

## Quelles sont les typologies des SI pertinentes vis-à-vis de la coordination dans les chaînes logistiques ?

Nous proposons d'aborder cette question de l'usage des systèmes d'information comme support de la coordination dans les chaînes logistiques non pas uniquement en proposant un référentiel en termes d'applications mais surtout en identifiant et en caractérisant les mécanismes d'intégration ou les processus de collaboration auxquels répondent les systèmes d'information. Cette étude des mécanismes d'intégration et de collaboration sous-jacents pourra nous permettre de distinguer différentes logiques de déploiement ou d'usage des systèmes d'information dans les chaînes logistiques. Nous chercherons à nous référer à une typologie de ces mécanismes susceptible de répondre à deux objectifs :

- identifier et étudier des 'patterns' communs d'adoption des systèmes d'information dans les firmes industrielles,
- et explorer les conséquences des trajectoires d'adoption en termes d'intégration, de bénéfices attendus, etc...

Les travaux de Craighead et Laforge (présentés dans le rapport d'avancement de l'année 1) mettent clairement en évidence les notions de modes de coordination et de trajectoire d'adoption possible pour les systèmes d'information. Cependant, nous avons recensé de nombreuses autres typologies de systèmes d'information qui viennent compléter notre réflexion. Finalement, nous avons retenu cinq typologies de systèmes d'information pertinentes vis-à-vis de la coordination dans les chaînes logistiques.

Cette fiche est organisée comme suit :

1	TYPLOGIE EN FONCTION DU TYPE D'INTEGRATION .....	1
2	TYPLOGIE EN FONCTION DU COUPLAGE INFORMATIONNEL.....	2
3	TYPLOGIE EN FONCTION DE LA NATURE DE L'INFORMATION PARTAGEE.....	5
4	TYPLOGIE SELON L'UTILISATEUR (PARTENAIRE/CLIENT).....	7
5	TYPLOGIE EN FONCTION DES PROFILS D'ADOPTION .....	7
5.1	<i>Cinq profils types d'adoption des SI dans les chaînes logistiques</i> .....	7
5.2	<i>Trois types possibles de trajectoires de profil d'adoption</i> .....	8
5.3	<i>Conclusion</i> .....	9

### 1 Typologie en fonction du type d'intégration

Themistocleous et al. [THE 04] proposent un framework des différentes solutions d'intégration de type EAI dans la chaîne logistique ; les auteurs mettent l'accent sur les liens entre l'intégration des systèmes d'information et les processus opérationnels (business processes).

Selon les éléments échangés (données, objets, process), les niveaux d'intégration (transport, transformation, automatisation du process), et les types de systèmes concernés (spécifique, progiciel, application Internet), ils proposent une typologie des différentes technologies d'intégration (Tableau 1). Le choix des technologies d'intégration est donc dépendant de la nature des briques applicatives (progiciel, spécifique...), et non des briques applicatives elles-mêmes.

Category of integration technologies	Integration technologies	Evaluation criteria												
		Applications elements			Integration layers			Classifications of system types						
		Data	Objects	Process	Transportation	Translation	Process automation	Custom-to-custom	Custom-to-packaged	Custom-to-e-business	Pack-aged-to-packaged	Pack-aged-to-e-business	E-busi-ness-to-e-business	Custom-to-pack-aged-to-e-business
Database oriented middleware	ODBC JDBC	●	×	×	×	✓	×	○	○	○	●	●	●	●
Message oriented technologies	RPC	✓	×	×	●	×	×	○	○	○	×	×	×	○
	MOM	✓	○	×	●	×	×	○	○	○	○	×	×	○
	Message broker	✓	○	✓	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	XML	✓	✓	×	●	●	×	○	○	●	●	●	●	●
Transaction based technologies	TPM	✓	×	×	✓	○	×	○	○	○	○	○	○	○
	Application serves	✓	✓	×	✓	×	×	×	○	○	○	●	●	○
Distributed object technologies	CORBA	✓	●	-	✓	✓	-	○	○	○	●	●	●	○
	DCOM/COM	✓	●	-	✓	-	-	○	○	○	●	●	●	○
	EJB	✓	●	-	✓	-	-	○	○	○	○	●	○	-
Interface oriented technologies	Screen wrapper	✓	✓	×	×	✓	×	●	●	●	○	○	○	●
	APIs	✓	✓	-	-	✓	-	-	○	×	●	●	●	●
	Adapters	✓	✓	×	×	✓	×	-	○	○	●	●	●	●

Tableau 1 : Evaluation des technologies d'intégration [THE 04]

## 2 Typologie en fonction du couplage informationnel

La comparaison des briques applicatives peut aussi porter sur la mesure du couplage qu'elles contribuent à organiser entre partenaires de la chaîne logistique.

