

**CONCEPTION D'UN SYSTEME D'INFORMATION
ETENDU POUR UNE LOGISTIQUE INTEGREE.**

Auteurs : A. BENABDELHAFID(*), E. REPERT(**), A. HACHADI (***)

(*) Laboratoires d'Informatique du Havre , Place Robert Schuman 76610 LE HAVRE.

(**)Responsable du cycle Gestion des Opérations Logistiques- Gestion et Vente de Prestations Logistiques de l'Université du Havre.

(***)Directeur de AMH Systems, 4, rue de Ventadour - 75001- Paris

RESUME

L'intégration de la logistique se situe dans un contexte de compétition sauvage qui touche tous les secteurs. La mise sur pied des produits est de plus en plus rapide, la variété des produits offerts sur les marchés est de plus en plus grande et les solutions organisationnelles mises en oeuvre se traduisent par une complexification des flux de produits associant un nombre croissant d'intervenants. La production est réalisée dans un environnement perturbé en raison des variations brusques des quantités à produire, des variations de délais, des variations de matières ou de ressource. Nous présentons ici l'environnement dans lequel évoluent les Organisations Productives Eclatées (OPE) que nous désignons aussi par «Entreprise-réseau». Nous décrivons la problématique de la communication entre les différentes fonctions industrielles d'une Entreprise-Réseau. Nous en déduisons les enseignements au niveau de la conception d'un Système d'Information Etendu (SIE) alimentant la Gestion d'Atelier de Production (GAP) d'un noeud du réseau. La perspective abordée sera celle du sous-traitant s'intégrant dans une organisation productive éclatée. Nous proposons des éléments méthodologiques permettant à une PME de mieux s'intégrer dans une OPE.

MOTS-CLES

EDI, système étendu, logistique intégrée, organisation productive éclatée, gestion d'atelier de production, entreprise-réseau.

Responsable de la correspondance :

BENABDELHAFID ABDELLATIF

43, RUE COLETTE 76620

LE HAVRE

TEL : 35 54 34 58

FAX : 35 49 0166

INTRODUCTION

L'intégration de la logistique se situe dans un contexte de compétition sauvage qui touche tous les secteurs. La mise sur pied des produits est de plus en plus rapide, la variété des produits offerts sur les marchés est de plus en plus grande et les solutions organisationnelles mises en oeuvre se traduisent par une complexification des flux de produits associant un nombre croissant d'intervenants. La production est réalisée dans un environnement perturbé en raison des variations brusques des quantités à produire, des variations de délais, des variations de matières ou de ressources. Dans cet environnement, l'entreprise doit être capable de flexibilité. Nous précisons l'acceptation de ce terme dans le cadre de l'entreprise-réseau associant au-delà de l'entreprise-pivot (de type assemblage) et ses sous-traitants, des intermédiaires logistiques permettant de construire des solutions sur-mesure. Ces solutions d'organisation des flux physiques regroupés en familles logistiques, s'appuient largement sur les techniques de tension des flux tout en requérant un pilotage élaboré par des informations partagées entre tous les participants de ces réseaux. L'action isolée d'une entreprise ne peut améliorer la compétitivité globale d'un produit sur le marché.

La compétitivité d'un produit fini dépend de cette topologie logistique. Cette structure repose notamment sur les concepts de juste-à-temps (JAT) et de traçabilité. L'échange de données informatisé (EDI) peut consolider l'établissement du JAT et aider à la démarche «Qualité Totale», à condition de prendre en compte les contraintes organisationnelles, techniques (30), juridiques(31), sociales et parfois économiques. Dans ce cas les gains peuvent être substantiels : - diminution des coûts directs (saisie des données, frais d'expédition..), administratifs, de stockage, etc.- réduction du nombre d'erreurs - diminution des délais de préparation, de transfert et de traitement des documents commerciaux, compression du cycle «commande-production-livraison»-... Cependant ces gains supposent un lien entre l'EDI et l'identification automatique physique des produits et des emballages et donc une synchronisation parfaite entre les flux physiques et flux électroniques de données. L'intégrateur logistique doit être capable d'acheminer des biens de l'usine au client final dans le monde entier- de s'adapter aux cas particuliers- et d'assurer tous les services annexes. Le champ de la logistique globale couvre ainsi à la fois la centralisation des moyens de production, des points de stockage et des moyens de transport. L'intégration et la cohérence du système de production sont souvent conditionnées par la tension des «flux logistiques». Ces flux ont deux composantes : le flux physique des matières et le flux d'informations, l'EDI permet à ce dernier d'être le plus rapide et le plus fiable possible.

Dans ce contexte on parlera du Système d'Information «étendu», «communicant» ou tout simplement «éclaté». Nous le désignerons par SIE (figure1).

L'analyse et la conception de tels systèmes se fera-t-elle selon les mêmes méthodes existantes et avec les mêmes concepts dont nous disposons aujourd'hui?

Ceux-ci ne nous paraissent pas prendre en compte de façon satisfaisante la nouvelle dimension introduite par l'éclatement des systèmes. A partir de notre recherche de terrain que constitue le système automobile nous précisons dans une première partie, le concept d'entreprise-réseau et mettons en évidence dans ce cadre les différents besoins en matière d'échange d'informations entre acteurs synchronisant leurs activités. Nous présentons ainsi l'environnement dans lequel évoluent les SIE. Nous étudions, dans la seconde partie, le cas particulier de l'intégration de la GAP (gestion d'atelier de production) de PME s'intégrant dans une organisation productive éclatée (OPE)

1^{ère} Partie : L'INTEGRATION LOGISTIQUE D'ORGANISATIONS PRODUCTIVES ECLATEES

I. MODIFICATION DES CONDITIONS DE PRODUCTION

I.1. La réintégration du marché dans les processus de production

L'évolution de la demande, caractérisée par une stratification liée à l'accroissement des revenus et une sensible évolution de la cellule familiale, génère une «démassification» de la consommation ; la consommation des pays industrialisés s'émiette et produit un nombre grandissant de micro-marchés en attente de produits différenciés : par leur mode de consommation, les consommateurs se singularisent !

Les producteurs s'adaptent à cette modification des conditions de la demande alors que simultanément les formes de concurrence se transforment et portent la compétition sur le domaine du qualitatif. Le produit universel, standardisé, d'une durée de vie importante et répondant à un besoin homogène semble révolu.

Les constructeurs automobiles s'adaptent en diversifiant leur offre et en renouvelant leurs modèles. L'obsolescence des produits semble organisée et planifiée et se traduit par l'introduction renouvelée de nouveaux modèles. Chaque aire commerciale peut être segmentée en catégories commerciales pour lesquelles le renouvellement accéléré des modèles conjugué à la multiplication du nombre de versions par modèle conduisent, à travers l'effet multiplicateur de leur nomenclature, à une explosion combinatoire des références de produits, pièces, sous-ensembles, composants, emballages.

I.2. La gestion simultanée des systèmes de production éclatés

La production sur stock, induite par la fonction objectif du Taylorisme (19) («Maximisation de la productivité apparente de la main-d'oeuvre directe ou minimisation des temps unitaires de main-d'oeuvre liés aux activités de transformation de la matière»), semble céder le pas à une production flexible, réactive c'est-à-dire capable de répondre à une demande évolutive de produits variés à courte durée de vie. Dans cet univers incertain et turbulent, la capacité d'anticipation diminue(20). Il devient alors indispensable de passer d'une gestion des flux poussés à une gestion des flux tirés par l'aval et de raccourcir le cycle de production, d'accélérer l'écoulement des flux physiques à travers l'organisation productive, c'est-à-dire d'alléger le système de production, de réduire sa masse et par voie de conséquence son inertie.

Le délai de livraison est maximal lorsque les processus élémentaires d'approvisionnement, de fabrication et de montage sont séquentiels, c'est-à-dire lorsque la phase subséquente ne démarre qu'à l'achèvement de la phase précédente. Ce mode d'organisation de la production caractéristique des industries d'assemblage est fréquemment appelé modèle taylorien-fordien. La modification de l'organisation précédente autorisée par une redéfinition des points d'intégration de la commande-client(21) permet de procéder à la finition au plus tard, c'est-à-dire de façon à pouvoir subir les opérations de montage sans délai ni attente. Cette forme d'organisation est connue sous l'appellation de «production synchrone» : des modules-fonctions sont fabriqués, pré-assemblés, finis dans des ateliers périphériques sous-traités et encyclés de façon synchrone avec le flux de production principal du donneur d'ordres. Cette forme d'organisation de la production permet à la fois une réduction du temps de passage et du délai de traitement, ainsi qu'une réduction des stocks. Le principe du «juste à temps» est propagé vers l'amont par une modification des techniques d'approvisionnement et la synchronisation des fabrications, finitions ou livraisons à la production. Ainsi, la chaîne de production de la Renault Safrane a pu être raccourcie de 400 mètres, le stock de composants réduit de 50%, et le temps de construction de 25% (26 heures pour la Safrane contre 35 pour la R25) par rapport au modèle précédant équivalent, la Renault 25.

Ce phénomène se traduit par une baisse des taux d'intégration des constructeurs, c'est-à-dire du rapport de la valeur ajoutée au chiffre d'affaires de la même année. Cette forme d'organisation de la production simultanée suppose une capacité de traitement de l'information élevée : l'information doit «libérer des flux physiques». Le traitement de l'information et celui des flux physiques doivent être synchronisés (figure 2). Le temps et la surface productive «gagnés» permettent une combinaison optimale des facteurs de production et une bonne utilisation des capacités de production.

A priori, dans le cas français de la construction automobile, les deux constructeurs nationaux concentrent leur activité sur le «noyau dur» de leur savoir faire. Ailleurs les tendances d'évolution bien que plus contrastées entre les «assembleurs», principalement les japonais relativement nouveaux dans ce secteur, et les intégrés tels que GM, Daimler-Benz ou Fiat, convergent et montrent une extension du phénomène d'impartition(26) :

Des fonctions complètes sont confiées à des sous-traitants dans toute leur variété et intégrées de façon synchrone comme composants (sièges pour Renault, Audi, D.B., Opel, Boucliers pour Renault, VAG, ...).

L'externalisation de ces fonctions réduit le nombre de pas des chaînes de montage des constructeurs, réduit fortement le capital immobilisé en stocks, raccourcit le cycle de production et permet une meilleure réactivité aux fluctuations

du marché. A titre d'exemple, en ce qui concerne la Safrane, Renault a simplifié et accéléré l'assemblage : le nombre de variantes de caisse a été considérablement réduit (il passe de 64 pour la R 25 à 6 pour la Safrane). L'assemblage comporte dix modules (caisse, base roulante, ligne-carburant, échappement, pavillon intérieur, boucliers, sièges, ... pré-montés en interne ou sous-traités.

Toutefois, ces encyclages synchrones sont délicats à mettre en oeuvre et s'accompagnent d'une réduction «par composant-fonction» du nombre de fournisseurs(22) (figure 3). Sur ce même schéma nous tentons quelques explications des évolutions en cours en matière de coopération entre les constructeurs et leurs fournisseurs. En effet il semblerait que si pour l'instant la baisse du taux d'intégration implique le recours à un fournisseur unique en raison des difficultés organisationnelles et techniques (transitique, informatique de transaction,,...) des indices émergent sur des recherches de dépassement de l'approvisionnement mono-fournisseur (ruptures de séquences standardisées autorisant la substitution de plusieurs fournisseurs, coopération entre constructeurs, marché unique européen, ...).

Dans ce processus d'évolution-adaptation du système de production on peut constater que la gestion simultanée prend le pas sur la gestion séquentielle et reposant sur un enfermement du processus productif dans un lieu clos. Nous nommerons «firme-réseau polarisée» la nouvelle forme d'organisation du système productif, caractérisée par l'agglomération spatiale ou fonctionnelle des sous-traitants autour des usines d'assemblage des constructeurs.

I.3. Systèmes d'information et de communication : de nouveaux outils de gestion et d'intégration

Les systèmes physiques développés par les constructeurs supposent la capacité de synchroniser trois types de flux physiques :

- les flux de véhicules (caisses encyclées sur les chaînes d'assemblage),
- les flux de pièces (modules-fonctions externalisées),
- les flux d'emballages (dans une usine de montage telle que celle qui réalise la Safrane, on dénombre approximativement 8500 emballages spécifiques pour 70 % de flux de petits emballages utilisés dans des livraisons multi-quotidiennes d'un volume approximatif de 9 m³ chaque).

