

ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE
UNIVERSITÉ DU QUÉBEC

MÉMOIRE PRÉSENTÉ À
L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

COMME EXIGENCE PARTIELLE
À L'OBTENTION DE LA
MAÎTRISE EN GÉNIE DE LA PRODUCTION AUTOMATISÉE
M.Ing.

PAR
TALOS, MARIUS CORNELIU

COMPARAISON DES MÉTHODES DE PLANIFICATION LOCALES VERSUS
RÉSEAU À L'AIDE DE SAP R/3 ET SAP/APO

MONTRÉAL, LE 08 SEPTEMBRE 2008

© droits réservés de Talos Marius Corneliu

PRÉSENTATION DU JURY

CE MÉMOIRE A ÉTÉ ÉVALUÉ

PAR UN JURY COMPOSÉ DE

M. Amar Ramudhin, directeur de mémoire
Département de génie de la production automatisée à l'École de technologie supérieure

M. Michel Rioux, président du jury
Département de génie de la production automatisée à l'École de technologie supérieure

M. Marc Paquet, membre du jury
Département de génie de la production automatisée à l'École de technologie supérieure

IL A FAIT L'OBJET D'UNE SOUTENANCE DEVANT JURY ET PUBLIC

LE 19 AOÛT 2008

À L'ÉCOLE DE TECHNOLOGIE SUPÉRIEURE

REMERCIEMENTS

Je dédie ce travail à ma chère femme Simona, à mes parents Maria et Cornel et à mon frère adoré Dorin. Je les remercie pour leur amour, leur soutien, leur patience et leur confiance en moi.

Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements les plus sincères à mon directeur de mémoire M. Amar Ramudhin pour la confiance qu'il m'a accordée, pour sa vision, ses conseils et son enthousiasme.

Je tiens à exprimer tout ma gratitude et mon respect à M. Michel Rioux en acceptant de présider le jury d'évaluation.

Ma reconnaissance va également à M. Marc Paquet pour l'honneur qu'il m'a fait d'accepter de participer en tant que membre du jury. Je voudrais lui exprimer ma gratitude pour ses conseils, sa disponibilité, son expérience et ses grandes compétences qui m'ont permis d'accomplir ce travail.

Merci à M. Marc Savard pour son amitié, son soutien et ses encouragements dans la découverte de l'exploitation des deux systèmes SAP.

Pour mes amis et collègues du Laboratoire de Recherche sur les Chaînes d'Approvisionnement un grand merci pour leur aide et leur sympathie. Je pense particulièrement aux deux Amin (le junior et le senior), et à tous les autres collègues : Gheorghe, Guillaume, Abdel, Éric, Zied ...

Encore une fois, merci beaucoup à vous tous.

COMPARAISON DES MÉTHODES DE PLANIFICATION LOCALES VERSUS RÉSEAU À L'AIDE DE SAP R/3 ET SAP/APO

TALOS, MARIUS CORNELIU

RÉSUMÉ

La gestion de la chaîne logistique globale constitue une problématique qui devient de plus en plus un élément clé pour les décideurs dans le contexte actuel d'affaires.

Cette problématique est abordée dans ce projet à l'aide de deux outils de planification, le système transactionnel SAP R3 et le système d'aide à la décision SAP APO.

Ainsi, pour faire ressortir les avantages et les inconvénients des deux outils de planification, nous avons bâti dans les deux systèmes deux modèles intégrés de chaîne d'approvisionnement d'une entreprise œuvrant dans le secteur manufacturier. Les modèles ont la particularité de couvrir tous les niveaux de la planification hiérarchique d'un réseau logistique (stratégique, tactique et opérationnelle).

Les méthodologies de travail développées dans ce projet peuvent non seulement s'appliquer dans le monde académique, mais elles pourraient également avoir une incidence industrielle importante.

COMPARAISON OF LOCAL AND NETWORK PLANNING METHODS WITH SAP R/3 AND SAP/APO

TALOS, MARIUS CORNELIU

ABSTRACT

Global Supply Chain Management is a problem that has been considered for many years as a critical issue by decision-makers and also for the current business environment.

This issue is addressed in this project based on two planning tools, the transactional system SAP R/3 and the decision support system SAP APO.

Thus, to highlight the advantages and disadvantages of the two planning tools, we build at each system an integrated supply chain model for a company working in the manufacturing sector. These models cover the three hierarchical planning levels (strategic, tactical and operational) of the logistics network.

The methodology developed in this project is not limited to the academic world application, but can also have an important industrial impact.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 Problématique et objectifs de la recherche.....	3
1.1 Introduction.....	3
1.2 Plan de travail	4
1.3 Revue de littérature	6
1.3.1 Le système MRP	6
1.3.2 Les systèmes MRP I et II.....	7
1.3.3 Le système ERP	9
1.3.4 Le système APS	11
1.3.5 La gestion de la chaîne logistique (<i>Supply Chain Management – SCM</i>)	13
1.3.6 SAP R/3	21
1.3.6.1 Le module « Logistique » de SAP R/3	23
1.3.6.2 Le marché des ERP	25
1.3.6.3 SAP R/3 aujourd’hui.....	26
1.3.7 SAP APO	27
1.3.7.1 Mémoire vive (<i>LiveCache</i>)	29
1.3.7.2 Interface de base (<i>Core Interface Framework - CIF</i>)	31
1.3.7.3 Entrepôt de données (<i>Business Information Warehouse - BW</i>)	34
1.3.7.4 Contrôle de disponibilité global (<i>Global Available to Promise - GATP</i>)	35
1.3.7.5 Planification de la demande (<i>Demand Planning - DP</i>).....	36
1.3.7.6 Planification du réseau logistique (<i>Supply Network Planning - SNP</i>)	37
1.3.7.7 Planification de la production et de l’ordonnancement (<i>Production Planning & Detailed Scheduling - PP/DS</i>).....	38
1.3.7.8 La distribution (<i>Deployment and Transport Load Builder - TLB</i>)..	39
1.3.7.9 Planification du transport et de l’ordonnancement de véhicules (<i>Transportation Planning/Vehicle Scheduling - TP/VS</i>).....	40
1.3.7.10 Écran de la gestion de la chaîne logistique (<i>Supply Chain Cockpit - SCC</i>).....	41
1.3.7.11 Algorithmes et méthodes de calcul	42
1.4 Autres recherches effectuées dans le domaine.....	44
1.5 Conclusion	46
CHAPITRE 2 MÉTHODOLOGIE	47
2.1 Introduction.....	47
2.2 Principes de base dans le système SAP R/3.....	47
2.3 Description de la compagnie « Fitter Snacker » et les codes définis dans le système.....	48
2.4 Extension du scénario « Fitter Snacker ».....	53

2.5	Modification de la base de données « Fitter Snacker » dans SAP R/3	53
2.6	L'intégration du système SAP R/3 et SAP APO à l'aide du CIF	56
2.7	Transfert de données de SAP R/3 vers SAP APO à l'aide de CIF	58
2.8	Conclusion	63
 CHAPITRE 3 SCÉNARIO À RÉALISER AVEC LE SYSTÈME SAP R/3		65
3.1	Introduction.....	65
3.2	Création des prévisions et du plan industriel et commercial (PIC)	67
3.3	Gestion de la demande (DM).....	70
3.4	Lancement du MRP , planification du plan d'approvisionnement et de production	72
3.5	Le niveling de la capacité	75
3.6	Conversion de la demande d'achat en ordre d'achat	76
3.7	Réception des articles	77
3.8	Conversion des ordres planifiés en ordres de production	77
3.9	Acheminement des articles vers les centres de production.....	78
3.10	Confirmation de la production.....	78
3.11	Réception des produits.....	78
3.12	Création d'un ordre de vente.....	79
3.13	Création de la livraison (le prélèvement et l'expédition).....	79
3.14	Facturation	80
3.15	Réception du paiement.....	80
3.16	Conclusion	81
 CHAPITRE 4 SCÉNARIO À RÉALISER À L'AIDE DU SYSTÈME SAP APO		82
4.1	Introduction.....	82
4.2	Correction du modèle de production PPM après le transfert dans le système SAP APO	85
4.3	Création des données maîtresses supplémentaires dans le système SAP APO	86
4.3.1	Création de <i>Supply Network Planning/ Production Process Model</i> (SNP PPM).....	87
4.3.2	Création du Mode/Moyen de transport.....	88
4.3.3	Création des lignes de transport.....	88
4.3.4	Création de la capacité des fournisseurs	90
4.4	Création du modèle	91
4.5	Configuration du système SAP APO pour le transfert des données transactionnelles vers SAP R/3	94
4.6	Création des données historiques.....	95
4.7	Extraction des données historiques.....	97
4.8	Transfert des données historiques de BW vers DP	100
4.9	Planification de la demande (DP)	103
4.10	Transfert des prévisions vers SNP et le calcul du stock de sécurité	107
4.11	Planification du réseau SNP.....	110
4.11.1	Heuristique de localisation.....	115
4.11.2	Heuristique du réseau.....	116
4.11.3	Heuristique multi-niveau	116

4.12	Planification de la production et de l'ordonnancement PP/DS.....	117
4.13	Déploiement et chargement du moyen de transport TLB	120
4.14	Conclusion	122
CHAPITRE 5 ANALYSE DES RÉSULTATS		123
5.1	Introduction.....	123
5.2	Niveau stratégique	123
5.2.1	Conclusion	124
5.3	Niveau tactique	125
5.3.1	Niveau tactique SAP R/3	125
5.3.1.1	Ordres planifiés.....	127
5.3.1.2	Demande en capacité pour les centres de travail	128
5.3.1.3	Demande d'achat	130
5.3.2	Niveau tactique SAP APO.....	131
5.3.2.1	Ordres planifiés.....	133
5.3.2.2	Planifications des capacités.....	134
5.3.2.3	Demande d'achat	135
5.3.3	Conclusion	136
5.4	Niveau opérationnel	137
5.4.1	Niveau opérationnelle SAP R/3	137
5.4.1.1	Centre de travail <i>Bakeline</i>	137
5.4.1.2	Centre de travail <i>Mixers</i>	138
5.4.2	Niveau opérationnel SAP APO.....	139
5.4.2.1	Centre de travail <i>WBAKELINE</i>	140
5.4.2.2	Centre de travail <i>WMIXERS</i>	141
5.4.3	Conclusion	141
5.5	Résumé des résultats et comparaisons	143
5.6	Avantages et inconvénients des systèmes SAP R/3 et SAP APO	145
CONCLUSION.....		149
RECOMMANDATIONS		152
ANNEXE I	NOMENCLATURE.....	154
ANNEXE II	CRÉATION DES PRÉVISIONS ET DU PLAN GLOBAL DE VENTE ...	156
ANNEXE III	GESTION DE LA DEMANDE	162
ANNEXE IV	MRP	164
ANNEXE V	LE NIVELAGE DE LA CAPACITÉ	168
ANNEXE VI	CONVERSION DE LA DEMANDE D'ACHAT EN ORDRE D'ACHAT.....	173

ANNEXE VII RÉCEPTION DES ARTICLES	177
ANNEXE VIII CONVERSION DES ORDRES PLANIFIÉS EN ORDRE DE PRODUCTION.....	179
ANNEXE IX ACHEMINEMENT DES ARTICLES	180
ANNEXE X CONFIRMATION DE LA PRODUCTION	182
ANNEXE XI RÉCEPTION DES PRODUITS	183
ANNEXE XII CRÉATION D'UN ORDRE DE VENTE	186
ANNEXE XIII CRÉATION DE LA LIVRAISON.....	188
ANNEXE XIV FACTURATION.....	190
ANNEXE XV RÉCEPTION DU PAIEMENT	192
BIBLIOGRAPHIE.....	194

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 4.1 Données historiques	96
Tableau 5.1 Erreurs des prévisions dans SAP R/3.....	123
Tableau 5.2 Erreurs des prévisions dans SAP APO	124
Tableau 5.3 Les prévisions	124
Tableau 5.4 Statistiques SAP R/3	127
Tableau 5.5 Demandes d'achat.....	130
Tableau 5.6 Statistiques SAP APO.....	132
Tableau 5.7 Capacités dans SAP APO	134
Tableau 5.8 Demandes d'achat SAP APO	135
Tableau 5.9 Ordonnancement du produit fini dans SAP R/3	138
Tableau 5.10 Ordonnancement du produit semi-fini dans SAP R/3.....	139
Tableau 5.11 Ordonnancement du produit fini SAP APO.....	140
Tableau 5.12 Ordonnancement du produit semi-fini SAP APO.....	141
Tableau 5.13 Résultats niveau tactique.....	144
Tableau 5.14 Résultats niveau opérationnel	145
Tableau 5.15 Niveau stratégique	146
Tableau 5.16 Niveau tactique	147
Tableau 5.17 Niveau opérationnel	148

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1.1 Plan de lecture.....	5
Figure 1.2 Processus MRP II	8
Figure 1.3 La matrice de planification de la chaîne logistique.....	13
Figure 1.4 Évolution de la fonction logistique	16
Figure 1.5 Les cinq processus de base de SCOR.....	18
Figure 1.6 Les modules de SAP R/3.....	23
Figure 1.7 Le marché américain des ERP en 2002.....	26
Figure 1.8 La chaîne logistique du fournisseur au client.....	28
Figure 1.9 Vitesse d'accès à la base des données, standard vs liveCache.....	30
Figure 1.10 Architecture de SAP APO.....	31
Figure 1.11 Intégration APO.	32
Figure 1.12 Intégration à l'aide de CIF.....	33
Figure 1.13 Intégration ALE et les fonctionnalités d'APO.	34
Figure 1.14 Interaction entre BW et DP d'APO.....	35
Figure 1.15 Planification de la demande.	37
Figure 1.16 Planification du réseau, SNP.....	38
Figure 1.17 Les fonctions de PP/DS.....	39
Figure 1.18 Les processus dans APO.	41
Figure 1.19 L'intégration du module SCC avec les autres modules d'APO.	42
Figure 2.1 Structure organisationnelle dans SAP R/3.....	48
Figure 2.2 Stratégie de planification.....	50
Figure 2.3 Processus de fabrication « Fitter Snacker ».....	51

Figure 2.4 Chaîne logistique de la compagnie « Fitter Snacker ».	52
Figure 2.5 Type de planification (XO).	54
Figure 2.6 Le routage.	55
Figure 2.7 Version de production.	56
Figure 2.8 Configuration du CIF.	57
Figure 2.9 Création du groupe d'affaire.	58
Figure 2.10 Modèle d'intégration.	59
Figure 2.11 Données maîtresses dans le système SAP R/3 et leurs équivalents dans le système SAP APO.	60
Figure 2.12 Transfert des données transactionnelles.	61
Figure 2.13 L'activation du modèle d'intégration.	62
Figure 2.14 Centres de travail dans le système SAP R/3 et SAP APO.	63
Figure 3.1 Scénario SAP R/3.	66
Figure 3.2 SOP plan.	67
Figure 3.3 Sélection du modèle.	69
Figure 3.4 Désagrégation et transfert.	71
Figure 3.5 Gestion de la demande.	72
Figure 3.6 Le MRP.	73
Figure 3.7 MRP et la planification de la capacité.	74
Figure 3.8 L'évaluation de la capacité.	76
Figure 4.1 Étapes poursuivies dans la planification à l'aide des systèmes SAP R/3 et SAP APO.	84
Figure 4.2 Versions de production dans R/3 vs PPM dans APO.	85
Figure 4.3 Génération du code pour PPM.	86
Figure 4.4 Lignes de transport dans SAP APO.	89

Figure 4.5 Temps de transport en fonction du moyen de transport	90
Figure 4.6 Le modèle actif « 000 ».....	92
Figure 4.7 Les objets dans SCE	93
Figure 4.8 Modélisation du réseau à l'aide du SCE	93
Figure 4.9 Transfert des données transactionnelles d'APO vers R/3	95
Figure 4.10 Création Info Area.....	98
Figure 4.11 <i>Info Source</i>	98
Figure 4.12 <i>Update Rule</i>	99
Figure 4.13 <i>Info Package</i>	100
Figure 4.14 <i>Characteristics Values Combinations – CVC</i>	101
Figure 4.15 <i>Planning Object Structures – POS</i>	101
Figure 4.16 Espace de planification.....	102
Figure 4.17 Table de planification dans le système SAP APO.	104
Figure 4.18 <i>Ex-post forecast</i>	106
Figure 4.19 Correction des valeurs hors limites.....	106
Figure 4.20 Calcul du stock de sécurité.....	109
Figure 4.21 Les données transactionnelles <i>SNP Heuristic</i>	114
Figure 4.22 Processus de planification multi-niveau.....	118
Figure 4.23 L'ordonnancement.....	119
Figure 4.24 Déploiement heuristique.....	121
Figure 4.25 Chargement du transport	122
Figure 5.1 Les intrants et extrants du processus MRP.....	126

LISTE DES ABRÉVIATIONS, SIGLES ET ACRONYMES

ALE	<i>Application Link Enabling</i> Technologie ALE
AOM	<i>Advanced Order Management</i> Gestion de commandes
APICS	<i>American Production and Inventory Control Society</i>
APS	<i>Advanced Planning System</i> Système évolué de planification et d'ordonnancement
ASLOG	Association Française pour la Logistique
ATP	<i>Available to Promise</i> Contrôle de la disponibilité
BAPI	<i>Business Application Programming Interfaces</i> Interfaces programmables
BOM	<i>Bill of materials</i> Nomenclature des produits
BSG	<i>Business System Group</i> Groupe de systèmes d'affaires
BW	<i>Business Information Warehouse</i> Entrepôt de données
CIF	<i>Core Interface Framework</i> Interface de base

CLM	<i>Council of Logistics Management</i>
CRM	<i>Customer Relation Management</i> Gestion de la relation client
CTM	<i>Capable-to-Match</i> Capable d'apparier
CS	<i>Box</i> Caisse
CVC	<i>Characteristics Values Combinations</i> Combinaisons des caractéristiques
DM	<i>Demand management</i> Gestion de la demande
Dough NRG-A	Produit semi-fini A, pâte
Dough NRG-B	Produit semi-fini B, pâte
DP	<i>Demand Planning</i> Planification de la demande
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i> Échange de documents informatisés
EEA	<i>Extended Enterprise Application</i> Application d'entreprise étendue
ERP	<i>Enterprise Resource Planning</i> Progiciel de gestion intégré

ÉTS	École de technologie supérieure
FI-CO	<i>Accounting/Controlling</i> Comptabilité/Contrôle
GA	<i>Genetic Algorithms</i> Algorithme génétique
GATP	<i>Global Available to Promise</i> Contrôle de la disponibilité totale
GCL	Global Chain Logistics Chaîne Logistique Globale
HR	<i>Human Resource</i> Ressources humaines
JIT	<i>Just-in-Time</i> Juste-à-temps
LE	<i>Logistics Execution</i> Exécution logistique
LP	<i>Linear Programming</i> Programmation linéaire
MAPE	<i>Mean Absolute Percentage Error</i> Pourcentage de l'écart moyen absolu
MILP	<i>Mixed Integer Linear Programming</i> Programmation linéaire en nombres mixtes

MM	<i>Material Management</i> Gestion des matières
MRP	<i>Material Requirement Planning</i> Planification des besoins matières
NCPDM	<i>National Council of Physical Distribution Management</i>
NRG-A	Barre énergie avancée, produit fini
NRG-B	Barre protéines pour le corps, produit fini
OF	Ordres de Fabrication
PA	<i>Planning Area</i> Espace de planification
PBM	Planification des Besoins Matières
PDP	Programme Directeur de Production
PGI	Progiciel de Gestion Intégré
PIC	Plan Industriel et Commercial
PM/SM	<i>Plant Maintenance/Service Maintenance</i> Maintenance d'usine et des services
POS	<i>Planning Object Structures</i> Planification des objets structurés

PP	<i>Production Planning</i> Planification de la production
PP/DS	<i>Production Planning and Detailed Scheduling</i> Planification de la production et ordonnancement
PPM	<i>Production Process Models</i> Modèles de production
PP-PI	<i>Production Planning of Industrial Process</i> Planification de la production des processus industriels
PRP	Planification des Ressources de Production
PS	<i>Projects Systems</i> Gestion des projets
QM	<i>Quality Management</i> Gestion de la qualité
RFC	<i>Remote Function Call</i> Fonction remontant au système appelant
SAP AG	<i>Systems, Application & Products in Data Processing</i>
SAP APO	<i>Solution SAP, Advanced Planning and Optimization</i> Solution SAP, Outil évolué de planification et d'optimisation
SAP R/3	Solution SAP, Progiciels de gestion intégrés
SC	<i>Supply Chain</i> Chaîne logistique

SCC	<i>Supply Chain Council</i>
SCC	<i>Supply Chain Cockpit</i> Écran de la gestion de la chaîne logistique
SCE	<i>Supply Chain Execution</i> Traitement de la chaîne logistique
SCE	<i>Supply Chain Engineer</i> Modélisation de la chaîne logistique
SCM	<i>Supply Chain Management</i> Gestion de la chaîne logistique
SCOR	<i>Supply Chain Operation Reference</i>
SD	<i>Sales & Distribution</i> Ventes et distribution
SI	Système Informatique
SNP	<i>Supply Network Planning</i> Planification du réseau logistique
SNP PPM	<i>Supply Network Planning/ Production Process Model</i> Modèles de production agrégés pour le réseau logistique
SOP	<i>Sales and operation planning</i> Planification industrielle et commerciale
SRM	<i>Supplier Relation Management</i> Gestion de la relation fournisseur

TLB	<i>Transport Load Builder</i> Outil constructeur de chargement du transport
TM	<i>Transport Management</i> Gestion du transport
TP/VS	<i>Transportation Planning/Vehicle Scheduling</i> Planification du transport et ordonnancement des véhicules
WM	<i>Warehouse Management</i> Gestion de l'entreposage
WMS	<i>Warehouse Management System</i> Système de gestion d'entreposage

LISTE DES SYMBOLES ET UNITÉS DE MESURE

UNITÉS DE MASSE

Masse

LB	<i>Pound</i>
	Livre

INTRODUCTION

De nos jours, les entreprises doivent faire face à plusieurs changements en raison de la mondialisation et de la globalisation des marchés. Les environnements de plus en plus dynamiques, les courts cycles de vie des produits et l'abondance de l'offre compliquent la tâche aux entreprises qui agissent désormais dans un contexte hautement concurrentiel. Ceci pousse les entreprises à chercher des méthodes pour tirer leur épingle du jeu en essayant d'offrir une vaste gamme d'avantages et de services aux consommateurs.

Pour atteindre leur but, les entreprises ont besoin de réduire les prix des produits tout en tenant compte de la qualité, d'augmenter le niveau de service aux clients et d'optimiser les délais de livraison. Ces objectifs sont souvent contradictoires et soumettent les décideurs à rudes épreuves. Un nouveau domaine apparaît pour faire face à ce défi : la gestion de la chaîne logistique (GCL) / *Supply Chain Management (SCM)*.

C'est dans cet esprit que l'entreprise SAP a développé sa solution de gestion et d'optimisation de la chaîne logistique. La suite de logiciels intégrée mySAP SCM couvre un large périmètre fonctionnel, de la planification à l'exécution. Elle intègre aussi les éléments nécessaires à la gestion collaborative et à la gestion événementielle de la chaîne logistique ainsi qu'au suivi de la performance de l'entreprise. Ainsi, mySAP SCM va prendre en considération tous les niveaux de la gestion et de l'optimisation de la chaîne logistique, ce qui permet d'intégrer et de synchroniser tous les processus de l'entreprise étendue.

Dans la suite mySAP SCM, on retrouve l'outil d'optimisation SAP APO (*Advanced Planning and Optimization*) qui paru en 1998 sur le marché. SAP APO est utilisé pour prendre des décisions aux niveaux stratégique, tactique et opérationnel sur un horizon qui commence de quelques années jusqu'à quelques heures, voire des minutes et des secondes.

Pour mettre en exécution ces décisions, la compagnie SAP AG met à disposition un autre outil de planification, SAP R/3, un progiciel de gestion intégré, PGI, (*Enterprise Resource Planning - ERP*) qui est un chef de file sur le marché.

Les deux systèmes sont complètement intégrés et communiquent en temps réel. En effet, le SAP R/3 nourrit le système SAP APO avec des données maîtresses et transactionnelles nécessaires dans le processus d'optimisation de la chaîne logistique. À son tour le système SAP APO, avec les résultats optimisés, va nourrir le système SAP R/3 avec des données transactionnelles pour que celui-ci les mette en exécution.

Dans ce projet, le système SAP APO utilisé et le système SAP R/3 (utilisés conjointement de manière intégrée) ont été choisis pour mettre en évidence la planification du réseau et le système SAP R/3 de façon autonome est utilisé pour la planification locale.

Pour les deux méthodes de planification présentées, deux scénarios différents ont été bâties dans les deux systèmes. À l'aide de ces scénarios, nous avons mis en évidence les avantages et les inconvénients des deux méthodes de planification (locale versus réseau), leur application et la méthodologie de travail pour chacune d'entre elles.

Dans notre travail, nous nous sommes basés sur la base de données de « *Fitter Snacker Company* » créée par le professeur Bret Wagner de l'université Western Michigan. Cette base de données a été développée pour les universités membres de l'Alliance universitaire SAP (*SAP University Alliance*) et dont l'École de technologie supérieure (ETS) fait partie. Cette base de données a été créée spécialement pour l'étude de la planification à l'aide du système SAP R/3.

En conclusion, nous allons donner des recommandations par rapport à l'applicabilité de chacun des deux systèmes, SAP APO et SAP R/3.

CHAPITRE 1

Problématique et objectifs de la recherche

1.1 Introduction

La gestion de la chaîne logistique, vue sa complexité, est une tâche d'une importance primordiale dans l'organisation d'une entreprise. Les gestionnaires sont constamment mis en situation de prendre des décisions d'une grande importance dans de brefs délais, sans affecter le bon fonctionnement de l'entreprise. Dans ce cas, les outils de simulation peuvent leur venir en aide. Ceux-ci permettent d'avoir un aperçu sur l'ensemble du réseau et de voir les effets potentiels de leurs décisions à tous les niveaux de la planification de la chaîne logistique et tout cela en une seule étape. En fonction de leurs besoins, les entreprises doivent choisir le meilleur outil d'aide à la décision et de planification en temps réel.

Dans ce projet, nous comparons deux systèmes de planification et d'aide à la décision conçus par le même fournisseur de solution intégrée. Il s'agit plus précisément des systèmes SAP R/3 et SAP APO. Les avantages et les inconvénients de chacun des deux systèmes seront mis en évidence.

Une base de données qui existe déjà dans le système SAP R/3 (*Fitter Snacker*) sera augmentée et adaptée pour les scénarios étudiés. L'objectif étant d'obtenir un réseau plus proche de la réalité. Deux scénarios avec les mêmes données transactionnelles seront développés pour mettre en évidence les différences entre les deux systèmes de planification. Nous prendrons le soin d'analyser et d'introduire l'intégration des deux systèmes et le principe de fonctionnement dans notre scénario.

Le flux d'information qui naîtra dans les systèmes ainsi que les étapes nécessaires pré-requises pour avoir un flux logique dans le déroulement de notre scénario seront également détaillés et présentés. Les résultats provenant des deux modèles seront enfin analysés et comparés.

Suite à notre travail de recherche, deux manuels pédagogiques seront disponibles pour usage universitaire avec une large applicabilité dans des programmes d'études spécifiques, tels que la planification de la production ou la gestion de la chaîne logistique.

1.2 Plan de travail

Le présent mémoire est structuré en six chapitres. Ils sont organisés de façon à bien expliquer la démarche et à développer la vision proposée de la problématique de recherche. Dans le premier chapitre, après avoir positionné le problème dans son contexte, nous présentons une revue de littérature sur les outils de planification locale et réseau existants et sur leur évolution. Deux solutions ont été adoptées par la suite dans ce mémoire : le système ERP (SAP R/3) et le système de planification avancé (*Advanced Planning System - APS*) (SAP APO). Nous avons pris le soin de décrire l'architecture des deux systèmes, leurs modules et les algorithmes de calcul. Une revue des recherches les plus récentes impliquant les deux systèmes ont été faites à la fin du chapitre.

Le Chapitre 2 nous expose la méthodologie de travail poursuivie et montre les étapes préparatoires au processus de planification dans les deux systèmes. Une étape cruciale, qui a été développée également, dans la méthodologie poursuivie est l'intégration entre les deux systèmes. Au Chapitre 3, le premier scénario est réalisé à l'aide du système SAP R/3. La planification locale est explicitée. Dans le Chapitre 4, le deuxième scénario est bâti à l'aide du système SAP APO. La planification réseau est présentée. L'analyse des résultats est réalisée dans le Chapitre 5 en fonction du niveau de planification : stratégique, tactique et opérationnel. Enfin, nous finalisons avec les conclusions et des recommandations sur notre projet de recherche. La Figure 1.1 présente le plan de lecture pour le présent mémoire.

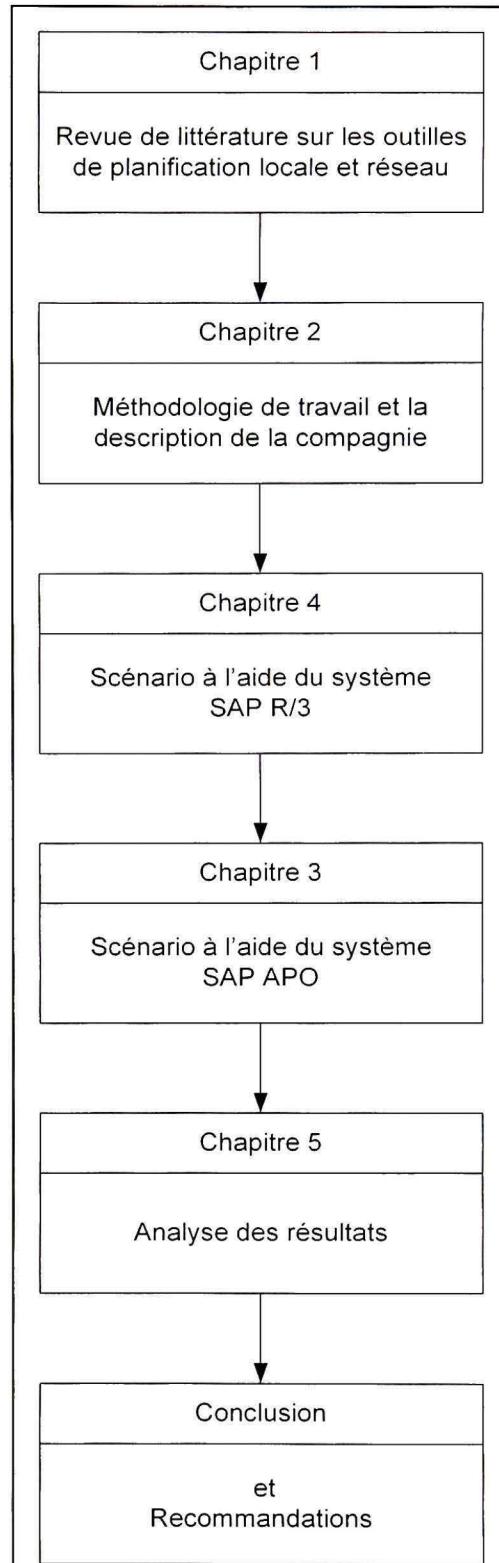


Figure 1.1 Plan de lecture.

1.3 Revue de littérature

1.3.1 Le système MRP

Au début des années 60, avec l'évolution du matériel informatique, le premier outil de calcul apparut sous le nom de planification des besoins matières (PBM) (*Material Requirement Planning - MRP*). Il permettait de déterminer les quantités de chaque pièce à approvisionner pour les composants et les produits finis, tout en tenant compte de la demande et des délais de livraison. Il a été conçu par J. Orlicky et rendu opérationnel par lui-même et deux spécialistes de la gestion de production, G. Plossl et O. Wight à l'aide de l'Association de formation professionnelle des ressources (*American Production and Inventory Control Society (APICS)*) (Stevenson et Benedetti, 2001).

Le PBM est un système de planification informatisé conçu pour manipuler une vaste base de données et qui nécessite une grande puissance de calcul. Elle est caractérisée par des intrants et des extrants. Les intrants spécifiques d'un système PBM sont : le plan ou programme directeur de production (PDP), la nomenclature de produits (*Bill of materials - BOM*) et les données de matières (*Material data*). Les extrants sont : un plan de besoin net (le système prend en considération le niveau de stocks et les en-cours), le lancement des ordres de fabrication et la passation de commandes.

Mais cette méthode a une faiblesse puisqu'elle ne prend pas en considération les ressources dont une entreprise dispose (capacité des machines, ressources humaines, *etc.*). Avec cette méthode, on considère que les usines ne sont pas limitées en termes de capacité et que la demande peut être satisfaite en totalité. Autrement dit, la méthode considère que l'on œuvre à capacité infinie. Parmi les principaux inconvénients de cette méthode, on peut citer : les niveaux de stocks importants, les goulots d'étranglements, les cycles de production plus longs et par conséquent des retards dans les livraisons.

1.3.2 Les systèmes MRP I et II

Le MRP I vient combler les lacunes du système MRP en considérant le calcul des charges de chaque équipement ainsi que les limites humaines. Alors le MRP change de nom et de signification en s'appelant « planification des ressources de production (PRP) (*Manufacturing Resource Planning (MRP)*) ». Il a été créé par J. Orlicky (Pimor, 2003) et lancé sur le marché vers 1970. Le MRP I est caractérisé par la régularisation de la production en tenant compte des capacités disponibles dans l'entreprise. L'horizon de planification est de quelques mois (moyen terme).

En 1979, O. Wright améliore le système MRP I en ajoutant le contrôle de l'exécution au processus de planification. Le système est connu sous le nom de MRP II. L'horizon de planification est de court à moyen terme; en se basant sur des éléments de moyen à long terme. Cette méthode permet de calculer les quantités exactes de la matière première à commander, des composantes à fabriquer nécessaires pour la fabrication des produits finaux et les plans de charge de chaque ressource.

La vision d'un système MRP II est beaucoup plus vaste que celle d'un système MRP de base. En plus, elle prend en considération la stratégie de l'entreprise dans l'établissement des plans. Comme intrant, MRP II utilise le plan industriel et commercial (PIC) qui est l'élément de base dans la planification des ressources de l'entreprise. À ce stade, on est au niveau stratégique de planification où on devrait prendre des décisions de moyen à long terme à partir des prévisions pour évaluer globalement la capacité disponible et les besoins financiers en machines, personnel et matériau.

Une fois la stratégie de l'entreprise mise au point, c'est le plan directeur de production (PDP) qui va prendre le relais dans le processus de planification en donnant une vision précise et détaillée de l'activité de production à court terme. À ce stade, la production est planifiée en mode infinie, sans tenir compte de la capacité des moyens de production.

Comme extrant, le système crée des ordres de fabrications (OF) pour le besoin net (le système prend en considération le niveau de stocks et les en-cours) afin de satisfaire toute la demande sans considération de capacité. La capacité est prise en considération seulement dans la prochaine étape de la désagrégation qui est l'étape d'ordonnancement et de lissage. La Figure 1.2 résume les processus de MRP II avec les considérations de capacités pour chacun d'entre eux.

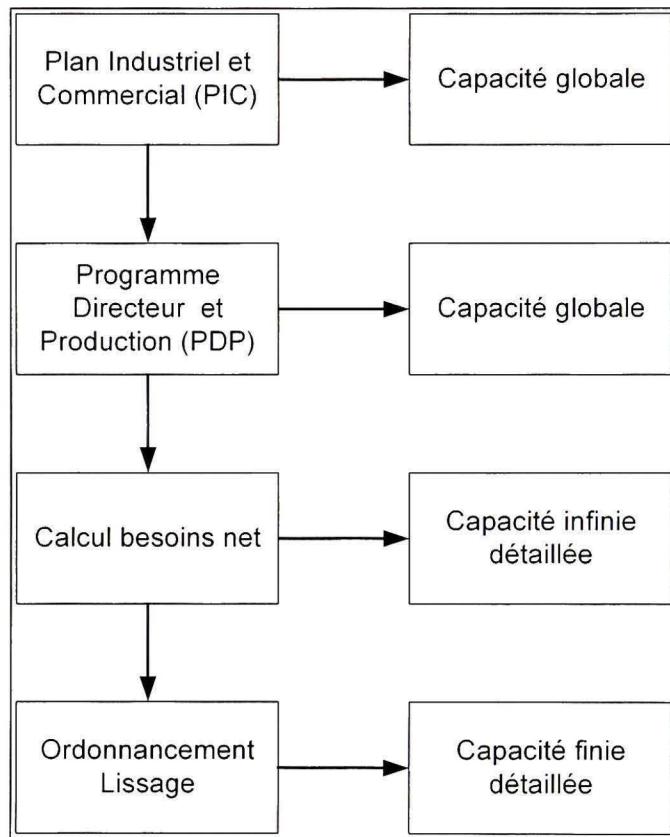


Figure 1.2 Processus MRP II.

Comme avantages du système MRP II, nous pouvons mentionner :

- la faisabilité du plan de production ;
- la diminution importante du niveau de stock et des en-cours ;
- la résolution des problèmes des goulots d'étranglement ;
- la réduction des délais de livraison et d'approvisionnement ;
- l'augmentation de la flexibilité dans le processus de planification.

1.3.3 Le système ERP

Les progiciels de gestion intégrés (PGI), (*Entreprise Resource Planning - ERP*) constituent l'étape suivante dans le cycle de développement de MRP. Ils sont apparus au début des années 90 et sont considérés comme étant une extension de la méthode MRP II à toutes les fonctions de l'entreprise. Ce sont des solutions préconfigurées, purement transactionnels, modulaires et qui se basent sur une architecture client-serveur. Les modules les plus souvent rencontrés dans un système ERP sont :

- a. gestion des matières (*Material Management - MM*) ;
- b. planification de la production (*Production Planning - PP*) ;
- c. vente et distribution (*Sales & Distribution - SD*) ;
- d. ressources humaines (*Human Resource - HR*) ;
- e. finance et comptabilité (*Accounting - FI-CO*).

Le but d'une telle application est d'intégrer tous les différents départements de l'entreprise (comptabilité, finance, ressources humaines, ventes, production, *etc.*) sur un même système d'information par l'intermédiaire de l'informatique (l'unicité du système informatique - SI).

Les ERP disposent d'une base de données commune partagée entre différents modules qui sont parfaitement liés entre-eux. Cela offre la possibilité de créer les données une seule fois dans le système évitant ainsi leur duplication et leurs incohérences (l'homogénéisation des informations). Une fois l'information créée, elle se propage en temps réel dans le système et elle est disponible pour tous les utilisateurs simultanément.

L'objectif d'un ERP est d'optimiser le fonctionnement d'une entreprise par l'optimisation de l'utilisation des ressources, qu'elles soient humaines ou matérielles dans le but d'avoir un meilleur contrôle de la production, une synchronisation et une cohérence accrue des flux : matières, produits, information, décision, *etc.*

L'intégration de toutes les fonctions d'une entreprise dans un ERP doit permettre le pilotage en temps réel de l'entreprise et une grande réactivité aux facteurs de changement. Elle doit également servir comme un facteur de décision important dans les décisions prises, en visualisant leur impact sur l'ensemble des fonctions de l'entreprise.

Les systèmes ERP ont profité de l'apparition des nouvelles technologies comme « Échange de Données Informatisé (EDI) », internet, intranet, *etc.*, pour se développer et élargir le périmètre fonctionnel du progiciel à des fonctions externes mettant en scène l'écosystème de l'entreprise. Ainsi a pris naissance un nouveau concept, le ERP étendu, (*Extended Enterprise Application - EEA*) qui utilise la technologie Web pour étendre les fonctions intégrées existantes des ERP aux partenaires de l'entreprise (fournisseurs, distributeurs, clients), les reliant ainsi aux systèmes de gestion de l'entreprise. Dans cette vision, ont apparu d'autres modules spécifiques pour chaque segment externe de la chaîne logistique et même pour sa totalité.

Parmi ces modules, on peut énumérer :

- a. gestion de la relation client (*Customer Relation Management - CRM*) ;
- b. gestion de la relation fournisseur (*Supplier Relation Management - SRM*) ;
- c. gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management - SCM*) ;
- d. e – business.

Ainsi le système devient ouvert à tous les acteurs de la chaîne logistique ayant comme conséquence directe le partage commune de l'information. La collaboration et la confiance sont deux mots-clés dans cette optique et sans lesquelles on ne peut pas mettre en application le concept de ERP étendu. En fait, le besoin de la collaboration a pris naissance comme réaction :

- a. au changement dans le comportement des consommateurs (les produits ayant un cycle de vie de plus en plus court) ;
- b. aux difficultés de prévoir la demande ;
- c. à la nécessité de rester compétitif sur le marché (prix, qualité, *etc.*), et ;
- d. à la livraison des produits dans le plus court délai et à la date promise.

Une caractéristique très importante pour ce type de système est que le flux d'information se fait en temps réel à partir du client jusqu'au fournisseur, donnant la possibilité de réagir rapidement aux contraintes externes et même de prévoir certains changements.

1.3.4 Le système APS

Avec le concept de ERP étendu, la synchronisation de l'ensemble des ressources matières et capacitaires pour obtenir une planification optimale tout au long de la chaîne logistique devient beaucoup plus complexe. Cette complexité qui est due à l'augmentation des contraintes à gérer simultanément et en temps réel sur l'ensemble de la chaîne logistique.

Sur ce fond, un nouvel outil fait l'apparition sur le marché pour répondre aux nouveaux défis et résoudre les imperfections du système ERP. Cet outil est appelé « système de planification et d'ordonnancement avancé », (*Advanced Planning System - APS*).

Il s'agit de progiciels dits « d'aide à la décision » qui permettent de simuler l'ensemble du système logistique, des fournisseurs aux clients, en passant par la production, dans le but d'optimiser et de synchroniser les flux de la chaîne logistique en tenant compte simultanément d'un grand nombre de contraintes (ressources, capacités, délais, coûts, etc.).

Un avantage de ces logiciels est que l'on peut simuler plusieurs scénarios et comparer les résultats entre eux sans affecter les données réelles.

Les systèmes APS proposent des solutions optimales en temps réel, en utilisant des méthodes d'optimisation qui se basent sur des algorithmes mathématiques, et plus précisément la programmation linéaire ; ce qui permet d'améliorer les méthodes de prévisions, de planification, d'ordonnancement, d'approvisionnement et de distribution. De plus, ces systèmes offrent la possibilité de traiter des données de grande taille dans un temps beaucoup plus court qu'avec un système ERP puisqu'ils utilisent des programmes résidant en mémoire vive.

Un autre avantage que les systèmes APS offrent par rapport aux systèmes ERP (où la planification en mode finie se fait en deux étapes pour ces derniers : planification en mode infinie suivie de lissage), est la possibilité de faire la planification en mode finie en une seule étape. Lorsqu'un produit est planifié, les besoins en ressources et matériels sont planifiés à tous les niveaux de la nomenclature du produit simultanément.

Les APS offrent des fonctions qui couvrent les trois niveaux (stratégique, tactique et opérationnel) de planification en offrant des modules de planification spécifiques pour chacun d'entre eux.

Parmi ces modules on peut énumérer :

- a. design du réseau (*Network Design*) ;
- b. planification de la demande (*Demand Planning - DP*) ;
- c. planification et ordonnancement de la production (*Production Planning & Detailed Scheduling - PP/DS*) ;
- d. contrôle de disponibilité (*Available to Promise - ATP*) ;
- e. planification de la distribution (*Distribution Planning*) ;
- f. planification du transport (*Transportation Planning*).

Une représentation de la matrice générale d'un système APS est donnée à la Figure 1.3. On observe qu'en fonction de l'horizon de planification, on a différents processus de planification.

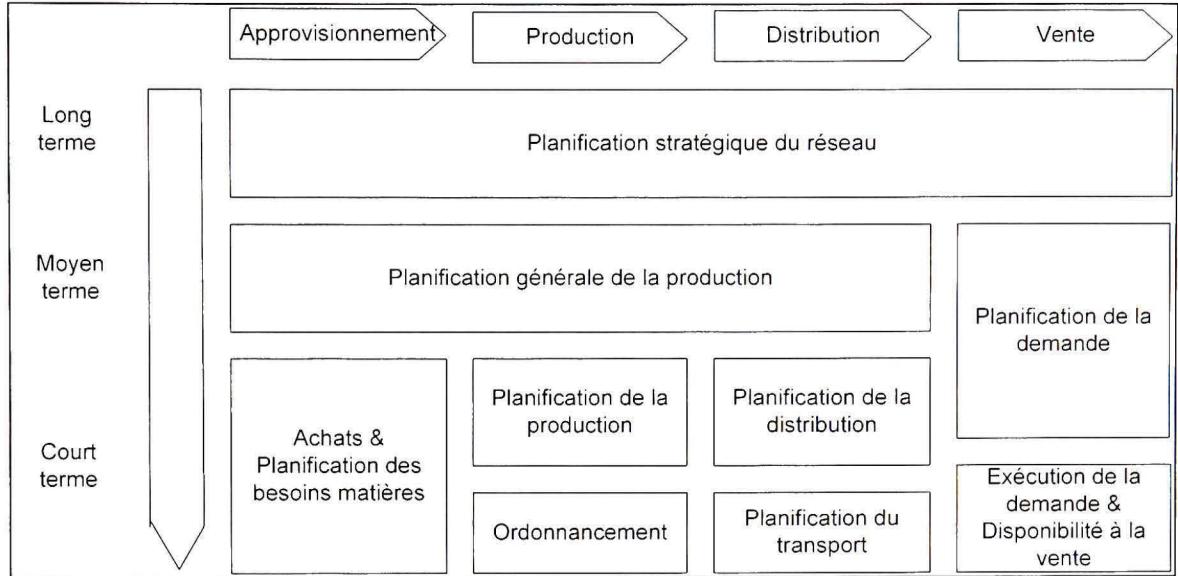


Figure 1.3 La matrice de planification de la chaîne logistique.

Tiré de Stadtler et Kilger (2002)

Les résultats obtenus avec ces outils de planification sont beaucoup plus réalistes et plus détaillés que ceux obtenus à l'aide d'un système ERP, car chaque module de planification peut résoudre par l'intermédiaire des algorithmes mathématiques la plupart des contraintes dites problématiques qui interviennent pendant chacune des étapes de la planification. Parmi les contraintes on peut énumérer :

- événements – catastrophes naturelles, pannes d'un équipement, *etc.* ;
- facteurs externes – demande, délais réels, promotion, *etc.* ;
- éléments financiers – budget, coûts, profits, *etc.* ;
- règles d'ordonnancement – priorité de la demande, théorie des contraintes, goulot d'étranglement, *etc.*

1.3.5 La gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management* – SCM)

Logistique (*Logistic*), chaîne logistique ou chaîne d'approvisionnement (*Supply Chain* - SC), ou gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management* - SCM), sont des mots utilisés souvent dans le jargon des logisticiens, mais leurs sens ne sont pas toujours les mêmes pour

tous. Dépendamment des besoins spécifiques de chaque pays, différentes définitions ont été proposées :

En France, le terme logistique recouvre le terme « chaîne d'approvisionnement » et même « la gestion de la chaîne d'approvisionnement ». Ainsi l'association française pour la logistique (ASLOG) (créeée en 1972) définit la logistique comme :

« Le domaine de la logistique recouvre toutes les actions de planification, de mise en œuvre et de contrôle qui concernent l'ensemble des flux physiques de marchandises et des flux d'informations qui s'y rapportent. »

Par contre aux États-Unis, les expressions mentionnées ont des significations bien distinctes. Le « *Council of Logistics Management* » (CLM) (anciennement appelé le « *National Council of Physical Distribution Management* » (NCPDM)) définit la logistique comme étant :

« La partie du processus de la chaîne logistique qui planifie, met en œuvre et contrôle l'efficacité et le bon fonctionnement des flux et stockage de produits, et des informations qui leur sont liées depuis le point d'origine du produit jusqu'à son point de consommation, en vue d'une satisfaction complète et maîtrisée des besoins du client. »

Le terme logistique a commencé à être connu dans le monde des entreprises au début des années 50, bien que le terme soit ancien. Son étymologie provient du mot grec « *logistikos* » qui désignait l'apport du calcul et des mathématiques au raisonnement logique.

On retrouve également le terme logistique dans le vocabulaire militaire qui va lui donner la signification telle qu'on l'a connaît aujourd'hui. Dans le contexte militaire, la logistique est tout ce qui est nécessaire pour, d'une part, donner aux forces armées au moment et à l'endroit voulus, en quantité et en qualité voulues, les moyens de vivre, de combattre et de se déplacer et, d'autre part, assurer le traitement sanitaire des personnels et la réparation des matériels (Dornier et Fender, 2001).

Au niveau de l'entreprise, on distingue plusieurs catégories de logistique :

- a. la logistique d'approvisionnement – s'occupe de l'approvisionnement des usines en matières premières, en sous-assemblages et en produits divers nécessaires dans le fonctionnement d'une entreprise ;
- b. la logistique de production – planifie la production et contrôle tous les mouvements des matériaux nécessaires pour la fabrication du produit fini ;
- c. la logistique de distribution – s'occupe de la distribution des produits finis vers les centres de distribution, grossistes, centres commerciaux ou clients finaux ;
- d. la logistique de soutien – activité qui a le rôle de maintenir en opération des activités complexes ;
- e. le service après vente – qui, pendant la période de garantie du produit, prend en charge des activités comme l'entretien et le changement ;
- f. la logistique des retours – qui consiste à reprendre les produits défectueux ou ceux qui sont retournés suite au changement d'avis du client.

Une fois imprégné dans le vocabulaire des entreprises, la fonction logistique a pris, au fur et à mesure, des fonctions de plus en plus importantes. Selon (Gratacap et Médan, 2005), on peut distinguer quatre étapes dans l'évolution de la logistique (voir la Figure 4) :

- a. exécution des opérations physiques d'entreposage et de transport (années 50 et 60) ;
- b. pilotage des flux physiques de production et de distribution : dimension opérationnelle sur du court terme (années 70 et 80) ;
- c. planification des flux intégrant les approvisionnements, la production et la distribution : dimension tactique de moyen terme (années 80 et 90) ;
- d. intégration et optimisation globale des flux de matières et d'information sur la totalité de la chaîne d'approvisionnement des fournisseurs aux clients finaux : fonction stratégique et dimension transversale dans le cadre de la gestion de la chaîne logistique ou de la chaîne d'approvisionnement intégrée (années 2000).

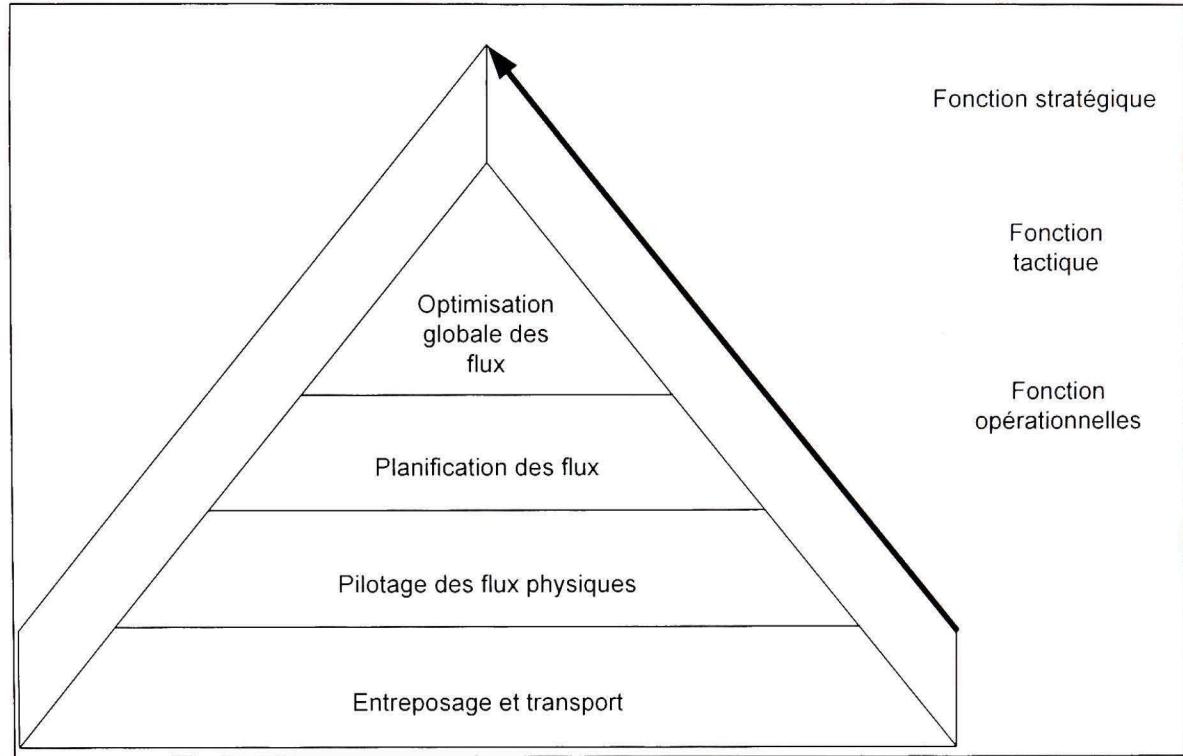


Figure 1.4 Évolution de la fonction logistique.

Tiré de Gratacap et Médan (2005)

Après les années 70, la logistique englobait la logistique en amont (logistique d'approvisionnement), la logistique interne (gestion de la production) et la logistique en aval (logistique de la distribution), le terme chaîne logistique (*Supply Chain*) s'impose alors sur la scène comme une nouvelle philosophie pour gérer les relations entre partenaires.

Le terme Chaîne Logistique a été utilisé en France depuis les années 1970 (sans avoir le même sens qu'aujourd'hui), et aux États-Unis, le terme anglo-saxon *Supply Chain* a été créé en 1982 par deux consultants - Oliver et Webber.

Selon le modèle de *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) (développé par le *Supply Chain Council* - SCC) (Council, 2007), la chaîne logistique peut se schématiser à l'aide de trois maillons de base : approvisionner, produire ou transformer et distribuer.

Le SCOR est « *un modèle de référence des processus de la chaîne logistique, applicable quel que soit le type d'industrie* ».

La chaîne d'approvisionnement commence au sein même de l'entreprise (chaîne interne ou restreinte de l'entreprise), puis une fois cette chaîne maîtrisée, l'ouverture de l'entreprise à ses fournisseurs ainsi qu'à ses clients sous forme de partenariat ou de collaboration crée une chaîne étendue. On relie alors les trois maillons de base de chaque partie pour former une chaîne entière. Ainsi on dit que la résistance de la chaîne dépend du maillon le plus faible. Le SCC définit la chaîne logistique ainsi :

« *La suite des étapes de production et distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs du producteur jusqu'aux clients de ses clients.* »

Une autre définition qui reflète le même principe et donnée par (François et AMRANI-ZOUGGAR, 2007) :

« *La chaîne logistique est un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution du produit fini vers le client.* »

L'ultime niveau dans le développement de la chaîne logistique est la chaîne logistique globale qui englobe dans sa structure les fournisseurs des fournisseurs et les clients des clients. La Figure 1.5 donne une représentation graphique de la chaîne logistique globale selon le modèle SCOR (Overview of SCOR version 8.0) (Council, 2007).

