



HAL
open science

Définition des nomenclatures et des sources d'approvisionnement pour la fabrication d'une famille de produits

Radwan El Hadj Khalaf

► **To cite this version:**

Radwan El Hadj Khalaf. Définition des nomenclatures et des sources d'approvisionnement pour la fabrication d'une famille de produits. Sciences de l'ingénieur [physics]. Institut National Polytechnique de Grenoble - INPG, 2009. Français. NNT: . tel-00991810

HAL Id: tel-00991810

<https://theses.hal.science/tel-00991810>

Submitted on 4 Jun 2014

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.

INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE

N° attribué par la bibliothèque

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

THESE

pour obtenir le grade de

DOCTEUR DE L'Institut polytechnique de Grenoble

Spécialité : "Génie Industriel"

préparée au laboratoire

G-SCOP (Laboratoire des sciences pour la conception, l'optimisation et la production)

**dans le cadre de l'École Doctorale "Ingénierie - Matériaux, Mécanique,
Environnement, Énergétique, Procédés, Production"**

présentée et soutenue publiquement

par

Redouane El Hadj Khalef

le 17 novembre 2009

Définition des nomenclatures et des sources d'approvisionnement pour la fabrication d'une famille de produits

Directeur de thèse : **Bernard PENZ**

Co-directeur de thèse : **Bruno AGARD**

JURY

M. Jean-Pierre CAMPAGNE

M. Michel ALDANONDO

M. Marino WIDMER

M. Bernard PENZ

M. Bruno AGARD

Président

Rapporteur

Rapporteur

Directeur de thèse

Co-Directeur de thèse

Table des matières

1	Introduction Générale	1
1.1	Contexte et problématique	1
1.2	Plan de lecture	3
2	État de l’art	5
2.1	Introduction	5
2.2	Conception des familles des produits	6
2.3	Conception des chaînes logistiques	7
2.3.1	Structure des chaînes logistiques	8
2.3.2	Variables de décisions dans la conception d’une chaîne logistiques	10
2.4	Conception d’une famille de produits et de sa chaîne logistique en deux phases	12
2.4.1	Conception d’une famille de produits par standardisation des produits	12
2.4.2	Sélection des modules	13
2.4.3	Détermination du lieu de fabrication des modules	16
2.5	Conception conjointe des familles de produits et leurs chaînes logistiques	17
2.5.1	Optimisation globale de la famille de produits et de sa chaîne logistique	17
2.5.2	Impact de la diversité sur la chaîne logistique	19
2.6	Conclusion	19
3	Contexte de l’étude et problématique	23
3.1	Introduction	23
3.2	Description du problème	24
3.2.1	Hypothèses générales	25
3.2.2	Principales notations	27
3.3	Modélisation du problème de base	27
3.3.1	L’approche deux phases	28
3.3.2	L’approche intégrée	30
3.4	Les résultats obtenus	31

4	Product and supply chain design using a two-phases optimization approach	33
4.1	Introduction	34
4.2	State of the art	35
4.3	Problem Presentation	35
4.4	Model and solution approach	36
4.4.1	Notations	36
4.4.2	A two-phases approach	37
4.4.3	An Integrated approach	39
4.5	Computational experiments	39
4.5.1	Data sets and experimental conditions	39
4.5.2	Result analyses	40
4.6	conclusion	43
5	An experimental study for the selection of modules and facilities in a mass customization context	45
5.1	Introduction	46
5.2	Mathematical Modeling	49
5.2.1	Notations	50
5.2.2	A two-phase modeling approach	52
5.2.3	An integrated modeling approach	53
5.3	Computational experiments	54
5.3.1	Datasets, experimental conditions, and indicators	54
5.3.2	Analysis of the total cost	57
5.3.3	Number of modules and total needs	58
5.3.4	Evolution of costs according to T	60
5.3.5	Computational time	62
5.4	Conclusion	63
6	An optimization method for the simultaneous design of a product family and its related supply chain using a Taboo Search algorithm	67
6.1	Introduction	68
6.2	Problem Presentation	70
6.2.1	Notations	71
6.2.2	Mathematical Modeling	72
6.3	Resolution with a Taboo Search Algorithm	74
6.3.1	Taboo Search algorithm	75
6.3.2	Bill of materials feasibility control (Step 4)	76
6.3.3	Re-optimization routine (Step 6)	77

