquée à l'entreprise, la flexibilité est le résultat d'une volonté délibérée visant à ce que l'organisation puisse répondre facilement aux modifications de l'environnement et assurer ainsi la poursuite de ses objectifs fondamentaux [Reix, 1997]. Les technologies de l'information sont alors appréhendées comme de possibles facteurs de flexibilité [Reix, 1999].

Cependant, la notion de flexibilité a été utilisée à des niveaux plus fins dans l'entreprise. En particulier, dès les années 1970, la flexibilité des systèmes de production a été largement étudiée, dans le but de faire face à de fréquentes variations de volumes, modèles ou produits, ainsi qu'à des aléas sur le fonctionnement des machines. Plusieurs types de flexibilité ont été identifiées, notamment flexibilité du produit, flexibilité de capacité, flexibilité opératoire... [Georgoulas, 2009]. La flexibilité d'un système de production peut être obtenue par des caractéristiques du système, variables selon le type de flexibilité poursuivie [Slack, 1989]. Ainsi, l'étude du concept de flexibilité a mis en évidence son caractère polymorphe, c'est-à-dire le fait qu'elle peut prendre des formes différentes selon l'objectif de flexibilité poursuivi [Evans, 1991].

Au début des années 1990, de nombreuses critiques concernant la rigidité des systèmes d'information (S.I.) ont conduit les chercheurs à se préoccuper de flexibilité. L'objectif était de pouvoir répondre aux exigences croissantes d'adaptation des entreprises, et de réduire les délais et les coûts de maintenance. Cependant, le caractère polymorphe de la flexibilité n'a été que partiellement repris par les chercheurs. Or, le contexte d'un S.I., ainsi que les exigences de changement auquel il est soumis, peuvent varier, ce qui conduit à présumer que les facteurs permettant l'adaptation du S.I. varient selon les cas.

L'objectif de la communication est de proposer une grille d'analyse de la flexibilité d'un S.I., mettant en relation des besoins en flexibilité et des réponses possibles. Cette grille a été utilisée sur trois cas pour montrer des formes différentes de flexibilité et expliquer pourquoi elles diffèrent. Deux des cas ont fait l'objet d'une recherche antérieure [Jacome, 2009], le troisième est issu de la littérature. Dans une première partie, on fera une brève synthèse des recherches sur la flexibilité des S.I. ; ensuite on décrira la grille proposée; la troisième partie présentera l'analyse de trois cas de systèmes flexibles, basée sur cette grille.

## 1. Les recherches sur la flexibilité des S.I.

Les recherches sur la flexibilité des S.I. peuvent être classées en deux grandes catégories selon l'approche retenue : les unes, dans une perspective d'ingénierie, ont cherché à voir comment construire un S.I. qui puisse répondre aux demandes de changement ; les autres, en utilisant la théorie des ressources, ont cherché à analyser la flexibilité d'un système existant, à partir de ses ressources.

### 1.1 La construction d'un S.I. flexible

Deux types de réponses s'inscrivant dans cette approche ont été apportés.

#### 1.1.1 L'architecture du S.I.

Une première réponse fut apportée par [Allen&Boynton, 1991] en termes de choix d'architecture, entendue comme un arrangement d'éléments sous la responsabilité d'une fonction S.I. : ordinateurs, bases de données, ressources humaines, moyens de communication, logiciels et responsabilités de management. Les auteurs opposent d'une part, une architecture décentralisée dans laquelle les différentes entités de l'entreprise possèdent une fonction et des ressources S.I. locales, et communiquent avec les autres grâce à une standardisation des données et des accès facilités, et d'autre part, une architecture centralisée, avec une organisation centrée sur l'idée de ce que l'on a appelé « usine logicielle flexible » (flexible software factory) [Navarro, 1993]. Le premier modèle apporte une réactivité locale, permettant d'utiliser de nouvelles technologies ou outils innovants sans attendre des décisions centrales, et d'introduire toutes les modifications liées aux besoins locaux. Les auteurs donnent l'exemple d'un producteur de pommes de terre dans le Nord Ouest Pacifique, qui a éclaté la fonction et les ressources S.I. dans les différents services, pour pouvoir mieux s'adapter à une demande changeante et exigeante sur les délais de réaction. Le second modèle conduit à bâtir des systèmes indépendants de l'organisation, à partir de composants réutilisables ; ils sont donc modifiables à moindre effort, ce qui offre une flexibilité accrue pour l'ensemble des S.I. de l'entreprise. Le cas de Citibank est donné en exemple.

En fait, ces deux modèles extrêmes n'ont pas apporté de solution pérenne. Le modèle décentralisé conduit au bout de quelques années à des systèmes incompatibles et pouvant difficilement évoluer. En ce qui concerne le modèle centralisé, les usines logicielles n'ont pas connu une large diffusion, en dehors d'entreprises spécialisées dans le développement logiciel, car le concept n'est pas facilement implémentable. Un modèle mixte, avec une structure fé-

dérivée, a souvent été adopté, et surtout la flexibilité n'est plus un critère associé à l'une ou l'autre forme [Sambamurthy & Zmud, 1999]. Les recherches ultérieures qui sont centrées sur la flexibilité de l'infrastructure du S.I. vont examiner à une maille plus fine les composants de l'architecture, en se basant sur une approche par les ressources, comme nous le décrivons plus loin (§1.2.2).