Les systèmes d'information éclatés ou étendus (SIE) peuvent d'un point de vue fonctionnel être découpés en trois domaines (27):

- une informatique de production : le constructeur, à partir des besoins commerciaux assure une répartition des productions entre sites. Ces sites transforment ces besoins bruts en «film» de véhicules par mixage des différents modèles encyclés selon les charges de travail respectives requises. Le film peut

alors être éclaté selon les nomenclatures de produits et les parcours de fabrication. Pour chaque pièce ou module peuvent être calculés les paramètres logistiques constructeurs (décalage, prorata fournisseur, calendrier de livraison). La fusion de ces informations avec les données fournisseurs et les données emballages permet d'exprimer des besoins d'approvisionnement en volume ainsi que le calendrier des livraisons et les lieux de déchargement. A titre d'exemple, pour une usine de montage telle que Renault Sandouville ces tâches concernent 450 fournisseurs livrant 9500 références en 350 unités de transport par jour, déchargées en une dizaine de lieux principaux.

- une informatique de transaction assurant la connexion permanente entre les systèmes logistiques des constructeurs, des équipementiers et sous-traitants et des transporteurs-prestataires logistiques. Cette télématique a pour mission de transmettre les besoins d'approvisionnement calculés par le site d'assemblage aux fournisseurs. Dans le cas de flux tendus, elle assure la synchronisation des flux matières chez le constructeur et chez le sous-traitant. A partir d'un signal de synchronisation situé systématiquement à la sortie de l'atelier peinture, la production, la finition ou la livraison des pièces requises par les véhicules encyclés est ordonnancée et lancée. En sens inverse l'équipementier-sous-traitant confirme et avise le constructeur de l'exécution de la réquisition ou de l'expédition.

- une informatique de suivi qui autorise la maîtrise des flux de marchandises et permet de savoir à tout moment sa position et son état. Sa principale fonction est ici la détection des anomalies de livraison (quantitatives et horaires) des expéditions des pièces par les fournisseurs. Elle permet de mettre en oeuvre éventuellement des protocoles de secours et élabore des indicateurs de mesure du niveau de qualité.

Notre recherche de terrain montre que la compétitivité économique doit être concrétisée sur le plan de l'organisation. Les systèmes de production sont confrontés à deux missions complémentaires, d'une part,

- retenir les systèmes logistiques optimaux, c'est-à-dire agencer les opérations productives (les flux internes et externes) de façon à bâtir le processus de production le plus performant, d'autre part,

- maintenir un flux continu de produits depuis le fournisseur (sous-traitant ou équipementier) jusqu'à la mise à disposition du véhicule au réseau de distribution physique. La continuité du flux physique suppose la mise en oeuvre de Systèmes d'Information Etendu (SIE) capables de prendre en charge de nouvelles fonctions de traitement et d'échange. Ces SIE semblent constituer par ailleurs de nouveaux outils d'intégration organisationnelle des industries des composants agencés autour des constructeurs sous la forme de firmes-réseaux polarisés.

II. LE CONCEPT DE FIRME-RESEAU POLARISEE.

La stratégie des constructeurs automobiles consiste à réduire l'incertitude en réduisant les effets de rationalité limitée et d'opportunisme dans la transaction, en proposant des contrats stables à des firmes qui s'engagent à fournir des biens et services nécessitant des actifs spécifiques. La théorie formulée par les tenants de la théorie de la transaction fournit des résultats paradoxaux : initialement proposée pour justifier le développement de l'hyperfirme, elle fournit des éléments explicatifs du développement de l'hypofirme.

En ce qui nous concerne ce paradoxe ne serait qu'apparent ; les constructeurs paraissent développer un ensemble de firmes quasi intégrées, le «réseau périphérique», constituant la «frange contractuelle» du constructeur automobile.

II. 1. Le Point de vue «réseau».

L'approche réseau constitue un paradigme ; en effet, elle repose sur la conviction que l'existence de relations relativement stables et durables entre entreprises parties prenantes à des échanges économiques constitue une raison suffisante pour justifier une approche spécifique au niveau du réseau : une approche méso-économique(24) complémentaire des approches micro et macro-économiques. District marshallien, système productif localisé, district technologique(25) réduisent souvent l'organisation de la production à la composante territoriale. Notre approche réseau s'abstrait de la géographie, mais sans toutefois l'oublier complètement, tout en privilégiant le rôle de l'entreprise et sa relation par rapport à d'autres entreprises. L'approche réseau repose sur le triptyque : -la topologie spécifique, -la fonction circulatoire, -ouverture.

- la topologie spécifique : nous sommes en présence de deux ou plusieurs entreprises reliées entre elles par une structure plus ou moins forte. Cette structure réticulaire rend accessible des ressources externes en période de turbulences. Nous illustrons cette structure par l'organisation en réseau de Renault Sandouville autour de la production de la Safrane et de la Laguna . (figure 4)

-la fonction circulatoire : entre noeuds du réseau se produisent des flux, des relations et des interactions. Ces échanges peuvent être caractérisés sous l'angle de leur objet (flux physiques, flux d'informations), de leur nature (dépendance ou domination, coopération, concurrence, ..) ou de leur degré d'intensité, de leur fréquence, de leur espace, ...),

-l'ouverture : de par son éclatement spatial et sa structure, le réseau se trouve en forte interaction avec l'environnement. Nous observons plus particulièrement des réseaux polarisés, caractérisés par un acteur majeur, la firme-pivot : le constructeur automobile, qui tente d'imposer ses impératifs stratégiques et d'étendre ses normes de gestion (en l'occurrence le juste-à-temps) à l'ensemble des autres noeuds du réseau

(les multiples sous-traitants) dans un processus de diffusion du changement contrôlé à travers un dispositif articulé autour du couple -cahier des charges et audit logistique d'une part et -animation de clubs de fournisseurs d'autre part. Cahier des charges et audit spécifient les procédures imposées afin de fiabiliser la structure productive éclatée et en vérifient régulièrement la conformité au niveau d'exigence du donneur d'ordres. Les clubs de fournisseurs initiés par les constructeurs permettent quant à eux d'établir un système de valeurs et de normes partagées à partir desquelles vont se tisser les relations sociales et professionnelles (souci de la perfection, adaptabilité, entraide, ...).

II. 2. Le soutien logistique des réseaux

Avec Gilles Paché (28) nous pensons que le management logistique devient le soutien opérationnel du réseau. Le management logistique consiste à synchroniser au mieux des flux de matières qui s'écoulent à travers un système productif désintégré. Ces flux sont régulés par des flux d'information déclenchant des opérations physiques spatialement éclatées et alimentant les systèmes de pilotage des multiples noeuds de la firme-réseau afin d'en assurer la coordination logistique. Nous illustrons notre propos à travers un cas. Le cas présenté se place à l'échelle du réseau dont il est présenté un «extrait» en figure 5.

En abscisse, s'écoule de gauche vers la droite le processus d'assemblage du constructeur automobile (R), la firme-pivot du réseau observé. Ce processus d'assemblage intègre des modules-fonctions dont celui de «ceinture de protection» sous-traité à deux plasturgistes (PO) et (A). La première entreprise réalise le bouclier avant (AV) dans une unité de fabrication de proximité, la seconde, distante de plusieurs centaines de kilomètres, le bouclier arrière (AR). La complexité des opérations de coordination des flux externes est issue des relations entretenues par les deux plasturgistes (donc concurrents) l'un devenant dans le système logistique mis en place le prestataire logistique du second pour l'opération de montage et d'encyclage synchrone. Les flux physiques des sous-traitants s'écoulent sur notre schéma de haut en bas. Nous faisons apparaître les flux d'informations échangées ainsi que le point d'intégration de la commande (ici nommée OR) et la combinatoire des variantes pour un même module-fonction. Enfin nous précisons l'intensité des relations à travers le temps dont disposent les sous-traitants pour réaliser la «rencontre synchrone» entre le flux principal du constructeur et le flux secondaire sous-traité sur la chaîne d'assemblage du constructeur automobile.

Après avoir présenté l'environnement dans lequel évoluent les organisations productives éclatées nous en présentons les enseignements au niveau de la conception d'un SIE alimentant la G.A.P. d'un noeud du réseau. La perspective abordée sera celle du sous-traitant s'intégrant dans une organisation productive éclatée.

2^{ème} Partie :

LA GESTION D'ATELIER DE PRODUCTION ET SON SYSTEME D'INFORMATIONS

I-CONTEXTE

Le concept d'entreprise-réseau, issu des sciences de gestion, décrit dans la première partie de cet article offre un cadre à la mise en oeuvre de l'ingénierie concourante(15). Le programme CALS (Computer-Aided Acquisition and Logistic Support) mis au point par le Department of Défense des Etats-Unis est aujourd'hui un concept qui peut être utilisé pour l'élaboration du modèle «Entreprise-Réseau» puisqu'il a pour objectif d'intégrer, au niveau conceptuel, l'ensemble des données techniques liées à un produit tout au long de son cycle de vie. Ce réseau utilise un ensemble de fonctions industrielles. La figure 6 présente ces fonctions avec leurs outils d'intégration (XAO).

Nous nous intéressons aux PME sous-traitantes, constituant chacune un noeud de ce réseau, et s'intégrant ainsi dans une organisation productive éclatée. Ces PME n'envisagent plus, dans ce contexte, de gérer leur production sans l'aide d'un ordinateur, micro ou mini. Pour communiquer, à un coût raisonnable avec leurs partenaires, elles peuvent compter sur des architectures Client/Serveur ou Système ouvert. Le dilemme reste cependant inchangé ; comment assurer l'écoulement correct des flux de fabrication, vérifier la disponibilité prévisionnelle des composants avant lancement, ordonnancer les opérations sur les ressources, contrôler l'avancement des travaux et dégager la voie devant les commandes prioritaires ou susceptibles de se trouver en retard. L'achat d'un progiciel n'est pas suffisant pour résoudre ce dilemme. L'introduction de l'informatique en production impose au préalable une réflexion sur le Système de Production dans sa globalité : Quel Système Physique de Production (SPP) ? Mais aussi, quel système de Décision (SDP) et quel Système d'Information (SIP) ?. (figure 1)

L'intégration des informations des différents partenaires (transporteurs, banques, clients, dépôts,...) passe par l'éclatement du SIP qui devient sous système du Système d'Information Etendu. Le problème pour les dirigeants de ces PME devient donc plus organisationnel que technologique.

Nous décrivons, d'abord, la problématique que pose la conception du système de gestion d'atelier de production (GAP) en tant que sous-système d'une entreprise-réseau vue comme une OPE (Organisation Productive Eclatée). Nous montrons ensuite l'importance du suivi d'atelier et du Système d'Information qu'il utilise. Nous introduisons pour cela un modèle conceptuel basé sur la théorie des asservissements généralisés et utilisant le concept de base de données relationnelles. Nous montrons comment ce modèle conduit à une nouvelle organisation de la production. Nous donnons deux exemples d'application des concepts présentés.

II-PROBLEMATIQUE DE L'INTEGRATION DES DIFFERENTES FONCTIONS INDUSTRIELLES.

Le Système d'Information doit être considéré en relation avec l'ingénierie simultanée. Trois domaines, dans notre cas, relatifs aux systèmes d'information cohabitaient jusqu'alors dans l'entreprise, sans pour autant communiquer, ou mal, entre eux : CAO, FAO, GPAO. En effet, les entreprises industrielles confrontées de plus en plus aux lois de la concurrence, sont amenées à mettre en oeuvre des outils leur permettant de réduire les cycles de conception, industrialisation, fabrication et commercialisation.

Elles trouvent ainsi, le plus souvent, des solutions dans la mise en place d'outils tels que : la CAO pour les bureaux d'études ; la FAO pour la fabrication ; la GPAO pour la gestion de production et la logistique.

Il manquait une dimension pour servir d'élément fédérateur à ces différents domaines et à d'autres relatifs à la gestion, et permettant également l'augmentation de la réactivité du processus de développement.

Cette réactivité permettant de développer plus vite et de réagir plus vite aux évolutions, soit aux demandes externes (marketing), soit aux demandes internes (industrialisation), implique un changement radical dans la façon de travailler et de communiquer les informations au sein de l'entreprise, au sein d'un projet.