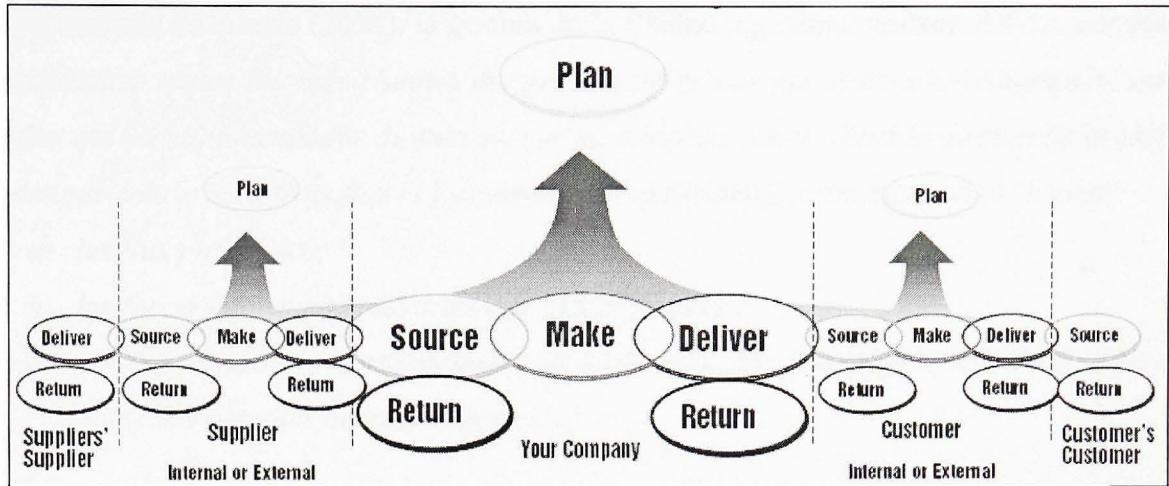


Figure 1.5 Les cinq processus de base de SCOR.

Tiré de Council (2007)

Le modèle SCOR est caractérisé par cinq processus de management tout au long de la chaîne logistique (on conserve les termes américains, afin de respecter la représentation graphique de SCC) :

- Plan* : piloter, planifier ;
- Source* : l'approvisionnement depuis un fournisseur interne ou externe ;
- Make* : fabriquer, assembler, produire ;
- Deliver* : livrer, fournir, transporter ;
- Return* : retour des marchandises à cause d'une défectuosité ou d'un changement d'avis de la part du client.

Il est important de souligner que chaque maillon de la chaîne représente lui-même une chaîne à part entière du processus d'exécution « *Source*, *Make*, *Deliver*, *Return* ». La logistique est devenue par conséquent une fonction transversale qui fait partie du management moderne, un avantage concurrentiel pour certaines entreprises et un facteur clé de performance pour d'autres. Dans la recherche de la performance sur l'ensemble des activités de la chaîne fournisseur – client, la gestion de la chaîne logistique globale apparaît comme un facteur clé de création de valeur.

Selon l'article de Alexis (2002), la gestion de la Chaîne logistique globale (GCL), consiste à « *rechercher toutes les opportunités de création de valeur par leviers opérationnels, sur la chaîne qui va du fournisseur du fournisseur au client du client. Ainsi la gestion de la chaîne logistique concernera trois flux et l'ensemble des outils/actifs permettant de les traiter :* »

- a) *les flux physiques ;*
- b) *les flux d'information associés aux flux physiques ;*
- c) *les flux financiers correspondant au traitement des flux physiques, et au suivi des coûts des activités correspondantes ».*

Gérer la chaîne logistique, c'est fluidifier les flux en optimisant autant que possible les coûts:

- a. les coûts de possession des stocks ;
- b. les coûts d'acheminement ;
- c. les coûts de rupture.

Selon Jones et Riley (1987), « *la gestion efficace de la chaîne logistique consiste à planifier et à contrôler les stocks et les activités comme une entité unique et intégrée des fournisseurs jusqu'aux utilisateurs finaux ».* »

Trois éléments doivent alors être pris en considération :

- a. le niveau du service client ;
- b. le niveau des stocks sur différents lieux de positionnement préalablement défini tout au long de la chaîne logistique ;
- c. les procédures de gestion de la chaîne logistique en tant qu'entité unique.

La gestion de la chaîne logistique comprend trois niveaux de décision :

- a. stratégique – concerne la planification et les prévisions sur une durée de plusieurs années ;
- b. tactique – vise la planification sur le moyen et court terme ;
- c. opérationnel – le dernier niveau apporte la dimension temps réel et la réactivité (niveau très détaillé).

L'originalité de la GCL est que le processus décisionnel se fait dans les deux directions; d'une part, il commence avec la stratégie pour aboutir à l'exécution mais aussi il est capable de prendre en considération les opérations comme facteurs de décisions pour le réajustement du plan stratégique. Ce processus de planification glissant s'effectue en continu donnant comme résultat une amélioration permanente du processus de gestion des flux.

La gestion de la chaîne logistique globale conduit donc à une perspective transversale de l'entreprise où les barrières organisationnelles doivent s'effacer de plus en plus.

Cette vision transversale est soutenue par de nouvelles méthodologies de gestion, de nouveaux outils qui permettent aujourd'hui de rechercher l'optimisation globale de la chaîne et de ne plus se concentrer sur l'efficacité des différents maillons.

Parmi les catégories d'outils associées à la GCL, on peut énumérer : les progiciels de gestion intégrés (PGI), les systèmes avancés de planification et d'ordonnancement (*Advanced Planning and Scheduling System - APS*) et les systèmes de traitement de la chaîne logistique (*Supply Chain Execution - SCE*).

À la section 1.3.3 et 1.3.4 nous avons déjà évoqué les PGI et les APS. En ce qui concerne les SCE, nous nous limiterons à une brève définition puisqu'ils ne font pas partie de notre étude. Selon Gratacap et Médan (2005), les SCE ont pour objectif d'optimiser le cycle de traitement des commandes.

Ils regroupent généralement trois fonctions :

- a. le système de gestion d'entreposage (*Warehouse Management System-WMS*) ;
- b. la gestion des transports (*Transport Management - TM*) ;
- c. la gestion de commandes (*Advanced Order Management - AOM*).

Les fournisseurs les plus connus des outils de PGI sont : SAP AG (solution R/3), Oracle - PeopleSoft, Infor Global Solution, etc. Parmi les outils d'APS on peut énumérer : i2, JDA, SAP AG (solution APO), etc.

Dans notre recherche, nous avons choisi les outils de gestion et de planification fournis par la compagnie SAP AG pour mettre en évidence les différences entre un outil d'exécution PGI et un outil de prise de décision APS.

1.3.6 SAP R/3

SAP R/3 est la solution ERP de la compagnie SAP AG (*Systems, Application & Products in Data Processing*). L'entreprise SAP a été créée en 1972 par cinq anciens programmeurs d'IBM. Son siège social est à Walldorf en Allemagne. Au début, l'entreprise développait des logiciels pour les entreprises utilisant des ordinateurs centraux (*mainframes*) d'IBM (ordinateurs de grande puissance capables de traiter de très grandes banques de données accédées par des dizaines ou des centaines de milliers d'utilisateurs). Le premier contrat qui a dirigé l'entreprise dans cette orientation portait sur la création d'un système comptable et financier en temps réel. Cette première expertise a été utilisée comme tremplin dans le développement ultérieur de l'entreprise. Avec l'arrivée de nouveaux contrats, le système fut amélioré et enrichi tout en restant intégré et cohérent. Ainsi, le premier produit de SAP apparut sur le marché en 1979 sous le nom de SAP R/2 qui est un ensemble d'applications utilisant un ordinateur central (*mainframe application*). SAP R/2 offrait toutes les solutions d'affaires pour la gestion d'une entreprise en temps réel en intégrant toutes ses fonctions dans un seul système d'information :

- a. la comptabilité (*accounting*) ;
- b. les processus manufacturiers (*manufacturing processes*) ;
- c. la chaîne d'approvisionnement (*supply chain logistics*) ;
- d. les ressources humaines (*human resources*).

En 1984, SAP R/2 a été développé pour prendre en compte la diversité des monnaies, des langues, des législations fiscales et fuseaux horaires des autres pays, pour franchir les barrières internes et pour s'internationaliser. Ainsi, le produit devient adaptable à tous les pays d'Europe.

Vers 1988, en se lançant sur le marché américain, SAP R/2 a connu un très grand succès, à l'image de sa croissance quasi-exponentielle. Dans l'évolution logique du système SAP R/2 qui a su profiter des nouvelles technologies (internet, intranet, *etc.*), SAP R/3 apparut en Europe au début 1992 et aux États – Unis à la fin de 1997. Il offre une solution multi plate-forme et multi systèmes (Unix, Linux, Microsoft Windows NT, *etc.*) adaptée au mode client/serveur (mode de communication entre plusieurs ordinateurs d'un réseau qui distingue un ou plusieurs postes clients du serveur).

Vues les caractéristiques énumérées plus haut, on peut définir le système SAP R/3 comme un système ouvert et centralisé de type client/server, dans lequel les différentes fonctions d'une entreprise sont représentées sous forme de modules complètement intégrés qui partagent une base de données unique et commune. SAP R/3 se singularise par une forte interpénétration des modules et une exploitation optimale de chaque élément de données partout où il existe. On peut distinguer trois familles de modules fonctionnels (voir la Figure 1.6) :

- a. la logistique – dans la logique de SAP, la logistique est un concept global qui englobe tous les aspects suivants :
 - l'approvisionnement ;
 - la gestion des stocks ;
 - la production ;
 - le magasinage ;
 - l'assurance de la qualité ;
 - la maintenance ;
 - la gestion de services ;
 - les ventes et la distribution.
- b. la finance – les modules sont une suite intégrée d'applications financières destinées à gérer la comptabilité générale et la comptabilité analytique de l'entreprise ;
- c. les ressources humaines – ce module prend en considération les divers aspects de la gestion des ressources humaines dans une société : administration du personnel, gestion de la paie, formation, *etc.*

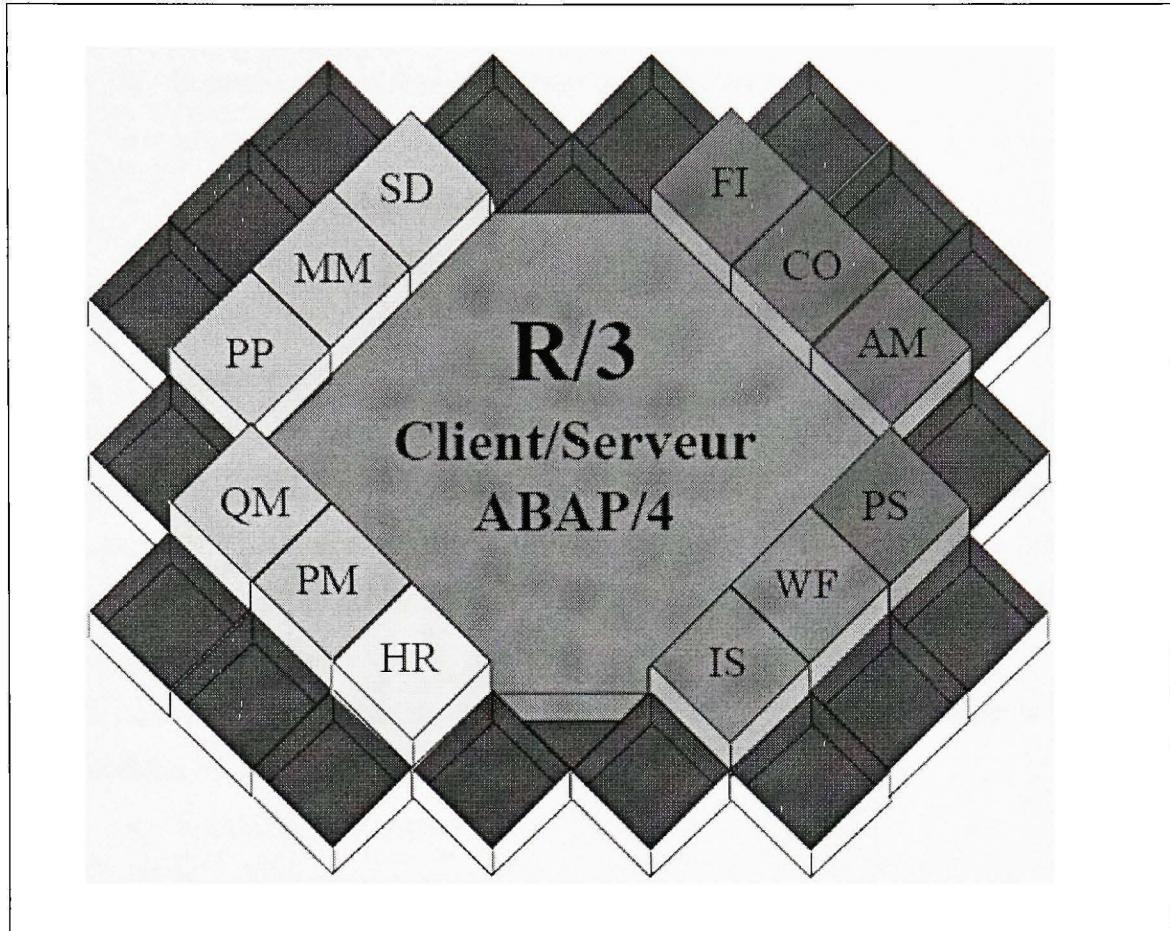


Figure 1.6 Les modules de SAP R/3.

Tiré de SAPAG. *R/3 Overview* (2004)

1.3.6.1 Le module « Logistique » de SAP R/3

Dans ce qui suit, on s'intéressera davantage à l'analyse du module « logistique », à l'aide duquel nous avons mis en application le scénario dans le système SAP R/3 (module qui prend en charge la planification de la production et la gestion de la chaîne logistique).

La logistique est le module le plus étendu et le plus complexe de SAP R/3. Il englobe les sous modules suivants :

- a. administration des ventes (*Sales and Distribution - SD*) – gère tous les processus de vente et de distribution, depuis la première demande d'offre du client jusqu'à la facturation finale ;

- b. gestion de la production (*Production Planning - PP*) – gère les fonctions suivantes :
- la production et la planification de la production ;
 - le calcul des besoins ;
 - le juste-à-temps (*Just-in-Time - JIT*) ;
 - les calculs des charges ;
 - le suivi des ateliers ;
 - le calcul du coût de revient et gestion de projets.
- c. planification de production des processus industriels (*Production Planning of Industrial Process - PP-PI*) – planifie les ressources de production, définit les activités de processus et affecte les spécifications de processus et les procédures de contrôle. Il peut planifier aussi bien des matières premières et des produits intermédiaires que des sous - produits, coproduits et déchets ;
- d. achats et stocks (*Materials Management - MM*) – gère tous les aspects du flux des produits au sein de l'entreprise :
- le calcul des besoins ;
 - la gestion des achats ;
 - la réception de marchandises ;
 - la gestion des emplacements de magasin ;
 - le contrôle des factures ;
 - l'achat de services externes et le système d'information des achats.
- e. gestion de la qualité (*Quality management - QM*) – le module met en œuvre des procédures efficaces qui permettent d'atteindre une qualité de haut niveau à toutes les étapes de la chaîne logistique. Il intervient à chaque étape du cycle de vie des produits, depuis la recherche et la conception jusqu'à la planification de la production, la fabrication, la vente et la maintenance ;
- f. gestion de la maintenance et du service-client (*Plant Maintenance/Service Maintenance - PM/SM*) – prend en charge toutes les activités liées à la planification (équipements de production), au traitement des tâches de maintenance (service d'entretien) et du service après-vente;

- g. gestion des projets (*Projects Systems* - PS) – concerne la structuration des projets, suivi des coûts et des budgets, planification des capacités, *etc.* ;
- h. transport (*Logistics Execution* - LE) – prend en considération la gestion des transports entrants et sortants et la gestion des frais de transport ;
- i. gestion des entrepôts (*Warehouse Management* - WM) – régit la gestion globale des entrepôts.

1.3.6.2 Le marché des ERP

Depuis l'apparition de SAP R/3, en 1992, et jusqu'à aujourd'hui, plusieurs versions du logiciel ont apparues sur le marché. Chaque version est sortie avec des améliorations importantes, améliorations qui tenaient compte des nouvelles tendances du marché, des nouvelles réalités économiques et de la concurrence, car après les années 90, d'autres entreprises se sont lancées dans le domaine.

Parmi les compétiteurs de la compagnie SAP AG qui offrent des solutions ERP, nous pouvons citer : Baan, Oracle, Peoplesoft, *etc.* D'après le cabinet d'analyse indépendant américain AMR Research (AMR Research, 2002) le marché américain des ERP se partageait ainsi en 2002 (voir la Figure 1.7).

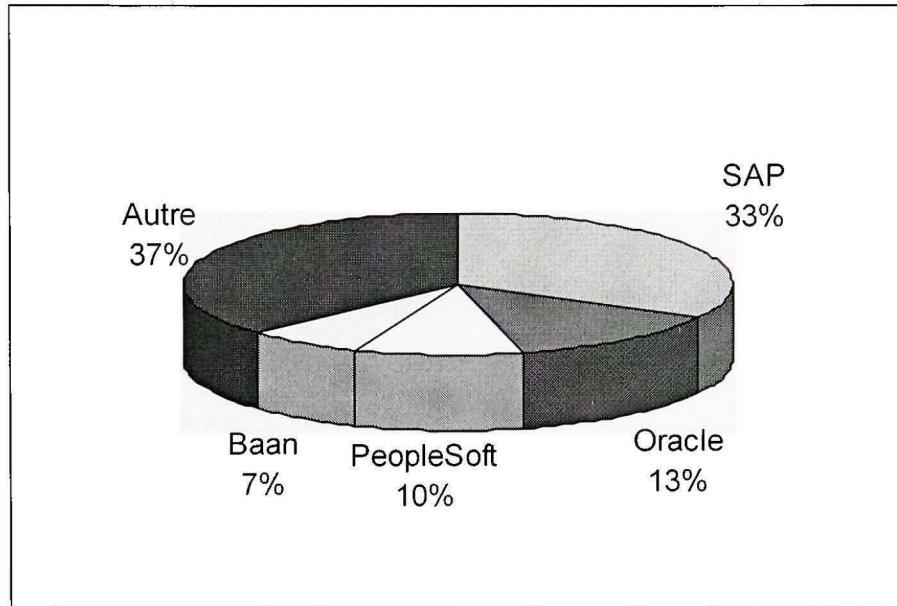


Figure 1.7 Le marché américain des ERP en 2002.

Tiré de AMR Research (2002)

Selon la même source, en 2005, SAP occupait le premier rang parmi les vendeurs de solutions ERP à l'échelle mondiale avec 43% de marché.

1.3.6.3 SAP R/3 aujourd’hui

Aujourd’hui la dernière version de SAP R/3 est la version 6 ou mySAPTM ERP qui est, selon SAP, la première solution ERP à avoir réinventé les concepts de l’ERP pour les aligner aux contraintes économiques d’aujourd’hui. Elle est caractérisée par :

- une plus grande ouverture – en effet, elle permet la mise en place de nouvelles pratiques de gestion sans remise en cause radicale de l’existant ;
- une plus grande souplesse et capacité à évoluer – elle propose des options souples d’extension et permet une amélioration continue de l’environnement de gestion de l’entreprise ;
- une plus grande simplicité à mettre en œuvre, à déployer et à utiliser – de ce fait, elle accélère les cycles projets et diminue le coût total de possession ;

- d. sa capacité à gérer les actifs de l'entreprise, à optimiser les processus de gestion stratégique et les fonctions de support aux opérations ;
- e. une efficacité globale – donnée par l'environnement collaboratif auquel tous les membres de l'entreprise, les clients, les partenaires et les fournisseurs autorisés peuvent accéder ;
- f. ses dimensions nationale et internationale – elle tient compte des spécificités et des obligations légales nationales, prend en charge plusieurs langues et devises monétaires, gère la paie et les ressources humaines ;
- g. le retour sur investissement plus rapide – le temps de mettre en œuvre les projets avec mySAPTM ERP est beaucoup plus court et évite les surcoûts non prévus initialement, liés à l'acquisition d'options complémentaires ou de logiciels tiers.

1.3.7 SAP APO

Depuis 1998, SAP AG offre au marché leur premier système APS dans le cadre de la suite des solutions *mySAPTMBusiness Suite*, sous le nom de SAP APO, qui est un outil de planification et d'optimisation avancé (*Advanced Planning and Optimisation System - APO*).

Dans *mySAPTMBusiness Suite*, on distingue les solutions suivantes :

- a. mySAP ERP – progiciel de gestion intégré (*Entreprise Resource Planning*) ;
- b. mySAP SCM – gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Management*) ;
- c. mySAP CRM – gestion relation clients (*Customer Relationship Management*) ;
- d. mySAP PLM – gestion du cycle du produit (*Product Life Cycle Management*) ;
- e. mySAP SRM – gestion relation fournisseurs (*Supplier Relationship Management*).

Ces solutions se caractérisent par le fait qu'elles puissent être utilisées indépendamment les unes des autres, car elles ont été conçues pour s'intégrer avec les autres systèmes d'information de l'entreprise, qu'ils soient d'origine SAP ou non.

Selon SAP, mySAP SCM est une solution qui intervient à tous les niveaux de la gestion et de l'optimisation de la chaîne logistique et qui permet d'intégrer et de synchroniser tous les processus de l'entreprise étendue.

SAP APO est une des solutions de mySAP SCM en ce qui concerne la gestion de la chaîne logistique. Il constitue la réponse de SAP devant la globalisation et les nouveaux défis auxquelles les entreprises doivent faire face. Dans l'esprit de SAP, la gestion de la chaîne logistique consiste à gérer le flux des matières, des informations et du capital dans un réseau, qui prend en considération (voir la Figure 1.8) :

- les fournisseurs ;
- la production ;
- la distribution ;
- les clients.

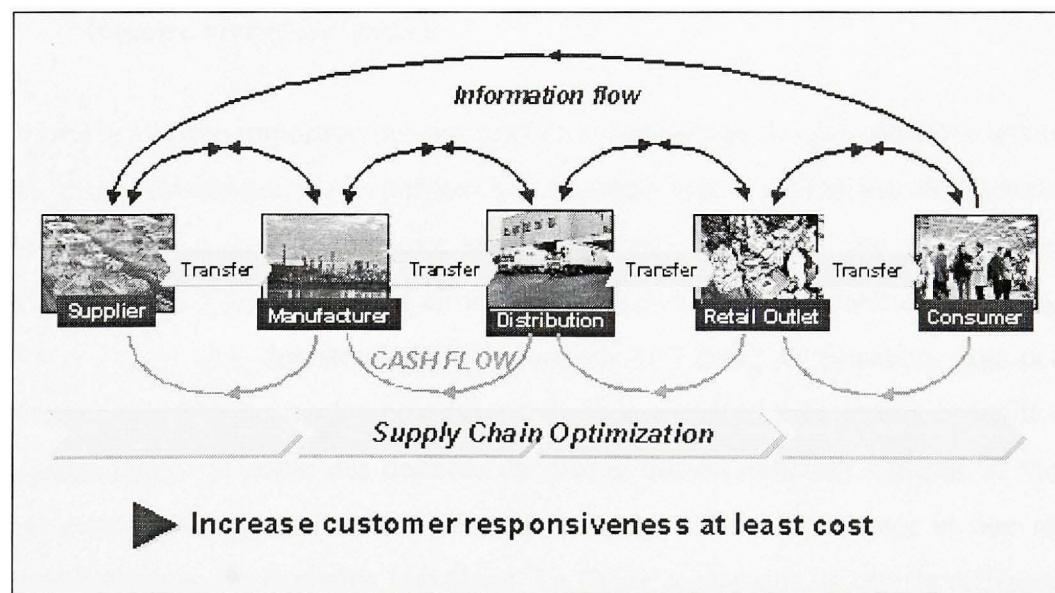


Figure 1.8 La chaîne logistique du fournisseur au client.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

SAP APO vient compléter certaines lacunes du système SAP R/3. Les deux systèmes sont complètement intégrés. Utilisés de concert, ils couvrent tous les besoins d'une entreprise.

Vu sous cet aspect, le système SAP APO constitue l'outil de planification et d'optimisation, alors que SAP R/3 représente l'outil d'exécution. L'intégration solide entre les deux systèmes en temps réel donne la possibilité à l'utilisateur d'accéder immédiatement et de manière transparente aux données du système transactionnel SAP R/3. SAP APO permet aussi l'intégration totale avec d'autres systèmes ERP à l'aide d'une couche d'intégration sophistiquée.

Selon SAP, il est primordial de gérer la chaîne d'approvisionnement afin de :

- a. réduire les coûts d'achat de la matière première et des produits finis ;
- b. augmenter le niveau du service-client ;
- c. réduire d'une façon significative le niveau des stocks en main ;
- d. utiliser les ressources d'une manière optimale de façon à augmenter les profits de l'entreprise.

1.3.7.1 Mémoire vive (*LiveCache*)

Étant donné le volume important des données et la complexité des informations qui circulent dans un réseau logistique, SAP propose un nouveau type de fonction de traitement des données qui résident dans la mémoire centrale, nommé *liveCache*, qui permet l'exécution rapide d'un grand volume de calcul en temps réel. *LiveCache* tire parti de la configuration multiprocesseur et gère des structures de mémoire de l'ordre de plusieurs giga-octets. La technologie *liveCache* est rendue possible par la mémoire RAM de grande capacité à faible prix, rendant inutile la copie des données du disque dur en mémoire centrale et vice-versa durant le traitement transactionnel. Il en résulte un gain de performance et une réactivité accrue aux exigences de la chaîne logistique. La figure ci-dessous montre la différence de la vitesse d'accès à la base des données dans un système standard en comparaison avec la technologie *liveCache* qui est approximativement 100 fois plus rapide.

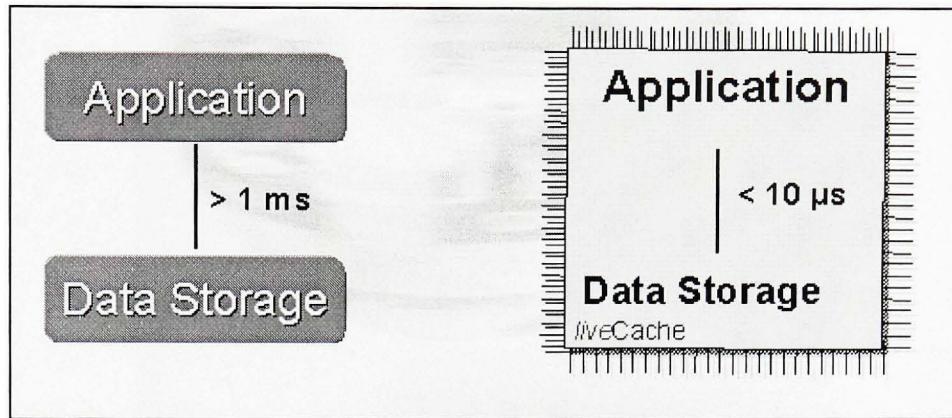


Figure 1.9 Vitesse d'accès à la base des données, standard vs liveCache.

Tiré de SAPAG APO010 (2004)

Par l'intermédiaire de *liveCache* (qui permet de mettre les données en commun entre plusieurs applications), SAP APO peut également gérer un environnement multi-système (plusieurs compagnies, plusieurs usines) de manière simultanée en jouant le rôle de serveur global.

Le serveur d'optimisation *APO Optimizer* qui contient une bibliothèque d'algorithmes d'optimisation avancés ainsi qu'un processeur de données très puissant fait partie du système SAP APO. Il est utilisé pour résoudre les problèmes d'optimisation et de planification complexes. Ainsi, les données qui sont emmagasinées dans *liveCache* servent à alimenter le serveur d'optimisation. Le serveur d'APO s'intègre également de façon transparente avec le module *Business Information Warehouse* (BW). Celui-ci communique à son tour avec *liveCache*, dans le but d'extraire les données historiques et présentes des autres systèmes au profit de SAP APO. Inversement, il est utilisé dans l'évaluation des informations qui proviennent d'APO en établissant des rapports avec l'outil de « *Reporting BEx* » qui est une autre fonctionnalité de BW.

La Figure 1.10 illustre l'architecture du système SAP APO.

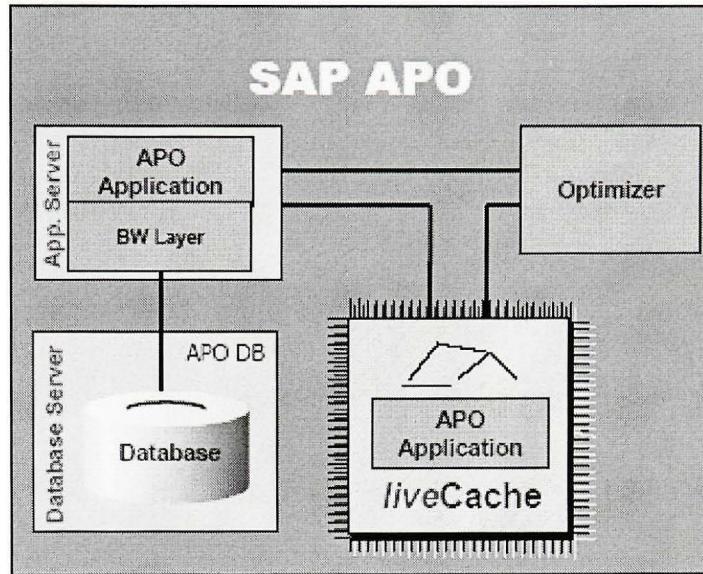


Figure 1.10 Architecture de SAP APO.

Tiré de SAPAG. BC355 (2001)

1.3.7.2 Interface de base (*Core Interface Framework - CIF*)

L'intégration entre SAP APO et SAP R/3 se fait par l'intermédiaire de *Core Interface Framework* (CIF). Avec les autres systèmes non SAP, elle se fait à l'aide de *Business Application Programming Interfaces* (BAPIs) (voir la Figure 1.11).

CIF est une interface en temps réel qui est responsable du transfert de données entre un système APO et un système R/3 ou entre un système APO et plusieurs systèmes R/3.

BAPI est une fonction standard SAP orientée objet qui gère un objet de gestion SAP (qui est appelée en temps réel par le système externe) avec ses méthodes. À titre d'exemple, un BAPI de la fonction de gestion de la demande d'achat possède les méthodes suivantes :

- création d'un ordre d'achat ;
- modification de l'ordre d'achat ;
- affichage de l'ordre d'achat.

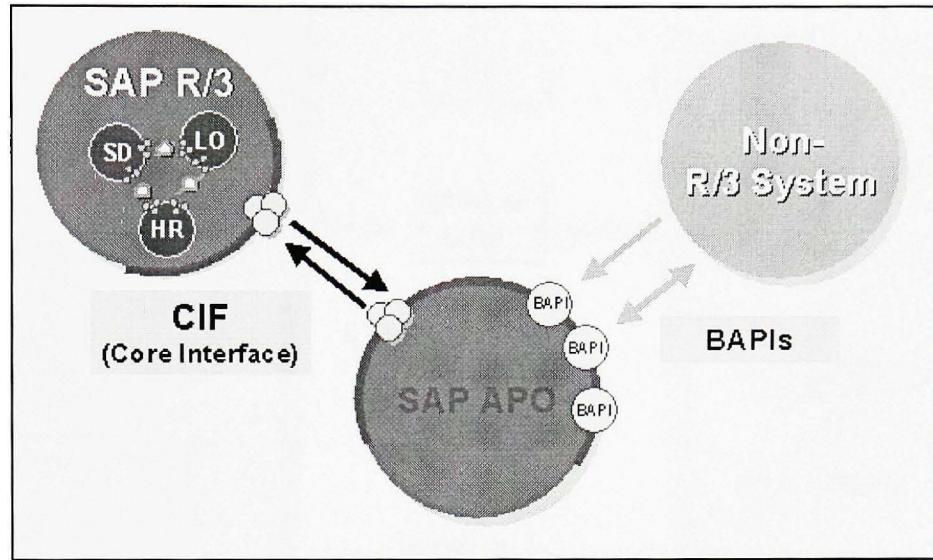


Figure 1.11 Intégration APO.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

Quand les deux systèmes sont utilisés de concert (SAP R/3 et SAP APO), l'optimisation et la planification se fait dans le système SAP APO. C'est à l'aide de CIF que nous pouvons désactiver certaines fonctions dans le système SAP R/3 et activer des fonctions similaires dans le système SAP APO (qui sont plus puissantes). SAP s'appuie sur trois éléments pour échanger ses messages entre ses différents systèmes (voir la Figure 1.12) :

- a. *Intermediate Document* (IDoc) – est le document d'échange de données intra SAP ;
- b. *Remonte Function Call* (RFC) – est le moyen d'appeler en temps réel des fonctionnalités disponibles par un autre système ;
- c. *Application Link Enabling* (ALE) – est l'infrastructure d'échange de données qui permet la communication entre systèmes SAP et non SAP.

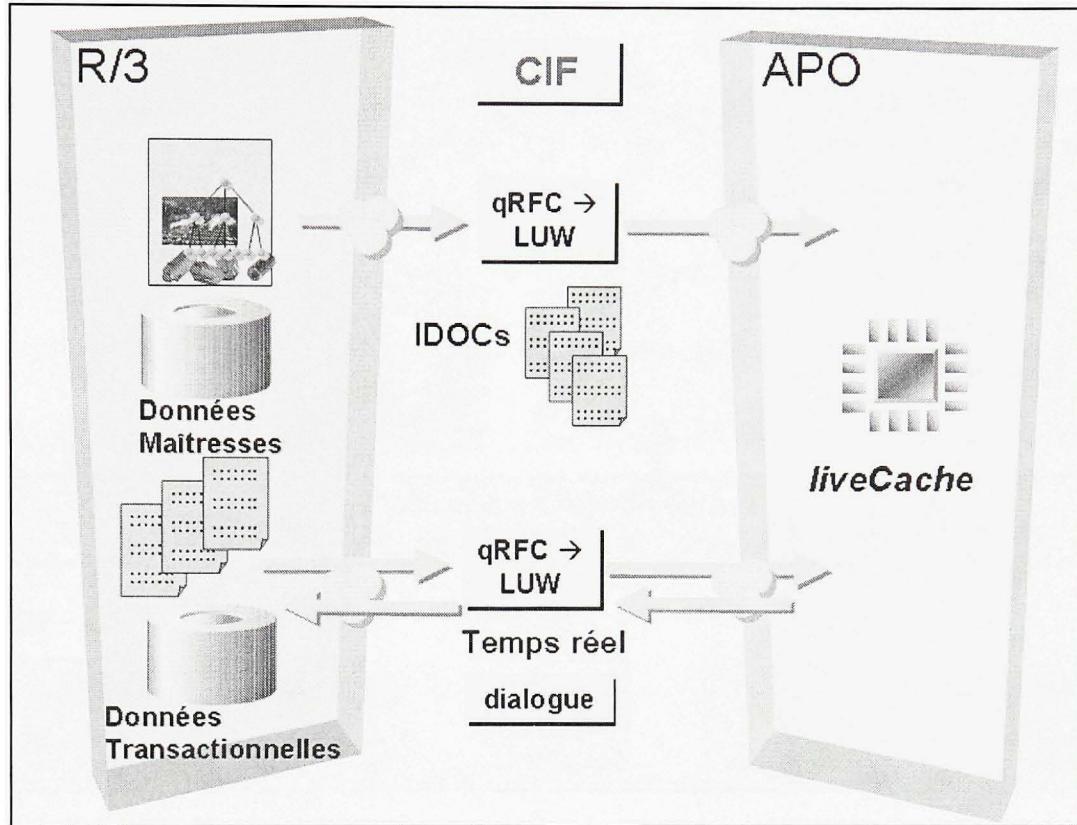


Figure 1.12 Intégration à l'aide de CIF.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

Conformément à la Figure 1.13, les principaux modules disponibles dans le système SAP APO sont :

- entrepôt de données (*Business Information Warehouse - BW*) ;
- contrôle de la disponibilité totale (*Global Available to Promise - GATP*) ;
- planification de la demande (*Demand Planning - DP*) ;
- planification du réseau (*Supply Network Planning - SNP*) ;
- planification de la production et l'ordonnancement (*Production Planning and Detailed Scheduling - PP/DS*) ;
- écran de pilotage de la gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Cockpit - SCC*).

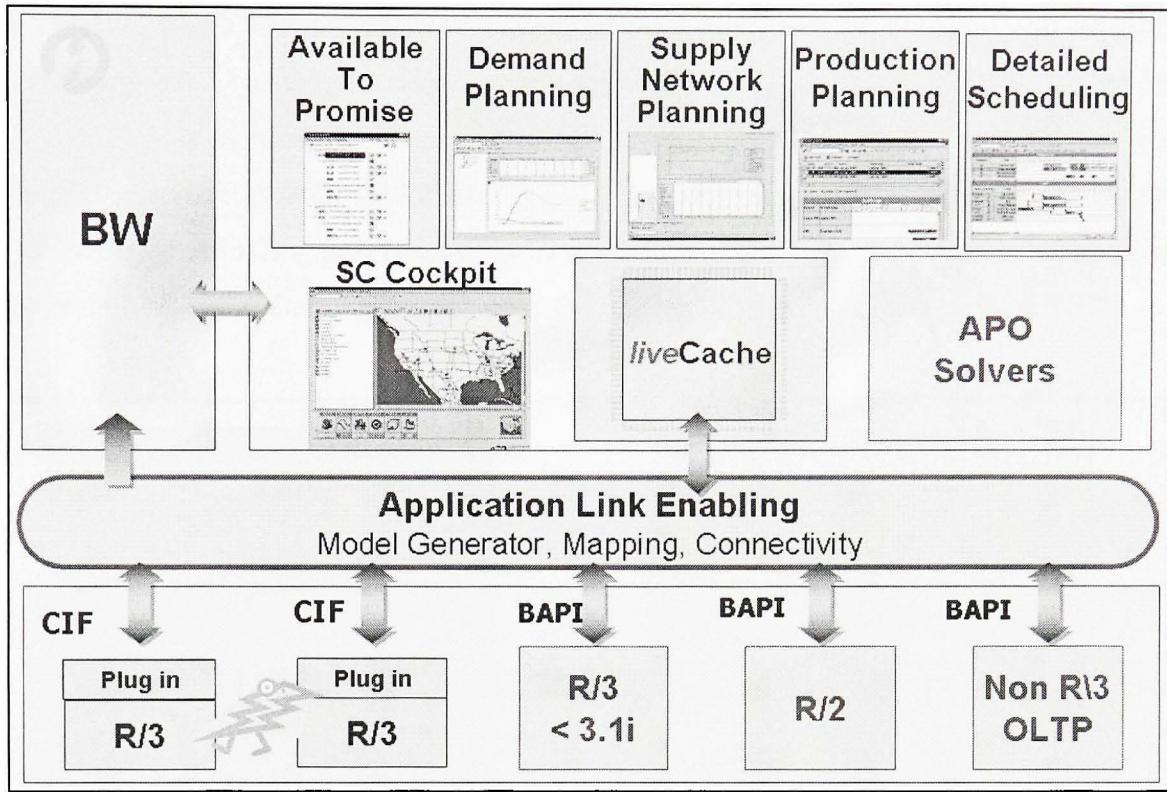


Figure 1.13 Intégration ALE et les fonctionnalités d'APO.

Tiré de SAPAG, APO010 (2004)

1.3.7.3 Entrepôt de données (*Business Information Warehouse - BW*)

Le module BW est un composant de SAP SCM qui permet d'extraire et d'analyser des données courantes et historiques provenant d'autres systèmes SAP ou non SAP. Il est utilisé dans le processus de la planification de la demande (DP), où il a les rôles suivants :

- a. extraction et entreposage de données historiques qui proviennent des différents systèmes sources. Ces données sont utilisées pour des fins statistiques et prévisionnelles ;
- b. extraction et entreposage de données qui proviennent de *liveCache* ;
- c. saisie des résultats obtenus à la fin de chaque cycle de planification.

L'interaction entre BW et DP est présentée à la Figure 1.14. En effet, les données transactionnelles (par exemple les données historiques) qui proviennent d'une source externe

(SAP et non SAP) sont entreposées dans l'*InfoCube* (magasin de données) qui est l'objet principal du BW. Ensuite, les données sont transférées à l'aide d'une interface (*Data Mart Interface*) vers le système APO ou pour fins de rapports ou d'analyses. Une fois les données disponibles dans le système APO, elles peuvent être utilisées par le module de planification de la demande pour fins prévisionnelles. Suite à la planification, les résultats obtenus sont entreposés à nouveau dans l'*InfoCube* pour être utilisés dans les rapports.

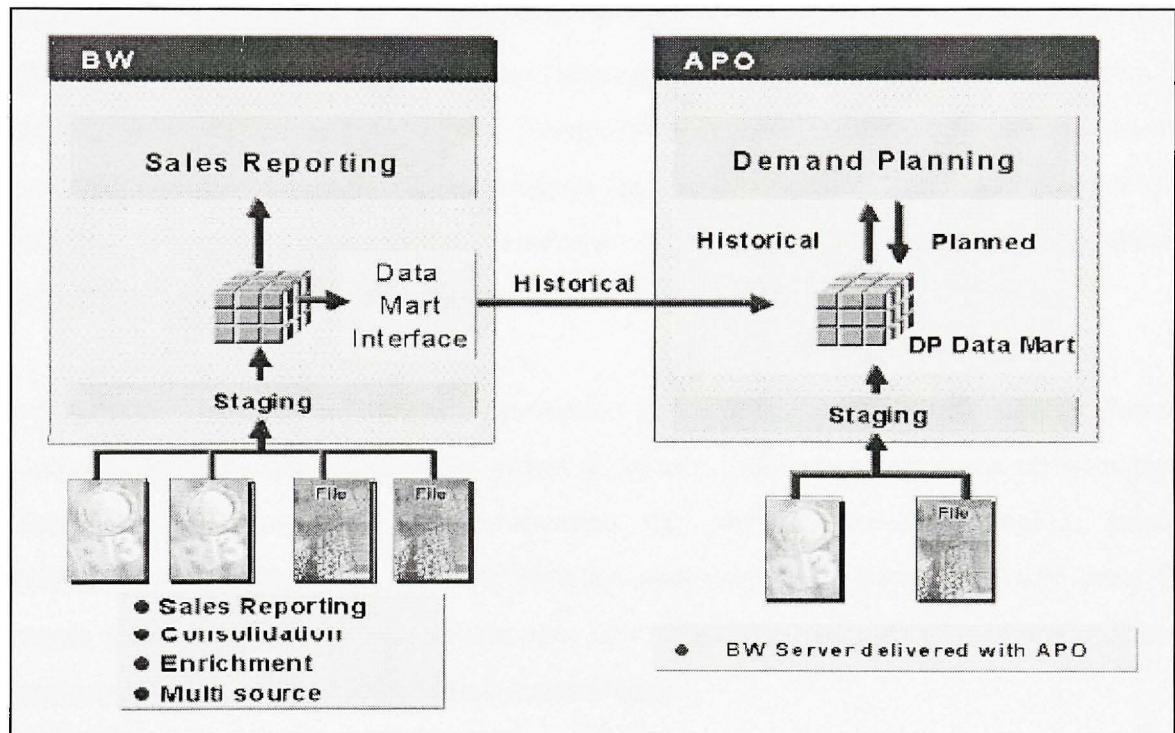


Figure 1.14 Interaction entre BW et DP d'APO.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

1.3.7.4 Contrôle de disponibilité global (*Global Available to Promise - GATP*)

Le module GATP offre une visibilité complète des produits sur l'ensemble du réseau en temps réel, en fonction de leur date de disponibilité. Par exemple, une nouvelle commande client déclenche l'outil GATP qui va chercher une solution efficace en proposant des dates, des stocks ou des fabrications prévisionnelles.

1.3.7.5 Planification de la demande (*Demand Planning - DP*)

Le module DP utilise des modèles de prévision élaborés pour réaliser un calcul de prévisions réalisables et d'une grande précision. Les prévisions se basent sur les données historiques (entreposées dans des *InfoCubes*) qui proviennent du système SAP R/3 ou du système BW (le choix du système se fait en sélectionnant comme source l'*InfoCube* correspondante).

Pour accroître la fiabilité de la prévision, le module autorise aussi les simulations, les comparaisons de scénarios et les analyses (historiques, événementielles, gestion des produits standard, *etc.*). DP permet également l'intégration de données externes comme d'autres sources de prévision ou de variables exogènes (météo, température, *etc.*) en donnant ainsi la possibilité de mesurer l'impact d'un événement extérieur sur la consommation de produits et implicitement sur la prévision de ventes.

La Figure 1.15 illustre les intrants du processus prévisionnel. Les intrants sont les données historiques agrégées (par exemple les ordres de vente). Celles-ci peuvent être utilisées par le module de prévisions pour la planification sur plusieurs niveaux (région, produit, localisation, *etc.*). Ainsi, les résultats obtenus sont entreposés dans *liveCache* pour être partagés avec les collaborateurs, utilisés pour fins statistiques ou pour servir comme données d'analyse pour le service d'information commerciale.

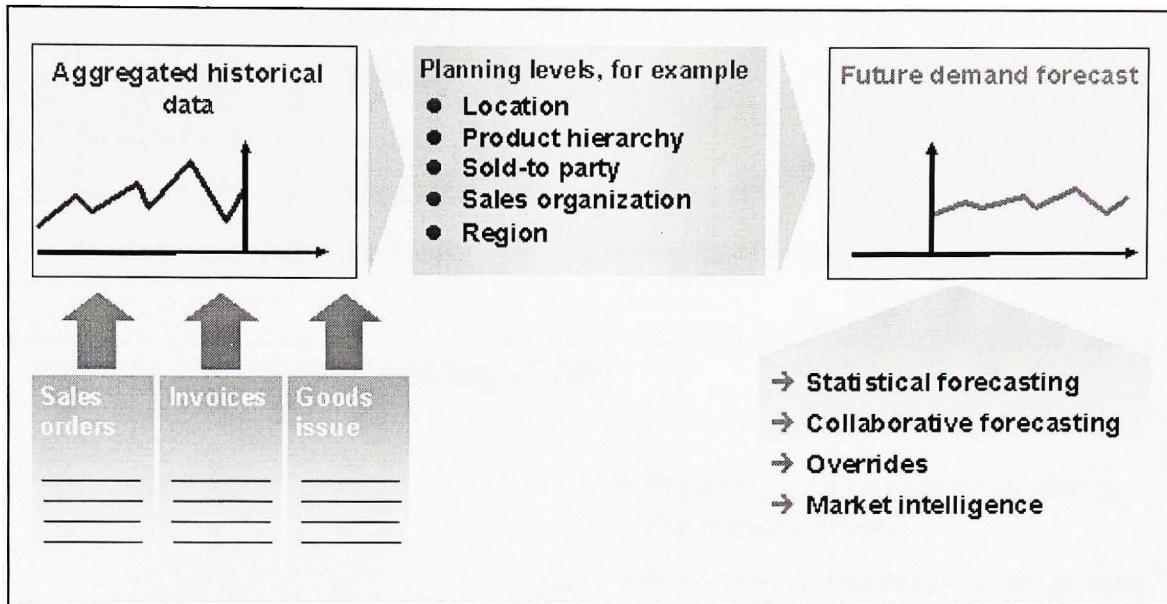


Figure 1.15 Planification de la demande.

Tiré de SAPAG. SCM200 (2004)

1.3.7.6 Planification du réseau logistique (*Supply Network Planning - SNP*)

Le module SNP prend en considération les fonctions d'achat, de production, de distribution et du transport au niveau du réseau entier en les englobant dans un modèle unique à l'aide duquel il est possible de simuler plusieurs scénarios. Ces scénarios seront utilisés comme base de prise de décision sur un horizon de planification de court à moyen terme. Les résultats sont des plans d'approvisionnement (multi-niveaux et multi-sites), de production et de distribution optimaux (voir la Figure 1.16). L'exploitation de ce module offre plusieurs avantages :

- a. la réduction du temps de propagation d'ordre d'achat dans le réseau ;
- b. un niveau des stocks minimal ;
- c. une augmentation du niveau de service-client.

Un plan réaliste est ainsi défini pour chacune des ressources. Ce plan prend en considération les facteurs suivants :

- a. les capacités de stockage ;

- b. les capacités de distribution ;
- c. les capacités de production ;
- d. les possibilités d'échanges intersites ;
- e. les coûts de stockage et de transport ;
- f. la situation actuelle des stocks de produits finis et des stocks de produits en cours.

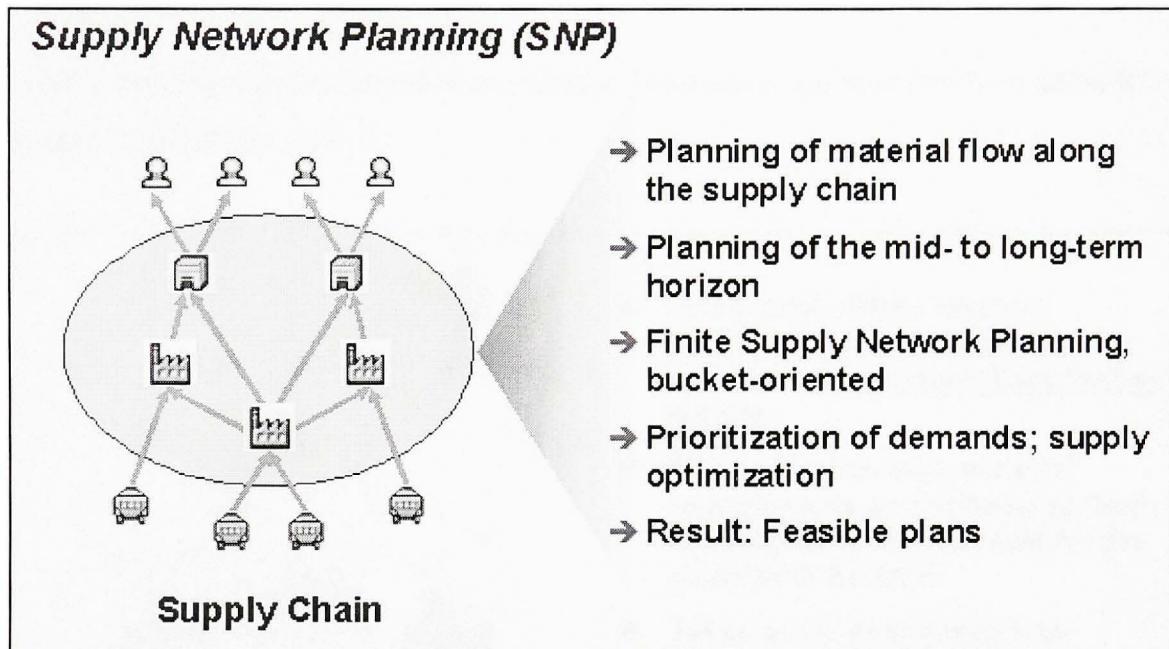


Figure 1.16 Planification du réseau, SNP.

Tiré de SAPAG.SCM200 (2004)

1.3.7.7 Planification de la production et de l'ordonnancement (*Production Planning & Detailed Scheduling - PP/DS*)

Le module PP/DS, permet de simuler et d'optimiser le PDP à capacité finie sur un horizon à très court terme : jours, minutes et secondes (voir la Figure 1.17). Il prend en compte toutes les activités de la production en considérant l'ensemble des contraintes capacitaires des ressources internes et des sous-traitants. Ainsi, il optimise la planification à court terme par l'ordonnancement des ordres de fabrication sur chacun des sites et par le lissage à capacité finie de la production.

Il trouve donc la séquence optimale des ordres de fabrication, tout en tenant compte de contraintes telles que :

- les coûts ;
- les temps ;
- la qualité ;
- les ressources matérielles et humaines.

Le plan obtenu est ensuite transféré au système d'exécution qui peut être le système R/3 ou tout autre système non SAP.

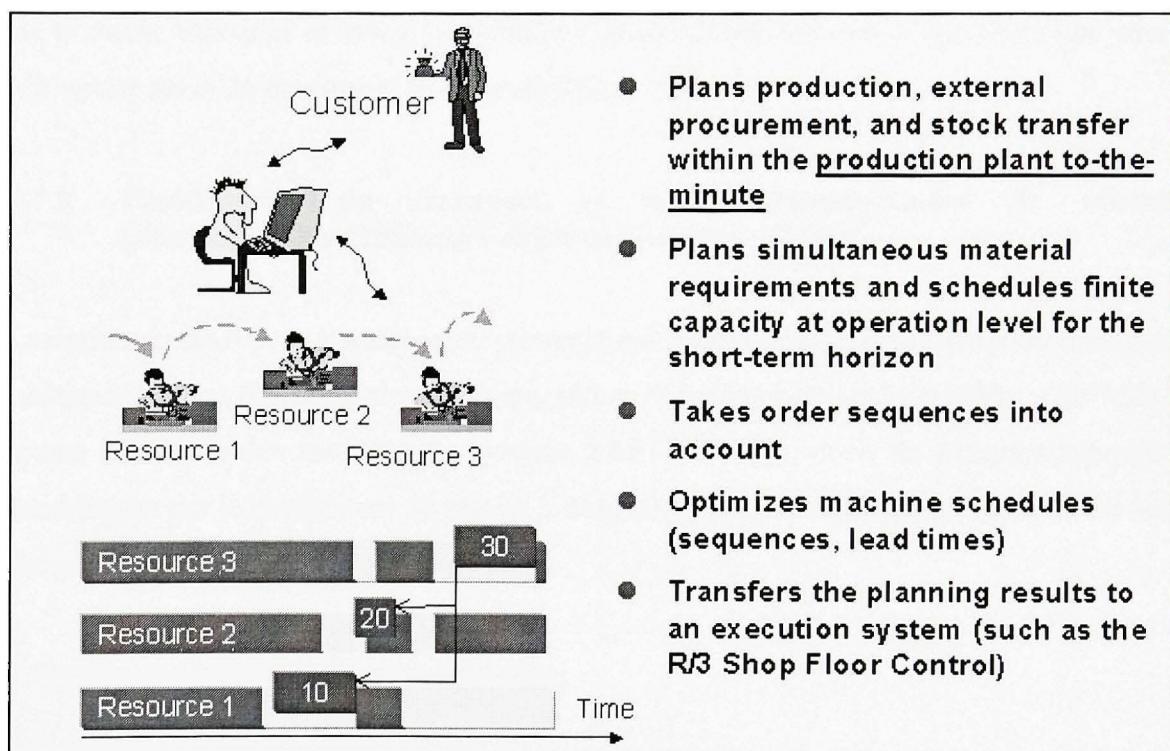


Figure 1.17 Les fonctions de PP/DS.

Tiré de SAPAG. SCM250 (2004)

1.3.7.8 La distribution (*Deployment and Transport Load Builder - TLB*)

Une autre fonction qui vient compléter la suite des modules et qui s'intègre de façon transparente est la fonction de déploiement (*Deployment*) qui a le rôle de déterminer quelle

demande va être satisfaite par le réseau. Si les quantités produites sont égales aux quantités planifiées dans le réseau, alors le système va confirmer le plan en créant des stocks de transfert. Mais si les quantités sont insuffisantes or excèdent la demande, alors le système va ajuster les quantités qui doivent être transférées en fonction des priorités qui sont définies dans le profil de déploiement.

Les quantités confirmées par le déploiement pour différents produits peuvent être combinées dans un ordre de transport à l'aide de la fonction *Transport Load Builder* (TLB). Avec TLB, il est possible de charger les moyens de transport à la capacité maximale ou minimale en fonction des contraintes qui ont été définies dans le profil (volume, masse, nombre de palettes, *etc.*). La fonction donne aussi la possibilité de prendre en charge plusieurs produits dans le même transport et même de combiner plusieurs produits sur la même palette dans le but d'optimiser et de maximiser la capacité de transport.

1.3.7.9 Planification du transport et de l'ordonnancement de véhicules (*Transportation Planning/Vehicle Scheduling - TP/VS*)

La solution de SAP pour la gestion du transport est le module de planification du transport et d'ordonnancement des véhicules (*Transportation Planning/Vehicle Scheduling - TP/VS*) qui s'ajoute à la suite des modules du système SAP APO. L'horizon de planification pris en considération par le module est de moyen à long terme (géré par TP) jusqu'à très court terme (géré par VS).

