

REGARD S88/S95 SUR LES CYCLES DE VIE DU SYSTÈME DE PRODUCTION

Jean Vieille
Consultant

4, rue des Ecrivains BP46 - 67061 Strasbourg cedex (France)
jean-vieille@usa.net <http://www.jvieille.homepage.com>

Résumé

Au delà des aspects purement techniques de leur mise en oeuvre, l'application des normes S88 et S95 facilite une vision globale et proactive de la gestion du cycle de vie du système de production des entreprises manufacturières.

Ce cycle de vie s'accorde sur 3 rythmes fondamentaux : l'ingénierie des ressources de production, l'ingénierie des produits et le programme de fabrication. Le découplage des contraintes de ces 3 cycles est une condition essentielle pour la réactivité du système de production de l'entreprise.

Cette présentation propose une vision coordonnée de ces cycles sous l'éclairage des normes ISA.

Introduction

Si l'amélioration de la productivité demeure un objectif incontournable (pour combien de temps encore ?) pour la justification du capital investi, la prise en compte des besoins du consommateur en tant qu'élément de la valeur ajoutée arrive à présent au devant de toutes les préoccupations de l'Entreprise. Le principal moteur de cette évolution est la croissance exponentielle du commerce électronique qui libère totalement la liberté de choix du consommateur.

La survie et la performance de l'Entreprise reposent maintenant pour l'essentiel sur sa capacité de réaction aux besoins du marché et du client.

Il en résulte une concentration de l'Entreprise sur son cœur de métier pour répondre de la manière la plus appropriée possible à ces besoins ou ces attentes. Les logiques de gestion des stocks et d'investissement prévisionnel en ressources de production s'effacent au profit d'une politique du Juste-à-Temps dans laquelle la mobilisation des ressources n'est plus une contrainte, mais une tâche logistique au même titre que l'approvisionnement des matières ou la livraison des produits.

Idéalement, l'Entreprise qui veut introduire un nouveau produit (ou adapter un produit existant) doit développer ce produit « à capacité infinie » et mobiliser le moment venu les ressources

nécessaires dans son propre système de production ou sur un marché en pleine ouverture d'externalisation (outsourcing) des ressources de production. Si la situation ne semble pas idéale du point de vue des coûts, elle est justifiée par le fait que le client est prêt à payer plus cher le produit qui arrive le plus vite pour satisfaire ses attentes et parce que le raccourcissement de la durée de vie du produit ne permet plus de justifier les investissements nécessaires en capital. Pour reprendre le discours de Michael Saucier, Le cas limite est l'« **Entreprise de Produit** » en contact avec le consommateur qui paiera la totalité de la valeur ajoutée. Elle conçoit les produits et organise leur fabrication pour les délivrer dans les conditions de délais, coût et qualité attendues par le marché et les clients, mais elle ne « possède » aucune des ressources nécessaires pour produire.

D'un autre côté, les Entreprises pourront réorienter l'exploitation de leur ressources de production pour les mettre à la disposition d'un marché dans lequel puiseront les « **Entreprises de Produit** ». Ces « **Entreprises de Production** » vont intervenir dans les processus de fabrication selon les « fonctions processus » qu'elle peuvent offrir, leur capacité et leur disponibilité. Ce schéma, qui pousse à l'extrême le principe de la sous-traitance, est déjà classique dans certaines industries (Internet, Semi conducteurs, electro-ménager...)

Dans ces conditions, le système de production est un maillon essentiel d'une « Entreprise virtuelle » composée d'entités multiples « Produits » et « Production ». Pas seulement parce qu'il génère une part importante de la valeur ajoutée (même si elle tend à diminuer), mais surtout parce qu'il se trouve sur le chemin critique des processus fondamentaux d'activité de la chaîne logistique. Ce découplage des fonctions de production impose un pilotage efficace :

Sur le plan tactique (traitement des ordres de production)

Comme sur le plan stratégique (amélioration et mise sur le marché de nouveaux produits)

L'ingénierie traditionnelle, enfermée dans une dépendance planifiée des cycles de conception du produit, de l'outil de production et de la planification opérationnelle de la production, doit évoluer pour s'adapter à ces nouvelles exigences.