* Façon de travailler : Cela signifie qu'il faut travailler en parallèle et non plus en séquence. Le bureau des méthodes en charge de l'industrialisation n'attend pas que le bureau d'études ait fini pour commencer lui même à travailler.

* Communiquer : Les différents intervenants devront accéder le plus rapidement possible et de la façon la plus sûre aux mêmes informations, donc avec des systèmes d'information qui communiquent entre-eux. Ces informations concernent entre autres la conception, la production, la fabrication et la maintenance (dessins, plans, nomenclatures, gamme et plan de fabrication, suivi, expédition,...).

Le vecteur permettant cette prise en compte le plus en amont possible des mêmes données par les acteurs est le Système de Gestion de Données Techniques(SGDT). Ce système recouvre la gestion des documents, la gestion de processus, la gestion de configuration, et la planification. La grande difficulté réside dans la communication des informations du SGDT vers la GPAO. (figure 10).

La nomenclature de définition du produit gérée dans le SGDT est différente de celle gérée dans la GPAO (figure 10). La première définit le produit du point de vue fonctionnel, la seconde tient compte des contraintes de fabrication et de logistique (gestion des déclinaisons liées à la couleur, au conditionnement et à l'extinction). Cette seconde nomenclature évolue dans l'espace et dans le temps.

Dans l'espace, parce que d'un site de fabrication à un autre, elle peut-être différente du fait des impératifs et contraintes des process de fabrication liés à un site donné.

Dans le temps, parce que les besoins inhérents à la logistique ne sont pas figés : ils sont fonctions des choix logistiques, d'approvisionnement, de manutention, de stockage, etc.

On constate donc, que la même nomenclature d'étude peut se décliner en une ou plusieurs nomenclatures de GPAO. Le passage de l'une à l'autre ne peut se faire, en l'état actuel des moyens dont nous disposons, que de manière manuelle sécurisée par l'utilisation de procédures.

L'optimisation et l'intérêt du travail en parallèle ou ingénierie simultanée, est de pouvoir de manière systématique et automatique faire communiquer ces deux (voire d'autres) domaines complémentaires, les études et la fabrication.

Cette mécanisation du transfert de données entre le SGDT et la GPAO nécessite une modélisation prenant en compte les paramètres inhérents à :

* Pour le bureau d'études, la définition du produit ; sa codification ; le lien avec le plan qui le décrit ; l'évolution technique du produit et la gestion de cette évolution technique.

* Pour le site de fabrication, son identification ; la définition du produit au sens fabrication ; le lien avec la définition au sens bureau d'études ; la ou les règles de déclinaisons liées à la couleur, au conditionnement, à l'extinction...

III

CONCEPTION DU SYSTEME DE GAP

III. 1 - Modèle conceptuel d'une GAP

La gestion d'atelier doit organiser au mieux l'utilisation des ressources disponibles afin de répondre aux objectifs de production définis par le plan de fabrication du niveau supérieur, tout en tenant compte des contraintes liées aux systèmes physiques de production (niveau de réalisation du produit, rebut, charge...). Concurrence oblige, la conduite dynamique des ateliers de production intéresse de plus en plus des entreprises de sous-traitance qui deviennent de plus en plus nombreuses. En effet lors d'apparition d'aléas (pannes, retard d'approvisionnement,...) l'admissibilité globale des solutions de conduite d'atelier est remise en cause. La flexibilité de l'organisation de l'atelier peut être améliorée en augmentant l'autonomie des Centres de Décision horizontalement et (ou) verticalement. Pour cela nous introduisons plus loin la notion de «Vitesse de Décision» comme paramètre supplémentaire du modèle conceptuel de la GAP.

Ce modèle conceptuel peut être représenté par la figure 7. La signification des différentes composantes est :

- O** : fonction d'ordonnancement
- L** : fonction de lancement
- AP** : atelier de production
- APE** : atelier de production élémentaire. Les asservissements généralisés associés peuvent être dans une première approximation, considérés comme découplés mais interagissant par coopération à différents niveaux : affectation main d'oeuvre ; transfert de travail
- PF** : procédé de fabrication. PF correspond à l'ensemble des tâches à réaliser qui sont ordonnancées grâce à la fonction O. Cet ensemble caractérise le système physique de production à conduite. Il peut être selon la taille de l'usine relatif à un atelier de production (AP) ou à une section (APE). Chaque AP ou APE étant sous la responsabilité d'un décideur dont le rôle est défini par un cadre de décision.
- EP** : état de la production. EP correspond à l'ensemble des informations sur l'état réel de la production. Ces informations peuvent être fournies par les responsables ou directement par les salariés, ou relevées sur des machines automatisées.

- SP** : suivi de production. SP recueille, organise et mémorise les informations de EP.
- R** : interface réagissant ou non en fonction de la comparaison du réel r (quantité réalisée, temps passé...) avec le prévisionnel p (quantité planifiée, temps gamme). Lorsque l'écart est jugé négligeable, R doit maintenir la stabilité du système ; l'ordonnancement prévu par coordination ainsi que le lancement prévu par coopération et coordination restent inchangés. Par contre lorsque l'écart est important, R réordonne par une nouvelle coordination ou modifie le lancement par coopération.
- C** : compare le réel r au prévisionnel p ; cette fonction caractérise les performances du PF.
- SIP** : Système d'Information de la GAP ; a, b, c, d correspondent aux parties A, B, C, D, de la figure 8 et sont décrites dans les paragraphes III-2-a) ; b) ; c) et d).

Nous avons décrit à l'occasion les messages EDIFACT utilisés, les autres messages non décrit ici sont référencés dans (29).

En terme d'automatique, un atelier de production (AP) et le système de gestion d'atelier (GAP) qui le pilote constituent un système multivariable que l'on peut considérer comme un ensemble flexible d'asservissements généralisés. Chaque asservissement est du type de celui proposé à la figure 7. Le système est multivariable car il prend en compte plusieurs variables (quantité, temps, ressources...). C'est un ensemble flexible car le GAP évolue en fonction de la comparaison réel et du prévisionnel. C'est un asservissement car le système est régulé. D'ailleurs cette notion de régulation se retrouve aux autres niveaux de décision de l'entreprise réseau. Enfin cet asservissement est généralisé car contrairement aux boîtes noires d'un système physique asservi, il n'est pas évident d'identifier la fonction de transfert d'un tel système sans faire des approximations qui peuvent parfois éloigner le modèle de la réalité. Néanmoins dans certains cas nous pouvons donner une approche permettant d'identifier le processus. Nous considérons ici la GAP comme un sous système du Système de Pilotage d'une OPE. Nous nous intéressons au court terme. Un système de Gestion d'Atelier de Production utilisant ce modèle est conçu en harmonie avec des concepts classiques tels que la hiérarchisation, l'évolution dans le temps et la flexibilité (11).

Cependant nous remarquons que le processus ne peut fonctionner sans un suivi d'atelier fiable (Etat de l'atelier) alimentant un Système d'Informations convenablement élaboré. Nous donnons dans le paragraphe suivant les éléments qui permettent d'aider à la conception d'un SIP.

III.2 - Système d'Informations d'une GAP (I), (6) , (I3)

Comme nous voyons à la figure 7, un système de GAP, quel qu'il soit, ne peut fonctionner correctement sans l'existence d'un SIP permettant de transmettre, de traiter et de mémoriser toutes les informations sur l'état d'un atelier et de son environnement. Le SIP doit avoir une structure liée à la hiérarchisation du système de décision. Chaque information utilisée par les différents centres de décision doit être adaptée à la prise de décision par laquelle elle est utilisée. Le SIP doit donc aussi avoir une structure hiérarchisée pour adapter l'agrégation des informations au niveau considéré.

La figure 8 décrit le modèle conceptuel des données du SIP. Le SIP comprend quatre parties A, B, C et D. La stabilité de ces parties dépend de leur profondeur dans le SIP. Les parties C et D sont les plus perturbées car en lien direct avec l'EDI. Nous disposons aujourd'hui de plusieurs outils méthodologiques pour décrire un modèle conceptuel. Par exemple avec les concepts " Données Produit " (16) ou " modèle de produit " (2), nous parlerons du degré d'intégration par les données. En utilisant le concept Orienté-Objet, le modèle conceptuel comprendrait l'objet générique «ARTICLE» dont les règles de comportement ou méthodes varient en fonction de la profondeur du SIP ; ces méthodes utilisent les objets GAMES, OUTIL, SECTION... Lorsqu'une donnée est utilisée en EDI, le message EDIFACT correspondant fera partie des méthodes.

Le modèle doit permettre la gestion de l'évolution technique du produit de sa conception (CAO) vers sa production (GAP) avec ses contraintes de qualité (rapport, contrôle...). Nous parlerons plutôt de méta-modèle de description du produit. Le but de cet article n'étant pas la présentation d'une méthode de modélisation, nous avons choisi le concept Entité/Association pour décrire les données utilisées par la GAP.

a.) *Le système Atelier de Production (AP)*

Un système AP est décrit par des ressources en machines, en outils et en hommes qualifiés. Le système d'information correspond aux entités associées à chaque catégorie de ressources. Des ressources appartenant à une même catégorie peuvent être de caractéristiques identiques et, de ce fait, rigoureusement substituables. Les trois types de ressources constituent un Atelier de Production Élémentaire (APE)

b) *Le flux de production (FP)*

Il est relatif aux composants et matières diverses référencés par un numéro d'article, susceptibles de transiter dans l'AP et d'y être stockés. Un en-cours ne faisant pas l'objet d'un stockage n'est normalement pas référencé. On utilise parfois le vocable de "pseudo-article".

c) *Procédé de fabrication (PF)*

Le PF utilisera les entités GAMME, ARTICLE, OPERATION, F. OUTIL ET QUALIF en plus de la NOMENCLATURE liée à ARTICLE et GAMME.

C'est à ce niveau que se pose le problème de l'intégration de la CAO et la GAP. En attendant une solution universelle en CFAO, il existe une multitude de standard de transfert de données (IGES, VDA, STEP, VDA, SPAC...). Un certain nombre de ces normes est utilisé par le concept CALS. Le but de cette intégration est de permettre au sous-traitant de fabriquer automatiquement le produit conçu par son client en respectant la qualité, les coûts et les délais. Le problème est très complexe car dépendant de paramètres flous. En effet le «conçu» correspond à un modèle alors que le «fabriqué» correspond à du réel. Cependant, dans certains cas de produits à structure simple, la GAP du sous-traitant peut être reliée à la CAO du donneur d'ordre via le message EDIFACT «CONDRA». Il est destiné à la gestion de chaque échange de jeu de fichiers techniques/CAO. Il permet de donner des informations supplémentaires sur ces fichiers.

Le message lui-même ne contient aucune donnée technique ou graphique de CAO. Ces données seront transférées à des fichiers de format standard ou " natif ". Cependant un plan CAO ou une image de fichiers doit être transféré d'une manière optimale. Un exemple d'utilisation de ce message est donné dans le § IV-I.

d) Gestion des flux (SP, R, O, L de la figure 7)

Trois entités sont mises en oeuvre :

La COMMANDE CLIENT, le LOT de produits finis et l'ARTICLE.

COMMANDE CLIENT : On considère ici l'ordre de fabrication venant d'un Centre de Décision de niveau hiérarchique supérieur à la GAP. Dans un système de logistique intégrée, L'OF est transféré par EDI. Deux messages EDIFACT peuvent être utilisés :

ORDERS pour les informations sur les articles commandés conformément aux conditions fixés par le donneur d'ordre et le sous-traitant.

ORDCHG pour modifier une commande déjà faite au sous-traitant. Ce message est très utile pour augmenter la flexibilité de ce dernier.

LOT DE PRODUITS : La définition d'un ordonnancement passe par celle de lot associés à un article donné destiné à satisfaire la demande émanant d'une ou plusieurs commandes. Un lot peut comporter la totalité des quantités commandées par une ou plusieurs commandes, mais aussi une fraction d'une commande.

Le Suivi de Production, par le client chez le sous-traitant peut se faire à l'aide de deux messages alimentés par un processus d'identification automatique (codes à barres par exemple) :

1-ORDRSP pour donner suite aux messages ORDERS et ORDCHG.

2-PARTIN pour renseigner son partenaire sur le suivi de fabrication (localisation, machines, pannes ...)