Les fonctions contrôlées par le module sont :

- a. les modes de transport ;
- b. les transporteurs ;
- c. les itinéraires en fonction des prix, des contraintes de transport et des délais de livraison ;
- d. les expéditions et les réceptions.

Parmi les avantages de ce module, on peut citer :

- a. centralisation de la gestion de transport ;

- b. réduction des frais de transport ;
- c. optimisation de la flotte des véhicules ;
- d. gain dans la ponctualité des livraisons.

La Figure 1.18 nous montre les modules qui sont impliqués dans le processus de planification dans le système SAP APO, leurs relations et le flux d'information qui en résulte suite à la planification réseau.

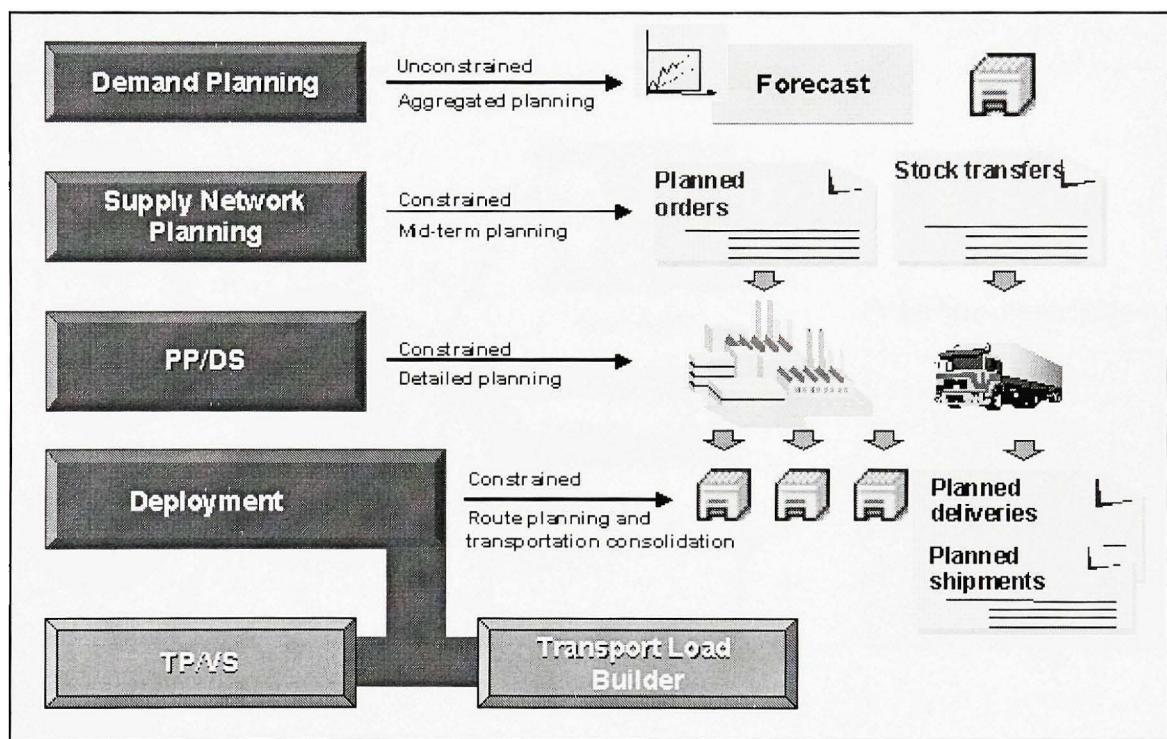


Figure 1.18 Les processus dans APO.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

1.3.7.10 Écran de la gestion de la chaîne logistique (*Supply Chain Cockpit - SCC*)

Le module SCC est un outil de surveillance et de supervision de la chaîne logistique à tous les niveaux de la planification qui s'appuie sur un moteur d'alerte configurable. Il gère et contrôle tous les autres modules d'APO avec lesquelles il est complètement intégré. De même, il dispose d'un outil graphique très sophistiqué qui permet un pilotage complet et en

temps réel de la chaîne logistique. Par exemple, une alerte se déclenche si un retard dans la livraison d'un produit est enregistré. Ainsi le planificateur peut prendre une décision rapide pour résoudre le problème, soit par une nouvelle planification au niveau de la production, soit par une nouvelle planification du réseau de la chaîne logistique.

La Figure 1.19 montre les modules du système APO (DP, SNP, PP/DS, *etc.*) qui sont intégrés avec SCC à l'aide d'une interface (*APO Alert Repository*) et dont le rôle est de stocker les alertes, les afficher (*monitoring*), et exécuter les corrections nécessaires.

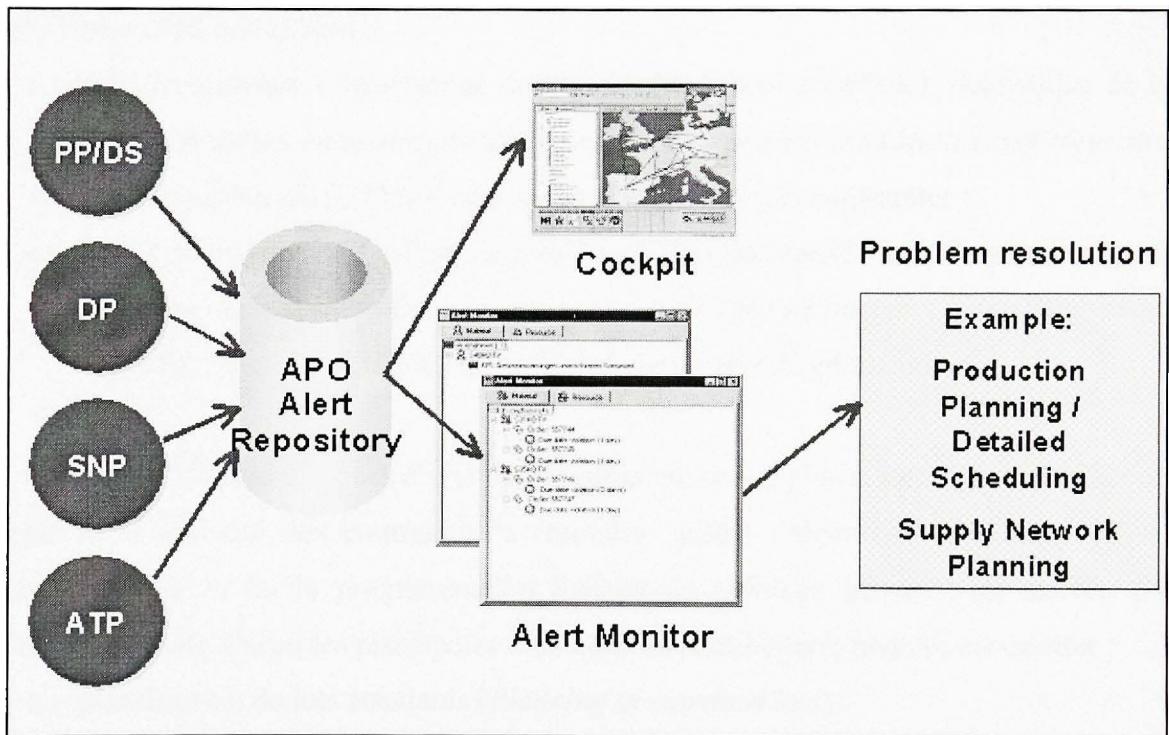


Figure 1.19 L'intégration du module SCC avec les autres modules d'APO.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

1.3.7.11 Algorithmes et méthodes de calcul

Chaque module impliqué dans le processus d'optimisation du réseau possède des algorithmes et des méthodes de calcul spécifiques et sophistiqués.

Ainsi le module DP possède plusieurs méthodes de calcul pour les prévisions dont les plus importantes sont :

- a. le lissage exponentiel (*Exponential Smoothing*) ;
- b. la méthode Holt - Winter ;
- c. la méthode Croston ;
- d. plusieurs méthodes d'analyse de régression.

Pour résoudre les problèmes d'optimisation, le module SNP utilise la programmation linéaire ou des heuristiques pour obtenir une solution. Les méthodes de planification et les algorithmes disponibles sont :

- a. SNP Heuristique – heuristique de type locale (*Local Heuristic*), heuristique de type réseau (*Network Heuristic*), heuristique de type multi-niveau (*Multi Level Heuristic*) ;
- b. Capable-to-Match (CTM) – basé sur la propagation des contraintes ;
- c. SNP Optimisation – basé sur la programmation linéaire (*Linear Programming* - LP) et la programmation linéaire en nombres mixtes (*Mixed Integer Linear Programming* - MILP) qui utilise CPLEX de ILOG comme moteur d'optimisation.

Le module PP/DS, qui a besoin d'une optimisation beaucoup plus complexe que le SNP étant donné la complexité des contraintes à résoudre, utilise l'algorithme génétique (*Genetic Algorithms* - GA) ou la programmation linéaire en nombres mixtes pour arriver à une solution optimale. Parmi les principales méthodes de planification nous pouvons citer :

- a. planification de lots standards (*Planning of standard lots*) ;
- b. planification de quantités en déficit (*Planning of shortage quantities*) ;
- c. planification du réapprovisionnement (*Reorder point planning*) ;
- d. procédure de Groff ;
- e. ré-ordonnancement ascendant et descendant (*rescheduling bottom-up, top down*).

Le module de déploiement se sert d'un algorithme par séparation et évaluation progressive (*Branch and Bound Algorithm* – B&B) qui est une méthode d'optimisation combinatoire et discrète.

En fonction du problème spécifique, continu ou non continu (discret), le module de distribution se base sur des algorithmes d'optimisation linéaire (simplexe primal, simplexe dual, méthode du point intérieur) ou des algorithmes d'optimisation discrète (B&B par exemple.).

1.4 Autres recherches effectuées dans le domaine

Un exemple théorique de description du domaine de la chaîne logistique par la perspective du système SAP et la façon dont celui-ci s'y intègre, est donné dans Bansal (2003). L'auteur présente le rôle du système SAP APO dans le domaine de la chaîne logistique, ses principales fonctions et les algorithmes de calcul utilisés dans la planification et l'optimisation de la chaîne logistique.

Dans un autre article Bansal (2002), l'auteur met en exergue les perspectives de la simulation dans la chaîne logistique, ses avantages en termes de coût et de temps et la manière dont la méthodologie d'implantation s'intègre avec les besoins des clients.

Gunther *et al.* (2006) font une étude comparative entre le module de planification de la production PP dans SAP APO et la planification à l'aide de la programmation linéaire en nombres mixtes. Ils appliquent les deux méthodes sur un cas particulier de la planification en bloc dans l'industrie de consommation des biens. Les ordres en bloc sont représentés par des ordres de production à séquence prédefinie avec dimensions variables. Les résultats de cette étude préconisent le système SAP APO qui a été préféré pour supporter la planification en bloc.

Dickersbach (2005), fait une description de l'architecture, de la structure de base et de l'interaction qui existe entre différents systèmes et modules de SAP APO. Il fait une description détaillée des modules d'APO, leurs fonctionnements et leurs intégrations.

Knolmayer *et al.* (2002) font une description théorique détaillée des modules de SAP APO, l'intégration entre celui-ci et le système SAP R/3 et avec d'autres systèmes non SAP.

Straube et Beyer (2005) font une approche pratique de planification à l'aide du système SAP APO en utilisant le module SNP d'APO. Ils utilisent plusieurs méthodes de planification (heuristique, capable d'apparier, multi-niveau) pour planifier le réseau dans un cadre restreint et en n'utilisant que le module SNP. Comme méthodologie de travail, ils proposent la création des données maîtresses et transactionnelles directement dans le système APO pour faciliter le travail, sans avoir recours à l'intégration avec le système SAP R/3. Ensuite, le réseau est bâti par l'assemblage des données maîtresses dans un modèle unique sur lequel s'applique les méthodes de planification mentionnées. Suite à la méthodologie proposée, aucune interprétation des données n'est proposée par les auteurs. L'étude de cas reste d'une importance sans mesure du point de vue de la méthodologie de travail.

En ce qui concerne les études basées sur le système SAP R/3, une étude particulièrement intéressante est celle faite par Gannoune (2001). Dans ce mémoire, l'auteur prend en considération le flux d'information qui naît dans un réseau et ce pour un environnement de production spécifique. Le réseau ainsi considéré est constitué des éléments suivants :

- a. le module de production PP de SAP R/3 (en vue de faire la planification de la production à court terme en mode infinie) ;
 - a. un logiciel d'ordonnancement (pour le niveling) ;
 - b. l'atelier de production.

Il est important de noter que le logiciel d'ordonnancement et l'atelier de production utilisés sont contrôlés et gérés par les outils « *Rockwell Automation* » et « *Rockwell Software* ».

Dans l'étude de cas faite dans Kolezakis et Loucopoulos (2003), une analyse de l'opportunité de choisir le module PP du système SAP R/3 dans un processus de réingénierie a été mené. Les auteurs décrivent brièvement les modules du système SAP R/3, leur interaction et le flux d'informations associé à chacun de modules.

Wagner (2007) met en évidence la gestion de la chaîne logistique à l'aide du logiciel SAP R/3. Les processus spécifiques de la chaîne logistique sont mis en évidence et détaillés par

une méthodologie de travail approfondie. L'ouvrage reste d'une très grande importance du point de vue pratique et une référence dans le domaine de la chaîne logistique.

1.5 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté notre problématique de recherche et mis le point sur les objectifs de ce travail. Nous avons passé en revue plusieurs concepts relatifs à la planification des ressources d'une entreprise (locale et en réseau). En particulier, nous avons donné un historique des différents outils de planification qui ont été développés, aussi bien au niveau de la planification locale qu'à l'échelle de la SCM. Nous avons également présenté les systèmes SAP R/3 et SAP APO. Une revue des recherches effectuées dans le domaine a été faite.

Le chapitre suivant présente la méthodologie poursuivie ainsi qu'une description des étapes d'implantation des scénarios proposés.

CHAPITRE 2

MÉTHODOLOGIE

2.1 Introduction

La méthodologie poursuivie dans ce mémoire est celle développée et présentée par Ramudhin, *et al.* (2008) dans plusieurs ateliers organisés par *SAP University Alliance*. Dans les sections suivantes, nous allons présenter les principes fondamentaux qui sont à la base du système SAP R/3, une description brève de la compagnie « Fitter Snacker », les réglages nécessaires à l'intégration des deux systèmes et les modifications qui doivent être apportées à la base de données originale « Fitter Snacker ».

2.2 Principes de base dans le système SAP R/3

La structure organisationnelle de l'entreprise est reprise dans SAP selon les objets structurants suivants (voir la Figure 2.1) :

- a. client – représente l'entité organisationnelle la plus haute définie dans le système SAP R/3 qui contient toute la base de données nécessaire pour le fonctionnement du système ;
- b. société – représente une entité indépendante du point de vue comptable, qui contient sa propre comptabilité. Une ou plusieurs sociétés peuvent être assignées au client ;
- c. usine – c'est l'endroit où les matériaux ou les produits sont fabriqués et les services sont fournis. Les sous-divisions de cette unité organisationnelle sont l'approvisionnement, la production, la maintenance et la planification. Une ou plusieurs usines peuvent être assignées à la société ;
- d. entrepôt – c'est le lieu où les matériaux sont entreposés. Un ou plusieurs entrepôts peuvent être assignés à l'usine.

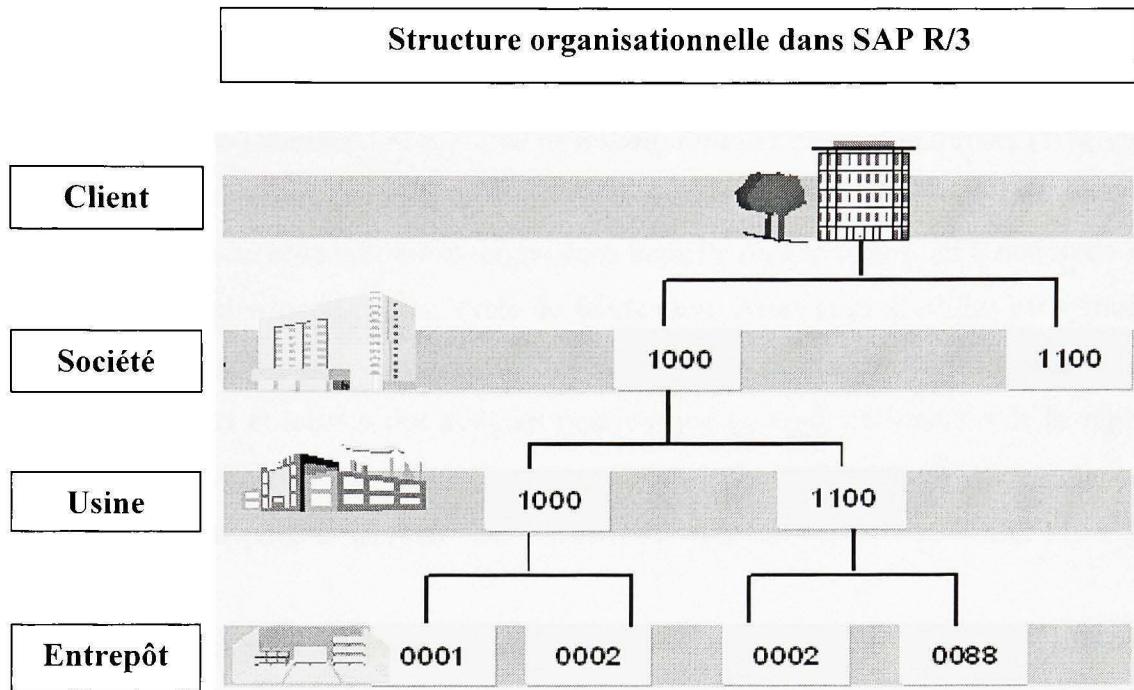


Figure 2.1 Structure organisationnelle dans SAP R/3.

Tiré de SAPAG. LO050 (2001)

Chaque élément organisationnel est constitué lui-même d'autres éléments spécifiques. Ceux-ci vont être élucidés tout au long de ce mémoire.

2.3 Description de la compagnie « Fitter Snacker » et les codes définis dans le système

« Fitter Snacker » est une compagnie petite dont le siège social est au Michigan, États-Unis. La compagnie est spécialisée dans la fabrication de deux types de barres énergétiques : énergie avancée (NRG-A) (voir l'Annexe I pour la nomenclature) et protéines pour le corps (NRG-B). La structure organisationnelle de la compagnie « Fitter Snacker », vue sa grandeur, n'est définie que sur deux niveaux.

Le premier niveau représente le siège social de la compagnie qui comprend les départements de finances et de comptabilité, de marketing, d'achat, de vente et de ressources humaines. Dans le système, le siège social est représenté par un code « XXFS » dont les deux premiers identifiants « XX » peuvent prendre des valeurs entre 00 et 99. Ceci permet de choisir une copie sur laquelle le travail s'effectuera.

Le deuxième niveau représente l'endroit où le processus manufacturier a lieu, c'est-à-dire l'usine. Elle est identifiée dans le système par le code « XXPT » et se compose de deux lignes de production (*Standard Mixer Line* et *Baking Line*) et de trois entrepôts (100, 200 et 300) pour les produits finis, semi-finis et matières premières respectivement. Les matériaux sont codifiés en fonction de numéro de copie dans laquelle on travaille et en fonction de leurs états de transformation pendant leur cycle de fabrication. Ainsi le produit fini est symbolisé par la lettre « F », le produit semi-fini par la lettre « S » et la matière première par la lettre « R ». Les matériaux et leurs codes assignés pour chaque entrepôt en fonction de la copie de travail sont les suivants:

- a. entrepôt 100 pour le produit fini – « XXF100 » pour NRG-A et « XXF110 » pour NRG-B ;
- b. entrepôt 200 pour les produits semi-finis – « XXS200 » pour la pâte de NRG-A et « XXS210 » pour celle de NRG-B ;
- c. entrepôt 300 pour les matières premières – en nombre de douze, de « XXR300 » jusqu'à « XXR420 ».

Entre les entrepôts et les lignes de production, il y a un flux continu de matériaux pendant le cycle de fabrication. La stratégie de production choisie par la compagnie est de travailler avec des lots fixes et sur stocks, ces derniers sont utilisés comme éléments tampons en cas de forte demande (voir la Figure 2.2).

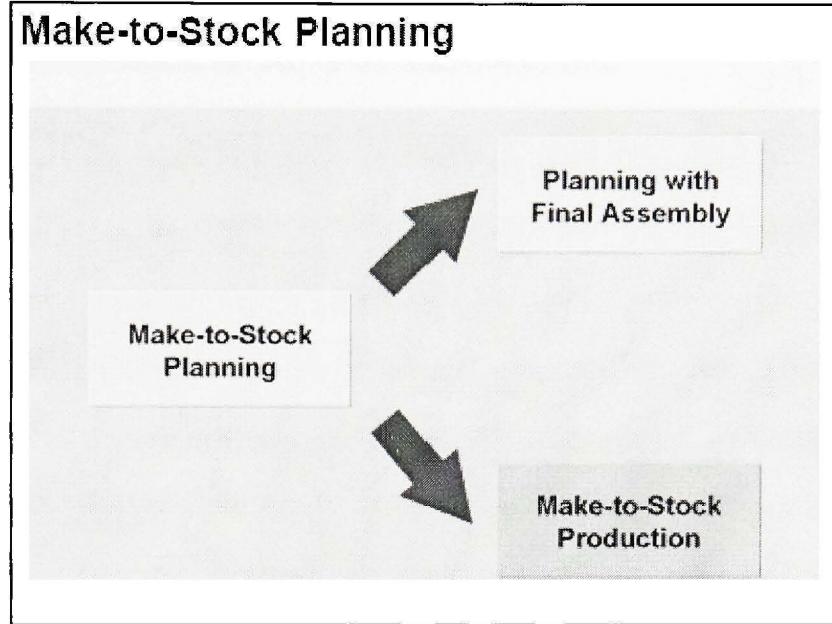


Figure 2.2 Stratégie de planification.

Tiré de SAPAG. SCM240 (2004)

Le processus de fabrication est le suivant (voir la Figure 2.3) : la matière première qui entre dans la composition du produit fini est mélangée pendant une certaine période de temps dans le centre de production *Standard Mixer Line* (ayant quatre capacités individuelles). Il en résulte deux produits semi-finis (*Dough NRG-A* et *Dough NRG-B*) qui sont des pâtes contenant tous les ingrédients nécessaires établis préalablement par la recette. Ensuite la pâte est transportée à la ligne de cuisson *Baking Line* (ayant une seule capacité) où la pâte est modelée, découpée et maintenue pour un certain temps à une température constante, d'où en résulte le produit fini « NRG-A » ou « NRG-B ». L'étape d'emballage n'est pas prise en considération dans le scénario étudié.

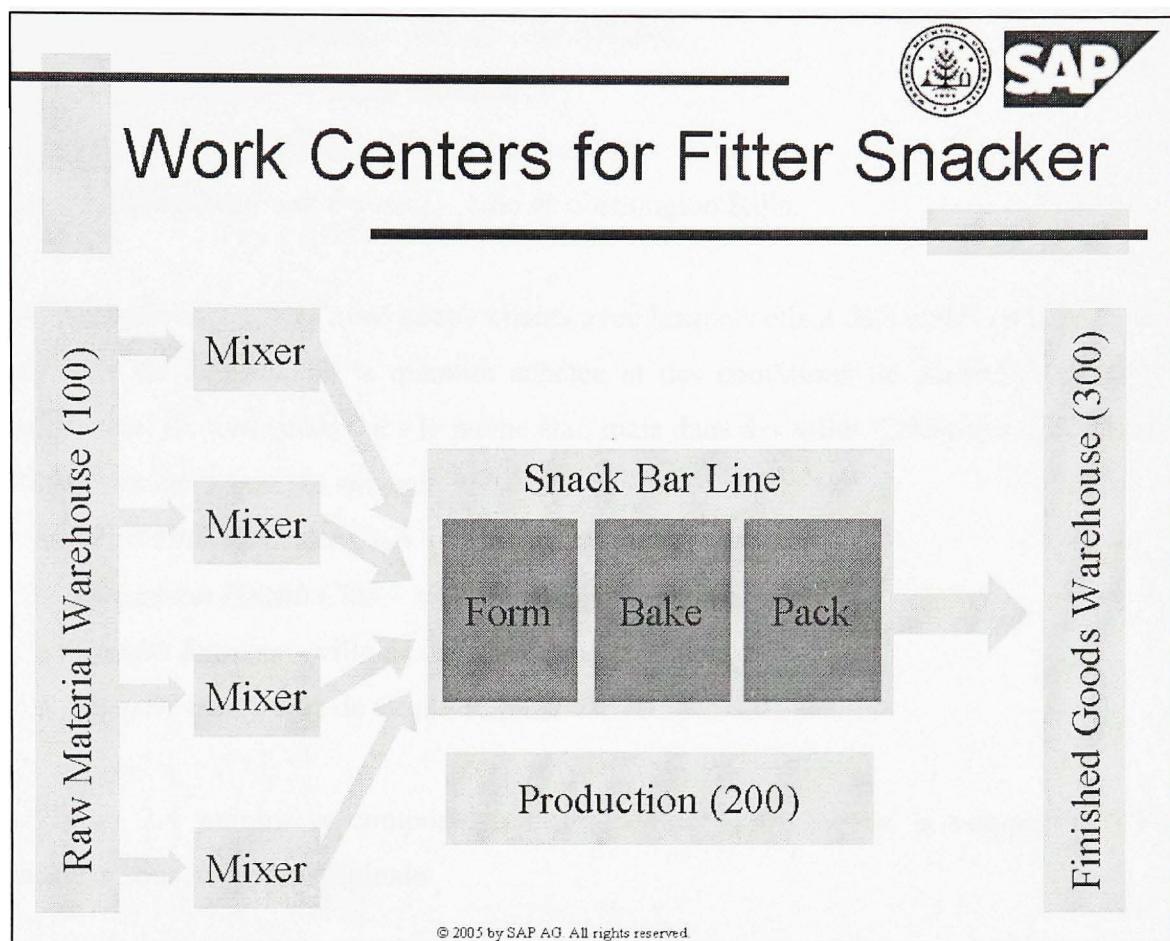


Figure 2.3 Processus de fabrication « Fitter Snacker ».

Tiré de SAP AG (2005)

Pour combler ses besoins en matière première, la compagnie s'approvisionne à partir de cinq fournisseurs avec lesquels elle a établi préalablement les conditions et le prix d'achat. On presume qu'aucun fournisseur ne possède la capacité suffisamment grande pour couvrir tous les besoins en matière première. Ainsi les fournisseurs *Climax Cereals*, *Grand Rapids Grains* et *Oshtemo Oats* ont été choisis comme fournisseurs pour les matériaux « XXR380 » et « XXR420 ». Les autres matériaux vont être procurés par l'intermédiaire de *Battle Creek Baking* et *Farmington Food Product*. Les cinq fournisseurs sont situés dans le même état du Michigan mais dans des villes différentes et sont caractérisés par leur code postal et leur adresse juridique :

- a. *Climax Cereals* – ville de Climax ;

- b. *Grand Rapids Grains* – ville de Grand Rapids ;
- c. *Oshtemo Oats* – ville de Kalamazoo ;
- d. *Battle Creek Baking* – ville de Battle Creek ;
- e. *Farmington Food Product* – ville de Farmington Hills.

La compagnie fait affaire avec quatre clients avec lesquels elle a déjà établi un prix de vente, des rabais en fonction de la quantité achetée et des conditions de paiement. Comme les fournisseurs, ils sont situés dans le même état, mais dans des villes différentes. Les clients de « Fitter Sancker » sont les suivants :

- a. *West Hills Athletics Club* – ville de Kalamazoo ;
- b. *Houghton Health Club* – ville de Houghton ;
- c. *Health Express* – ville de Livonia ;
- d. *Meijer, Inc.* – ville de Grand Rapids.

La Figure 2.4 montre la composition de la chaîne logistique de la compagnie « Fitter Snacker » sous sa forme originale.

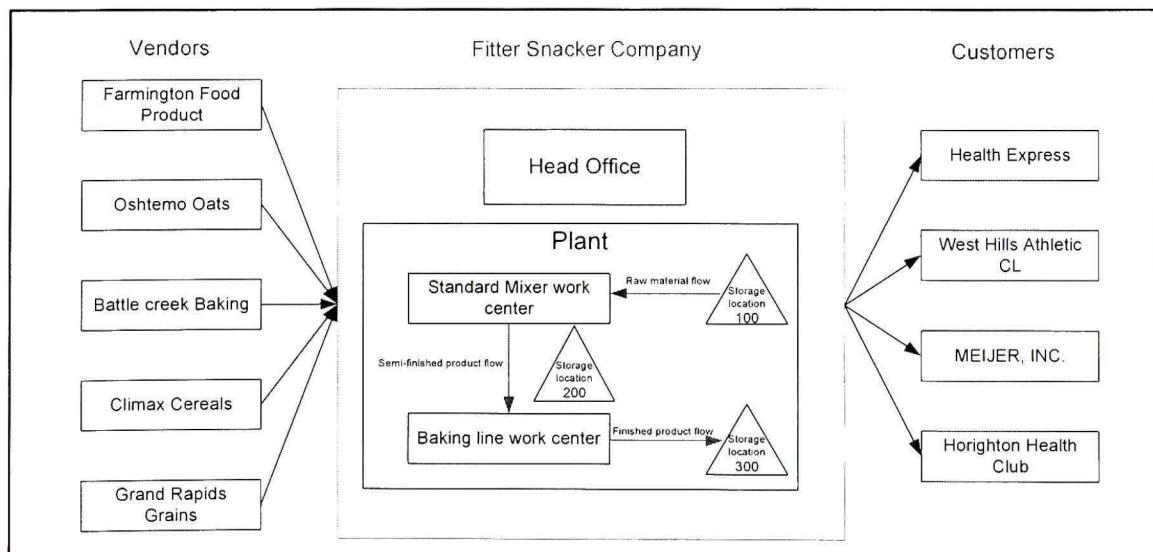


Figure 2.4 Chaîne logistique de la compagnie « Fitter Snacker ».

Tiré de Chelly et Savard (2005)

2.4 Extension du scénario « Fitter Snacker »

Pour avoir un modèle plus proche de la réalité nous avons ajouté deux centres de distribution au réseau original de « Fitter Snacker », ces centres sont identifiés « XXD1 » et « XXD2 ». Au niveau de chaque centre de distribution, nous avons défini le produit fini « XXF100 » et l'entrepôt 300 pour son entreposage. Il est important de mentionner que même si les entrepôts ainsi créés portent un identifiant identique (300) dans chacun des centres de distribution, ils sont totalement indépendants les uns des autres. La même remarque peut être faite entre ces entrepôts et celui créé au niveau de l'usine.

Après leur création, les deux centres de distribution ont été intégrés dans le scénario en les assignant à la compagnie XXFS.

2.5 Modification de la base de données « Fitter Snacker » dans SAP R/3

Pour pouvoir faire la planification dans le système SAP APO, quelques modifications à la base de données « Fitter Snacker » sont nécessaires.

Plusieurs méthodes de planification sont disponibles dans le système SAP R/3 pour la planification des besoins matières. Ainsi, le type de planification pour les produits (finis, semi-finis et matières première) a été changé de type MRP, qui est spécifique au système SAP R/3, au type XO (voir la Figure 2.5). Le type XO nous permet d'avoir une explosion de la nomenclature pendant la planification des matériaux dans le système SAP APO et de désactiver la planification dans le système SAP R/3.

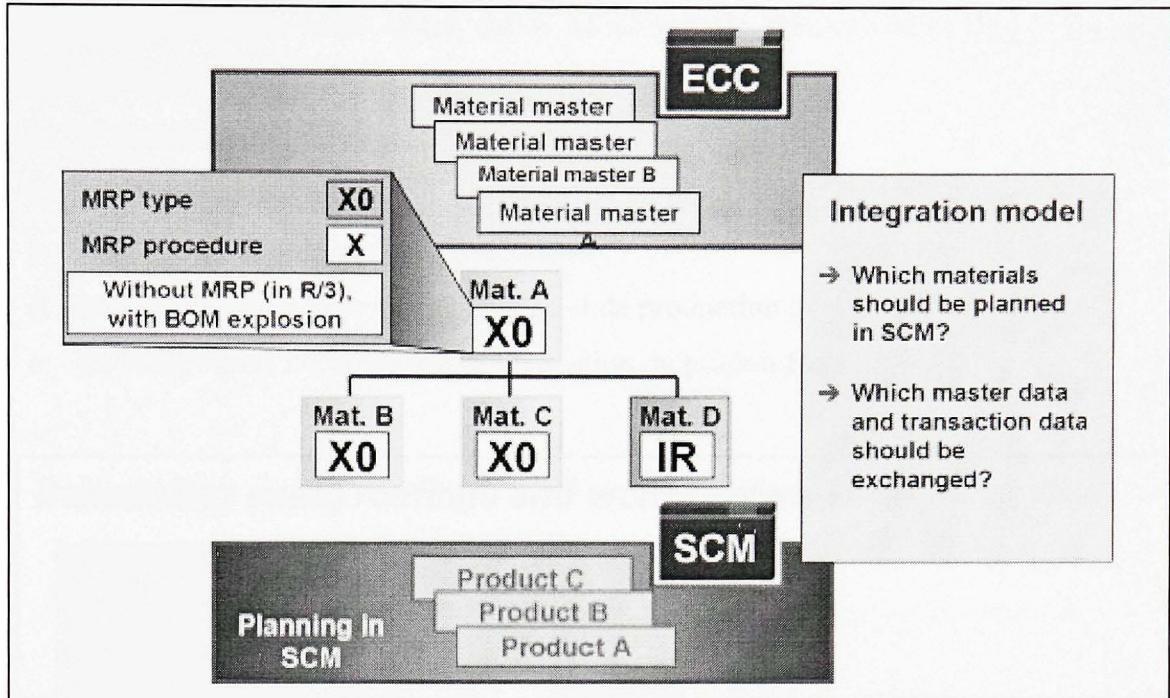


Figure 2.5 Type de planification (XO).

Tiré de SAPAG. SCM200 (2004)

D'autre part, la création d'un modèle de production dans le système SAP APO nécessite l'extension des caractéristiques des centres de production préalablement définis dans SAP R/3. En particulier, les ressources ont été étendues à l'aide de la fonction « *« APO Resource »* ». Les routages et les versions de production pour les produits finis et produits semi-finis ont également été définis.

Ainsi, au niveau de la fonction *« APO Ressource »*, la ressource *Bakeline* a été définie comme une seule ressource avec activités multiples (*Single Mixed Resource*) et la ressource *Mixers* a été définie comme une ressource multiple avec activités multiples (*Multi Mixed Resource*).

Puisque nous avons deux nomenclatures composées d'un seul niveau, un pour le produit fini *NRG-A* (XXF100) et l'autre pour le produit semi-fini *Dough NRG-A* (XXS200), les routages ont été créés pour les deux.

À l'aide des routages, nous avons défini au niveau de chaque centre de production les éléments suivants (voir la Figure 2.6) :

- le produit final à fabriqué ;
- les dimensions des lots ;
- les activités de réglage et de production ;
- le temps pour les activités de réglage et de production ;
- les composants nécessaires à la fabrication du produit final.

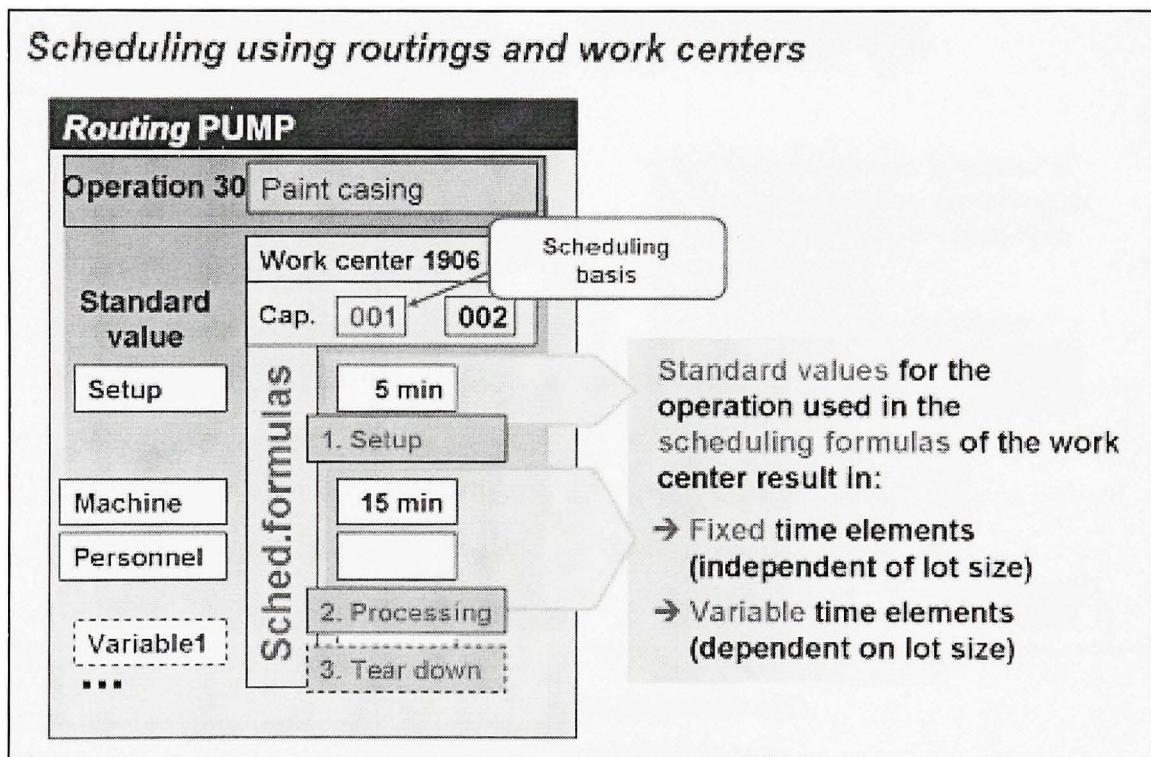


Figure 2.6 Le routage.

Tiré de SAPAG. SCM200 (2004)

La version de production a le rôle de combiner la nomenclature (BOM) avec le routage et ses opérations (voir la Figure 2.7) en donnant naissance dans le système SAP APO à un modèle de production (*Production Process Model - PPM*), après son transfert par l'intermédiaire de CIF.

À l'aide des opérations, nous avons défini les intrants pour chaque opération (les composantes consommées) et les extrants (les composants qui résultent suite à l'exécution de l'opération).

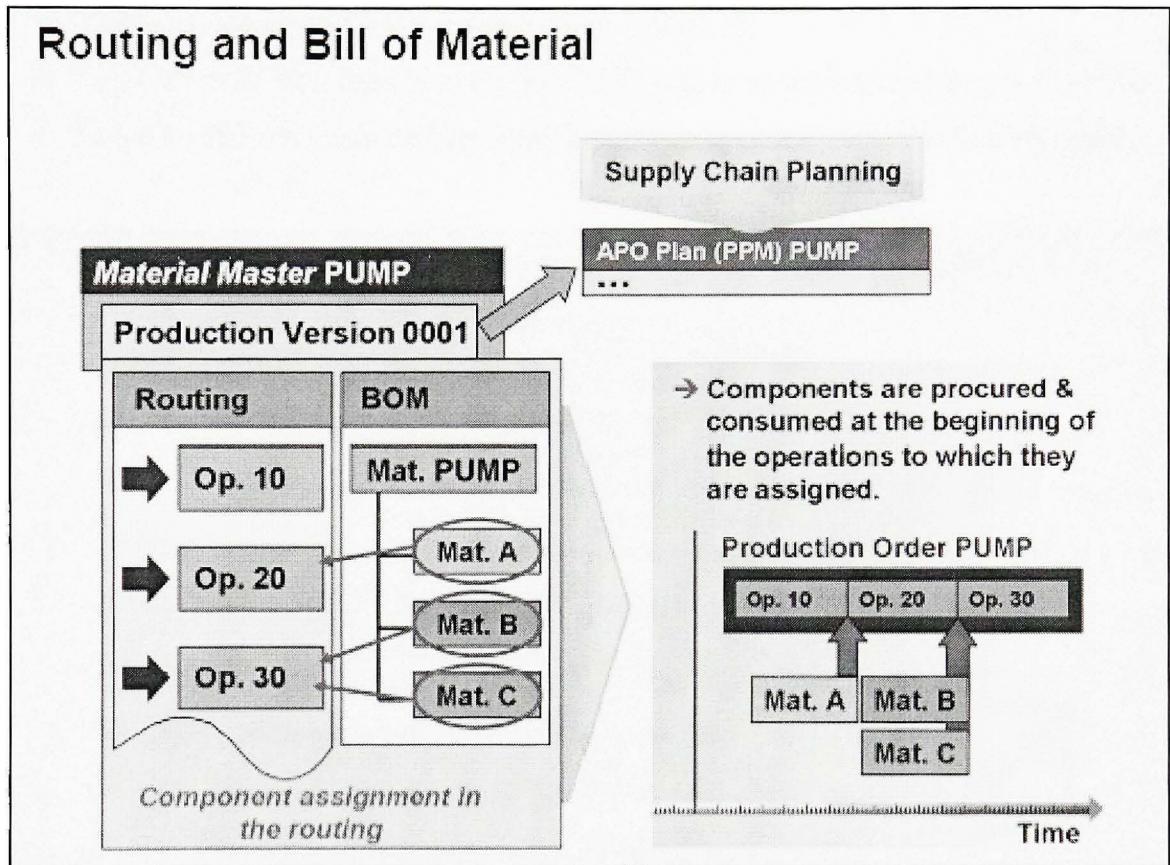


Figure 2.7 Version de production.

Tiré de SAPAG. SCM200 (2004)

2.6 L'intégration du système SAP R/3 et SAP APO à l'aide du CIF

Comme nous avons précisé à la section 1.3.7.2 le CIF est responsable du transfert de données maîtresses et transactionnelles en temps réel entre les deux systèmes, SAP R/3 et SAP APO. La configuration du CIF est une étape cruciale dans notre projet et consiste à faire les sept étapes suivantes (voir la Figure 2.8 pour les cinq premières étapes) :

- Étape 1 : définition des deux noms logiques (*logical names*) dans les deux systèmes.

- b. Étape 2 : assignation du nom logique au client. Chaque système est défini par un numéro de client qui représente l'adresse physique de la compagnie.
- c. Étape 3 : connexion des deux systèmes ; un « *Remote Function Call* » (RFC) est défini pour chaque système. Le RFC est assigné au nom logique et sert à appeler l'autre système par l'intermédiaire d'une adresse IP.
- d. Étape 4 : définition dans le système SAP R/3 de la version du système SAP APO.
- e. Étape 5 : établissement du lien entre le système émetteur et du système récepteur.

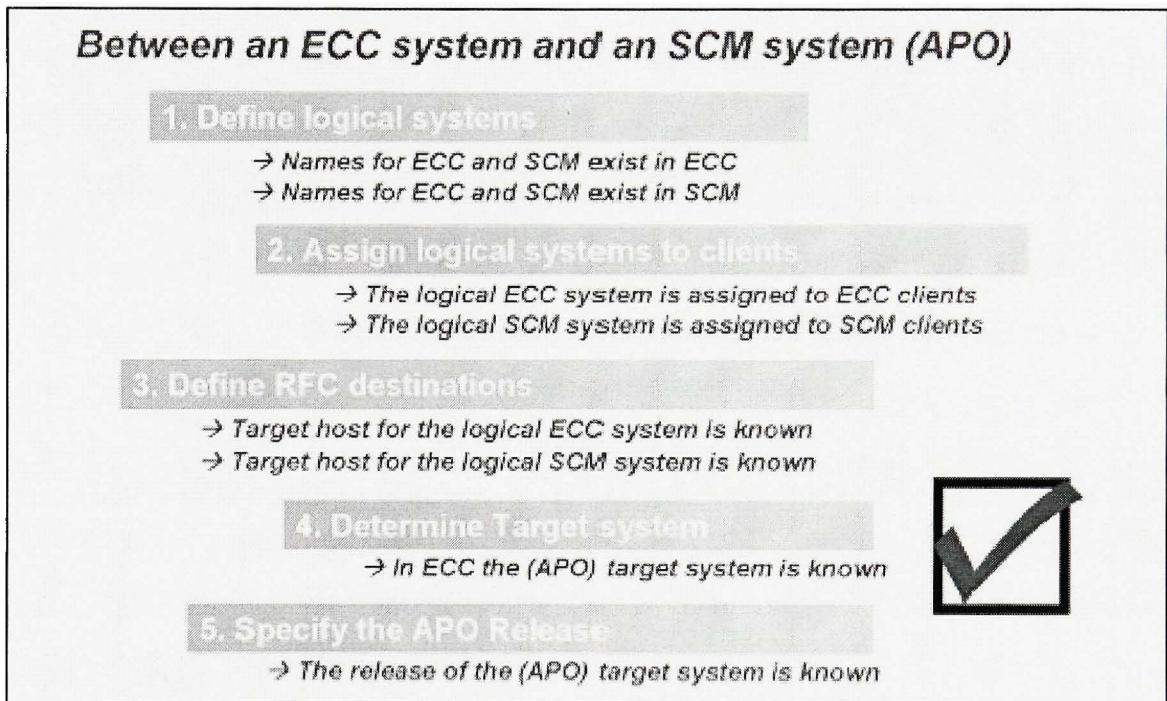


Figure 2.8 Configuration du CIF.

Tiré de SAPAG.SCM210 (2006)

Par l'intermédiaire des noms logiques, le système SAP APO peut être intégré avec plusieurs systèmes SAP R/3 à la fois. La condition est d'appartenir au même groupe d'affaire (*Business System Group – BSG*). Ainsi, pour la configuration du CIF, nous avons ajouté deux autres étapes (voir la Figure 2.9) :

- a. Étape 6 : création du groupe d'affaires.
- b. Étape 7 : assignation des noms logiques au groupe d'affaires.

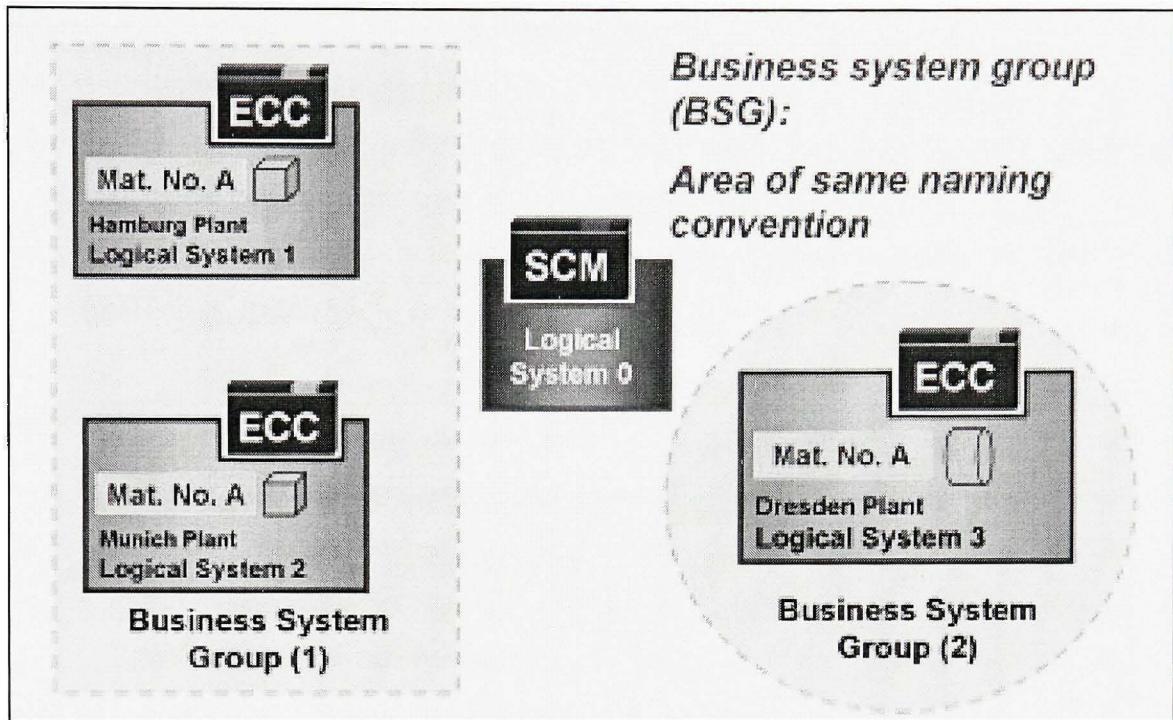


Figure 2.9 Crédit du groupe d'affaire.

Tiré de SAPAG. SCM210 (2006)

Suite à l'intégration des deux systèmes, la communication entre les deux systèmes est établie mais pas encore terminé puisque le transfert effectif des données du système R/3 vers APO se fait à l'aide des modèles d'intégrations qui seront décrits en détail à la section suivante.

2.7 Transfert de données de SAP R/3 vers SAP APO à l'aide de CIF

Pour transférer les données maîtresses et transactionnelles du système SAP R/3 vers SAP APO, nous avons besoin de créer des modèles d'intégration. Il est conseillé de créer un modèle d'intégration pour chaque objet transféré (localisation, matériaux, fournisseurs, etc.), afin de pouvoir mieux contrôler le transfert et de le tracer dans le cas où le transfert ne serait pas complété. Ceci a l'avantage de permettre d'intervenir de façon ponctuelle pour chaque objet individuel pour fin de traitement des erreurs de transfert.

Ainsi un modèle est défini par (voir la Figure 2.10) :

- nom du modèle – le nom doit référer à l'objet transféré ;
- système ciblé (*Target System*), défini par le nom logique – le nom logique du système vers lequel nous voulons transférer les objets (SAP APO) ;
- nom de l'application – le nom de l'application correspondante dans le système APO (matériaux, localisation, centres de travail, *etc.*).

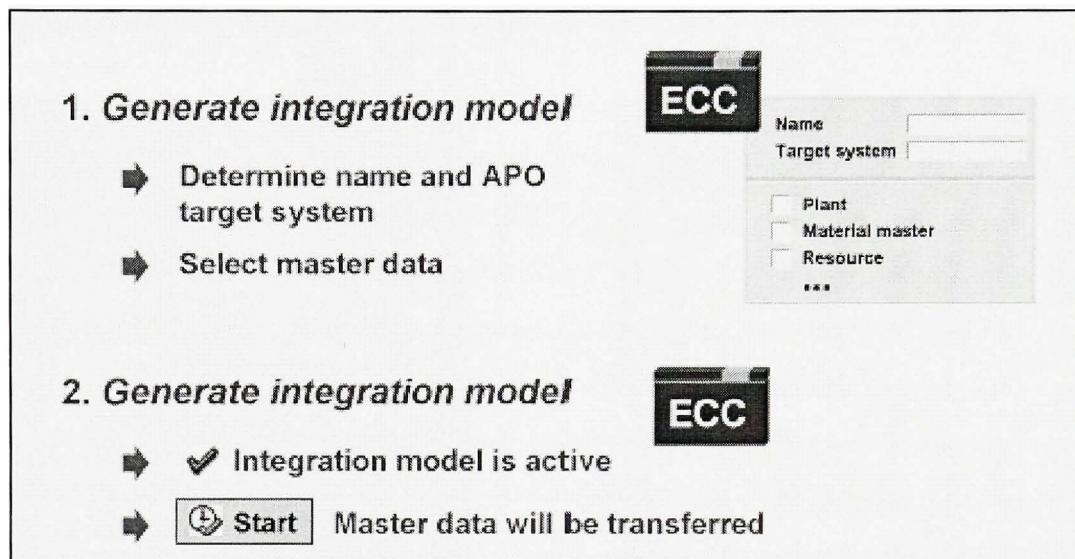


Figure 2.10 Modèle d'intégration.

Tiré de SAPAG. SCM210 (2006)

Les objets maîtres sélectionnés pour le transfert dans le système SAP APO sont :

- usine – une usine (XXPT) ;
- centres de distributions – deux centres de distributions (XXD1 et XXD2) ;
- fournisseurs – cinq fournisseurs ;
- clients – quatre clients ;
- matières – pour l'usine (XXF100, XXS200, XXR300 – XXR420) ;
- matières – pour les centres de distribution (XXF100) ;
- centres de travail – *Bakeline* et *Mixers* ;
- modèles de production – pour *NRG-A* et la pâte *Dough NRG-A* ;
- les fiches d'achats – avec les cinq fournisseurs de matières premières.

Les versions de production sont retrouvées dans le système SAP APO comme modèles de production. Les matériaux deviennent des produits dans APO. Les usines, les centres de distribution, les clients et les fournisseurs dans le système SAP APO sont définis comme des localisations (*Locations*). La figure ci-dessous montre clairement la correspondance entre les données maîtresses du système SAP R/3 et du système SAP APO.

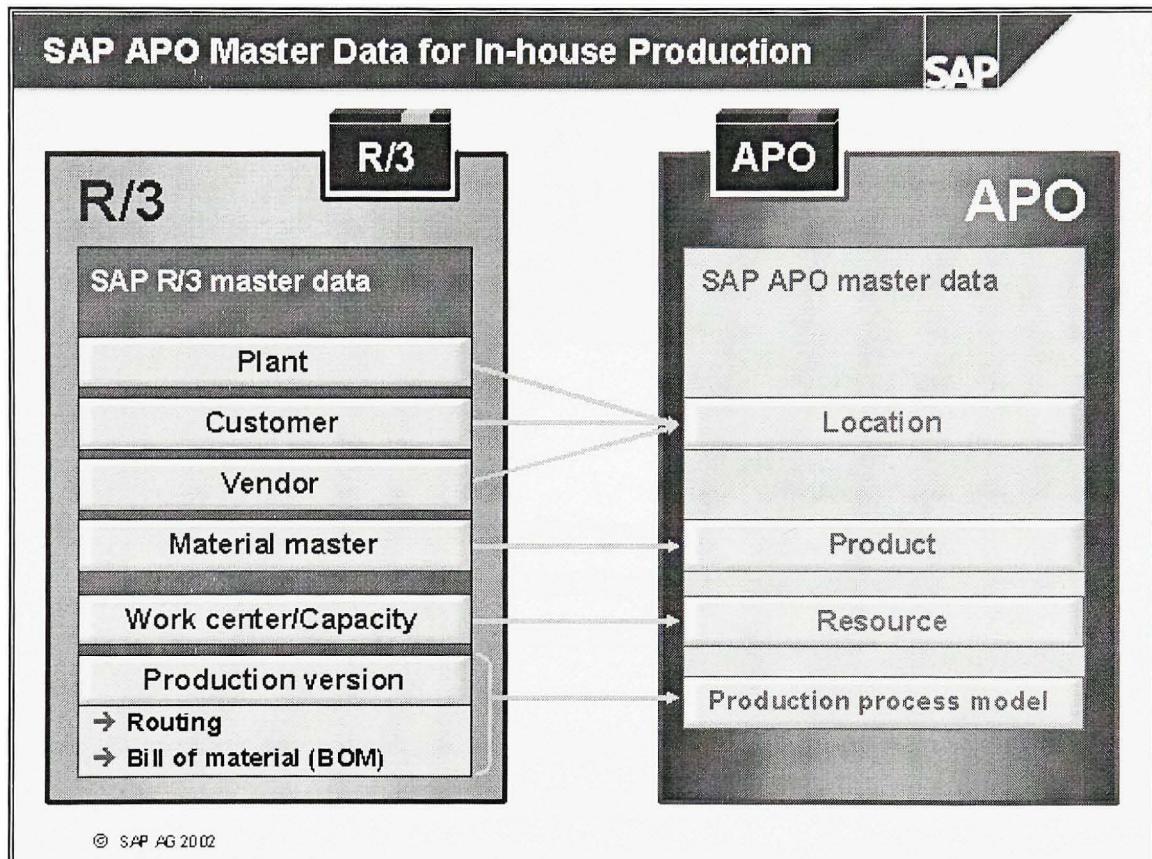


Figure 2.11 Données maîtresses dans le système SAP R/3 et leurs équivalents dans le système SAP APO.