### 1.1.2 Le processus de construction

La seconde réponse pour construire un S.I. flexible consiste à proposer une démarche pour que les besoins actuels et futurs soient mieux pris en compte lors de la conception. Ainsi, [Avison & al., 1995] s'appuient sur l'observation que les commanditaires et utilisateurs évoluent dans leurs demandes au cours du projet, mais que la rigidité des méthodes de développement ne permet pas de prendre en compte des changements tardifs de spécifications. Ils proposent trois techniques pour aider à élargir les spécifications afin de faire face à des besoins futurs : conduire une analyse prospective pour explorer les événements extérieurs (technologie, réglementation, environnement économique...) susceptibles d'impacter le système d'information et estimer la probabilité d'occurrence ; faire une analyse de risques centrée sur l'incertitude liée aux spécifications et sur les possibles sources de demandes de changement, notamment en interne ; utiliser la pensée latérale pour explorer des alternatives lors de la conception et élargir les solutions fonctionnelles proposées, ce qui devrait rendre l'application plus robuste face aux évolutions dans les utilisations.

Par ailleurs [Avison & al., 1995] recommandent de concevoir le logiciel pour qu'il puisse être facilement modifié (modularité fonctionnelle, documentation, modèles) ou bien de développer des applications jetables, c'est-à-dire rapidement réalisées pour répondre à des besoins ponctuels. Ils préconisent enfin une démarche participative et souple, pour s'adapter aux parties prenantes et contraintes du projet.

Cette approche, intéressante dans son principe de réduire le besoin de changement par anticipation et incorporation des besoins futurs, présente toutefois trois limites. D'abord, elle n'exclut pas des besoins non planifiés suite à des évolutions importantes et non anticipées dans la stratégie et/ou l'environnement. Ensuite, avoir une vision maximaliste des besoins a un coût et toutes les fonctions développées ne seront pas forcément utiles. Enfin, construire un système très complet peut empêcher des évolutions ultérieures non planifiées [Gebauer & Lee, 2008]. C'est pourquoi, il est intéressant d'avoir une approche plus sélective de la flexibilité, comme par exemple [Gebauer & Schober, 2006] qui distinguent clairement deux objectifs de flexibilité :

- la flexibilité dans l'utilisation du S.I. renvoie à l'éventail des utilisations qui peuvent être faites sans changement majeur, c'est-à-dire en s'appuyant sur des fonctionnalités existantes, éventuellement paramétrables, des interfaces accessibles et des structures de bases de données implémentées. Par exemple, pour un système de gestion des approvisionnements, la flexibilité dans l'utilisation signifie une grande variété de catégories de produits pouvant être achetés, et des procédures variées d'interaction avec des fournisseurs.
- la flexibilité dans l'évolution signifie la possibilité d'introduire des évolutions majeures, qu'ils définissent comme nécessitant une interruption du système et une réinstallation. Cela comprend l'ajout de nouvelles fonctionnalités, la réorganisation des accès aux différentes bases de données ou la modification des capacités de traitement.

Nous reprendrons plus loin cette distinction entre deux types de flexibilité.

## 1.2 L'analyse de la flexibilité d'un S.I.

L'analyse de la flexibilité d'un S.I. s'appuie principalement sur une transposition de la théorie des ressources. Initialement, cette dernière offre un cadre visant à expliquer la performance d'une l'entreprise, comparée à celle de ses concurrentes, par la mobilisation de certaines ressources rares, non substituables et difficilement imitables [Barney, 1991]. La théorie des ressources a été notamment utilisée pour analyser la flexibilité stratégique de l'entreprise [Roberts & Stockport, 2009], qui comporte un aspect externe – la capacité à adapter les orientations stratégiques en fonction des menaces et opportunités dans l'environnement – et un aspect interne – adapter l'organisation et la structure de façon à utiliser les ressources comme un support pour les modifications de stratégie. En ce qui concerne l'aspect interne, qui nous intéresse particulièrement puisque le S.I. en fait partie, certains chercheurs considèrent que la flexibilité de l'entreprise dépend d'une part de la flexibilité de certaines de ses ressources clés, d'autre part de la capacité à utiliser et agencer les ressources de façon créative et pertinente, ce qui est appelé la flexibilité de coordination [Sanchez, 1997]. La flexibilité d'une ressource est mesurée par : 1) l'éventail de ses usages possibles ; 2) les coûts et la difficulté pour passer d'un usage à un autre ; 3) le temps nécessaire pour passer d'un usage à l'autre.

Dans le domaine des S.I., on peut distinguer deux ensembles de travaux utilisant la théorie des ressources. Certaines recherches se sont attachées à analyser comment les ressources liées à la fonction S.I. peuvent, par leur flexibilité, contribuer à la flexibilité stratégique de l'entreprise. D'autres cher-

cheurs ont proposé d'évaluer la flexibilité d'une infrastructure T.I. par le degré de flexibilité de ses ressources clés.

### 1.2.1 Les ressources S.I. contribuant à la flexibilité stratégique

À un niveau global, différentes catégories de ressources liées aux activités de management des S.I. peuvent être répertoriées, pour identifier leur apport à la flexibilité stratégique de l'entreprise, notamment dans un environnement turbulent [Volderba, 1996]. [Wade&Hulland, 2004] ont proposé, à partir d'une analyse des recherches antérieures, une typologie des ressources liées au S.I. en trois catégories.

La première, appelée « inside-out » rassemble les ressources pouvant être mobilisées en interne pour répondre aux attentes et opportunités venant du marché. On y trouve des ressources techniques (matériel, logiciel) et humaines (capacité à mettre en œuvre et exploiter les T.I. avec efficacité).

La deuxième, appelée « outside-in » rassemble des aptitudes à gérer de façon efficace les relations avec des parties prenantes extérieures à l'entreprise. Il s'agit en particulier des liens avec des partenaires (sociétés de services, fournisseurs...) pour pouvoir les mobiliser efficacement. Mais on y trouve également la capacité à réagir rapidement aux changements extérieurs en lançant et en menant à bien des projets S.I..