De même qu'il existe une relation d'indépendance entre le LOT et la GAMME (split d'un bon de production). Cette conception est particulièrement utilisée dans la traçabilité exigé de plus en plus par les donneurs d'ordres.

III.3-Dynamique du système

Nous avons décrit dans le II-2 les données statiques du SIP. Pour répondre aux exigences d'une conduite dynamique d'un AP, nous introduisons une autre donnée spécifique à chaque APE : la "Vitesse de Décision". Considérons le processus de production (assemblage de produits par exemple) dans un environnement perturbé (variation brusque de quantité à produire, de délai, d'indice technique, de matière ou de ressource). Parmi les données dynamiques fournies par le Suivi de Production (SP) citons : les ressources (charge réelle de l'APE, machine, main d'oeuvre, capacité,...) ; les produits fabriqués (quantité réalisée, localisation et état d'avancement des opérations...). Or dans le monde des donneurs d'ordres, des concepts comme le juste à temps, le flux tendu ou l'atelier synchrone commencent à être une exigence quotidienne(11). Ces concepts impliquent un environnement de plus en plus perturbé pour le sous-traitant. Ces donneurs d'ordres ne s'arrêtent pas à la simple utilisation de l'EDI, il vont parfois classer leurs fournisseurs selon des critères de traçabilité, par exemple. Certains vont même créer leur propre réseau EDI et proposent à leurs fournisseurs des solutions «à domicile» via l'utilisation du minitel.

Afin de mieux concevoir les actions à mener face aux perturbations, nous devons considérer, en plus des informations dynamiques venant de l'APE, la vitesse de décision de chaque APE. Cette vitesse peut être définie comme étant le rapport de la perturbation sur le temps : Un APE (centre de décision) qui se sent incapable d'«absorber» une perturbation venant du centre de décision immédiatement supérieur (échec d'une coopération avec un autre APE par exemple), laisse remonter une variation dI d'une donnée dynamique. Par coopération, dI entraîne une variation dD . L'APE passe un temps dT pour répondre à l'objectif relatif à dD . On appelle Vitesse de Décision le rapport entre dD et dT . La figure 9 illustre cette notion de Vitesse de Décision. La variable D dépend du temps et de l'état du système elle désigne la commande conduisant le système de l'état $E(t)$ à $E(t+1)$ ou t représente la variable temps.

L'état du système APE peut être du type suivant :

$$E(t+1) = f[E(t), D(t), A(t)]$$

t est la variable temps : les problèmes qui nous intéressent ici portent sur une série de séquences successives.

$E(t)$ désigne le vecteur d'état au temps t ; il est composé des variables qui décrivent l'APE
 $D(t)$ désigne le vecteur commande à l'instant t (ensemble de décisions prises pour modifier l'état du système). A chaque début de séquence t , on prend une décision $D(t)$ appartenant à l'espace $C_t(E)$ des décisions possibles dépendant de t et de $E(t)$. La décision $D(t)$ conduit l'APE de l'état $E(t)$ à $E(t+1)$

$A(t)$ désigne un vecteur dont les composantes sont des variables aléatoires décrivant l'influence des facteurs exogènes. La loi de probabilité de $A(t)$ ne dépend que de $E(t)$ et $D(t)$. Le vecteur $A(t)$ tient compte des perturbations que subit l'APE et qui sont dues à son environnement (coopération avec un autre APE par exemple)

IV- APPLICATIONS

Nous présentons ici un résumé de 2 applications. La 1ère illustre le concept de l'intégration par les données. La 2ème montre comment une Gestion d'Atelier de Production peut être conçue dans une Organisation Productive Eclatée.

IV- 1- Intégration des domaines CFAO - GPAO au travers d'un SGDT.

EQUIPO est un équipementier automobile, disposant de plusieurs bureaux d'études (BE), plusieurs sites de fabrication, et par conséquent des dizaines d'intervenants.

La problématique vise à uniformiser les données et les systèmes. Cette uniformisation permet de créer une synergie dès le lancement du projet, de plus en plus en amont du lancement du véhicule par le constructeur ; et d'éviter ainsi des déperditions relativement lourdes de conséquences en termes de techniques, d'efficacité, de délais et économiques.

Cette intégration permet également de créer la «mémoire de l'entreprise» d'une part, et un «catalogue de produits *étagères*» permettant de réagir et répondre rapidement aux besoins.

La mise en place d'une telle intégration, s'accompagne, voire est précédée, par la normalisation d'un certain nombre de concepts et règles qui régissent les métiers de l'entreprise et les produits qu'elle fabrique.

La modélisation a conduit à la normalisation relative aux champs suivants :

- * Codification des produits (règles et structure)
- * Gestion des indices de modification au BE et leur répercussion en GPAO
- * Codification et structuration (classification) des familles de définition des produits
- * Codification et structuration (classification) des familles d'achats de produits
- * Règles de déclinaison des produits par la couleur, le conditionnement, la symétrie, etc...
- * Structuration des nomenclatures au BE et les règles de leur enrichissement au bureau des méthodes (BM) pour que ces dernières soient exploitées par le process de fabrication
- * Règles de gestion des nomenclatures dans le tas d'une concurrence entre plusieurs sites de fabrication.

La grande difficulté réside dans la normalisation de la structure des nomenclatures de bureau d'études (pour la définition du produit) et de leur passage en GPAO (pour les besoins de la fabrication et de la logistique).

Le système d'information qui gère ces objets et leurs relations tient compte des différents environnements. Cette gestion se fait au travers de plusieurs objets :

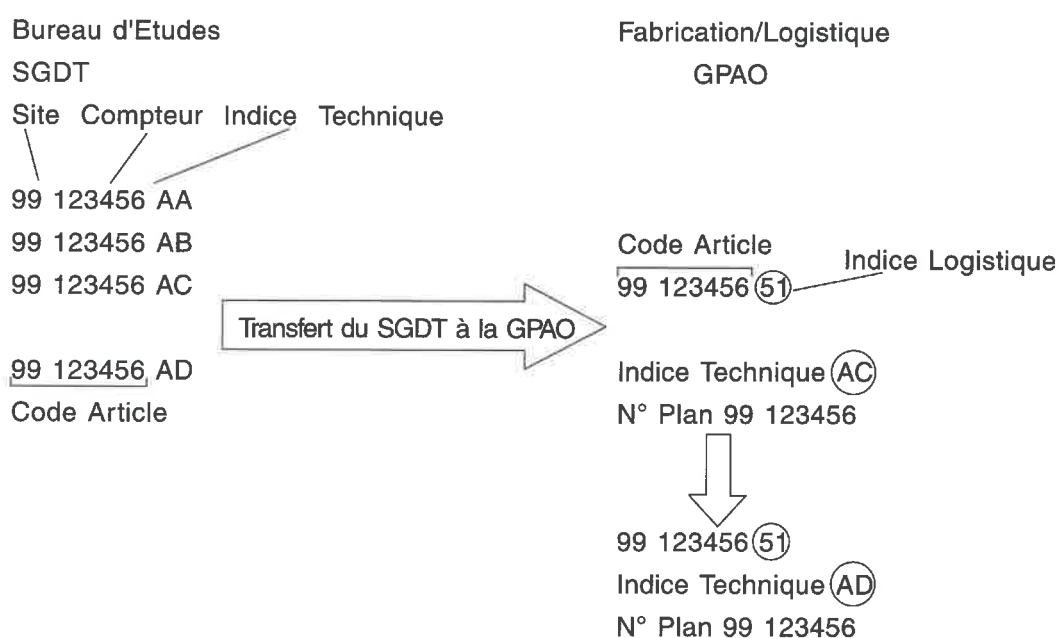
- * le produit
- * la famille du produit
- * le métier auquel le produit est rattaché
- * le fabricant du produit
- * le(s) document(s) associé(s) (plans, dossiers techniques, cahiers des charges)

Le vecteur de cette normalisation concerne la codification des produits : celle-ci étant présente dans toutes les fonctions industrielles, financières et comptables. Elle constitue le langage commun et le lien entre les différentes composantes du S.I.E. (Système d'Information Etendu).

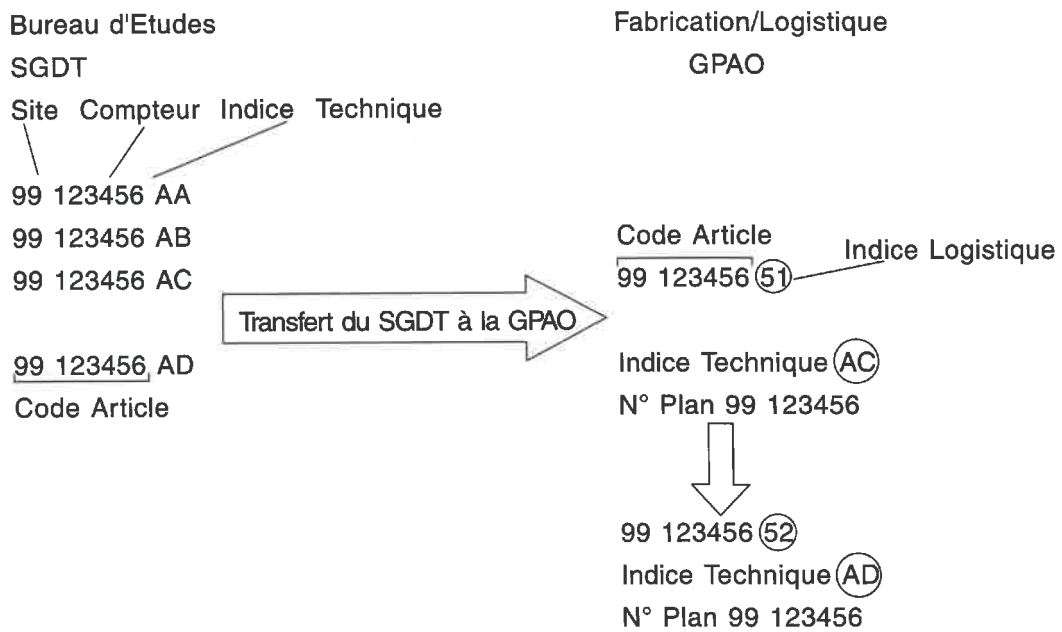
C'est la raison pour laquelle nous avons apporté un soin particulier à la normalisation de la codification dans la conception du S.I.E. Dans ce cadre, notre étude concerne plusieurs sites d'EQUIPO.

Nous donnons ici un exemple de règle de codification et de transfert entre les Etudes et la fabrication. Quatre domaines sont concernés par la création de la codification : Bureau d'Etudes ; Bureau des Méthodes ; Centres de production ; Achats (fonction centralisée).

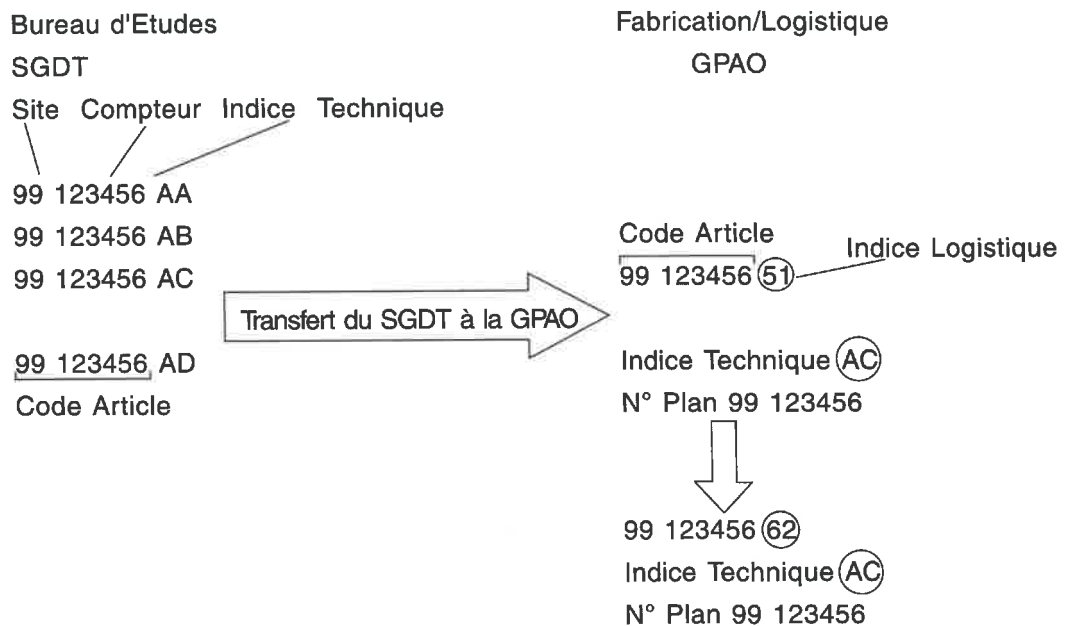
Exemple 1: Evolution de l'indice technique sans évolution de l'indice de logistique.