6.3.4	Elimination Neighborhoods (Step 3)	77
6.3.5	Insertion Neighborhoods (Step 5)	77
6.3.6	The Exit Criterion (Step 8)	78
6.4	Computational Experiments	78
6.4.1	Influence of the initial solution	79
6.4.2	Influence of neighborhoods	80
6.4.3	Evolution of the best TS solution value	81
6.4.4	Evolution of the size of the best TS solution	82
6.4.5	Evolution of the mean degree of the best TS solution	83
6.5	Conclusion	83
7	Joint design of product family and supply chain : Between diversity and standardization	85
7.1	Introduction	86
7.2	State of the art	87
7.3	Strategic design problems	88
7.4	Mathematical models	90
7.4.1	Model without standardization or redundancy	91
7.4.2	Model with total standardization and without redundancy	92
7.4.3	Partial standardization without redundancy	93
7.4.4	Model with function redundancy and without standardization	93
7.4.5	Limited standardization with redundancy	95
7.4.6	Comments on the supply sources	95
7.5	Computational experiments	96
7.5.1	Datasets, experimental conditions, and indicators	96
7.5.2	Results analysis	98
7.6	Conclusion	103
8	Conclusions et perspectives	105
8.1	Conclusions	105
8.2	Perspectives	106
	Bibliographie	109

Table des figures

2.1	Une chaîne logistique générique	9
2.2	Classification des articles de conception des chaînes logistiques selon Melo et al. [98]	9
2.3	Les types de décisions dans les problèmes de conception des chaînes logistiques	10
2.4	Une chaîne de décisions relatives à la fabrication d'une famille de produits	12
2.5	Les travaux relatifs à la sélection des modules	14
3.1	Structure de la chaîne logistique	24
3.2	Détermination des nomenclature des produits	28
3.3	Contraintes d'assemblage du produit demandé	29
4.1	Structure of the supply chain	36
4.2	alternative bills of material	37
5.1	Structure of the supply chain	49
5.2	Alternative bills of materials	51
5.3	Total cost (example with $T = 4$)	58
5.4	Number of modules in \mathcal{M}' (example with $T = 4$)	59
5.5	Total needs (example with $T = 4$)	59
5.6	Evolution of the total costs with T (example with $C8$)	60
5.7	Evolution of the total costs with T (example with $C21$)	61
5.8	Computational time (example with $T = 4$)	62
5.9	Evolution of computational time with T (example with $C20$)	63
5.10	Evolution of costs with T (example with $C20$)	65
6.1	Structure of the supply chain	70
6.2	Alternative bills of materials	72
6.3	The Taboo Search algorithm	75
6.4	Evolution of the best TS solution taking into account the various starting points for the cost 2 problem	80

6.5	The objective function evolution of the local and best TS solutions . . .	81
6.6	Evolution of the best solution size for the cost 3 problem with $T = 4$	82
6.7	Evolution of the best solution mean degree for the cost 2 problem with $T = 3$	83
7.1	Structure of the supply chain	89
7.2	Which modules must be included in the bills of materials?	91
7.3	Objective function gap for the function redundancy model ($T=4$) . . .	99
7.4	Objective function gap for the standardization model with $1 \leq \alpha \leq 3$ and $T=4$	99
7.5	Objective function gap for the total standardization model ($T=4$) . . .	100
7.6	The solution size for the standardization model ($T=4$)	100
7.7	The solution size for the total standardization model ($T=4$)	101
7.8	The total requirements solution for the standardization strategy ($T=4$)	101
7.9	Evolution of the objective function gap according to α for cost 27 ($T=4$)	102
7.10	Evolution of the objective function gap according to T for cost 19 . . .	102
7.11	Evolution of the objective function according to T for cost 10	103

Liste des tableaux

2.1	Les travaux relatifs à la conception conjointe des familles de produits et chaînes logistiques	21
4.1	Results for $f(q_j) = \sqrt{q_j}$	40
4.2	Results for $f(q_j) = q_j$	41
4.3	Results for $f(q_j) = (q_j)^2$	42
5.1	Cost configurations	56
6.1	Standard TS solution compared with TS solutions after freeze of elimination and insertion neighborhoods for the instance 1 and cost 2 problem	80
6.2	Initial and final TS solutions for different tests	82
7.1	Cost configurations	97

Chapitre 1

Introduction Générale

1.1 Contexte et problématique

Pendant les dernières années, les marchés industriels ont changé à cause de plusieurs raisons. Premièrement, la mondialisation mène à une ouverture des marchés fournissant un choix plus vaste aux clients. Les clients sont maintenant non seulement capables de comparer les prix, mais aussi de trouver des produits satisfaisant exactement leurs exigences [131].

