

**LE RATIO D'INCERTITUDE ET LE  
RATIO DE TENSION DES FLUX**

Deux indicateurs de performance pour la maîtrise du  
flux physique de production

*Raymond BITEAU - ISERPA*

## 1 - INTRODUCTION

Les entreprises se trouvent, aujourd'hui, dans une situation nouvelle par rapport à celle dans laquelle elles se trouvaient il y a une dizaine d'années.

Cette situation est nouvelle, car elle présente des caractéristiques spécifiques.

Ces caractéristiques sont les suivantes :

- une explosion technique et technologique. Dans ce domaine, nous sommes dans une situation de changement permanent. La notion de durée diminue.
- l'importance du temps comme facteur de compétitivité...

### L'EVOLUTION TECHNOLOGIQUE

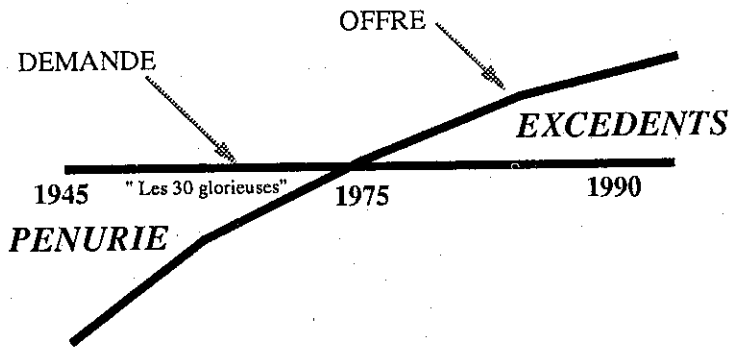
Dans le domaine des savoir-faire techniques et technologiques, le changement est permanent. Cette évolution présente les caractéristiques suivantes :

- a) elle est **accélérée**  
**LA DUREE DIMINUE. L'INSTABILITE S'ACCROIT**
- b) elle touche **tous les secteurs industriels**
- c) elle touche **toutes les fonctions** dans une entreprise et intéresse tous les métiers
- d) elle est **transversale**, c'est-à-dire qu'il y a croisement et interpénétration des techniques

Ce rythme accéléré de l'évolution technologique entraîne une **grande incertitude** et nécessite une **capacité de réaction élevée**

## L'IMPORTANCE DU TEMPS COMME FACTEUR DE COMPETITIVITE

Cette importance provient de l'évolution de la situation de l'offre par rapport à la demande. Les experts de la macro-économie présentent souvent cette évolution, depuis 1945, sous la forme du graphique ci-après :



Ce graphique présente trois grandes parties :

- entre 1945 et 1975, les "Trente glorieuses". On est dans la logique du "produire pour vendre". Les produits sont peu diversifiés. Le client compte peu.
- autour de 1975 : situation d'équilibre. On assiste à une saturation des marchés. Le client commence à exister. On est dans la logique du "produire ce qui sera vendu". On voit apparaître le temps comme jalon de planification (MRP).
- après 1975, les entreprises ont basculé dans une véritable économie de concurrence. L'offre est supérieure à la demande. L'entreprise devient dépendante du client qui veut :
  - \* qualité
  - \* variété
  - \* prix
  - \* délais

Cette date de 1975 est une date approximative et globale. Chaque entreprise doit examiner dans quelle situation réelle de concurrence

Il serait nécessaire, ultérieurement, d'aborder la notion de PRO-ACTIVITE (Capacité d'anticipation).

Les conditions de la réactivité s'expriment à travers les mots-clés suivants (\*) :

**1 - La simplification =**

- simplification des procédures
- simplification des produits
- simplification des méthodes
- rapprochement
- standardisation
- traitement des problèmes au niveau le plus bas possible
- échanges horizontaux et non seulement hiérarchiques

**2 - L'intégration =**

- décloisonnement des fonctions
- meilleure communication
- productivité globale avant productivité locale
- relation entre moyens physiques

**3 - La tension des flux**

- élimination des raisons d'avoir des délais ou des stocks (distances, aléas, contraintes de lot...)

N.B. Ne pas confondre la REACTIVITE qui est une démarche visant à répondre à la demande client et la FLEXIBILITE qui est la condition interne à l'entreprise pour être réactif. La flexibilité devra, en effet, être le fait de toutes les ressources de l'entreprise (humaines ou matérielles).

