

# LOGISTIQUE & SUPPLY CHAIN

Tout le catalogue sur  
[www.dunod.com](http://www.dunod.com)



Michel Fender  
Yves Pimor

# LOGISTIQUE SUPPLY CHAIN



7<sup>e</sup> édition

DUNOD

## Graphisme de couverture : Maud Warg

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1<sup>er</sup> juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, 1998, 2005, 2008, 2013, 2016

11, rue Paul Bert 92240 Malakoff

ISBN 978-2-10-074941-6

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2<sup>o</sup> et 3<sup>o</sup> a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

# SOMMAIRE

<b>AVANT-PROPOS À LA 7<sup>e</sup> ÉDITION</b>	<b>1</b>
<b>PARTIE A CRÉATION DE VALEUR</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE 1 LES FONDAMENTAUX</b>	<b>9</b>
1.1 Le référentiel paradigmatique de la supply chain	10
1.2 Les principes	18
<b>CHAPITRE 2 DIMENSIONS ET ENJEUX BUSINESS</b>	<b>43</b>
2.1 Définitions et périmètre	44
2.2 La démarche clé du trade-off	49
2.3 Les deux faces du supply chain management	51
<b>CHAPITRE 3 DYNAMIQUE DES CHÂÎNES DE VALEUR</b>	<b>55</b>
3.1 Notion de chaînes de valeur et de business models	56
3.2 Supply side : production et approvisionnement	59
3.3 Demand side : distribution et consommation	69
<b>CHAPITRE 4 ÉVALUATION DE LA CRÉATION DE VALEUR</b>	<b>103</b>
4.1 Indicateurs et critères de qualité de la logistique	104
4.2 Les référentiels d'évaluation de performance	109
4.3 Conception des systèmes logistiques et niveaux de maturité associés	120

<b>CHAPITRE 5</b>	<b>DIMENSIONS SOCIÉTALES</b>	127
	5.1 Développement humain	128
	5.2 Développement des territoires et des activités économiques	137
	5.3 Enjeux du développement durable et applications logistiques	143
<b>PARTIE B</b>	<b>ORGANISATION ET PILOTAGE</b>	165
<b>CHAPITRE 6</b>	<b>MAÎTRISE DES INTERFACES ET DES INTERPROCESSUS</b>	167
	6.1 Les problématiques organisationnelles	168
	6.2 Interfaces avec les fonctions clés et contribution à la performance supply chain globale	190
	6.3 Indicateurs de performance	214
<b>CHAPITRE 7</b>	<b>PRINCIPES DE PILOTAGE DES FLUX</b>	223
	7.1 Stocks et supply chain	224
	7.2 Processus supply chain clés	257
	7.3 Processus de planification supply chain intégrés	261
<b>CHAPITRE 8</b>	<b>PRÉVISION DE LA DEMANDE</b>	267
	8.1 Importance de la prévision et idées clés	268
	8.2 Modèles de prévision	281
	8.3 Processus d'élaboration des prévisions	282
<b>CHAPITRE 9</b>	<b>PROCESSUS S&amp;OP</b>	291
	9.1 Objectifs et principes	292
	9.2 Étapes du processus	298
	9.3 Recommandations de mise en œuvre	306
<b>CHAPITRE 10</b>	<b>PLANIFICATION OPÉRATIONNELLE INDUSTRIELLE</b>	313

<b>PARTIE C</b>	<b>OPÉRATIONS LOGISTIQUES</b>	315
CHAPITRE 11	<b>ENJEUX DES OPÉRATIONS LOGISTIQUES</b>	317
	11.1 Problématique de positionnement par rapport au World Class Manufacturing	318
	11.2 Excellence opérationnelle	323
CHAPITRE 12	<b>TRANSPORTS</b>	331
	12.1 Les solutions et les offres de transport	332
	12.2 Conception et opérationnalisation d'un plan transport	350
	12.3 Tarification des transports	363
	12.4 Les éléments contractuels du transport routier	375
	12.5 Problématique du transport : le transport multimodal	375
CHAPITRE 13	<b>ENTREPÔTS ET PLATES-FORMES LOGISTIQUES</b>	377
	13.1 Fonctions et typologies des infrastructures logistiques	378
	13.2 Solutions de manutention et d'entreposage	396
	13.3 Solutions d'emballage et de manutention	397
	13.4 Conception des sites logistiques	398
	13.5 Solutions apportées par les prestataires de service logistique	399
CHAPITRE 14	<b>PLANIFICATION ET EXÉCUTION OPÉRATIONNELLE</b>	411
<b>PARTIE D</b>	<b>SOLUTIONS DIGITALES ET TRANSFORMATION SUPPLY CHAIN</b>	413
CHAPITRE 15	<b>SYSTÈMES ET TECHNOLOGIES D'INFORMATION</b>	415
	15.1 Cartographie des systèmes d'information et technologies associées	416
	15.2 Retours d'expérience	427
	15.3 L'importance de l'EDI (échange de données informatisées)	433

<b>CHAPITRE 16 PROJETS LOGISTIQUES ET SUPPLY CHAIN</b>	435
16.1 Contexte et problématiques	436
16.2 Conditions de succès	441
16.3 Le cas des schémas directeurs logistiques et supply chain	451
<b>CONCLUSION</b>	471
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	473
<b>INDEX</b>	485

# AVANT-PROPOS À LA 7<sup>e</sup> ÉDITION

**D**epuis la parution de la 6<sup>e</sup> édition en 2013, les fonctions logistique et Supply Chain Management ont poursuivi leur montée en puissance au sein des entreprises. Les différentes crises, en particulier économique, financière, énergétique et environnementale, qui affectent notre monde, ont sans aucun doute renforcé le rôle de ces fonctions et ce, sur les deux versants de leurs enjeux.

Sur celui de la baisse des coûts opérationnels pour contribuer à la résistance des marges, de la réduction des stocks pour soutenir les trésoreries, de l'équilibrage des capacités industrielles et logistiques installées au niveau mondial et enfin des solutions à mettre en œuvre pour éviter la discontinuité des activités industrielles et commerciales mises en danger par des événements naturels brusques et dévastateurs, le moins que l'on puisse écrire c'est que les cinq dernières années ont été un terrain d'expérimentation de choix. Probablement jamais au cours des trois dernières décennies, la logistique et le Supply Chain Management n'ont été de manière aussi pressante mis à contribution dans le monde civil et humanitaire.

De manière plus positive, la course à l'innovation produit et service, génératrice de chiffres d'affaires et de marges ainsi que la pression concurrentielle imposent à la logistique d'être à son tour innovante et force de proposition. Il ne fait pas de doute que les puissances de calcul et d'analyse et les nouvelles solutions digitales sont des agents de transformation désormais visibles.

Plus que jamais, la collaboration entre les acteurs privés et publics sera la clé de la performance et si la logistique se doit de produire de l'excellence opérationnelle, elle est aussi attendue par les directions générales et les pouvoirs publics par sa capacité d'innovation.

Le positionnement de cette nouvelle édition prend clairement en compte la parution de notre ouvrage *Pratique du Supply Chain Management* (2012, pour la 1<sup>re</sup> édition) primé en décembre 2012 par le Prix spécial HEC ACA et de notre dernier ouvrage *Les actifs immobiliers logistiques : approches opérationnelle, technique et financière intégrées* paru en janvier 2016. Par conséquent, nous renvoyons de manière régulière à ces deux ouvrages pour approfondir certains aspects plus techniques et opérationnels.

Cette nouvelle édition plus économe en papier et respectueuse des contraintes de temps des lecteurs praticiens ou étudiants associe les réflexions et les idées d'un certain nombre de professionnels et ce, dans un double souci d'innovation, de partage d'idées et de pluralité des voix qui s'expriment. Nous les remercions de leur contribution.

Michel Fender

Juin 2016

## REMERCIEMENTS

À nos familles sans le soutien constant desquelles la réalisation de cet ouvrage aurait été impossible.

En souvenir de l'amitié qui me liait à Yves Pimor, disparu en 2007, et en témoignage fidèle aux membres de sa famille.