Actuellement, la demande croissante de produits personnalisés se traduit souvent par un nombre croissant de variantes et d'options autour d'une plate forme de produits plus ou moins rationalisée. Il s'en suit une forte diversité de produits qui peut être difficile à gérer. Cette diversité doit être contrôlée en termes de produit, de processus, de coûts de la chaîne logistique et de temps de réponse. Pour donner une réponse efficace à ce problème en évitant une prolifération de produits, les sociétés peuvent s'orienter sur la personnalisation de masse. La personnalisation de masse s'intéresse à offrir une grande diversité de produits avec les coûts de la production de masse. Ceci s'appuie essentiellement sur des systèmes industriels flexibles et une chaîne logistique étendue [106].

Sous la pression de la concurrence, le processus entier de l'approvisionnement, le stockage, la production et le transport a été inspecté. Si la logistique a joué un rôle mineur dans le passé, elle joue un rôle décisif dans les stratégies d'aujourd'hui. La fiabilité et la ponctualité des livraisons sont une partie essentielle de la logistique, essayant de satisfaire n'importe quelle demande. En même temps les coûts doivent être optimisés tout en restant flexible dans la production et les livraisons [135].

Dans ce contexte de nouvelles stratégies de conception émergent. La conception des familles de produits doit tenir compte non seulement de la diversité des produits, mais aussi des processus de fabrication et de la structure de la chaîne logistique [133]. Une famille de produits est composée par des produits semblables qui diffèrent selon quelques caractéristiques comme les options. Par exemple, le modèle de base d'une

voiture contient peu d'options pour réduire au minimum le prix de vente. Ensuite, quelques options peuvent être ajoutées à ce modèle de base comme la climatisation, la boîte de vitesse automatique ou un lecteur de vidéo.

En concevant une nouvelle famille de produits, une approche cohérente est nécessaire pour définir rapidement l'ensemble des modules à fabriquer permettant l'assemblage des produits finis de manière efficace. Ceci doit prendre en compte les différentes variantes et options des produits, ainsi que le choix des fournisseurs de chaque module. L'objectif est de garantir la satisfaction des clients dans les délais souhaités et de réduire au minimum l'investissement total et les coûts opérationnels dans la chaîne logistique globale [82].

A cause de la compétition croissante et de la nécessité de réduire les coûts, les producteurs sont forcés de coupler la chaîne de production avec le réseau des fournisseurs. Ceci est maintenant rendu possible grâce aux technologies de l'information et de communication. Un exemple de chaînes de production fortement intégrées est la chaîne de l'industrie automobile.

Un défi pour la conception des familles de produits est de contrôler le nombre de composants (sous-assemblages) en gardant un coût de stockage raisonnable. La modularité est une bonne réponse pour atteindre un tel compromis; les fournisseurs conçoivent les modules qui contiennent une combinaison de fonctionnalités nécessaires à la fabrication des produits finis. Ainsi, le producteur utilise un nombre limité de modules pour assembler un produit. Un module peut être utilisé dans l'assemblage de beaucoup de produits [65]. Cette stratégie a l'avantage de réduire le temps de montage et le nombre d'éléments utilisés dans la phase d'assemblage final. En conséquence, l'organisation, le stockage et le transport sont simplifiés [28].

Il y a différentes stratégies de production qu'une société peut adopter. Une première stratégie consiste à fabriquer en avance les différents produits demandés, on parle alors de *production pour stock*. Ceci peut entraîner d'importants coûts de stockage si on considère de nombreuses références. Il s'agit alors de sélectionner un ensemble minimal de produits standardisés qui visent à recouvrir des besoins diversifiés avec un nombre limité de produits [14] (en offrant généralement des surcapacités fonctionnelles). Cependant, les coûts de standardisation peuvent être élevés si on offre de nombreuses fonctions non demandées par les clients. Une seconde stratégie consiste à produire seulement après réception d'une commande (*production à la commande*). Dans ce cas, le délai de mise à disposition des produits peut être élevé, menant à la non satisfaction des clients. Une stratégie intermédiaire consiste à fabriquer pour stock des composants pré-assemblés, appelés des modules, puis de les assembler à la réception d'une commande; on parle alors d'*assemblage à la commande*.

Les travaux menés dans cette thèse s'appuient sur cette stratégie intermédiaire dite d'*assemblage à la commande*. Un producteur s'approvisionne en modules auprès de ses fournisseurs, puis il ne démarre l'opération d'assemblage d'un produit qu'à la ré-

ception d'une commande client. Nous considérons les cas où le délai d'assemblage doit être faible pour garantir la satisfaction du client, aussi les modules utilisés doivent permettre de satisfaire les besoins des clients en terme d'options désirées.