Ainsi Barut et al [BAR 02] proposent une définition de la contribution d'une information supportée par le SI à la performance logistique. Ils partent d'une étude de la relation entre information disponible et réussite des projets [GUS 95] qui mesure l'information sur trois aspects ; la qualité (précision), la reportabilité (« agrégable », détaillée, sur demande), la performance (accessibilité, fiabilité...). Barut propose une extension en évaluant l'apport d'une information fournie à la coordination de la SC sur deux dimensions : l'étendue des échanges dans la chaîne et l'intensité de ces échanges (Figure 1).

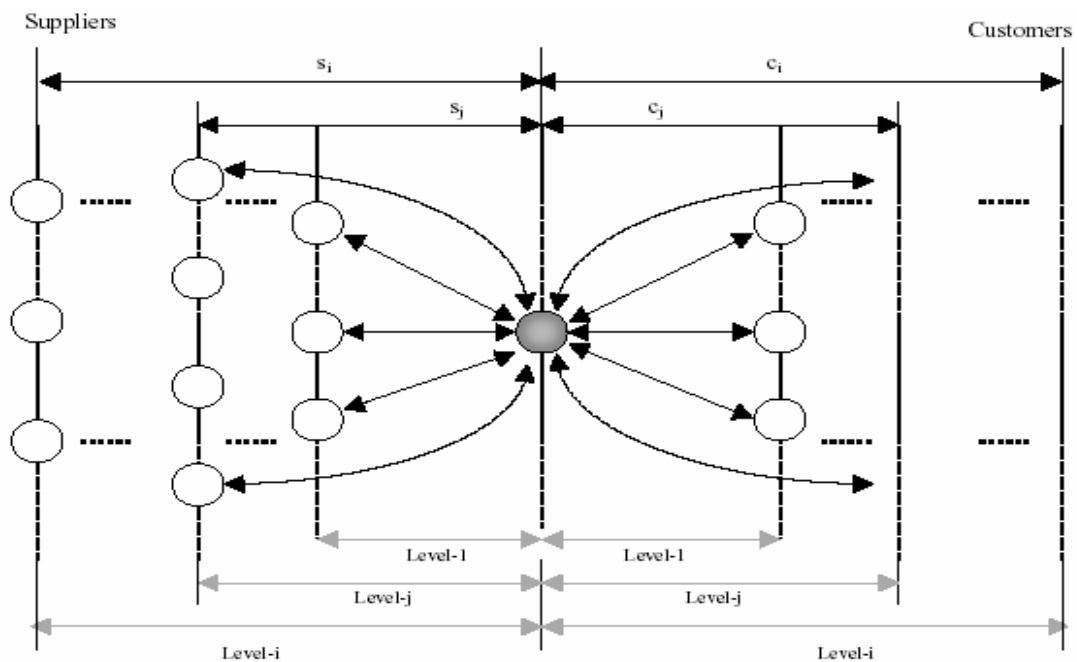


Figure 1 : Etendue de la relation dans la chaîne logistique [BAR 02]

Cette mesure est établie en caractérisant les échanges d'information entre l'entreprise et ses fournisseurs et clients. Elle aboutit à établir une mesure globale sous forme de tableau de mesure du couplage informationnel de l'entreprise dans sa chaîne logistique.

- L'étendue de la relation représente la part de la chaîne logistique amont et aval avec laquelle l'entreprise échange des informations. Cette part est calculée en pourcentage du nombre de niveau logistique, ou de rang pour utiliser une expression classique notamment dans le secteur automobile.
- La définition de l'intensité de la relation repose sur des caractéristiques mesurables qui pour chaque nature d'information décrivent sa temporalité et sa granularité. Les informations repérées sont classées en 4 natures. La demande qui est une information remontant la chaîne logistique. Le stock, la capacité et le planning qui sont des informations descendant la chaîne du fournisseur vers le client.