**IMPORTANCE DES INDICATEURS DE PERFORMANCES**

Pas de gestion et de maîtrise des flux de production, sans avoir à sa disposition des

**"données quantifiées qui mesurent l'efficacité de tout ou partie d'un processus ou d'un système par rapport à un objectif."**

(\*)selon Pierre-Marie GALLOIS (Cap Sesa Industries)

elle se trouve. En effet, les raisonnements qui seront développés dans la suite de cet article s'appliquent plus particulièrement aux entreprises en situation de forte concurrence.

*"S'il est clair que ces quatre dimensions de la demande sont autant de facteurs concurrentiels, le temps de réponse est aujourd'hui reconnu comme étant à la fois celui qui prime sur les autres, mais aussi celui qui induit les autres.*

*Il y a quelques années, réduction des délais, réduction des coûts, et amélioration de la qualité étaient souvent mises en opposition et l'on recherchait le meilleur compromis. Aujourd'hui on observe une corrélation entre réduction des temps de réponse, réduction des coûts et amélioration de la qualité et de la flexibilité (donc de la variété). Dans cette nouvelle logique, la qualité de base (au sens fiabilité) tant du produit/process que des équipements, devient un pré-requis et non plus un signe de performance" (1)*

La qualité et le prix deviennent des pré-requis, le paramètre concurrentiel devenant le délais. Le client formule désormais une demande :

- de plus en plus diversifiée
- de plus en plus personnalisée
- à livrer dans des délais de plus en plus courts

TOUT, TOUT DE SUITE = UN PHENOMENE DE SOCIETE

### **UNE REPOSE DE L'ENTREPRISE : LA REACTIVITE**

Face aux nouvelles caractéristiques de la demande (spécifique, personnalisée, pressée), l'entreprise n'a qu'une réponse possible si elle veut rester compétitive : celle d'être capable de répondre à ce nouveau type de demande.

**La réactivité d'une entreprise sera donc sa capacité à répondre à une demande fluctuante en nature et en qualité, de produits variés et personnalisés, dans des délais respectés et de plus en plus courts.**

(1) Pierre-Marie GALLOIS - Conférence ISERPA - 15/11/91

Cette définition est celle des indicateurs de performances donnée par l'Association Française de Gestion Industrielle.

Ces indicateurs permettent :

- 1 - de situer l'état actuel du système considéré. La première action à mener pour améliorer les performances est, en effet, de VOIR où l'on se trouve actuellement.
- 2 - de rapprocher cette mesure d'un objectif qui doit être déterminé à l'avance et accepté. Ceci permettra de suivre l'activité et l'efficacité du système concerné.
- 3 - de faciliter le pilotage de ce système, par ceux qui en ont la charge.
- 4 - d'améliorer la motivation et l'implication des hommes. L'indicateur de performance permet, en effet, de vérifier que :
  - le sens est donné (le "pourquoi")
  - la cohérence est assurée
  - l'action se situe dans la durée. On peut mesurer le "chemin parcouru".

## DEUX INDICATEURS POUR AIDER A LA MAITRISE DES FLUX

De nombreux indicateurs de performance existent déjà dans ce domaine, mais nous avons souhaité définir et préciser deux indicateurs que nous avons eu l'occasion d'utiliser de nombreuses fois au cours de travaux menés dans diverses entreprises. Nous avons pu, en ces occasions, en apprécier l'efficacité aussi bien lors de diagnostics d'un flux physique de production que lors de présentations de type pédagogique.

Les ratios présentés ci-après sont de très utiles indicateurs de performance dans la mesure où ils remplissent parfaitement les objectifs d'un indicateur, objectifs évoqués plus haut.

Ces ratios sont les suivants :

**Ri = Ratio d'incertitude**

**Rtf = Ratio de tension de flux.**

Ils sont décrits dans les paragraphes suivants.