Les deux questions principales de ce travail sont donc :

- Comment sélectionner les modules qui vont être utilisés dans l'assemblage des produits finis (définition de la nomenclature) ?
- Quel est le fournisseur de chaque modules (affectation des modules aux fournisseurs) ?

L'originalité des travaux présentés est dans l'intégration des deux décisions énoncées. En effet, nous chercherons à définir simultanément la nomenclature d'une famille de produits et la constitution de la chaîne logistique capable de supporter cette production. Différents sous problèmes et modélisations seront présentées. Un intérêt particulier sera porté à la standardisation partielle des modules. Cette originalité au niveau de la problématique induits des modèles mathématiques complexes à résoudre. Des solutions efficaces sont proposées pour résoudre ces modèles. Les conclusions montrent des avancées au niveau de la modélisation, de la résolution des modèles et finalement au niveau des stratégies de conceptions des familles de produit.

1.2 Plan de lecture

La thèse présentée ici s'appuie sur quatre articles (chapitres 4 à 7) publiés, acceptés, ou en cours d'évaluation. Elle est composée de huit chapitres :

Le chapitre 2 dresse un état de l'art en matière de conception de familles de produits et de chaînes logistiques.

Le chapitre 3 présente en détail notre problématique ainsi que les hypothèses de départ.

Le chapitre 4 est consacré au problème de détermination de la fonction mathématique qui représente au mieux les coûts d'assemblage des modules avec une comparaison de deux approches d'optimisation différentes.

Dans le chapitre 5, nous développons une étude expérimentale plus complète visant à approfondir les comparaisons entre les deux approches d'optimisation possibles sur des petites instances afin de pouvoir résoudre le problème à l'optimal et analyser la structure de la solution optimale en fonction des caractéristiques de l'instance.

Un algorithme de recherche taboue est développé dans le chapitre 6, cet algorithme est testé sur des instances de grandes tailles et les résultats sont présentés et interprétés.

Nous relaxons certaines hypothèses de notre modèle de base dans le chapitre 7. Ceci nous permet d'analyser plusieurs stratégies possibles d'assemblage des produits finis (avec plus ou moins de standardisation et de redondance au niveau des fonctions dans les produits finis). Les nouvelles stratégies sont comparées avec la stratégie du modèle de base (pas de standardisation, pas de redondance).

Le dernier chapitre est consacré à la conclusion générale et les perspectives de ce travail.

Chapitre 2

État de l'art

2.1 Introduction

La personnalisation de masse, visant la fourniture d'une large variété de produits au plus proche des besoins des clients, a récemment reçu de nombreuses attentions aussi bien dans l'industrie que dans le monde universitaire. La compétition actuelle entre les entreprises a cessé d'être uniquement une compétition stricte sur le prix, mais également sur la variété des produits ainsi que leur vitesse de commercialisation [76].

Les sociétés se sont engagées dans des efforts visant à diversifier leurs offres de produits et élargir leurs marchés. Également, les chercheurs se sont engagés dans l'analyse de l'organisation des stratégies de diversification et de leurs effets sur les niveaux de performance des sociétés à long terme, certainement depuis que la "Chandler's Strategy and Structure" a été publiée en 1962 [122].

Conceptuellement, la diversification est significative et devrait être rentable, jusqu'à une certaine limite. La théorie basée sur les ressources [11] et la théorie de compétence fondamentale [109], qui relie l'avantage compétitif avec les capacités internes d'une société, suggèrent que la diversification dans les produits qui utilisent les ressources existantes de la société produit des économies étendues sur l'utilisation de ces ressources et générera donc un plus grand profit. Cependant, la théorie des coûts de transactions suggère que la croissance excessive augmente éventuellement les coûts de gestion et réduira ainsi les profits [77].

Le développement de familles de produit, qui groupent des produits partageant une plate-forme commune, est une façon de fournir la variété de produits souhaitée tout en minimisant le coût de la conception et la production. La conception d'une plate-forme de produits peut être formulée comme un problème d'optimisation multi-objectifs dont il faut atteindre un compromis entre les performances de chaque produit et l'objectif de standardisation de plate-forme [30].

Les sociétés d'aujourd'hui s'activent pour développer des familles de produit à base

de plate-forme commune pour augmenter la variété, en gardant des coûts faibles de production. Des méthodes récentes apparaissent visant à évaluer des alternatives de conception de familles de produits basées sur la détermination d'un compromis entre standardisation et variété, et aussi sur l'analyse des coûts [123].