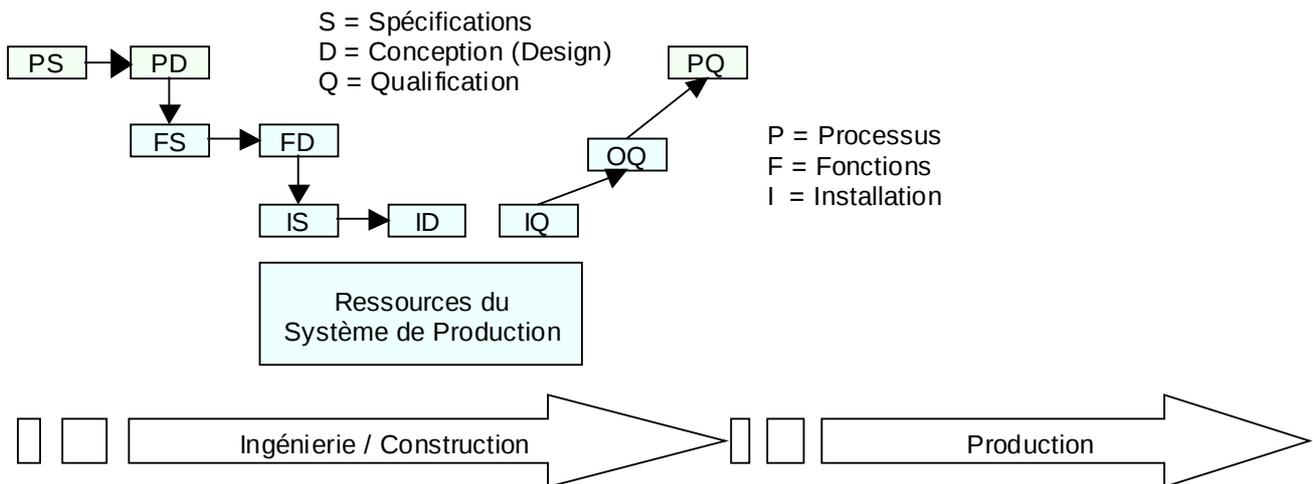
Nous examinerons les apports des normes ISA S88 et S95 dans la mise en œuvre de l'Entreprise ainsi

Ingénierie traditionnelle du système de production

En observant l'exemple d'un cycle en « V » représentatif de l'ingénierie traditionnelle, on observe que :

Les spécifications du processus sont un préalable nécessaire pour développer le système de production qui ne peut être qualifié qu'en fin de projet « one-shot »

L'ensemble du système de production doit être préalablement conçu pour répondre au design initial du processus : toute variation du processus peut entraîner une remise en cause du système. En généralisant, si le système de production est conçu pour plusieurs processus, tous les éléments de cette



Les trois cycles de vie du système de production

Dans cette étude, les contraintes qui lient le système de production aux fournisseurs ne sont pas remise en cause, et n'apparaîtront pas.

Nous venons de voir que l'ingénierie traditionnelle des installations s'appuyait sur les besoins spécifiques et exclusifs du produit à fabriquer.

La vision binaire précédente (construction du système pour le produit, fabrication du produit) ne permet pas à l'Entreprise de répondre à ses nouveaux défis. Nous devons mettre en œuvre un modèle de conception et de comportement du système de production qui corresponde à de nouvelles exigences. En décomposant l'ingénierie

remodelée.

Ces réflexions s'adressent d'abord aux industries de processus et s'appuient sur les idées qui prévalent au sein des groupes ISA SP88 et SP95, partagées par d'autres auteurs.

flexibilité doivent être définis préalablement à l'implantation.

Mise à part une précedence chronologique, il n'existe aucune interactivité avec la phase opérationnelle de la vie de l'installation : on ne peut démarrer la production que lorsque toutes les fonctions nécessaires ont été implémentées, le procédé est conçu « pour durer », sa remise en cause est coûteuse et passe par un cycle de complet d'ingénierie.

La sous-traitance représente un premier pas vers le concept évoqué dans l'introduction. Mais elle est définie de façon statique lors de l'ingénierie globale Produit+Ressource : elle intervient souvent dans les processus secondaires où elle est traitée « à capacité infinie ».

traditionnelle en deux éléments, on définit trois cycles de

base qui rythment la vie du système de production.

L'ingénierie du produit qui décrit le produit et ses règles génériques de fabrications :

- Elle réagit aux besoins du marché en mobilisant la fonction R&D.
- Elle présente des phases de création et d'exploitation de durée très variables : souvent très courtes pour les biens de consommation, très longues pour les produits pharmaceutiques.
- L'enjeu peut être stratégique lorsqu'il s'agit d'aborder de nouveaux marchés, mais devient de plus en plus tactique lorsque l'Entreprise doit réagir à l'évolution constatée de la demande.

L'ingénierie des ressources de production

Elle représente le processus de gestion des actifs physiques du système de production et correspond à un cycle de vie caractérisé par :

Une phase de construction relativement lourde qui mobilise des capitaux importants

Une phase d'exploitation très longue (parfois plusieurs dizaines d'années)

Une justification dans une démarche stratégique globale à long terme de l'Entreprise.