## 2 - LE RATIO D'INCERTITUDE

Par définition, un ratio est un rapport entre deux grandeurs homogènes. Dans le cas du premier ratio examiné à savoir le ratio d'incertitude, il s'agit de comparer deux durées :

- l'une appelée "Horizon commercial connu (par la production)"
- l'autre appelée "Horizon de production"

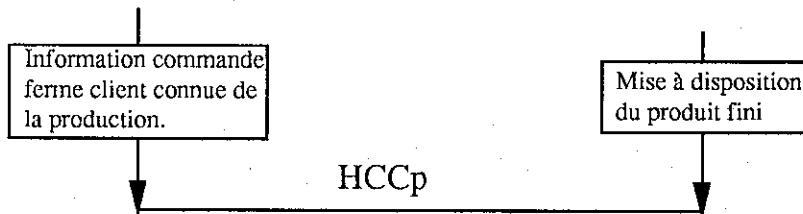
Ratio d'incertitude  $R_i = \frac{\text{Horizon de Production}}{\text{Horizon commercial connu (par la production)}}$

### HORIZON COMMERCIAL CONNU PAR LA PRODUCTION

DEFINITION = L'horizon commercial connu par la production (HCCp) peut être défini comme le temps qui s'écoule entre =

- le moment où une information sur une commande ferme est connue (et utilisée) par la production
- et la mise à disposition du produit fini (avant livraison).

On peut représenter cet horizon par le schéma simple suivant :



Il est important de bien préciser la durée dont on parle, ceci a une importance capitale au moment de l'utilisation de ce ratio.

Compte tenu que certaines autres notions existantes sont proches de ce qu'est l'horizon commercial connu, il importe d'en marquer la différence par rapport à ces autres notions.

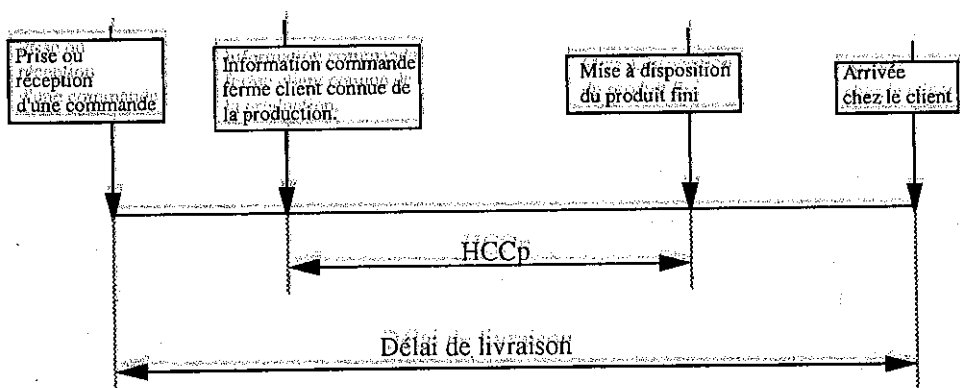
### Horizon commercial connu et délai de livraison =

Le délai de livraison est également une durée, mais il s'agit du temps qui s'écoule entre la réception d'une commande client et la mise à disposition du produit fini chez ce dernier.

Le délai de livraison est constitué =

- de l'horizon commercial connu
- auquel il faut ajouter :
  - le temps entre le moment où la commande est connue par une personne de l'entreprise (par ex. l'ingénieur commercial) et le moment où cette information est connue de la production.
  - le temps de livraison entre le lieu de production et le client.

On peut représenter le délai de livraison par le schéma suivant :

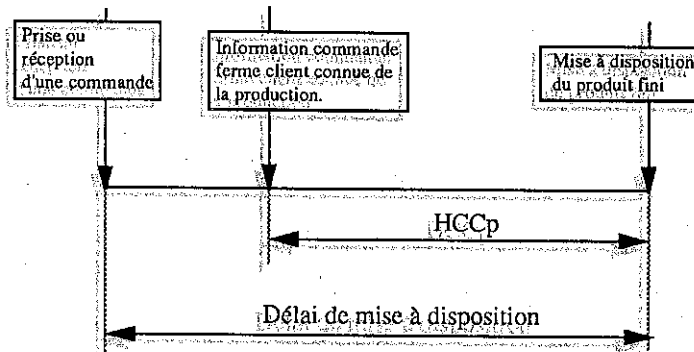




Horizon commercial connu et délai de mise à disposition =

Le délai de mise à disposition est égal au délai de livraison diminué du temps de livraison entre le lieu de production et le client.

On peut représenter le délai de mise à disposition par le schéma suivant:



N.B. D'aucuns pourraient vouloir intégrer le temps de la livraison à HCCp.