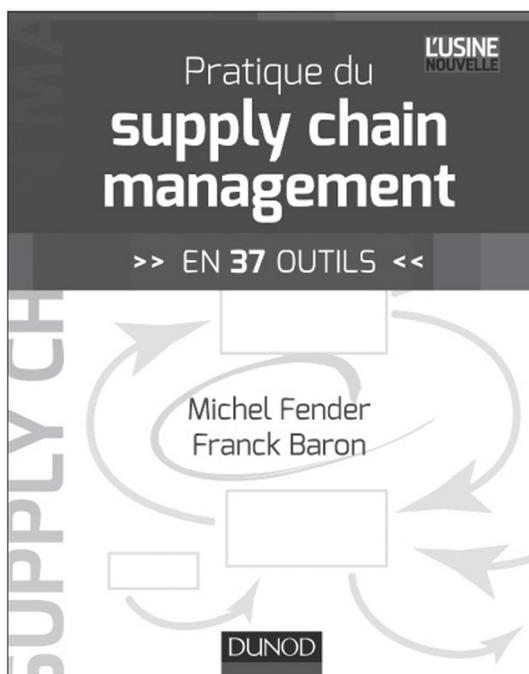
# DES COMPLÉMENTS À VOTRE LECTURE

## PRATIQUE DU SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

Au cours de la lecture de cet ouvrage, vous serez invité à consulter les outils du livre *Pratique du supply chain management* (Dunod, 2014), qui reprend de manière claire et pratique l'ensemble des outils utiles à l'amélioration de la performance *supply chain*. Les outils qui y sont présentés permettent :

- de définir et de mesurer cette performance (fiabilité, réactivité, coût global, etc.) ;
- de maîtriser la planification et l'exécution de la supply chain (prévision de la demande, DRP, gestion des flux, coût de transport, etc.) ;
- et de diagnostiquer et d'améliorer la performance (analyse ABC, grilles d'audit, amélioration continue, etc.).

Traité de façon synthétique et pratique, chaque outil est décrit sur deux ou quatre pages par un schéma, un résumé, les objectifs spécifiques, le contexte d'utilisation, les étapes de mise en œuvre, les avantages et les précautions à prendre, ainsi que des conseils méthodologiques. Certains outils sont complétés de cas d'entreprise.

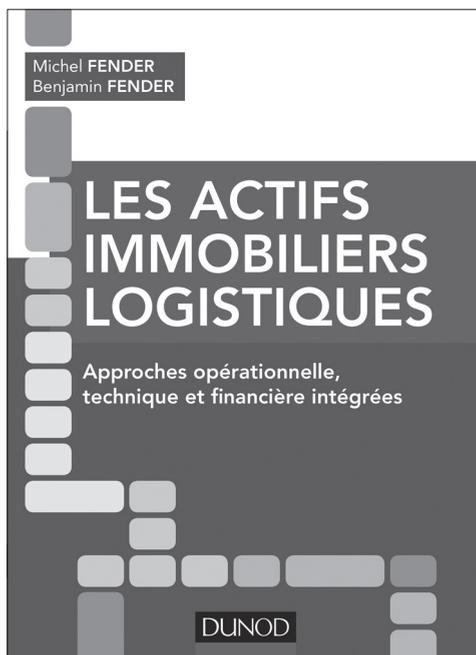


## LES ACTIFS IMMOBILIERS LOGISTIQUES

Les sites logistiques connaissent une véritable attractivité due aussi bien au développement du commerce électronique que des nouvelles solutions logistiques adaptées, des bâtiments urbains innovants ou des solutions mécanisées et automatisées.

Cet ouvrage offre une vision intégrée et collaborative de la chaîne de valeur de l'immobilier logistique en détaillant les rôles spécifiques de tous les acteurs impliqués : investisseurs, promoteurs, développeurs, architectes, conseils, utilisateurs, prestataires logistiques, pouvoirs publics. Il expose également les interfaces nécessaires à mettre en place entre ces acteurs.

Véritable outil de travail, cet ouvrage est indispensable pour les acteurs de l'immobilier logistique, les responsables et praticiens de la logistique, les consultants ainsi que les étudiants et élèves-ingénieurs du domaine.



### POINTS FORTS :

- Une approche tridimensionnelle des actifs logistiques : opérationnelle, technique et financière.
- Plus de 20 témoignages de professionnels reconnus.
- Un ouvrage de référence incontournable construit autour de nombreux exemples.

## COMPLÉMENTS WEB

---

Certaines parties de cet ouvrage, accessibles en ligne gratuitement sur le site [www.dunod.com/contenus-complementaires/9782100749416](http://www.dunod.com/contenus-complementaires/9782100749416), vous apporteront des compléments conséquents sur les notions suivantes :

- Évaluation de la création de valeur
- Modèles de prévision
- Planification opérationnelle industrielle
- Éléments contractuels du transport routier
- Problématique du transport : le transport multimodal
- Solutions de manutention et d'entreposage
- Solutions d'emballage manutention
- Planification et exécution opérationnelle
- L'importance de l'EDI (échange de données informatisées)



## SOMMAIRE

---

CHAPITRE 1	LES FONDAMENTAUX	9
CHAPITRE 2	DIMENSIONS ET ENJEUX BUSINESS	43
CHAPITRE 3	DYNAMIQUE DES CHAÎNES DE VALEUR	55
CHAPITRE 4	ÉVALUATION DE LA CRÉATION DE VALEUR	103
CHAPITRE 5	DIMENSIONS SOCIÉTALES	127

# CRÉATION DE VALEUR

PARTIE



## SOMMAIRE

---

<b>1.1</b> Le référentiel paradigmatique de la supply chain	10
<b>1.2</b> Les principes	18

---

# 1

## Chapitre

# LES FONDAMENTAUX

**N**ous défendons l'idée que le *supply chain management* a un statut paradigmatique en permettant de revisiter la création de valeur, la notion même de performance, et de contribuer à repenser les organisations en mettant transversalité et coopération au centre des principes de leur conception. L'attention portée aux interprocess est la clé. Nous passons en revue dans ce chapitre les principes fondamentaux relatifs au *supply chain management* qui sont communs à tous les secteurs d'activité.

## LES FONDAMENTAUX

# 1.1 LE RÉFÉRENTIEL PARADIGMATIQUE DE LA SUPPLY CHAIN

### LA NOTION DE SUPPLY CHAIN ET DE SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

C'est une notion relativement récente – une quinzaine d'années – même si les militaires utilisent la même expression depuis beaucoup plus longtemps. On pourrait le traduire par « chaîne d'approvisionnement », mais le mot « approvisionnement » ne permettrait pas d'exprimer le sens que l'on veut donner à supply chain et il est préférable d'utiliser l'expression américaine. Mais c'est aussi un « concept moteur » en ce sens qu'il véhicule une certaine conception de l'organisation et du management des entreprises et qu'à cet égard il est loin d'être neutre.

On définit assez souvent la supply chain comme « la suite des étapes de production et distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs du producteur jusqu'aux clients de ses clients » (définition du Supply chain Council). Ce qui est essentiel dans cette approche, c'est l'approche globale ou *end-to-end* qui lie l'ensemble des acteurs de la source vers le consommateur final. La figure 1.1 est assez caractéristique de ce qu'était autrefois la chaîne des intervenants nécessaires dans la distribution

classique pour amener un produit jusqu'au consommateur final.

Les nouvelles organisations de la distribution, par exemple celles de la grande distribution moderne ou, plus récemment, celles qui sont liées à Internet, réalisent de nouvelles chaînes d'approvisionnement sensiblement différentes des chaînes précédentes.

Une supply chain est donc la chaîne de tous les intervenants de toutes les entreprises qui contribuent à apporter un produit à des consommateurs ou à des entreprises utilisatrices pour produire d'autres biens ou les consommer.

Elle se représente couramment par le dessin proposé en figure 1.2 : les flèches noires représentent les produits et les flèches blanches représentent les informations qui, le plus souvent, remontent la chaîne, par exemple des commandes successives.

Flux physiques, flux d'information mais aussi flux financiers rythment l'écoulement d'une chaîne logistique à laquelle se greffent des questions de nature juridique relatives en particulier au transfert de propriété des marchandises et de responsabilité.