Tiré de (SAPAG.SCM242, 2006)

Les objets transactionnels sélectionnés pour le transfert dans le système SAP APO sont (voir la Figure 2.12) :

- ordre de planification (*planned order*) ;
- ordre de production (*production order*) ;
- ordre de réquisition (*purchase requisition*) ;

- d. ordre d'achat (*purchase order*) ;
- e. ordre de vente (*sales order*).

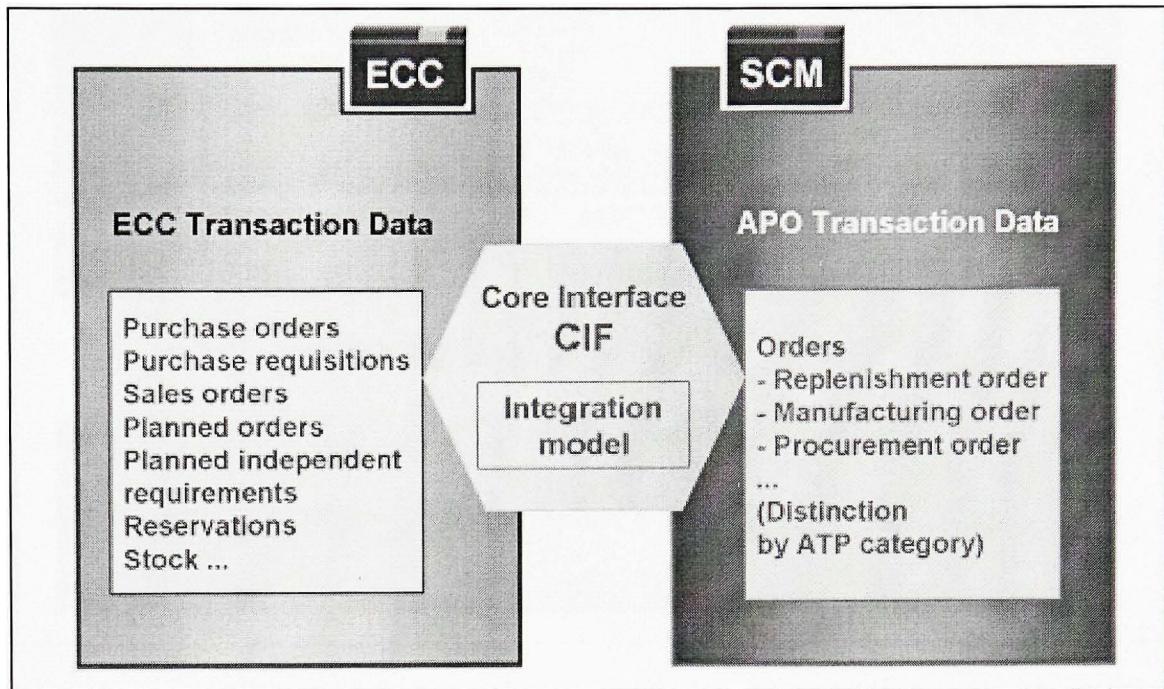


Figure 2.12 Transfert des données transactionnelles.

Tiré de SAPAG. SCM210 (2006)

Une fois les modèles créés, ils doivent être activés l'un après l'autre pour le transfert dans le système SAP APO (voir la Figure 2.13). Suite au transfert, un message de confirmation apparaîtra. Pour s'assurer que le transfert s'est effectivement réalisé, la seule solution est d'aller vérifier dans le système SAP APO.

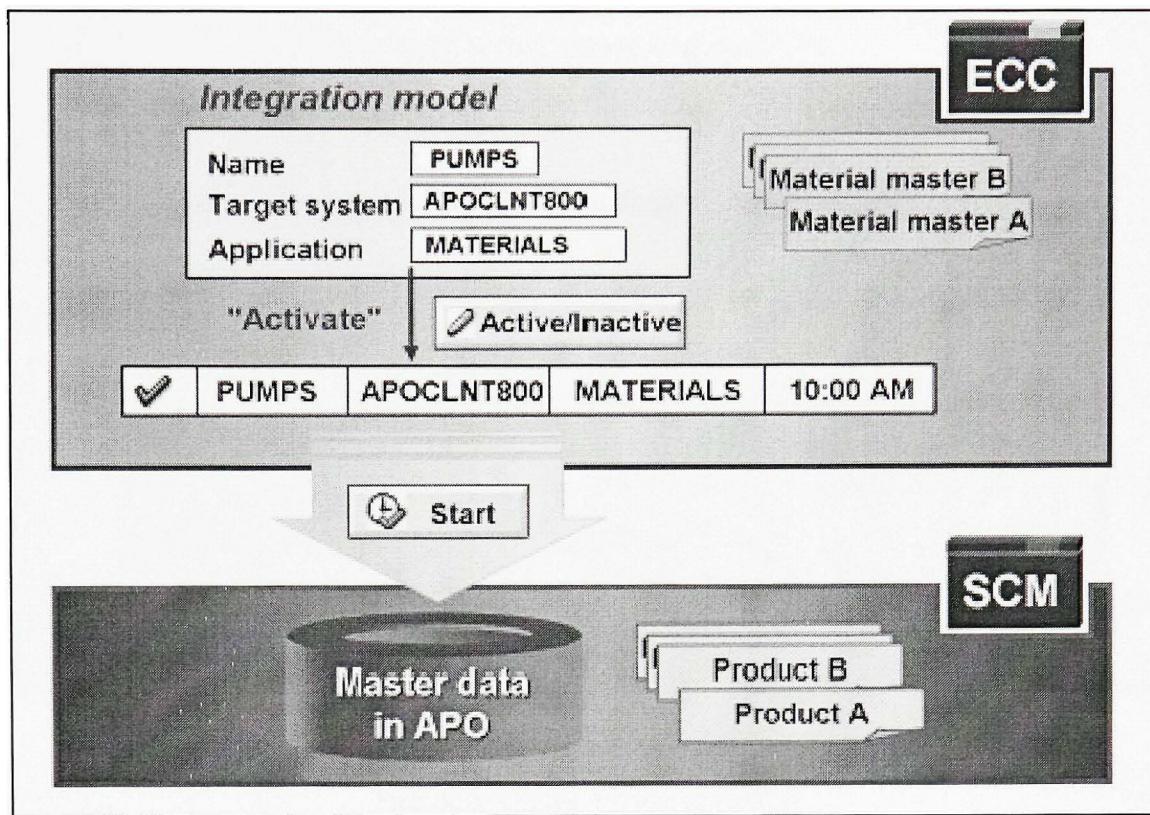


Figure 2.13 L'activation du modèle d'intégration.

Tiré de SAPAG. SCM210 (2006)

La plupart des objets transférés ont les mêmes identifiants que dans le système SAP R/3, mais il y a quelques exceptions. Ainsi les identifiants des centres de production *Bakeline* et *Mixers* sont précédés de la lettre « W » devenant ainsi *WBakeline* et *WMixers*. Ils sont considérés comme étant des ressources dans le système SAP APO (voir la Figure 2.14).

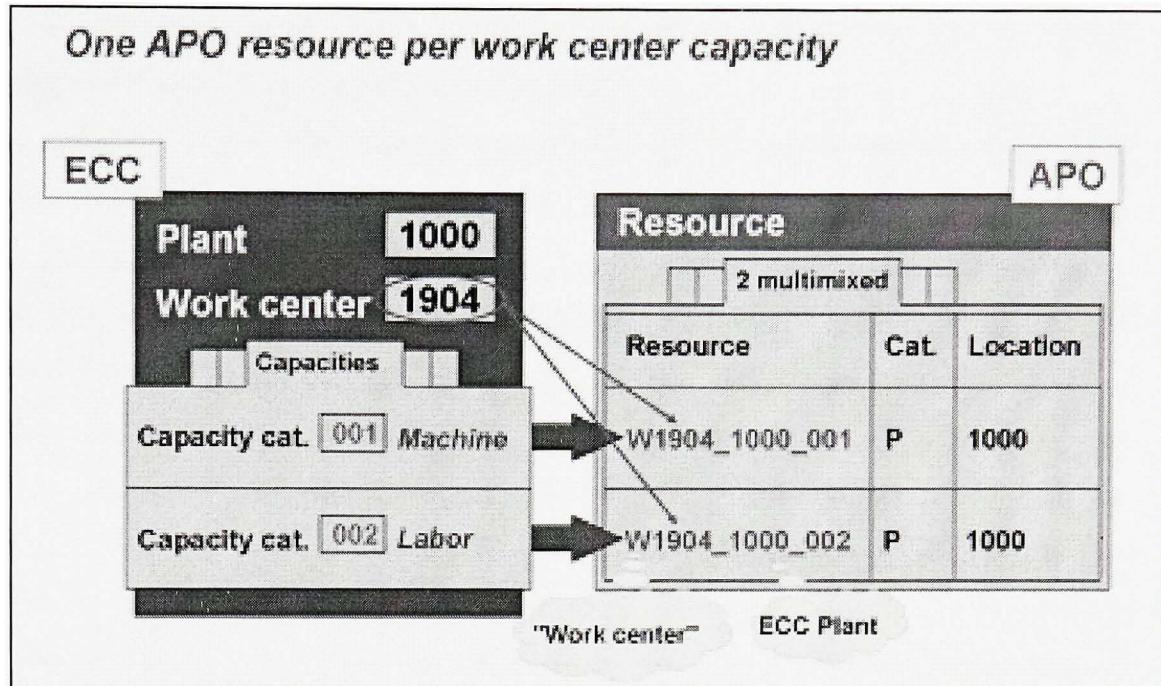


Figure 2.14 Centres de travail dans le système SAP R/3 et SAP APO.

Tiré de SAPAG. SCM210 (2006)

2.8 Conclusion

Ainsi, dans ce chapitre, comme étapes préparatoires, nous avons explicité la structure organisationnelle de l'entreprise sur laquelle s'appuie le système SAP R/3. La description et le processus d'affaires de la compagnie « Fitter Snacker » ont été mis en évidence, en particulier la structure organisationnelle, la logistique interne et les relations avec les fournisseurs et les clients.

Dans ce projet, nous avons ajouté deux centres de distribution et nous les avons intégré dans le scénario de base afin de rendre le réseau plus réaliste. Ensuite, nous avons explicité la manière de configurer le système SAP R/3 pour qu'il puisse s'intégrer avec le système SAP APO dans le scénario que nous réaliserons. Ainsi, dans le système SAP R/3, des modifications ont été apportées à la base de données originale de « Fitter Snacker » et une partie des données maîtresses supplémentaires spécifiques au système SAP APO a été créée.

Par la suite, nous avons donné une brève description des étapes à suivre pour assurer l'intégration entre les systèmes SAP R/3 et APO.

Une fois l'intégration réalisée, les données maîtresses et transactionnelles ont été transférées dans le système SAP APO à l'aide de plusieurs modèles d'intégration.

Dans le chapitre suivant, nous allons montrer la manière de monter le scénario dans le système SAP R/3.

CHAPITRE 3

SCÉNARIO À RÉALISER AVEC LE SYSTÈME SAP R/3

3.1 Introduction

Pour réaliser le scénario à l'aide du système SAP R/3 nous utilisons la base de données de la compagnie « Fitter Snacker » déjà existante dont la description a été faite à la section 2.3. Plus loin, nous allons mettre en évidence les changements et le développement nécessaires à apporter à la base de données originale pour la réalisation du scénario avec le système SAP R/3.

Tout d'abord, nous choisissons un ensemble de données dans le système SAP R/3 auquel on ajoute les deux centres de distribution dans lesquels nous avons défini le produit fini NRG – A et l'entrepôt 300 pour son stockage. En plus, des routages sont créés pour le produit fini et semi-fini au niveau des centres de travail (*Bakeline* et *Mixers*). Ceux-ci étant faits, le scénario à réaliser dans le système SAP R/3 comporte trois processus distincts :

- a. processus de production ;
- b. processus d'approvisionnement ;
- c. processus de vente.

Tel que présenté à la Figure 3.1, chaque processus englobe plusieurs activités.

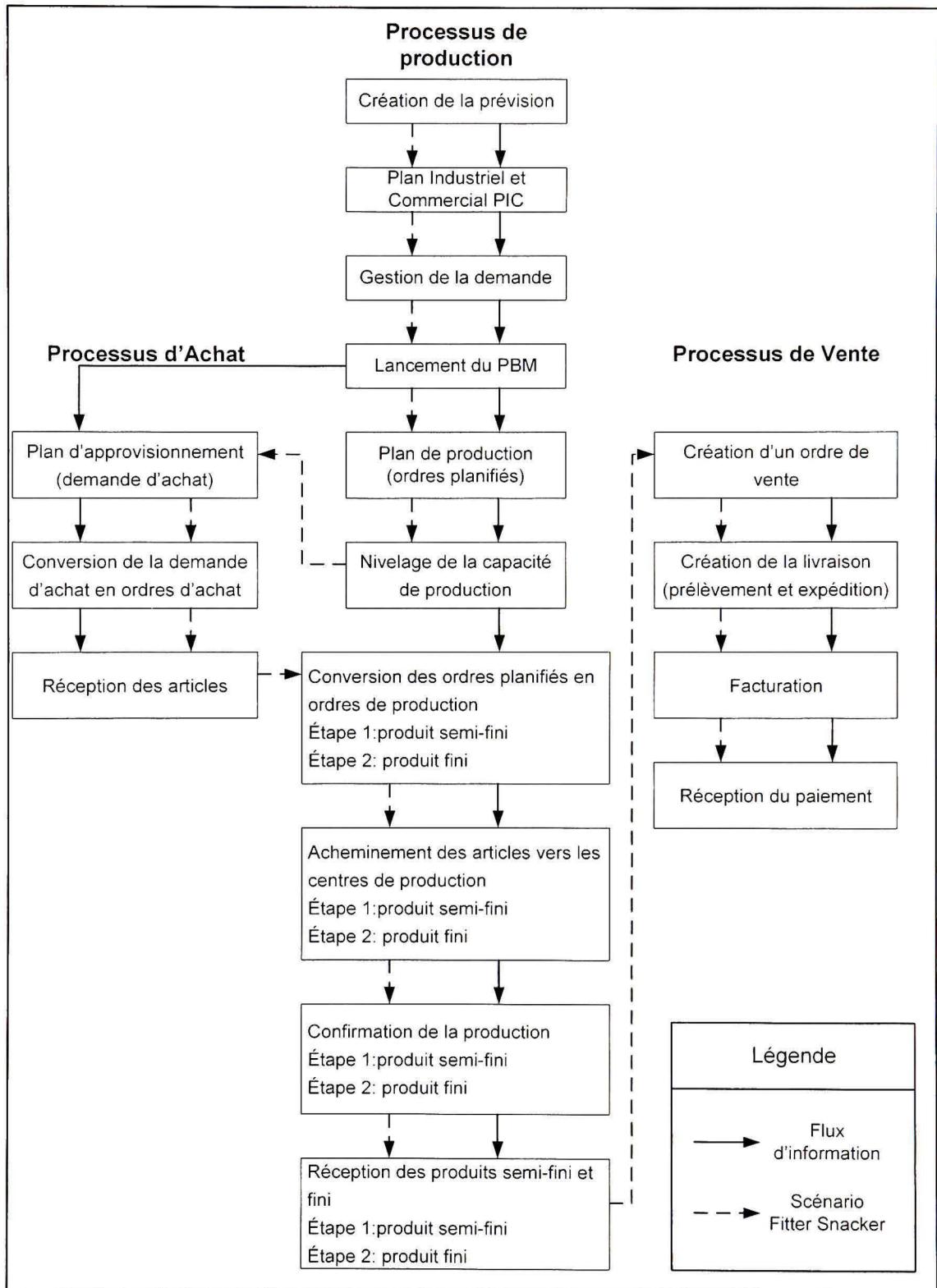


Figure 3.1 Scénario SAP R/3.

3.2 Crédation des prévisions et du plan industriel et commercial (PIC)

L'outil de prévision le plus complet dans SAP R/3 est disponible dans la transaction du plan industriel et commercial - PIC (*Sale and operation planning - SOP*) (voir l'Annexe II pour la création des prévisions et du plan global de vente). Le PIC nous donne la possibilité de définir les objectifs opérationnels de ventes, de fabrication et d'autres objectifs de la chaîne logistique en fonction des données historiques, existantes et prévisionnelles (voir la Figure 3.2). Par l'intermédiaire de cette transaction, nous avons la possibilité de calculer les prévisions, le plan de vente et le plan de production sur un horizon de moyen à long terme (stratégique), en fonction de plusieurs critères (données historiques, niveau du stock, jours d'approvisionnement, *etc.*). Finalement, nous pouvons fixer les capacités et autre ressource requises pour atteindre les objectifs établis.

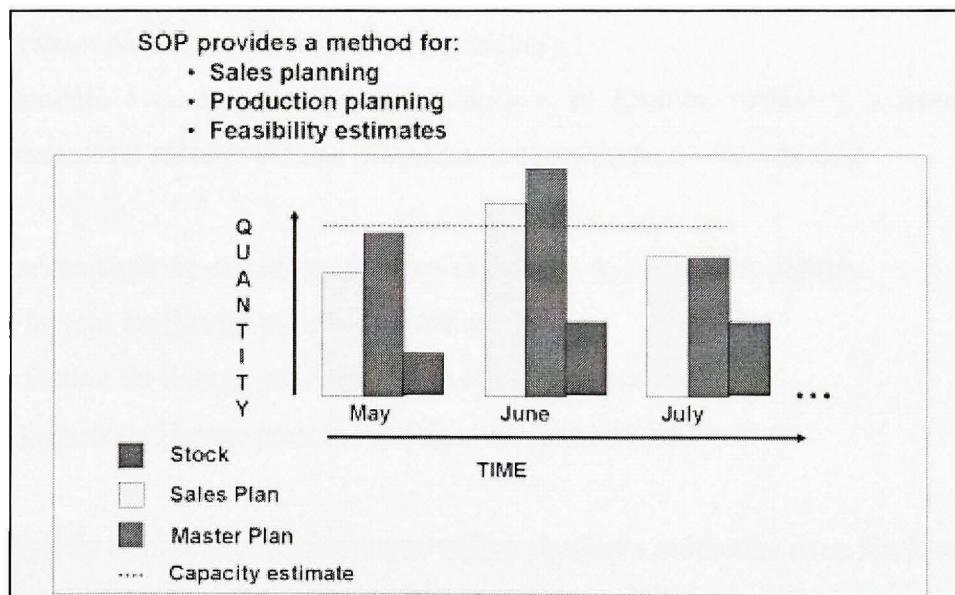


Figure 3.2 SOP plan.

Tiré de SAPAG. SCM240 (2004)

Le système est capable de calculer les prévisions pour plusieurs produits appartenant au même groupe simultanément. Ces produits vont être désagrégés par la suite en utilisant les proportions historiques. Pour cela, il est nécessaire de créer un groupe de produits dans lequel

les produits sont représentés par de proportions. Dans notre cas, nous avons un seul produit fini (NRG-A) et la planification sera faite en fonction de celui-ci. Ensuite, utilisant les données historiques des trois dernières années, nous avons calculé la prévision pour les prochains 12 mois. Le système possède plusieurs stratégies de calculs pour les prévisions (voir la Figure 3.3). Parmi elles, nous pouvons énumérer :

- a. le modèle constant – les prévisions résultantes sont constantes ;
- b. le modèle automatique de sélection – le système vérifie la saisonnalité et la tendance tout d'abord. S'il trouve des valeurs pour ces deux paramètres, alors il va appliquer cette stratégie, sinon le modèle constant va être choisi et appliqué aux valeurs historiques ;
- c. le modèle saisonnier – le système vérifie la saisonnalité des données historiques, la prévision résultante étant aussi avec saisonnalité ;
- d. le modèle avec tendance – le système vérifie la tendance des données historiques et la prévision résultante étant aussi avec tendance ;
- e. le modèle avec saisonnalité et tendance – le système vérifie la saisonnalité et la tendance. Le résultat est une prévision avec tendance et saisonnalité.

Pour chaque stratégie de calcul, les facteurs de lissage α , β et γ sont définis.

- a. α – facteur de lissage pour le modèle constant ;
- b. β – facteur de lissage pour le modèle avec tendance ;
- c. γ – facteur de lissage pour le modèle avec saisonnalité.

Pour le calcul de la prévision, nous avons utilisé plusieurs méthodes avec les facteurs α , β , γ égaux à 0.30. Ainsi, pour trouver la meilleure prévision, trois simulations avec des méthodes de prévisions différentes ont été effectuées. Les méthodes choisies sont :

- a. la méthode avec tendance ;
- b. la méthode avec saisonnalité ;
- c. la méthode avec saisonnalité et tendance.

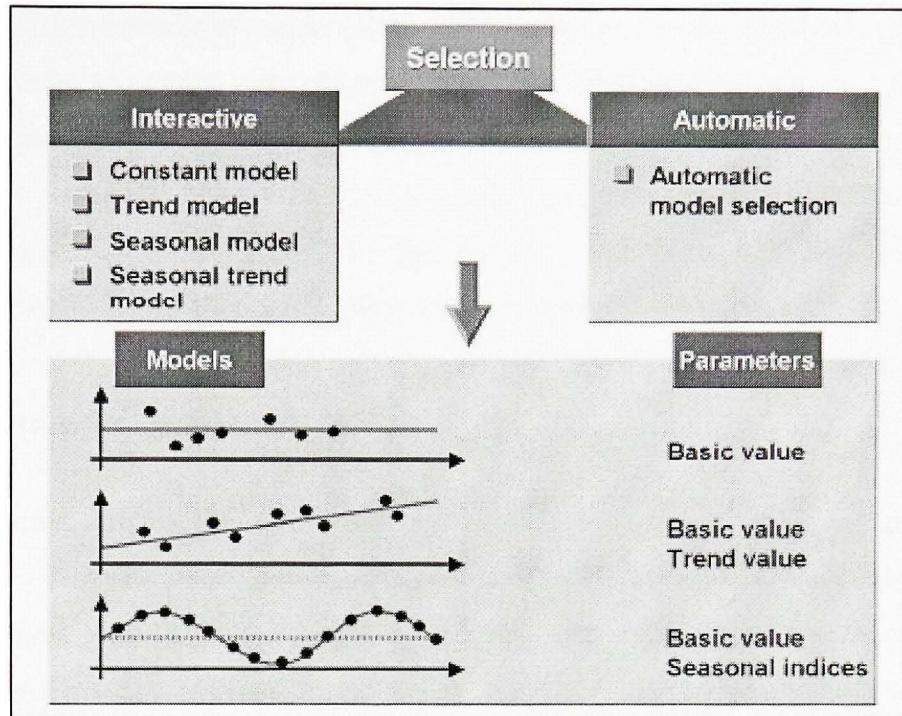


Figure 3.3 Sélection du modèle.

Tiré de SAPAG. SCM525 (2005)

La meilleure prévision a été choisie en fonction des erreurs de calcul suite aux simulations. Parmi les erreurs de calcul que le système est capable de calculer, notons l'écart moyen absolu (MAD) et l'erreur totale. Nous avons choisi de prendre en considération la même erreur que nous avons choisie dans le choix de la meilleure prévision dans le système SAP APO, le MAD.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |P(t) - V(t)| \quad (3.1)$$

Où :

$V(t)$ = la valeur réelle de la demande

$P(t)$ = la valeur donnée par la prévision

n = nombre de périodes

t = temps

Ainsi, la prévision retenue est saisonnière; ses valeurs ont été copiées dans le plan de vente pour la prochaine année et utilisées dans la planification de la production et d'approvisionnement en matières premières. Dans la même transaction, nous avons la possibilité de corréler le plan de vente avec le plan de production ainsi qu'avec le niveau du stock qui est introduit manuellement. Le plan de production final est un plan brut (*Rough-cut capacity planning*) qui ne tient pas compte de la capacité des ressources.

3.3 **Gestion de la demande (DM)**

Une fois calculé, le plan global de vente est envoyé à la gestion de la demande (*Demand management - DM*) où a lieu la désagrégation, ce qui en résulte un plan pour chaque produit individuellement (cas du groupe de produit) (voir la Figure 3.4). Dans notre cas, comme il s'agit d'un seul produit, le résultat est un plan des besoins indépendants pour le produit fini NRG-A. Le DM détermine les dates des besoins.

Pour créer le programme de production, il est nécessaire de définir une stratégie de planification pour chacun des produits. Cette stratégie permet de planifier la méthode de production ou d'achat d'un produit. La stratégie permet également de spécifier si la fabrication doit être unitaire (déclenchée par les commandes clients) ou sur stock. Dans notre scénario, la stratégie choisie est la fabrication sur stock et planification avec montage final (stratégie 40 dans le système SAP R/3). Elle est utilisée surtout quand on peut prévoir les quantités à produire pour le produit fini. Cette stratégie de planification nous permet de réagir rapidement aux besoins clients puisque le programme de production est ajusté dynamiquement en fonction de la situation des besoins actuels.

Le résultat du DM est le programme de production qui fait la distinction entre les besoins indépendants planifiés (sur le produit fini ou éventuellement sous ensemble) et les besoins indépendants client (rattaché à une vente à un client).

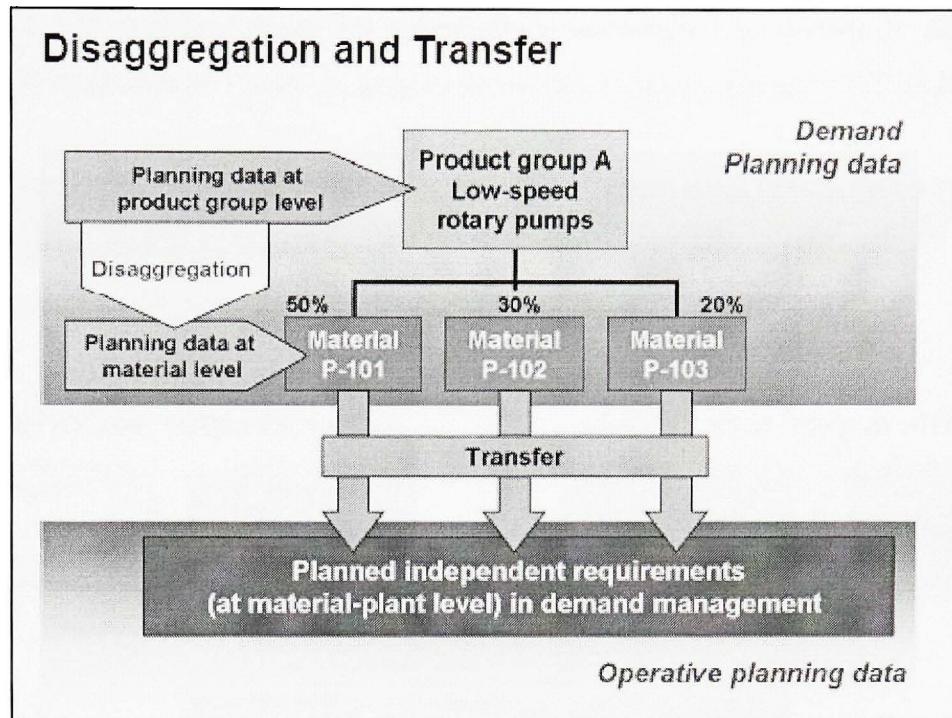


Figure 3.4 Désagrégation et transfert.

Tiré de SAPAG. SCM100 (2004)

Le plan de vente est considéré comme une demande indépendante (demandes planifiées pour les ventes futures) et représente le point de départ dans la planification de l'approvisionnement (voir l'Annexe III pour la gestion de la demande). Il est assigné à une version, donnant ainsi la possibilité de maintenir plusieurs versions de planification de la demande pour le même produit (à des fins de simulation). La seule version opérationnelle est celle active. L'horizon de planification est plus court ou égal à celui du PIC (horizon tactique). Comme intrants, le plan est capable de prendre en considération les valeurs qui proviennent d'éléments suivants (voir la Figure 3.5) :

- plan de vente ;
- plan de production ;
- prévisions pour un matériel ou un groupe de produits ;
- saisie manuelle ;
- autre plan fourni par un logiciel de planification non SAP.

La gestion de la demande donne les informations nécessaires au niveau du MRP pour la planification au niveau de l'unité de gestion des stocks et fait le lien entre PIC et MRP.

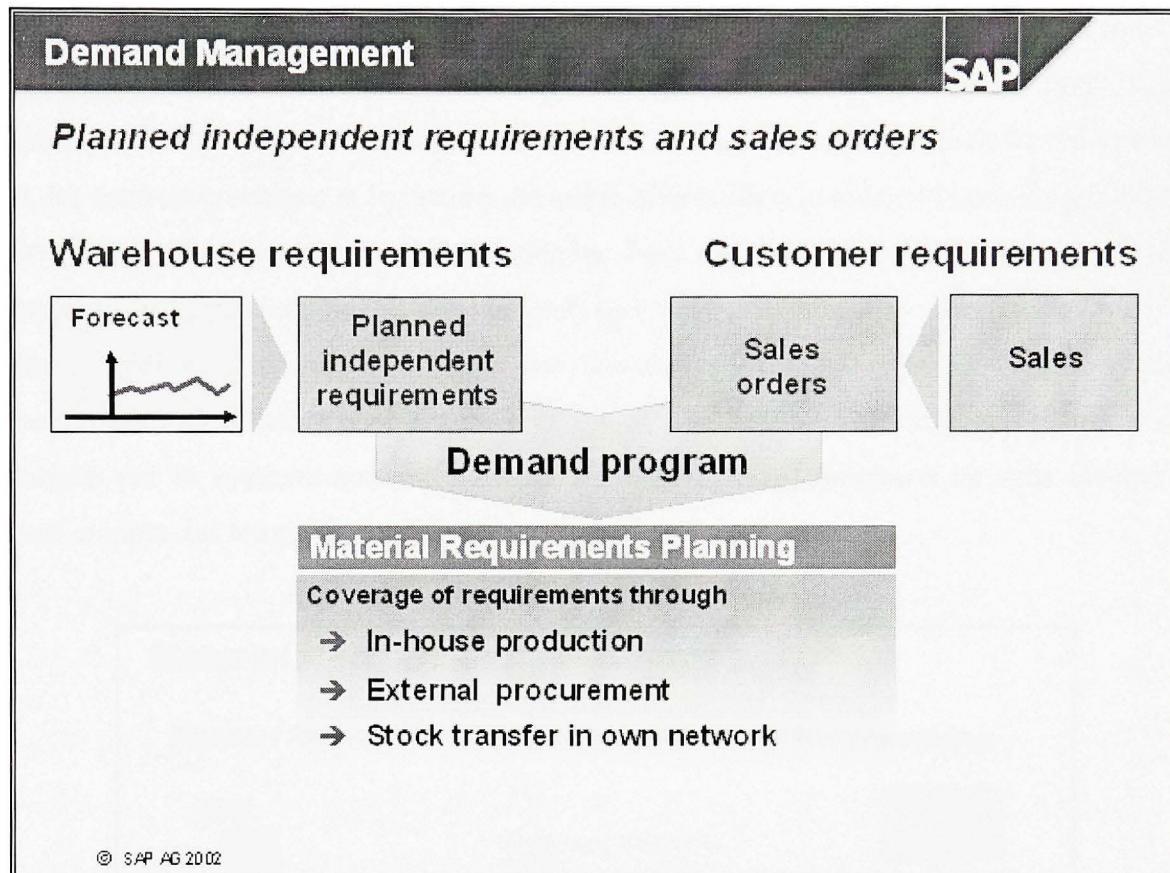


Figure 3.5 Gestion de la demande.

Tiré de SAPAG. SCM240 (2004)

3.4 Lancement du MRP, planification du plan d'approvisionnement et de production

Le plan de vente une fois désagrégée (dont la création a été décrite à la section précédente) a été transmis au niveau immédiatement inférieur, celui de la planification des besoins matières (*Material Requirement Planning - MRP*). Le MRP représente la première étape dans le processus de planification de la production sur un horizon de planification à court terme, opérationnelle (voir l'Annexe IV pour MRP). Le MRP détermine les quantités exactes des composants et des matières premières nécessaires pour la satisfaction de la demande en

produits finis. Les dates d'approvisionnement sont calculées en fonction des dates d'exigibilité des produits finis (voir la Figure 3.6).

Pour la production interne, le plan d'approvisionnement (chargement) est calculé en fonction du routage au niveau duquel nous avons défini les opérations qui entrent dans le processus de fabrication et leur temps d'exécution. Au moment du lancement de la production du produit fini, les sous-assemblages et la matière première définis dans la nomenclature du produit fini doivent être déjà disponibles dans les dépôts. Pour cela l'approvisionnement en matières premières ou la production des sous-assemblages doivent commencer en avance. Ainsi, la demande indépendante est convertie en une demande dépendante. Pour ce faire, le système créera des ordres planifiés pour chaque composant. Les dates de planification des ordres sont calculées par le système automatiquement à l'aide de la planification en sens inverse en tenant compte des temps de production ou du plan de livraison.

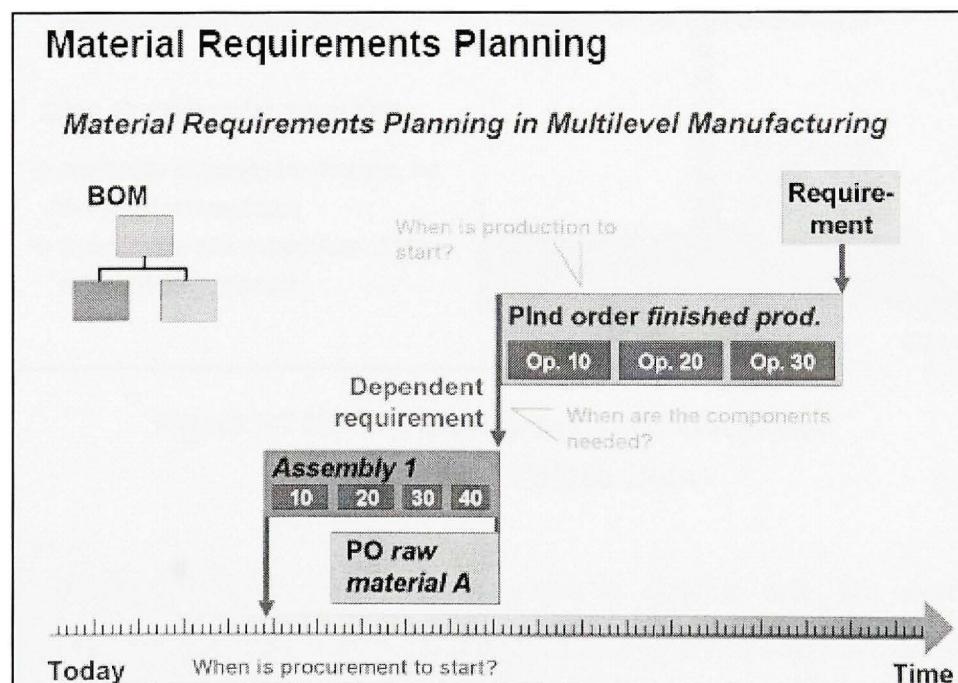


Figure 3.6 Le MRP.

Tiré de SAPAG. SCM100 (2004)

Pendant la réalisation du MRP le système ne tient pas compte des capacités en réalisant un plan en capacité infinie. Pour pouvoir planifier la capacité, le système doit créer une capacité au niveau des centres de production en se basant sur les ordres planifiés. La capacité est créée sans tenir compte de la date de disponibilité du centre de travail (voir la Figure 3.7).

C'est seulement à la deuxième étape, celle de la planification des capacités, que le système prend en considération la date de disponibilité du centre de travail. Pendant cette étape, le système procède à l'ordonnancement des ordres planifiés de telle façon que le plan de production soit nivelé et accompli en totalité.

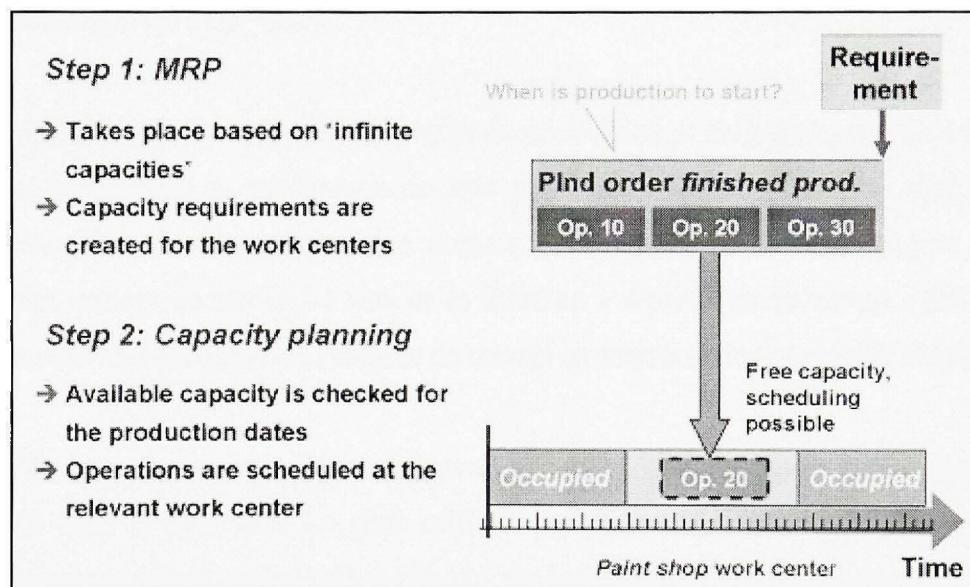


Figure 3.7 MRP et la planification de la capacité.

Tiré de SAPAG. SCM100 (2004)

Après le lancement du MRP, nous observons que le système crée des ordres planifiés (*Planned orders*) pour les composants qui doivent être produits à l'interne et des demandes d'achats (*Purchasing requisitions*) pour les composants qui doivent être achetés à l'externe. Pour chaque produit fini produit à l'interne, le système calcule une demande dépendante pour les sous-assemblages et les matières premières nécessaires à leur fabrication en « explosant » la nomenclature des produits (*BOM explosion*). Si une pénurie de matière existe, des ordres

planifiés sont créées pour les produits manquants. À la deuxième étape, pendant la planification de la capacité et le niveling, les ordres planifiés sont convertis en ordres de production et les demandes d'achats en ordres d'achat.

3.5 Le niveling de la capacité

Après le lancement du MRP, un niveling des capacités s'impose (voir l'Annexe V pour le niveling de la capacité). À cette fin, le système possède plusieurs stratégies prédefinies. La stratégie choisie est celle avec l'ordonnancement en mode fini sur un horizon de planification de deux semaines incluant la prise en compte de la capacité et le jalonnement en aval (cette stratégie est identifiée SAP_001).

Dans la transaction, les vues pour les centres de production et les ordres planifiés sont créées. Cependant, les centres de production ne sont pas chargés et les ordres ne sont pas encore ordonnancés. Pour le chargement des centres de production, il faut assigner les ordres planifiés aux centres de travail à l'aide de la fonction « répartition de travail » (*Dispatching*). Les ordres vont être assignés aux centres de travail en fonction de la capacité disponible.

L'analyse de la capacité d'un centre du travail se fait à l'aide de plusieurs fonctions qui sont disponibles dans le système. La plus utilisée est la fonction d'évaluation du niveau de chargement par centre de travail où, à l'aide d'un graphique, nous avons un aperçu du niveau de chargement, de la capacité disponible et de la surcharge (voir la Figure 3.8).

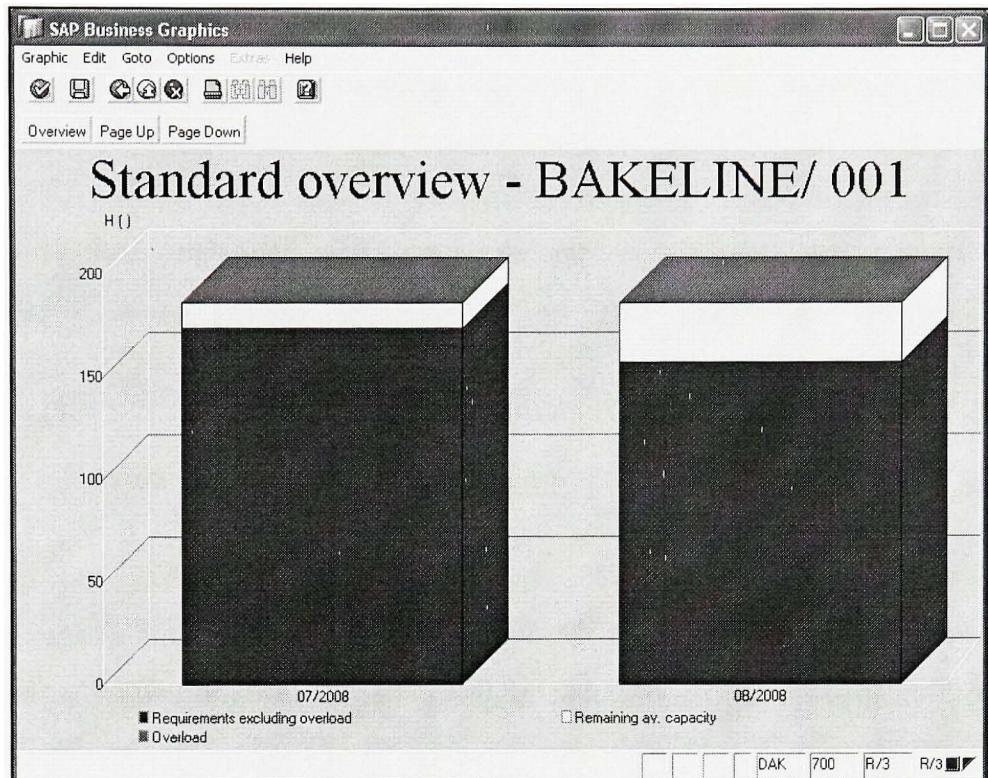


Figure 3.8 L'évaluation de la capacité.

3.6 Conversion de la demande d'achat en ordre d'achat

À cette étape, nous avons un plan de production et un plan d'approvisionnement qui tiennent compte des prévisions.

Tel que mentionné précédemment, les stocks initiaux de tous les produits sont supposés être nuls. Il est donc nécessaire d'acheter les matières premières requises à la fabrication des produits semi-finis et finis avant de lancer l'activité de production.

La conversion de la demande d'achat en ordre d'achat se fait dans la transaction de « l'évaluation du niveau du stock » en choisissant la demande d'achat correspondante (voir l'Annexe VI pour la conversion de la demande d'achat en ordre d'achat). Par la suite, il faudrait choisir le fournisseur et les quantités requises. Ainsi, un ordre d'achat est créé pour chaque matière première.

Le système offre la possibilité de faire la conversion de manière individuelle ou pour tous les ordres d'achat simultanément et ce, pour la totalité de l'horizon de planification MRP (15 jours). Dans ce dernier cas, il faut calculer préalablement les quantités nécessaires à commander. Ainsi des ordres d'achat ont été créés au niveau des chaque matière première. Pour que les quantités soient prises en considération, une actualisation des données est nécessaire pour chaque produit à part au niveau de la transaction « évaluation du niveau du stock ».

3.7 Réception des articles

Une fois la commande d'achat lancée et après avoir été transportée, la marchandise doit être réceptionnée (voir l'Annexe VII pour la réception des articles). Dans notre scénario, l'activité de transport n'est pas prise en considération. La réception se fait à l'aide de la transaction « réception des articles » avec l'ordre d'achat comme référence. Un document de réception est créé par le système. Pour mettre les quantités disponibles dans le stock, une nouvelle actualisation des données doit être accomplie. Ainsi, les quantités achetées apparaissent comme un stock physique dans le dépôt des matières premières.

3.8 Conversion des ordres planifiés en ordres de production

Le lancement de la production se fait par la conversion des ordres planifiés en ordres de production, d'abord pour le produit semi-fini et ensuite pour le produit fini (voir l'Annexe VIII pour la conversion des ordres planifiés en ordres de production). Pour une certaine période, la conversion des ordres planifiés peut se faire de manière individuelle ou en masse pour tous les ordres planifiés simultanément. Il est important de souligner à ce stade que les ordres planifiés choisis pour la conversion ont été planifiés en tenant compte de la capacité. Après conversion, les ordres apparaissent comme des ordres de production dans la transaction « évaluation du niveau du stock ».

3.9 Acheminement des articles vers les centres de production

Le processus d'acheminement des articles de leurs dépôts vers les centres de production est contrôlé au niveau du pilotage de l'atelier (voir l'Annexe IX pour l'acheminement des articles). L'acheminement des articles se fait en se basant sur les ordres de production (pour le produit semi-fini puis le produit fini). Le système calcule les quantités nécessaires des articles qui doivent être sortis pour chaque ordre. Le nombre maximal d'ordres qui peuvent être pris en charge simultanément par le système est de cinq.

Après avoir accepté les quantités proposées par le système, un document pour la sortie des articles est créé.

3.10 Confirmation de la production

Le processus effectif de production commence avec la confirmation de la production pour les ordres de production choisis (voir l'Annexe X pour la confirmation de la production). Les quantités acheminées doivent être confirmées, à nouveau, avec le statut « confirmation finale ». Tout d'abord, la confirmation se fait pour le produit semi-fini *Dough NRG-A*. C'est seulement après sa production et son stockage qu'il est possible de lancer la production pour le produit fini *NRG-A*.

3.11 Réception des produits

La réception des produits semi-finis et finis se fait au dépôt 200 pour le produit semi-fini et 300 pour le produit fini. La référence pour la réception reste toujours les ordres de production (voir l'Annexe XI pour la réception des produits). Les quantités produites dépendent de la grandeur du lot défini pour chaque matière. Ainsi, pour le produit semi-fini, nous avons des lots fixes de 500 livres et pour le produit fini des lots fixes de 7 caisses. Après avoir fait la réception du produit semi-fini, son acheminement vers le centre de production *Bakeline* pour la production du produit fini peut commencer. Après avoir manufacturé le produit fini, celui-ci est acheminé vers le dépôt pour la réception.

C'est ainsi que nous obtenons des stocks pour tous les produits (matières premières, produit semi-fini et produit fini). Ces stocks peuvent être visualisés dans la transaction « évaluation du niveau du stock ».

3.12 Crédation d'un ordre de vente

Une fois que le stock de produit fini est disponible dans le dépôt, le processus de vente peut être déclenché. Il commence par la création d'un ordre de vente standard (voir l'Annexe XII pour la création d'un ordre de vente). L'ordre est assigné à l'organisation de vente, au canal de distribution et à la division de vente. Il est caractérisé par :

- a. le nom du client – coïncide avec la destination de la commande ;
- b. le numéro d'ordre – spécifique pour chaque client (saisi à la main) ;
- c. le nom du produit – le nom de produit mis en vente ;
- d. la quantité commandée – demandée par le client.

Après avoir vérifié l'état du stock, le système propose une date de livraison qui tiendra compte du délai de livraison et dans le cas où le stock serait nul, tiendra compte de la production en plus du délai d'approvisionnement.

3.13 Crédation de la livraison (le prélèvement et l'expédition)

Le document de livraison est créé conformément à l'ordre de vente et au lieu d'expédition de la marchandise (voir l'Annexe XIII pour la création de la livraison). Ainsi, la donnée enregistrée dans l'ordre de vente apparaît dans le document de livraison.

Le processus de livraison englobe les activités de prélèvement et d'expédition du produit qui doivent être accomplies pour finaliser la livraison. Ainsi au niveau de l'activité de prélèvement, la quantité prélevée doit être saisie manuellement puis confirmée pour l'expédition.

Le système nous donne la possibilité de vérifier l'état du processus de livraison en accédant à la transaction « flux des documents ». À ce stade, l'état est :

- a. l'ordre de vente – complété ;
- b. livraison – au début du processus, mais avec les activités de prélèvement et d'expédition complétée.

Pour finaliser la livraison, le processus de facturation doit être accompli. C'est ce que nous abordons à la prochaine section.

3.14 Facturation

La facturation se fait conformément à l'ordre de vente et à l'organisation qui prend en charge la vente (voir l'Annexe XIV pour la facturation).

La facture est caractérisée par :

- a. un numéro et la date de la facture ;
- b. un numéro d'ordre de vente ;
- c. le nom du client ;
- d. le lieu d'expédition.

À cette étape, la livraison change de statut dans le flux des documents qui devient « livraison complétée ». Toutefois la facture est enregistrée dans le flux des documents avec le statut en solde.

3.15 Réception du paiement

Le paiement prend comme référence le numéro et la date de la facture (voir l'Annexe XV pour la réception du paiement). Suite à la réception du paiement, un reçu est émis. Ses caractéristiques sont :

- a. le numéro du compte – dans lequel se fait le versement ;
- b. le montant – le montant de la facture ;
- c. la devise – le nom de la devise dans laquelle se fait la transaction.

Ainsi le cycle de vente est complété, ce qui peut être visualisé et confirmé en vérifiant son statut encore une fois dans la transaction « flux des documents ».

3.16 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit le scénario que nous avons implanté dans le système SAP R/3. En particulier, la base de données originale a été développée. La simulation du scénario peut débuter dès lors que les données transactionnelles nécessaires sont calculées (prévisions). À travers cette simulation, le plan de production en mode infinie, la désagrégation, le MRP, le plan de production en mode fini et les processus d'achat et de vente ont été décrits.

Dans le chapitre suivant, nous allons montrer la manière d'implanter le scénario dans le système SAP APO.

CHAPITRE 4

SCÉNARIO À RÉALISER À L'AIDE DU SYSTÈME SAP APO

4.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous allons détailler la méthodologie poursuivie afin de pouvoir réaliser le scénario analysé dans le système SAP APO. Cette méthodologie a été développée et présentée dans plusieurs ateliers qui ont précédé les congrès de *SAP University Alliance* Talos, *et al.* (2008). Les paragraphes suivants résument de façon concise notre manière de procéder.

Tout d'abord, nous avons préparé le système SAP R/3 pour qu'il puisse s'intégrer dans le scénario à réaliser (voir le Chapitre 2). Ainsi, dans le système SAP R/3, des modifications ont été apportées à la base de données originale de « Fitter Snacker » et une partie des données maîtresses supplémentaires spécifiques au système SAP APO a été créée. Ensuite ces données ont été transférées au système SAP APO à l'aide de plusieurs modèles d'intégration. À l'étape suivante, nous avons créé dans le système SAP APO d'autres données maîtresses, nécessaires dans le processus de planification du réseau, en plus de celles transférées par le système SAP R/3.

Suite aux étapes précédentes, toutes ces données ont été rassemblées dans un modèle à l'aide du sous-module *Supply Chain Engineer* (SCE). Le modèle ainsi obtenu contiendra toutes les données maîtresses et transactionnelles du réseau.

Les données transactionnelles (données historiques) sont extraites à partir d'une feuille de MS Excel à l'aide du module BW qui est complètement intégré au système SAP APO. Ensuite, ces données historiques sont utilisées pour calculer les prévisions des 12 prochains mois à l'aide du module DP. À partir de ces prévisions, nous avons calculé les stocks de sécurité pour le produit NRG-A au niveau de l'usine.

Il est important de mentionner que le calcul du stock de sécurité n'est fait que dans le scenario réalisé avec le système SAP APO (illustré dans ce mémoire pour fin pédagogique) et que pour cette raison il n'est pas pris en compte dans l'analyse des résultats (Chapitre 5).

Suite au transfert de ces données vers notre modèle, nous avons planifié le réseau entier sur un horizon de 12 mois à l'aide de plusieurs heuristiques disponibles dans le module SNP.

La planification détaillée est faite avec le module d'ordonnancement PP/DS sur un horizon en jours, minutes et secondes. Ensuite, la marchandise fabriquée est mise à la disposition des véhicules de transport à l'aide du module de déploiement. Le chargement est optimisé à l'aide de la fonction « outil constructeur de chargement du transport » (*Transport Load Builder - TLB*).

Le processus à réaliser dans le scénario APO est schématisé à la Figure 4.1. Il est important de souligner que les deux premières étapes ont été réalisées dans le cadre du Chapitre 2.

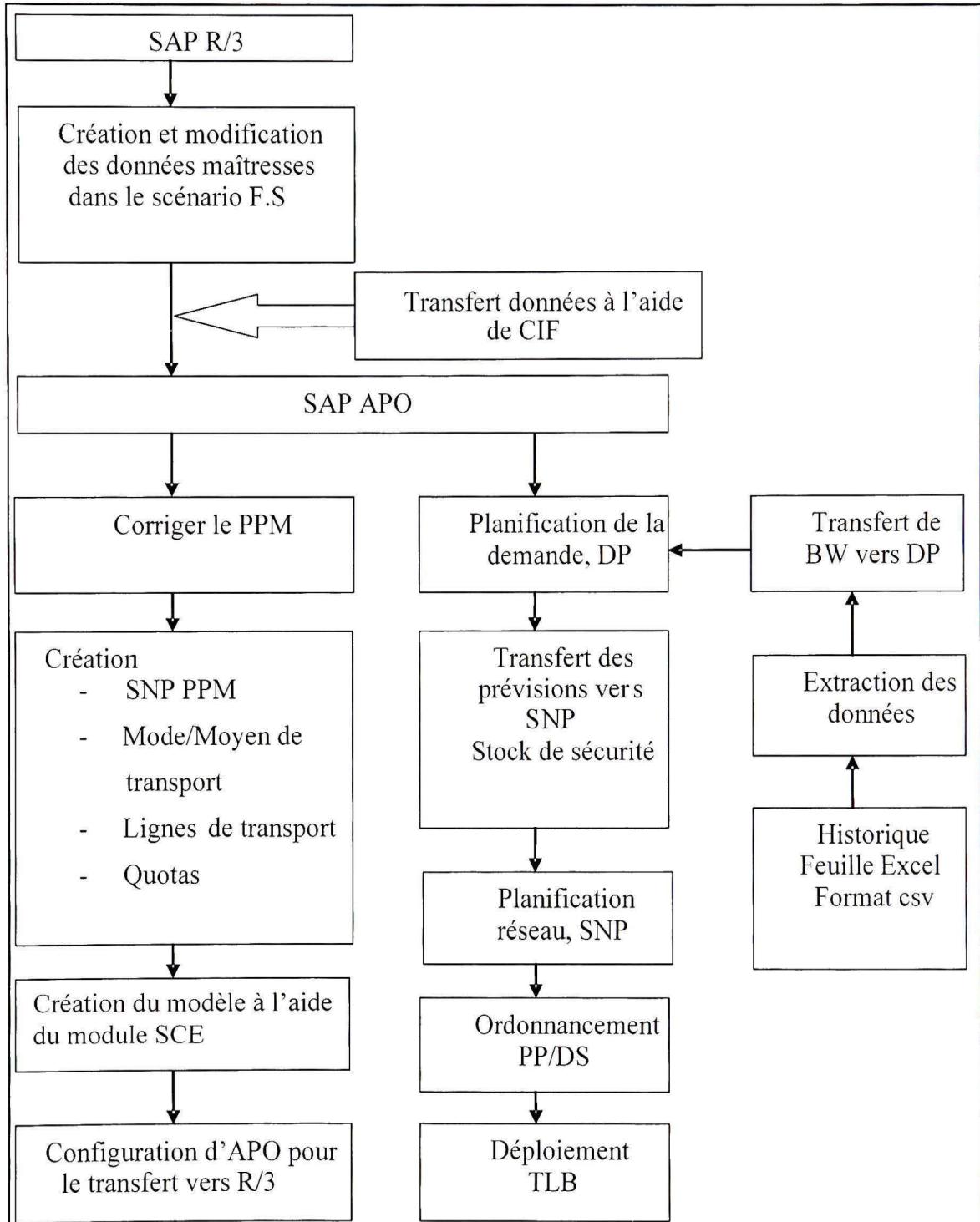


Figure 4.1 Étapes poursuivies dans la planification à l'aide des systèmes SAP R/3 et SAP APO.