Dans ce contexte, nous présenterons dans un premier temps les travaux qui ont porté sur la conception des familles de produits pour montrer l'intérêt que suscite ce problème. Ensuite nous nous intéresserons aux études qui traitent de la conception de la chaîne logistique depuis le client final jusqu'aux fournisseurs de matière première. Finalement nous présenterons les différentes approches qui existent dans la littérature visant la fabrication des familles de produits et le choix des modules à fabriquer. Nous distinguerons la conception des chaînes logistiques en deux phases (section 2.4) et intégrées (section 2.5). Une conclusion à la fin de ce chapitre permettra de situer notre problème par rapport aux travaux présentés de cet état de l'art.

2.2 Conception des familles des produits

La littérature propose un ensemble de travaux pour développer une architecture de familles de produits qui rationalise le développement des produits pour la personnalisation de masse. L'idée de base est de passer de la conception d'un produit unique à la conception d'une famille de produits, en utilisant une architecture générique qui permette d'obtenir une famille de produits capable de satisfaire une large variété de besoins sans modifier ses propres caractéristiques [1].

Chen et Wang [21] expliquent que la conception réussie d'une famille de produits doit permettre un compromis optimal dans un ensemble d'objectifs conflictuels. Parmi ces objectifs, on trouve la maximisation des aspects communs à travers la famille de produits tout en essayant de satisfaire les besoins diversifiés des clients. La méthode d'optimisation recherche un compromis entre la communalité et la diversification qui existent dans une famille de produits. Les auteurs développent un algorithme génétique structuré à deux niveaux de chromosomes pour la détermination simultanée de la configuration optimale de la plateforme du produit ainsi que celle de la famille de produits correspondante.

De Lit et al. [34] apportent une nouvelle philosophie pour la conception des familles de produits qui consiste à intégrer le système d'assemblage et la conception, alors que la plupart des méthodologies ne considèrent pas d'habitude les interactions entre ces deux processus. Ils proposent un outil applicable sur une famille de produits assemblés sur des lignes hybrides comportant des opérations manuelles et automatisées. La méthodologie proposée s'articule autour d'une décomposition fonctionnelle des produits visant à réduire la complexité de la conception des éléments diversifiés. En considérant qu'un produit est l'assemblage de plusieurs entités fonctionnelles, alors la ligne d'assemblage peut être conçue autour de chacune de ces entités. L'avantage de cette approche est que la conception de la ligne peut être entamée même si la

structure complète de la famille de produits est partiellement connue.

Jose et Tollenaere [78] présentent l'évolution des travaux relatifs à la conception des familles de produits dans la littérature. Ils expliquent que suite à la révolution industrielle, la littérature a mentionné des principes différents permettant une meilleure gestion de la production et des activités du cycle de vie du produit. Le principe de la standardisation a été d'abord mentionné dans la littérature et a été employé réellement dans l'industrie automobile par Henry Ford. La standardisation a rendu possible la configuration de produits différents utilisant un grand jeu de composants communs.

Une autre stratégie appelée *la modularité* a été ensuite mentionnée vers les années 60. Elle consiste à regrouper des composants de produits dans un module pour des objectifs pratiques de production. Jose et Tollenaere [78] indiquent qu'aujourd'hui, la standardisation et la modularité sont des outils prometteurs dans le développement des familles de produits parce qu'ils permettent de concevoir une variété de produits en utilisant les mêmes modules de composants. Ceci simplifie considérablement les opérations de production (ou d'assemblage) et permet aussi d'importantes économies.

Dans le même contexte, Zhang et al. [134] expliquent que le développement des familles de produits est le fruit de la récente transition des marchés de la production de masse vers la customisation de masse. La modularité ou les plateformes communes ont permis d'accroître la variété, de diminuer le délai de commercialisation et de réduire les coûts de production. Les auteurs proposent une approche basée sur une modélisation fonctionnelle afin d'identifier les modules communs et les modules individuels dans une famille de produits dans un contexte d'une conception de type modulaire. L'approche proposée fournit une méthode rapide permettant de générer de nouvelles variantes durant le processus de conception de la famille de produits.