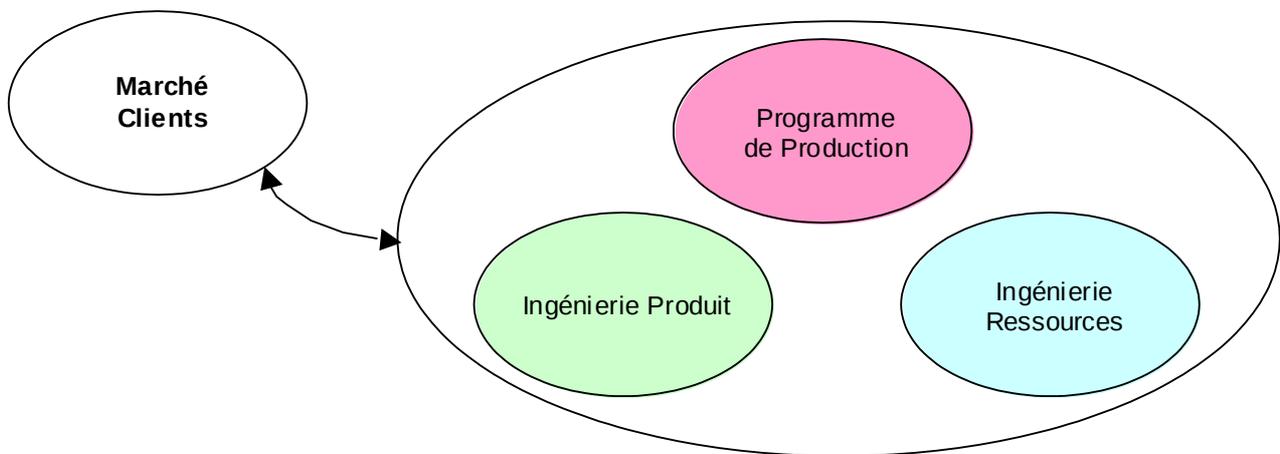
Un sous-cycle de la Maintenance qui affecte les performances, le coût d'exploitation et la disponibilité.

Des spécifications en terme de capacités, mobilisation de main d'œuvre et consommation d'énergie

Le programme de production

Ses caractéristiques sont très variables selon le type de production (continue, discontinue, discrète), avec une période relativement courte en regard des deux cycles précédents. Il se déroule de manière successive pendant toute la durée d'existence du produit en s'appuyant sur l'ingénierie du produit et sur les ressources de production pour piloter les flux de matières.

Les objectifs fixés par la planification doivent être accomplis par le système de production dans les meilleures conditions de performance (qualité, coût, respect des délais).



Pilotage par le Marché et les Clients

Considérons à présent la façon dont ces cycles interagissent face aux besoins du marché.

Si les procédés de fabrication sont à l'origine de la conception initiale du système de production, l'Entreprise devra être capable de le faire évoluer dans des conditions optimales lorsqu'elle mettra en œuvre de nouveaux processus:

- Soit par une évolution cohérente de ses propres ressources,
- Soit en organisant efficacement la mobilisation de ressources externes.

Dans le premier cas, on cherchera à créer un environnement favorable aux projets d'ingénierie en minimisant les effets de l'évolution sur les ressources non concernées. Le cycle de vie sera déterminé par les contraintes traditionnelles de l'ingénierie.

Dans le second cas, le processus de fabrication se déroulera partiellement ou totalement à l'extérieur

de l'entreprise. Le système est beaucoup plus réactif, tandis que la gestion des flux logistiques et informatifs devient critique.

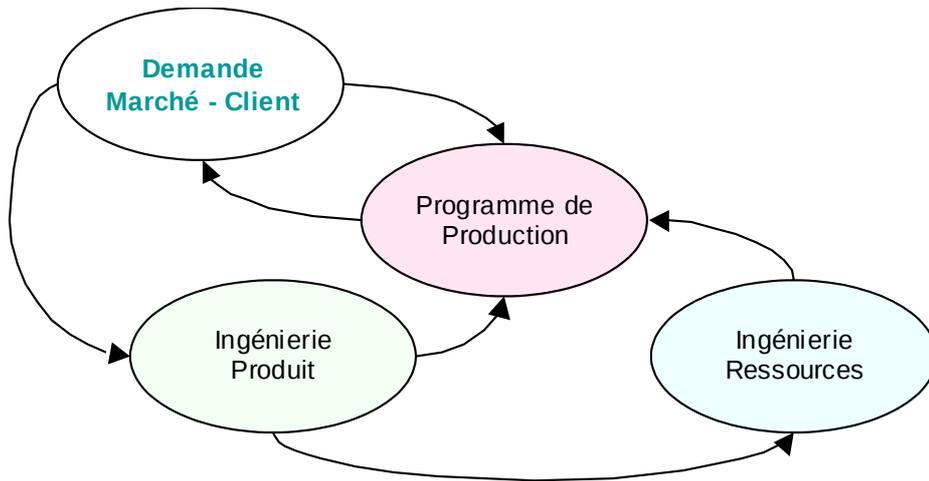
Sur la figure ci-dessous, on met en évidence certaines dépendances :

La demande Stratégique du Marché pilote l'Ingénierie Produit

L'ingénierie Produit détermine l'ingénierie des Ressources de Production

La planification opérationnelle répond à la demande réelle ou prévisionnelle et détermine le Programme de Production, lui-même représentatif de l'état actuel de la production vis-à-vis du demandeur (le Client)

Le programme de production s'appuie sur l'ingénierie du Produit (Comment fabriquer) et sur l'ingénierie des Ressources (quelles sont les ressources disponibles ?), il est contraint par les deux.