Une chaîne logistique se définit par conséquent comme une succession d'opérations et d'interopérations. Les premières sont souvent

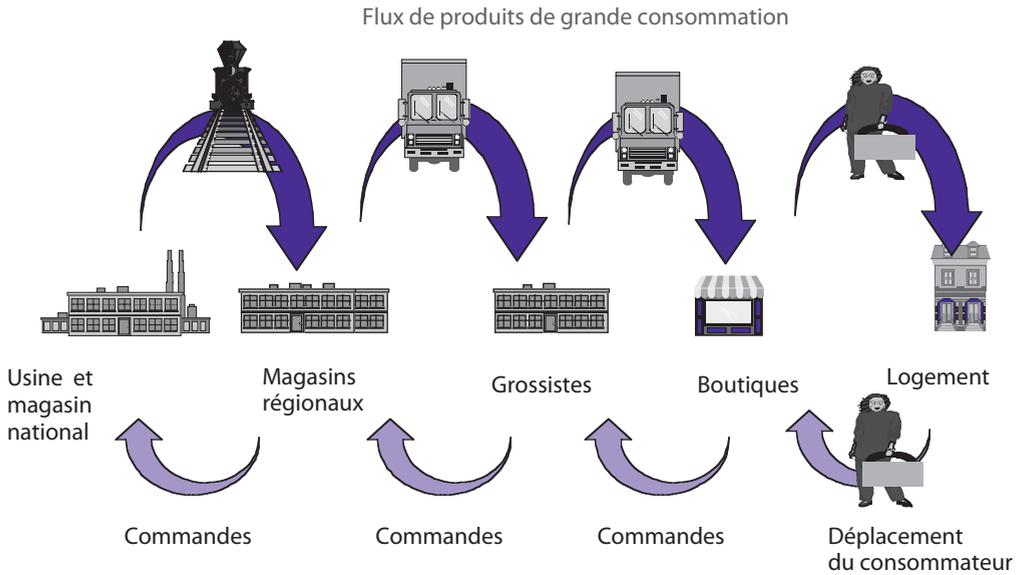


Figure 1.1 La distribution historique

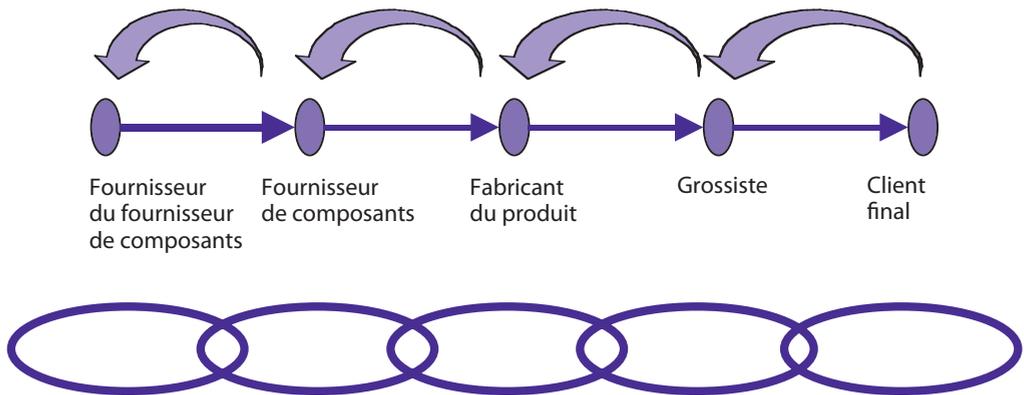


Figure 1.2 Représentation schématique de la supply chain

génératrices de valeur alors que les secondes sont communément associées à des coûts et des pertes de temps. Un enjeu consistera comme nous le verrons ultérieurement en détail à éliminer les opérations à non-valeur ajoutée dans des approches du type Lean supply chain management et à beaucoup mieux

combiner les opérations et les interopérations, ce qui conduira à une grande proximité entre sites industriels et sites logistiques, voire à leur confusion au sens physique du terme.

Le supply chain management est donc la fonction qui porte son attention en premier lieu aux interfaces qui se situent entre :

- les opérations physiques dans un site de production ;
- les fonctions d'une même entreprise qui concourent depuis le développement des nouveaux produits, leur mise sur le marché, leur production et leur distribution à satisfaire les besoins des consommateurs ;
- les différents sites industriels et logistiques d'un même acteur ou les sites de différents acteurs et ce, au niveau national ou international ;
- les pays exportateurs et importateurs.

Cette focalisation sur les interopérations, les interfaces et les interprocessus a, dans un contexte d'économie de la rareté, pour vocation à :

- rapprocher la demande des sources d'approvisionnement pour une meilleure efficacité des outils de production et une plus grande satisfaction des consommateurs ;
- fluidifier l'écoulement des produits et des informations associées ;
- éliminer les opérations sans valeur ajoutée dispendieuse en coût opérationnel, en stocks intermédiaires et en délai.

## LA NOTION DE SOLIDARITÉ

L'interdépendance des services au sein d'une entreprise et des acteurs au sein d'une chaîne de valeur est révélée par l'approche supply chain et comme nous l'étudierons tout au long de cet ouvrage la solidarité au sens de la coopération joue un rôle majeur. On dit que la résistance d'une chaîne est celle de son maillon le plus faible ; pour la supply chain cela peut se vérifier de bien des façons :

- si un fabricant de carte électronique ne reçoit plus un composant qu'il fait fabriquer en Asie, ce fabricant ne peut plus produire, grossistes et détaillants ne peuvent plus vendre. Les événements tragiques en mars 2011 au Japon l'ont parfaitement démontré ;
- si le vendeur final n'assure pas la mise en service et l'après-vente dans des conditions convenables, c'est la marque tout entière qui subit le préjudice. Une mauvaise gestion des smart box des opérateurs télécom ou des fournisseurs de contenu télévisuel a des conséquences immédiates sur le taux de satisfaction des clients ;
- s'il y a un retard à la fabrication ou en transport entre deux acteurs, c'est tout le processus qui prend du retard et l'on verra que le temps de traversée de la supply chain en est une caractéristique essentielle.

Le périmètre d'intervention du supply chain management s'applique donc de bout en bout comme l'illustre le schéma de la figure 1.3.

## INFORMATION ET SUPPLY CHAIN

En parallèle aux flux de produits, une gestion fluide de la *supply chain* demande de traiter des informations nombreuses qui, pour une part importante d'entre elles, remontent la *supply chain* en sens inverse des produits tels que les commandes des distributeurs, les ordres de fabrication, les commandes de produits de base et composants, les prévisions de besoins, etc. D'autres informations précèdent ou accompagnent les marchandises : avis d'expédition, bons de livraisons, lettres de voiture, etc. Ces flux d'informations alimentent des bases de données, véritables

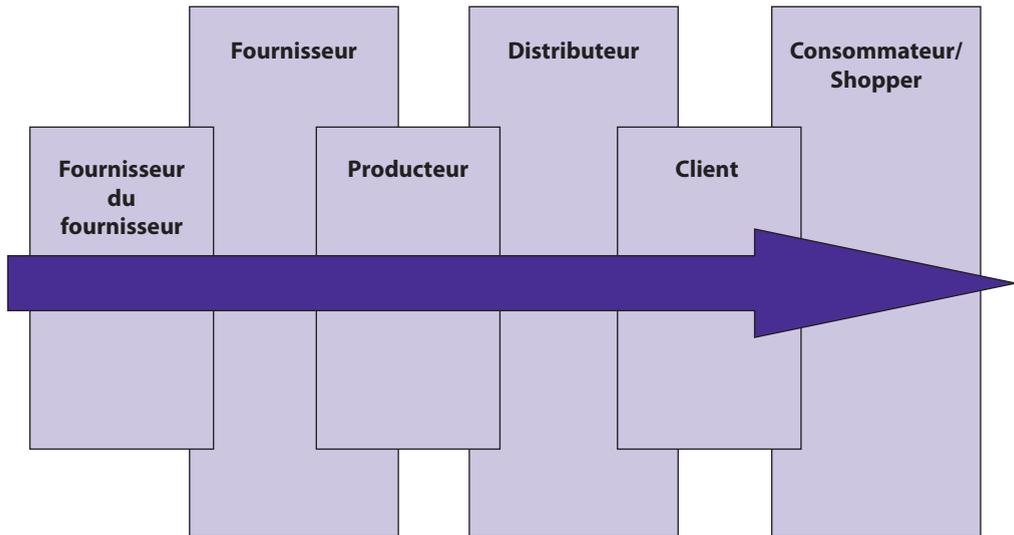


Figure 1.3 Le périmètre d'intervention du supply chain management

stocks d'informations logistiques : fichier produit, historique des ventes, état des stocks, etc. La notion de *supply chain* n'a finalement émergé qu'à travers les développements d'une informatique dite de *supply chain* qui a permis d'intégrer toutes les applications relatives aux flux et stocks de produits.