Les caractéristiques temporelles sont l'horizon de connaissance de l'information (H), le nombre de périodes discrétisant l'information (n), la fréquence de mise à disposition de cette information (P) illustrées sur la Figure 2. A partir de ces trois variables (H, n, P), Barut définit 5 variables prises en compte dans son modèle.

- $X1 = (H/n)/P$  mesure l'actualité de la replanification par rapport à la périodisation (au maximum 1, replanification a chaque période)
- $X2 = 1 - P/H$  mesure la fréquence de replanification (au maximum 1 = très souvent par rapport à l'horizon)
- $X3 = (1 - 1/n)$  mesure la granularité temporelle (1 = information en continue au contraire du classique MRP bucket<sup>1</sup>...)
- X4 mesure le degré d'agrégation géographique (1 = niveau le plus détaillé avec prise en compte des distances)
- X5 mesure le degré d'agrégation produit (1 = information au niveau de chaque article)

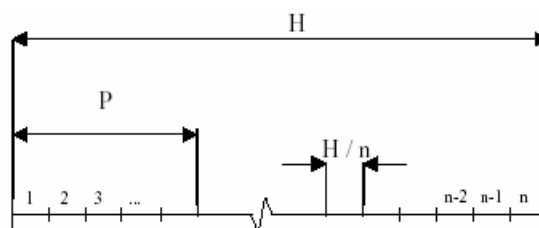


Figure 2 : Caractéristiques temporelles de l'information [BAR 02]

Tout s'analyse coté client (indexé « d ») et coté fournisseur (indexé « u »), et toutes les variables existent donc des deux cotés de la chaîne, mais le modèle est non symétrique, car les flux d'information mesurés sont orientés...

<sup>1</sup> Un MRP bucket, c'est un MRP qui fonctionne par période (semaine, mois), ce qui a l'inconvénient d'augmenter les effets "forester" de transformation d'une demande linéaire en charge chaotique... alors qu'un MRP qui fonctionne à date (voire capable de raisonner à l'heure) sera plus près des réalités notamment dans les industries de cycle très court. Jusqu'en 2000, un MRP quotidien prenait souvent trop de temps, une solution était de raisonner à la maille semaine... Mais grâce à l'évolution de la puissance des ordinateurs, c'est désormais plus facile de le faire tourner très souvent sans "bucket" ; on dit alors un MRP bucketless.

On peut identifier deux cas extrêmes : l'entreprise totalement découplée informationnellement de sa chaîne logistique (étendue nulle; intensité nulle), ou au contraire totalement couplée (étendue complète et intensité maximum). L'intensité maximum s'obtient quand les informations de stock, planning, capacité et demande sont transmises sur tout l'horizon à une fréquence égale à leur actualisation dans le système d'information de l'entreprise. La Figure 3 présente l'étude ayant permis de valider le modèle de Barut.

Table 1  
The results for Ryobi and Lang-Mekra

	Ryobi		Lang-Mekra	
	Weights	Scores	Weights	Scores
<i>Information extent</i>		67%		42%
(I) Towards customers (IE <sup>d</sup> )	0.5	100%	0.5	50%
Length <sup>d</sup>		2		1
Max_Length <sup>d</sup>		2		2
II. Towards Suppliers (II <sup>u</sup> )	0.5	33%	0.5	33%
Length <sup>u</sup>		1		1
Max_Length <sup>u</sup>		3		3
<i>Information intensity</i>		55%		79%
I. Customer coupling (II <sup>d</sup> )	0.5	45%	0.5	76%
Information from customers	0.5	71%	0.8	95%
Information to customers	0.5	19%	0.2	0%
II. Supplier coupling (II <sup>u</sup> )	0.5	64%	0.5	81%
Information to suppliers	0.5	97%	0.8	91%
Information from suppliers	0.5	31%	0.2	42%

Figure 3 : Exemple de mesure de couplage informationnel [BAR 02]

Dans cette étude, Barut analyse le cas Ryobi comme un exemple d'entreprise tirée par le marché donc centré sur ses clients et cherchant à voir loin dans la chaîne, alors que Lang-Mekra est centré sur la demande et utilise peu d'information pour remonter la chaîne, donc a peu mis en œuvre d'outils SCM, par contre garantit sa capacité à répondre à la demande en développant ses relations amont.