Des cycles asynchrones traditionnellement dépendants

Le couplage entre les ingénieries du produit et des ressources est un handicap pour l'Entreprise Réactive. La figure ci-dessous donne un exemple de déroulement des 3 cycles :

La demande stratégique déclenche le lancement simultané de 2 produits P1 et P2 et le développement des ressources correspondantes R1 et R2.

La demande tactique (basée sur les commandes, les prévisions et la disponibilité des ressources opérationnelles et matières) déclenche les ordres de production.

On observe que :

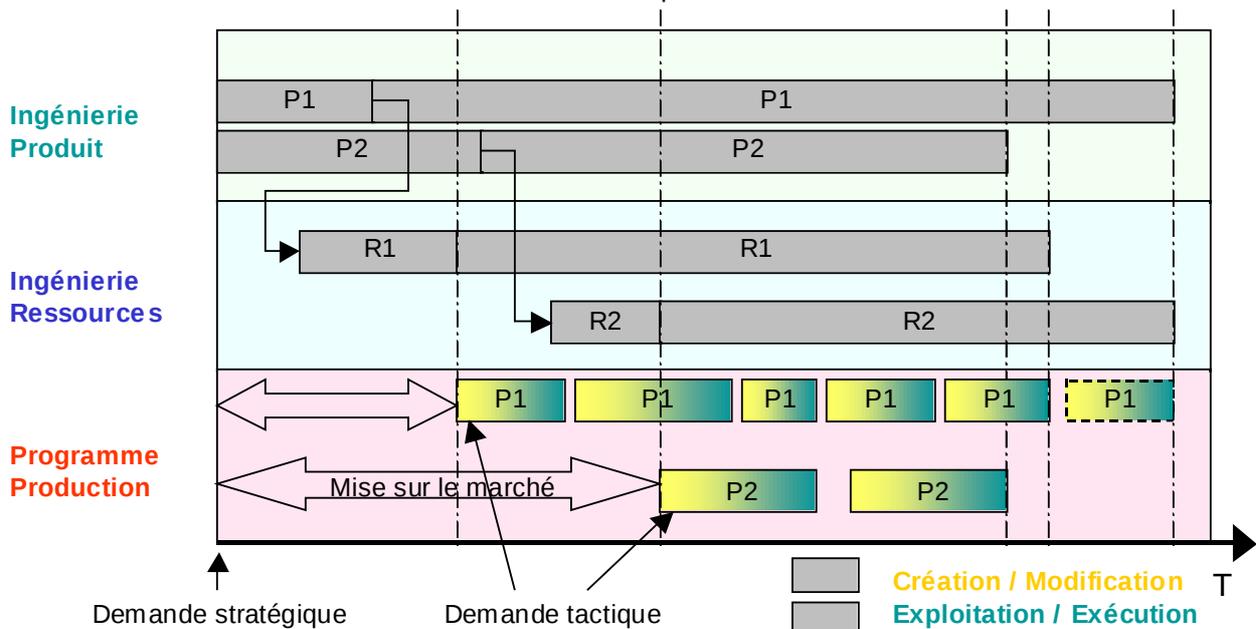
Le programme de production ne peut évidemment s'exécuter que lorsque les modes opératoires et les ressources sont disponibles

L'ingénierie des ressources est sur le chemin critique de la mise sur le marché et suit généralement celle du produit (cas du produit 2), mais elle peut la recouvrir partiellement pour tenter de raccourcir le délais de mise sur le marché. On a pu observer des situations où l'usine terminée n'avait rien à produire suite à un abandon tardif du produit.

La phase opérationnelle de disponibilité des ressources est généralement supérieure à celle du produit (produit 2), mais la situation inverse existe (produit 1).

Les fins de cycle du produit et des ressources conduisent souvent à des situations d'autant plus gênantes que les cycles sont courts et nombreux.

Cet exemple est bien sûr très schématique : les ordres de production sont successifs, les ressources sont affectées spécifiquement aux produits.



L'Entreprise réactive

Nous allons modifier le schéma précédent en distribuant les rôles dans 2 entités coopératives sur le modèle de Michael Saucier : **l'Entreprise de Produit** et **l'Entreprise de Production**. Ce schéma ne présume pas nécessairement d'une scission juridique de l'Entreprise qui se séparerait de son outil de production, mais établit une nouvelle relation entre le domaine du Produit et le domaine de la Production. Interne, externe ou réparti, le système de Production est découplé du domaine du Produit et devient un élément responsable de sa propre performance.

Les entreprises qui ont basé leur relation client sur l'interactivité « électronique » nous démontrent spectaculairement les effets d'une stratégie résolument orientée vers le consommateur. Elle n'est possible que si l'Entreprise, devenue sensible aux désirs actuels du consommateur, se donne les moyens d'y répondre dans les meilleures conditions. Le découplage de la fonction de production et la mise en place d'une relation de type Client - Fournisseur dans les échanges devient le seul moyen de parvenir à la réactivité nécessaire.