Si, par exemple, une nouvelle mode se développe pour des vêtements de couleur rose, les demandes des clientes se manifesteront dans les boutiques qui commanderont à leurs propres fournisseurs, des grossistes, qui vont à leur tour commander au fabricant qui va commander du tissu rose à une entreprise qui va constater cette augmentation de la demande de ces articles lorsque la couleur rose sera démodée ou presque... On peut songer à modifier la fabrication en commandant du tissu blanc et en ne le teintant que dans l'entrepôt du distributeur juste avant la livraison aux boutiques. C'est ce qu'on appelle du *post-manufacturing*. On peut aussi transmettre tous les soirs les résultats des ventes dans les boutiques de la « chaîne » à une base de données informa-

tique à laquelle tous les participants auront accès en permanence selon la figure 1.4.

Évidemment, ce n'est pas très facile à réaliser lorsqu'il s'agit d'entreprises différentes qui participent à la *supply chain* : les relations entre un fabricant et un distributeur peuvent être cordiales malgré des intérêts divergents, mais de là à ce que le distributeur fournisse ses informations au fabricant ou aux fournisseurs du fabricant, il reste un certain nombre de problèmes à résoudre que l'on examinera à travers l'ECR, par exemple.

On peut donc définir le management de la *supply chain* comme le pilotage de ses flux et la gestion de ses stocks à travers une gestion informatique de l'ensemble des informations nées de la chaîne, aux fins d'obtenir un niveau de performance désiré à coût minimal.

On distinguera cependant deux types de *supply chain* du point de vue du traitement de l'information :

- celle qui traite seulement les informations d'une entreprise ;

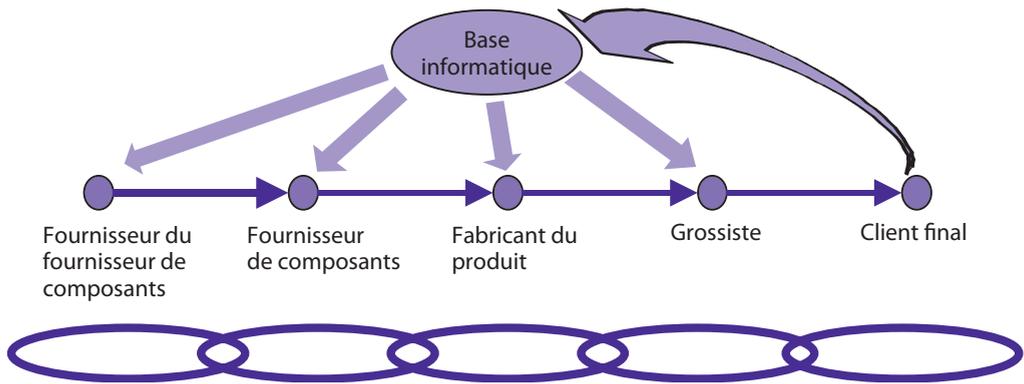


Figure 1.4 La base de données informatique de la *supply chain*

- celle qui traite l'ensemble des informations des diverses entreprises qui participent à la même chaîne, soit qu'une entreprise unique centralise toutes les informations (entreprise étendue), soit que plusieurs entreprises conviennent d'échanger des informations (échange de données informatisées et *Efficient Consumer Response*).
- la recherche permanente de compromis entre des objectifs contradictoires qui cherchent à satisfaire des fonctions d'utilité et des fonctions de coût. Ce n'est jamais une minimisation ou une maximisation qui est recherchée mais une optimisation ;
- la notion de « fair value » est fondamentale et fait référence à la notion de maturité des solutions supply chain et logistique. Eu égard au foisonnement des solutions disponibles sur le marché, le risque de mettre des solutions supply chain et logistiques (niveau de qualification des équipes, processus de prévision et de planification, technologies de l'information, niveau de mécanisation / automatisation des infrastructures logistiques) trop sophistiquées est grand. « Le mieux est l'ennemi du bien », « KISS » (*Keep It Simple and Stupid*) sont deux manières d'affirmer la nécessité d'une approche pragmatique dans ces domaines en gardant présent à l'esprit que toute démarche supply chain doit s'appuyer sur une définition d'objectifs de création de valeur et d'adéquation de ces solutions humaines et techniques en cohérence avec ce niveau de valeur visé.

## LE PARADIGME DE LA SUPPLY CHAIN

La *supply chain* n'est donc pas un concept neutre, strictement descriptif. C'est un concept moteur qui joue le rôle d'un paradigme – au sens de Kuhn –, c'est-à-dire d'une représentation implicite qui contribue à orienter les efforts des logisticiens et plus généralement des dirigeants d'entreprise.

Les éléments qui selon nous caractérisent ce paradigme sont les suivants :

- le supply chain management a vocation à nourrir le lien entre la demande des consommateurs devant être satisfaite et la production à partir de ressources rares et coûteuses. Servir le *demand side* et le *supply side* de toute chaîne de valeur est au cœur de ce paradigme ;
- sa dimension globale au sens d'une approche bout en bout comme déjà mentionnée mais aussi la prise en compte de

l'ensemble des facteurs de coûts (approvisionnement, production, distribution, stock, recyclage, etc.) sur l'ensemble de la chaîne de valeur et du cycle de vie du produit qui permet de définir un optimum économique qui transcende les optima locaux de maillons isolés. Nous parlerons tout au long de cet ouvrage de *trade-offs* et de compromis entre des objectifs contradictoires entre niveau de service, coûts opérationnels, niveau de stocks, niveau et nature des équipements de production industrielle et logistique et enfin, contribution aux enjeux du développement durable. À différents égards, cette discipline présente des similitudes avec le monde du vivant par sa dimension systémique et complexe ;

- la priorité donnée aux interfaces opérationnelles, fonctionnelles, sectorielles et géographiques et aux interprocessus car l'efficacité de l'ensemble de la chaîne dépend en ordre 1 d'une meilleure coordination, animation, collaboration ou encore intégration de ces multiples

interfaces. C'est l'interdépendance qui compte plus que les briques constitutives des chaînes logistiques car une déficience dans le supply chain management a pour effet de dévaloriser tous les efforts consentis pour atteindre l'excellence de ces maillons ;

- enfin une supply chain maîtrisée, c'est une supply chain qui travaille de manière professionnelle chacun des trois niveaux de conception, de pilotage et d'exécution opérationnelle tout en assurant leur interaction par des processus collaboratifs transversaux comme le montre le schéma de la figure 1.5.

Dès lors il devient essentiel de porter son attention sur les éléments suivants.