Exemple 2: Evolution de l'indice technique avec évolution de l'indice de logistique.



Exemple 3: Evolution de l'indice logistique sans impact sur l'indice technique.



Le code attribué à un article symétrique au plan est totalement différent de celui rattaché au plan. Il est donné par le compteur et n'aura de correspondance avec l'article au plan, qu'à partir du plan. La codification des plans respecte les mêmes principes que celle des articles. Le code du plan est identique à celui de l'article qui lui est rattaché, y compris l'indice de modification. Ce code de plan a un lien (ou plusieurs) avec d'autre(s) article(s) rattaché(s) à l'article au plan.

Cet exemple illustre la réponse que nous pouvons donner à un des aspects du problème mentionné dans le § II de la deuxième partie : la codification. Notre démarche permet d'intégrer au niveau de la conception du produit, les contraintes de la fabrication. Les données décrivant un tel produit peuvent être échangées automatiquement directement ou par EDI (exemple d'utilisation du message CONDRA cité au § c) du III.2).

IV.1- Organisation de l'atelier de production

La Société CABREL emploie 50 personnes et réalise un CA de 30 millions de francs avec une prévision de croissance de 30 %. Sa principale activité est la fabrication de matériel de liaison et transmission électrique et électronique. Cette production concerne la sous-traitance pour l'automobile et l'équipement électrique. Le donneur d'ordres est toujours

le client. La production se fait souvent en flux tendu ; les fournisseurs et les clients ont de grosses structures (fabricant de circuits électroniques, constructeurs de véhicules...). Les rapports entretenus avec ces derniers doivent être des rapports de partenariat. Le mot sous-traitance doit être remplacé par co-traitance. La vente pratiquée est alors à la commande sur programme-client. Les prévisions concernent des commandes non encore confirmées. C'est une production de petites et moyennes séries. Les postes de production sont implantés en lignes polyvalentes organisées autour de 3 grandes familles de produits : - Témoins d'usure - Faisceaux électriques - platines de support de composants électriques et électromécanique.

Pour répondre aux exigences de ces clients travaillant en flux tendu, Cabrel a mené une étude de réengineering. Dans un premier temps, le diagnostic et l'étude des besoins ont permis la définition et le choix du Système d'Information de Production en utilisant le modèle conceptuel décrit plus haut. Dans un second temps la réalisation et l'exploitation ont aidé à optimiser le logiciel de GPAO choisi. Cette optimisation a conduit CABREL à une nouvelle organisation. L'analyse des besoins a conduit à distinguer deux types d'utilisation du SIP :

* une utilisation opérationnelle qui demande des volumes importants de données avec des applications lourdes telles que le calcul des besoins matières ; *une utilisation décisionnelle qui traite des données de synthèse avec des applications évolutives telle que la simulation du chiffre d'affaires ou encore la simulation de la

charge d'un atelier. Les applications de ce type d'utilisation d'ailleurs réalisées par l'utilisateur lui même moyennant l'utilisation de MIM (Méthodologie Infocentre Micro) (13).

Après avoir défini les spécifications du SIP, nous avons déterminé avec la direction les fonctions à informatiser en priorité ainsi que les spécificités de la CABREL. Un SIAD articulé autour d'un logiciel intégré a permis la définition de la Base de Données Techniques.

Les nomenclatures existantes ont été analysées et complétées. La CABREL peut aujourd'hui recevoir par EDI ces plans de câbles ainsi que ces commandes. Elle peut trouver des solutions à certains problèmes qui jadis étaient difficilement solubles tel celui de la traçabilité. Nous donnons à titre d'exemple la méthodologie suivie pour résoudre ce type de problème. La traçabilité peut être liée aux mouvements de stock (quantité et date du mouvement). Le progiciel de GPAO choisi ne réserve pas de module à la traçabilité. Cependant on peut utiliser des colonnes sans aucun intérêt pour la CABREL dans la Base de Données. Pour les articles achetés, la colonne «Numéro du Document» peut être utilisé comme NO de lot est renseigné lors de la saisie d'entrée en stock de ce lots d'articles. Pour les produits fabriqués, la même colonne associée au numéro d'Ordre de Fabrication (OF) permet de retrouver toutes les demandes dépendantes. Dans la gestion du stock, la Liste à Servir (LS) mémorise les informations correspondant à un OF. Le processus d'utilisation de cette Liste à Servir est le suivant :

- 1 CREATION D'UN Ordre de Fabrication (généralisé automatiquement ou saisi manuellement)
- 2 SAISIE DE LA Liste à Servir
- 3 MAGASIN (appel de l'OF)
- 4 EDITION DU Bon de Sortie Magasin (composants restant à servir)

Un archivage, suivant un horizon à déterminer, des différentes LS peut nous aider à retrouver la traçabilité ascendante ou descendante.

CONCLUSION

Nous avons présenté dans une première partie, l'environnement dans lequel évoluent les Organisations Productives Eclatées(OPE) que nous désignons aussi par "ENTREPRISE-RESEAU", nous avons déduit les enseignements au niveau de la conception d'un Système d'Information Etendu (SIE) alimentant la Gestion d'Atelier de Production (GAP) d'un noeud du réseau. Nous avons proposé des éléments méthodologiques permettant à une PME de mieux s'intégrer dans une OPE.

Nous avons exposé dans une deuxième partie le problème général posé par la conception d'un système de Gestion d'Atelier de Production (GAP). Nous avons introduit un modèle conceptuel basé sur la théorie des asservissements et utilisant la notion de système d'information étendu ou «éclaté».

A travers deux études de cas, nous avons dégagé des méthodes d'application des concepts théoriques introduits à la réalité des manufacturières de sous-traitance : mieux organiser l'atelier de production et concevoir le Système d'Informations adéquat. Ainsi nous avons vu comment certains problèmes qui ne sont pas toujours pris en considération par les systèmes de GPAO (cohérence avec la CAO ; traçabilité de production), trouvent des solutions satisfaisantes. L'objectif dans de pareils cas est de fournir aux Ateliers de Production les moyens informationnels pour prendre à tout moment les meilleurs décisions sans remettre en question les objectifs globaux d'une entreprise.

Nous avons donné des exemples d'utilisation de messages EDIFACT pouvant être utilisés par le SI d'une PME. Ces exemples d'EDI illustrent l'élargissement de la compétence du sous-traitant grâce à une normalisation et une uniformisation des méthodes et procédures utilisées dans le partenariat. Ainsi, un dialogue entre les Bureaux d'Etude des différents partenaires peut être instauré (avec éventuellement des risques de perte de contrôle de la part de l'entreprise principale !).

Nous pensons par cet article apporter des éléments de réflexion aux PME-PMI utilisant une GAP dans un contexte nouveau : l'entreprise-réseau dont le SI est (ou peut être) étendu grâce à l'EDI.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) B.HERZ, C.MOINE, R.SABATIER, «Conception des systèmes d'information», Dunod, 1988.
- (2) G. BENCHIMOL, «L'entreprise étendue», Hermes, 1993.
- (3) W. George PLOSSL, « La nouvelle donne de la gestion de production» AFNOR 1993.
- (4) J. PONS, P. CHEVALIER, «La logistique intégrée», Hermes 1993. (5) C.ROLLAND, O.FOUCAUT, G.BENCI, «Conception des systèmes d'information La méthode REMORA», Eyrolles, octobre 1987.
- (6) A. ROCHFELD, «OOM : évolution de Merise vers une approche objet», ingénierie des bases de données, AFCET, décembre 1992.
- (7) V. GIARD, «Gestion de la Production», Economica, 1987.
- (8) M. BERGMAN, A.CUCCHI, B. ESPINASSE, D. LAGAERT, F. LORENZO, « MERISE et l'EDI : Contribution à une méthode de conception de Système d'Information de Systèmes d'Information d'Echange Communautaire», Autour et à l'entour de Merise, Sophia, avril 1991
- (9) X. PELLET, «Sur la hiérarchisation des décisions, Thèse de Docteur de l'INPG, L.A.G . , Grenoble, 1985.
- (10) B. STOVEN, «L'entreprise communicante» , Simprofrance 1991
- (11) A. BENABDELHAFID, «Gestion informatisée d'atelier de production Infocentre Classique- infocentre Micro. Application industrielle», Thèse de Doctorat, le Havre, 1986.
- (12) A. FLORY, «Base de données - conception et réalisation ->», Economica, 1987.
- (13) A. BENABDELHAFID, J.P. ECKERT, P. LOPEZ, « L'infocentre en milieu industriel», AFCET-CESTA, Information Communication 86, Paris, juin 1986.
- (14) V. SANDOVAL, « Technologie de l'EDI», Hermès, 1990.
- (15) JAGOU PATRICK, Concurrent Engineering, Hermès, 1993
- (16) M. CHAABANE, C. MARTY, «Approche du paramétrage dans un système de CFAO intégré», 23^{ème} CIRP, Nancy 1991.
- (17) L'usine Nouvelle, «FIAT et PSA misent sur le Nord», janvier 1994.
- (18) COLIN J., REPERT E. , 1992, LE rôle des transporteurs dans la mise en oeuvre des flux tendus : une limite pour les firmes-réseaux ? in Selected proceedings of the

sixth World Conference on Transport Research, vol IV,- Technological Innovation and Network Management, Lyon

(19) COHENDET P. et alii, 1990, L'après-Taylorisme, Economica, Paris.

(20) BESSON, SAVY, VALEYRE, VELTZ, 1988, Gestion de production et transports, Paradigme, Caen.

(21) PACHE G., 1992, L'organisation du postponement logistique : un enjeu stratégique, in Selected proceedings of the sixth World Conference on Transport Research, vol IV, Lyon.

(22) REPERT E., LE MESTRE P., 1994, Les sollicitations logistiques en matière de système d'informations comptables, 2èmes Journées I.U.T. de la recherche en sciences sociales «Les organisations au risque de l'information», Toulouse.

(23) MARCHESNAY M., 1991, La transaction, outil d'analyse stratégique in Identités de la gestion, Vuibert Gestion.

(24) DE BANDT J., 1989, Approche méso-économique de la dynamique industrielle in Revue d'Economie Industrielle n° 49, pp 1-18.

(25) TERNAUX P., 1994, Le rôle de l'information dans les systèmes productifs locaux, 2èmes Journées I.U.T. de la recherche en sciences sociales «Les organisations au risque de l'information», Toulouse.

(26) Fertigungstiefe verschiedener Automobilhersteller, in Die Welt am Sonntag.

(27) COLIN J, La valeur ajoutée du système d'information in document d'entreprise I.B.M.