La troisième catégorie, appelée liaison, rassemble la capacité à comprendre les attentes des autres départements de l'entreprise et à continuellement aligner le S.I. sur la stratégie de l'entreprise. Mais également, la capacité à anticiper les grandes évolutions technologiques et à comprendre quels pourraient en être les usages pour l'entreprise.

Cette typologie recense les capacités de l'ensemble des ressources S.I. à interagir avec rapidité et efficacité, en interne et en externe, pour favoriser l'adaptation de l'entreprise, réactive ou proactive, aux turbulences de son environnement.

### 1.2.2 La flexibilité des ressources d'une infrastructure T.I.

Plusieurs chercheurs ont utilisé l'approche par les ressources pour évaluer la flexibilité d'une infrastructure T.I., en s'appuyant sur ses différents composants. Ainsi, [Duncan, 1995] a identifié quatre éléments et elle a défini les qualités nécessaires à chacun pour qu'ils soient flexibles. Elle définit la flexibilité comme la capacité des composants à être partagés et à être réutilisés [ :42]. Ainsi :

1. Les plateformes doivent être *compatibles*, c'est-à-dire que toutes les applications peuvent être implémentées sur n'importe quelle plateforme de façon transparente pour les utilisateurs. Cela implique l'établissement de

normes internes pour le choix des matériels et des systèmes d'exploitation.

2. Le réseau doit offrir une large *connectivité*, c'est-à-dire qu'une large communication électronique doit pouvoir être assurée entre les différentes entités et sites de l'entreprise. Cela implique une compatibilité des systèmes de gestion des réseaux et des protocoles.
3. Les applications doivent avoir été conçues de façon *modulaire*, pour que les différentes fonctionnalités puissent être réutilisées.
4. Les données doivent être *indépendantes* des applications, ce qui implique une définition formelle et structurée des données qui doivent faire l'objet d'un partage dans l'entreprise.

[Byrd&Turner, 2000] ont étendu la définition d'une infrastructure IT à sa dimension humaine, c'est-à-dire qu'aux quatre types de ressources pris en compte par [Duncan, 1995], ils ont ajouté aux les ressources que représentent les acteurs de la fonction S.I.. Pour que l'infrastructure T.I. soit flexible, ils doivent posséder quatre types de connaissances et compétences :

1. Management des T.I., ce qui permet d'identifier l'intérêt stratégique pour l'entreprise des technologies qui apparaissent sur le marché.
2. Métier, ce qui permet de comprendre les besoins des utilisateurs.
3. Gestion de projet et d'équipe.
4. Technique.

Pour obtenir la flexibilité de la dimension humaine, il faut que chez les acteurs concernés, ces connaissances et compétences soient *larges* (dépassant le strict périmètre d'une utilité immédiate) et *approfondies*.

L'approche de la flexibilité basée sur les ressources présente l'intérêt majeur d'approcher les sources de flexibilité. Nous allons élargir cette approche en partant d'une vision du S.I. qui dépasse celle de l'infrastructure T.I.

## 2. Élaboration d'une grille d'analyse de la flexibilité des S.I.

### 2.1 Définition d'un S.I.

Pour étudier les facteurs permettant la flexibilité d'un S.I., il est nécessaire de partir d'une définition de l'objet S.I. : nous avons utilisé deux définitions complémentaires. La première est celle de [Reix, 2000] qui offre une vue statique d'un S.I. comme « un ensemble de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures... permettant d'acquérir, de traiter, stocker, communiquer des informations (sous forme données, textes, images,

sons...) dans des organisations » (:75). Cette première définition nous conduira à approcher la flexibilité selon une approche basée sur les ressources, telle que développée notamment pour étudier la flexibilité stratégique, c'est-à-dire au niveau de l'entreprise, et pour analyser la flexibilité d'une infrastructure T.I.. La seconde définition est celle de [Reix&Rowe, 2002], qui focalise sur la dynamique d'utilisation : le S.I. est « un ensemble d'acteurs sociaux qui mémorisent et transforment des représentations via des technologies de l'information et des modes opératoires » (:11). L'accent mis sur le système en action nous conduira à approcher la flexibilité par les types d'évolution du système requis par les acteurs.

## 2.2 Utilisation de la théorie des ressources

Nous sommes reparties des typologies de [Wade&Hulland, 2004] et [Byrs&Turner, 2000] présentées ci-dessus, que nous avons aménagées à partir de la définition de [Reix, 2000], c'est-à-dire en y ajoutant les ressources métiers.

Nous obtenons la typologie suivante des ressources d'un S.I. sur lesquelles nous nous interrogerons en recherchant les caractéristiques qui donne de la flexibilité :

- Processus : métier (par ex. gestion d'une commande) et T.I. (par ex. gestion d'une demande d'évolution) ;
- Données : contenu (sens et format des informations gérées) et contenant (structure, support) ;
- Compétences des acteurs : métier et T.I., à la fois dans leur domaine propre et dans leur capacité à dialoguer entre eux ;
- Technologie : applications (venant en support des processus métier) et configuration T.I. (arrangement des composants matériels et logiciels non applicatifs utilisés par les applications).

De plus, nous y avons introduit la notion de coordination des ressources développée par [Sanchez, 1997], qui prend en compte la coordination des ressources internes, ainsi que la gestion des relations avec les partenaires extérieurs.

Cependant, l'on peut trouver, dans une même entreprise, des S.I. qui ont des capacités de flexibilité différentes, mais qui peuvent être considérés comme également flexibles car ils ne sont pas soumis aux mêmes exigences de changement et. C'est pourquoi, nous proposons de compléter le cadre d'analyse de la flexibilité d'un S.I. en distinguant plusieurs degrés d'évolution requise. Pour cela, nous avons utilisé la théorie de la description d'un objet technique

proposée par M.Akrich qui l'a conduite à distinguer plusieurs niveaux d'évolution apportée à l'objet par les usages qui en sont fait.