- **La vitesse de circulation des produits dans la supply chain, mesure de son efficacité**

On peut remarquer que le concept de *supply chain* est né dans le sillage d'un autre concept qui en est proche : le juste-à-temps. C'est en s'efforçant de mesurer les vitesses de circulation des matières au sein de l'entreprise de production que l'on a constaté tout

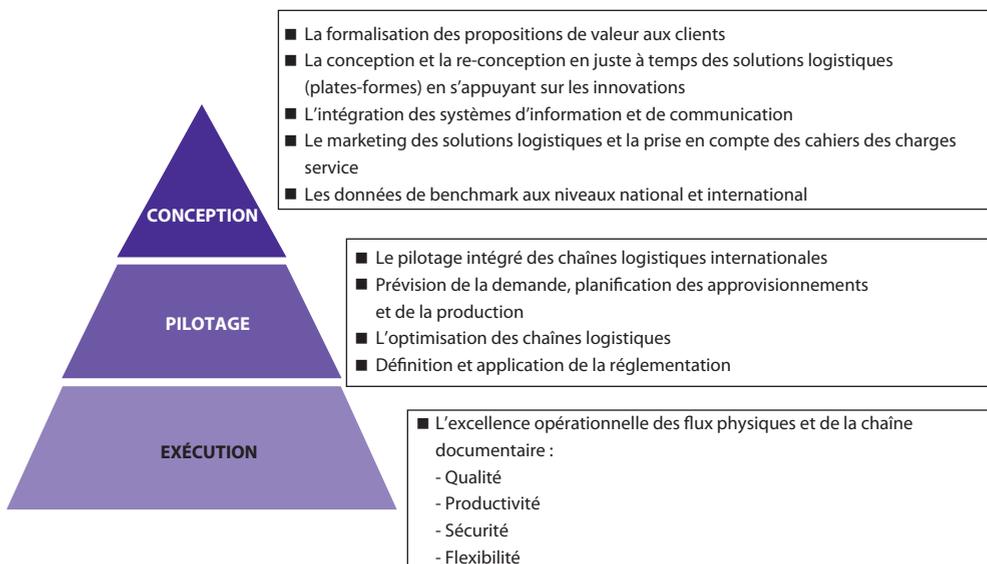


Figure 1.5 Les trois niveaux de conception, de pilotage et d'exécution opérationnelle

d'abord le rôle des stocks et des en-cours. Des délais de plusieurs mois entre l'entrée d'un composant dans l'usine et sa sortie, intégré à un produit fini, manifestaient une source de gains possibles en réduisant les stocks et en pilotant mieux les flux. Ce n'était cependant pas tant le coût financier de ces stocks qui était en cause. Si un fabricant a en moyenne trois mois de stock de composants ou matières premières, quinze jours d'en-cours et un mois et demi de stocks moyens de produits finis entre son magasin d'usine et ses entrepôts régionaux, cela signifie qu'un composant mettra cinq mois pour traverser la *supply chain* du fabricant ce qui est une situation inacceptable eu égard au rythme de renouvellement des produits et de la nécessaire réactivité aux besoins changeants des clients. L'objectif global en mettant sous tension le flux est la recherche d'une « agilité » au sein de l'entreprise, mesurée au moins en partie par un temps de parcours de la *supply chain* tout entière aussi bien chez les fournisseurs du fabricant que dans les circuits de distribution.

• **Le concept de supply chain est porteur de changements d'organisation au sein des entreprises**

On s'est donc attaché progressivement à piloter les flux de matières et de produits au sein de l'entreprise, et de nouveaux besoins de coordination entre directions et services en ont résulté. En ce qui concerne l'organisation de l'entreprise de production, cela s'est traduit de façon très différente selon les entreprises, depuis des directions logistiques en charge du pilotage de l'ensemble des flux jusqu'à des coordinations plus subtiles à travers des organigrammes à plusieurs dimensions.

Les entreprises françaises ont d'ailleurs souvent plus de difficultés que leurs homologues anglo-saxonnes à s'adapter à ce pilo-

tage transverse. Elles étaient en effet souvent organisées selon un modèle hiérarchique strict où chaque direction et service conservaient l'ensemble des fonctions relatives au transit des produits à travers leur organisation, chacune ayant son stock, ses moyens de manutention et de transport, ses plannings et ses règles de gestion avec un minimum de coordination transverse, et parfois pas du tout. On a parfois cru trouver de nouveaux modes de fonctionnement, mieux appropriés aux nouvelles conditions du marché et des techniques, à travers la mise en place de l'assurance qualité avec de multiples contrats entre directions et services. Parfois, on ne faisait ainsi que renforcer les rigidités.

On peut se demander en quoi cette prégnance hiérarchique peut bloquer le développement de la *supply chain*. Il suffit pour cela de comparer une organisation militaire à une organisation industrielle (figure 1.6). Une armée en ligne de bataille ou qui tient un front est composée d'unités élémentaires alignées les unes à côté des autres ; les compagnies sont regroupées en bataillons, les bataillons en régiments et les régiments en corps d'armée avec chacun un poste de commandement et donc un échelon de transmission, ce qui permet de faire « remonter » très vite une information concernant le front en trois ou quatre étapes de transmission, filtrage et synthèse. Les ordres peuvent « descendre » aussi vite. L'ennemi, en face, est organisé de la même façon, et ses structures hiérarchiques sont tout à fait efficaces. Chaque unité tient son secteur et rapporte à l'échelon immédiatement supérieur.

• **La géographie est une dimension à ne pas sous-estimer dans la conception et l'exploitation des chaînes logistiques**

La géographie c'est-à-dire la forme spatiale des territoires équilibrés au sens barycentrique ou au contraire aux formes géomé-

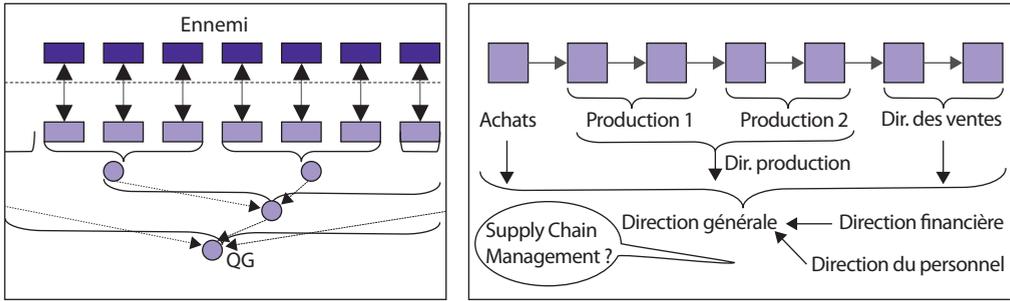


Figure 1.6 Organisation militaire et organisation industrielle

triques irrégulières, les entrées maritimes et les couloirs de circulation fluviaux ou routiers entre les reliefs, la répartition capillaire de la population sur une superficie étendue ou sa concentration dans des grands centres urbains sont autant de facteurs qui induisent une conception particulière des chaînes logistiques. Certains industriels et distributeurs ont parfaitement compris que la logistique pouvait constituer une sérieuse barrière à l'entrée pour certains marchés (Italie, Maroc, Argentine, Chine, etc.) car leur géographie rendait à minima compliquée la mise en œuvre de solutions logistiques acceptables au plan économique.

• **La logistique est une activité de volume qui s'apprécie en prenant en compte la valeur des produits**

La logistique, à défaut d'être systématiquement une activité créatrice de valeur à tra-

vers le service, génère des coûts dont un des inducteurs est sans aucun doute la taille des lots approvisionnés, manutentionnés, produits, expédiés et livrés et ce, de manière plus ou moins régulière et fréquente. La détermination des tailles de lot optimales fera l'objet d'exposés dans cet ouvrage mais à ce stade introductif il nous paraît essentiel de rappeler que la logistique est une activité d'échelle ce qui signifie qu'un compromis devra être trouvé au niveau global entre la mise en œuvre de solutions communes et de solutions spécifiques prenant en compte par exemple les aspects locaux pays, les caractéristiques des produits ou les profils particuliers de clients. Dans cette recherche d'optimum entre une solution supply chain unique et des solutions particulières plus fines, la prise en considération de la valeur des produits (€/kg ou €/m<sup>3</sup>) est un élément déterminant.

# 1.2 LES PRINCIPES

### UN PREMIER PRÉALABLE : LA LECTURE « RÉSEAU »

Tout système complexe demande une double analyse : structure et fonctionnement, anatomie et physiologie. Il en est de même des réseaux logistiques dont l'analyse permet de mettre en lumière un certain nombre de principes qui résultent de la nature même des opérations concernées par la logistique et de leur imbrication.