Ceci ne paraît pas devoir être retenu et ceci pour deux raisons :

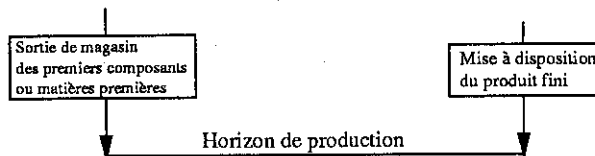
- Le chapitre suivant sur l'horizon de production (HP) montrera que cette dernière durée pourrait également prendre en compte le temps de livraison. Comme HP intervient au numérateur du ratio et HCCp au dénominateur, le fait d'intégrer, dans HP et dans HCCp, une valeur identique aurait certes un effet sur la valeur du ratio, mais pas sur le raisonnement.
- Ce temps de livraison entre le lieu de production et le client échappe la plupart du temps, au responsable de la gestion de production.

## HORIZON DE PRODUCTION

**DEFINITION :** L'horizon de production peut être défini comme le temps qui s'écoule entre :

- la sortie du magasin, des premiers composants nécessaires à la fabrication d'un produit
- et la mise à disposition du produit fini (avant livraison).

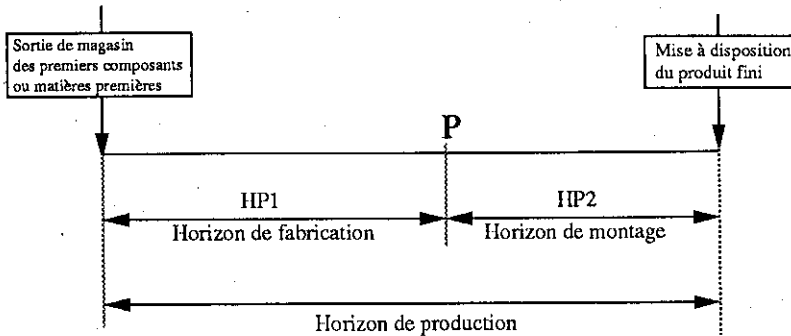
Cette durée peut être représentée par le schéma simple suivant :



Il est intéressant de remarquer dès à présent (pour une utilisation future) que, dans un grand nombre de types d'entreprises, l'horizon de production peut se subdiviser en deux grandes parties :

- l'une HP1 correspondant à la durée de fabrication des pièces et sous-ensembles constituant le produit fini
- et l'autre HP2 correspondant à la durée du montage. Il faut noter que le mot "montage" utilisé ici, peut recouvrir des activités telles que "assemblage", "finition" ou "conditionnement".

Le schéma devient alors le suivant :



Dans la mesure où la personnalisation du produit, ou bien sa fabrication en un grand nombre de variantes (diversification) ont lieu au moment du montage de ses divers éléments, le point P est souvent appelé **point de personnalisation** ou **point de diversification** ou **point découplage**.

Ce point P est un point extrêmement important pour l'analyse du flux physique comme nous le montrerons dans un des paragraphes suivants.

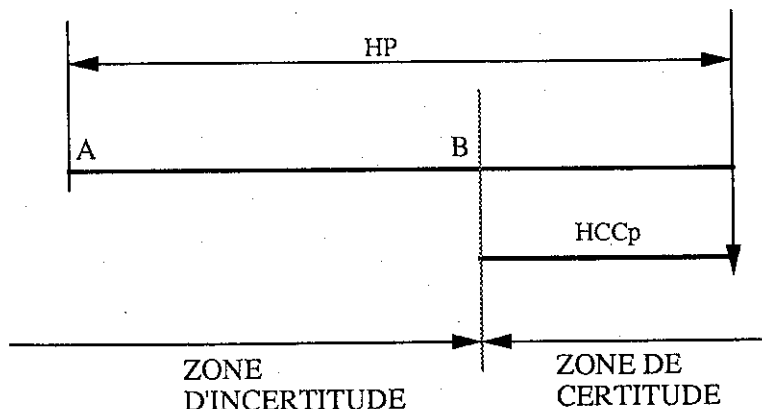
### LE RATIO D'INCERTITUDE

Après avoir défini les deux composantes du ratio, nous pouvons désormais le représenter :

- soit sous forme arithmétique,

$$R_i = \frac{\text{Horizon de production}}{\text{Horizon commercial connu (par la production)}}$$

- soit sous la forme graphique suivante :



## ZONE DE CERTITUDE ET ZONE D'INCERTITUDE

Selon les valeurs de HP et de HCCp, le ratio peut se présenter sous deux types de formes graphiques.