Côté Entreprise de Produit :

La demande stratégique, mue par les désirs du Consommateur, pilote l'ingénierie du Produit.

Le programme de production s'appuie sur des ressources externes disponibles sur le marché auprès de multiples entreprises de Production. Ces ressources sont mobilisées concurremment pour les besoins du programme de production. L'optimisation du capital investi dans ces ressources est sans objet.

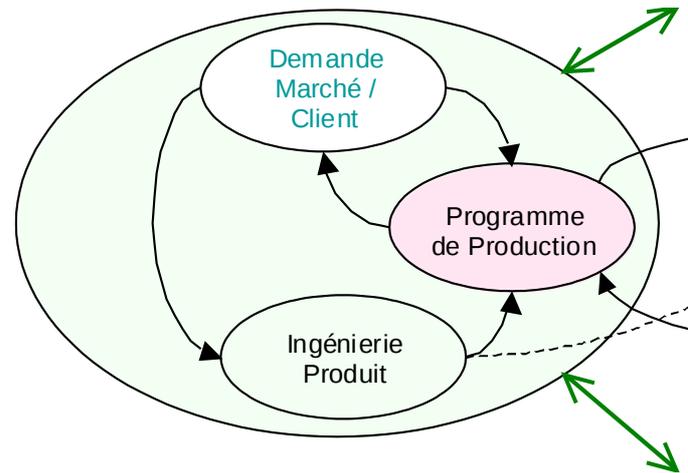
L'ingénierie des ressources de production n'est plus sur le chemin critique de la réponse à la demande du marché

Côté Entreprise de Production

L'ingénierie des Ressources de Production s'appuie sur les besoins génériques du marché. (animé par les Entreprises de Produit)

Le programme de production consolide les ordres en provenance de multiples clients « Produit ».

Le savoir-faire de l'ingénierie Produit (protégé), transmis avec l'ordre de production, n'est pas capitalisé (il peut être protégé).



Les trois types d'Entreprise

On peut comparer les contraintes de ces 2 types d'Entreprises avec celles d'une Entreprise intégrée classique (mixte).

L'Entreprise de Produit :

Concentre ses investissements R&D

Gère une demande direct du consommateur et du marché

Organise la chaîne logistique globale du produit

Le rendement du capital investi est directement proportionnel à la valeur ajoutée et à la quantité fabriquée par produit. Cette valeur ajoutée n'est pas générée par l'activité de production mais par la qualité de la relation avec le client et le marché.

L'Entreprise de production :

Définit sa stratégie d'investissements en équipements matériels vis-à-vis d'une demande stratégique « lissée » en ressources de production génériques élémentaires et composées.

Veille à l'utilisation optimale de ses ressources.

Organise la chaîne logistique autour de ses domaines d'intervention.

Le rendement du capital investi est directement proportionnel

à l'occupation de la ressource et à la valeur ajoutée générée par l'activité de cette ressource.

L'Entreprise traditionnelle « mixte » doit quant à elle conjuguer tous ses talents pour trouver les compromis qui valoriseront ses investissements et lui permettront de satisfaire le marché et le client.

	Besoins du marché	Capital Investissement
Mixte	Produits	R&D
Produit	Produits	R&D
Production	Fonctions Processus	Ressources

Les spécifications fonctionnelles forment ainsi un point de convergence / divergence et une interface entre l'ingénierie du produit et l'ingénierie des ressources

de production. Les cycles d'ingénierie sont ainsi découplés et décomposés en entités plus facile à gérer.

Les nouveaux cycles de développement du système de production

Fonctions Equipement et Processus

En regardant les Ressources de Production sous l'angle des fonctions de base de Processus qu'elles assurent, nous pouvons isoler du processus de fabrication du produit les fonctions opérationnelles assurées par ces ressources :

Les ressources fonctionnelles ne sont plus exclusives d'un produit ni d'une entreprise, elles assurent des « fonctions d'équipement »

Ces « fonctions d'équipement » doivent correspondre aux « fonctions de processus » nécessaires pour mettre en œuvre les Processus de fabrication

La complexité de la fonction d'équipement est variable (S88 : de la phase élémentaire à la procédure complète) et peut être considérée à

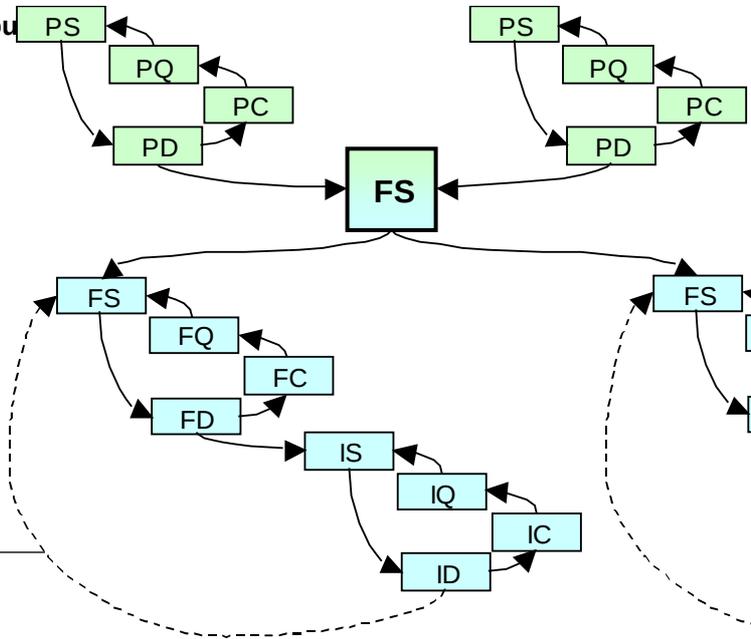
plusieurs niveaux selon les besoins.