Il est possible de représenter l'économie tout entière en termes de **flux**. Il y a d'abord des flux de matières premières et produits de toutes sortes qui vont des champs ou des mines, puits de pétrole, mers, etc., vers des usines, puis d'usines en usines, passant par des entrepôts à travers des moyens de transport et de manutention tels que wagons, camions, chariots élévateurs, etc. ; à l'intérieur des usines, les produits sont modifiés et assemblés et les produits finis vont ensuite d'entrepôts d'usines en entrepôts ou plates-formes de distributeurs jusqu'aux grandes surfaces elles-mêmes ; le flux ne s'arrête pas là car les consommateurs eux-mêmes jouent un rôle en prélevant ce dont ils ont besoin dans les rayons des supermarchés, poussant leurs caddies jusqu'aux caisses puis jusqu'à leur véhicule pour ensuite les transporter jusque chez eux.

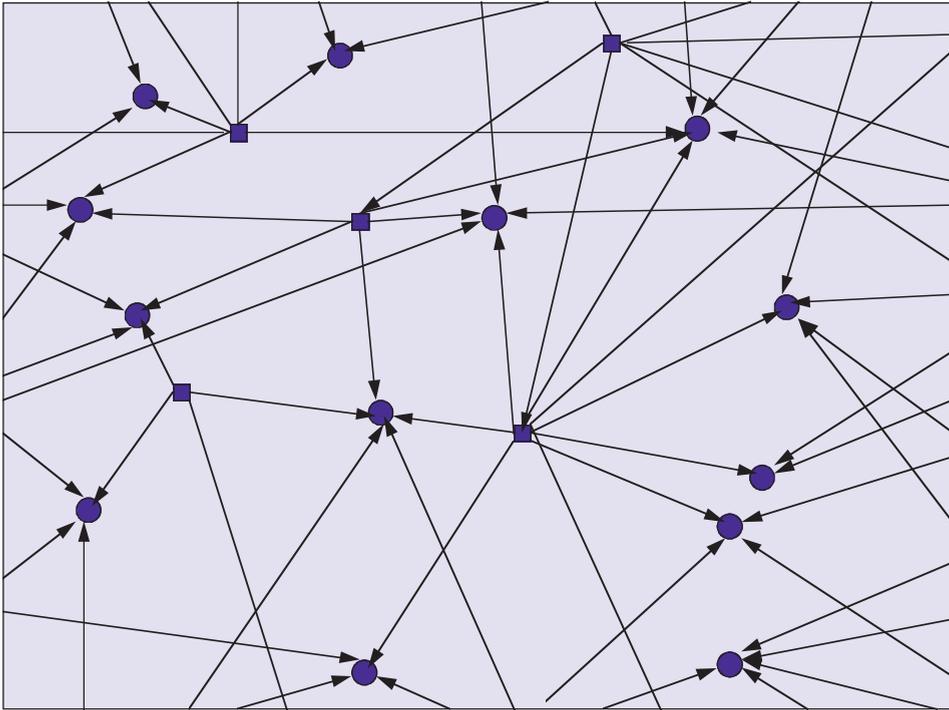
À côté de ces flux de produits, circulent, parfois en sens inverse, des flux d'informations sur papier ou à travers les réseaux de télécommunication : commandes, factures, avis de livraison, feuilles de routes des camions, flux monétaires, etc.

On peut représenter chaque flux élémentaire par une flèche qui indique son sens, ce qu'un mathématicien appellerait un « arc » sur un graphe ; aux points de rencontre de plusieurs arcs se trouve ce qu'on appelle un « sommet » ou un « nœud » avec des flèches qui entrent et des flèches qui sortent. Chacun de ces nœuds peut être un entrepôt où entrent et d'où sortent des produits ou une usine ou un hypermarché, etc.

L'ensemble de ces flux constitue un immense réseau qui couvre le monde entier.

Voici un extrait d'une représentation très simple d'un ensemble d'entreprises avec des distributeurs (ronds) et des producteurs (carrés) du domaine agroalimentaire (figure 1.7). Ce graphique ne prétend pas représenter la géographie mais seulement les flux entre entreprises, chaque flèche indique un flux de marchandises.

Cet extrait de représentation est très simple et réducteur si l'on considère qu'une enseigne de grande distribution (grande et moyenne surface de vente) peut avoir des centaines de fournisseurs et qu'on n'a pas représenté les clients finaux... D'autre part, on s'est limité à représenter des flux de produits mais ces flux de produits ne sont

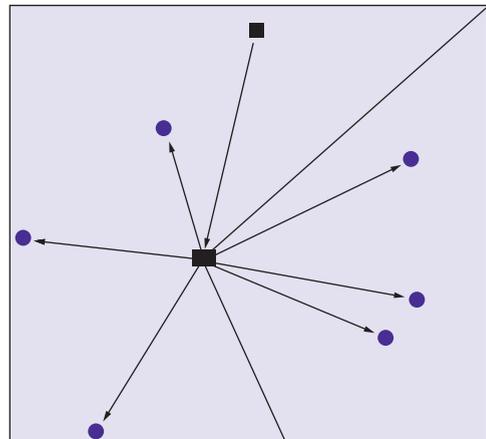


**Figure 1.7 Flux de marchandises dans un réseau d'entreprises du domaine agroalimentaire**

rendus possibles que grâce à des flux d'informations (propositions, contrats, commandes, bordereaux de livraison, lettres de voiture, etc.) dont la représentation serait encore beaucoup plus complexe, et il faudrait encore y rajouter les flux de monnaie, scripturale le plus souvent, avec les intermédiaires obligés que sont les banquiers. La vie économique est un tissu capillaire d'une extrême complexité. Compte tenu de cette complexité des circuits économiques, pour procéder à une analyse logistique on est obligé de simplifier en ne retenant qu'une petite partie de la réalité.

On peut, pour simplifier, ne représenter qu'une seule entreprise de production avec son fournisseur et ses clients en éliminant tout le reste (figure 1.8).

Pour obtenir une représentation plus significative d'un point de vue logistique, il est



**Figure 1.8 Flux de marchandises, d'informations et de monnaie entre une entreprise de production, ses fournisseurs et ses clients**

cependant nécessaire d'affiner la représentation. La figure 1.9 représente, par exemple, des flux de marchandises prove-

nant de deux producteurs et allant vers les surfaces de vente d'un distributeur à travers la plate-forme régionale du distributeur. Les productions de deux usines différentes d'un des producteurs sont regroupées dans un entrepôt à partir duquel se font les expéditions vers les distributeurs. On remarquera qu'une des surfaces de vente est livrée tantôt par la plate-forme du distributeur, tantôt directement par un des producteurs dont l'entrepôt est proche de cette surface. Bien entendu, ce schéma ne représente qu'une toute petite partie des flux réels d'un grand distributeur qui dispose de nombreux entrepôts régionaux, éventuellement de ses propres entrepôts nationaux ou internationaux, et qui est approvisionné par des milliers de fournisseurs avec leurs entrepôts d'usine, entrepôts de regroupement, plates-formes de leurs transporteurs, etc. On pourrait représenter des flèches partant de chaque plate-forme de vente et symbolisant les transports assurés par les clients qui emmènent leurs emplettes chez eux dans leurs propres voitures ou qui viennent enlever leurs marchandises commandées

par internet sur des sites de commerce en ligne dans des points de vente du type « X-drive ». On pourrait aussi bien représenter les flux des fournisseurs des usines qui leur livrent les matières premières et les composants nécessaires.

On a distingué jusqu'à présent **plates-formes**, où transitent les marchandises et où il n'y a pas normalement de stocks, et **entrepôts** où l'on gère les stocks. Cette distinction est pertinente mais si l'on se place dans une optique de flux, il suffit que le débit des entrées de marchandises soit supérieur au débit des sorties sur un des nœuds du réseau quel qu'il soit, pour que la marchandise s'accumule en ce nœud et que l'on ait alors ce qu'on appelle un stock, jusqu'à ce que ce stock ait été écoulé. Cela arrive sur les plates-formes où les marchandises s'accumulent parfois plus qu'on ne le voudrait à la suite d'une erreur quelconque. On peut donc considérer qu'il existe à chaque nœud de graphe un stock réel (entrepôt) ou virtuel (plate-forme), ce dernier étant un stock que l'on s'efforce de maintenir à un niveau minimal de quelques heures ou quelques jours.