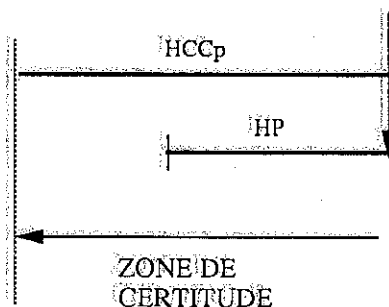
$$1 - R_i = \frac{\text{Horizon de production}}{\text{Horizon commercial connu}} > 1$$

L'entreprise qui se trouve dans ce cas, doit commencer sa production avant de savoir exactement ce que va vouloir le client.

Il existe donc, avant de connaître exactement cette demande, une zone que nous appellerons **zone d'incertitude**. Et il est clair que plus le ratio est supérieur à 1 et plus l'incertitude est grande.

Une fois que l'information sur une commande client est connue, on entre dans ce que nous appellerons la **zone de certitude**.

La forme graphique est, dans ce cas, du type suivant :



En A, l'entreprise doit donc lancer sa production en fonction de prévisions.

Si le chiffrage du ratio d'incertitude montre que l'entreprise est dans ce cas, ceci permet de poser déjà à ce stade, un certain nombre de questions importantes telles que :

- qui fait les prévisions dans l'entreprise ? sur quelles bases ? et selon quelles méthodes ?

- quelles sont les relations "commercial/production" en ce qui concerne les prévisions ?
- quelles est la fiabilité des prévisions ?

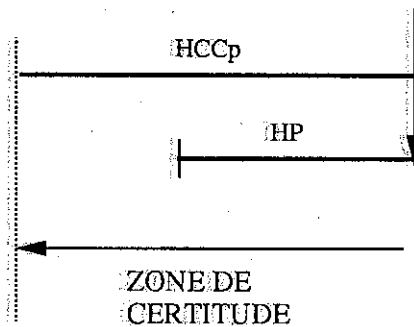
$$2- 1- Ri = \frac{\text{Horizon de production}}{\text{Horizon commercial connu}} < 1$$

L'entreprise qui se trouve dans ce cas, commence sa production en ayant connaissance précise de ce que veut le client.

Le démarrage de la production se trouve dans la zone de certitude.

La commande client peut servir de base aux programmes de production.

La forme graphique est, dans ce cas, du type suivant :



### 3 - LE RATIO DE TENSION DE FLUX

Ce ratio permet d'examiner l'"efficacité" des temps constituant l'horizon de production.

Les deux grandeurs qui sont comparées dans ce ration, sont les suivantes:

- d'une part l'"horizon de production"
- d'autre part la somme des temps opératoires.

## L'HORIZON DE PRODUCTION

Il s'agit de la même grandeur que celle présentée dans les paragraphes précédents.

## LA SOMME DES TEMPS OPERATOIRES

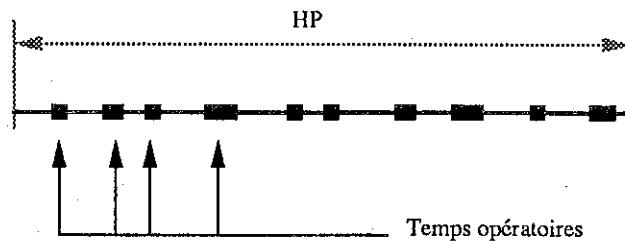
Les temps opératoires sont les temps qui apportent réellement de la valeur ajoutée au produit.

Parmi ceux-ci, on peut citer, par exemple, des temps de perçage, de soudure, de peinture, de test, d'assemblage, de conditionnement et autres opérations effectives sur des pièces, des sous-ensembles et sur le produit lui-même.

L'ensemble des temps opératoires qui se trouvent sur un chemin critique (donc hors chevauchements éventuels) et qui sont nécessaires à la fabrication et à l'assemblage du produit sera appelé par la suite.

Somme des temps opératoires =  $\Sigma t_o$

Selon ces définitions, il apparaît clairement que la somme des temps opératoires est incluse dans l'horizon de production (Cf. schéma suivant).