## 2.3 Utilisation de la théorie de la description d'un objet technique

Dans ses travaux sur la description d'un objet technique, [Akrich, 1987] propose de saisir, par un aller-retour renouvelé entre l'objet et ses utilisations, à la fois ce qui est inscrit dans la conception de l'objet et ce qui est réalisé par les utilisations qui en sont faites. Elle montre sur différents exemples d'installation de kits d'éclairage photovoltaïque en Afrique, comment l'objet technique définit des acteurs et des relations entre ces acteurs, et que lui-même évolue par les usages que le groupe social en fait. Un S.I., tel qu'il est appréhendé dans la définition de [Reix&Rowe, 2002], s'inscrit dans cette approche : pas uniquement un dispositif socio-technique, mais un ensemble de pratiques impliquant ce dispositif et donnant lieu à des ajustements réciproques.

À partir de cette approche de l'objet technique, M.Akrich s'est intéressée aux évolutions apportées par l'utilisation, créditant les utilisateurs d'un rôle possible d'innovateurs. Elle a identifié quatre types d'innovation possibles [Akrich, 1998].

Le déplacement consiste à modifier légèrement le spectre des usages prévus. Par exemple un sèche-cheveux peut servir à accélérer le séchage d'une colle ou attiser les braises d'un feu.

L'adaptation consiste à modifier le dispositif, mais sans toucher à sa fonction première. Par exemple, certains alpinistes de haut niveau ont fait modifier la forme du manche de leur piolet (ce qui a ensuite conduit les fabricants à intégrer ces modifications dans leurs produits).

L'extension consiste à étendre la liste des fonctions initialement prévues. Par exemple, un logiciel de saisie des incidents et plaintes dans un commissariat de police (main courante) a été couplée localement à un logiciel de gestion d'indicateurs pour rendre compte du ressenti de l'insécurité.

Le détournement est l'utilisation d'un objet pour un usage totalement différent de celui prévu initialement. Par exemple, à Trinidad dans les années 1930, la transformation spontanée, par des jeunes de milieux défavorisés, de bidons de pétrole en instruments de musique fut à l'origine des steelband.

Nous proposons de transposer cette typologie aux évolutions d'un S.I. dans la mesure où : celui-ci repose sur une conception initiale ; il évolue toujours lors de son utilisation ; les demandes proviennent des utilisateurs/gestionnaires, et non pas des techni-

ciens ; et elles portent sur des élargissements ou extensions de fonctionnalités. Nous pouvons ainsi distinguer quatre types de flexibilité, élargissant ainsi la typologie de [Gebauer&Schober, 2006] qui distinguaient flexibilité d'usage et flexibilité d'adaptation.

1. La flexibilité *opératoire* d'un S.I. est sa capacité à permettre une utilisation aisée de toutes ses fonctionnalités dans une grande variété de cas, et notamment à prendre en charge des aléas par rapport à une utilisation normale prévue. La flexibilité opératoire n'implique aucune modification du système.
2. La flexibilité d'*adaptation* d'un S.I. est sa capacité à prendre en charge des utilisations nouvelles, moyennant de légères modifications du système. Pour ce qui est de la partie logicielle, ce type de flexibilité s'appuie classiquement sur la technique de paramétrage.
3. La flexibilité d'*extension* d'un S.I. est sa capacité à accueillir de nouvelles fonctionnalités qui viennent s'ajouter à celles initialement prévues. Ce type de flexibilité implique des modifications plus lourdes, c'est-à-dire nécessitant des connaissances approfondies du fonctionnement du système. Le principe de construction modulaire est classiquement évoqué comme favorisant ce type de flexibilité.

4. La flexibilité de *transformation* d'un S.I. est sa capacité à être transposé dans un environnement différent, moyennant des modifications parfois importantes mais qui conservent toutefois la structure initiale. Ce type de flexibilité n'a guère été étudié. On peut citer, à titre d'exemple négatif, le cas du système Socrate de la SNCF, qui a été transposé au cas du rail à partir d'un système de réservation dans le domaine du transport aérien, alors que les contraintes et exigences étaient sensiblement éloignées.

## 2.4 Présentation de la grille d'analyse

Pour analyser la flexibilité d'un S.I. (Fig.1), nous proposons la démarche suivante. D'abord, il convient d'identifier le contexte du S.I., c'est-à-dire à la fois la fonction qu'il remplit et les contraintes (internes ou externes) auxquelles et il est soumis. Ensuite, on s'interrogera sur les raisons qui font que le S.I. est sujet à des évolutions, c'est-à-dire les sources de changement. Puis, on étudiera la nature des évolutions requises pour déterminer les types de flexibilité qui sont recherchées pour le S.I. analysé : opératoire, adaptation, extension, transformation. Enfin, on recherchera par quelles ressources ou coordination de ressources on peut obtenir le type de flexibilité souhaitée. Pour cela, on s'appuiera sur la grille de la figure 2.

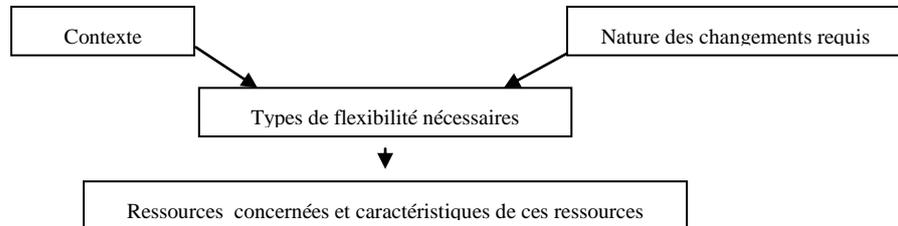


Figure 1 : Démarche d'analyse des caractéristiques de la flexibilité d'un S.I.