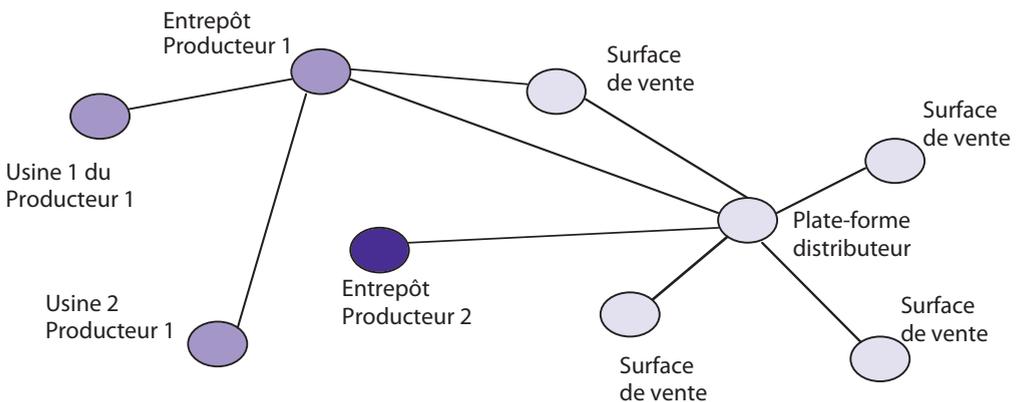


Figure 1.9 Flux de marchandises entre deux producteurs et des surfaces de vente via une plate-forme distributeur

## UN SECOND PRÉALABLE : L'HÉTÉROGÉNÉITÉ DES PRODUITS

Une approche logique de *supply chain* consiste à considérer que les produits s'écoulent tout au long de la *supply chain* « depuis les fournisseurs des fournisseurs jusqu'aux clients des clients ». Cependant, ce ne sont pas exactement les mêmes produits qui s'écoulent dans les différents arcs du réseau.

Par exemple, les figures précédentes pourraient nous faire croire que toutes les flèches représentant le produit ont la même signification et traduisent un transfert géographique d'un même bien. Ce n'est pas le cas pour une entreprise industrielle.

Sur la figure 1.10, on a distingué des flèches noires et des flèches en pointillé. En effet, ce ne sont pas les mêmes produits dont le transit est représenté par ces flèches. Les flèches en pointillé correspondent à des envois de matières premières ou composants, tous divers. Les flèches noires correspondent à des

biens fabriqués par l'usine et qui intègrent les différents composants sous une forme ou sous une autre. Les cercles ne désignent pas de simples stocks : le cercle qui représente l'usine représente des stocks multiples d'encours, des transferts d'un lieu à l'autre dans l'usine, des processus de fabrication, etc. Le cercle qui représente le magasin d'usine peut représenter non seulement un stockage avec tout son environnement de réception, préparation, expédition mais aussi des opérations de post-manufacturing : mise sous emballages spéciaux pour une promotion, adjonction de modes d'emploi en diverses langues, etc.

Il peut y avoir également des températures ambiantes différentes à maintenir dans la chaîne logistique et la solution de porteurs tri-température si elle représente une solution d'optimisation transport attractive génère en revanche une complexité qui ne pourra être appréhendée que par le recours au concept de **familles logistiques**. Cette approche permettra d'équilibrer les solutions en matière de systèmes partagés économiques et de systèmes spécifiques répondant à des contraintes locales.

Sous-traitants

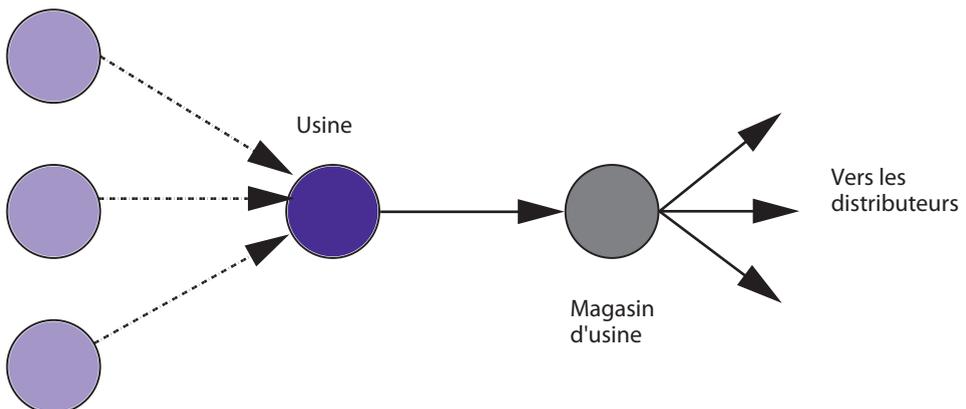


Figure 1.10 – Distinction des flux selon leur nature entre les intervenants de la chaîne

Même lorsqu'on représente des chaînes de distribution, il y a là encore des changements de produits. En effet, un premier producteur envoie par exemple à la plate-forme du distributeur des palettes de ses produits. Ces palettes ne sont pas logistiquement la même chose que les cartons ou même les articles individuels qui sont expédiés aux surfaces de vente après regroupement en *rolls* par exemple. Il faut donc se méfier un peu de ces schémas très généraux qui ne correspondent que très partiellement à la réalité du terrain.

## PRINCIPE D'ARBORESCENCE

Un autre aspect important de l'organisation des flux réside dans le principe de double arborescence.

L'ensemble des flux logistiques constitue au sein de la société tout entière une sorte de gigantesque graphe. Pour une production particulière cependant, on a vu que, comme sur la figure précédente, l'approvisionnement des matières premières et composants vers l'usine de production constituait une arborescence en remontant depuis l'usine vers les sous-traitants de 1<sup>er</sup> niveau puis de 2<sup>e</sup> niveau, etc. De l'autre côté de la *supply chain*, la production s'éclate sur des entrepôts nationaux puis régionaux du producteur ou des distributeurs puis entre toutes les surfaces de vente, avant d'être éclatée entre les millions de consommateurs qui vont chacun utiliser le produit. C'est encore une arborescence.

Ce schéma général d'une double ou même d'une multiple arborescence est un schéma universel. On le retrouve aussi bien dans un « arbre », le végétal, dont les racines constituent une première arborescence qui recueille

les substances nutritives, le tronc qui permet de faire monter la sève, les branches maîtresses qui se décomposent progressivement en plus petites branches puis en rameaux et feuilles où se réalise la photosynthèse. On en retrouve une version différente avec les grands réseaux nécessaires aux agglomérations humaines. Ainsi un réseau de télécommunication est constitué de ce qu'on appelle la « boucle locale », multiples paires de fils, de cuivre le plus souvent, allant depuis chaque abonné jusqu'à un répartiteur ; puis les paires se regroupent dans des câbles progressivement de plus en plus gros pour relier les abonnés à des commutateurs ou des routeurs. Des câbles, le plus souvent en fibre optique à grandes capacités, relient les commutateurs et les routeurs et l'on obtient ainsi de multiples arborescences reliées entre elles par des canaux à grande capacité comme des sortes de rhizomes.

Chaque fois que l'on a une structure de transport de ce type, on constate que, comme pour toute structure hiérarchique, le nombre de branches croît de façon géométrique au fur et à mesure que l'on descend l'arborescence avec une conséquence importante :

- pour les artères de grande capacité qui relient entre elles les arborescences, les coûts de transport sont faibles pour chaque produit car ils sont partagés en un grand nombre de produits ;
- plus l'on se rapproche du consommateur final, plus le coût du transport augmente car les quantités transportées sur chaque trajet particulier sont de plus en plus petites et les transports de moins en moins fréquents : il en résulte un coût de distribution de plus en plus important. La conséquence en est que le coût du dernier kilomètre de la distribution, celui qui est supporté par le consommateur final avec son propre véhicule ou son panier

à provision, est le coût logistique le plus important.

De même qu'en télécommunication, la boucle locale est la partie la plus coûteuse d'un réseau, de même en logistique de marchandises, la croissance géométrique des branches fait que le dernier kilomètre est la partie la plus coûteuse de la distribution et nous devons tenir compte de ce phénomène en étudiant les grandes évolutions de la logistique de distribution sous la pression d'Internet et du e-business.