4.2 Correction du modèle de production PPM après le transfert dans le système SAP APO

Les versions de production définies préalablement dans le système SAP R/3 pour les produits « XXF100 » et « XXS200 » deviennent des modèles de production dans SAP APO, qui englobent la nomenclature et le routage des produits. Ceux-ci permettront éventuellement de faire la planification de la production en mode finie (voir la Figure 4.2).

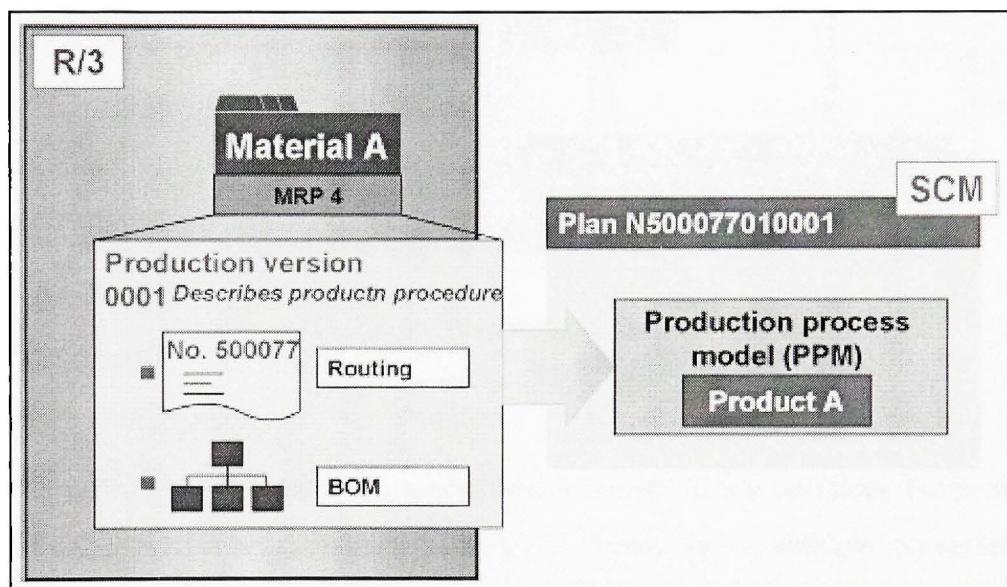


Figure 4.2 Versions de production dans R/3 vs PPM dans APO.

Tiré de SAPAG. SCM212 (2003)

Le code donné au modèle de production par le système SAP APO contient la lettre « N » qui est un identifiant pour le type de tâche (dans notre cas, c'est le routage de type standard (*Standard Routing*))). L'identifiant est ajoutée au numéro de routage « 50000001 » pour le routage du produit 99F100 qui est suivi par un code « 01 » généré automatiquement par le système pour chaque utilisateur, par la version de production définie dans le système SAP R/3, « 99F1 » (dans notre cas), par le produit « 99F100 », et à l'usine « 99PT » (voir la Figure 4.3).

Exemple : N500000010199F199F100 99PT.

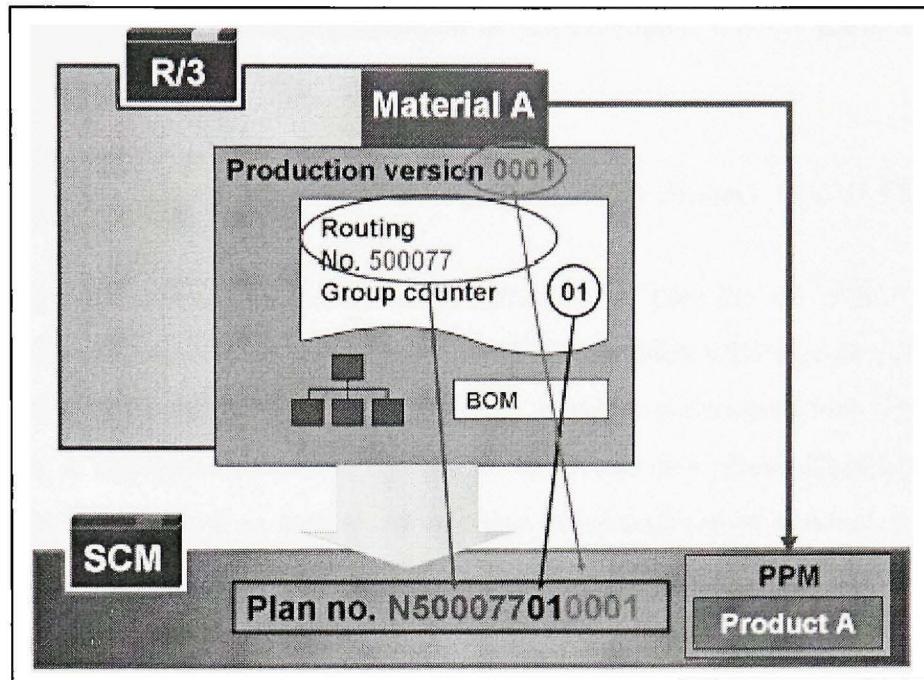


Figure 4.3 Génération du code pour PPM.

Tiré de SAPAG. SCM212 (2003)

Après le transfert, notre modèle de production a besoin d'être amélioré du point de vue informationnel (spécifique au système SAP APO). Ainsi, dans le modèle, on ajoute pour le modèle de production PPM dans le système SAP APO :

- la description du plan – le nom du modèle ;
- la description d'opération – mélanger ou cuire ;
- la description des activités – setup et de production ;
- la taille du lot maximal (*maximum lot size*) – pour que les calculs soient plus précis, on met la taille du lot maximal à une valeur raisonnable (5000 dans notre cas), la valeur par défaut étant de 99 999 999.

4.3 Crédation des données maîtresses supplémentaires dans le système SAP APO

Le système SAP APO est capable de prendre en considération, pendant la planification du réseau, des contraintes qu'on ne peut définir dans le système SAP R/3. En effet, celui-ci ne

dispose pas des fonctionnalités qui permettent de les introduire. Ces contraintes sont définies dans ce qui suit.

4.3.1 Crédation de *Supply Network Planning/ Production Process Model (SNP PPM)*

L'activité de production fait partie des contraintes à prendre en compte lors de la planification du réseau, mais puisque l'horizon de planification s'allonge de plusieurs mois à quelques années, nous avons besoin d'agréger les activités et les opérations de notre modèle de production. L'agrégation est faite également au niveau de l'intervalle de temps. La plus petite unité de mesure pour le temps qui est prise en considération pendant la planification dans SNP PPM est la journée et la plus grande est le mois. Dans notre scénario, nous avons choisi comme unité de mesure le jour.

Ainsi dans notre cas, les activités de réglage et de production seront agrégées au niveau de la journée en une seule activité. Cela est réalisé par la génération d'un modèle de production dédié au réseau étudié. Ce modèle ainsi obtenu est le SNP PPM pour la génération du SNP PPM).

Les dimensions des lots pour les produits fini et semi-finis, restent inchangées.

Comme pour PPM, une fois le modèle généré, quelques modifications sont nécessaires à apporter au modèle SNP PPM. Ainsi, on ajoute les caractéristiques suivantes :

- a. description du plan – le nom du modèle ;
- b. description d'opération – mixer ou cuire ;
- c. description pour les activités – réglage et production.

Les SNP PPM obtenues seront utilisés pendant la planification du réseau, après que la planification de la production ait été faite en mode infini.

4.3.2 Création du Mode/Moyen de transport

Le mode de transport fait référence à la voie par laquelle se fait le transport de la marchandise. Dans le système SAP APO, les modes de transport suivants sont disponibles :

- a. ferroviaire – par l’intermédiaire du réseau de chemin de fer ;
- b. air – par l’intermédiaire du réseau aérien ;
- c. route – par l’intermédiaire du réseau routier ;
- d. mer – par l’intermédiaire du réseau navigable marin.

Pour notre modèle, le mode de transport par le réseau routier a été choisi. Chaque réseau de transport est défini par un moyen de transport qui représente l’objet physique du mode de transport. Ainsi, nous avons :

- a. train – pour le réseau ferroviaire ;
- b. avion – pour le réseau aérien ;
- c. camion – pour le réseau routier ;
- d. bateau – pour le réseau navigable marin.

Chaque moyen de transport est assigné au mode de transport et il est défini par le temps de travail effectif, par la vitesse minimale, maximale et moyenne. Dans ce but nous avons crée le moyen de transport *Truck (XXPT)* pour la création du mode et moyen de transport).

4.3.3 Création des lignes de transport

Les lignes de transport (symboliquement définies par des flèches) sont définies par un point de départ et par un point d’arrivée (ceci nous donne le sens du flux d’approvisionnement) (voir la Figure 4.4).

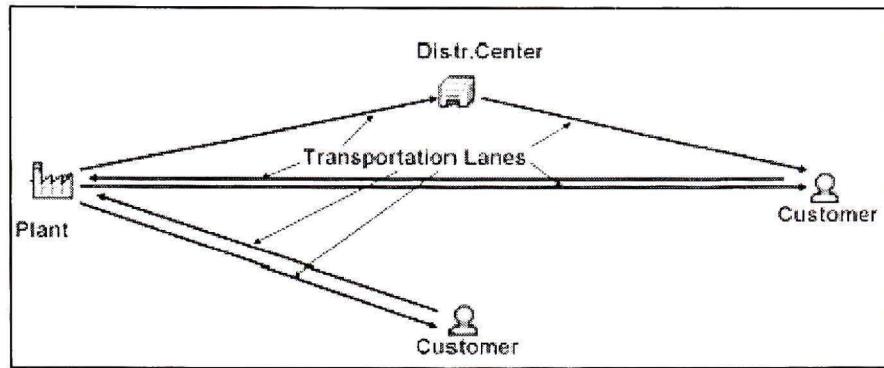


Figure 4.4 Lignes de transport dans SAP APO.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

Pour le scénario étudié, seul les lignes de transport entre les fournisseurs et l'usine sont créées automatiquement suite au transfert de fiches d'achat qui contiennent des informations spécifiques sur les produits (conditions de prix et d'approvisionnement). Le système n'est pas capable de créer les autres lignes (usine- DC et DC-clients) en raison de non disponibilité d'informations spécifiques sur les produits qui circulent entre les usines, DC, et clients.

Ainsi, après le transfert des fiches d'achats du système SAP R/3 par l'intermédiaire de CIF, les lignes de transport sont créées entre les cinq fournisseurs et l'usine dans le système SAP APO. À ces lignes de transport, nous avons assigné le moyen de transport *Truck* (XXPT). Après assignation, le système, à l'aide d'un algorithme de calcul, nous propose un temps de transport entre les fournisseurs et l'usine en fonction de la distance et de la vitesse moyenne du moyen de transport (voir la Figure 4.5).

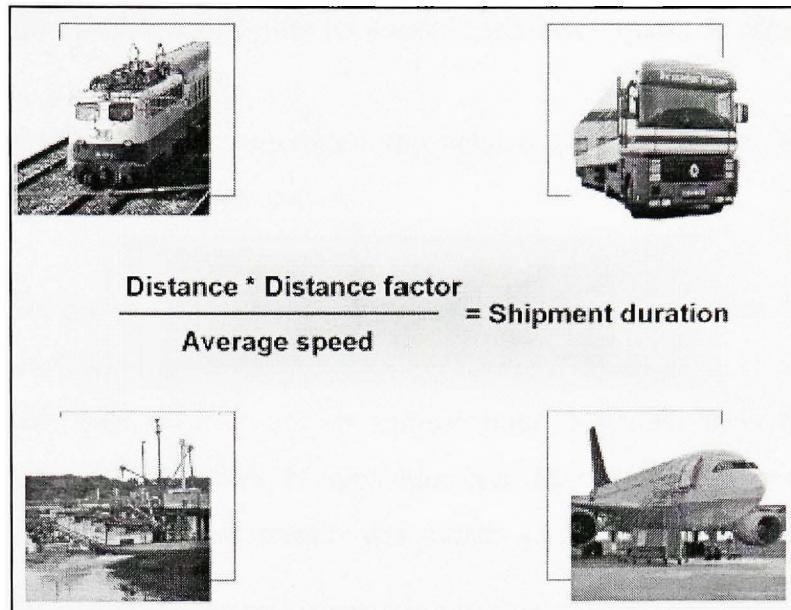


Figure 4.5 Temps de transport en fonction du moyen de transport.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

Les autres lignes de transport nécessaires au réseau ont été créées manuellement. Ainsi, nous avons créé des lignes de transport entre l'usine et les centres de distribution et entre les centres de distribution et les clients. À ces lignes de transports, il faudrait assigner le matériel (produit fini XXF100) et le moyen de transport. Par la suite, le système propose un temps de transport, toujours en fonction de la distance et de la vitesse.

4.3.4 Crédation de la capacité des fournisseurs

Dans notre scénario, nous avons présumé qu'un fournisseur ne peut pas satisfaire toute la demande en matière première. Une capacité, représentée sous la forme de quota dans le système SAP, est alors nécessaire. Ces quotas doivent être créés pour différents matériaux et fournisseurs. Ainsi, nous avons :

- Climax Cereals*, matériaux XXR380 et XXR420 – quota de 33.33% ;
- Grand Rapids Grains*, matériaux XXR380 et XXR420 – quota de 33.33% ;
- Oshtemo Oats*, matériaux XXR380 et XXR420 – quota de 33.33% ;
- Battle Creek Baking*, pour les autres matériaux – quota de 50% ;

e. *Farmington Food Product*, pour les autres matériaux – quota de 50%.

Les quotas sont directement liés aux lignes de transport et implicites au moyen de transport utilisé dans le transport de la marchandise.

Pour le calcul des quotas, plusieurs heuristiques sont disponibles dans le système. Nous avons choisi l'heuristique « Quota Heuristique (SAP_PP_Q001) » qui est une heuristique standard incorporée dans SAP et qui est utilisée pour la planification des produits pour lesquelles des quotas ont été définis. L'algorithme crée des ordres d'achats pour l'acquisition de la matière première en tenant compte des quotas et de priorités qui ont été définis au niveau de chaque fournisseur.

Il est important de mentionner que la création de la capacité des fournisseurs n'est faite que dans le scenario réalisé avec le système SAP APO (illustré dans ce mémoire pour fin pédagogique) et que pour cette raison, il n'est pas pris en calcul dans l'analyse des résultats (voir le Chapitre 5).

4.4 Crédit du modèle

À ce stade, nous avons toutes les données nécessaires pour créer notre modèle du réseau dans le système SAP APO à l'aide du sous-module *Supply Chain Engineer* (SCE). Suite à la création des modèles d'intégration, les données sont transférées du système SAP R/3 dans le système APO et sont assignées automatiquement au modèle « 000 » qui est le seul modèle connecté au système d'exécution (voir la Figure 4.6). Ce modèle est le seul modèle actif à l'aide duquel nous pouvons transférer, en temps réel, les résultats obtenus de la planification dans le système SAP APO vers SAP R/3.

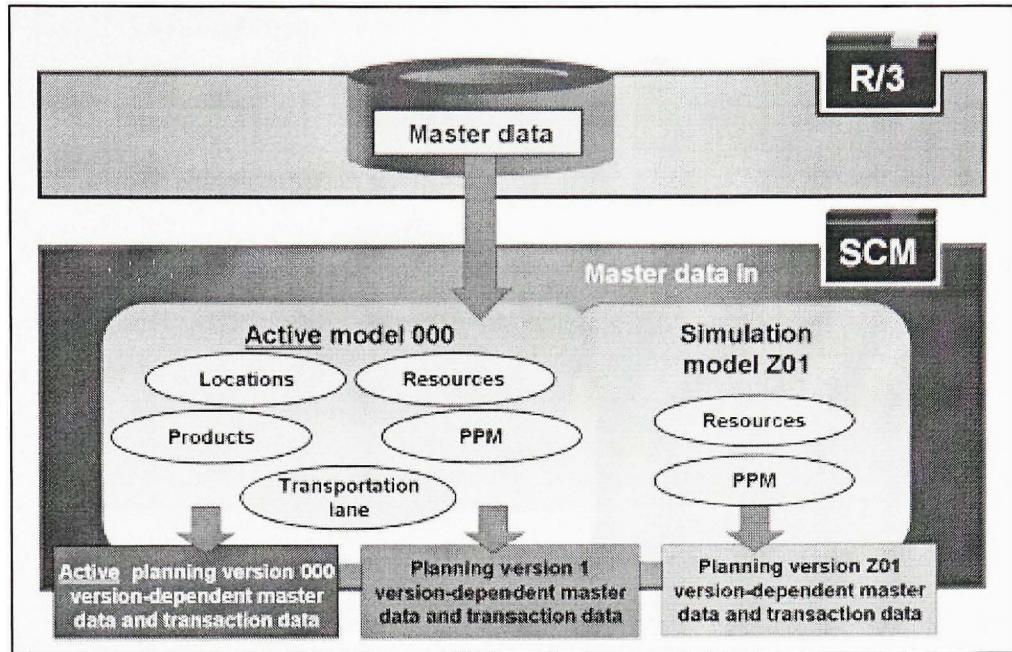


Figure 4.6 Le modèle actif « 000 ».

Tiré de SAPAG. SCM212 (2003)

L'espace de travail (*Work area*) est assigné au modèle et il est utilisé comme filtre d'objets dans la création de notre modèle (voir la Figure 4.7). Il permet de sélectionner les éléments à prendre en compte dans le réseau étudié.

Ainsi, l'espace de travail contient les objets suivants :

- localisation – fournisseurs, usine, centres de distribution, clients ;
- produits – tous les produits pour l'usine et le produit fini pour les centres de distribution et les clients ;
- ressources – les centres de travail *Bakeline* et *Mixers* ;
- production – tous le modèles de production (PPM) et les modèles de production générés pour le réseau SNP PPM ;
- lignes de transport – entre les fournisseurs et les usines, entre les usines et les centres de distribution et entre les centres de distribution et les clients.

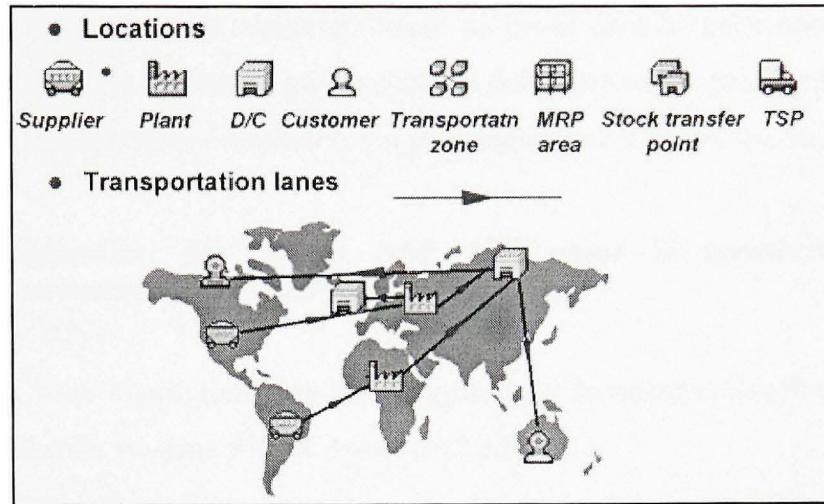


Figure 4.7 Les objets dans SCE.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

Tous les objets définis dans l'espace de travail sont représentés dans une fenêtre graphique interactive qui nous donne la possibilité de visualiser et de modifier des caractéristiques de chaque objet pris individuellement (voir la Figure 4.8).

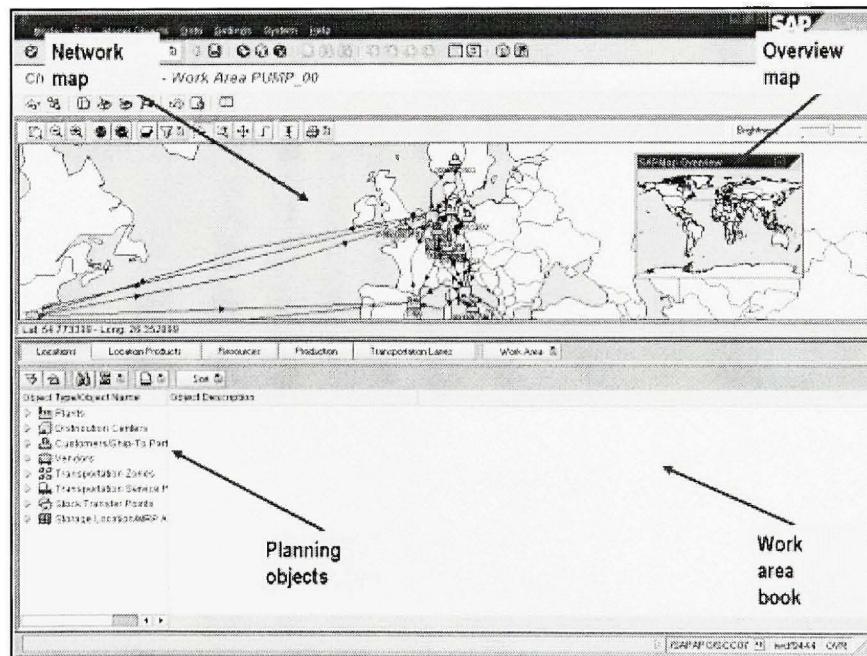


Figure 4.8 Modélisation du réseau à l'aide du SCE.

Tiré de SAPAG. SCM212 (2003)

Le modèle ainsi créé peut être vérifié en créant un profil dans laquelle nous avons spécifié tous les objets du réseau logistique que le système doit vérifier. Ce profil permet au système d'en déceler les incohérences éventuelles qui pourraient exister au niveau du réseau modèle.

4.5 Configuration du système SAP APO pour le transfert des données transactionnelles vers SAP R/3

Jusqu'à présent, nous avons configuré les systèmes pour le transfert des données maîtresses et transactionnelles du système SAP R/3 vers SAP APO.

Pour que les résultats obtenus dans le système de planification SAP APO soient transférables et visibles dans le système d'exécution SAP R/3, il est nécessaire de configurer le système SAP APO à cette fin. Ainsi nous avons créé une répartition des définitions (*distribution definition*) à l'aide de laquelle nous avons choisi le système (défini par un nom logique) vers lequel le transfert se fait (le système exécutant SAP R/3 dans notre cas). Au niveau de la même fonction, nous avons défini les types d'ordres transférables (ordre de vente, ordre d'achat, *etc.*) et l'usine qui va prendre en charge les ordres pour les mettre en exécution (l'endroit où la production a lieu) (voir la Figure 4.9). Une fois les types d'ordres choisis, nous avons la possibilité de les transférer vers le système exécutant en mode manuel ou en mode automatique. Nous avons choisi le transfert en mode automatique « en temps réel ».

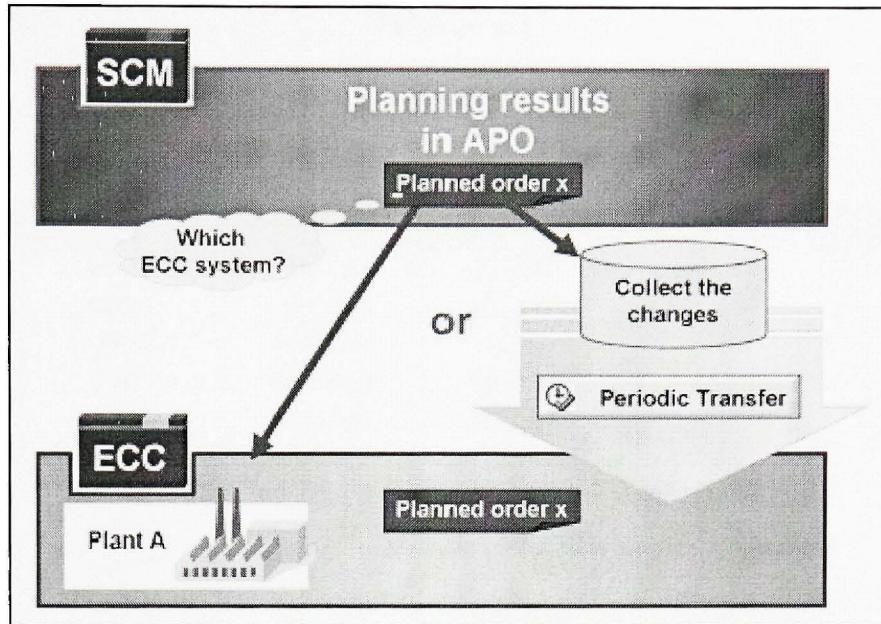


Figure 4.9 Transfert des données transactionnelles d'APO vers R/3.

Tiré de SAPAG. SCM210 (2006)

4.6 Crédation des données historiques

Une prévision de qualité faite sur la base des données historiques nécessite un historique des deux à trois dernières années des ventes. Nous avons choisi un horizon historique de 36 mois (3 ans). Les données historiques (l'historique de vente) sont maintenues dans un fichier Excel en format csv. Les informations contenues dans ce fichier sur les 36 dernières périodes sont :

- a. le matériel – XXF100 ;
- b. la version – 000 ;
- c. le nom de l'usine – XXPT ;
- d. les mois et l'année – exemple : 10.2007 ;
- e. la quantité – une valeur de vente pour chaque mois ;
- f. l'unité de mesure - caisse (CS).

Tableau 4.1
Données historiques

VERSION	LOCATION	PRODUCT	MONTH	QUANTITY	UNIT
000	99PT	99F100	122007	950	CS
000	99PT	99F100	112007	1100	CS
000	99PT	99F100	102007	1200	CS
000	99PT	99F100	092007	900	CS
000	99PT	99F100	082007	1000	CS
000	99PT	99F100	072007	950	CS
000	99PT	99F100	062007	900	CS
000	99PT	99F100	052007	800	CS
000	99PT	99F100	042007	1000	CS
000	99PT	99F100	032007	900	CS
000	99PT	99F100	022007	800	CS
000	99PT	99F100	012007	800	CS
000	99PT	99F100	122006	900	CS
000	99PT	99F100	112006	800	CS
000	99PT	99F100	102006	800	CS
000	99PT	99F100	092006	900	CS
000	99PT	99F100	082006	1100	CS
000	99PT	99F100	072006	1150	CS
000	99PT	99F100	062006	1000	CS
000	99PT	99F100	052006	950	CS
000	99PT	99F100	042006	900	CS
000	99PT	99F100	032006	850	CS
000	99PT	99F100	022006	850	CS
000	99PT	99F100	012006	700	CS
000	99PT	99F100	122005	650	CS
000	99PT	99F100	112005	700	CS
000	99PT	99F100	102005	790	CS
000	99PT	99F100	092005	850	CS
000	99PT	99F100	082005	900	CS
000	99PT	99F100	072005	869	CS
000	99PT	99F100	062005	800	CS
000	99PT	99F100	052005	670	CS
000	99PT	99F100	042005	900	CS
000	99PT	99F100	032005	850	CS
000	99PT	99F100	022005	850	CS
000	99PT	99F100	012005	700	CS

4.7 Extraction des données historiques

L'extraction des données historiques nécessite la configuration du module BW. Comme nous l'avons mentionné à la section 1.3.7.3, le module BW est complètement intégré au système SAP APO.

Un des éléments importants dans le processus d'extraction est la définition des objets *Key Figures* et *Characteristics*. Les *Characteristics* sont des données permanentes (usine, numéro de matériel, numéro de client, etc.) ou des données organisationnelles (organisation de vente, division, agence commerciale, etc.). Les objets qui sont inclus dans les *Characteristics*, sont utilisés dans le processus d'agrégation, de désagrégation et d'évaluation de données d'affaires. Nous avons créé les données suivantes de type *Characteristic* :

- a. localisation (*Location*) avec le nom technique 9ALOCNO ;
- b. version de planification (*Planning Version*) avec le nom technique 9AVERSION ;
- c. produit (*Product*) avec le nom technique 9AMATNR.

Les *Key Figures* sont des données numériques en montant et quantité qui sont actualisées en mode constant (valeurs de vente, couts, recettes, etc.) à l'aide des tâches « *jobs* » qui peuvent être définies dans le système.

Ainsi la *Key Figure* suivante a été créée :

- a. historique (*History*) avec le nom technique 9AVHISTORY.

La première étape dans la configuration du BW est la création de l'*Info Area* qui contient l'information sur les objets de type *Key Figures* pour les données transactionnelles et les données de type *Characteristics* pour les données maîtresses (voir la Figure 4.10). Les *Key Figures* et les *Characteristics* sont assignées à leur tour aux catalogues *Key Figures Catalog* et *Characteristics Catalog*. Les catalogues ont le rôle de rassembler les objets de même catégorie. L'*Info Cube* défini dans l'*Info Area* regroupe les objets de type *Key Figures* et les données de type *Characteristics* en leur attribuant la dimension temporelle. Ce regroupement se fait en utilisant le principe de « schéma en étoile » (*Star Schema*).

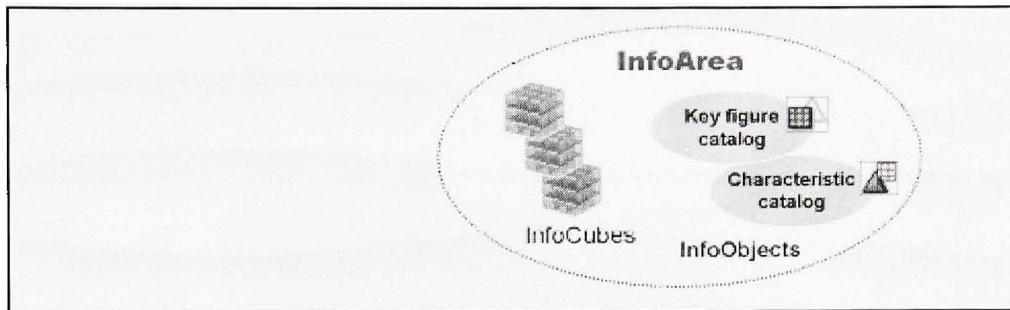


Figure 4.10 Crédit Info Area.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

La création du *Source System* est la deuxième étape dans notre démarche et consiste à choisir la source, qui peut être tous les systèmes qui peuvent fournir des données pour mini-entrepot (*Data Mart*). La source choisie est le poste de travail sur lequel le système SAP est fonctionnel.

À l'étape suivante, nous avons créé l'*Info Source* qui a le rôle d'approvisionner l'entrepot des données avec des données provenant d'un système source et qui d'un point de vue affaires peuvent être groupées ensembles. Il fait le lien entre *Source System* et les objets définis dans l'*Info Area* (voir la Figure 4.11).

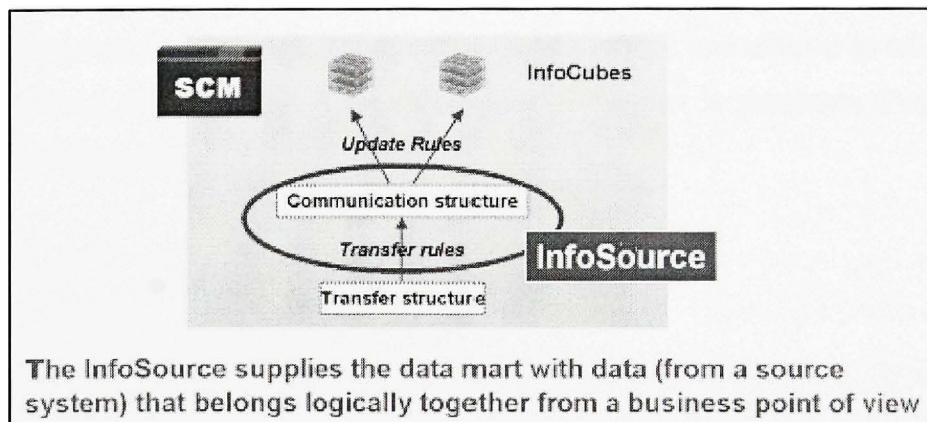


Figure 4.11 Info Source.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

Le contrôle du flux d'information qui a lieu entre l'*Info Cube* et l'*Info Source* se fait par la création des *Update Rule* (voir la Figure 4.12).

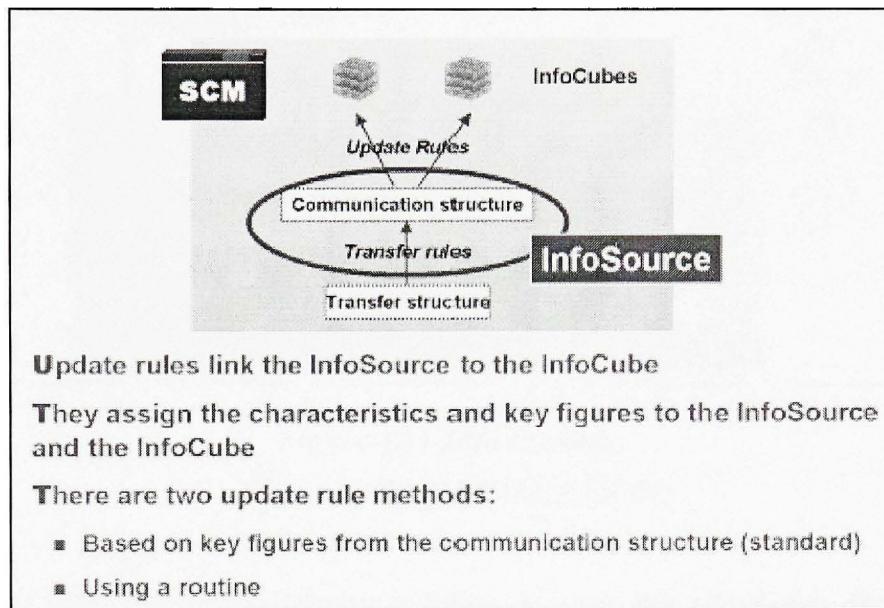


Figure 4.12 Update Rule.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

La dernière étape est la création de l'*Info Package* à l'aide duquel nous rassemblons toutes les informations définies jusqu'à présent (voir la Figure 4.13). Il contrôle les paramètres pour : le chargement des données, l'assignation des données à une cible et la mise à jour des données au niveau du *Info Cube*. Il est utilisé pour déclencher le processus d'extraction des données transactionnelles.

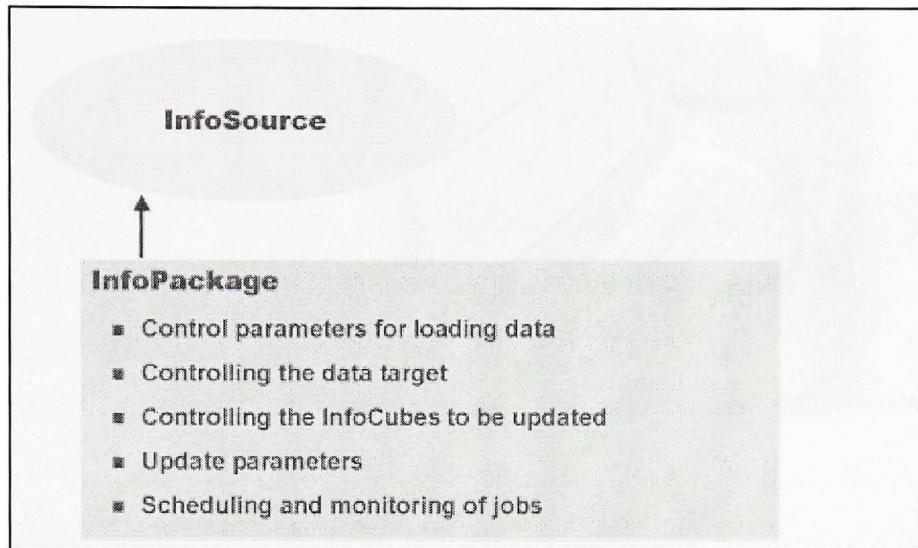


Figure 4.13 Info Package.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

Finalement, la visualisation des données extraites peuvent être visualisées dans l'*Info Cube* en activant la fonction « *Manage* ».

4.8 Transfert des données historiques de BW vers DP

À cette étape les données extraites du fichier Excel (les données historiques) sont disponibles dans le module de BW en *Live Cache*. La prochaine étape dans le scénario est de transférer ces données vers la fonction *Administration of Demand Planning* du module de planification de la demande du système SAP APO. Ainsi, nous avons créé en plusieurs étapes les objets suivants :

À la première étape, nous avons créé la combinaison des caractéristiques (*Characteristics Values Combinations - CVC*) (voir la Figure 4.14). Les CVC contiennent toutes les données permanentes (*master data*) qui vont être utilisées par DP. En faisant la combinaison entre toutes les caractéristiques existantes, on assure la disponibilité des données pour la planification. Parmi les caractéristiques définies, nous avons choisi la combinaison entre deux caractéristiques : localisation et produit.

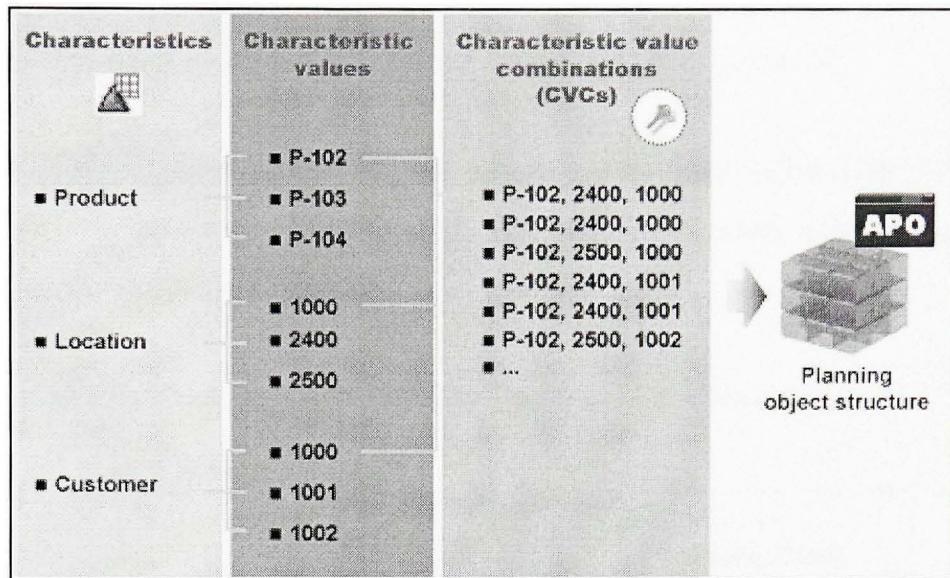


Figure 4.14 Characteristics Values Combinations – CVC.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

À l'étape 2, le résultat obtenu suite à CVC est sauvegardé dans l'objet de planification des structures (*Planning Object Structures* - POS) qui est un InfoCube entreposé dans la base de données du système APO (voir la Figure 4.15).

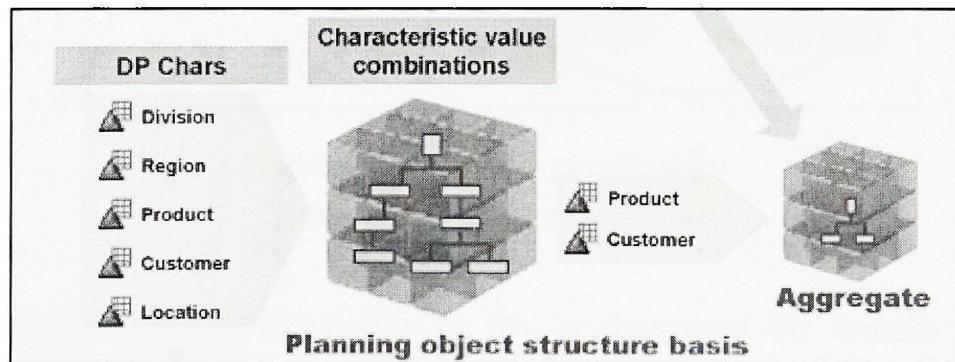


Figure 4.15 Planning Object Structures – POS.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

Ensuite, à l'étape 3, nous avons créé l'espace de planification (*Planning Area* - PA) qui est le plus important objet dans le système APO et qui a le rôle de faire le lien entre les *Key Figures* (données historiques, prévisions finales, correction manuelle, etc.) définies dans BW,

les caractéristiques (localisation, produit, *etc.*) entreposés dans POS et le journal de planification (*Planning Book*) défini au niveau du DP (voir la Figure 4.16).

Le PA fait aussi l'assemblage de tous les paramètres qui sont utilisés dans l'activité de planification. Il est utilisé pour l'entreposage des données en cours (transactionnelles) qui résultent du processus de planification.

Les *Time Series Objects* ont le rôle d'initialiser l'espace de planification (PA).

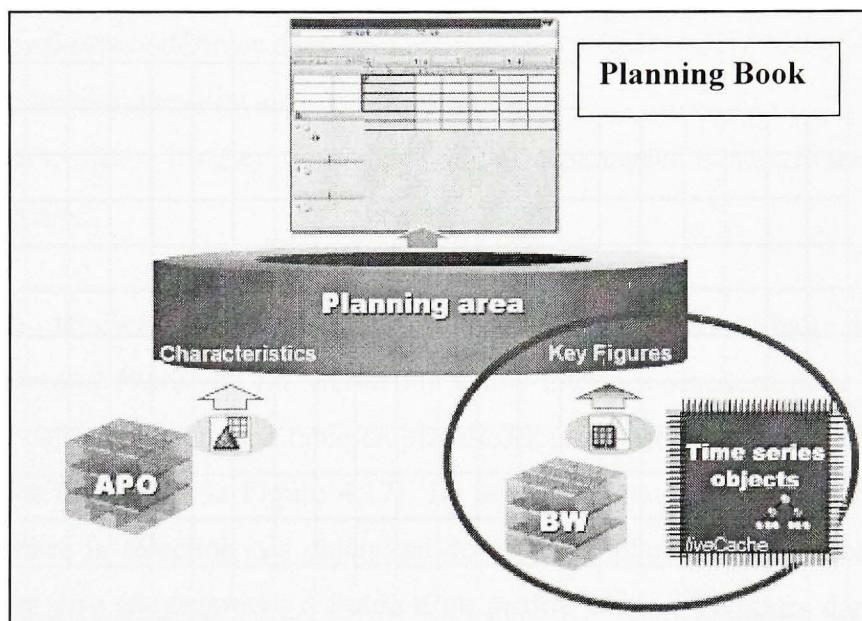


Figure 4.16 Espace de planification.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

Enfin, à l'étape 4 après l'initialisation de PA, le chargement des données historiques (existantes dans *Live Cache (Info Cube)*) dans l'espace de planification est fait à l'aide de la transaction (*Load Data From Info Cube in Planning Area*).

4.9 Planification de la demande (DP)

La création du journal de planification (*Planning Book*) est une étape préparatoire pour visualiser les données transactionnelles transférées et pour effectuer le calcul des prévisions. Ce journal de planification est caractérisé par :

- a. des périodes de temps (*Time Bucket Profile*) – nous avons défini deux périodes de temps. La première est pour prendre en considération les données historiques (36 mois). La seconde pour prendre en considération les données futures (12 mois). L’unité de temps choisies est le mois ;
- b. des *Key figures* –définies dans PA ;
- c. des caractéristiques– localisation et produit ;
- d. plusieurs vues – les *Key figures* peuvent être partagées et visualisés dans des vues différentes.

La fonction de planification de la demande est accessible par l’intermédiaire de la transaction *Interactive Demand Planning*. La transaction a une interface standard pour chaque usager. Au niveau de cette interface, une table de planification qui est caractérisée par deux régions distinctes est définie (voir la Figure 4.17). La région de gauche nommée « sélecteur » est utilisée pour faire la sélection des objets qui doivent être planifiés. Les sélections, une fois créées, peuvent être sauvegardées à l’aide d’un profile usager. Toujours dans cette région, nous pouvons accéder au journal de planification (*Planning Book*) défini précédemment ainsi qu'à des macros, à l'aide desquels on peut définir des règles mathématiques au niveau du journal de planification (utilisées pendant le processus de calcul des prévisions). La région de droite nommée « espace de travail » est réservée à l'affichage du journal de planification créé et aux autres fonctions utilisés dans le calcul des prévisions.

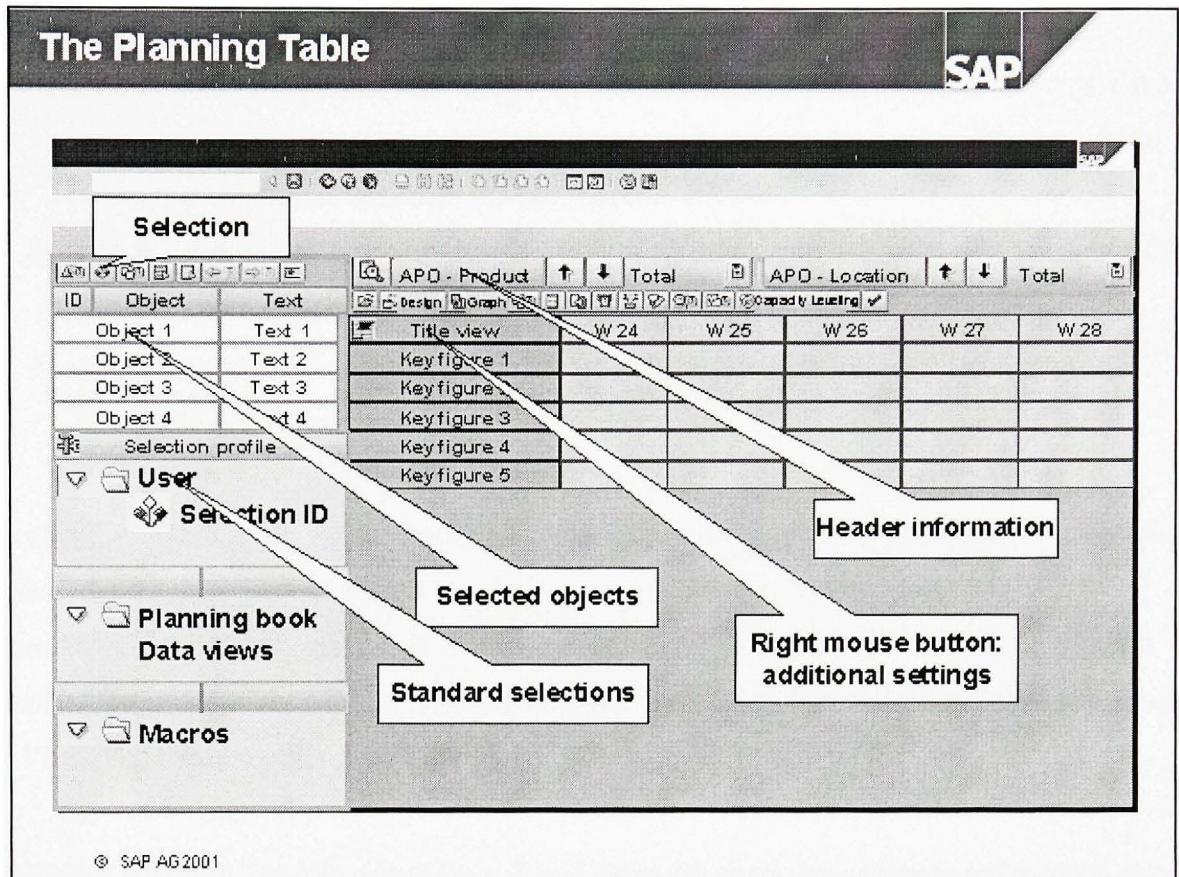


Figure 4.17 Table de planification dans le système SAP APO.

Tiré de SAPAG. APO010 (2004)

Pour mettre en évidence les données transactionnelles transférées au niveau du journal de planification, une sélection préalable des objets, de la localisation et du produit fini (XXPT et XXF100) doit être effectuée. Celle-ci est faite à l'aide de la fonction *Selection window* qui permet, entre autres, de sélectionner le produit en fonction de localisation. Ainsi les données peuvent être visualisées au niveau de la *Key Figure* nommée « Historique ».

Une fois les données historiques disponibles dans le journal de planification, le processus de calcul des prévisions peut être déclenché. Ainsi, un profil pour les prévisions est créé (*Master Forecast Profile*).

Les profils suivants sont disponibles dans le système :

- a. profil univarié (*Univariate profile*) – les modèles de prévisions contenus dans le profil utilisent les données historiques pour le calcul des prévisions selon sa structure : constant, tendance ou saisonnier ;
- b. profil à régression linaire multiple (*Multiple Linear Regression profile*) – est basé sur les facteurs causaux tels que le prix, le budget ou la campagne publicitaire ;
- c. profil composé (*Composite profile*) – est utilisé pour combiner plusieurs profils dans une seule prévision finale.

Le profil univarié, avec les méthodes (stratégies) de calcul pour la tendance, la saisonnalité et la tendance avec saisonnalité, a été choisi pour le calcul de la prévision.

Dans le calcul des prévisions, le système procède de la façon suivante. Tout d'abord, en fonction du modèle choisi, le système détermine pour la période d'initialisation la longueur de l'intervalle sur laquelle il va s'appliquer.

Exemple : pour le modèle saisonnier, l'intervalle est égal aux valeurs historiques qui se trouvent dans une saison.

Ensuite le système calcule l'*Ex-post Forecast* qui est une prévision dans le passé pour la moitié de l'horizon historique. Son calcul est nécessaire pour augmenter la précision de la prévision (voir la Figure 4.18).

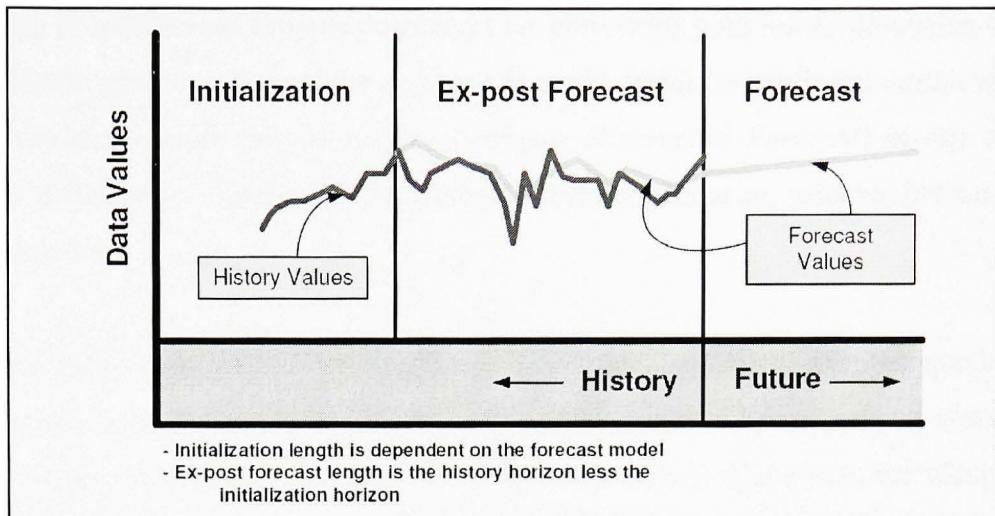


Figure 4.18 Ex-post forecast.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

Le système SAP APO possède en plus, par rapport au système SAP R/3, une fonction nommée *Outlier Correction* (voir la Figure 4.19). Cette fonction a le rôle de corriger les valeurs qui sortent d'une certaine plage de tolérance calculée en fonction d'un coefficient σ défini. SAP recommande pour σ des valeurs entre 0.6 et 2. Dans le but d'avoir les mêmes valeurs des prévisions dans les deux systèmes, nous avons renoncé à cette fonctionne dans le système SAP APO.

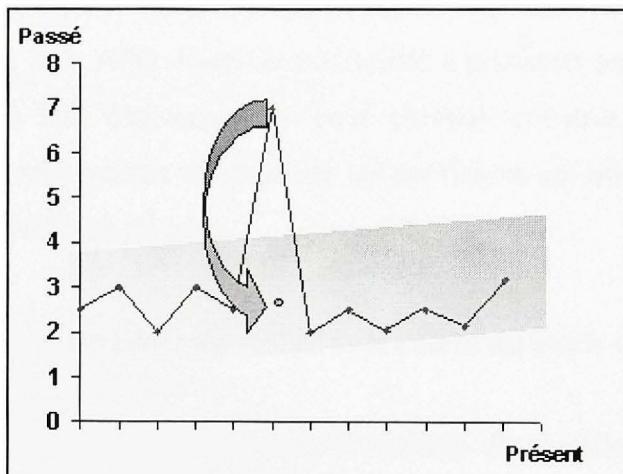


Figure 4.19 Correction des valeurs hors limites.

Tiré de SAPAG. SCM220 (2004)

Maintenant, le système est capable de générer les prévisions pour les 12 prochains mois. Une fois les valeurs générées, le système applique le profil défini (le profil univarié) aux valeurs, il en résulte des valeurs prévisionnelles corrigées (*Corrected Forecast*) et des erreurs de calcul qui diffèrent en fonction de la méthode utilisée (tendance, saisonnalité ou tendance avec saisonnalité).

Une comparaison entre les trois méthodes est faite. Parmi les calculs d'erreur que le système peut effectuer, nous avons choisi le plus petit pourcentage de l'écart moyen absolu (*Mean Absolute Deviation - MAD*). Dans SAP, le MAD est calculé d'une manière récursive pour l'*Ex-post Forecast* conformément à la formule suivante :

$$MAD(t) = (1 - \delta) * MAD(t - 1) + \delta * |V(t) - P(t)| \quad (4.1)$$

Où : $V(t)$ = la valeur réelle de la demande

$P(t)$ = la valeur donnée par la prévision

t = temps

δ = facteur de pondération. Dans SAP, ce facteur est égal à 0.3 par défaut.

Ainsi, le modèle avec saisonnalité a été choisi et ses prévisions ont été utilisées dans le calcul des stocks de sécurité et comme élément précurseur pour la planification du réseau.

Par rapport au système R/3, APO donne la possibilité à plusieurs acteurs d'influencer cette prévision en mettant à leur disposition un outil puissant constructeur de macro (*Macro builder*). En effet, cet outil permet de modifier les prévisions en ajoutant ou en soustrayant les valeurs désirées aux valeurs de base.

4.10 Transfert des prévisions vers SNP et le calcul du stock de sécurité

Les prévisions obtenues sont transférées vers le module de planification du réseau SNP à l'aide de la transaction *Release to Supply Network Planning*. Comme dans le cas du module DP, la visualisation des valeurs transférées et des résultats obtenus suite à la planification du

réseau dans le module SNP nécessite la création d'un journal de planification (*Planning Book*). SAP fournit une gamme de journaux de planification qui sont déjà prédéfinis dans le système. Ainsi, nous avons choisi de copier le journal « 9ASNP05 » qui contient parmi la *Key figure* « 9ADFCST » pour la prévision et la *Key figure* « 9ASAFETY » pour le stock de sécurité. Notre journal de planification porte le nom « PB05_99PT » et le résultat du transfert des prévisions peut être visualisé au niveau du *Key figures* « 9ADFCST ». Le journal possède deux vues, une pour la planification du réseau et une autre pour la planification de la production. Pour chaque vue, des *Key figures* spécifiques sont définis. Voici quelques *Key figures* définis pour la planification réseau :

- a. 9ADFCST – prévision ;
- b. 9ADMDP1 – ordre de vente ;
- c. 9ADMDDI – distribution de la demande ;
- d. 9APPROD – production planifié.

Parmi les *Key figure* définis pour la planification de la production :

- a. 9ACASUP – capacité ;
- b. 9ACANCON – consommation ;
- c. USAGE – niveau de charge pour la ressource ;
- d. 9ASPROD – production totale.