On retrouve ici l'un des fondements de la norme S88 qui sépare la Recette du contrôle des Equipements et la notion de segment produit/processus de la norme S95.

Cycles de développement itératifs

On doit également considérer une approche plus souple de l'ingénierie qui ne doit plus figer les systèmes dans des configurations devenue éphémères. L'imagination prolifique du marketing et de la R&D ne doit plus s'opposer à la rigidité implicite des projets d'ingénierie en adoptant une démarche itérative de développement et d'amélioration :

des produits : création et modification des processus et des systèmes de production : reconfiguration des ateliers, ajout et suppression des ressources, évolution des capacités et des services des équipements



S88 et les cycles de la production

L'un des fondements de la norme S88 est le découplage des fonctions de l'équipement et du processus de fabrication. Elle s'accorde donc parfaitement avec notre propos, même si la norme limite elle-même son champ d'application normal aux processus « batchs ».

Ce concept prend tout son sens si l'on intègre le contrôle de l'équipement dans l'ingénierie globale. Le modèle physique S88 (ou sa généralisation S95) propose une décomposition hiérarchique de l'installation. A chaque niveau, l'automaticien peut attacher des « Eléments Procéduraux d'Equipement ». Ces fonctionnalités génériques du système de production, confinées dans leur environnement respectif, forme le « langage orienté processus » du système de production dégagé de ses responsabilités vis-à-vis de la méthode d'élaboration du produit fini.

Cette décomposition statique va évoluer avec l'actif physique (modification, installation, démantèlement des équipements) sans remettre en cause l'ensemble du système.

La norme S88 se concentre sur l'exécution du programme de Production par un atelier déterminé ou « cellule de processus ». Elle n'a pas été conçue a priori pour une production distribuée dans laquelle plusieurs ateliers participeraient à l'élaboration globale du produit.

Toutefois, son modèle procédural pourrait très bien évoluer vers une forme plus souple faisant intervenir plusieurs cellules de processus.

Ingénierie du Produit :

La recette Maître décrit la méthode de fabrication adaptée à l'atelier

Les recettes « Générale » et « Site » doivent permettre de présenter le processus d'une façon générique (sans référence aux ressources particulières de productions) tout en portant l'ensemble de l'information nécessaire qui, combinée avec les données spécifiques des ressources cibles, permettra de générer la recette « Maître » appropriée.

Le langage procédural PFC (S88.02) permet de décrire la recette maître et les couplages avec les éléments procéduraux d'équipement (mais n'est pas encore adapté aux recettes générale ou de site)

Ingénierie des Ressources de Production :

Un modèle hiérarchique des ressources qui impose une modularisation ordonnée du système de production. (précisé par ASRID)

Les ressources intègrent les fonctions de processus utilisables par les recettes

Programme de production :

La norme S88.02 propose une interface d'échange des recettes Maître et de Contrôle et du programme de production destiné à la cellule de production. (basée sur des tables SQL)

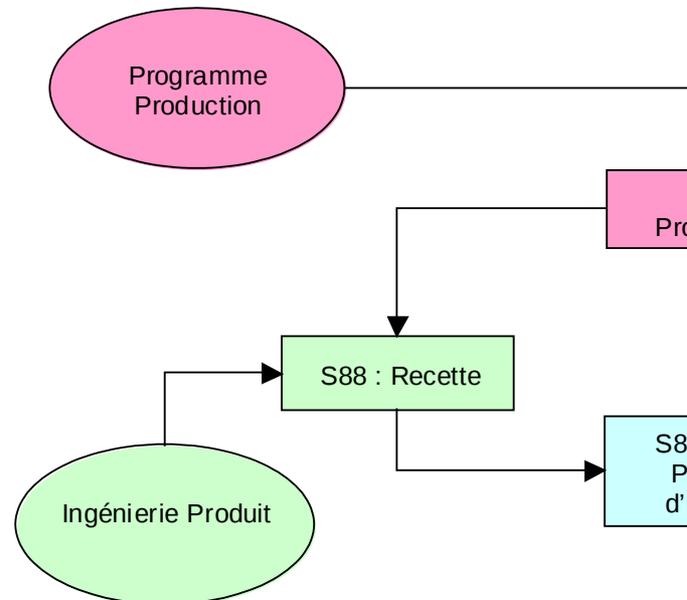
Les prochains travaux pourraient porter sur les sujets suivants :

Couplage normalisé avec les équipements

Transformation Recette Générale / Site -> Recette Maître

Compatibilité avec la norme S95

Définition d'une interface XML



S95 et les cycles de la Production

La norme S95 s'attache à la formalisation des échanges autour du système de production vers les autres domaines de l'Entreprise.