Les autres durées constituant HP sont des temps de non-valeur ajoutée à savoir des temps de :

- transport et manutention
- attente
- reprise ou retouche
- contrôle
- etc...

Les japonais parlent à ce propos, de "temps de gaspillage".

## LE RATIO DE TENSION DE FLUX

Ce ratio compare donc les deux grandeurs précédentes et est égal à

$$\text{Ratio de tension de flux} = R_{tf} = \frac{\text{Horizon de production}}{\text{Somme des temps opératoires}} = \frac{HP}{\sum t_o}$$

Il apparaît intéressant de parler de "tension de flux", car, en effet, il s'agit bien de mesurer si le flux physique de production est ou non tendu. La durée d'écoulement de ce flux est-elle utilisée efficacement (valeur ajoutée) ou non ?

Plus le ratio se rapproche de 1 (qui est un idéal), plus le flux physique est tendu.

## 4 - UTILISATION DES DEUX RATIOS

### LE RATIO D'INCERTITUDE = UN CRITERE DE TYPOLOGIE

Bien que chaque entreprise soit unique par les hommes qui y travaillent, par la "culture" qui l'anime, par les produits qu'elle fabrique, on peut classer les entreprises industrielles par grands types de production.

Pour cela, les experts utilisent des critères de classification qui peuvent être, par exemple :

- la répétitivité de la production par produit (nombre et fréquence)
- l'organisation des flux physiques de production
- la structure des produits (nombre de niveaux de nomenclatures, nombre de gammes opératoire et nombre d'opérations par gammes...).

Le ratio d'incertitude apparaît comme un des critères privilégiés d'une approche typologique, car il permet de dire de quelle façon l'entreprise répond à la demande de ses clients.

Examinons, en effet, les différentes valeurs possibles que peut prendre le ratio.

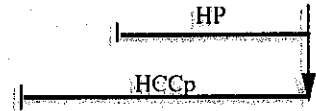
1er cas - Le ratio est inférieur à 1

$$R_{ft} < 1$$

Le graphique ci-contre visualise la situation.

La production démarre après connaissance de la demande client.

Ce cas est celui dans lequel les produits sont fabriqués à la commande.



2ème cas - Le ratio est supérieur à 1

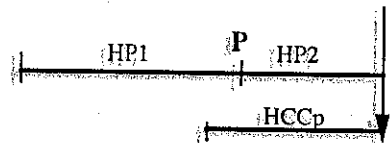
$$R_{ft} > 1$$

Il faut, dans ce cas, utiliser la décomposition de HP en ses deux parties,

- HP1 = correspondant à l'horizon de fabrication des pièces primaires et sous-ensembles
- HP2 = correspondant à l'horizon d'assemblage

(Sachant comme nous l'avons dit précédemment que  $HP = HP1 + HP2$ ).

a) Si le ratio  $\frac{HP2}{HCCp}$  est  $< 1$



Dans ce cas, la commande est connue avant l'assemblage. Le point de personnalisation P est à l'intérieur de la zone de certitude.

On dit dans ce cas, que les produits sont assemblés (ou montés ou finis, ou conditionnés) à la commande.

Par contre, le lancement en fabrication des pièces primaires et des sous-ensembles se fait sur prévisions, car nous sommes dans la zone d'incertitude.

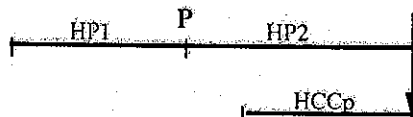
Le degré d'incertitude sur ces prévisions, entrainera, la plupart du



temps l'existence d'un stock de sécurité au niveau de ces pièces et sous-ensembles.

b) Si le ratio  $\frac{HP2}{HCCp}$  est  $>1$

Le point de personnalisation (P) se trouve en dehors de HCC et donc dans la zone d'incertitude.



Dans ce cas, on dit que les produits sont **fabriqués et assemblés sur prévisions**.

Le degré d'incertitude sur ces prévisions entrainera l'existence d'un stock de produits finis plus ou moins important.

N.B. La limite extrême de cette dernière situation se rencontre quand une commande est reçue et est à livrer "à lettre lue". Dans ce cas,  $HCCp$  est très voisin de zéro. Le stock de produits finis sera souvent important.

On utilise le terme de "**production pour stock**" pour caractériser cette situation.