(28) PACHE G., 1991, La firme-réseau : mode ou modèle ? in Les cahiers du LERASS -Entreprise : les concepts à la mode, n° 23

(29) Répertoire Fonctionnel des messages EDIFACT/ONU, EDIFRANCE, 1993

(30) A- BENABDELHAFID, E. REPERT, «Eléments de conception d'un système de logistique intégrée», Congrès AFCET «MERISE et les autres», Versailles, octobre 1994

(31) E. CARIGLIO, A. BENABDELHAFID, «Le droit de la preuve et les EDI», Congrès AFCET «Le rôle des technologies de l'information et de la connaissance dans la mutation des sociétés industrielles», Toulouse, octobre 1995,

LISTE DES FIGURES UTILISEES DANS L'ARTICLE

Cette liste comprend 10 figures numérotées de 1 à 10

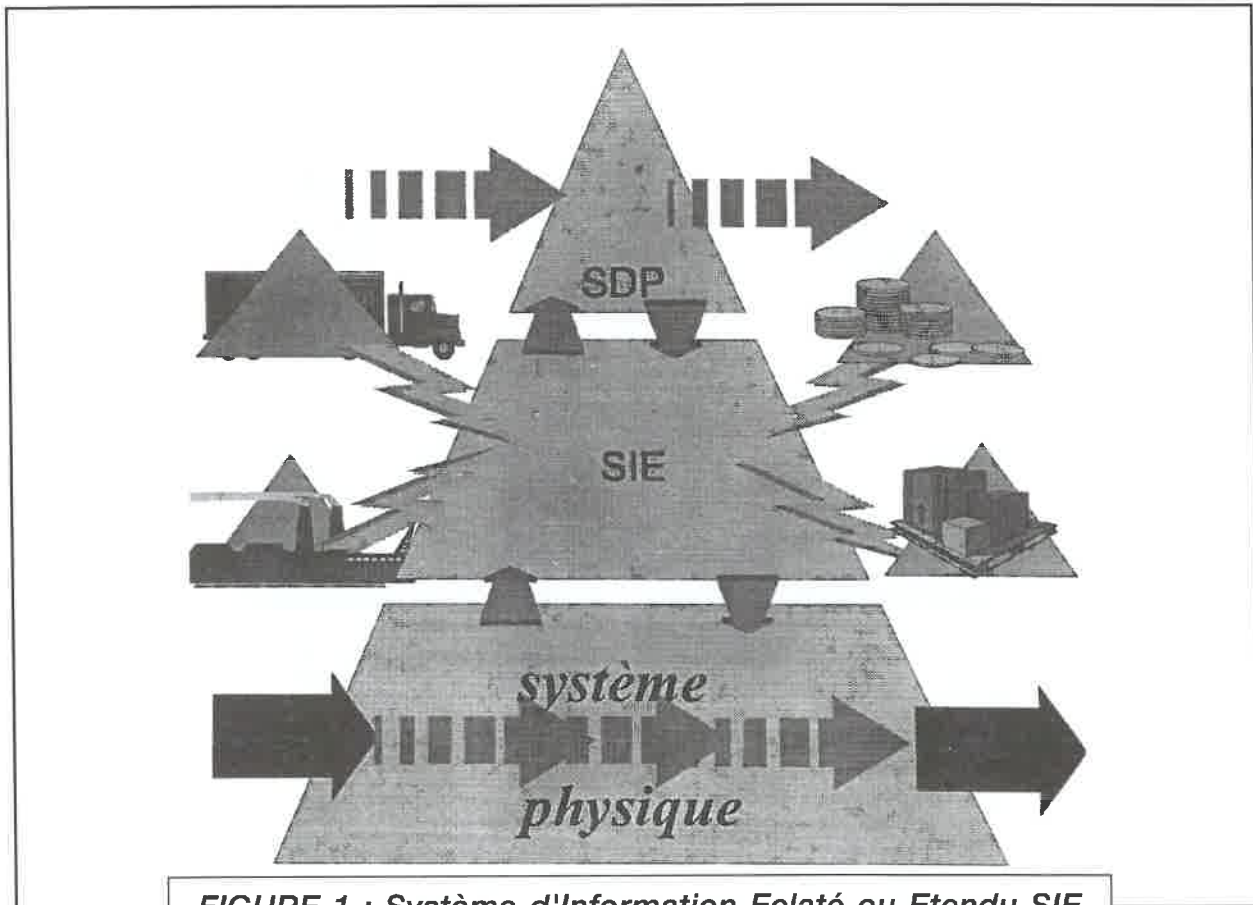


FIGURE 1 : Système d'Information Eclaté ou Etendu SIE

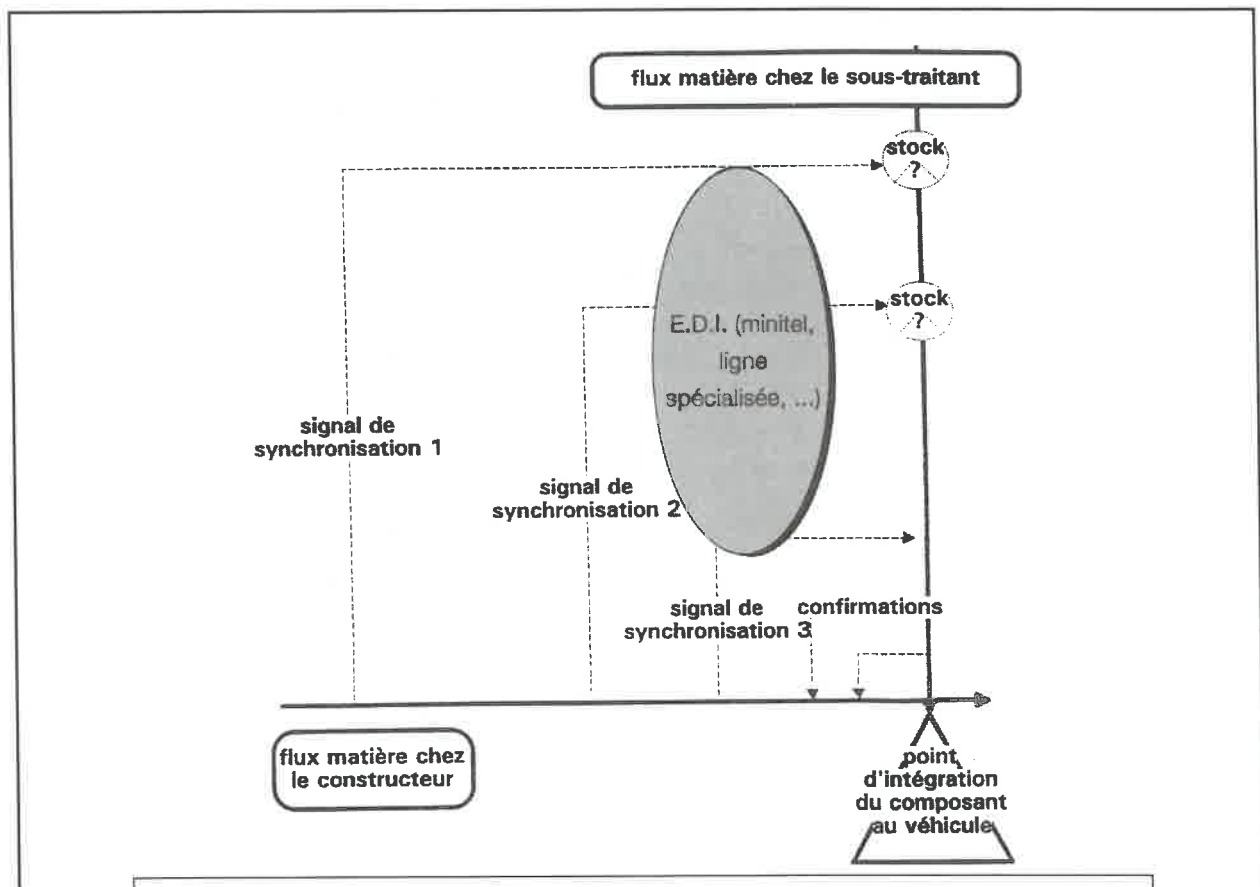


FIGURE 2 : Processus élémentaire de synchronisation des flux.

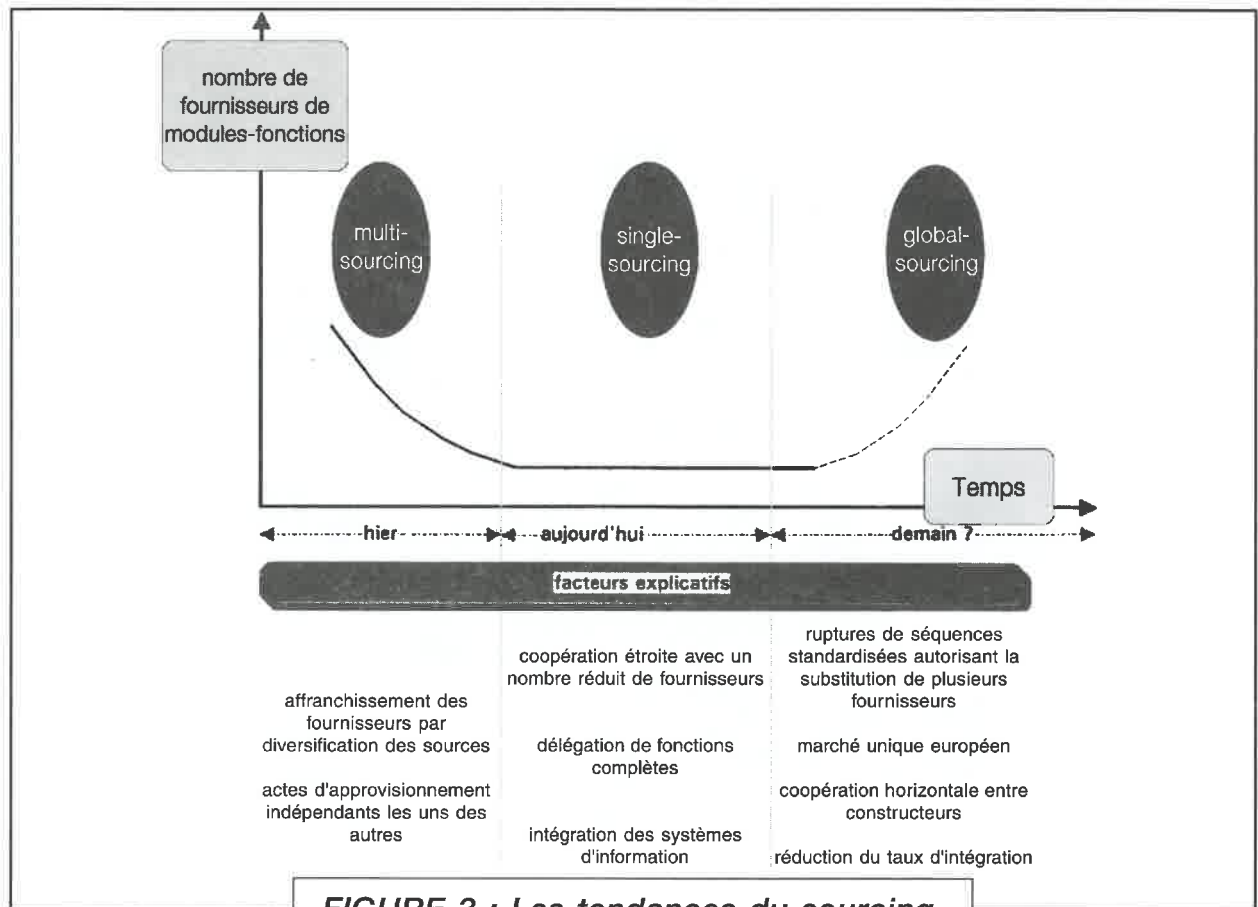


FIGURE 3 : Les tendances du sourcing.