2.3 Conception des chaînes logistiques

La gestion de la chaîne logistique (supply chain management : SCM) est le processus de planification, implémentation et contrôle des opérations de la chaîne logistique de façon efficace [98]. Le SCM recouvre tout les mouvements des flux des matières premières, des stocks intermédiaires, des produits finis depuis le point d'origine jusqu'au point de consommation. Le SCM vise entre autre à déterminer la meilleure configuration possible de la chaîne logistique ainsi que d'autres décisions relatives à la production, l'approvisionnement, le stockage et la distribution. Historiquement, les chercheurs se sont focalisés principalement sur la conception des systèmes de distribution alors que la plupart des travaux récents insistent sur la nécessité de prise en compte des différents éléments qui composent la chaîne logistique lors de la conception de celle-ci.

Min et Zhou [102] expliquent qu'il n'existe pas une modélisation complète capable de cerner tous les aspects de la chaîne logistique. Cependant, pour bien la modéli-

ser, il faut identifier les principaux partenaires. Ensuite, il faut définir la structure dimensionnelle de la chaîne. Cette structure comporte une dimension horizontale qui représente le nombre de partenaires tiers, et une dimension verticale qui représente le nombre de fournisseurs ou de clients représentés pour chaque tiers. Enfin, il faut caractériser les liens qui existent dans la chaîne.

Min et Zhou [102] donnent ensuite les grandes lignes du développement et une implémentation réussie des modèles relatifs aux chaînes logistiques. Une chaîne logistique est définie comme “l’intégration des processus de décision depuis l’utilisateur final en passant par les fournisseurs des produits, des services et information”. Une chaîne logistique est caractérisée par un flux avant de biens et un flux arrière d’information.

Typiquement une chaîne logistique comprend deux processus essentiels :

1. la gestion de la matière : qui concerne l’acquisition et le stockage de la matière première, pièces et fournitures ;
2. la distribution physique qui inclut les activités logistiques permettant le traitement des commandes clients (réception des commandes, production, transport, etc.)

2.3.1 Structure des chaînes logistiques

Melo et al. [98] modélisent un réseau logistique de façon générique (Figure 2.1). Ils indiquent qu’on peut distinguer les différents problèmes traitant la conception des chaînes logistiques en fonction des différents types de sites qui existent dans les modélisations ainsi que les flux de matières existant entre ces sites. Chacun de ces sites joue un rôle spécifique dans la chaîne, ainsi on pourrait trouver des sites de production, de stockages d’approvisionnement, des centres de distribution, des centres de collecte, etc.

Melo et al. [98] distinguent trois niveaux de planification pour une chaîne logistique selon l’horizon de la planification : le niveau stratégique, tactique et opérationnel. Simchi-levi et al. [118] indiquent que le niveau stratégique porte sur des décisions ayant des effets durables dans le temps pour l’entreprise. Ceci inclut des décisions concernant le nombre, l’emplacement, et les capacités des entrepôts et des unités de fabrication.

Durant les dix dernières années, une attention croissante a été portée à la logistique inverse, qui fait référence aux activités consacrées à la collecte et/ou recyclage des produits retournés [35], [38]. Trois raisons peuvent être citées justifiant la logistique inverse :

- l’aspect économique : par la possibilité de se servir des produits utilisés ;
- les directives gouvernementales : qui exigent par exemple le recyclage de certains produits polluants ;
- la pression des clients : par le retour des produits défectueux.

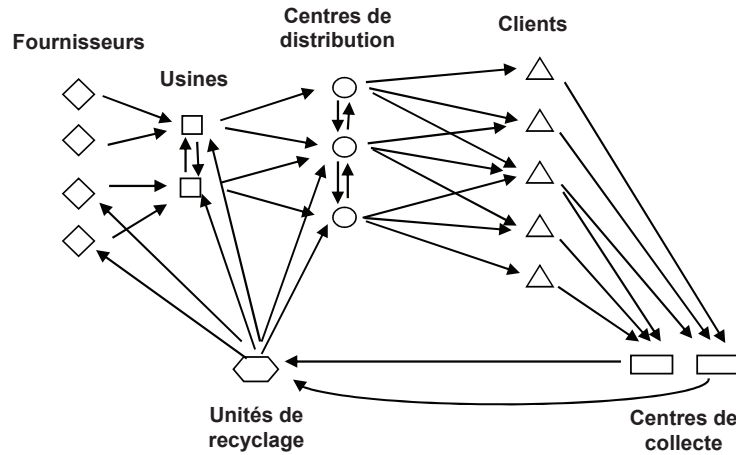


FIGURE 2.1 – Une chaîne logistique générique

Plusieurs critères sont possibles pour classifier la littérature abondante de la conception des chaînes logistiques. Melo et al. [98] identifient les critères suivants (Figure 2.2) :

- le nombre de couches : qui représente le nombre de différents types de sites pris en compte dans la modélisation de la chaîne ;
- la marchandise : modélisation mono ou multi-produits ;
- l’horizon : mono ou multi-périodes ;
- les paramètres : déterministes ou stochastiques.