	Coordination des ressources	Ressources				
		Processus Métier T.I.		Données Contenu Contenant		Compétences des acteurs Métier T.I.
Flexibilité opératoire						
Flexibilité d'adaptation						
Flexibilité d'extension						
Flexibilité de transformation						

Figure 2 : Démarche d'analyse des caractéristiques de la flexibilité d'un S.I.

L'utilisation d'une telle grille permet de s'interroger sur les éléments (catégorie de ressource ou coordination) qui jouent un rôle important dans la flexibilité du S.I., compte tenu de son contexte et de la nature des évolutions, et de pouvoir ainsi les gérer de façon appropriée.

Nous allons appliquer cette démarche sur trois cas de S.I., soumis à des contraintes différentes. Le but est de mettre en évidence que les facteurs conduisant à la flexibilité du S.I. peuvent être fort différents selon les cas.

### 3. Analyse de trois cas de S.I. flexibles

Les trois cas sélectionnés sont considérés comme flexibles, et ils présentent la caractéristique commune d'être basés sur un progiciel acquis à l'extérieur. Le premier est tiré d'une recherche réalisée aux Etats-Unis sur les caractéristiques des chaînes logistiques flexibles [Gosain, Malhotra&Elsawy, 2004]. Les deux suivants résultent d'une étude par interviews (6 dans chaque cas) auprès d'un opérateur de télécommunication, de deux S.I. considérés comme flexibles, l'un tourné vers l'extérieur, un système d'itinérance téléphonique [Jacome, 2008]; l'autre d'usage interne : c'est un système d'intelligence métier autour d'un entrepôt de données [Jacome, 2009].

#### 3.1 La flexibilité de la chaîne d'approvisionnement

##### Contexte

Les dirigeants des entreprises dans lesquelles le S.I. de la chaîne d'approvisionnement a été étudié par [Gosain, Malhotra&Elsawy, 2004] font tous partie du conseil d'administration du consortium RosettaNet, dont l'objectif est de promouvoir des standards ouverts pour le e-business. Les chercheurs se sont attachés à analyser la flexibilité des liens de la chaîne, c'est-à-dire la façon dont les compétences et ressources de plusieurs organisations peuvent être combinées pour répondre aux fluctuations du marché et aux aléas.

##### Nature des changements requis

Les exigences de changement pour le S.I. de la chaîne d'approvisionnement ont trois principales causes :

- des ajustements dans la planification pour faire face à des aléas ponctuels de l'un des partenaires.
- des changements dans les produits (volume, caractéristiques...) : par exemple dans l'industrie des T.I.,

un grossiste peut avoir un renouvellement complet de son catalogue en deux ans.

- des changements de partenaires : par exemple dans l'industrie des T.I., un grossiste peut ajouter dix distributeurs par mois et réattribuer les rôles d'assemblage et d'intégration.

##### Facteurs de flexibilité selon le type de flexibilité visée

La flexibilité **opératoire** est celle qui est nécessaire pour prendre en compte les aléas (changement de volume demandé, incident de performance des partenaires dans le traitement d'un ordre). Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- connectivité de coordination, c'est-à-dire la possibilité d'échanger des informations de coordination sous une forme électronique et structurée, ce qui permet une rapidité accrue dans la prise en compte d'un incident et notamment en informant les autres partenaires concernés
- qualité des échanges avec les partenaires
- bonne connaissance des liens dans la chaîne pour comprendre et anticiper les répercussions d'une modification
- mémoire des fluctuations passées (par exemple les fluctuations de volume en fonction du cycle de vie d'un produit)

La flexibilité **d'adaptation** est celle qui permet d'effectuer facilement des changements de produits dans le catalogue. Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- accords avec les partenaires sur les documents échangés, notamment le format et la sémantique des informations liées aux commandes et aux référentiels (catalogues)
- connectivité électronique avec les partenaires sur les référentiels
- base de connaissance sur les compétences et les contraintes des partenaires, par échanges d'informations

La flexibilité **d'extension** est celle qui est nécessaire pour pouvoir changer facilement de partenaires. Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- standardisation des processus d'échange et du contenu des informations échangées
- modularité des processus d'interconnexion, c'est-à-dire que les sous-processus qui gèrent les échanges avec les partenaires, sont découplés des processus internes à chaque entreprise participantes ; ainsi le changement de partenaire n'a aucun impact sur les processus

internes, et inversement les modifications dans les processus internes n'affectent pas la structure des échanges.

La répartition selon les catégories de ressource est la suivante (Fig. 3).

	Coordination des ressources	Ressources			
		Processus Métier T.I.	Données Contenu Contenant	Compétences Métier T.I.	T.I. Applications Configuration T.I.
Flexibilité <b>opérateur</b>	Qualité des échanges opérationnels avec les partenaires		Mémoire des fluctuations	Bonne connaissance de la chaîne	Connectivité de coordination
Flexibilité <b>d'adaptation</b>	Échanges avec les partenaires sur leurs compétences		Base d'information sur les compétences partenaires		Connectivité des référentiels
Flexibilité <b>d'extension</b>		Standardisation Modularité des processus	Standardisation		

Figure 3 : Les caractéristiques de la flexibilité d'un S.I. de chaîne d'approvisionnement

### 3.2 La flexibilité d'un système d'itinérance téléphonique

#### Contexte

Le S.I. Itinérance téléphonique d'un opérateur de télécommunication permet aux clients de cet opérateur d'utiliser leur téléphone mobile dans tous les pays avec lesquels leur opérateur a conclu un accord. Cela donne lieu à des flux d'information pour comptabilisation et facturation. Le domaine est soumis à des normes internationales élaborées par une association regroupant près de 800 opérateurs de téléphonie mobile (GSMA). Les normes s'appliquent aux accords comme aux échanges d'informations entre partenaires, ce qui les facilite.