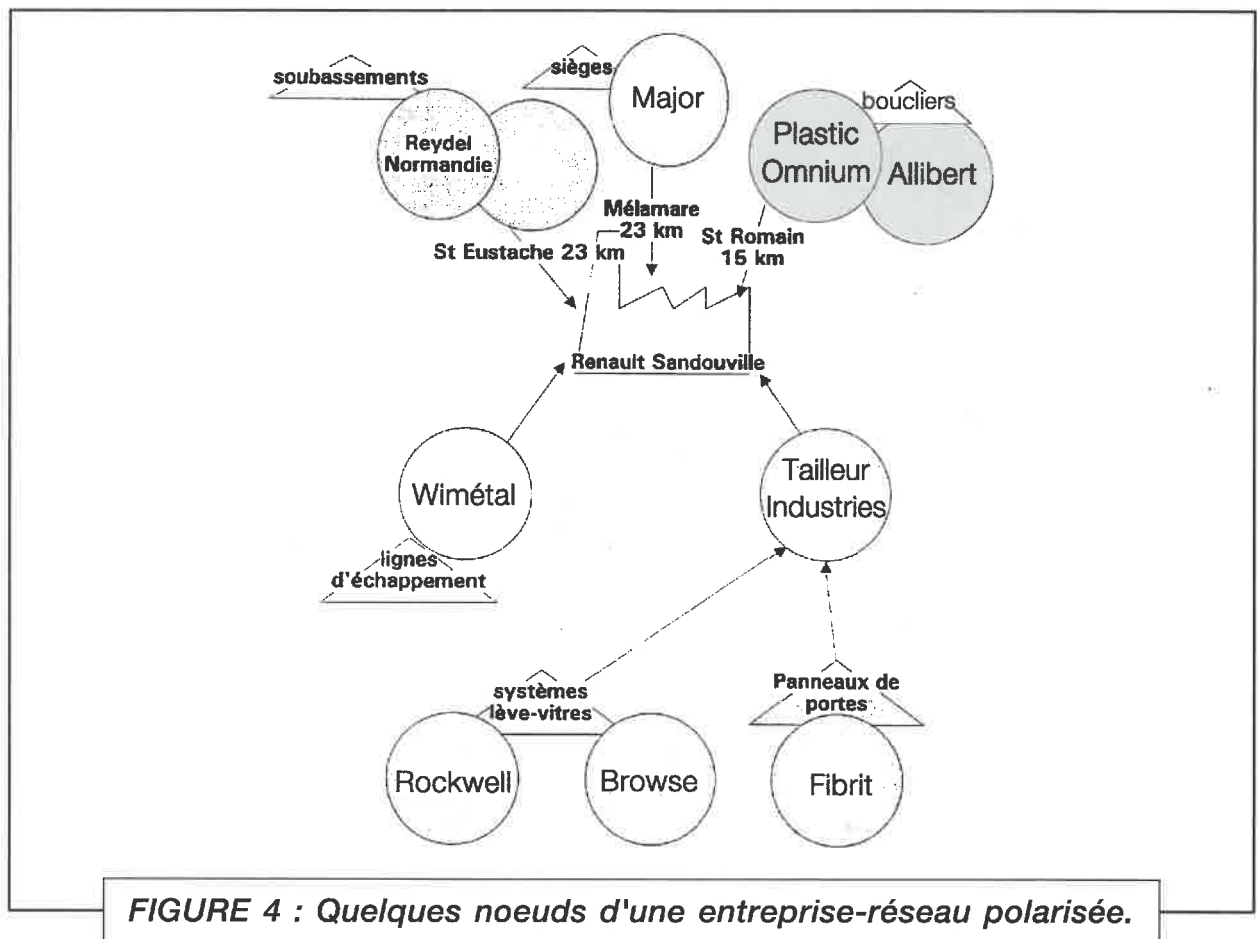


FIGURE 4 : Quelques noeuds d'une entreprise-réseau polarisée.

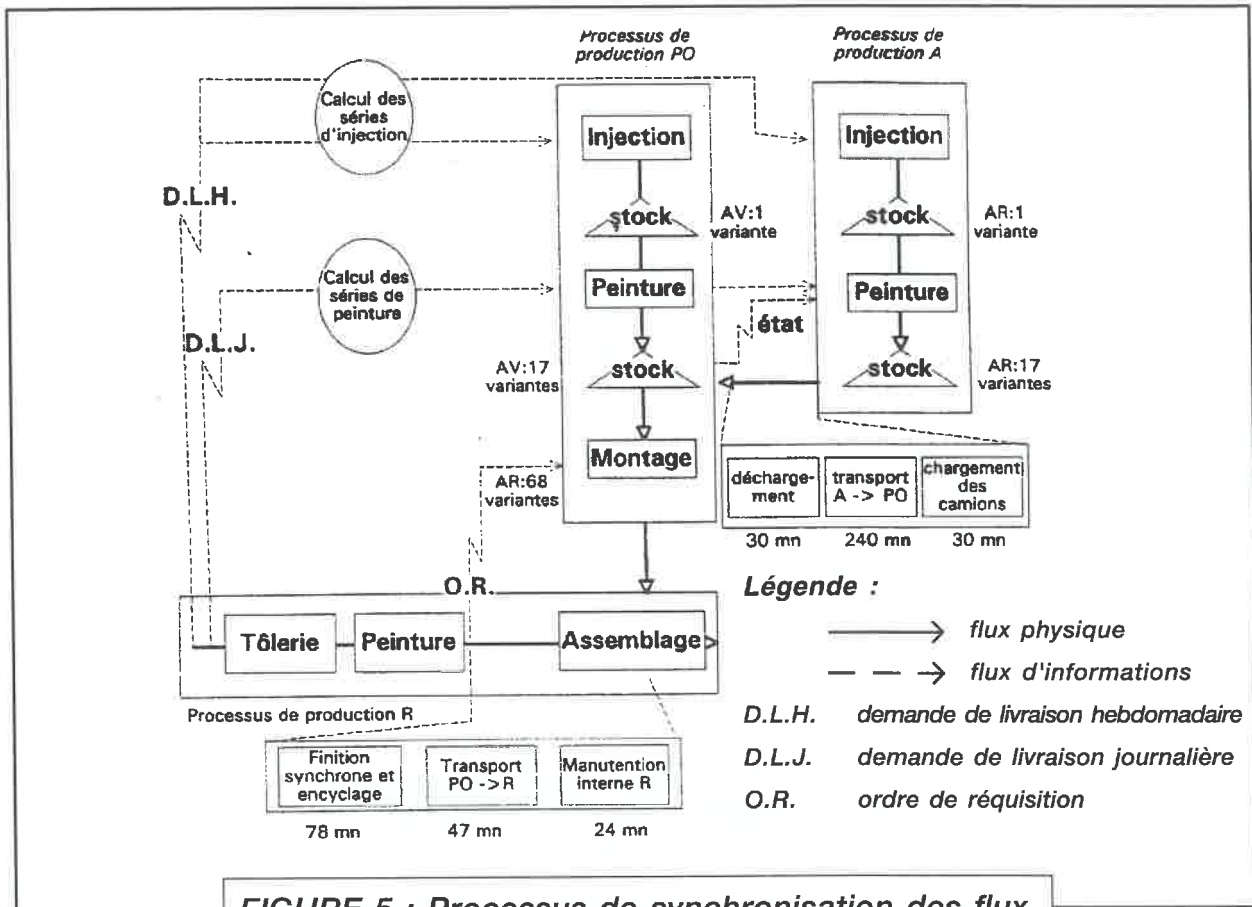


FIGURE 5 : Processus de synchronisation des flux.

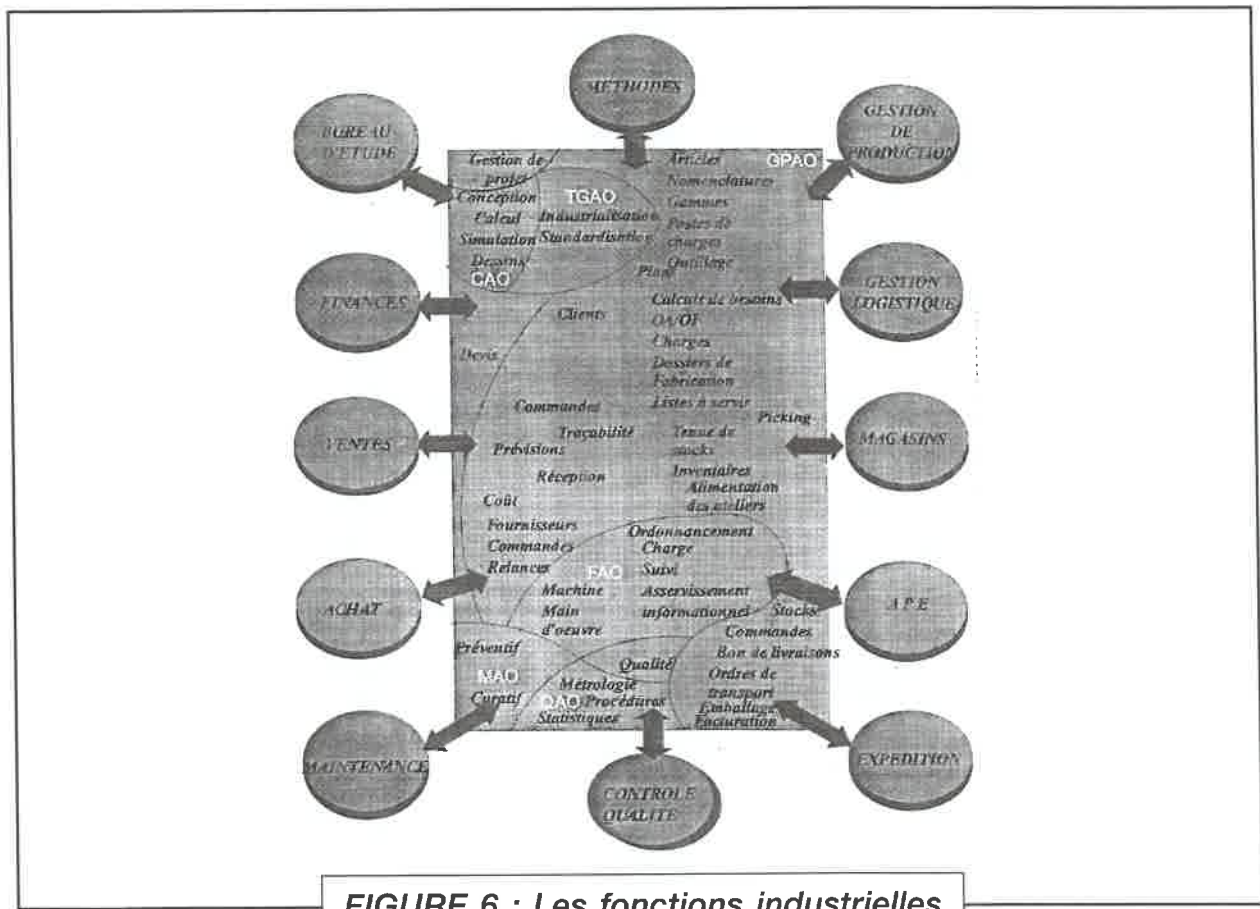


FIGURE 6 : Les fonctions industrielles

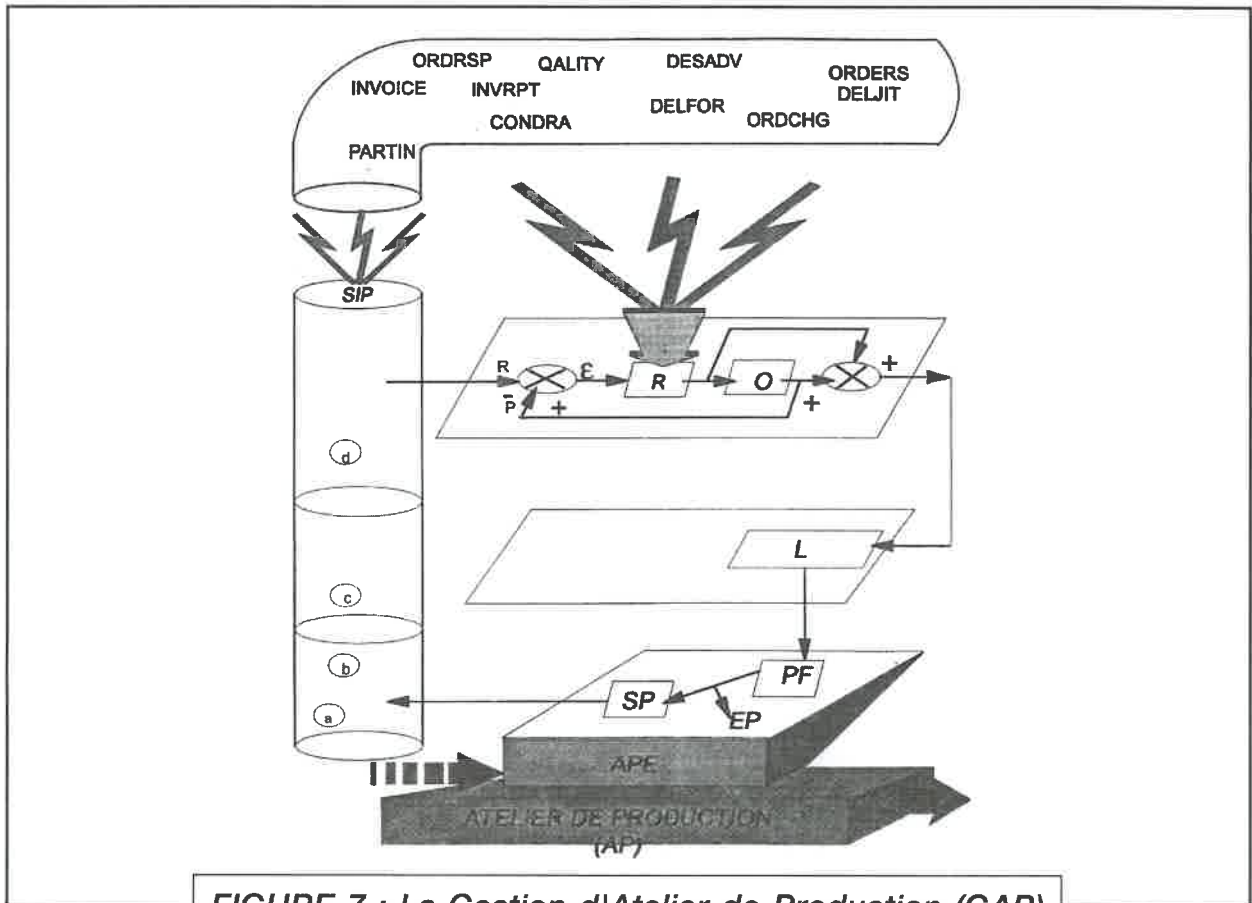


FIGURE 7 : La Gestion d'Atelier de Production (GAP)