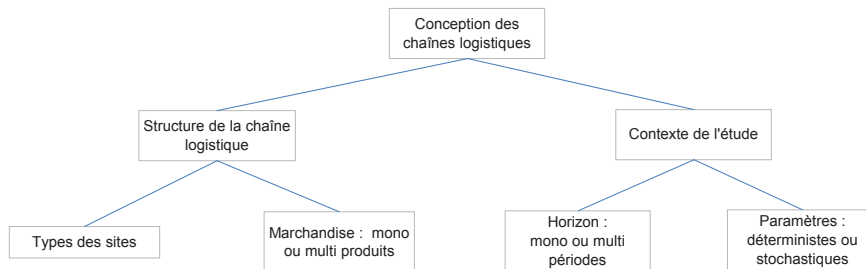


FIGURE 2.2 – Classification des articles de conception des chaînes logistiques selon Melo et al. [98]

En revanche, Gunasekaran et Ngai [58] identifient deux niveaux principaux de la littérature relatives aux chaînes logistiques du type BTO : build-to-order (fabrication à la commande) :

- le niveau de configuration : qui comporte des décisions relatives à la conception des produits, la stratégie d’approvisionnement, la production, la distribution et les systèmes d’informations ;
- le niveau de coordination : qui comporte des décisions relatives aux flux des ma-

tières premières, et le développement des indicateurs de performances mesurant l'efficacité des différentes activités de l'entreprise.

Dans la section suivante, nous allons détailler les plus importantes décisions relatives aux modèles de conception des chaînes logistiques existant dans la littérature (Figure 2.3) et nous fournirons des exemples des travaux pour chaque critère.

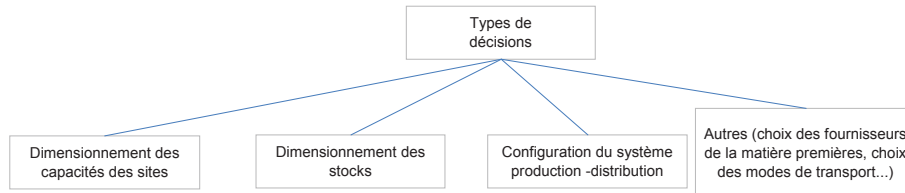


FIGURE 2.3 – Les types de décisions dans les problèmes de conception des chaînes logistiques

2.3.2 Variables de décisions dans la conception d'une chaîne logistiques

a) Capacités Généralement, les décisions sur les capacités concernent les entreprises voulant étendre leurs capacités de production pour faire face à la demande croissante des clients. Ou encore les entreprises qui réaffectent la capacité de chaque usine au début de chaque période dans une planification multi-périodes. L'objectif est alors de déterminer l'expansion adéquate de la capacité de chaque usine en tenant compte de plusieurs paramètres tels que le budget alloué à l'investissement correspondant, les coûts engendrés par une telle expansion, la demande, les risques économiques, les stratégies de production etc. Dans ce contexte, on recense les travaux de Aghezzaf [6], Fleischmann et al. [49], Hugo et Pistikopoulos [69], Ko et Evans [79], Schultmann et al. [117], Srivastava [119], et Troncoso et Garrido [125].

Cependant, d'autres articles traitent le cas inverse où une réduction de la capacité de production doit être effectuée (par la fermeture de certaines usines par exemple) afin de réduire le risque financier dû aux fluctuations fréquentes des taux de change (cas des multinationales). C'est le cas des travaux de Lowe et al. [92]. D'autres articles combinent les deux décisions simultanément (expansion/réduction de la capacité) comme Levén et Segerstedt [89], Melachrinoudis et Min [95], Melo et al. [97] et Vila et al. [128]. Melachrinoudis et al. [94] considèrent un problème où la capacité d'un entrepôt peut être réaffectée pour un autre site une seule fois.

b) Gestion des stocks La gestion des stocks implique deux tâches cruciales [37] : La première étant de déterminer le nombre de points de stockage (centres de distribution, entrepôts), alors que la seconde consiste à définir le niveau des stocks à

maintenir dans chacun de ces points. Ces décisions ne doivent pas être prises indépendamment, mais il faut qu'elles soient intégrées avec d'autres décisions telles que le choix des emplacements des points de stockage.