Cette approche du couplage informationnel comme facteur de contribution du système d'information à la performance de la chaîne logistique conduit à s'interroger sur la production de ces informations et la capacité des briques applicatives à supporter les caractéristiques temporelles et d'agrégation les plus favorables au couplage dans la chaîne.

Du point de vue du modèle de Lambert [LAM 00], on peut constater que c'est le processus « Demand Management » qui contribue à fournir les informations de demande, de capacité, de planning. Les informations de stock peuvent être produits par différents processus. On constate donc que les ERP et SCM sont les briques essentielles à la fourniture de ces informations.

Du point de vue des définitions de briques applicatives, on peut constater que fondamentalement, la totalité de ces informations est fournie par l'ERP. On peut donc en déduire que l'ERP est la brique contribuant principalement à la performance de la chaîne logistique. Les autres briques applicatives sont complémentaires pour apporter des informations plus proches de la structure de la chaîne logistique. Elles contribuent donc à la fiabilité et la précision des informations.

Le Tableau 2 identifie la contribution possible de chaque brique aux informations servant à mesurer le couplage informationnel.

Sens	Vers l'amont	Vers l'aval		
Brique	Demande	Stock	Capacité	Planning
ERP	Plan de demande dans la fonction planification	Capability To Promise	Ressource Plan	Production Plan
SCP	Plan de demande dans la fonction planification	Capability To Promise	Ressource Plan	Production Plan
APS	Plan de demande dans la fonction planification	Capability To Promise	Ressource Plan	Production Plan
DM	Plan de demande	Available To Promise		Available To Promise
SCEM		Inventory		

Tableau 2 : Contribution des briques applicatives aux mesures du couplage informationnel.

- Les informations de demande peuvent être fournies par toutes les briques proposant une fonction de planification. Les briques de DM se différencieront surtout par la richesse des outils permettant d'établir et suivre les prévisions. La différence entre ERP, SCP et solutions dédiées DM porteront sur le niveau de détail des prévisions et le nombre d'axes d'analyses proposées qui influenceront les caractéristiques de granularité de l'information.
- Les informations de stock peuvent être fournies sous une forme simple par les solutions de SCEM (voire de WMS), mais elles se limiteront au stock physiquement disponible à la vente. Les briques intégrant des fonctions de planification pourront donner une vue temporelle sous forme de « disponible à la vente » prenant en compte les stocks futurs prévus par la planification. Parfois les solutions de DM permettront de donner une vue du disponible à partir des prévisions non consommées par des ventes si ces prévisions sont considérées comme validées par la fonction planification des autres briques. Les outils de type ERP ou APS proposeront une vue plus riche d'un stock potentiel prenant en compte les ressources critiques permettant de prévoir la capacité à fournir un niveau de stock donné.
- Les informations de planning et de capacité sont fournies par les solutions intégrant une fonction de planification (ERP, SCP, APS). La différenciation viendra le plus souvent de la temporalité de ces informations. Les outils dédiés tels que SCP et APS fourniront souvent une information plus actuelle à une fréquence plus élevée. Les usages de l'ERP seront en général plus dépendants des périodisations organisés pour gérer les horizons de décisions et les périodes figées permettant de garantir une relative stabilité aux fonctions opérationnelles.

Dans quelques cas, notamment d'industrie de process, la capacité et le planning pourront être fournis par des outils de type MES très liés aux installations de production et aux contraintes physiques sur de regroupements en campagnes ou batches.

### 3 Typologie en fonction de la nature de l'information partagée

Lee et Wang [LEE 00] proposent une typologie des systèmes d'information s'appuyant sur la nature des informations partagées au sein de la chaîne ; l'auteur propose trois modèles de système de partage d'informations : le modèle de transfert d'information, le modèle de la troisième partie, et le modèle du hub. Les modalités de partage nécessitent des modes de coordination différents, un engagement des responsabilités et des contraintes techniques croissants.