L'application d'itinérance permet de recevoir les informations sur les services utilisés par les clients d'autres opérateurs, comme sur les services utilisés par ses propres clients à l'étranger, et de calculer les coûts encourus, en se basant sur les accords conclus. Les informations sont stockées dans un fichier à la structure standardisée, qui est envoyée à une chambre de compensation pour vérification et transmission à chaque opérateur concerné. En interne, les informations sont transmises aux systèmes de facturation et de comptabilité. L'application utilisée dans notre cas est un progiciel, dont la conception modulaire permet l'ajout de fonctionnalités. Compte tenu de la complexité du logiciel, l'opérateur fait appel à l'éditeur si le code source doit être modifié. Certaines des données utilisées

proviennent de la base de données Client, qui est difficile d'accès : c'est pourquoi, il a été décidé de maintenir une image de ces données, sous un format plus facile d'accès, ce qui permet d'en avoir une complète disponibilité.

Une entité Itinérance gère l'ensemble de l'activité, depuis l'établissement des accords jusqu'au fonctionnement opérationnel. Elle s'appuie sur une équipe T.I. du Département Systèmes d'Information à qui elle spécifie notamment le paramétrage à établir pour chaque accord avec un nouvel opérateur ou chaque modification d'un accord existant.

#### Nature des changements requis

Notons tout d'abord que la forte normalisation des échanges entre opérateurs et avec la chambre de compensation (données et processus) réduit considérablement le besoin de flexibilité puisque tous les partenaires sont soumis aux mêmes règles. De plus les changements sont rares, et tous les opérateurs y sont soumis, et la façon de les prendre en compte est clairement décrite par l'organisme de normalisation.

Les exigences de changement qui requièrent de la flexibilité pour le système d'itinérance sont liées aux événements suivants :

- les accords avec des partenaires, qu'il s'agisse de nouveaux partenaires ou d'une évolution du contenu des accords existants (nouveaux services, tarification...);
- des changements dans les normes imposées par l'organisme de normalisation.

*Facteurs de flexibilité selon le type de flexibilité visée*

La flexibilité **opératoire** permet un bon fonctionnement au quotidien quelles que soient les exigences de ressources. Elle est assurée grâce à la caractéristique suivante :

- indépendance de l'application, notamment par réplication de la base de données Client utilisée par d'autres applications (remarquons toutefois que la duplication a un coût)

La flexibilité d'**adaptation** permet de prendre facilement en compte de nouveaux accords, des modifications (tarifs...) ou des services additionnels (par ex. itinérance sur les données). Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- connaissances élargies détenues par les responsables de l'entité Itinérance (juridiques, techniques, financières, commerciales) qui les rend autonomes pour tout changement dans les accords)
- double compétence du métier et des possibilités de paramétrage de l'application Itinérance par le manager de l'entité Itinérance
- paramétrage de l'application
- modularité de la configuration technique qui permet d'ajouter ou de retirer les composants

nécessaires à une connexion physique avec d'autres opérateurs ou à l'ajout de nouveaux services (données, par ex.).

- normalisation des processus métiers et documentation formalisée (l'activité est certifiée ISO9000). La documentation permet aux acteurs internes (notamment les autres départements qui reçoivent les informations pour comptabilisation et facturation) de comprendre l'impact d'une modification par coopération entre l'équipe IT et l'entité métier
- connaissances du métier par l'équipe IT pour identifier la meilleure façon d'implémenter un changement.

La flexibilité **d'extension** est celle qui permet l'extension de l'application, initialement prévue pour la norme GSM, à des technologies basées sur d'autres normes (GPRS, UMTS...). Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- modularité fonctionnelle de l'application (ajout de modules)
- utilisation des services de l'éditeur du logiciel par l'intégration de programmeurs spécialisés dans l'équipe T.I. .

La répartition selon les catégories de ressource est la suivante (Fig. 4).

	Coordination des ressources	Ressources						
		Processus Métier T.I.		Données Contenu Contenant		Compétences Métier T.I.		T.I. Applications Configuration T.I.
Flexibilité <b>opératoire</b>				Indépendance par rapport à d'autres BD				
Flexibilité <b>d'adaptation</b>	Rôle de facilitateur (double compétence métier et T.I.)	Normalisation Documentation				Connaissances élargies Connaissances métier		Modularité technique
Flexibilité <b>d'extension</b>	Rôle de facilitateur (double compétence métier et T.I.)					Compétences spécialisées logiciel		Modularité fonctionnelle

Figure 4 : Les caractéristiques de la flexibilité d'un S.I. d'itinérance téléphonique

### 3.3 La flexibilité d'un système d'intelligence métier

Contexte

Le S.I. Intelligence métier étudié est celui d'un opérateur de télécommunication. Il est basé sur un entrepôt de données qui rassemble les informations sur les clients, les souscriptions, les résiliations, les uti-

lisations, le détail des appels... Le contenu est utilisé à la demande de différents départements de l'entreprise, notamment pour aider à prendre des décisions commerciales, à élaborer des stratégies marketing et à concevoir des offres nouvelles. Comme les offres sont souvent complexes, la fourniture d'informations adéquates l'est aussi.

L'entité Intelligence Métier est responsable de la structure et du contenu de l'entrepôt. Elle a mis en place une standardisation des termes et conventions de nommage, car les différentes entités de l'entreprise ne partageaient pas toujours le même vocabulaire, par exemple le terme Client n'a pas toujours la même définition (client actif, prospect, demandeur d'information, ancien souscripteur...). Elle définit la signification de chaque type d'information stocké dans l'entrepôt et comme il doit être extrait. Cette entité est le point de contact unique avec les utilisateurs. Certains font des requêtes à l'aide d'un outil d'extraction, d'autres émettent des demandes. L'analyse des requêtes demandées peut conduire l'entité Intelligence Métier à décider l'ajout d'informations dans l'entrepôt ou la commande de nouvelles licences de l'outil d'extraction. À part l'alimentation quotidienne de l'entrepôt, l'activité de l'entité Intelligence Métier est découplée des autres processus de l'entreprise, mais les demandes d'informations sont souvent urgentes.