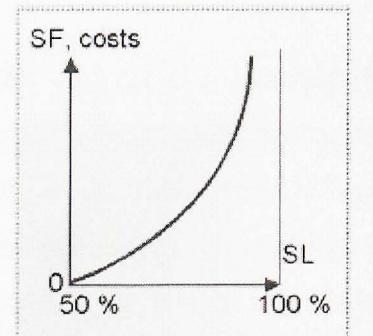
Le stock de sécurité est utilisé pour atteindre un certain niveau de satisfaction du client et pour pouvoir combler la demande. Le calcul du stock de sécurité se base sur les valeurs des prévisions, ses erreurs et le niveau du service client (voir la Figure 4.20). Pour calculer le stock de sécurité le système prend en considération les facteurs suivants :

- a. l'écart-type – calculé entre l'incertitude de la demande et l'incertitude de la réception ;
- b. le niveau de service-client – sous forme de pourcentage de la demande à satisfaire ;
- c. période de réapprovisionnement – calculée en fonction du temps de livraison planifié, du temps de production et du temps de traitement pour la livraison entrante et sortante.

Uncertainty of demands and receipts is used to determine the standard deviation s .

The service level (SL) of the product master is used to determine the safety factor (SF).

Information from transportation lanes and PPMs is used to calculate the replenishment lead time (RLT).



$$\text{Safety stock} = \text{SF} * \sqrt{(\text{RLT})} * \sigma$$

Figure 4.20 Calcul du stock de sécurité.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

La méthode utilisée est une méthode de calcul avancée qu'on trouve dans le système sous le nom de la méthode du niveau de service et du cycle de réapprovisionnement (*Service level and reorder cycle method*). La méthode est notée BT dans le système.

Le cycle de réapprovisionnement se fait périodiquement et par lot. La dimension du lot est en fonction du temps d'approvisionnement et de la demande. Dans cette méthode le niveau du service-client représente une contrainte prioritaire dans le déroulement des calculs. Si la demande totale prévue est de 100 pièces et que niveau de service de satisfaction client est de 95 %, alors la demande prévue qui sera satisfaite est supérieure ou égale à 95 pièces.

Les stocks de sécurité peuvent être calculés pour plusieurs localisations (usine, centres de distribution) et plusieurs produits à la fois en fonction de la stratégie adoptée. Dans notre scénario, nous avons calculé les stocks de sécurité seulement pour le produit fini (XXF100) au niveau de l'usine (XXPT).

4.11 Planification du réseau SNP

Comme nous l'avons déjà mentionné à la section 4.4, le modèle créé prend en considération le réseau logistique entier depuis les fournisseurs jusqu'aux clients en passant par l'usine et les centres de distribution, tout en tenant compte de la production. À partir de ce modèle, des copies peuvent être créées dans le système. Elles sont utilisées pour simuler la planification du réseau sous différentes contraintes ou différents changements au niveau des données maîtresses ou transactionnelles. Ceci permet de faire l'analyse de plusieurs scénarios et de choisir ainsi la variante optimale.

La transaction et le journal de planification utilisés pour la planification du réseau sont identiques à ceux créés pour la visualisation de la demande et des stocks de sécurité. En plus de la sélection déjà créée (pour la localisation XXPT et pour le produit XXF100) à l'étape précédente, il est nécessaire de sélectionner d'autres éléments à l'aide de la fonction *Selection window* afin de visualiser ultérieurement les données transactionnelles des produits semi-finis et des matières premières au niveau du journal de planification. Les éléments sélectionnés sont :

- a. la localisation XXPT et le produit semi-fini XXS200 ;
- b. la localisation XXPT et les matières premières (XXR300 – XXR420) ;
- c. la localisation XXPT et les ressources *Bakeline* et *Mixers*.

Au début, le journal de planification permet de visualiser les valeurs des prévisions qui ont été calculées et transférées à l'aide du module de planification de la demande. Il permet également de visualiser la valeurs des stocks de sécurité calculée au niveau de l'usine pour le produit fini XXF100.

Il existe plusieurs méthodes de planification du réseau dans le module de planification SNP qui ont des horizons différents (moyen à long terme).

Ces méthodes sont :

- a. Heuristique SNP (*SNP Heuristic*) – elle synchronise les activités et planifie le flux de matériaux en tenant compte de toutes les contraintes du réseau (au niveau des magasins, de la manutention, du transport, de la production, *etc*). Ainsi, le système calcule les quantités à approvisionner (basé sur les quotas), à produire, à transférer et à livrer à chaque niveau du réseau logistique afin de respecter les objectifs du niveau de service-client. La planification de la production est en mode infinie avec la possibilité de nivellation (lissage) des capacités (planification de la production en mode finie dans deux étapes) ;
- b. Capable d'apparier (*SNP Capable to Match - CTM*) – la planification de la production est faite en mode fini (dans une seule étape). Pour l'établissement du plan d'approvisionnement, la méthode prend en compte le calcul des priorités et des quotas définis pour faire correspondre l'approvisionnement et la demande ;
- c. Optimisation SNP (*SNP Optimization*) – la méthode d'optimisation prend en considération les contraintes au niveau du réseau entier en générant un plan de production et de transport faisable à moindre coûts. Il est important de préciser que le plan de production est fait en mode fini en une seule étape.

En ce qui nous concerne, nous avons choisi la méthode « Heuristique SNP » pour mettre en évidence la planification réseau dans le scénario. À l'aide de cette méthode, nous avons planifié le réseau entier en intégrant les processus d'achat, de production et de distribution dans un seul plan. Ce plan donne un programme d'approvisionnement, de production et de distribution sur un horizon de moyen à long terme.

Pour la planification du réseau, la méthode procède en plusieurs étapes. Tout d'abord, la séquence des localisations dans laquelle la planification doit être faite est identifiée; cette séquence est donnée par le sens des lignes de transports. Ainsi dans notre cas, le système suit la trace des lignes de transport en sens inverse en commençant par les clients, ensuite les centres de distribution, puis l'usine et les fournisseurs.

Ensuite, un processus est suivi pour la satisfaction de la demande d'un client :

- a. une fois la demande lancée par le client, le système vérifie si le produit existe en stock. Si c'est le cas, il va être livré au client, sinon, le produit est obtenu de l'externe en créant une demande d'achat (*Purchase requisition*) ;
- b. la demande arrive au niveau des centres de distribution par l'intermédiaire des lignes de transports ou, s'il y a de la marchandise dans le dépôt la demande est satisfaite par la création d'un ordre de transfert pour le stock (*Stock transfer order*) vers le client. Dans le cas contraire, le produit est obtenu de l'externe. Ainsi la demande arrive au niveau de l'usine ;
- c. la demande arrivée à l'usine est satisfaite si la marchandise est disponible dans les dépôts en quantité suffisante par la création d'un ordre de transfert, ou sinon, le système déclenche le processus de production à l'interne qui implique le modèle de production agrégé SNP PPM avec sa nomenclature et son routage. Il en résulte des ordres planifiés pour les produits finis et des demandes indépendantes pour les autres composants ;
- d. à la fin, si les composants ne sont pas disponibles dans le stock, ils sont obtenus de l'externe par la création des ordres d'achats en tenant compte des lignes de transport et des quotas qui ont été définis pour chaque fournisseur.

La méthode « Heuristique SNP » possède trois algorithmes de calcul. Nous donnons dans un premier temps un aperçu de leur fonctionnement. Nous prenons le soin de les expliquer plus en détails dans les paragraphes subséquents.

- a. Heuristique de localisation (*Heuristic Location*) – la méthode devrait être appliquée pour chaque localisation et chaque niveau dans la nomenclature des produits. Pour planifier l'ensemble du réseau, il est nécessaire de planifier chaque localisation et chaque produit individuellement. Par exemple, si on exécute l'heuristique pour le produit-fini au niveau des clients ou des centres de distribution en fonction du niveau des stocks, le système crée des demandes d'achats ou des ordres de transferts. Si on exécute l'heuristique pour ce même produit-fini au niveau de l'usine, le système

- planifie le produit sur un seul niveau, en créant des ordres planifiés et une demande dépendante pour le composant semi-fini qui est au niveau immédiatement inférieur dans la nomenclature ;
- b. Heuristique du réseau (*Heuristic Network*) – Pour la planification multi-niveau, la méthode devrait être lancée une première fois au niveau du client pour le produit-fini afin de planifier le réseau jusqu'à l'usine (au niveau duquel la production est planifiée en mode infini), et une deuxième fois au niveau de l'usine pour le produit semi-fini afin de planifier la production en mode infini et d'établir un plan d'approvisionnement en matières premières. Les ordres créés dans la première étape par le système sont :

- les demandes d'achats ;
- les ordres de transferts ;
- les ordres planifiés pour le produit-fini ;
- les demandes dépendantes pour le composant semi-fini.

Les ordres créés dans la deuxième étape par le système sont :

- les ordres planifiés pour le produit semi-fini ;
 - les demandes dépendantes pour les matières premières ;
 - les ordres d'achats.
- c. Heuristique multi-niveau (*Heuristic Multilevel*) – planifie le réseau logistique et toute la structure du produit jusqu'au dernier composant (produit fini, produit semi-fini et matière première) en une seule étape. Les plans de production pour le produit fini et semi-fini sont planifiés en mode infini. Il crée tous les ordres nécessaires dans le processus de planification du réseau et de la production en une seule étape.

Les données transactionnelles créées par le système dans un scénario dans lequel les principaux modules de base (DP, SNP, PP/DS, TLB) sont intégrés sont (voir la Figure 4.21) :

- a. demandes indépendantes au niveau des centres de distribution et des usines ;
- b. ordres de transfert de stock ;

- c. ordres de déploiement pour le transfert de stock ;
 - d. ordres d'expédition ;
 - e. ordres planifiés ;
 - f. ordres de production ;
 - g. demande d'achat ;
 - h. ordres d'achat.

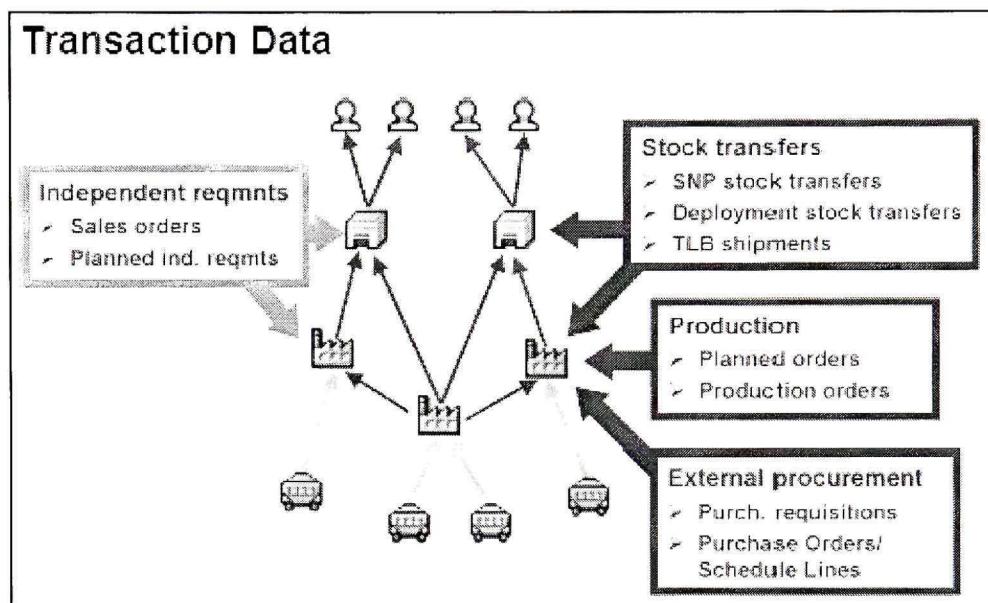


Figure 4.21 Les données transactionnelles *SNP Heuristic*.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

Pour ce qui concerne le scénario étudié, nous avons choisi de mettre en œuvre les trois heuristiques. Nous considérons que le niveau de stock pour tous les matériaux, dans toutes les localisations est égal à zéro. Ainsi, après avoir créé des ordres de vente pour le produit fini au niveau de trois clients différents, nous avons mis en œuvre le processus de planification du réseau à l'aide des trois heuristiques précédemment mentionnées (une méthode par client).

4.11.1 Heuristique de localisation

Après avoir choisi une demande chez l'un des trois clients considérés, nous avons lancé l'outil heuristique de localisation pour ce client. Comme le niveau de stock chez le client est nul, le système crée une demande d'achat en choisissant comme source d'approvisionnement l'un des deux centres de distribution. Ainsi, au niveau du centre de distribution, l'ordre est considéré comme une demande de distribution. L'ordre n'a pas été propagé plus loin dans le réseau logistique (il s'arrête au niveau du centre de distribution). Pour faire la planification en amont dans le réseau, nous avons lancé encore une fois l'heuristique de localisation au niveau du centre de distribution, ce qui en résulte une demande d'achat qui est considérée au niveau de l'usine comme une demande de distribution. En suivant la même logique, nous avons lancé encore une fois l'heuristique au niveau de l'usine, il en résulte ainsi un plan de production sur un seul niveau (pour le produit fini). Le système crée des ordres planifiés pour le produit fini et une demande dépendante pour le produit semi-finé. Le centre de production responsable de la production du produit fini est planifié en mode infini, puisque l'heuristique dans le processus de planification ne prend pas en considération le niveau de capacité de la ressource. Pour avoir un processus de production nivélé, un lissage de la capacité du centre de travail s'impose. La planification du produit semi-finé nécessite de lancer encore une fois l'heuristique au niveau de l'usine pour le produit semi-finé. Les ordres ainsi créés sont les mêmes que pour le produit fini (des ordres planifiés pour le produit semi-finé et des demandes dépendantes pour les matières premières). Ainsi, par la création des ordres planifiés, nous avons un plan de production en mode infini pour le produit semi-finé. La capacité du centre de travail est dépassée et un processus de nivlement est nécessaire.

Pour que le système crée des ordres d'achats pour les matières premières, il est nécessaire de lancer encore une fois l'heuristique de localisation pour chaque matière première prise individuellement au niveau de l'usine. Ainsi le système crée des ordres d'achat et, au niveau des fournisseurs, déclenche le processus de planification de l'approvisionnement par la création des ordres planifiés.

4.11.2 Heuristique du réseau

Pour la demande du second client, nous avons choisi de mettre en œuvre la méthode de l'heuristique du réseau. Ainsi, pour le deuxième client, après le lancement de l'heuristique, le système crée une demande d'achat qui est considérée à l'échelle du centre de distribution comme une demande de distribution. N'ayant pas de stock dans les centres de distribution, le système crée une demande d'achat pour la quantité demandée. À l'usine, les demandes provenant des deux centres de distribution s'accumulent pour créer une demande totale dans le journal de planification. Le système contrôle l'état du stock des matériaux, puis déclenche le processus de production à l'interne, le stock étant inexistant au départ. Ceci implique l'explosion du modèle de production agrégé SNP PPM avec sa nomenclature et son routage. Il en résulte ensuite des SNP ordres planifiés (qui sont des extrants spécifiques suite à la planification du réseau) pour le produit fini et des demandes dépendantes pour le produit semi-fini.

Le centre de production responsable de la production du produit fini est planifié en mode infini. Nous avons procédé à un niveling de la capacité de production pour le produit fini. Pour planifier la production du produit semi-fini et pour avoir un plan d'approvisionnement pour les matières premières (immédiatement inférieures au produit semi-fini dans la nomenclature), nous avons lancé, encore une fois, la même heuristique pour le produit semi-fini au niveau de l'usine. Le système planifie la production du produit semi-fini en mode infini et crée des ordres d'achat pour la matière première. Il déclenche également la planification de l'approvisionnement au niveau des fournisseurs en créant des ordres planifiés. Un niveling de la capacité de production est nécessaire pour avoir une charge lissée des centres de travail.

4.11.3 Heuristique multi-niveau

La troisième demande est planifiée à l'aide de l'heuristique multi-niveau lancée au niveau du troisième client. En une seule étape, le système planifie le réseau entier à partir du client jusqu'aux fournisseurs en tenant compte de la production qui est planifiée en mode infini. Un

nivelage de la capacité de production est nécessaire comme deuxième étape. Les ordres créés par le système sont les mêmes que pour les deux autres méthodes étudiées précédemment.

4.12 Planification de la production et de l'ordonnancement PP/DS

La planification du réseau SNP, que nous avons traitée à la section 4.11, a permis de déterminer un plan agrégé de production sur un horizon de 12 mois. Pour obtenir un plan de production plus détaillé sur une plus courte durée, il est nécessaire de choisir un intervalle de temps sur lequel s'effectue la désagrégation des ordres planifiés au niveau de SNP; pour notre scénario nous avons choisi un horizon de planification de 15 jours pour le plan de production. Ceci permet de faire la transition au module PP/DS où la production est planifiée à la seconde.

Ainsi, pour les premiers 12 jours, le système efface les ordres planifiés (SNP) et créera des ordres planifiés (PPDS) pour le même intervalle choisis (12 jours) en les ordonnançant à la seconde.

Dans le cadre de ce module, plusieurs procédures de planification prédefinies par SAP sont disponibles. Elles décrivent la façon dont le produit ou les produits doivent être planifiés. Ainsi nous avons la possibilité de choisir la méthode en fonction du numéro de produit à planifier (un seul produit ou un groupe de produits).

Dans notre scénario, afin de bien détailler les résultats et d'en faciliter l'interprétation, nous avons choisi de planifier un seul produit à la fois (voir la Figure 4.22). Pour ce faire, la procédure recommandée par SAP est *Planning in Planning Run* à l'aide de laquelle le système crée, comme entrée, un fichier de planification pour chaque changement pertinent survenu. Ensuite, le produit est planifié au niveau immédiatement inférieur à l'aide de l'heuristique du produit (*Product heuristic*) qui est définie préalablement au niveau du produit.

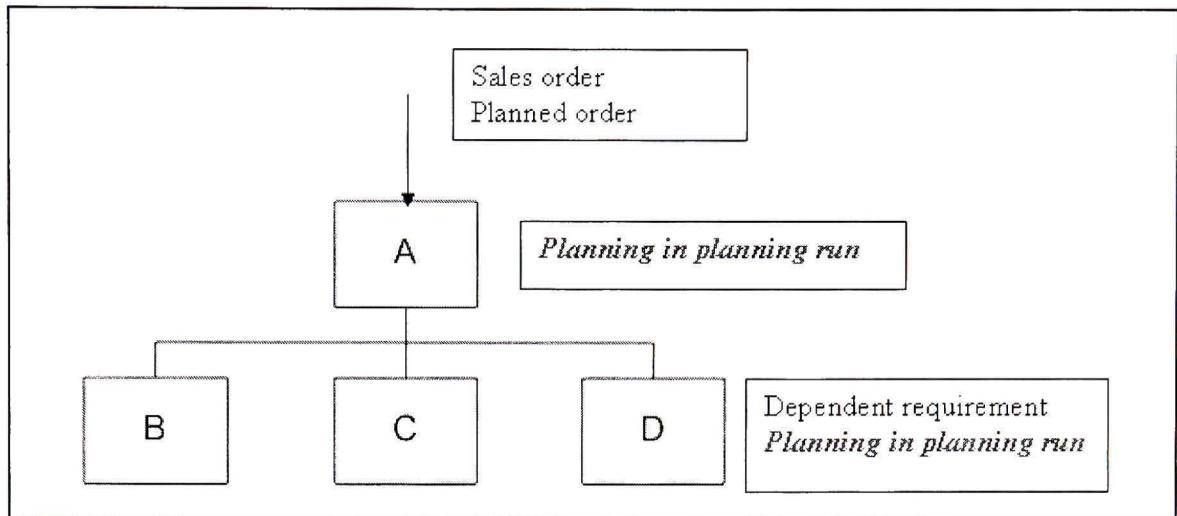


Figure 4.22 Processus de planification multi-niveau.

Tiré de SAPAG. SCM250 (2004)

La méthode possède une deuxième heuristique appelée heuristique variable (*Variable heuristic*) à l'aide de laquelle nous avons la possibilité de faire la planification de la production en mode interactif en appliquant des algorithmes de calcul qui ont été prédefinis préalablement par SAP. Dans son calcul, l'heuristique variable fait abstraction de l'heuristique du produit qui a été défini au niveau du produit.

Parmi les heuristiques disponibles au niveau du produit, nous avons choisi l'heuristique avec des lots standard (*Planning of Standard Lots*) qui a le rôle de planifier la production afin de couvrir les besoins des produits en tenant compte de la procédure choisie pour les lots (lot fixe, lot par lot, etc.).

En plus des heuristiques utilisées pour la planification, il faut définir des stratégies pour établir les règles d'ordonnancement des ordres de production et des ressources. Ici, on définit si la planification se fait en mode fini ou infini et le sens de planification (jalonnement). Notre stratégie choisie est la planification en mode fini (voir la Figure 4.23) : tout d'abord, en ayant une date due, le système fait une démarche « retour en arrière » pour trouver, selon les disponibilités des ressources, la date de début de traitement de la commande. Si celle-ci indique que la commande devrait être débutée plus tôt (que la date d'aujourd'hui), le système

fera une démarche inverse en débutant à la date présente et en faisant un jalonnement en amont, il s'arrête aux premiers intervalles trouvés pendant lesquels les opérations peuvent être exécutées.

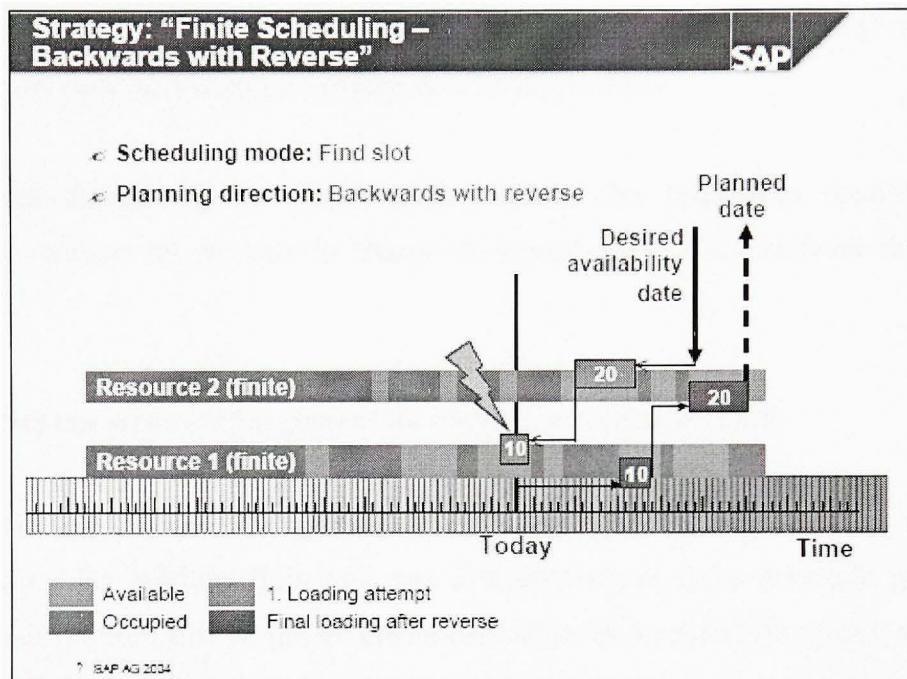


Figure 4.23 L'ordonnancement.

Tiré de SAPAG, SCM250 (2004)

Pour la planification, la méthode doit être lancée pour chacun des produits fini et semi-fini. Ainsi les résultats de la planification de production sont des ordres planifiés pour la production à l'interne et des demandes d'achats pour les produits procurés à l'externe.

La visualisation des résultats se fait en définissant un profil au niveau de l'ordonnancement détaillé où nous avons la possibilité de construire des graphiques interactifs pour les produits, les ressources, les opérations, *etc*. Nos objets choisis sont les ressources, les produits et le niveau de chargement des ressources. Un diagramme de Gantt a été créé explicitant l'ordonnancement des opérations; celles-ci sont caractérisées par :

- le numéro d'ordre assigné à l'opération ;
- la ressource responsable de l'opération ;

- c. les temps de début et de fin de l'opération ;
- d. les quantités nécessaires, *etc.*

Les produits sont montrés dans un autre graphique où les ordres planifiés pour les produits fabriqués à l'interne sont ordonnancés. Les produits achetés à l'externe (les matières premières) et les activités d'approvisionnement sont planifiées.

Le niveau de chargement est visible pour chacune des ressources dans un troisième graphique. Il permet de montrer la charge de travail (taux d'occupation) des centres de production.

4.13 Déploiement et chargement du moyen de transport TLB

La prochaine étape dans notre processus de planification du réseau est le processus de déploiement où les produits finis sont mis à la disposition de la demande provenant des centres de distribution. Elle se fait en créant des ordres de transfert de stocks entre usines et centres de distribution. Pour le calcul des quantités à transporter, la fonction de déploiement utilise des règles prédéfinies dans le profil de déploiement. Ainsi, si les quantités de produits finis disponibles dans les stocks dépassent la demande, le système crée des ordres de transfert juste pour couvrir la demande. Dans le cas contraire, quand la demande ne peut être satisfaite, le système utilise les priorités qui sont définies au niveau des clients pour le calcul des quantités à transférer. Si la demande est égale à la quantité produite, le système confirme simplement le transfert de stock. Les règles définies dans le profil sont :

- a. la distribution est faite en tenant compte de la demande, règle A, dans laquelle les quantités déployées sont proportionnelles à la demande originale reçue au niveau du centre de distribution ;
- b. un niveau de priorité égal pour chaque client ;
- c. la stratégie appliquée pour diriger l'horizon de déploiement est de type tiré / poussé (*Pull/Push*).

Le déploiement tiré détermine la portion de la demande qui est prise en considération pendant le calcul de déploiement, et est utilisé dans le cas où l'offre dépasse la demande. Le déploiement poussé détermine la source d'approvisionnement que le système doit prendre en considération pendant le calcul de déploiement. Dans ce cas, le stock est distribué en fonction de la date promise et en fonction de la demande de chacune des localisations. La marchandise n'est pas distribuée avant la date promise.

L'heuristique disponible pour cette fonction calcule le plan de réapprovisionnement pour chaque produit au niveau de la localisation qui fait la livraison (usine) (voir la Figure 4.24). Le déploiement est toujours donné pour la localisation qui fait la livraison et pour celle qui la reçoit.

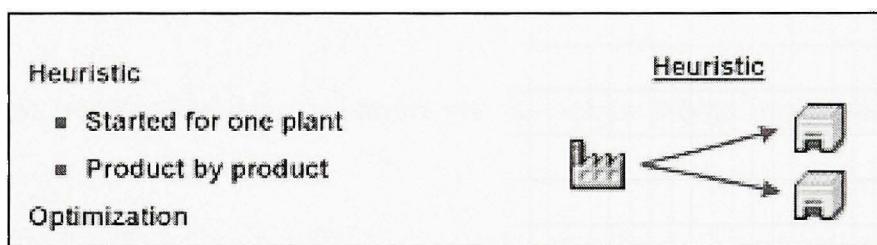


Figure 4.24 Déploiement heuristique.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

Le chargement du moyen de transport est la dernière étape dans notre scénario (voir la Figure 4.25). Son rôle est de bâtir le stock de transfert en fonction des ordres de transfert de stock qui ont été confirmés. Le moyen de transport peut supporter des charges entre une capacité maximale et minimale.

Les limites de capacité maximale et minimale sont définies dans le profil TLB et prennent en considération des contraintes telles que le volume, le poids et le nombre de palettes. Ces contraintes peuvent être larges ou sous forme d'égalité stricte (égalité, inégalité large). Si les contraintes ne peuvent pas être satisfaites, le système génère une alerte et le planificateur peut convertir le transfert manuellement.



Figure 4.25 Chargement du transport.

Tiré de SAPAG. SCM230 (2004)

Le système est très flexible dans la mesure où une même palette peut contenir plusieurs produits.

Dans notre cas, le poids a été choisi comme paramètre, avec l'unité de mesure « livres (LB) ». Ces valeurs admissibles sont comprises entre deux valeurs limites.

Suite à l'exécution de l'heuristique (*TLB run*), les ordres de transfert de stock sont convertis en ordres d'expédition (*TLB shipment*).

4.14 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons décrit le scénario que nous avons implanté dans le système SAP APO en décrivant en particulier la façon de créer le modèle (en ayant recours aux données maîtresses et transactionnelles), de le simuler (calcul des prévisions, des stocks de sécurité, planification du réseau) et de l'exécuter au niveau opérationnel (désagrégation). Nous n'avons pas omis de traiter également le volet « distribution ». Dans le chapitre suivant, l'analyse des résultats va être faite.

CHAPITRE 5

ANALYSE DES RÉSULTATS

5.1 Introduction

Nous avons pris la décision de faire l'analyse des résultats en fonction du niveau de planification du réseau (stratégique, tactique et opérationnelle).

5.2 Niveau stratégique

Au niveau stratégique, ce sont les prévisions qui seront prises en considération. Le calcul des prévisions se base sur les mêmes données historiques et servent comme premier intrant dans le processus de planification. Nous avons utilisé les mêmes paramètres ($\alpha, \beta, \gamma = 0.30$), le même nombre de périodes par saison (égal à 4) et les mêmes méthodes de prévisions. Pour avoir une même base de comparaison dans notre analyse, on se limite aux erreurs qui sont disponibles dans les deux systèmes étant donné que SAP APO donne un éventail plus étendu des erreurs calculées. Ainsi, la meilleure prévision a été retenue en fonction des erreurs que le système SAP R/3 est capable de fournir (MAD et ET). Nous observons une limitation du système SAP R/3 par rapport au système SAP APO de ce point de vue.

Les résultats sur les erreurs de prévision sont résumés aux Tableaux 5.1 et 5.2 :

Tableau 5.1

Erreurs des prévisions dans SAP R/3

SAP R/3	Saisonnalité	Tendance	Saisonnalité et Tendance
MAD	119	124	135
Valeur de base	983.149	1058.507	1038.212
Valeur de la tendance	-	26	17
Erreur totale	424	546	88

Tableau 5.2
Erreurs des prévisions dans SAP APO

SAP APO	Saisonnalité	Tendance	Saisonnalité et Tendance
MAD	118.71	123.96	135.29
ET	424.07	545.98	87.70
MPE	0.24	3.64	0.83
MAPE	10.82	15.06	13.54
MSE	14,635.18	22,782.80	22,169.88
RMSE	120.98	150.94	148.90

En choisissant la plus petite erreur de MAD, le modèle de prévision avec saisonnalité a été choisi dans les deux systèmes. La somme totale de prévisions pour toute l'année est égale à 12 026 caisses. Le Tableau 5.3 donne la prévision sur les 12 prochains mois. Notons que les deux systèmes SAP R/3 et SAP APO donnent les mêmes résultats.

Tableau 5.3

Les prévisions

03/08	04/08	05/08	06/08	07/08	08/08	09/08	10/08	11/08	12/08	01/09	02/09
923	1 027	1 027	1 031	923	1 027	1 027	1 031	923	1 027	1 027	1 031

5.2.1 Conclusion

Il est important de mentionner que la modalité de travail dans les systèmes est très différente. Dans le système SAP APO nous avons la possibilité d'exécuter, de visualiser et de faire une comparaison entre plusieurs simulations dans la même transaction. Par contre, dans le système SAP R/3, pour chaque simulation, il est nécessaire d'accéder plusieurs fois à la même transaction, et l'outil de comparaison est inexistant.

En se basant sur les erreurs et les fonctionnalités que le système SAP APO nous fournit, nous pouvons conclure que la qualité des prévisions est meilleure et plus raffinée dans le système APO que dans le système R/3. Cette qualité se reflète par un bas niveau de stock, un haut niveau de service client et une importante réduction des coûts qui en résultent.

5.3 Niveau tactique

Le niveau tactique est couvert dans le système SAP R/3 par le module de gestion de la demande et par le MRP. Dans le système SAP APO, c'est le module SNP qui s'en charge.

5.3.1 Niveau tactique SAP R/3

Comme nous avons spécifié à la section 3.3, le résultat de la gestion de la demande est une demande indépendante pour le produit fini sur l'horizon des prévisions. Celui-ci est utilisé comme intrant pour le système MRP.

Au niveau de l'usine, dans la première étape, nous allons analyser les données qui résultent de la planification des prévisions sans prendre en compte les ordres de vente. Ainsi, après le lancement du MRP dans le système R/3, nous avons un plan d'approvisionnement et un plan de production en mode infini au niveau de l'usine. L'horizon de planification de la production est égal à l'horizon du PIC en considérant que toute la demande peut être satisfaite. Pour la demande mensuelle en produit fini, le système crée des ordres planifiés qui couvre la totalité de la demande en les ordonnançant dans une seule journée. La journée correspond au premier jour de chaque mois. En parallèle, le système crée des demandes d'achats pour satisfaire le besoin en matières premières.

Le système nous donne la possibilité de faire une demande en capacité pour nos centres de travail pendant le processus de MRP. Celui-ci est possible en fixant un horizon de planification qui couvre la demande pour les deux premiers mois (respectivement pour les quantités des mois de mars et avril (1950 caisses)).

La Figure 5.1 illustre le processus d'exécution du MRP dans SAP R/3 en mettant en évidence les intrants et les extrants du processus. En particulier, les extrants sont les ordres planifiés pour les produits finis et semi-finis et les demandes d'achat de matières premières. La demande dépendante est un intermédiaire entre la demande indépendante du produit fini et les ordres planifiés (produits semi-finis) ainsi que la demande d'achat de matières premières.

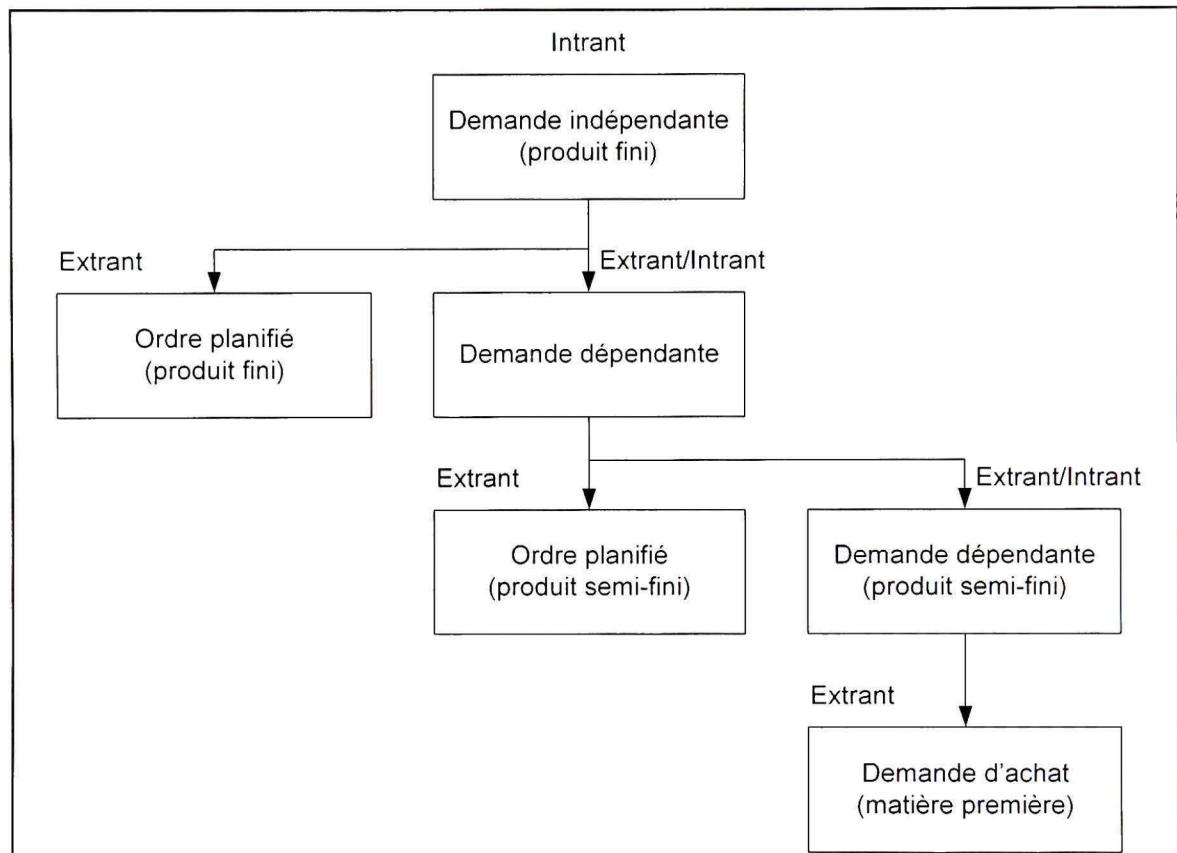


Figure 5.1 Les intrants et extrants du processus MRP.

Le Tableau 5.4 résume les statistiques obtenues après le lancement du MRP pour tout l'horizon de prévision :

Tableau 5.4
Statistiques SAP R/3

Ordres planifiés créés (fini + semi-fini)	Demandes d'achats	Demande dépendante	Demande en capacité
3 436	512	18 898	558

Puisque la quantité de données dans le système est importante, nous allons nous limiter à interpréter les éléments les plus importants (les extrants) qui résultent du processus de planification. Les extrants suivants seront analysés : les ordres planifiés, les demandes d'achats et la demande en capacité.

5.3.1.1 Ordres planifiés

Le nombre total d'ordres planifiés créés est égale à la somme des ordres planifiés créés par le système pour le produit fini et semi-fini.

Produit fini :

$$VT = 12\ 026 \text{ caisses}$$

$$DL = 7 \text{ caisses}$$

$$OP_f = VT / DL \quad (5.1)$$

$$OP_f = VT / DL = 12\ 026 / 7 = 1\ 718 \text{ ordres}$$

Où :

VT – vente totale

DL – dimension du lot

OP_f – ordre planifié produit fini

Produit semi-fini :

Pour produire 7 caisses de NRG-A, nous avons besoin de 500 livres de produit semi-fini Dough NRG-A.

$$QT = 859\,000 \text{ livres}$$

$$DL = 500 \text{ livres}$$

$$OP_{sf} = QT / DL \quad (5.2)$$

$$OP_{sf} = QT / DL = 859\,000 / 500 = 1\,718 \text{ ordres}$$

Où :

QT – la quantité totale demandée de produit semi-fini

DL – dimension du lot

OP_{sf} – ordre planifié produit semi-fini

$$TOP = OP_f + OP_{sf} \quad (5.3)$$

$$TOP = OP_f + OP_{sf} = 1\,718 + 1\,718 = 3\,436$$

Où :

TOP – nombre total d'ordres planifiés

5.3.1.2 Demande en capacité pour les centres de travail

Centre de travail *Bakeline* :

Pour les deux premiers mois, nous avons une demande de produit fini égale à 1 950 caisses.

$$VT_{t1, t2} = 1\,950 \text{ caisses}$$

$$DL = 7 \text{ caisses}$$

$$OP_f = VT_{t1, t2} / DL \quad (5.4)$$

$$OP_f = VT_{t1, t2} / DL = 1\,950 / 7 = 279 \text{ ordres}$$

Où :

$VT_{t1, t2}$ – vente totale pour les deux premiers mois

DL – dimension du lot

OP_f – ordre planifié produit fini

$T_s = 30$ minutes

$T_p = 30$ minutes

$T_t = T_s + T_p = 30 + 30 = 60$ minutes = 1 heure

Où :

T_s – temps de réglage

T_p – temps de production

T_t – temps total

Pour créer un ordre, nous avons besoin d'une heure de travail.

$$\text{Capacité Bakeline} = OP_f \times T_t = 279 \text{ ordres} \times 1 \text{ heure} = 279 \text{ heures} \quad (5.5)$$

Les 279 heures ont été réparties par le système sur deux jours. Dans la première journée, le système assigne au centre de travail *Bakeline* 132 heures (égale à 132 ordres planifié, produit fini) et pour la deuxième journée 147 heures. Dans les deux cas, la capacité journalière du centre de travail *Bakeline* qui est de 24 heures est largement dépassée. Remarquons qu'à ce stade, la planification est faite en mode infini.

Centre de travail *Mixers* :

En se basant sur la même méthode de calcul de capacité utilisée précédemment pour le centre de production *Bakeline* et en utilisant les mêmes temps de réglage et de production, nous avons trouvé une demande de capacité pour le centre de production *Mixers* égale à la capacité du centre de production *Bakeline*. Ainsi, la capacité demandée pour satisfaire la demande en produit semi-fini est égale à 279 heures.

Capacité *Mixers* = 279 heures

Dans le cas du centre de travail *Mixers*, le système crée une capacité pour les 279 heures dans une seule journée (planification en mode infini), ce qui dépasse la capacité du centre de travail qui est de 96 heures. Ainsi la capacité totale créée pour les deux centres de travail est :

$$\text{Capacité totale demande} = \text{Capacité Bakeline} + \text{Capacité Mixers} \quad (5.6)$$

$$\text{Capacité totale demande} = 279 + 279 = 558 \text{ heures}$$

5.3.1.3 Demande d'achat

Un autre extrant important du processus MRP sont les demandes d'achats. Pour leur calcul, le système se base sur les dimensions de lots définis pour chaque matière première et sur la quantité totale demandée pour satisfaire la demande sur l'horizon de la prévision (12 mois).

Tableau 5.5

Demandes d'achat

MP	R300	R310	R320	R330	R360	R370	R380	R400	R410	R420	Total
QT	12500	86000	8600	1800	17500	3500	528000	86000	8600	86000	
DL	500	1000	100	100	500	100	44000	1000	100	2000	
DA	25	86	86	18	35	35	12	86	86	43	512

Le nombre d'ordres créés par le système pour chaque matière première est calculé de la façon suivante :

$$DA = QT / DL \quad (5.7)$$

Où :

QT – quantité totale

DL – dimension du lot

DA – nombre de demandes d'achat

5.3.2 Niveau tactique SAP APO

Le niveau tactique, comme nous l'avons déjà mentionné à la section 4.11, est couvert par le module SNP dans le système SAP APO. Son horizon de planification est égal à celui des prévisions. Une caractéristique très importante de la planification à l'aide de l'heuristique (localisation, réseau ou multi-niveau) est sa capacité de planifier en fonction de l'intervalle de planification désiré (*time bucket*). Ainsi, pour avoir la même base de mesure dans les deux systèmes, nous avons choisi un intervalle de planification égal au mois au niveau de la table de planification. Pour les capacités des ressources, l'intervalle de planification choisi est égal au jour.

Les intrants et les extrants du processus de planification du système SAP APO sont identiques à ceux du processus MRP du système SAP R/3 (voir la Figure 5.1). Comme intrants, le système utilise les données prévisionnelles (perçues comme des demandes indépendantes) qui ont été transférées à partir du module DP.

Dans un premier temps, nous allons planifier la production au niveau de l'usine sans prendre en considération le réseau entier ou les ordres de ventes. Pour faire la planification, nous avons choisi la fonction heuristique multi-niveau. Cette fonction planifie les capacités de production en considérant les capacités agrégées créées par le système dans les modèles SNP PPM.

Suite au lancement de l'heuristique, un plan de production en mode infini et un plan d'approvisionnement sont créés par le système au niveau du journal de planification. En parallèle, pour les centres de travail, le système crée des capacités en fonction de l'intervalle choisi (*time bucket*), qui est égal au jour dans notre cas. À ce niveau, le système fait également l'assignation des produits semi-finis et finis aux modèles de productions SNP PPM spécifiques à chacun des produits.

Suite à la planification pour les quantités mensuelles demandées de produits finis, le système crée des extrants spécifiques à la planification réseau (prend en compte toutes les contraintes

du réseau), des « SNP ordres planifiés » (*SNP Planned Ordres*) qui couvrent la totalité de la demande en les ordonnancant dans une seule journée. Par default, la journée correspond au 16ème jour de chaque mois. Nous observons le même constat pour la planification du produit semi-fini. Le plan d'approvisionnement en matières premières est satisfait par le système en créant des demandes d'achats. Dans SAP APO, la demande dépendante, calculée avec l'heuristique, joue le même rôle que le processus du MRP dans SAP R/3.

Les statistiques des résultats obtenus après le lancement de l'heuristique sont données dans le tableau suivant :

Tableau 5.6

Statistiques SAP APO

SNP Ordres planifiés créés (produit fini)	SNP Ordres planifiés créés (produit semi-finé)	SNP Ordres planifiés créés Total	Planification de la capacité WBAKELINE (heures)	Planification de la capacité WMIXERS (heures)
1 718	1 732	3 450	303	306

Le système SAP APO ne possède pas la fonction « statistique » qui nous permet de visualiser les résultats obtenus suite au lancement de l'heuristique. Le seul moyen donnant accès à des données statistiques est au niveau du journal de planification où, à l'aide de la fonction « Total », nous avons la possibilité de calculer pour chacune des *Key Figure* la somme des éléments (spécifiques pour chaque *Key Figure*) pour tout l'horizon de planification défini dans le journal.

Comme dans le système SAP R/3, plus loin nous allons nous limiter à l'interprétation des éléments les plus importants (les extrants) qui résultent du processus de planification. Les extrants suivants seront analysés : les ordres planifiés, les demandes d'achats et la demande en capacité.

5.3.2.1 Ordres planifiés

Le nombre d'ordres planifiés créés est égale à la somme des ordres créés par le système pour le produit fini et semi-fini.

Produit fini :

$$VT = 12\ 026 \text{ caisses}$$

$$DL = 7 \text{ caisses.}$$

$$OP_f = VT / DL = 12\ 026 \text{ caisses} / 7 \text{ caisses} = 1\ 718 \text{ ordres} \quad (5.8)$$

Où :

VT – vente totale

DL – dimension du lot

OP_f – ordre planifié de produit fini

Produit semi-fini :

Pour produire 7 caisses de NRG-A nous avons besoin de 500 livres de produit semi-fini Dough NRG-A.

$$QT = 866\ 000 \text{ livres}$$

$$DL = 500 \text{ livres}$$

$$OP_{sf} = QT / DL = 866\ 000 \text{ livres} / 500 \text{ livres} = 1\ 732 \text{ ordres} \quad (5.9)$$

Où :

QT – la quantité totale demandée de produit semi-fini

DL – dimension du lot

OP_{sf} – ordre planifié de produit semi-fini

$$TOP = OP_f + OP_{sf} = 1\ 694 + 1\ 732 = 3\ 426 \text{ ordres} \quad (5.10)$$

Où :

TOP – nombre total d'ordres planifiés

5.3.2.2 Planifications des capacités

Lors de la création des capacités pour les centres de travail *WBakeline* et *WMixers*, le système tient compte des modèles de production agrégés (SNP PPM pour le produit fini et semi-fini avec le coefficient d'agrégation d'un jour) et du type de centres de travail.

Comme nous avons spécifié dans la description de la compagnie *Fitter Snaker* à la section 2.3, la machine *WBAKELINE* est considérée comme un centre de production avec une seule activité et la machine *WMIXERS* comme un centre de production avec activités multiples (au nombre de quatre). Ainsi, la capacité totale journalière pour *WBAKELINE* est de 24 heures et de 96 heures (4×24 heures) pour *WMIXERS*.

Tableau 5.7

Capacités dans SAP APO

Centres de production	Total des heures de travail (T_{HB} , T_{HM})	Total des heures de travail premier mois (T_{HB1} , T_{HM1})	Total des heures de travail 2 ^{ème} mois (T_{HB2} , T_{HM2})
<i>WBAKELINE</i>	303 heures	157	146
<i>WMIXERS</i>	306 heures	159	147

$$T_{HB} = T_{HB1} + T_{HB2} \quad (5.11)$$

$$T_{HB} = 157 + 146 = 303 \text{ heures}$$

$$T_{HM} = T_{HM1} + T_{HM2} \quad (5.12)$$

$$T_{HM} = 159 + 147 = 306 \text{ heures}$$

Où :

T_{HB} – temps total de travail pour deux mois en heures (centre de travail *WBAKELINE*)

T_{HM} – temps total de travail pour deux mois en heures (centre de travail *WMIXERS*)

5.3.2.3 Demande d'achat

Les demandes d'achat sont créées dans le système SAP APO en fonction de l'intervalle de planification (*time bucket*). Dans notre cas, l'intervalle de temps choisi est égal à un mois. Ainsi, pour chaque matière première, le système crée une seule demande d'achat pour chacun des mois et ce pour la quantité entière demandée. Le nombre total de demandes d'achat est obtenu en multipliant le nombre de matières premières par 12.

Plus loin, nous allons donner un exemple de calcul pour le produit R300 – Canola.

Tableau 5.8

Demandes d'achat SAP APO

Mois	3/08	4/08	5/08	6/09	7/08	8/08	9/08	10/08	11/08	12/08	1/09	2/09
DA	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TQ	1113	1029	1036	1015	945	1050	1029	1022	945	1036	1050	854

Où :

DA – nombre de demandes d'achat par mois

TQ – quantité totale en produits par mois

En faisant la somme pour tous les mois, le nombre total de demandes d'achat est :

$$T_{DA} = 12 \text{ demandes d'achat (Canola)}$$

Par default, pour chaque mois, le système a planifié les quantités à la 16^{ème} journée en assignant à celle-ci la source d'approvisionnement, la destination et le moyen de transport. L'ordre comporte aussi une date et une heure de début et de fin, calculée en fonction de la distance et de la vitesse de transport.

5.3.3 Conclusion

Au niveau de la planification tactique nous observons déjà que des différences importantes sont à signaler.

Le nombre d'ordres planifiés créés par les systèmes pour le produit fini est identique, par contre, pour le produit semi-fini, SAP APO crée 14 ordres de plus que SAP R/3. La différence se remarque au niveau de la quantité totale de produit semi-fini demandée par le système SAP APO pour combler la demande totale en produit fini, qui est de 7 000 livres plus grande que dans le système SAP R/3. La différence de 14 ordres résulte du rapport entre le surplus de quantité (7 000 livres) et la dimension du lot (500 livres).

Dans le processus de demande des capacités, le système SAP R/3 tient compte de plusieurs facteurs tels que les routages et les opérations dans les centres de travail. Vu la qualité de l'information sur laquelle le calcul capacitaire se base, le résultat obtenu avec le système SAP R/3 est beaucoup plus précis que dans le système SAP APO, où le calcul capacitaire se fait en mode agrégé. Ainsi le système SAP R/3 calcule la capacité nécessaire pour la création de chacun des ordres planifiés. Le résultat est une capacité totale en fonction du nombre total d'ordres planifiés créés par le système pour combler la demande entière. Par contre, dans le système SAP APO, suite au processus d'agrégation, nous observons que le processus de création des capacités est plus grossier. Le système crée des capacités qui dépassent beaucoup les capacités nécessaires demandées. Les deux systèmes à ce niveau, font une planification de la production en mode infini.

Dans la création des demandes d'achat, la dimension du lot est un facteur important dont SAP R/3 tient compte. En effet, le calcul des demandes d'achat s'effectue en faisant le rapport entre la quantité totale demandée et la dimension du lot. En revanche, le système SAP APO effectue le calcul en fonction de l'intervalle de planification choisi. Ainsi, le système crée une seule demande d'achat pour la quantité entière en fonction de la demande dépendante pour chaque mois.

5.4 Niveau opérationnel

Le niveau opérationnel est caractérisé par le processus de planification de la production en mode fini. L'horizon de planification, est choisie de façon qu'il prenne en considération les premières deux demande (pour le mois mars et avril (1 950 caisses)). Ainsi, le système crée une capacité de façon qu'il puisse satisfaire la demande.

5.4.1 Niveau opérationnelle SAP R/3

Dans le système SAP R/3, le niveau opérationnel consiste à faire le nivelllement de la production. En effet, c'est lors de cette étape que les ordres sont assignés aux centres de travail en fonction des capacités disponibles et du temps. Autrement dit, les ordres sont ordonnancés de telle façon que la capacité totale journalière ne soit pas dépassée. Ainsi, a lieu la planification de la production en mode fini.

5.4.1.1 Centre de travail *Bakeline*

Comme nous avons spécifié à la section 2.3, le centre de travail *Bakeline* est défini comme une seule capacité (*Single Resource*) avec une capacité maximale de 24 heures par jour.

Dans le processus de nivelllement, les ordres planifiés (correspondant à la quantité demandée pour les mois d'avril et de mars) qui ont résulté suite au lancement du MRP sont assignés au centre de travail *Bakeline*. Le nombre d'ordres planifiés qui couvre la demande pour les deux mois est :

$$N_{OP1,2} = T_{D1,2} / D_L = 1\ 950 / 7 = 279 \text{ ordres} \quad (5.13)$$

Où:

$N_{OP1,2}$ – nombre d'ordres planifiés créés par le système pour les deux premiers mois

$T_{D1,2}$ – la demande totale pour les deux premiers mois

D_L – dimension du lot

Les ordres sont ordonnancés dans un intervalle de 12 jours (voir le Tableau 5.9). Les 11 premiers jours, la capacité du centre de travail est couverte à 100 % (24 heures). Ensuite, les ordres restants sont ordonnancés dans la 12^{ème} journée (en couvrant une capacité du centre de travail égal à 63 % (15 heures)).

Tableau 5.9
Ordonnancement du produit fini dans SAP R/3

Bakeline	Nombre de jours	Heures par jour	Total des heures
Capacité = 100 %	11	24	264
Capacité = 63 %	1	15	15
Capacité totale (heures)			279

Nous observons que le nombre total d'heures de production est égal à la demande capacitaire et au nombre total d'ordres planifiés (même résultat obtenu au niveau tactique).

5.4.1.2 Centre de travail *Mixers*

Le centre de travail *Mixers* est défini comme une capacité multi-ressource (quatre capacités). Sa capacité maximale est de 96 heures par jour. Suite au lancement du MRP, les ordres planifiés créés pour le produit semi-fini sont assignés au centre de travail en fonction de la date de disponibilité et du temps. En suivant la logique de calcul utilisée pour le centre de production *Bakeline*, nous trouvons que le nombre d'ordres planifiés pour le produit semi-fini est de 279 (voir le Tableau 5.10).

Pendant le processus d'assignation des ordres planifiés, la capacité journalière totale du centre de travail n'est pas dépassée. Ainsi, la capacité du centre de travail est couverte à 100 % (96 heures) pour les deux premiers jours. Pour la troisième journée, la capacité du centre de travail est couverte à 63 % (87 heures).

Tableau 5.10**Ordonnancement du produit semi-fini dans SAP R/3**

Mixers	Nombre de jours	Heures par jour	Total des heures
Capacité = 100 %	2	96	192
Capacité = 63 %	1	87	87
Capacité totale (heures)			279

Comme dans le cas du centre de travail *Bakeline*, nous observons que le nombre total des heures de production est égal à la demande capacitaire et au nombre d'ordres planifiés, car le temps de réglage et de production pour les deux centres de travail sont égaux (30 minutes chacun).

5.4.2 Niveau opérationnel SAP APO

Le niveau opérationnel dans le système SAP APO est couvert par le module PP/DS. À ce niveau, le processus d'ordonnancement est pris par les modèles de production PPM qui ont été transférés du système SAP R/3.

Comme dans le système SAP R/3, pour l'horizon de planification de la production, nous avons pris un horizon qui couvre la demande pour les deux premiers mois (mars et avril), et ce pour une quantité de 1 950 caisses.

Les résultats obtenus sont des ordres planifiés qui ont été ordonnancés en considérant la date de disponibilité des centres de travail est du temps. Autrement dit, c'est le processus de planification de la production en mode fini qui est mis en œuvre.

Les caractéristiques des centres de travail *Bakeline* et *Mixers* du système SAP R/3 sont identiques à celles du système SAP APO (*WBakeline* et *WMixers*). Ainsi, le centre de travail *WBakeline* est défini comme une ressource avec une seule activité et le centre de travail *WMixers* comme une ressource avec activités multiples (quatre).

5.4.2.1 Centre de travail *WBAKELINE*

La dimension du lot pour le produit fini est de 7 caisses. Ainsi en faisant le rapport entre la demande pour les deux premiers mois (1 950 caisses) et la dimension du lot (7 caisses) on obtient 279 SNP ordres planifiés.