Le partage d'informations est un moyen de faciliter la coordination entre les partenaires de la Supply Chain. Ce phénomène est lui-même facilité par l'évolution des technologies de l'information. Ils décrivent les types d'information partagée (inventaire, ventes, prévisions de la demande, état de la commande, prévisions de production, autres), et discutent de la façon et des raisons pour lesquelles cette information est partagée.

Les types d'informations échangés sont les suivants :

- *Niveau d'inventaire* : un contrôle d'inventaire basé sur un seuil permet de coordonner la gestion des inventaires. Il s'agit de combiner l'inventaire effectué par un partenaire (site) avec l'inventaire de son partenaire aval. Pour mettre en œuvre ce mécanisme, l'entreprise en amont doit conserver une trace du niveau d'inventaire en aval de la chaîne et ne commencer sa production que lorsque le seuil est atteint. L'entreprise en amont sait quoi et quand produire, l'entreprise en aval réduit ses niveaux d'inventaire et peut offrir un meilleur service. Formes d'implémentation : CRP (Continuous Replenishment Programs), VMI utilisé par deux partenaires voisins de la chaîne. Cependant, les conditions du partage reposent sur la véracité des informations partagées.
- *Données sur les ventes* : au sein d'une relation fournisseur-acheteur classique, les entreprises communiquent seulement sur la base d'ordres de commande. Les ordres provenant de l'aval sont des sources d'information critiques sur les tendances. Pour calculer au mieux les prévisions de fabrication, les partenaires doivent partager les données des ventes (en même temps que celles sur les inventaires).
- *Prévisions de la demande* : moyens tels que VMI ou CPFR (Collaborative Planning Forecasting and Replenishment) : échange de connaissances et développement conjoint des prévisions et plans de réapprovisionnement. Mise en place de contrats définissant les quantités flexibles qui définit les conditions selon lesquelles l'acheteur peut être amené à modifier ses prévisions.
- *Etat de la commande* : possibilités : relier les sites web entre partenaires ou avoir un accès sur chaque base de commandes.
- *Les prévisions de production* : un fabricant peut utiliser les productions de ses fournisseurs, et les prévisions de livraison pour améliorer ses propres prévisions de production. De la même façon les plannings de production pour un site de production peuvent être une entrée pour les fournisseurs pour assurer des approvisionnements fiables.
- *Autres informations* :
  - les mesures de performance : incluent les données qualité produit, les délais. En échangeant ce type d'information, la chaîne peut identifier les goulots d'étranglement et améliorer ainsi la performance globale.
  - les capacités : l'échange d'information des capacités planifiées avec le partenaire aval entraîne une coordination et évite les ruptures.

De plus, l'auteur propose trois architectures ou modèles de partage des informations (transfert, tierce partie, hub). Par modèle, l'auteur entend le type de relation d'affaires et l'architecture du système qui soutient la relation :

- *Le modèle de transfert* : Un partenaire transfère de l'information à un autre partenaire qui lui maintient la base de données utile à la prise de décisions. Il s'agit des évolutions issues du modèle transactionnel basé sur la technologie EDI. Limites de l'EDI : multitude de standards, dédié aux traitements transactionnels (ordres d'achat, facturation) et prend en compte des formats de texte rigides et non des tables de bases de données, des codes barre, images ou pages HTML.
- *Le modèle de la tierce partie* : qui a pour fonction de collecter l'information et de la maintenir dans la base de données pour l'ensemble de la chaîne. Elle peut aussi fournir des services de traitement des transactions (gestion de catalogues, des commandes, de la facturation, des paiements) ou des services d'information (analyse des ventes, suivi des commandes et, campagnes de promotion,...).

- *Le modèle du hub* : similaire au modèle précédent, cependant, la tierce partie est remplacée par un système. Ex : solution e-business qui peuvent automatiser l'ensemble des processus de back office utiles pour du commerce en ligne, cette solution active et coordonne des fonctions permettant de gérer des transactions. Le hub peut exister à travers une entité logique et non physiquement via des modules d'interrogation orientés objet, géographiquement distants et basé sur un système distribué.