L'application Entrepôt de données est un progiciel, conçu pour être utilisé dans différents pays, donc s'adapter à divers contextes réglementaires. Des interfaces spécifiques ont été développées avec la douzaine de bases de données opérationnelles qui alimentent quotidiennement l'entrepôt. Les volumes chargés chaque jour sont considérables, de l'ordre de 15 téraoctets (10<sup>12</sup>).

Une équipe du Département Systèmes d'Information est dédiée aux modifications du paramétrage du progiciel. Elle est également sollicitée pour élaborer des rapports complexes, ou pour mener des projets de création de petites bases de données à partir de l'entrepôt et éventuellement d'autres bases de données.

Pour toute modification de l'application Entrepôt de données, un contrat de maintenance a été passé avec une société extérieure, incluant un nombre mensuel de changements possibles.

#### *Nature des changements requis*

Les exigences de changement proviennent d'évolutions dans la réglementation, dans les règles de gestion opérationnelle ou des demandes des utilisateurs. Ils se traduisent par :

- la modification d'une interface d'extraction, nécessaire car la structure de la base de données opérationnelle a été modifiée ;

- l'ajout d'informations dans l'entrepôt de données.

#### *Facteurs de flexibilité selon le type de flexibilité visée*

La flexibilité **opératoire** est celle qui permet la production de rapports spécifiques, ainsi qu'une réponse rapide aux demandes des utilisateurs pour une formation ou une licence supplémentaire de l'outil d'extraction. Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- surcapacité de l'entrepôt n'impose ni limite de stockage, ni besoin de passage à une échelle supérieure ;
- accès libre à l'aide d'un outil de requête, même si cette facilité nécessite une certaine maîtrise de l'outil et du contenu de l'entrepôt ;
- bonne connaissance par l'entité Intelligence Métier de la signification des informations, de leur mode de production et des relations entre informations ;
- l'entité Intelligence Métier est un guichet unique pour toutes les demandes, mais comme les procédures de demandes sont très souples, cela autorise une adaptation au type de cas (traitement dans l'entité, saisie de l'équipe T.I....).

La flexibilité **d'adaptation** permet la fourniture rapide de rapports complexes ou bases de données, parfois en utilisant également des bases de données autres que l'entrepôt. Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- bonne connaissance par l'équipe T.I. de la signification des informations stockées dans l'entrepôt, leur localisation et les règles d'extraction (connaissance limitée mais approfondie) ;
- affectation possible de membres de l'équipe T.I. à d'autres projets, en cas de sous-charge, mais avec une priorité pour l'activité Intelligence Métier ;
- souplesse (non-standardisation) dans les processus de traitement des demandes par l'équipe T.I., permettant une adaptation à la variété des cas ;
- paramétrage des rapports ;
- double compétence de la responsable de l'entité Intelligence Métier (métiers et technologies de l'information).

La flexibilité **d'extension** permet l'ajout d'informations dans l'entrepôt ou la modification des règles d'extraction. Elle est assurée grâce aux caractéristiques suivantes :

- la modularité technique assurée par des interfaces différentes avec chaque base de données opérationnelle ;

- la standardisation des fichiers extraits des bases de données opérationnelles pour alimenter l'entrepôt permet un découplage avec les structures spécifiques de chaque base ;
- le haut degré de paramétrage de l'application Entrepôt ;

- la double compétence de la responsable de l'entité Intelligence Métier (métiers et technologies de l'information).

La répartition selon les catégories de ressource est la suivante (Fig. 5).

	Coordination des ressources	Ressources						
		Processus		Données		Compétences		T.I.
		Métier	T.I.	Contenu	Contenant	Métier	T.I.	Applications Configuration T.I.
Flexibilité opératoire	Guichet unique pour les demandes utilisateurs			Surcapacité Libre accès		Bonnes connaissances des informations stockées		
Flexibilité d'adaptation	Double compétence (rôle de traducteur)	Souplesse				Bonnes connaissances des informations stockées Grande disponibilité	Paramétrage des rapports	
Flexibilité d'extension	Double compétence (rôle de traducteur)			Standardisation des fichiers d'extraction			Paramétrage des règles Modularité technique	

Figure 5 : Les caractéristiques de la flexibilité d'un S.I. d'intelligence métier

## Conclusion

L'analyse des trois cas met en évidence que les facteurs permettant la flexibilité d'un S.I. peuvent prendre une définition locale. Ainsi, l'opérateur de télécommunication étudié n'a pas institué de normalisation des données gérées, facteur généralement reconnu pour atteindre la flexibilité. Cependant, dans le cas du système d'itinérance, la norme GSMA a imposé un standard pour tous les échanges externes ; et dans le cas du système d'intelligence métier, une standardisation a été établie pour l'entrée des données dans l'entrepôt, moyennant des interfaces spécifiques pour chaque source. En ce qui concerne les chaînes logistiques, la standardisation des données et des interfaces n'est cruciale que si l'on vise une flexibilité d'extension, c'est-à-dire un changement fréquent de partenaires.