La capacité totale journalière du centre de travail *WBakeline* est de 24 heures. Suite au processus de planification en mode fini, les 279 SNP ordres planifiés (spécifiques à la planification réseau) sont convertis en ordres planifiés (spécifiques à la planification locale au niveau d'usine). Ensuite les ordres sont pris en compte par le centre de travail original (dans lequel les activités de réglage et de production sont distinctes et non agrégées) en les ordonnançant en fonction de ses disponibilités.

Le résultat final obtenu est un chargement au niveau maximal (100 %) pour les 11 premiers jours et une occupation du centre de travail de 63 % à la 12^{ème} journée (voir le Tableau 5.11).

Tableau 5.11
Ordonnancement du produit fini SAP APO

<i>WBakeline</i>	Nombre de jours	Heures par jour	Total des heures
Capacité = 100 %	11	24	264
Capacité = 63 %	1	15	15
Capacité totale (heures)			279

Nous observons que le nombre total d'heures de travail est égal au nombre des ordres créés par le système pour les deux premiers mois.

5.4.2.2 Centre de travail *WMIXERS*

Pour les deux premiers mois, la quantité nécessaire de produit semi-fini est de 139 500 livres. En tenant compte de la dimension du lot pour le produit semi-fini qui est égal à 500 livres, le système crée un nombre de 279 SNP ordres planifiés.

La capacité maximale journalière pour le centre de travail *WMixers* est de 96 heures. Suite au processus d'ordonnancement les 279 SNP ordres planifiés sont convertis en ordres planifiés et sont assignés au centre de production (dans lequel les activités de réglages et de production ne sont pas agrégées) en fonction de ses disponibilités.

Le résultat de l'ordonnancement est un plan de production en mode fini. Ainsi, le système a réparti les ordres planifiés sur trois jours. Le chargement capacitaire du centre de travail *WMixers* est donné dans le Tableau 5.12.

Tableau 5.12

Ordonnancement du produit semi-fin SAP APO

<i>WMixers</i>	Nombre de jours	Heures par jour	Total des heures
Capacité = 100 %	1	96	96
Capacité = 96.81 %	1	93	93
Capacité = 93.81 %	1	90	90
Capacité totale (heures)			279

Nous observons que le nombre total d'heures en capacité est égal au nombre d'ordres planifiés.

5.4.3 Conclusion

Au niveau opérationnel, la problématique numéro un a été le choix d'un horizon de planification commun aux deux systèmes. Ainsi, dans le système SAP APO nous avons

établi un intervalle de temps (*time bucket*) au niveau du journal de planification (DV1) équivalent au mois pour nous harmoniser avec l'horizon défini dans SAP R/3.

Dans les choix des horizons, dans les deux systèmes, il a fallu tenir compte des dates auxquelles les ordres planifiés ont été créés suite au processus de planification de la production en mode infini.

Dans le cas du système SAP R/3, le choix de l'horizon est donné par les dates de création des ordres planifiés suite au lancement du MRP.

Comme nous avons spécifié à la section 5.3.1, parmi les extrants de la planification en mode infini, on trouve les ordres planifiés pour les produits semi-fini et fini (créés à la première journée de chaque mois). Ainsi, pour prendre en considération les ordres créés pour les deux premiers mois, nous avons défini un horizon de planification d'un mois, de sorte que la demande qui arrive au 1^{er} du mois suivant soit prise en compte dans la planification.

Dans le système SAP APO les SNP ordres planifiés qui résultent de la planification en mode infini, sont créés à la 16^{ème} journée de chaque mois. De ce fait, afin de pouvoir inclure la demande des deux mois dans la planification, nous avons choisi un horizon de 30 jours plus 16 jours; de cette façon, le système est contraint à prendre en considération la demande qui arrive seulement au 16^{ème} jour du second mois.

Nous observons que le plan de production pour le produit fini est identique dans les deux systèmes. Le nombre de jours de production et le taux d'utilisation de la capacité pour chaque jour de travail au niveau du centre de production (*Bakeline* et *WBakeline*) sont égaux dans les deux systèmes.

Pour le produit semi-fini le plan de production comporte une différence au niveau du taux d'utilisation des centres de production (*Mixers* et *WMixers*), quoi que le nombre de jours de production soit similaire.

5.5 Résumé des résultats et comparaisons

Comme nous avons mentionné à la section 5.2, le niveau stratégique et couvert par les prévisions. Le calcul des prévisions a été déterminé en se basant sur les mêmes données historiques et les mêmes réglages dans les deux systèmes. Ainsi, le modèle saisonnier a été choisi par ce qu'il donne la meilleure prévision. Les résultats obtenus sont égaux dans les deux systèmes. La somme totale des prévisions pour les prochaines 12 mois est de 12 026 caisses. Cette quantité est considérée par les systèmes comme une demande indépendante et sert comme intrant dans le processus de planification aux niveaux inférieurs.

Au niveau tactique a lieu la planification de la production en mode infini. Les extrants analysés sont les ordres planifiés pour les produits fini et semi-fini, les demandes d'achats pour les matières premières et la demande capacitaire pour l'horizon de production choisi. Les nombres d'ordres planifiés créés par les deux systèmes pour le produit fini sont égaux. Au niveau du produit semi-fini, on observe une légère différence. Le système SAP APO crée 14 ordres de plus que SAP R/3 (voir le Tableau 5.13). Ceci pourrait être dû à ce que la planification réseau dans le système SAP APO utilise des données agrégées :

- a. agrégation au niveau temporel de la demande des produits ;
- b. agrégation des activités du réseau logistique (approvisionnement et distribution) ;
- c. agrégation des activités de production (temps de réglage et de production) ;
- d. agrégation des produits.

Il fait une planification de la production dit « grossière » puisque le niveau de détail n'est pas encore très important à cette étape de la planification. Toujours dans la même logique (calcul en mode agrégé), le système SAP APO fait une demande de capacité pour combler la demande pour les premiers deux mois avec une marge d'erreur assez importante.

Dans la création des demandes d'achat, les deux systèmes se basent sur une méthodologie complètement différente. Ainsi, le système SAP R/3 prend en considération la dimension du lot dans le calcul de la demande (quantité mensuelle demande divisé par la dimension du lot).

Par contre, dans le système SAP APO la dimension du lot n'a pas d'importance puisque il fait une planification agrégée pour le mois. Ainsi, il crée une seule demande pour la quantité mensuelle de chaque matière première.

En fait, le système SAP APO adopte une planification plus grossière que le système SAP R/3 puisque il possède d'autres outils au niveau opérationnel (où il y a lieu le processus de désagrégation) qui lui donne la possibilité de se rattraper. Dans le processus de désagrégation, la planification multi-niveau du réseau logistique à lieu en tenant compte du détail d'activités de production, d'approvisionnement et de distribution.

Tableau 5.13

Résultats niveau tactique

Extrants		SAP R/3	SAP APO
Total ordres planifiés (12 mois)	Produit fini	1718	1718
	Produit semi-fini	1718	1732
Demande de capacité (pour les premiers deux mois de demande)	Bakeline/WBakeline	279	303
	Mixers/WMixers	279	306
Demande d'achat (12 mois)	Ordres	512	156

Au niveau opérationnel, pendant la planification en mode finie, nous observons qu'il n'y a pas de différence dans le nombre des ordres planifiés créés par les deux systèmes. De même, la capacité totale nécessaire pour la création des ordres planifiés est égale. La seule différence consiste dans le taux d'occupation journalière des centres de travail pour le produit semi-fini (voir le Tableau 5.14). Ainsi, on observe que le système SAP R/3 considère prioritaire le chargement du centre de travail *Mixers* à capacité maximale (100 %) pour les premiers deux jours en laissant pour la troisième journée la quantité restante à produire. Par contre dans le système SAP APO le chargement du centre de travail *WMixers* est plus équilibré. Le système essaye de lisser les capacités journalières du centre de travail en lui attribuant un taux d'occupation décroissant qui varie de 100% à 90%.

Tableau 5.14**Résultats niveau opérationnel**

Centres de production		SAP R/3	Taux	SAP APO	Taux
Bakeline/WBakeline	Total ordres planifiés	279		279	
	Capacité	Jour 1-11	264	100 %	264
		Jour 12	15	63 %	15
		Total	279		279
Mixers/WMixers	Total ordres planifiés	279		279	
	Capacité	Jour 1	96	100 %	96
		Jour 2	96	100 %	93
		Jour 3	87	63 %	90
		Total	279		279

5.6 Avantages et inconvénients des systèmes SAP R/3 et SAP APO

Suite à l'implémentation des deux scenarios et à l'analyse de la planification hiérarchique du réseau de distribution, plus loin, nous pouvons faire ressortir en évidence plusieurs avantages et inconvénients des deux systèmes SAP R/3 et SAP APO (que nous avons synthétisé en fonction du niveau de planification dans plusieurs tableaux (voir les Tableaux 5.15, 5.16 et 5.17)).

Tableau 5.15**Niveau stratégique**

	SAP R/3	SAP APO
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul des prévisions statistiques en mode agrégé à l'aide des modèles de prévisions. • Capacité de modifier manuellement les valeurs des prévisions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleur simulation et comparaison des méthodes de prévisions. • Calcul des erreurs de prévisions performant. • Prise en compte de facteurs causaux et exogènes à l'aide des profiles des prévisions. • La capacité de gérer les promotions, les lancements des produits et la fin du cycle de vie des produits. • La planification consensuelle des prévisions. • Amélioration des prévisions à l'aide de plusieurs fonctions.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul des erreurs de prévision limité. • Outil de comparaison des prévisions manquant. • Fonctionnalités pour raffiner le calcul des prévisions manquantes. • Impossibilité de prendre en compte des facteurs externes. 	

Tableau 5.16**Niveau tactique**

	SAP R/3	SAP APO
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • La disponibilité de la fonction statistique. • Un plan de production en mode infini performant. • Une bonne synchronisation entre le plan de production en mode infini et le plan d'approvisionnement. • Une demande capacitaire exacte. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planification en mode agrégé du réseau. • Planification réseau multi-sites et multi-niveaux. • Planification réseau sous contraintes. • Calcul du stock de sécurité multi-sites. • Création des tous les ordres nécessaires à la gestion de la chaîne logistique. • Réaction à la demande du client en tenant compte de facteurs externes. • Anticipation des besoins et demandes clients. • Contrôle de la disponibilité globale.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Réaction à la demande du client sans tenir compte de facteurs externes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Planification de la production en mode infini avec une certaine marge d'erreur. • Une demande capacitaire pour l'horizon de production choisi inexacte. • Outil de statistique manquant.

Tableau 5.17**Niveau opérationnel**

	SAP R/3	SAP APO
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> • Calcul du MRP en se basant sur la structure du produit, dimension du lot, temps de réglage et d'exécution. 	<ul style="list-style-type: none"> • Permet de simuler et d'optimiser le plan de production à capacité finie et infinie. • La planification dynamique en considérant l'ensemble des contraintes capacitaire. • La possibilité de lissage à capacité finie de la production à court terme sous contraintes (plusieurs à la fois) très performant à l'aide de plusieurs algorithmes des calculs. • L'ordonnancement des ordres de fabrication sur chacun des sites. • L'identification des goulets d'étranglements pour les ressources critiques. • Manipulation des nomenclatures complexe sur plusieurs niveaux. • Détermination de l'origine des besoins entre les ordres des clients, les ordres de production et les ordres d'achat.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> • Le lisage à capacité finie tienne compte d'un nombre limité des contraintes. 	

CONCLUSION

L'utilisation de la technologie de l'information pour la gestion de la chaîne logistique devient incontournable de nos jours étant donnée la masse d'information disponible dans une entreprise. Une planification précise et réaliste s'impose pour prendre en considération l'ensemble des contraintes de la chaîne. Tout au long de ce mémoire, nous nous sommes attardés sur l'étude et la comparaison des méthodes de planification intégrées (hiérarchique et multi-échelons) des réseaux logistiques à l'aide des deux systèmes SAP R/3 et SAP APO conçus par le même éditeur de logiciel, la compagnie SAP AG.

L'objectif principal du travail est de comparer les deux types de planification (locale et réseau) à l'aide de deux scénarios qui ont été bâtis séparément dans les deux systèmes (ayant les mêmes données et réglages). Les scénarios réalisés ont la particularité d'inclure dans leur design tous les aspects de la planification hiérarchique (stratégique, tactique et opérationnelle) d'une chaîne logistique.

Ainsi, les modules qui les prennent en charge ont été intégrés dans un seul modèle de chaîne logistique : un modèle dans chaque système (SAP R/3 et SAP APO). Vu sous cet aspect, le système SAP R/3 manque de flexibilité par rapport au système SAP APO, surtout au niveau de la planification du réseau (multi-sites), où le système APO excelle par la possibilité de la simulation du réseau logistique en mode agrégé sur des horizons long et moyen termes.

Le système SAP APO s'avère aussi plus performant dans le calcul des prévisions. Nous avons une panoplie de fonctions et de méthodes (stratégies) de calcul beaucoup plus détaillées que dans le système SAP R/3.

Au niveau opérationnel (l'ordonnancement de la production), le système SAP APO possède plusieurs heuristiques et procédures de planification le rendant plus flexible et plus précis par rapport au système SAP R/3.

Parmi les autres avantages du système SAP APO, nous mentionnons la simplicité de la planification du réseau logistique à l'aide de l'heuristique multi-niveau qui permet de planifier le réseau entier (multi-niveaux et multi-sites) en considérant les contraintes technologiques de la chaîne. En effet, il permet de créer tous les types d'ordres nécessaires (ordres de transfert de stock, ordres planifiés, ordres d'achat, *etc.*) à la gestion de la chaîne logistique.

Dans le premier chapitre, nous avons tout d'abord analysé les nouveaux concepts relatifs à la SC et au SCM à travers une revue de littérature. Ensuite, dans le même chapitre, une description générale des deux systèmes a été élaborée avant de situer le problème dans son contexte.

Dans le second chapitre, la méthodologie de travail a été expliquée en prenant le soin d'insister sur les données maîtresses de la compagnie, sa structure organisationnelle, les ajouts et les modifications qui doivent être apportés à la base de données originale pour qu'elle puisse s'intégrer avec le système SAP APO. L'intégration de deux systèmes en temps réel fait l'objet du même chapitre et représente une contribution importante au mémoire.

Au troisième chapitre, les processus de production, d'approvisionnement et de vente sont intégrés dans le même scénario (dans le système SAP R/3). La planification en mode fini du processus de production est un apport important au scénario « Fitter Snacker » par l'intermédiaire de ce mémoire.

Le quatrième chapitre est dédié entièrement à la simulation du modèle intégré à l'aide du système SAP APO. Plusieurs méthodes de planification ont été mises en œuvre et expliquées. L'optimisation de la chaîne logistique à l'aide du système SAP APO représente la contribution la plus importante dans ce mémoire. De plus, elle représente un apport académique important au scénario original « Fitter Snacker ».

L'interprétation des résultats a été faite au cinquième chapitre en fonction du niveau hiérarchique (stratégique, tactique et opérationnelle) où nous avons mis en évidence les différences résultantes suite au processus de planification. Il est important de mentionner qu'au niveau des résultats, le système SAP APO a été influencé à cause de la rigidité du système SAP R/3 (suite aux mêmes réglages).

Notre travail de recherche dans le présent mémoire nous a permis de démontrer que le réseau logistique soumis aux mêmes réglages et aux mêmes conditions réagit de manière différente dans les deux systèmes de planification étudiés (le progiciel de gestion intégré SAP R/3 et l'outil avancé de planification SAP APO). Ensuite les avantages et les désavantages relatifs à leur utilisation ont été mis en évidence.

L'une des perspectives de recherche qui nous intéresse particulièrement pour les travaux futures est le développement de la base de données Fitter Snacker (plusieurs usines) et l'introduction de la fonction coût dans le scénario étudié. Ainsi, un autre outil de planification du réseau pourrais entre mis en évidence : l'outil d'optimisation réseau.

Toujours dans la même optique de développement, la création d'une flotte de transport et l'intégration du module de transport dans le scénario SAP APO serait une piste intéressante de recherche.

Vu sur un autre aspect, dans le système SAP APO, une étude comparative entre les résultats fournis par différents algorithmes des calculs définis au niveau de chaque module de planification (DP, SNP, PP/DS) serait un apport incontestable à la recherche.

Dans l'aspect économique d'aujourd'hui du Québec où plusieurs acteurs importants de fournisseurs de PGI sont présents sur le marché (non SAP), l'intégration du système SAP APO avec ceux-ci serait une autre direction intéressante de la recherche.

RECOMMANDATIONS

Suite à la mise en œuvre du scénario étudié dans les deux systèmes, nous pouvons faire des recommandations techniques spécifiques importantes pour chaque système à part (voir la section 5.6, Tableaux 5.15, 5.16 et 5.17). Ainsi, les entreprises en fonction de leurs priorités, leurs besoins et de leurs contraintes, ont le choix de déployer l'un des deux logiciels (ou même les deux).

Le système transactionnel SAP R/3 est recommandé pour prendre en charge les besoins locaux d'une entreprise où la cohérence et le partage de l'unicité de l'information entre différentes fonctions d'une organisation (finance, production, distribution, *etc.*) sont primordiaux.

Voici quelques applications importantes du système SAP R/3 :

- a. focalisation – dans l'intégration et l'amélioration du processus d'affaire interne, (flux des matières et d'informations) ;
- b. domaine d'applications – l'intégration et la coordination de toutes les activités dans les limites d'une seule organisation ;
- c. domaine d'affaire – financier, contrôle, manufacturier, ressource humaines ;
- d. planification – focalisé sur la planification interne (supporte des contraintes mineures).
Planification en mode infinie ;
- e. exécution – support dans l'exécution intra organisationnel.

Pour avoir une vision globale de la chaîne logistique et pour une réactivité quasi instantanée au niveau du réseau, nous recommandons l'intégration du système SAP R/3 avec le système d'aide à la décision SAP APO. De même nous recommandons le mariage des deux systèmes pour :

- a. procéder à des optimisations globales ;
- b. tester des scénarios stratégiques, industriels et commerciaux ;

- c. quantifier l'impact de tout changement local sur tous les points et niveaux de la chaîne logistique ;
- d. gérer des alertes anticipées (transmission instantanée à tous les acteurs de la chaîne logistique des impacts critiques) ;
- e. gérer les priorités entre clients, commandes, remplissage, *etc.*

Il est conseillé d'être utilisé comme système exécutant si les deux systèmes (SAP R/3 et SAP APO) sont intégrés.

Les applications les plus importantes du système SAP APO sont listées plus bas :

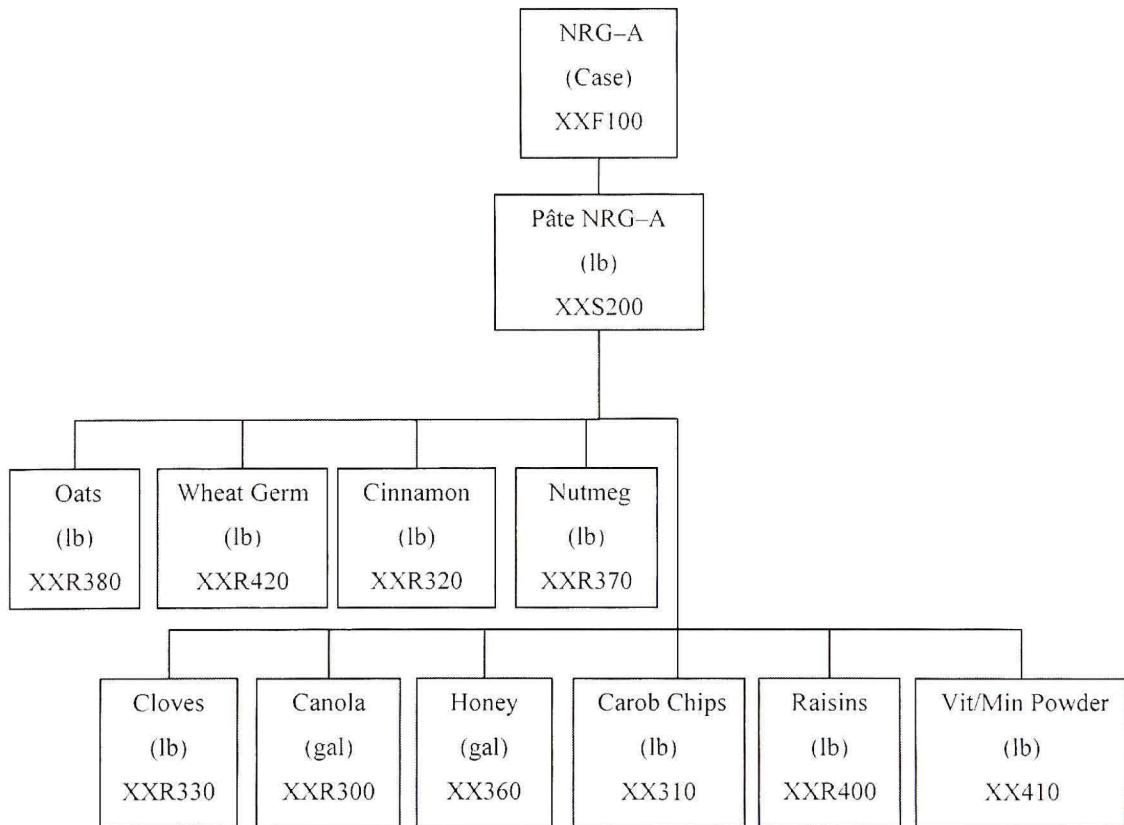
- a. focalisation – l'intégration et l'amélioration du processus interne d'affaire, (flux des matières, d'informations, et monétaires). L'interaction de l'organisation avec les partenaires d'affaire ;
- b. domaine d'applications – coordination et l'intégration des toutes les activités de plusieurs organisations ;
- c. domaine d'affaire – manufacturier, logistique, planification chaîne logistique ;
- d. planification – focalisé sur la planification inter et intra organisationnel (planification en mode finie) ;
- e. exécution – support dans l'exécution inter et intra organisationnel.

Cette analyse montre bien les avantages de chaque système pour la planification hiérarchique de la chaîne logistique. Bien que le système SAP R/3 soit meilleur au niveau de la planification locale, le système SAP APO performe au niveau de la planification du réseau logistique. De ce fait, nous pouvons conclure que pour gérer efficacement toutes les activités d'une compagnie dans un environnement homogène, l'utilisation conjointe des deux systèmes est la solution idéale.

ANNEXE I

NOMENCLATURE

La nomenclature du produit NRG-A est composée de deux niveaux : produit fini (XXF100), produit semi-fini (XXS200) et les dix matières premières (XXR300, XXR310, XXR320, XXR330, XXR340, XXR350, XXR360, XXR370, XXR380, XXR390, XXR400, XXR410, XXR420).



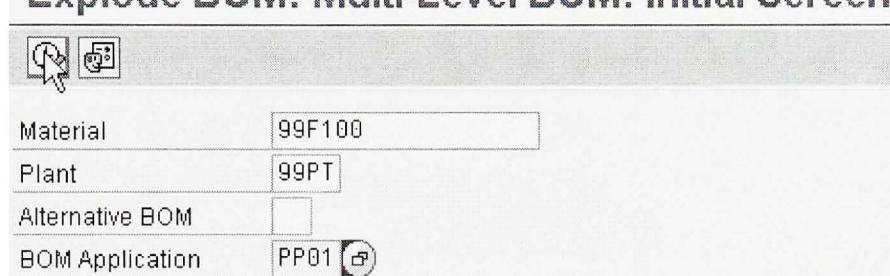
Dans le système SAP R/3 la nomenclature du produit fini NRG-A peut être visualisé en choisissant le chemin suivant :

Chemin de navigation: *Logistics – Production – Master Data – Bills of Material – Reporting – BOM Explosion – Material BOM – Multilevel BOM ou la transaction CS12*

Entrer le numéro du matériel (**XXF100**), l'usine (**XXPT**) et l'application de la nomenclature

PP01 (Production général), puis cliquez « *Execute* » .

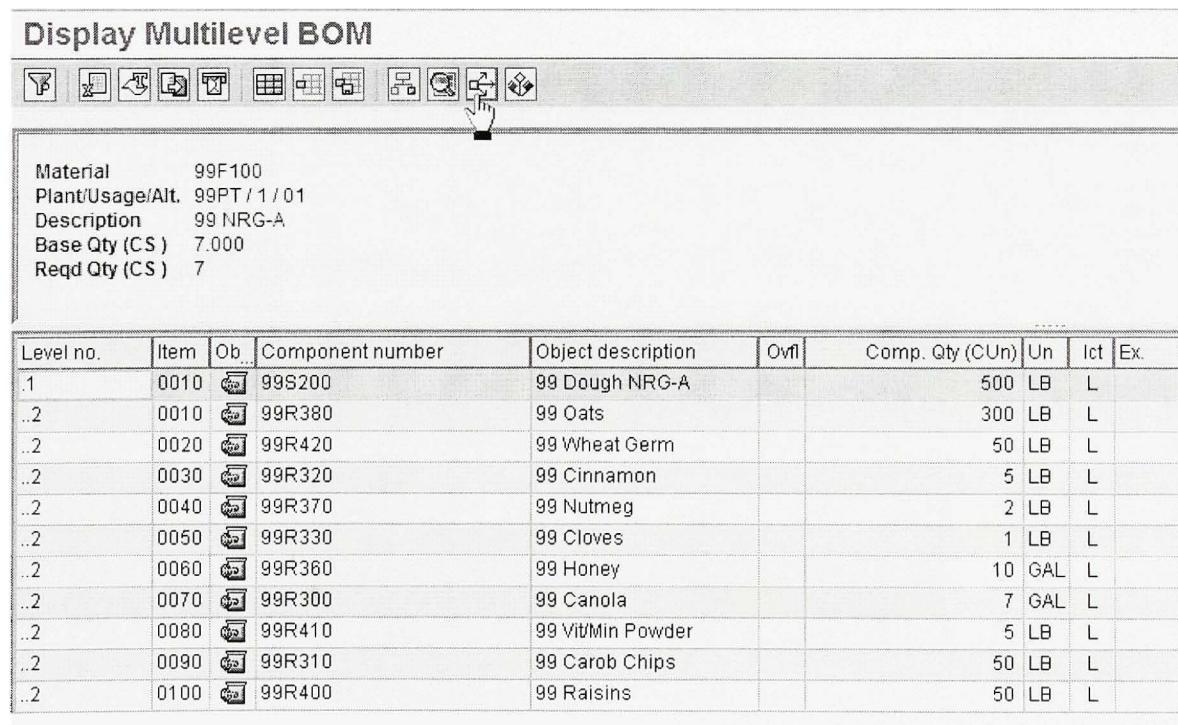
Explode BOM: Multi-Level BOM: Initial Screen



Material	99F100
Plant	99PT
Alternative BOM	<input type="checkbox"/>
BOM Application	PP01 

La nomenclature du produit sur plusieurs niveaux est affichée.

Display Multilevel BOM



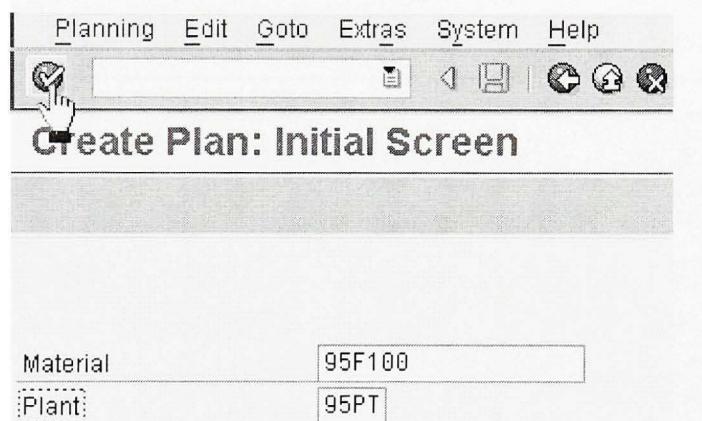
Level no.	Item	Ob.	Component number	Object description	Ovfl	Comp. Qty (CUn)	Un	Ict	Ex.
.1	0010		99S200	99 Dough NRG-A		500	LB	L	
.2	0010		99R380	99 Oats		300	LB	L	
.2	0020		99R420	99 Wheat Germ		50	LB	L	
.2	0030		99R320	99 Cinnamon		5	LB	L	
.2	0040		99R370	99 Nutmeg		2	LB	L	
.2	0050		99R330	99 Cloves		1	LB	L	
.2	0060		99R360	99 Honey		10	GAL	L	
.2	0070		99R300	99 Canola		7	GAL	L	
.2	0080		99R410	99 Vit/Min Powder		5	LB	L	
.2	0090		99R310	99 Carob Chips		50	LB	L	
.2	0100		99R400	99 Raisins		50	LB	L	

ANNEXE II

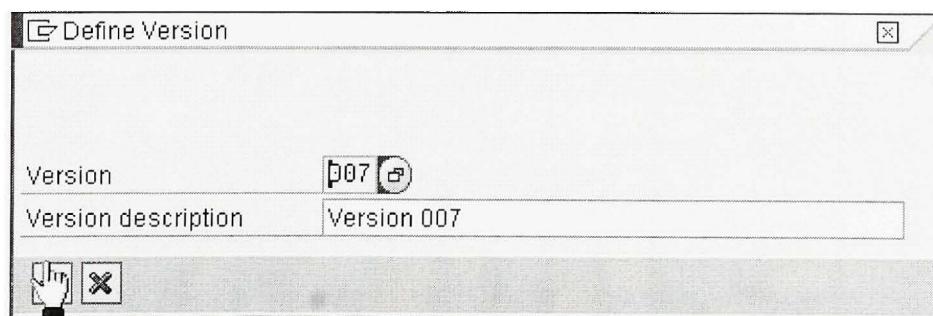
CRÉATION DES PRÉVISIONS ET DU PLAN GLOBAL DE VENTE

Chemin de navigation: SAP Menu – Logistics – Production – SOP – Planning – For Material – Create

Entrer le nom du produit **XXF100** et le numéro de l'usine **XXPT**.

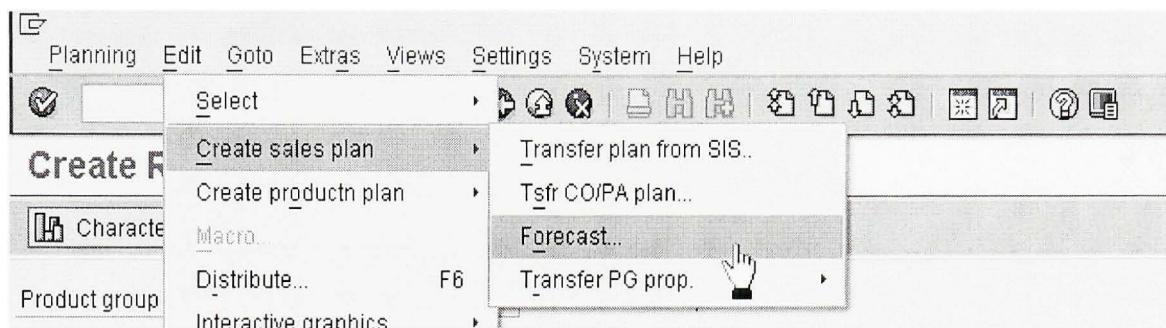


Accepter la version proposée par le système.

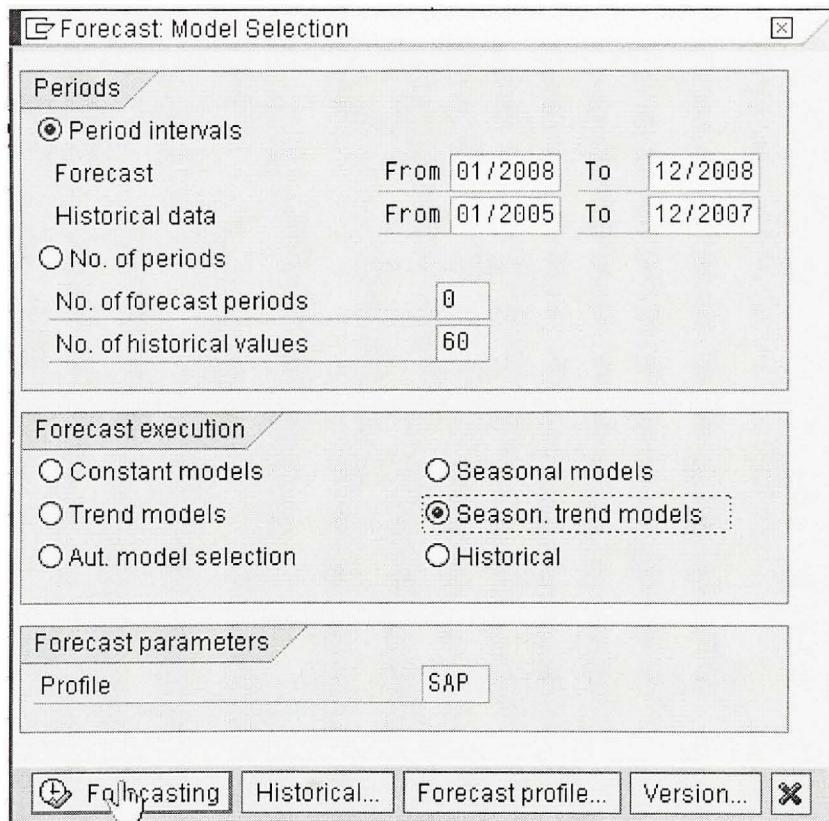


Dans le nouvel écran accédez à l'outil de la prévision en choisissant le chemin :

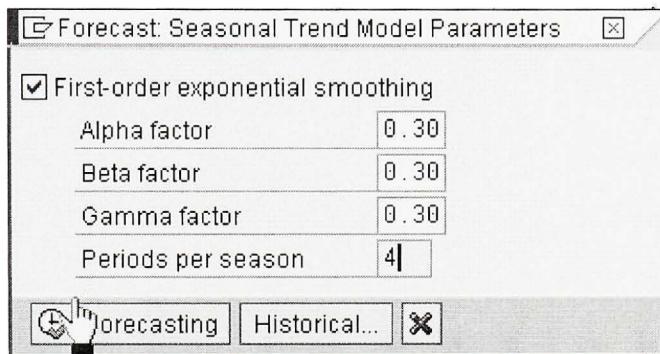
Edit – Create sales plan - Forecast



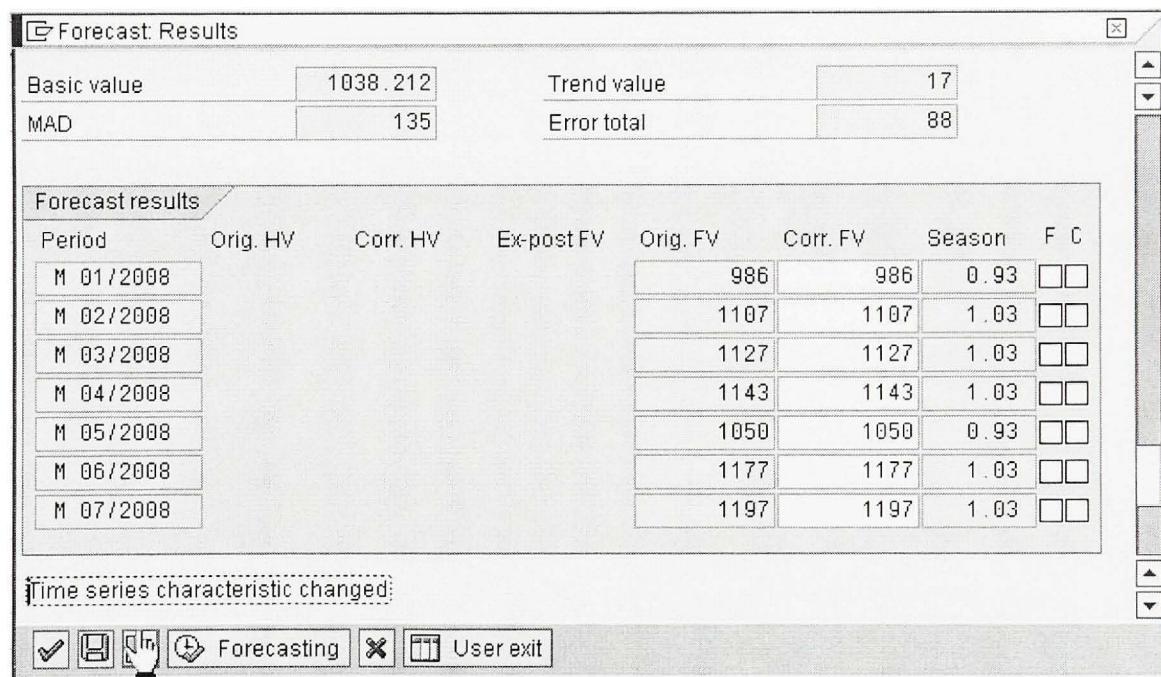
Sélectionnez le modèle de prévision saisonnalité avec tendance et exécutez la simulation.



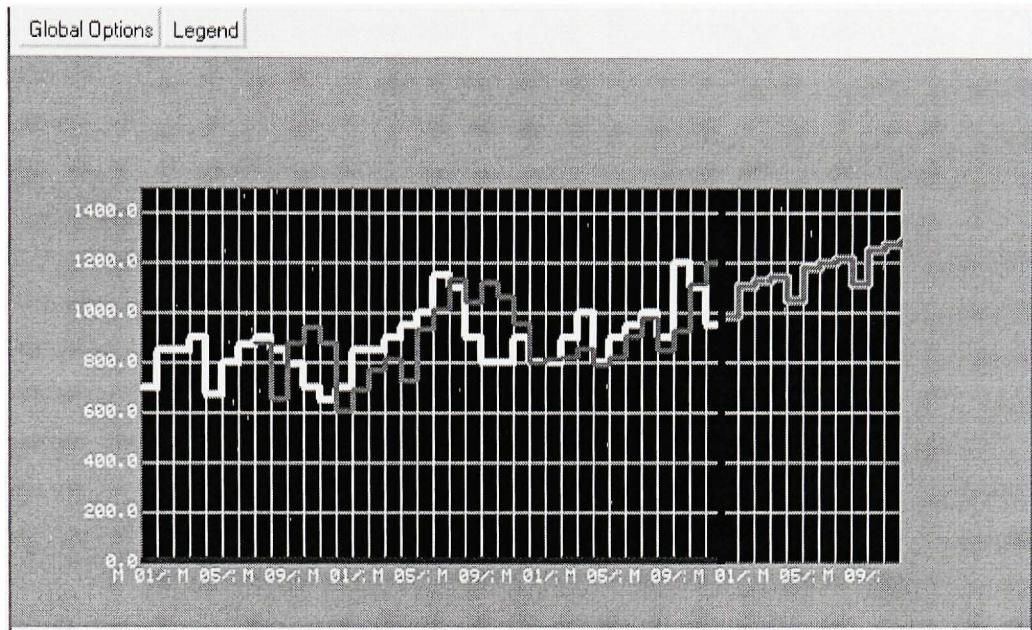
Les numéros de périodes dans en saison est 4.



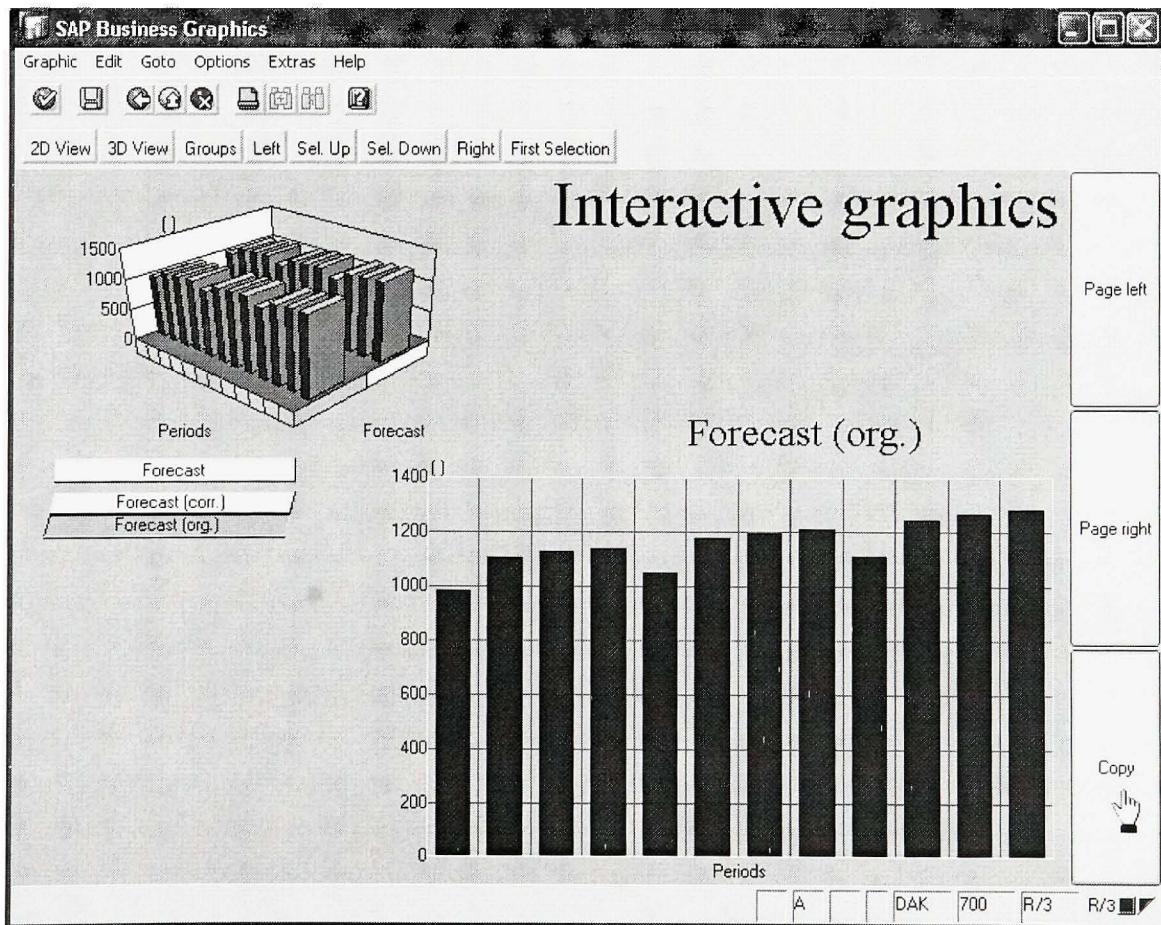
Les erreurs « MAD » et « Error total » sont calculées par le système. Cliquez l'icône graphique.



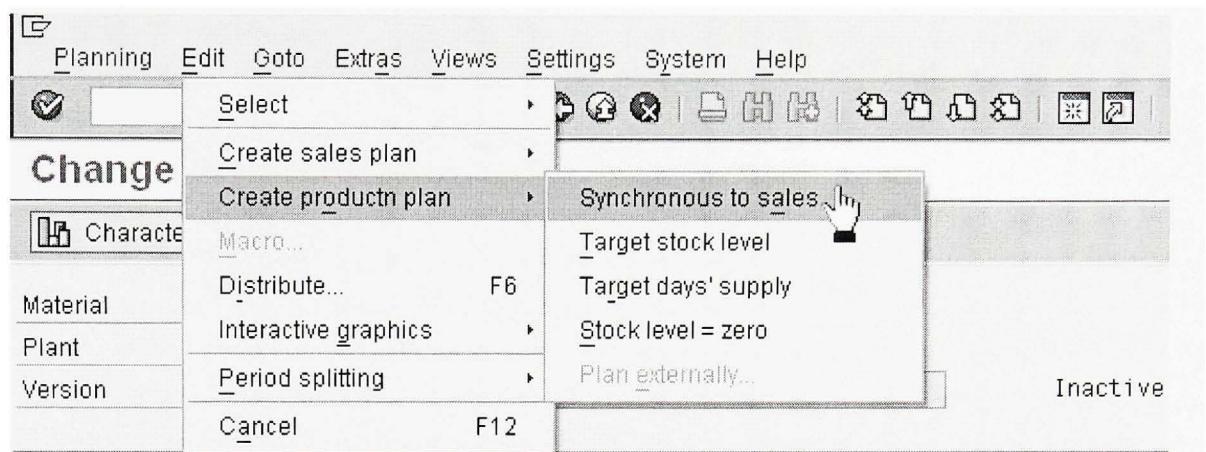
Le graphique, tendance avec saisonnalité est affiché.



Pour copier les valeurs dans le tableau de planification cliquez le bouton « *Copy* ».



La synchronisation du plan de vente avec le plan de production est faite par l'intermédiaire de la transaction : *Edit – Create production plan – Synchronous to sales*

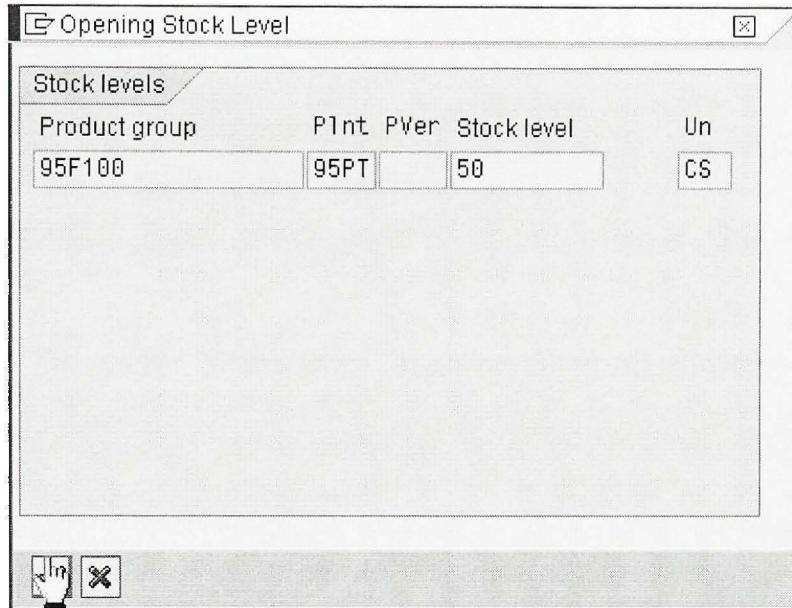


Ainsi nous avons un plan de production en mode infini qui est synchronisé avec le plan de vente.

Create Rough-Cut Plan

Create Rough-Cut Plan	
Characteristic	95F100
Plant	95PT
Version	009 Version 009 New, inactive
SOP: Plan individual material	
Planning table	Un Total (histo) M 03/2008 M 04/2008 M 05/2008 M 06/2008 M 07/2008 M 08/2008
Sales	CS 985 1106 1126 1143 1049 1177
Production	CS 985 1106 1126 1143 1049 1177
Stock level	CS *****
Target stock level	CS *****
Days' supply	*** *****
Target days' supply	*** *****

Pour introduire le stock de sécurité choisir le chemin : *Goto – Opening Stock Level*
 Entrer un stock de 50 CS puis cliquez « *Enter* ».



Le plan de production ainsi créé est sauvé.

SOP: Plan individual material									
Planning table	Un	Total (histo)	M 03/2008	M 04/2008	M 05/2008	M 06/2008	M 07/2008	M 08/2008	
Bales	CS		985	1106	1126	1143	1049	1177	
Production	CS	*****	985	1106	1126	1143	1049	1177	
Stock level	CS	*****	50	50	50	50	50	50	
Target stock level	CS	*****							
Days' supply	***	*****	1	1	1	1	1	1	
Target days' supply	***	*****							

ANNEXE III

GESTION DE LA DEMANDE

Chemin de navigation: SAP Menu – Logistics – Production – SOP – Disaggregation – Transfer Material to Demand Management

Entrer le produit, le numéro de l'usine et la version. Cliquez sur le bouton « Transfert now ».

Transfer Planning Data to Demand Management

<input type="button" value="Transfer now"/>		
Material	95F100	95 NRG-A
Plant	95PT	95 Fitter Snacker Plant
Version	007	

Transfer strategy and period

Sales plan for material or PG members
 Sales plan for mat. or PG members as proportion of PG
 Production plan for material or PG members
 Prod.plan for mat. or PG members as proportion of PG

From To

Invisible transfer

Independent requirement specifications

Requirements type	
Version	

Active

Pour visualiser le résultat du transfert choisissez le chemin :

SAP Menu – Logistics- Production – Production Planning – Demand Management – Planned Independent Requirements – Display

Entrer le matériel **XXF100** et l'usine **XXPT** puis cliquez « *Enter* ».

Planned independent requirements for

Material 95F100

Product group

Reqmts Plan

MRP Area

Plant 95PT

Selection parameters

Requirements type

Selected version 00 REQUIREMENTS PLAN

All active versions

All active/inactive versions

Planning horizon

From 01/01/2008 To 03/12/2009

Les quantités du produit **XXF100** planifiées à la production ont été transférées.

Planning start 03/01/2008 Plng finish 04/09/2009

	Table	Items	Sched. lines								
	Material	MRP A.	V	A	BU	M 03/2008	M 04/2008	M 05/2008	M 06/2008	M 07/2008	M 08/2008
	95F100	95PT	GP	<input checked="" type="checkbox"/>	CS	985	1,106	1,126	1,143	1,049	1,177
				00	<input checked="" type="checkbox"/>						

ANNEXE IV

MRP

Chemin de navigation : SAP Menu – Logistics – Production – MRP – Planning – Single Item, Multi Level

Entrer les données suivantes et ensuite cliquez « Enter ».

The screenshot shows the SAP MRP Planning interface for a single item across multiple levels. The top bar includes standard SAP icons for file operations like Open, Save, Print, and Help. The title bar reads "Single-Item, Multi-Level".

Material: 95F100 **95 NRG-A**

MRP Area: 95PT **95 Fitter Snacker Plant**

Plant: 95PT **95 Fitter Snacker Plant**

Scope of planning:

Product group

MRP control parameters:

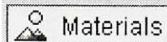
Processing key	NETCH	Net change for total horizon
Create purchase req.	1	Purchase requisitions
Delivery schedules	3	Schedule lines
Create MRP list	1	MRP list
Planning mode	1	Adapt planning data (normal mode)
Scheduling	2	Lead time scheduling and capacity planning

Process control parameters:

Also plan unchanged components
 Display results before they are saved
 Display material list
 Simulation mode

Les résultats suite au lancement du MRP sont affichés.

Single-Item, Multi-Level



Statistics

Materials planned	12
Materials with new exceptions	12
Materials with terminated MRP list	

Parameters

MRP Area	95PT
Plnt	95PT
Processing Key	NETCH
Create Purchase Requisition	1
Sched. Agreement Schedule Line	3
Create MRP List	1
Planning Mode	1
Scheduling	2

Database statistics

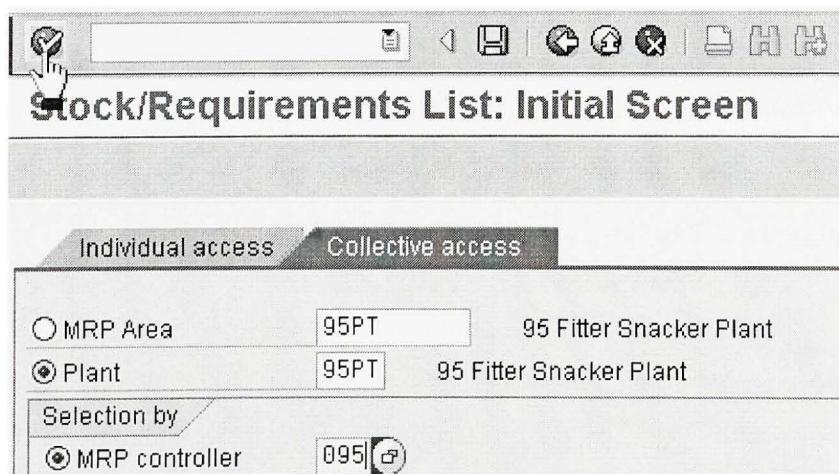
Planned orders created	3,976
Purchase requisitions changed	49
Dependent requirements created	21,868
Lead time scheduling plnd ord. new	598
Capacity requirements created	598

Ranking list for materials with highest CPU times (in ms)						
Material PlgRuntime	MRP area		PInt			
	Read	Net calc.	BOM	LdTmeSched	Update	
95S200 19,040	95PT 134	270	3,871	7,448	7,314	
95F100 12,878	95PT 12	310	2,001	7,222	3,333	
95R300 295	95PT 139	34	0	0	120	
95R310 267	95PT 145	45	0	0	75	
95R320 265	95PT 147	41	0	0	75	
95R410 262	95PT 145	41	0	0	74	
95R400 261	95PT 145	41	0	0	73	
95R370 256	95PT 150	35	0	0	68	
95R420 246	95PT 141	35	0	0	68	
95R360 245	95PT 140	34	0	0	68	

Les résultats du processus de MRP peuvent être visualisés au niveau du stock.

Chemin de navigation : SAP Menu – Logistics – Production – MRP – Evaluations – Stock/Requirement list

Activer l'onglet « Collective access » et entrer l'usine et le « MRP Controller ». Cliquer « Enter ».



Cliquer deux fois sur le produit **XXR300**.

Stock/Requirements List: Material List

Selected stock/requirements lists | Define traffic light | Exception groups

Plant	95PT	95 Filter Snacker Plant
MRP Controller	095	FS Controller

Light	Material	MRP Area	Material Description	A	Supply	1stRDS	2nd	1	2	3	4	5	6	7	8	Plant st.	B	MTyp	PT
	95F100	95PT	95 NRG-A	<input type="checkbox"/>	6.0-	6.0-	6.0-		**		**					0	CS	FERT	E
	95R300	95PT	95 Canola	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0				2					0	GAL	ROH	F
	95R310	95PT	95 Carob Chips	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0				8					0	LB	ROH	F
	95R320	95PT	95 Cinnamon	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0	0.0				8					0	LB	ROH	F

Le plan est affiché. Pour visualiser les autre matériaux, changer le nom du matériel (**XXS200**, **XXF100**, etc.) puis cliquez l'icône « *Refresh* ».

Stock/Requirements List as of 11:47 Hrs

Show Overview Tree |

Material	95R300	95 Canola
MRP area	95PT	95 Filter Snacker Plant
Plant	95PT	MRP type <input type="radio"/> PD Material Type <input type="radio"/> ROH Unit <input type="radio"/> GAL <input type="checkbox"/>

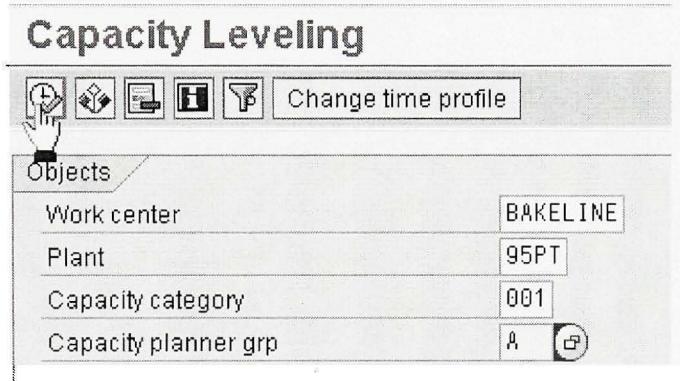
<input type="checkbox"/>	A	Date	MRP e	MRP element data	Rescheduli	E	Rec./reqd qty	Available qty
<input checked="" type="checkbox"/>		02/07/2008	DepReq	955200			7-	980-
<input checked="" type="checkbox"/>		02/07/2008	DepReq	955200			7-	987-
<input checked="" type="checkbox"/>		02/09/2008	PurRqs	0010001374/00000	02/07/2008	30	500	487-
<input checked="" type="checkbox"/>		02/09/2008	PurRqs	0010001375/00000	02/07/2008	30	500	13
<input checked="" type="checkbox"/>		02/26/2008	PurRqs	0010001376/00000			500	513
<input checked="" type="checkbox"/>		02/26/2008	PurRqs	0010001377/00000			500	1,013
<input checked="" type="checkbox"/>		02/26/2008	PurRqs	0010001378/00000			500	1,513
<input checked="" type="checkbox"/>		02/26/2008	DepReq	955200			7-	1,506

ANNEXE V

LE NIVELAGE DE LA CAPACITÉ

Chemin de navigation: SAP Menu – Logistics – Production – Capacity Planning – Leveling – Work Center View – Planning Table (Graphical)

Entrer le centre de production « BAKELINE » qui est défini pour l'usine XXPT. Au niveau de la capacité choisissez 001 – Production et cliquez « Execute ».