Conçue pour s'appliquer à tous les types de production, elle n'impose pas de modèle d'organisation de l'Entreprise ni d'architecture du système de production. Elle suggère toutefois un modèle physique de l'Entreprise extrapolé à partir de la norme S88 et une définition des fonctions et des flux d'informations basée sur le modèle PRM (Purdue University Reference Model) publié par l'ISA.

Ingénierie du Produit

La définition du processus de fabrication fait appel à des « Segments de Produit » qui contiennent toutes les exigences en ressources de production. Ces segments sont définis avec une granularité adaptée à la planification et au contrôle des coûts.

Ingénierie des Ressources de Production

Le modèle de définition des ressources est banalisé pour toutes les ressources : matières et énergie, personnel, équipements.

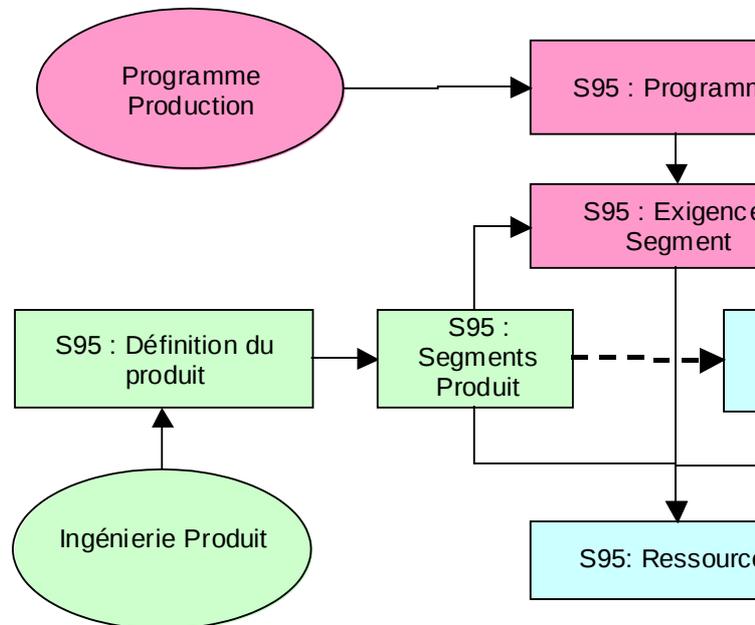
Pas de structure imposée, mais le modèle permet d'échanger des éléments hiérarchisés

L'organisation du système de production par Segments de Processus correspond bien au concept de « Ressource fonctionnelle de production ».

La mise à disposition en temps réel des Capabilités du système de production permet une programmation réaliste : disponibilité et utilisation, maintenance et pannes, installation et désinstallation d'équipements...

Programme de production

Le programme de production contient des « Segments de Produit » qui seront exécutés par des « Segments de Processus » compatibles.



S88 et S95 : une consolidation nécessaire

On peut synthétiser les domaines de ces normes de la façon suivante :

S88 :
Définition de la « Recette Générale » pour l'Entreprise de Produit dans le cas des processus batch (extension possible

aux processus discret et continu ?)

Organisation de la cellule de processus et intégration de ses ressources fonctionnelles

Gestion des « Recettes maîtres » exécutables par les Cellules de Processus sélectionnées. Ces Recettes Maîtres pour l'entité de

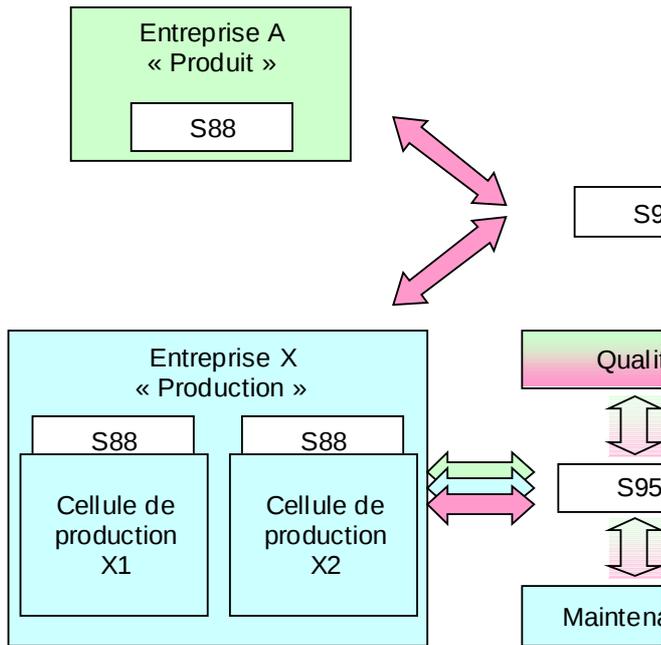
Production peuvent n'être que des « Recettes Partielles » du produit destiné à la consommation.