L'apport de cette communication est triple. Tout d'abord, elle propose une approche et une grille pour étudier pourquoi et comment un S.I. est considéré comme flexible. Ensuite, l'utilisation de cette démarche et cette grille sur trois cas a mis en évidence le caractère polymorphe de la flexibilité des S.I., la forme dépendant des contraintes de changement auxquelles le S.I. est soumis et du type de flexibilité visée. Enfin, l'analyse des trois cas a

montré que, comme pour la flexibilité stratégique, la flexibilité de coordination joue un rôle majeur : certains facteurs de flexibilité peuvent être inscrits dans la construction du dispositif, mais d'autres sont des ressources, dotées de compétences cognitives et collaboratives, capables d'anticiper et de faire face aux imprévus.

Les résultats de la recherche permettent d'enrichir les approches antérieures de la flexibilité d'un S.I. sous les deux aspects : ingénierie (§1.1) et analytique (§1.2). En effet, si l'on veut construire un S.I. flexible, il apparaît souhaitable de prendre en compte le type de flexibilité souhaitée (opératoire, adaptation, extension, transformation) et de s'interroger, compte tenu du compte sur la nature des ressources permettant de l'obtenir. De plus, la démarche et la grille proposée peuvent être utilisées à différentes reprises dans le cycle de vie d'un S.I., pour améliorer ou étendre sa flexibilité. Par rapport aux principaux cadres d'analyse existants [Duncan, 1995 ; Byrd&Turner, 2000 ; Wade&Hulland, 2004], les résultats de la recherche montrent que les facteurs jouent un rôle ciblé, par rapport aux contraintes du S.I. et aux besoins de flexibilité. On peut donc écarter l'idée d'une flexibilité globale ou d'un profil de S.I. flexible indépendant de toute contextualisation.

## Références

- Akrich, M., 1998, « Les utilisateurs, acteurs de l'innovation », *Education permanente*, 134, 79-89, <http://hal.archives-ouvertes.fr/docs/00/08/20/51/PDF/98FORM.PERMA.pdf>
- Akrich, M., 1987, « Comment décrire les objets techniques ? », *Techniques et Culture*, 9, 49-64.
- Allen, B.R. and Boynton, A.C., 1991, « Information Architecture: In Search of Efficient Flexibility », *MIS Quarterly*, December, 435-445.
- Avison, D., Powell, P., Keen J., Klein, J., Ward, S.; 1995, "Addressing the Need for Flexibility in Information Systems", *Journal of Management Systems*, Vol. 7, No. 2, pp 43-60.
- Barney, J.B., 1991, « Firm Resources and Sustained Competitive Advantage », *Journal of Management*, 17, 99-120.
- Byrd, T.A., and Turner, D., 2000. "Measuring Flexibility of Information Technology Infrastructure: Exploratory Analysis of a Construct," *Journal of Management Information Systems*, 17,1, summer, pp167-208.
- Duncan, N. B., 1995, "Capturing Flexibility of Information Technology Infrastructure: A Study of Resource Characteristics and their Measure"; *Journal of Management Information Systems*, 12, pp37-57
- Evans, J.S., 1991. "Strategic Flexibility for High Technology Manoeuvres: A Conceptual Framework," *Journal of Management Studies*, 28,1, January, pp 69-89.
- Gebauer, J. and Lee, F., 2008, « Enterprise System Flexibility and Implementation Strategies: Aligning Theory with Evidence from a Case Study », *Information Systems Management*, 25, 1, 71-82.
- Gebauer, J. and Schober, F., 2006, « Information System Flexibility and the Cost Efficiency of Business Processes », *Journal of the Association for Information Systems*, 7, 3, 122-147.
- Georgoulas, K., Papakostas, N., Chryssolouris, G., Stanev, S., Krappe, H. and Ovtcharova, J., 2009. « Evaluation of flexibility for the effective change-management of manufacturing organizations », *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 25, 888-893.
- Gosain, S. Malhotra, A. and Elsayy, O.A., 2004, « Coordinating for Flexibility in e-Business Supply Chains », *Journal of Management Information Systems*, 21, 3, 7- 45.
- Jacome, L., Morley, C., 2008 « IS flexibility: analysis of a flexible mobile roaming system », Actes du 13<sup>e</sup> conférence de l'AIM, Paris, 14 décembre.
- Jacome, L., 2009, « Design and Evaluation of an IS Flexibility Enabler Framework: a Contingency Theory Approach », Thèse de doctorat, TEM- Université d'Evry, 15 décembre.
- Navarro, J.J., 1993, « Characteristics of a flexible software factory: organization design applied to software reuse », *Compcon Spring '93*, Digest of papers, 265-267.
- Nelson, K.M. and Ghods, M., 1998 "Measuring technology flexibility", *European Journal of Information Systems*, pp232-240
- Reix, R., 1997, « Flexibilité », in Simon, Y. et Joffre, P. (dir.) *Encyclopédie de gestion*, vol.2., article 70, 1407-1420, Economica.
- Reix, R., 1999, « Les technologies de l'information, facteurs de flexibilité ? », *Revue Française de Gestion*, 123, 111-119.
- Roberts, N. and Stockport, G.J., 2009, « Defining strategic flexibility », *Global Journal of Flexible Systems Management*, 10, 1, 27-32.
- Sambamurthy, V. and Zmud, R.W., 1999, « Arrangements for information technology governance : a theory of multiple contingencies », *MIS Quarterly*, 23, 2, 261-290
- Sanchez, R.; 1997; "Preparing for an uncertain future: Managing organizations for strategic flexibility", *International Studies of Management & Organization*. Summer, 27, 2, 71-94.
- Slack, N. D. C.. 1989, « Focus on Flexibility » *International Handbook of Production & Operations Management*, Chapter 4:, 50-73
- Upton, D.M. 1994. "The Management of Manufacturing Flexibility," *California Management Review*, 36, 2, Winter, pp 72-89.
- Volberda, H.W., 1996, « Toward the Flexible Form: How to Remain Vital in Hypercompetitive Environments », *Organization Science*, 7, 4, 359-374.