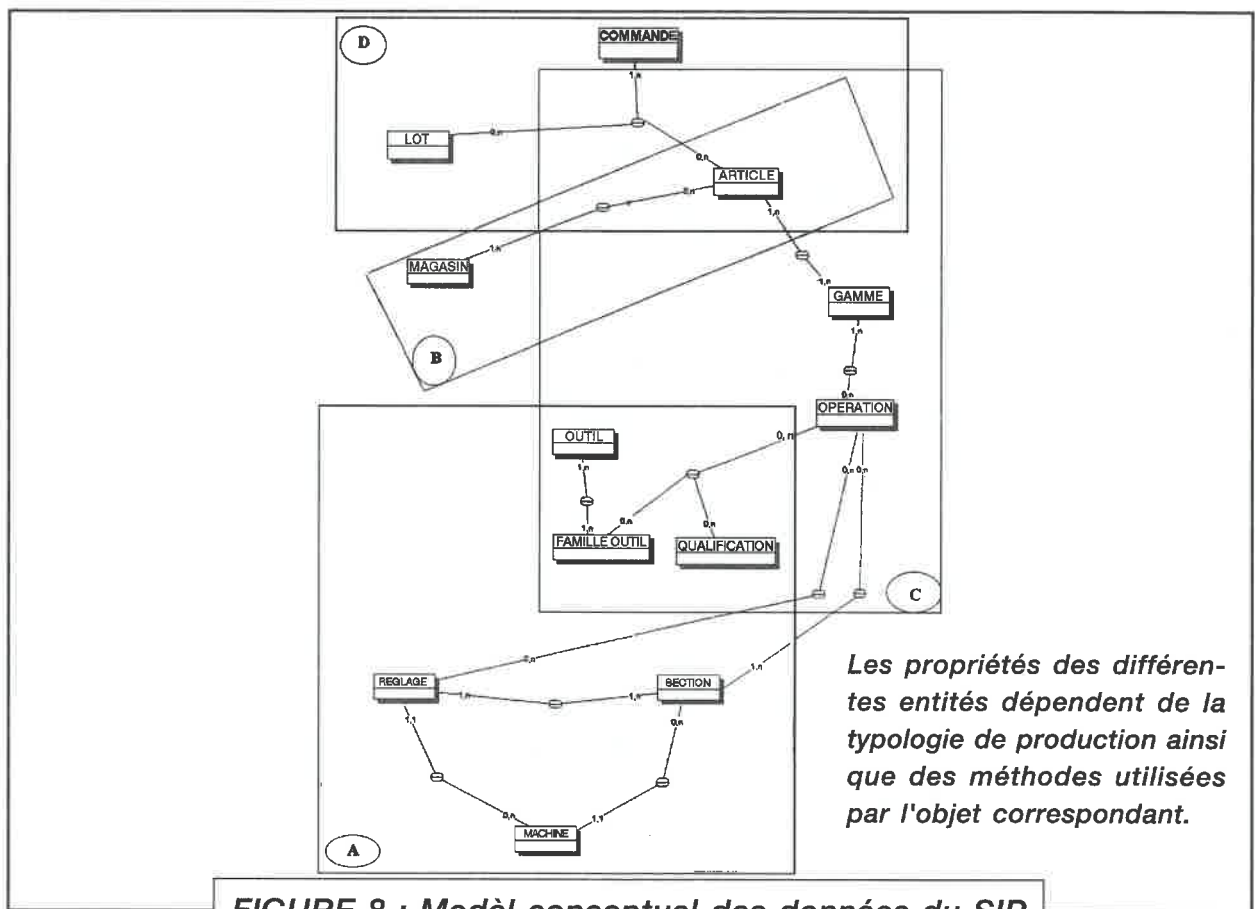


FIGURE 8 : Modél conceptuel des données du SIP

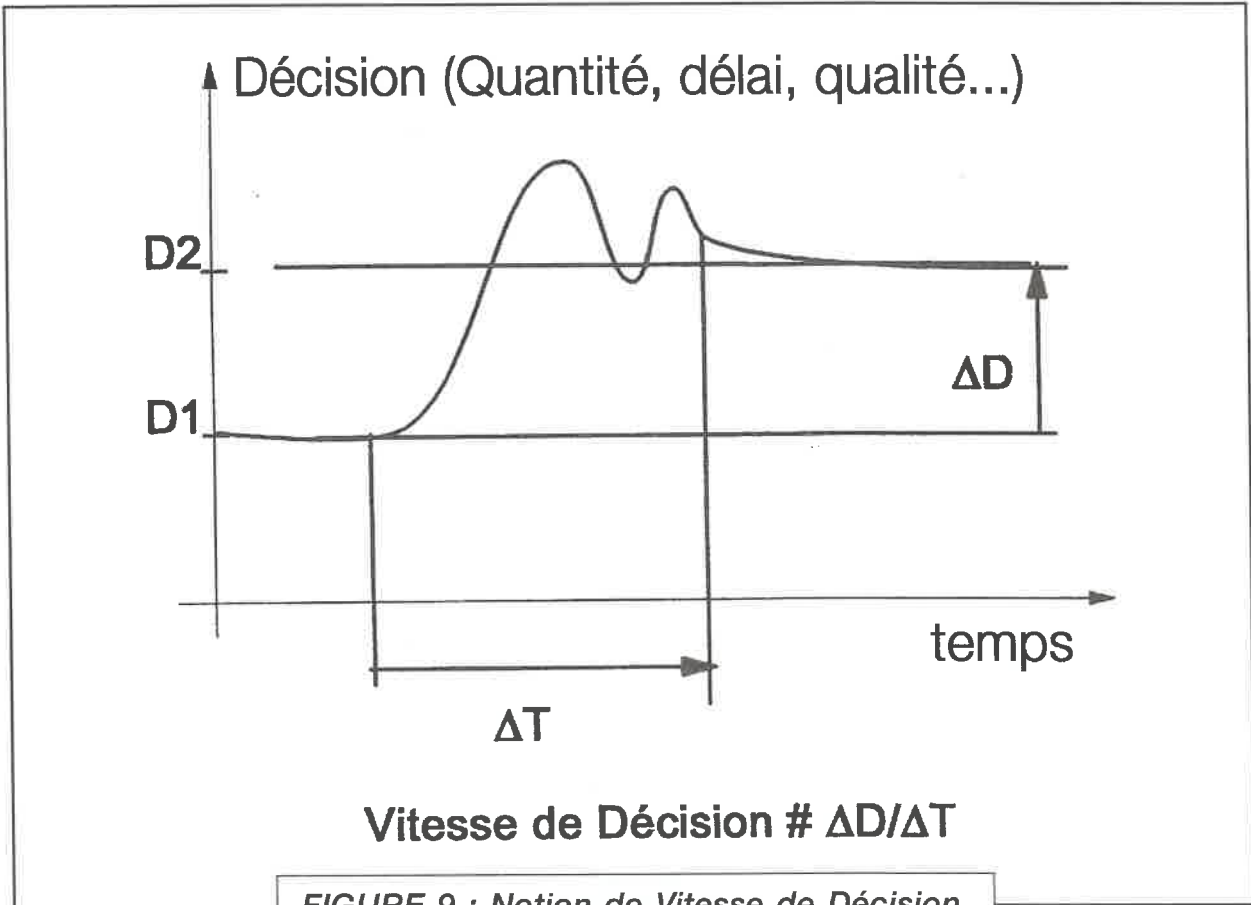


FIGURE 9 : Notion de Vitesse de Décision.

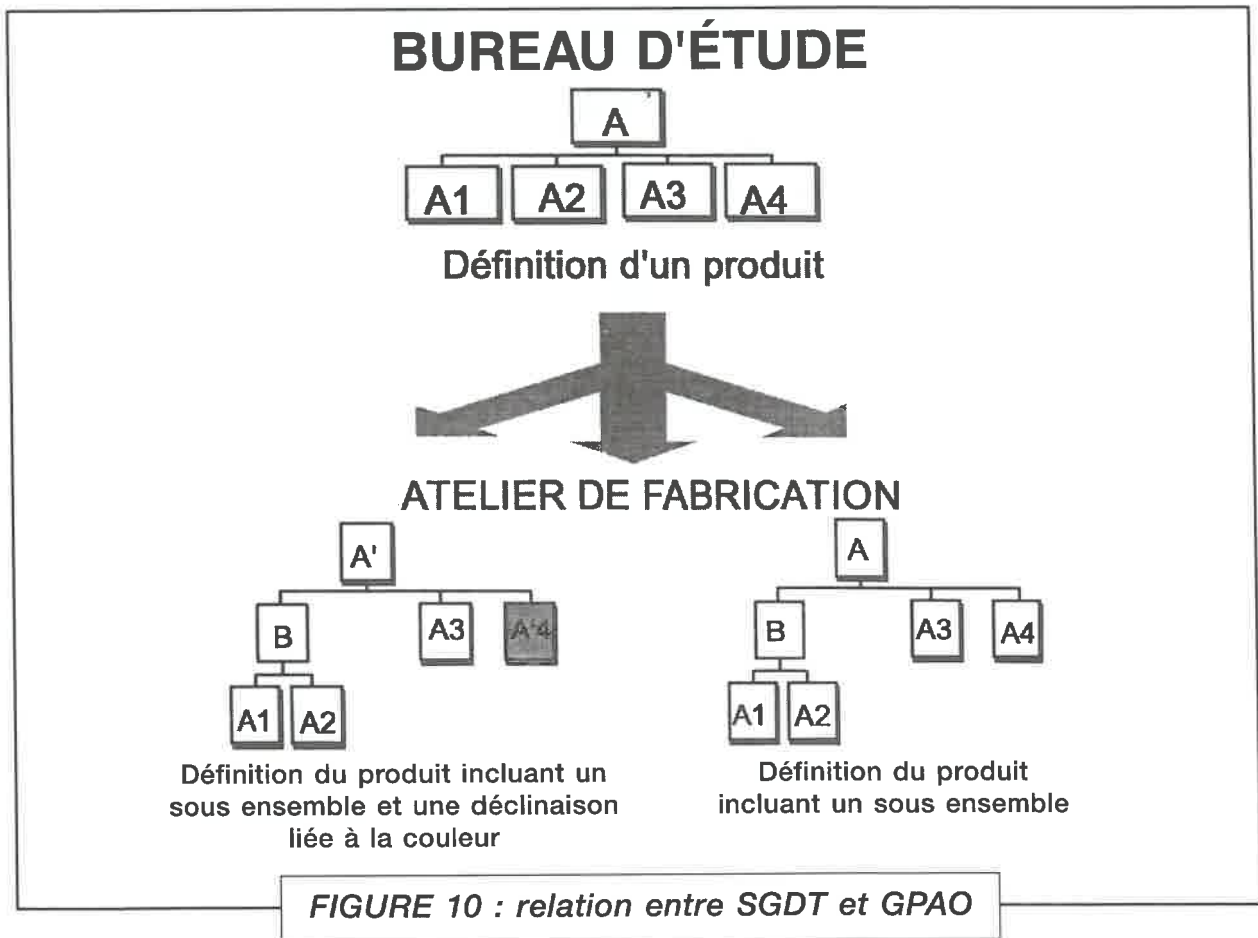


FIGURE 10 : relation entre SGDT et GPAO