Cliquer le bouton « Strategy » pour voir les caractéristiques.

Planning Table: SAPSFCG001 Finite scheduling forw./all functs.activ		
Work ctr	Work center desc.	Ca
BAKELINE	Baking Line Wor	001
		February'08
	CW 06	CW 07
		CW 08

La planification est en mode fini avec la direction de la planification en avant.

Strategy profile

Overview	
Strategy prof.	SAPMPST001 MPS/MRP: Lead time scheduling backwards
SAPMPST002	MPS/MRP: Fin.sched.backw.wth termination
SAPMPSVER1	MPS/MRP: Capacity availability check

Strategy prof. SAP__T001 Finite scheduling forw./all functs.activ

Scheduling control		Period split											
<input checked="" type="checkbox"/> Finite scheduling <input checked="" type="checkbox"/> Dispatch at earliest point in time <input type="checkbox"/> Dispatch at best time for setup <input type="checkbox"/> Date entry when dispatching <input checked="" type="checkbox"/> Plan. direction forwards <input type="checkbox"/> Change planning direction <input type="checkbox"/> Planning in non-work periods <input type="checkbox"/> Insert operation <input type="checkbox"/> Close gaps <input type="checkbox"/> No closing of the gaps		<input type="checkbox"/> PerSplit <input type="checkbox"/> without <input type="checkbox"/> Start search in plan.direct. <input type="checkbox"/> Always adhere to period split <input type="checkbox"/> Op.compl.in period split											
		Queue time											
		<input type="checkbox"/> Treatment of queue time <input type="checkbox"/> 1 After reduction level <input type="checkbox"/> Reduction level <input type="checkbox"/> 1											
Further control options													
<input type="checkbox"/> Overall capacity load <input type="checkbox"/> Reschedule with prod.version Dispatch. sequence SAPSFCS31 Sort. order: lat.start/seq.no./prio Dispatch internal production <input type="checkbox"/> 2 Latest start date Initial setup state													
Dispatching control		Checks											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ac</th> <th>Action</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Sort operations to be dispatched</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Consider operation sequence in the order</td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td>Operation date check</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Change production version on error</td> </tr> </tbody> </table>		Ac	Action	<input checked="" type="checkbox"/>	Sort operations to be dispatched	<input checked="" type="checkbox"/>	Consider operation sequence in the order	<input checked="" type="checkbox"/>	Operation date check	<input type="checkbox"/>	Change production version on error	<input type="checkbox"/> Cancel dispatching due to error <input type="checkbox"/> Term.resched with prod.version <input type="checkbox"/> Use operation floats <input type="checkbox"/> Use float bef. prod. <input type="checkbox"/> Use float aft. prod.	
Ac	Action												
<input checked="" type="checkbox"/>	Sort operations to be dispatched												
<input checked="" type="checkbox"/>	Consider operation sequence in the order												
<input checked="" type="checkbox"/>	Operation date check												
<input type="checkbox"/>	Change production version on error												

Buttons:

Cliquer l'icône « Dispatching » pour assigner les ordres au centre de production.

Planning Table: SAPSFCG001 Finite scheduling forw./all functs.activ

The screenshot shows the SAP Planning Table interface. At the top, there is a toolbar with various icons: magnifying glass, search, print, etc., followed by buttons for 'GrafObj.', 'Capacity', 'Order', 'Operation', 'Strategy', and 'Plan.log.'. Below the toolbar, the title 'Planning Table: SAPSFCG001 Finite scheduling forw./all functs.activ' is displayed. The main area is divided into two sections: 'Work Centers' and 'Orders (pool)'.

Work Centers: A table titled 'February/08' showing capacity assignments. The columns are 'Work ctr', 'Work center desc.', and 'Ca'. One row is visible: BAKELINE (Baking Line Wor) with capacity 001 assigned to CW 06, CW 07, and CW 08.

Orders (pool): A table titled 'February/08' showing a list of orders. The columns are 'Material' and 'Order'. Four rows are listed: 95F100 (Order 61558), 95F100 (Order 61559), 95F100 (Order 61560), and 95F100 (Order 61561). Each order is assigned to CW 06, CW 07, and CW 08.

Le plan de production résultat est en mode fini. Sauve le plan. Répétez la procédure pour le deuxième centre de production *Mixers*.

The screenshot shows the SAP Planning Table interface again. The toolbar and title are identical to the previous screenshot. The 'Work Centers' section remains the same. In the 'Orders (pool)' section, the four orders from the previous screenshot now have a grey shaded bar extending across all three columns (CW 06, CW 07, CW 08) under the 'Order' column header, indicating they have been assigned to the work centers.

Pour visualiser le niveau du chargement suivez le chemin :

SAP Menu – Logistics – Production – Master Data – Capacity Planning – Evaluation – Work Center View – Load

Entrer le nom du centre de distribution et l'usine. Cliquer le bouton « Standard overview ».

Capacity Planning: Selection

Standard overview Detailed cap. list Variable overview

Operator

Work Center	BAKELINE
Capacity Planner Group	A
Plant	95PT

Sélectionner les premières trois semaines et ensuite cliquer l'icône « Graphique ».

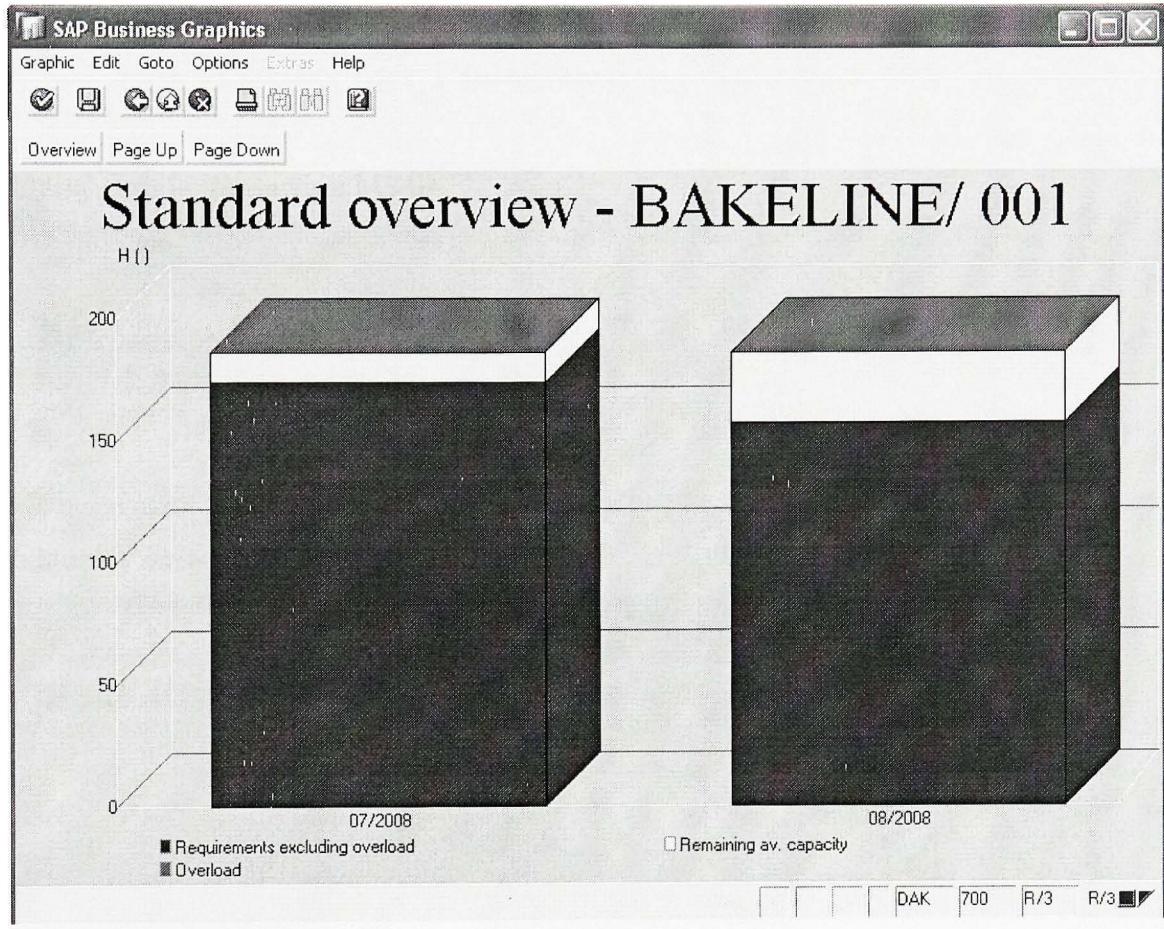
Capacity Planning: Standard Overview

Cap. details/period

Work center	BAKELINE	Baking Line Workcenter	Plant 95PT
Capacity cat.:	001	Standard Bake Line	

Week	Requirements	AvailCap.	CapLoad	RemAvailCap	Unit
07/2008	157.07	168.00	94 %	10.93	H
08/2008	141.93	168.00	85 %	26.07	H
09/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
10/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
11/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
12/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
13/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
14/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
15/2008	0.00	168.00	0 %	168.00	H
Total >>>	299.00	1,512.00	20 %	1,213.00	H

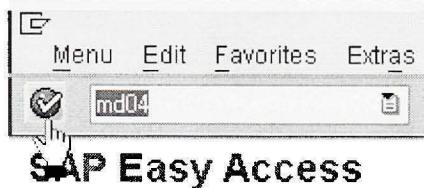
Le graphique avec les capacités de chargement est affiché.



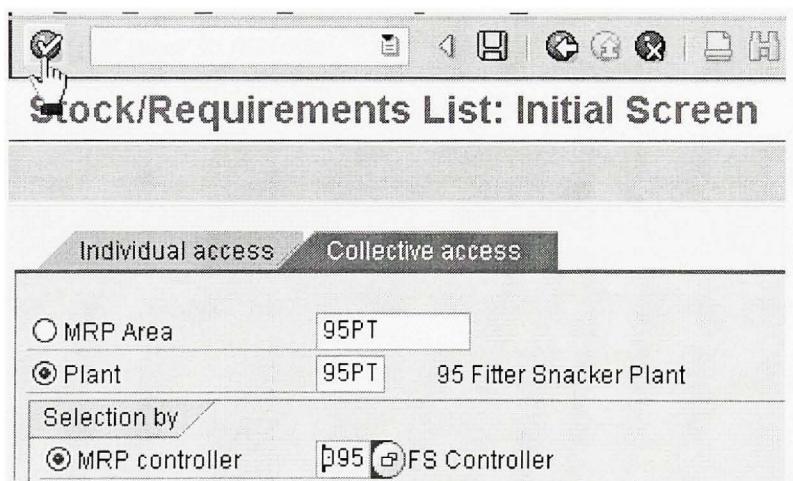
ANNEXE VI

CONVERSION DE LA DEMANDE D'ACHAT EN ORDRE D'ACHAT

Entrer dans la transaction MD04.



Dans l'onglet Collective accès entrer le numéro d'usine et le « *MRP controller* » et ensuite cliquez « *Enter* ».



Dans la liste de matériaux double click dans le matériel **XXR300**.

Stock/Requirements List: Material List

Selected stock/requirements lists Define traffic light Exception groups

Plant	95PT	95 Fitter Snacker Plant
MRP Controller	095	FS Controller

Light	Material	MRP Area	Material Description	A.	Supply	1stRDS	2nd	1	2	3
<input checked="" type="checkbox"/>	95F100	95PT	95 NRG-A	<input type="checkbox"/>	11.0-	11.0-	11.0-	24	14	
<input checked="" type="checkbox"/>	95R300	95PT	95 Canola	<input type="checkbox"/>	1.0-	1.0-	1.0-			
<input checked="" type="checkbox"/>	95R310	95PT	95 Carob Chips	<input type="checkbox"/>	1.0-	1.0-	1.0-			
<input checked="" type="checkbox"/>	95R320	95PT	95 Cinnamon	<input type="checkbox"/>	1.0-	1.0-	1.0-			

Le stock pour le matériel **XXR300** est affiché.

Stock/Requirements List as of 11:16 Hrs

Show Overview Tree

<input checked="" type="checkbox"/> Material	95R300	<input checked="" type="checkbox"/> 95 Canola
MRP area	95PT	95 Fitter Snacker Plant
Plant	95PT	MRP type <input type="checkbox"/> PD Material Type <input type="checkbox"/> ROH Unit <input type="checkbox"/> GAL <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>

A.	Date	MRP e.	MRP element data	Rescheduli	E	Rec./reqd.qty	Available qty
<input checked="" type="checkbox"/>	02/13/2008	DepReq	95S200			7-	1,701-
<input checked="" type="checkbox"/>	02/13/2008	DepReq	95S200			7-	1,708-
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	PurRqs	0010007380/00000	02/11/2008	30	500	1,208-
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	PurRqs	0010007381/00000	02/12/2008	30	500	708-
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	DepReq	95S200			7-	715-

Double click dans le premier ordre d'achat.

Additional Data for MRP Element

Purch.Req.	0010007380	000000	Planned dates	02/14/2008	<input type="checkbox"/> Firmed	
Quantity	500	GAL	Delivery Date	02/14/2008	Doc. Type	NB
			Release Date	02/11/2008	GR ProcTme	0
Vendor						
Exception	30	= Plan process according to schedule (02/11/08)				

Purchase Order

Choisissez un fournisseur.

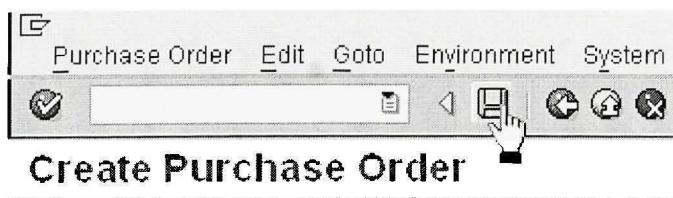
Create Purchase Order

The screenshot shows the SAP Create Purchase Order interface. On the left, there's a 'Document overview' tree with nodes like 'VendorSupplySrc/Category/Obj' and 'Open Requisitions'. The main area displays vendor information: Standard PO, Vendor 0000100495, Doc. date 02/11/2008. Below this, tabs for Delivery/Invoice, Texts, Address, Communication, Partners, Additional Data, Org. Data, and Status are visible. Under 'Delivery/Invoice', purchase organization 95PR, purchase group 95S (95 Specialty), and company code 95FS (95 Fitter Snacker) are listed. A table below shows columns for S, Itm, Material, Short Text, PO Quantity, O, C, Deliv. Date, Net Price, Curr., Per., O, Matl Gr., Plnt, Stor. Location, Batch, R, and RP.

Sélectionner les matériaux est les quantités que vous voudrais acheter et ensuite cliquez « *Enter* ».

The screenshot shows the SAP Create Purchase Order interface with a focus on the material selection table. The table lists various items with their descriptions, quantities, and unit prices. The columns are labeled: S, Itm, Material, Short Text, PO Quantity, O, C, Deliv. Da, Net Price, Curr., Per., O, Matl Gr., Plnt, Stor. Location, Batch, R, and RP. The table contains 11 rows of data, each representing a different item like Canola, Carob C, Cinnamon, Cloves, Dates, Hazelnut, Honey, Nutmeg, Protein, Raisins, and Vit/Min F.

Sauvez l'ordre d'achat.



Un numéro de confirmation est généré.

Standard PO created under the number 4500000006

Cliquer « Back » pour revenir au écran du stock.



Cliquer « Refresh » bouton.

Stock/Requirements List as of 11:16 Hrs

<input type="button" value="Show Overview Tree"/>					
<input type="text"/> Material	<input type="text" value="95R300"/>	95 Canola			
MRP area	<input type="text" value="95PT"/>	95 Fitter Snacker Plant			
Plant	<input type="text" value="95PT"/>	MRP type	<input type="text" value="PD"/>	Material Type	<input type="text" value="ROH"/>

L'ordre d'achat apparaît dans le plan.

Stock/Requirements List as of 11:29 Hrs

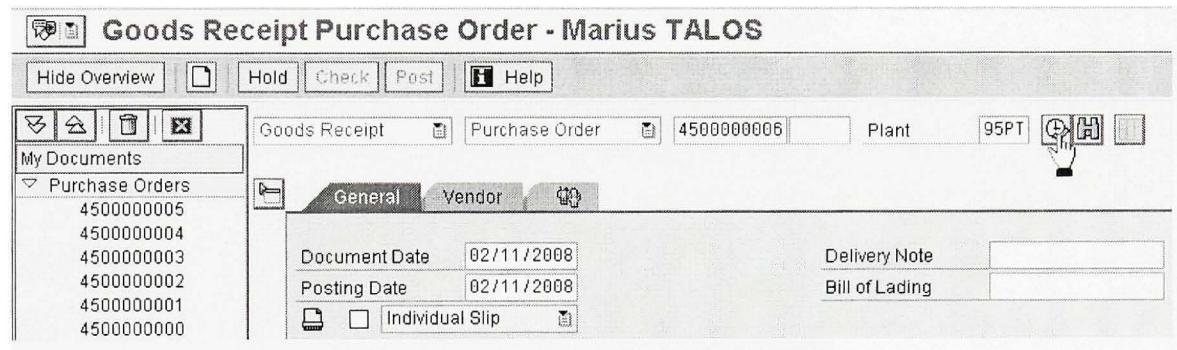
<input type="button" value="Show Overview Tree"/>								
<input type="text"/> Material	<input type="text" value="95R300"/>	95 Canola						
MRP area	<input type="text" value="95PT"/>	95 Fitter Snacker Plant						
Plant	<input type="text" value="95PT"/>	MRP type	<input type="text" value="PD"/>	Material Type	<input type="text" value="ROH"/>	Unit <input type="text" value="GAL"/>	<input type="checkbox"/>	
A	Date	MRP e	MRP element data	Rescheduli	E	Rec./reqd.qty	Available qty	St
<input checked="" type="checkbox"/>	02/13/2008	DepReq	95S200			7-	1,701-	
<input checked="" type="checkbox"/>	02/13/2008	DepReq	95S200			7-	1,708-	
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	PoItem	4500000006/00010			4,500	2,792	100
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	PurReq	0010007380/00000	02/11/2008	30	500	3,292	
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	PurRqs	0010007381/00000	02/12/2008	30	500	3,792	
<input checked="" type="checkbox"/>	02/14/2008	DepReq	95S200			7-	3,785	

ANNEXE VII

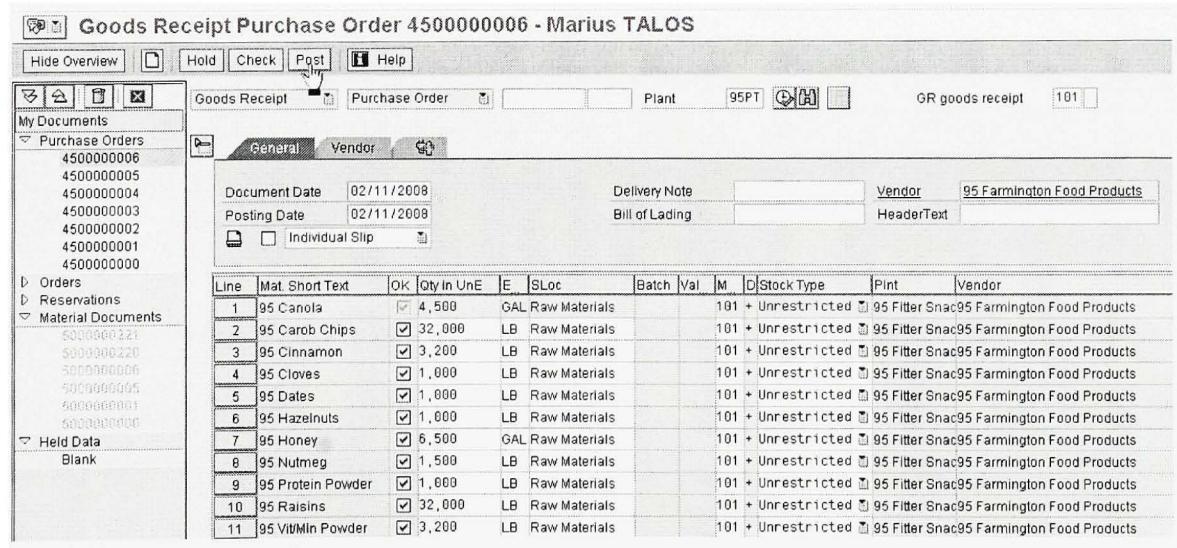
RÉCEPTION DES ARTICLES

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Materials Managements – Inventory Management – Goods Movement – Goods Receipt – For Purchase Order – GR for Purchase Order (MIGO)

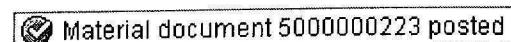
Entrer le numéro d'ordre d'achat et cliquez « Execute » bouton.



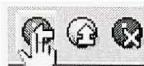
Les quantités achetées sont affichées. Cliquer le bouton « Post ».



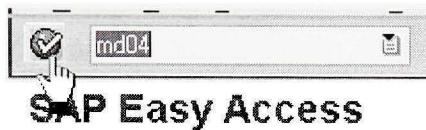
Le système génère un numéro de document dans laquelle les matériaux sont postés.



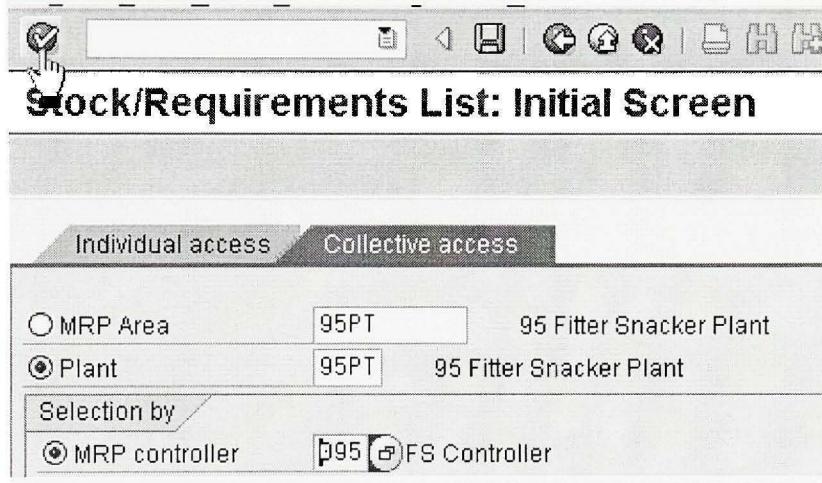
Revenez à l'écran du SAP menu.



Entrer dans la transaction MD04.



Entrer le numéro d'usine est le « *MRP controller* » et ensuite cliquez « *Enter* ».



Les quantités achetées sont disponibles dans le stock.

Stock/Requirements List: Material List																								
		Selected stock/requirements lists		Define traffic light		Exception groups																		
Plant:	95PT	95 Fitter Snacker Plant																						
MRP Controller	095	FS Controller																						
Light	Material	MRP Area	Material Description	A.	Supply	1stRDS	2nd	1	2	3	4	5	6	7	8	Plant sto	B	MTyp	PT	S	A	MT	Cde	C
000	95F100	95PT	95 NRG-A		11.0-	11.0-	11.0-					99			0	CS	FERT	E	PD	000				
000	95S200	95PT	95 Dough NRG-A		6.0	6.0	6.0					**			0	LB	HALB	E	PD	001				
000	95R380	95PT	95 Oats		7.0	7.0	7.0					1			22,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R420	95PT	95 Wheat Germ		8.0	8.0	8.0								9,600	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R310	95PT	95 Carob Chips		108.9	108.9	108.9								32,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R320	95PT	95 Cinnamon		108.9	108.9	108.9								3,200	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R400	95PT	95 Raisins		108.9	108.9	108.9								32,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R410	95PT	95 Vit/Min Powder		108.9	108.9	108.9								3,200	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R300	95PT	95 Canola		109.0	109.0	109.0								4,500	GAL	ROH	F	PD	002				
000	95R360	95PT	95 Honey		109.0	109.0	109.0								6,500	GAL	ROH	F	PD	002				
000	95R370	95PT	95 Nutmeg		109.0	109.0	109.0								1,500	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R330	95PT	95 Cloves		170.0	170.0	170.0								1,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95F110	95PT	95 NRG-B		999.9	999.9	999.9								1,000	CS	FERT	E	PD	000				
000	95R340	95PT	95 Dates		999.9	999.9	999.9								1,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R350	95PT	95 Hazelnuts		999.9	999.9	999.9								1,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95R390	95PT	95 Protein Powder		999.9	999.9	999.9								1,000	LB	ROH	F	PD	002				
000	95S210	95PT	95 Dough NRG-B		999.9	999.9	999.9								0	LB	HALB	E	PD	001				

ANNEXE VIII

CONVERSION DES ORDRES PLANIFIÉS EN ORDRE DE PRODUCTION

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Production – MRP – Planned Order – Convert to Prod. Ord – Collective Conversion

Entrer le matériel et le caractéristiques d'usine, puis cliquez « Execute ».

Collective Conversion of Planned Orders: Initial Screen

Planning plant 95PT 95 Fitter Snacker Plant
MRP area 95PT 95 Fitter Snacker P
MRP controller 095 FS Controller
Production plant 95PT
Production scheduler
Material 95F100
Sales order
WBS element
BOM explosion number
Opening date -
Select according to status Select according to availability
 Firmed planned orders Fully confirmed Not confirmed
 Plan. orders with plan. capacity Partly confirmed Not checked
Order type PP01
Convert

Sélectionnez tous les ordres et ensuite sélectionnez le bouton **Convert**.

Collective Conversion of Planned Orders: List

Plnd open.	CAvail.	Start	Finish	Material	Description	Order Quantity	Ba	Type	Planned order	Order	Pro	Pr
02/16/2008	<input type="checkbox"/>	02/17/2008	02/20/2008	95F100	95 NRG-A	7	CS	PP01	61546		95PT	95S
02/16/2008	<input type="checkbox"/>	02/17/2008	02/20/2008	95F100	95 NRG-A	7	CS	PP01	61547		95PT	95S
02/16/2008	<input type="checkbox"/>	02/17/2008	02/20/2008	95F100	95 NRG-A	7	CS	PP01	61548		95PT	95S
02/16/2008	<input type="checkbox"/>	02/17/2008	02/20/2008	95F100	95 NRG-A	7	CS	PP01	61549		95PT	95S
02/16/2008	<input type="checkbox"/>	02/17/2008	02/20/2008	95F100	95 NRG-A	7	CS	PP01	61550		95PT	95S

Un nombre de 299 ordres planifiés ont été convertis dans des ordres de production.

ANNEXE IX

ACHEMINEMENT DES ARTICLES

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Production – Shop Floor Control – Goods Movements – Goods Issue

Entrer le numéro d'usine et le numéro du dépôt. Cliquer le bouton « To Order ».

Enter Goods Issue: Initial Screen

Document Date	02/18/2008	Posting Date	02/18/2008
Material Slip		Special Stock	
Doc.Header Text		Reason for Movement	
Defaults for Document Items			
Movement Type	261	Plant	95PT
Storage Location	100	<input type="checkbox"/> Suggest Zero Lines	

Entrer les numéros des ordres pour le produit semi-fini et cliquez le bouton « Adopt + Details ».

Reference: Order

Order	SLoc	S	By-Prds	Op. sel.	FIs	Extended
1003126	100			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1003127	100			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1003128	100			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1003129	100			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1003130	(P)0			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Find reservations

Material	
Plant	95PT
Requirement Date	
By-Products	

Buttons at the bottom: Adopt In Details

Postez les quantités proposez par le système.

Enter Goods Issue: New Item 0001

Movement Type	261	GI for order	
Material	95R380	95 Oats	
Stock Material			
Quantity in			
Unit of Entry	300	LB	
Plant	95PT	Stor. Loc.	100
Batch			
Reservation	57077	1	<input type="checkbox"/> FIs

Cliquez sauve.

Item	Quantity	UoM	Material	Description	Plant	SLoc	Batch	Reserv.No.	Itm	FIs
		BUN		Material Description						
1	300	LB	95R380	95 Oats	95PT	100	57077	1	261	-
2	50	LB	95R420	95 Wheat Germ	95PT	100	57077	2	261	-
3	5	LB	95R320	95 Cinnamon	95PT	100	57077	3	261	-
4	2	LB	95R370	95 Nutmeg	95PT	100	57077	4	261	-
5	1	LB	95R330	95 Cloves	95PT	100	57077	5	261	-
6	10	GAL	95R360	95 Honey	95PT	100	57077	6	261	-
7	7	GAL	95R300	95 Canola	95PT	100	57077	7	261	-

ANNEXE X

CONFIRMATION DE LA PRODUCTION

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Production – Shop Floor Control – Confirmation – Enter – For Order

Entrer le première ordre et cliquez « Enter ». Confirmer l'ordre en sauvant.

The screenshot shows the SAP interface for confirming a production order. The title bar reads "Confirmation of Production Order Create : Actual Data". A toolbar with various icons is at the top. Below it, a message bar says "Goods movements". The main area has tabs for "Actual Data" and "Planned Data".

Actual Data Tab (Visible):

	Current to Confirm	Unit	Already Confirmed	Total to Confirm	Unit
Yield to conf.	500				
Confirmed scrap					
Rework					
Reason for Var.					

Below this is a section for "Personnel no." with a text input field.

To Confirm Section:

Execution start	02/11/2008	13:35:38
Execut. Finish	02/11/2008	13:35:38
Posting date	02/11/2008	

Below these is a "Confirm. text" input field and a checkbox "Long Text Exists".

Status Bar:

Confirmation of order 1003126 saved

ANNEXE XI

RÉCEPTION DES PRODUITS

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Production – Shop Floor Control – Goods Movements – Goods Receipt

Toujours pour le même ordre et la même usine créez la réception en cliquant sur le bouton « Adopt+Details ».

Goods Receipt for Order: Initial Screen

The screenshot shows the SAP interface for creating a goods receipt. At the top, there are four buttons: a document icon, 'Adopt + Details' (which has a hand cursor pointing at it), 'To Order...', and 'WM Parameters...'. Below these are several input fields: 'Document Date' (02/18/2008), 'Posting Date' (02/18/2008), 'Delivery Note' (empty), and 'Doc. Header Text' (empty). Under the heading 'Defaults for Document Items', there are fields for 'Movement Type' (101), 'Order' (1003126) with a magnifying glass icon, 'Plant' (95PT), 'Stor. Location' (200), 'Reason for Movement' (empty), and a checkbox for 'Suggest Zero Lines'. At the bottom, under 'GR/GI Slip', there is a 'Print' checkbox and three radio buttons for slip types: 'Individual Slip', 'Indiv.Slip w.Inspect.Text' (which is selected), and 'Collective Slip'.

Acceptez la quantité proposée par le système en cliquant sur l'icône « Post ».

Goods Receipt for Order: New Items 0001

	Order	1003126	Movement Type	101 GR for order
Plant	95PT	95 Fitter Snacker Plant		
Material	955200		95 Dough NRG-A	
Stock Material				
Ordered	500	LB		
Received	0			
Quantity in Unit of Entry 500 LB Stor. Location 200 Stock Type Batch				
Further Information <input type="checkbox"/> Deliv. Compl. No. of GR Slips 1 Unloading Point Text Company Code 95FS Fiscal Year 2008				

Sauvez.

Goods Receipt for Order: Overview 0001 / 0001																																																																																							
		To Order...																																																																																					
Posting Date:		02/18/2008																																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Items</th> <th>Item</th> <th>Quantity</th> <th>EUn</th> <th>Material</th> <th>PInt</th> <th>SLoc</th> <th>Order</th> <th colspan="2">C</th> <th colspan="2">Re</th> <th>MvT</th> <th>S</th> <th>S</th> </tr> <tr> <th>BUn</th> <th>Material Description</th> <th></th> <th></th> <th>LB</th> <th>955200</th> <th>95PT</th> <th>200</th> <th>1003126</th> <th colspan="2"></th> <th colspan="2"></th> <th></th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>500</td> <td></td> <td></td> <td>LB</td> <td>955200</td> <td>95PT</td> <td>200</td> <td>1003126</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>95 Dough NRG-A</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> <td>101</td> <td>+</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>																								Items		Item	Quantity	EUn	Material	PInt	SLoc	Order	C		Re		MvT	S	S	BUn	Material Description			LB	955200	95PT	200	1003126								1	500			LB	955200	95PT	200	1003126													95 Dough NRG-A								101	+	
Items		Item	Quantity	EUn	Material	PInt	SLoc	Order	C		Re		MvT	S	S																																																																								
BUn	Material Description			LB	955200	95PT	200	1003126																																																																															
1	500			LB	955200	95PT	200	1003126																																																																															
					95 Dough NRG-A								101	+																																																																									

Dans la transaction MD04 (évaluation du stock) les quantités produites (semi-fini) sont affichées.

Stock/Requirements List: Material List

		Selected stock/requirements lists	Define traffic light	Exception groups
Plant	95PT	95 Fitter Snacker Plant		
MRP Controller	095	FS Controller		
<hr/>				
Light	Material	MRP Area	Material Description	A Supply 1stRDS 2nd 1 2 3 4 5 6 7 8 Plant sto B MTyp PT S A MT Cde C
CCC	95F100	95PT	95 NRG-A	<input type="checkbox"/> 11.0- 11.0- 11.0- 99 0 CS FERT E PD 000 <input checked="" type="checkbox"/>
CCC	95S200	95PT	95 Dough NRG-A	<input checked="" type="checkbox"/> 6.8 6.8 6.8 ** 2,500 LB HALB E PD 001 <input checked="" type="checkbox"/>
CCC	95R380	95PT	95 Oats	<input type="checkbox"/> 7.0 7.0 7.0 1 1,000 LB ROH F PD 002 <input checked="" type="checkbox"/>
CCC	95R420	95PT	95 Wheat Germ	<input type="checkbox"/> 8.0 8.0 8.0 5,600 LB ROH F PD 002 <input checked="" type="checkbox"/>

Cliquer deux fois sur le produit semi-fini pour avoir le plan de production.

Stock/Requirements List as of 13:45 Hrs

		Show Overview Tree					
<input type="checkbox"/>	Material	95S200	95 Dough NRG-A				
	MRP area	95PT	95 Fitter Snacker Plant				
	Plant	95PT	MRP type	PD	Material Type	HALB	Unit
						LB	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/>	A	Date	MRP e	MRP element data	Rescheduli	E	Rec./reqd.qty Available qty
<input checked="" type="checkbox"/>	02/11/2008	Stock					2,500
<input checked="" type="checkbox"/>	02/18/2008	OrdRes	95F100			500-	2,000
<input checked="" type="checkbox"/>	02/18/2008	OrdRes	95F100			500-	1,500
<input checked="" type="checkbox"/>	02/18/2008	OrdRes	95F100			500-	1,000
<input checked="" type="checkbox"/>	02/18/2008	OrdRes	95F100			500-	500
<input checked="" type="checkbox"/>	02/18/2008	OrdRes	95F100			500-	0

Répétez la procédure pour le produit fini.

ANNEXE XII

CRÉATION D'UN ORDRE DE VENTE

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Sales and Distribution – Sales – Order – Create

Entrer le type d'ordre et les données organisationnelles, puis cliquez « Enter ».

The screenshot shows the SAP Create Sales Order: Initial Screen. At the top, there is a toolbar with various icons. Below the toolbar, the title "Create Sales Order: Initial Screen" is displayed. A navigation bar contains four buttons: "Create with Reference", "Sales", "Item overview", and "Ordering party". Underneath the navigation bar, the "Order Type" section is visible, showing a radio button for "Standard Order" which is selected. A large "Organizational Data" section follows, containing the following data:

Organizational Data		
Sales Organization	95FS	95 Fitter Sales
Distribution Channel	DI	Direct
Division	SB	Snack Bars
Sales Office		
Sales Group		

Entrer le client qui fait la demande le matériel et la quantité. Cliquez sur « *Enter* » et ensuite Sauvez.

The screenshot shows the SAP Create Standard Order: Overview screen. At the top, there are several icons for navigating through the application. Below the icons, the title "Create Standard Order: Overview" is displayed. Underneath the title, there is a toolbar with icons for different functions like "New", "Save", "Print", etc. The main area of the screen is divided into sections:

- Standard Order:** Shows the Netvalue as 6,000.00 USD.
- Sold-to party:** Set to 296, 95 Health Express / 32930 Brier Ct / Livonia MI 48152.
- Ship-to party:** Set to 296, 95 Health Express / 32930 Brier Ct / Livonia MI 48152.
- PO Number:** Set to LIV001.
- PO date:** Left empty.

Below these sections, there is a navigation bar with tabs: Sales, Item overview, Item detail, Ordering party, Procurement, Shipping, and Reason for rejection. The Sales tab is currently selected. Under the Sales tab, there are various input fields and checkboxes:

- Req. deliv.date: 02/19/2008.
- Deliver.Plant: Left empty.
- Complete dlv.
- Total Weight: 1,800 LB.
- Delivery block: Left empty.
- Volume: 0.000.
- Billing block: Left empty.
- Pricing date: 02/11/2008.
- Payment card: Left empty.
- Exp.date: Left empty.
- Payment terms: 0001 Pay immediately w/o Incoterms FOB Receiving Dock.
- Order reason: Left empty.
- Sales area: 95FS / DI / SB 95 Filter Sales, Direct, Snack Bars.

At the bottom of the screen, there is a table titled "All items" showing the details of the order items:

Item	Material	Order Quantity	SU	S	Description	Custo	ItCa	DGI	HgLvlt	D	First date	Plnt	Crcy	Net price	per	U
	1095F100	25 CS			95 NRG-A	TAN				D	02/19/2008	95PT	USD	240.00		1 CS

ANNEXE XIII

CRÉATION DE LA LIVRAISON

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Sales and Distribution – Shipping and Transportation – Outbound Delivery – Create – Single Document – With Reference to Sales Order

Entrer le numéro d'ordre et le point d'expédition. Cliquer « Enter ».

Shipping point	95SP
Sales order data Selection date: 02/19/2008 Order: 2 From item: <input type="text"/> To item: <input type="text"/>	

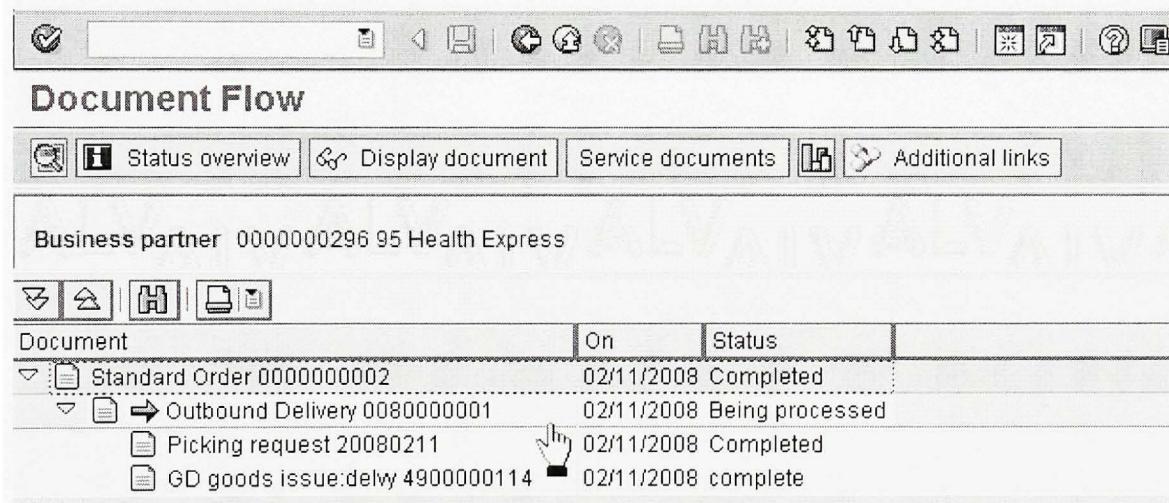
Cliquez sur l'onglet « Picking » et entrer la quantité demandée. Ensuite pressez le bouton « Post Goods Issue ». À la fin sauvez le document.

Pick Date/Time	02/19/2008 00:00	OvrldPickStatus	C Fully picked																													
Warehouse No.		Overall WMM Status	No WM trnsf ord reqd																													
All Items <table border="1"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Material</th> <th>Plnt</th> <th>SLoc</th> <th>Deliv. Qty</th> <th>Un</th> <th>Picked Qty</th> <th>Un</th> <th>Batch</th> <th>B</th> <th>P/V</th> <th>Stag. Date</th> <th>Matl</th> <th>Val. Type</th> <th>Description</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>10</td> <td>95F100</td> <td>95PT</td> <td>300</td> <td>25</td> <td>CS</td> <td>25</td> <td>CS</td> <td></td> <td>C</td> <td>02/19/2008 00:00</td> <td>95 NRG-A</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Item	Material	Plnt	SLoc	Deliv. Qty	Un	Picked Qty	Un	Batch	B	P/V	Stag. Date	Matl	Val. Type	Description	10	95F100	95PT	300	25	CS	25	CS		C	02/19/2008 00:00	95 NRG-A		
Item	Material	Plnt	SLoc	Deliv. Qty	Un	Picked Qty	Un	Batch	B	P/V	Stag. Date	Matl	Val. Type	Description																		
10	95F100	95PT	300	25	CS	25	CS		C	02/19/2008 00:00	95 NRG-A																					

Pour voir l'état des documents allez dans : *Environment – Document Flow*.



L'état des documents est affiché.



ANNEXE XIV

FACTURATION

Chemin de navigation: SAP menu – Logistics – Sales and Distribution – Billing – Billing Document – Process Billing Due List

Entrer l'organisation de vente et ensuite cliquez le bouton « *DisplayBillList* ».

Maintain Billing Due List

The form contains several sections for defining billing parameters:

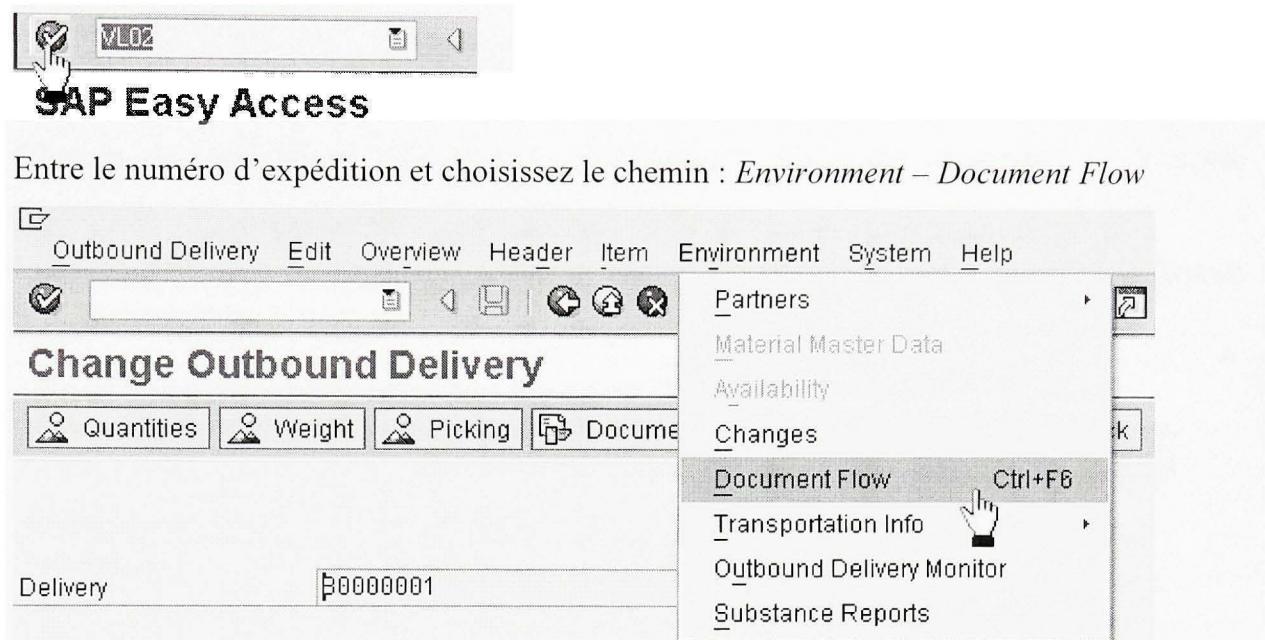
- Billing Data:** Fields for Billing Date from (02/11/2008), Billing Type, and SD Document, each with a 'to' field and a double-headed arrow icon.
- Selection:** Tabs for Selection, Default Data, and Batch and Update. The Selection tab is active.
- Organizat. Data:** Fields for Sales Organization (95FS), Distribution channel, Division, and Shipping point, each with a 'to' field and a double-headed arrow icon.
- Customer Data:** Fields for Sold-To Party, Destination country, and Sort Criterion, each with a 'to' field and a double-headed arrow icon.
- Documents to be selected:** Checkboxes for Order-related (checked), Delivery-related (checked), Intercompany Billing (unchecked), No docs with billing block (unchecked), Rebate-related (unchecked), and Docs with SES Status (unchecked).

Cliquez sur le bouton « *Individual billing* » document.

Maintain Billing Due List

The list displays document details such as BICat, SOrg, Billing Date, Sold-to pt, BillT, DstC, Document, DChi, Dv, DocCs, Address, Sold-to party, Sold-toLoc, ShPt, Billing Date, BillT, and Stat. One row is selected, showing values like 95FS, 02/11/2008, 296, F2, US, 80000001, DI, SB, J, 27376, 95 Health Express Livonia, 95SP, 02/11/2008, F2, and a checked checkbox.

Entrer dans la transaction VL02.



L'état des documents est affiché.

Document Flow

Buttons: Status overview, Display document, Service documents, Additional links

Business partner 0000000296 95 Health Express

Document	On	Status
Standard Order 0000000002	02/11/2008	Completed
Outbound Delivery 0080000001	02/11/2008	Completed
Picking request 20080211	02/11/2008	Completed
GD goods issue:delv 49000000114	02/11/2008	complete
Invoice 0090000001	02/11/2008	
Accounting document 0090000000	02/11/2008	Not cleared

ANNEXE XV

RÉCEPTION DU PAIEMENT

Chemin de navigation: SAP menu – Accounting – Financial Accounting – Accounts Receivable – Document Entry – Incoming Payments

Entrer la code de la compagnie, le numéro du compte et la somme, puis cliquez sur le bouton « Process open items ».

Post Incoming Payments: Header Data

Process open items																												
Document Date	02/11/2008	Type	DZ																									
Posting Date	02/11/2008	Period	<input type="text"/>																									
Document Number	<input type="text"/>																											
Reference	<input type="text"/>																											
Doc.Header Text	<input type="text"/>																											
Clearing text	<input type="text"/>																											
Bank data <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Account</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">100000</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Business Area</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Amount</td> <td>6000</td> <td>Amount in LC</td> <td><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Bank charges</td> <td colspan="3"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Value date</td> <td colspan="3"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td colspan="2">Text</td> <td colspan="2">Assignment</td> </tr> </table>				Account	100000	Business Area	<input type="text"/>	Amount	6000	Amount in LC	<input type="text"/>	Bank charges	<input type="text"/>			Value date	<input type="text"/>			Text		Assignment						
Account	100000	Business Area	<input type="text"/>																									
Amount	6000	Amount in LC	<input type="text"/>																									
Bank charges	<input type="text"/>																											
Value date	<input type="text"/>																											
Text		Assignment																										
Open item selection <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 5px;">Account</td> <td style="width: 50%; padding: 5px;"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td>Account Type</td> <td><input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> Other accounts</td> </tr> <tr> <td>Special G/L ind</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input checked="" type="checkbox"/> Standard OIs</td> </tr> <tr> <td>Pmnt advice no.</td> <td colspan="2"><input type="text"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Distribute by age</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Automatic search</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Invoice Summary</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>		Account	<input type="text"/>	Account Type	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> Other accounts	Special G/L ind	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Standard OIs	Pmnt advice no.	<input type="text"/>		<input type="checkbox"/> Distribute by age			<input type="checkbox"/> Automatic search			<input type="checkbox"/> Invoice Summary			Additional selections <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><input checked="" type="radio"/> None</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Amount</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Document Number</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Posting Date</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Dunning Area</td> </tr> <tr> <td><input type="radio"/> Others</td> </tr> </table>		<input checked="" type="radio"/> None	<input type="radio"/> Amount	<input type="radio"/> Document Number	<input type="radio"/> Posting Date	<input type="radio"/> Dunning Area	<input type="radio"/> Others
Account	<input type="text"/>																											
Account Type	<input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> Other accounts																											
Special G/L ind	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Standard OIs																										
Pmnt advice no.	<input type="text"/>																											
<input type="checkbox"/> Distribute by age																												
<input type="checkbox"/> Automatic search																												
<input type="checkbox"/> Invoice Summary																												
<input checked="" type="radio"/> None																												
<input type="radio"/> Amount																												
<input type="radio"/> Document Number																												
<input type="radio"/> Posting Date																												
<input type="radio"/> Dunning Area																												
<input type="radio"/> Others																												

Sauvez le document .

Post Incoming Payments Process open items

		Distribute diff.		Charge off diff.		Editing options		Cash Disc. Due		Create Dispute Case
		Standard	Partial pmt	Res.items	Withhdg tax					
Account items 296 95 Health Express										
Document	D	Document	P	Bus	Day	USD Gross	Cash discnt	Cash...		
900000000	RV	02/11/2008	01	0		6,000.00				

Une confirmation est générée.

 Document 1400000000 was posted in company code 95FS

Dans la transaction VL02, chemin : *Environment – Document Flow*, l'état des documents est affiché.

Document Flow

		Status overview		Display document		Service documents			Additional links
Business partner 0000000296 95 Health Express									
					On	Status			
Document									
Standard Order 0000000002					02/11/2008	Completed			
Outbound Delivery 0080000001					02/11/2008	Completed			
Picking request 20080211					02/11/2008	Completed			
GD goods issue:delwy 4900000114					02/11/2008	complete			
Invoice 0090000001					02/11/2008				
Accounting document 0090000000					02/11/2008	Cleared			

BIBLIOGRAPHIE

1. Alexis, Gisèle. 2002. « Organisation Supply Chain et Performance de l'entreprise ». In. <<http://zonecours.hec.ca/documents/H2006-1-28932.ChaineetorganisationS12.pdf>>.
2. Amar Ramudhin, Talos Marius et Marc Savard. 2008. Supply Chain Management with Fitter Snacker, SAP Workshop, University of Wisconsin, Milwaukee. SAP Service Marketplace - Innovation Watch <<http://service.sap.com/iw>>.
3. AMR.Research. 2002. « ERP ». In. <<http://www.amrresearch.com/>>.
4. Bansal. 2002. Promise and problems of simulation technology in SCM domain. Proceedings of the 2002 Winter Simulation Conference
5. Bansal. 2003. Theory and practice of advanced planner and optimizer in Supply Chain domain. Proceedings of the 2003 Winter Simulation Conference
6. Chelly, Meryam, et Marc Savard. 2005. Rapport Pédagogique. École de technologie supérieure.
7. Council, Supply-Chain. 2007. « SCOR Model ». In. <http://www.supply-chain.org/cs/root/scor_tools_resources/scor_model/scor_model>.
8. Dickersbach, Jörg Thomas. 2005. Supply Chain Management with APO. Structures, Modelling Approaches and Implementation of mySAP SCM4.1, 2. Springer
9. Dornier, Philippe-Pierre, et Michel Fender. 2001. La logistique globale : enjeux, principes, exemples. Paris: Éditions d'Organisation, xvii, 463 p.
10. François, Julien, et Aïcha AMRANI-ZOUGGAR. 2007. « Planification Intégrée des Activités de la Chaîne Logistique ». In. <<http://w3.mathinfo.lmd.univ-tlse2.fr/membres/thierry/scmip/fichiers/PresentationMaquetteLAPS-IODE270307.pdf>>.
11. Gannoune, Réda. 2001. « Contrôle des flux d'informations en contexte flexible de production : étude d'une chaîne d'assemblage ». Montréal, R. Gannoune. École de technologie supérieure., x, 82 f. p.
12. Gratacap, Anne, et Pierre Médan. 2005. Management de la production : concepts, méthodes, cas, 2e éd. Coll. « Gestion sup ». Paris: Dunod, ix, 515 p.
13. Gunther, H. O., M. Grunow et U. Neuhaus. 2006. « Realizing block planning concepts in make-and-pack production using MILP modelling and SAP APO ». International Journal of Production Research, vol. 44, p. 3711-3726.

14. Jones.T.C, et Riley.D.W. 1987. « Using Inventory for Competitive Advantage Through Supply Chain Management ». International Journal of Physical Distribution & Materials, vol. vol.17, no 2.
15. Knolmayer, Gerhard, Peter Mertens et Alexander Zeier. 2002. Supply chain management based on SAP systems: order management in manufacturing companies. Coll. « SAP excellence ». Berlin; New York: Springer, xi, 244 p.
[<http://www.loc.gov/catdir/toc/fy022/2001054967.html>](http://www.loc.gov/catdir/toc/fy022/2001054967.html).
16. Kolezakis, M., & Loucopoulos, P. (2003). *Alignment of the SAP requirements to Enterprise requirements?* Paper presented at the International Workshop on Evaluation of Modeling Methods in Systems Analysis and Design.
17. Pimor, Yves. 2003. Logistique : production, distribution, soutien, 3e éd. Coll. « Technique et ingénierie. Série Gestion industrielle ». Paris: Dunod, xiv, 716 p.
18. SAPAG.APO010. 2004. APO010 SAP APO Overview.
19. SAPAG.BC355. 2001. BC355 APO System Administration.
20. SAPAG.LO050.2001. Planning and Execution for Discrete and Repetitive Manufacturing
21. SAPAG.R/3Overview. 2004. « SAP R/3 Overview ».
22. SAPAG.SCM100. 2004. SCM100 SAP R/3 Overview
23. SAPAG.SCM200. 2004. SCM200-Advanced Planning Overview (SAP APO).
24. SAPAG.SCM210. 2006. SCM210-Core Interface APO
25. SAPAG.SCM212. 2003. SCM212 Integrated Supply Chain Modeling
26. SAPAG.SCM220. 2004. SCM220 Demand Planning. SAP.AG.
27. SAPAG.SCM230. 2004. SCM230 Supply Network Planning.
28. SAPAG.SCM240. 2004. SCM240 Production Planning.
29. SAPAG.SCM242. 2006. SCM242 Production Planning
30. SAPAG.SCM250. 2004. SCM250 Production Planning and Detailed Scheduling.
31. SAPAG.SCM525. 2005. SCM525 Consumtion Based Planning and Forecast.

32. Stadtler, Hartmut, et Christoph Kilger. 2002. Supply chain management and advanced planning: concepts, models, software, and case studies, 2nd. Berlin; New York: Springer, xiii, 429 p.
33. Stevenson, William J., et Claudio Benedetti. 2001. LA GESTION DES OPÉRATIONS: PRODUITS ET SERVICES. MONTRÉAL - TORONTO: Chenelière/McGraw-Hill.
34. Straube, F., & Beyer, I. (2005). *Supply Chain Management* Paper presented at the SAP Curriculum Congress, Atlanta.
35. Talos Marius, Amar Ramudhin, et Marc Savard. 2008. *Supply Chain Management and Operation Management*, SAP Curriculum Congress, Atlanta, Georgia. SAP Service Marketplace - Innovation Watch. <<http://service.sap.com/iw>>.
36. Wagner, B. (2007). *SCM with Fitter Snacker*. Paper presented at the SAP Curriculum Congress Milwaukee, Wisconsin.