#### 4 Typologie selon l'utilisateur (partenaire/client)

La catégorisation des systèmes peut être définie par leurs usages de l'information (acquérir, traiter, transmettre) [GRO 97] ou par le type de service rendu (systèmes de traitement de transactions, systèmes d'aide à la décisions, systèmes inter organisationnels, systèmes de communication, systèmes de stockage et d'extraction, systèmes collaboratifs) [BAR 93].

Simatupang [SIM 02a et b] distingue les technologies de l'information (TI) qui facilitent le partage d'information entre les partenaires. Ainsi la typologie caractérise :

- *les TI orientées clients* : outils permettant de faciliter la diffusion et l'échange d'information (information en ligne, FAQ, prise de contact,...) et les outils facilitant les transactions (prise de commande en ligne, paiement,...). Elles facilitent l'accès aux informations transactionnelles.
- *les TI orientées partenaires* : elles permettent d'accroître la visibilité de la demande (information sur les profils, produits, prix, localisation, quantités), de planifier les ressources (planification de transport, inventaires, capacités, localisation,...) de faciliter les contacts (facturation, appels d'offre, suivi des commandes). Ces TI permettent aux membres de suivre le processus de traitement des commandes. Celles dédiées à l'optimisation fournissent l'analyse des états de la chaîne et des recommandations pour les décisions tactiques et opérationnelles.

#### 5 Typologie en fonction des profils d'adoption

L'usage de systèmes d'information pour le partage de l'information dans une chaîne logistique et leur déploiement tout au long de la chaîne sont les supports de la coordination à l'intérieur ou à l'extérieur des frontières de la chaîne. Par conséquent, le repérage de profils d'adoption (des 'patterns' communs d'adoption des systèmes d'information dans les firmes industrielles comme outils de support de coordination ?) et la mise en évidence de trajectoires d'adoption (une progression au cours du temps dans ces profils d'adoption) des systèmes d'information dans une chaîne logistique constituent un outil d'investigation des priorités assignées aux systèmes d'information pour assurer cette coordination dans la chaîne logistique mais surtout un outil de qualification de la maturité du déploiement des systèmes d'information dans les chaînes logistiques au regard de cet objectif de coordination.

L'intérêt de la taxinomie de Craighead et Laforge [CRA 03] est en effet de permettre un travail typologique en mettant en avant des stades de maturité dans l'usage des systèmes d'information comme support de la coordination dans les chaînes logistiques. Ces stades de maturité sont liés, non pas au type d'application utilisées (savoir qu'on a mis en place de l'EDI ne nous dit rien sur la nature de la coordination), mais au positionnement du problème de coordination (coordination de la logistique amont, coordination de la production, coordination de la logistique aval) que l'on cherche à résoudre par l'usage de systèmes d'information.

##### 5.1 Cinq profils types d'adoption des SI dans les chaînes logistiques

Partant de 5 positions possibles (de l'amont à l'aval) des systèmes d'information dans la chaîne logistique (SI centrés sur la relation Fournisseur, SI sur la réception amont au sens large, SI lié aux encours de production (WIP), SI dédié à la préparation livraison, chargement, expédition et SI centré sur la relation Client), on pourrait s'attendre à obtenir toutes les combinaisons possibles d'adoption.

En fait, Craighead et Laforge font ressortir d'une étude empirique (solide sur le plan méthodologique et portant sur 165 entreprises industrielles) seulement cinq profils « d'adopteurs ». Une analyse hiérarchique classificatoire met en effet en évidence deux axes de classification :

- l'étendue ou intensité (forte ou faible) de l'adoption en intra-organisationnel (la coordination interne) ;
- l'étendue ou l'intensité (forte ou faible) de l'adoption en extra-organisationnel (la coordination externe).

De la classification selon ces deux axes ressortent alors cinq profils selon le schéma suivant :

		<i>EXTERNE</i>	
		<i>Usage centré sur la coordination externe</i>	
		Faible	Fort
<i>Usage centré sur la coordination interne</i>	I	Faible	<u>Non adopters</u>
	N		
	T		Downstream adopters
	E		<u>External adopters</u>
	R		
	N	Fort	<u>Internal adopters</u>
	E		<u>Full adopters</u>

Les 'Downstream adopters' (adoption d'applications ou de technologies dédiées à la logistique aval) focalisent leurs investissements en systèmes d'information sur des applications relatives à l'expédition (taux d'adoption de 100%) et à des applications relatives à la coordination avec le client (taux d'adoption de 68%).