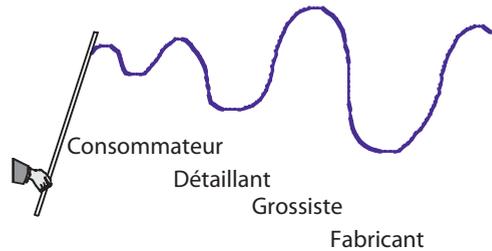
## PRINCIPE DU BULLWHIP

Le mécanisme connu par **bullwhip effect** est d'une extrême importance dans le fonctionnement de n'importe quelle *supply chain*. Il reflète une amplification artificielle de la demande de l'aval vers l'amont c'est-à-dire du *demand side* vers le *supply side* de toute *supply chain*. C'est le fait que si chacun des participants cherche à optimiser sa gestion, l'ensemble de la chaîne n'est pas optimisé, loin de là. On l'appelle souvent le *théorème fondamental de la supply chain* ou parfois *l'effet Forrester*, du nom de son premier inventeur.

IMPORTANT

Le théorème fondamental de la *supply chain* veut que plus l'on s'éloigne du consommateur final (vers l'amont), plus la variabilité des commandes augmente.

Concrètement, si surviennent de petites modifications de la demande finale, les commandes des détaillants aux grossistes deviennent très fluctuantes, les commandes des grossistes aux fabricants deviennent chaotiques et le fabricant passe une partie de son



**Figure 1.11** Courbe en forme de fouet représentant la consommation depuis le consommateur final jusqu'au producteur

temps en chômage technique et une autre à essayer de produire des quantités beaucoup plus importantes qu'il ne peut en produire. Aux États-Unis, ce phénomène est souvent appelé « effet de fouet à bœufs » (*bullwhip effect*), car la courbe qui montre l'augmentation de la variabilité des commandes au fur et à mesure que l'on remonte vers l'amont la *supply chain* en partant de la demande finale ressemble assez à ces grands fouets tels qu'ils apparaissent dans les westerns. L'interprétation de cette figure n'est pas très claire avec ses fluctuations à la hausse et à la baisse, et les interprétations qu'on en donne parfois et qui ne sont pas très convaincantes : si les consommateurs commandent un jour 120 au lieu de 100, les grossistes commandent eux-mêmes 150 pour suivre cette tendance, l'entrepôt du fournisseur commande à son tour 200 et l'usine va produire 300 pour répondre à une demande en hausse... On n'est pas très éloigné des multiplicateurs et accélérateurs keynésiens sauf qu'il ne s'agit pas d'investissements.

La *supply chain* est moins une chaîne qu'un réseau avec, en outre des flux d'informations, des flux de marchandises et des nœuds où elles s'accumulent plus ou moins longtemps : entrepôts et plates-formes.

Une autre explication classique attribuée tout ou partie de cet effet aux tailles des lots achetés à chaque niveau de la *sup-*

*ply chain*. L'exemple des « colliers pour chiens » de A. J. Martin est célèbre (1997) : le magasin vend 20 colliers par semaine mais il doit les acheter par boîtes de 100, soit pour 5 semaines à la fois ; le grossiste ou acheteur de la chaîne les achète par palette de 3 000 pour avoir un meilleur prix bien que ses besoins soient de 1 200 par semaine, voire par 6 000 pour remplir les camions... Le phénomène baptisé *bullwhip* en 1997 (Lee, Padmanabhan, Whang), est en réalité un peu plus subtil. Il était connu depuis longtemps (Forrester, 1962) et il est étrange que l'on s'en soit si peu préoccupé avant ces dernières années.

La cause de cet effet de *bullwhip* est donc double :

- prise en compte par lissage, d'une part, des variations accidentelles de la demande finale ;
- prise en compte des variations de commandes (en hausse ou en baisse), dues à la remise à niveau des stocks de sécurité des étages inférieurs.

**La première difficulté** est relative à l'analyse statistique de séries chronologiques pour lesquelles il est difficile de distinguer les fluctuations aléatoires des effets de tendance ou de variations saisonnières. Le remède qui consisterait à ne pas tenir compte de ces fluctuations risquerait dans la réalité économique d'être pire que le mal. En effet, le modèle présenté ci-dessus sans variations saisonnières ni tendance est beaucoup trop simple sur des marchés à variations rapides

et même de plus en plus rapides. C'est même une simplification pédagogique parfaitement irréaliste pour le marché de la bière. Une des premières analyses célèbres de tels phénomènes montre les variations de production et de vente de la soupe « *chicken noodle* » de Campbell, article saisonnier par excellence. Il en est de même dans de plus en plus de domaines : la durée de vie – en production – de plus en plus courte des ordinateurs individuels ou des mobiles en fait ce qu'on appelle parfois un « marché de la banane » où chaque variation de ces nouvelles denrées périssables doit être prise en compte très vite.

**La deuxième difficulté**, la plus importante, est l'incapacité pour chacun des gestionnaires de stocks de distinguer ce qui est variation de la demande globale et ce qui est modification de stocks des échelons inférieurs dans les variations des commandes qu'il reçoit. Chacun des gestionnaires de stock devrait ne pas tenir compte dans ses commandes des variations de stock des échelons inférieurs, variations qui devraient se compenser par des mouvements aléatoires en sens inverse dans les prochaines semaines. Mais comment les connaître ? Le remède évident consiste à échanger tout au long de la *supply chain* des informations sur la demande finale. C'est l'organisation de cet échange d'information qui est difficile à réaliser en s'efforçant de saisir la consommation aux caisses enregistreuses pour l'ensemble des participants à la *supply chain*, en attendant de la saisir à la sortie des réfrigérateurs...



## SYNTHÈSE SUR LES REMÈDES AU BULLWHIP

On peut conclure sur les principales recommandations pour limiter et maîtriser l'effet bullwhip qui ont toutes vocation à « rapprocher » au sens spatial et temporel le *demand side* et le *supply side* et à restaurer la confiance entre tous les acteurs :

- le développement d'un processus collaboratif tant interne entre les fonctions concernées que sont la production, le marketing, les ventes et la logistique qu'externes entre chaque acteur se situant de part et d'autre d'une même interface. Ce processus collaboratif concerne les prévisions des ventes, les quantités d'approvisionnement et de commande et les fréquences associées. L'objectif est de partager l'information pour instaurer la confiance entre les acteurs et augmenter la transparence de cette information. Le programme ECR (*Efficient Consumer Response*) intègre l'ensemble des solutions tactiques et opérationnelles pour concevoir, développer et mettre en œuvre de telles solutions collaboratives ;
- la mise en place d'une tour de contrôle qui prend en charge la centralisation des informations et joue le rôle de pilote de flux pour l'ensemble de la *supply chain* sans nécessairement prendre en compte l'exécution des opérations elles-mêmes. Une solution du type *4PL (Fourth Party Logistics)* s'apparente assez bien à cette approche, les acteurs de la chaîne acceptant de déléguer sous conditions contractuelles bien évidemment le pilotage de leurs flux ;
- l'accélération des interopérations et la réduction de leur nombre et ce, par exemple par l'accroissement de la flexibilité des opérations industrielles, la fragmentation des lots expédiés, le transfert automatisé des informations ;
- l'élimination des intermédiaires et la réduction du nombre des interfaces qui se traduit par la mise en œuvre du modèle direct qui a permis jusqu'en janvier 2007 à Dell d'être leader mondial dans son marché. Cette solution qui s'appuie sur la technologie internet n'est pas toujours envisageable dans le cadre de canaux de distribution qui sont structurés autour d'intermédiaires qui apportent leur valeur au niveau achat ou commercial ;
- la mise en place de la solution *VMI (Vendor Managed Inventory)* qui permet une délégation de la gestion des stocks du distributeur par son fournisseur ou *CRP (Continuous Replenishment Program)* qui s'appuie sur des techniques éprouvées dans le secteur automobile déjà mentionnées et qui dans le secteur de la distribution bénéficie de la connaissance des sorties de caisse des points de vente.