L'importance de la gestion des stocks s'est intensifiée avec le commerce électronique. Les clients s'attendent à de hauts niveaux de services et des expéditions très rapides. En même temps, les paramètres de la gestion de stock traditionnelle sont en constante variation ce qui perturbe la prise de décision autour de ce sujet. Le commerce électronique a permis la réduction importante des coûts par la possibilité d'avoir des expéditions plus petites et plus fréquentes [32](des usines vers les points de stockages).

La littérature présente un nombre important de travaux visant à optimiser la gestion des stocks dans le contexte de conception d'une chaîne logistique, parmi lesquels on trouve : Erlebacher et Meller [47], Guillén et al. [57], Hinojosa et al. [64], Jang et al. [71], Jayaraman et Ross [73], Levén et Segerstedt [89], Lieckens et Vandaele [90], Lin et al. [91], Ma et Davidrajuh [93], Melo et al. [97], Min et Melachrinoudis [101], Min et al. [100], Nozick et Turnquist [105].

c) Production - distribution C'est la décision la plus classique dans les problèmes de conception des chaînes logistiques. Elle consiste à identifier les sites où les produits sont fabriqués. La décision porte sur le nombre des sites, la quantité à produire dans chaque site et le flux des produits finis depuis les sites vers les marchés finaux en passant par les entrepôts et/ou les centres de distribution. Cette décision vue toute seule pourrait relever des problèmes de "Facility location". Cependant, dans un contexte de conception de chaînes logistiques, elle est souvent combinée avec d'autres décisions telles que celles présentées ci-dessus.

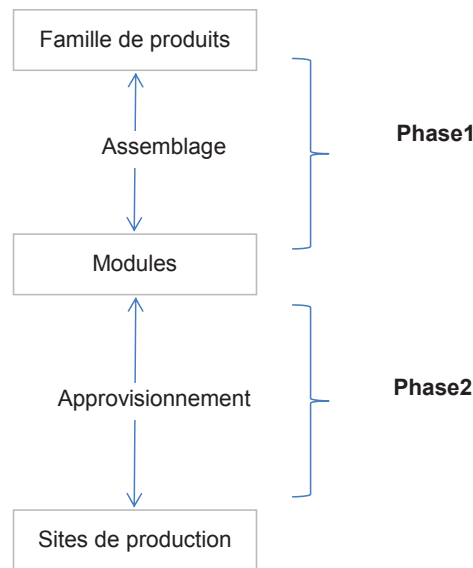
Dans cette catégorie, on peut citer les travaux de Cordeau et Pasin [25], Jang et al. [71], Jayarman et Pirkul [72] qui s'intéressent aussi à la détermination des fournisseurs des matières premières ainsi que les flux de ces matières, Hugo et Pistikopoulos [69], Lowe et al. [92], Melachrinoudis et Min [96] qui combinent la décision production-distribution avec le dimensionnement des capacités des entrepôts intermédiaires, Dogan et Goetschalckx [37] qui se positionnent dans un contexte d'une demande saisonnière (horizon multi-périodes), Guillén et al. [57] qui prévoient plusieurs scénarios de demande dans un environnement incertain (paramètres stochastiques). Quant à Chakravarty [19], il s'intéresse particulièrement à l'influence des coûts de production, des coûts de transport, des taux de change et de la demande sur les niveaux des quantités à produire.

d) Autres décisions D'autres types de décisions peuvent apparaître dans les travaux de conception des chaînes logistiques. En effet, quelques articles se sont intéressés aux décisions relatives à la gestion des approvisionnements. Deux catégories se distinguent : la détermination des fournisseurs des matières premières [25], [71] ; ou le cas dans lequel une entreprise décide de s'approvisionner en produits finis au

lieu de les fabriquer elle-même [64], [97]. Quelques articles ont développé aussi des décisions sur la sélection du mode de transport le plus convenable pour les produits [18], [25], [48].

2.4 Conception d'une famille de produits et de sa chaîne logistique en deux phases

Dans cette section nous passons en revue les différents travaux qui se sont intéressés à la conception d'une famille de produits et plus particulièrement à la détermination de l'ensemble des modules qui vont être utilisés dans l'assemblage des produits finis. La figure 2.4 montre les deux phases de cette structure. La première phase consiste à sélectionner les modules de façon à minimiser un certain critère de coûts, tandis que la deuxième consiste à déterminer le lieu de fabrication de chaque module de manière à minimiser d'autres coûts (en respectant aussi les capacités de production des sites des fournisseurs). Une description détaillée de cette problématique est donnée dans le chapitre suivant.



FIGURE

ERROR: undefinedfilename
OFFENDING COMMAND: findfont

STACK:

/

/MBIOTH+