S95 :

Contrôle des flux d'information entre les systèmes de production (Entreprises de Production) et leurs donneurs d'ordre (Entreprises de Produit)

Contrôle des flux d'information entre les systèmes de production et les domaines connexes (Maintenance, Qualité)

Les points de communication existent, et une consolidation devrait permettre de faire converger les terminologies et les modèles.



Conclusion

Mue par une compétition exacerbée et par la dictature du consommateur devenu impérative avec le développement du commerce électronique, L'Entreprise invente une nouvelle répartition des rôles et des activités que les systèmes d'information doivent supporter.

La pyramide « intégrée » CIM a définitivement éclaté, des structures extrêmement réactives et coopératives voient le jour pour répondre à une demande devenue par nature imprévisible, bousculant certains axiomes de l'ingénierie et de la planification prévisionnelle.

L'intelligence des concepteurs, des

intégrateurs et des Entreprises nous a déjà mis sur la voie : Les systèmes sont à présent conçus sur des bases ouvertes et modulaires qui devraient permettre une mutation adaptée à ces exigences.

Des travaux de standardisation importants sont en cours aussi bien dans le domaine normatif traditionnel qu'au sein d'associations professionnelles :

- ISA SP88, SP95
- ISO TC184 (10303 « STEP », 15531 MANDATE), CEN TC310 (ENV 12204)
- IEC TC65 (61512, 61158, 61499)
- CIMOSA, OAG, WFM, OPC..
- W3C (XML)
- ...

Ils doivent être complétés, consolidés et soumis au verdict de la mise en œuvre.

Parmi ces travaux, la production des comités ISA SP88 et SP95 matérialise des initiatives d'un niveau moins académique que pragmatique avec un souci d'application immédiate.

Ingénierie Produit

Il faut impérativement faciliter le passage de la conception des produits à la réalité industrielle.

La cohérence entre les données de base fournies par la R&D, les données de planifications de l'ERP et les données d'exécution du système de contrôle est un enjeu fondamental, encore loin d'être bien compris par toutes les parties.

Le modèle S88 propose une vision de la « Recette » sous plusieurs angles selon le stade de la conception et son utilisation (Recettes Générale, Site et Maître), mais ne les définit pas formellement et ne propose aucune règle de transformation. La communauté des ERP ignore généralement tout de la norme S88 qui n'a pas encore réussi à franchir son domaine originel du contrôle de procédé.

Ingénierie des ressources

La norme S88 est focalisée sur les processus batchs et doit prouver son universalité ou évoluer pour assurer la représentation de toutes les fonctions opérationnelles de la

production. De plus, l'entité supérieure réellement prise en compte par la norme S88 est l'atelier (Process Cell), vision réductrice du problème.

De son côté, la norme S95 présente toutes les caractéristiques d'ouverture nécessaires dans ce contexte, et reste neutre dans la description des fonctions du procédé.

La seconde partie de la norme S95 définit des attributs standards pour porter l'information, mais les propriétés citées ne sont comprises que dans le cadre d'un agrément entre les parties.

Programme de Production :

Elément opérationnel et dynamique de l'Entreprise, ossature des flux d'information de la chaîne logistique autour de la fonction de production, le programme de production s'appuie directement sur les éléments plus statiques de l'ingénierie du produit et des ressources et représente l'ensemble de la problématique mise en évidence ici.

Futur

L'entreprise « sans délais » est déjà sur la voie, et l'on peut devrait observer une évolution à plusieurs niveaux :

La banalisation de l'optimisation logistique à tous les niveaux de ressources : matières, énergie,

équipements, main
d'œuvre

L'extension des
principes de la CRM
aux échanges avec le
système de
production, qu'il
appartienne à
l'Entreprise ou soit
externalisé Dans ce
dernier cas, le sous-
traitant est un
partenaire
opérationnel
intimement lié au
système de
production vu dans
son ensemble.

On parle déjà de
site « Portails »
Internet où les
ressources de
production
seraient
échangées
(SAP/Sequencia).

L'amélioration de la
communication entre
les différents
composants :

Compatibilité des
moyens de
communication,
standardisation des
formats de données.
On ne devrait plus
parler d'interfaces ou
d'intégration Gestion-
Production, mais tout
simplement de
communication avec
le système de

production (extension
de l'EDI). 2 atouts
importants devraient
contribuer à ce
résultat :

1. La norme
S95 qui
s'appuie sur
un modèle
généraliste
conçu dans
un esprit de
découplage
conforme aux
modèles
SCOR
(Supply
Chain
Operation
Reference :
Plan, Source,
Make,
Deliver) ou
AMR REPAC
(Ready,
Execute,
Process,
Analyze,
Coordinate).

2. Le
langage XML
qui s'affirme
comme le
meilleur
media pour le
dialogue
entre
systèmes
hétérogènes.