Les 'Internal adopters' (adoption d'applications ou de technologies dédiées à la gestion des flux internes) se focalisent sur des applications relatives à la réception (taux de 52%), à la gestion des en-cours (taux de 77%) et à la gestion des livraisons (taux de 88%).

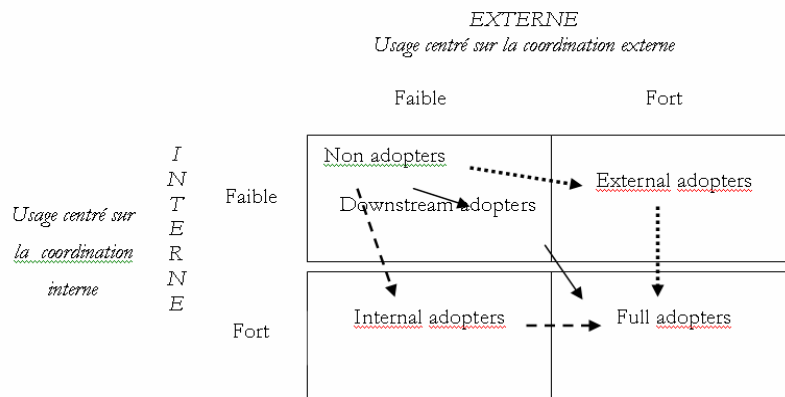
Finalement, les 'External adopters' (adoption d'applications ou de technologies centrées sur la gestion des flux externes) sont focalisés sur les relations avec les fournisseurs (taux d'adoption de 100%) et avec les clients (taux de 80%).

Mais quelles sont les variables qui différencient les « adopteurs » ? Si les entreprises de moyenne et de grande taille en nombre d'employés sont sur-représentées, pour des raisons de capacité financière évidentes, dans les « full adopters », il apparaît d'abord que ni les variables « démographiques » usuelles des systèmes de production – le mode de gestion dominant (MTS, MTO ou ATO), le mode de processus de production dominant (batch, ligne, processus continu) –, ni les priorités compétitives industrielles (délais, qualité, relations avec les clients, réalisme de la planification, vitesse de réponse...) ne sont des facteurs pertinents de différenciation de ces profils d'adoption. En fait Craighead et Laforge montrent que les « adopteurs » présentent des différences dans l'intensité d'utilisation des systèmes d'information (c'est-à-dire l'intensité avec laquelle la technologie est utilisée, une fois qu'elle a été adoptée), dans le niveau d'intégration de la technologie avec le système de planification (existence d'un interface avec le système de planification de la production) et, variable subjective, dans la perception que les managers ont de la contribution de leur investissement SI à l'atteinte de ce qu'ils considèrent comme leurs priorités compétitives industrielles.

## 5.2 Trois types possibles de trajectoires de profil d'adoption

On n'est pas « full adopters » d'un coup. L'étude montre qu'il y a trois chemins possibles de progression de « non-adopters » à « full adopters » avec des conséquences différentes en termes

d'intégration et de bénéfices attendues : une stratégie d'adoption dite « amont – aval », une stratégie d'adoption dite « interne – externe » et une stratégie d'adoption dite « externe – interne ».



« amont – aval »	« interne – externe »	« externe – interne »
------------------	-----------------------	-----------------------

### 5.3 Conclusion

Cette typologie fournit d'abord une grille de lecture fondée sur l'usage des systèmes d'information et sur la maturité de l'entreprise dans cet usage des systèmes d'information comme support de la coordination. Elle fait ressortir deux variables objectives significatives de cette « maturité » : l'intensité d'utilisation de la technologie de l'information utilisée et son niveau d'interfaçage avec le système de planification de la production. La trajectoire d'adoption des technologies de l'information centrées sur la coordination « amont », « interne » et/ou « aval » apparaît également comme une voie possible de catégorisation des entreprises industrielles quant à leur pratique de la collaboration.

Nous rappelons que toutes les références académiques utilisées dans cette partie du guide **Evaluer l'apport des systèmes d'information** sont accessibles sur la page **Bibliographie** de cette même partie.