La connaissance des valeurs  $HCCp$  et  $HP$ , (en général en jours ou en heures) ne sera pas toujours chose aisée pour l'entreprise. Celle-ci connaît bien, en général, ses temps opératoires, mais elle aura parfois des difficultés à savoir de façon précise que représente exactement ces durées dans son cas précis.

La bonne connaissance de  $HCCp$  et de  $HP$  ( $HP1$  et  $HP2$ ) et donc la connaissance du ratio d'incertitude permet :

- a) d'aider l'entreprise à **se situer dans une typologie** et donc, de se poser les bonnes questions afférentes à cette typologie.
- b) de **se comparer à la concurrence** :  
La comparaison portera sur le HCCp, le HP (HP1 et HP2) et sur le ratio.

### LE RATIO D'INCERTITUDE ET LE RATIO DE TENSION DE FLUX = DEUX INDICATEURS DE PERFORMANCE

Il ne s'agit plus ici de se contenter de regarder les durées globales pour les comparer entre elles, mais de voir de quels temps elles sont constituées.

Un examen du ratio de tension de flux

$$R_{tf} = \frac{\text{Horizon de production}}{\text{Somme des temps opératoires}} = \frac{HP}{\sum t_o}$$

permettra de connaître l'importance des temps "non-valeur ajoutée". Plus ce ratio est grand et plus il existe des temps "non-valeur ajoutée". C'est à ce stade que l'on va mettre en évidence le fait que HP comprend, certes, des temps opératoires, mais qu'il comprend également des temps d'attente, de manutentions, de stockage, de retouches, de fabrication de pièces rebutées par la suite etc... Il faut analyser de façon précise où se trouvent ces "gaspillages", de combien il allonge le HP, en quel endroit physique cela se passe.

Il faudra, à ce stade, être aussi précis et détaillé que possible.

Les ratios vont permettre de se fixer des objectifs et donc de mener des actions.

La réactivité de l'entreprise sera d'autant meilleure que ces deux ratios seront petits.

#### 1 - Réduction de l'horizon de production

Tant que le ratio de tension de flux n'est pas égal à un, il est possible de se demander comment faire pour réduire l'horizon de production. Ce ratio va permettre de suivre les efforts réalisés pour aller vers le "Juste-à-temps", vers le "flux tendu" (le "zéro gaspillage").

Sans détailler l'ensemble des actions qui peuvent être menées pour réduire la durée de la fabrication et de l'assemblage, on peut noter les

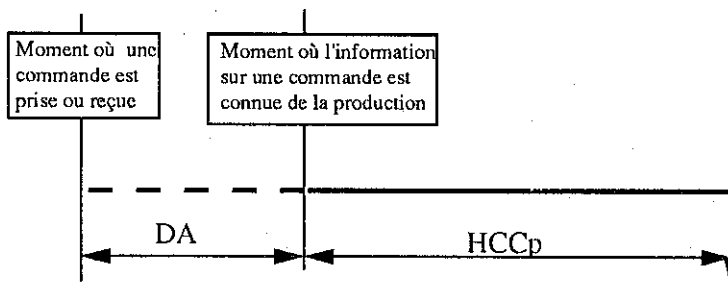
grandes pistes possibles d'actions :

- **fiabilisation des machines et des process** (suppression de pannes...)
- **"fiabilisation" des ressources humaines** (polyvalence, présentisme, motivation, formation, qualification...)
- **réduction des distances**
- **suppression des contraintes de lots** (par ex. diminution des temps de changements de série).

## 2 - Augmenter HCCp

Dans la mesure où HCCp est une durée qui correspond au temps de réponse du système de production par rapport à son marché, cette donnée est un élément concurrentiel qu'il n'est donc pas souhaitable d'augmenter.

Par contre, nous avons fait, dans un paragraphe précédent, la distinction entre le moment où la commande était reçue par une personne de l'entreprise et le moment où la production l'utilisait. Il existe fréquemment entre les deux, un temps que nous appellerons le **"Délai administratif" (DA)**.



Il sera intéressant d'accroître la visibilité de la production en réduisant voire en supprimant ce délai administratif ce qui augmentera d'autant HCCp.

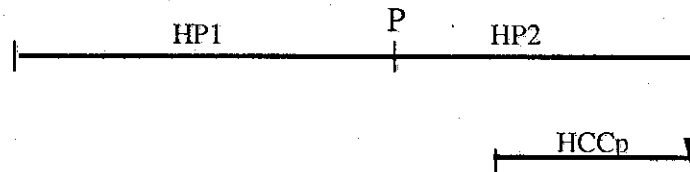
Ce délai administratif peut être constitué de différents temps tels que :

- temps de transmission de la commande à l'usine
- temps d'attente à l'arrivée à l'usine
- temps de saisie manuelle de la commande
- etc...

Certaines entreprises ont déjà considérablement réduit ce délai administratif en dotant chacun de leurs représentants commerciaux d'une mallette contenant un micro-ordinateur, une imprimante et un modem, ensemble qui permet une saisie immédiate des commandes et une transmission rapide à l'usine.

### 5 - REMARQUES COMPLEMENTAIRES POINT DE DIVERSIFICATION ET HP2

Nous allons examiner une entreprise qui se trouve dans le cas illustré par la figure suivante :



Les efforts de l'entreprise, dans ce cas, pourront utilement porter dans un premier temps, sur la réduction de HP2.

Il est, en effet, intéressant de pouvoir faire rentrer le point de diversification à l'intérieur de l'horizon commercial connu, pour éviter la constitution de stocks de produits finis et pour une meilleure réponse au client.

### EXTENSION DU RATIO D'INCERTITUDE AUX APPROVISIONNEMENTS

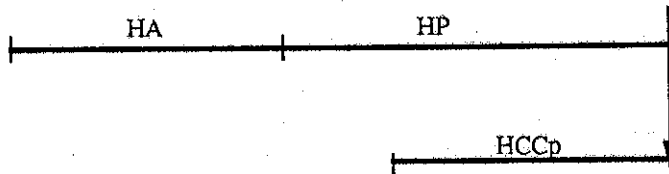
Tout le raisonnement des chapitres précédents a porté sur l'horizon de production. Il est possible d'élargir ce raisonnement aux approvisionnements.

Nous convenons d'appeler **horizon d'approvisionnement (HA)** le temps qui s'écoule entre le moment où la commande du premier composant nécessaire est adressée au fournisseur et le moment où ce premier composant sort du magasin.

Le ratio d'incertitude élargi aux approvisionnements devient

$$Ri\acute{e} = \frac{HA+HP}{HCCp}$$

Sous forme graphique, on peut avoir, par exemple :



Le même raisonnement (zone de certitude et zone d'incertitude, prévisions ou commande connue) s'applique à ce ratio étendu.

Ceci entraîne une étude identique sur les moyens de réduire la durée de HA :

- amélioration des relations avec les fournisseurs
- amélioration des transports
- amélioration de la qualité fournisseurs
- etc...

**JAT :**  
**PREALABLES - MISE EN PLACE - OUTILS**  
**30 Septembre - 1er Octobre 1992**

Les conditions économiques et commerciales dans lesquelles évoluent les entreprises accentuent l'inadaptation des structures et méthodes traditionnelles de gestion. Ainsi :

Les marchés sont évolutifs et imprévisibles  
 Les entreprises sont peu réactives et ne tiennent pas leurs délais.

Les clients veulent des petites séries  
 La productivité n'existerait-elle que pour des séries importantes ?

Les prix de vente doivent être compétitifs.  
 Les sommes dépensées en contrôle et réparations sont excessives.

L'ensemble du personnel doit se mobiliser pour améliorer le fonctionnement. Quelle organisation mettre en place pour enrayer la méfiance et le "chacun pour soi".

**COMMENT CONCILIER L'INCONCILIALE ?**

Les nouvelles méthodes de production basées sur la gestion par les flux apportent une réponse à cette question. Leur point-clé est de prendre en compte simultanément les différents aspects du progrès :

**flexibilité, qualité totale, décentralisation et diminution des coûts indirects, implication du personnel ...**

**PUBLIC CONCERNE :**

**Dirigeants d'entreprise. Directeurs industriels.  
 Directeurs de production. Responsables de projets Juste**

*Vous pouvez obtenir des renseignements détaillés sur les formations qui vous intéressent en téléphonant ou en écrivant à :*

**AFGI**  
**73, bd de Clichy**  
**75009 PARIS**  
**Tél : 48 74 45 27**