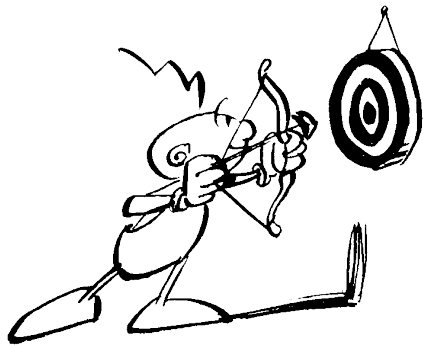


# Logistique industrielle

Support de formation  
Mars 2009

## Objectifs pédagogique de la formation



Connaître les bases et fondements de logistique industrielle

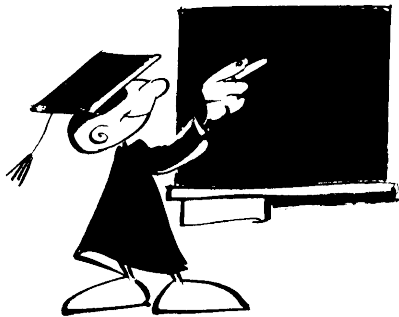
Disposer d'un vocabulaire adapté à la logistique industrielle

Découvrir les principes du pilotage des flux industriels

Comprendre les différents modèles existants et leur champ d'application

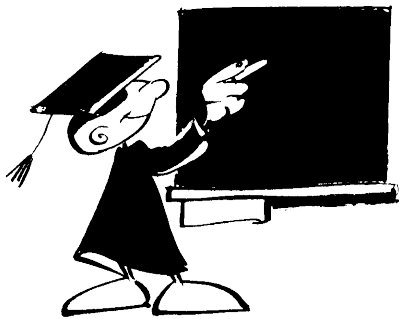
Prendre connaissance des différents leviers de la performance à disposition





- I. Connaissances de base
  - a. Histoire et tendances
  - b. Types d'industrie et caractéristiques associées
  - c. Organisation et fonctions types
- II. Fondations
  - a. Découverte des bases
  - b. Charges et capacités
  - c. Stocks et cycles
  - d. Données techniques
- III. Pilotage des flux
  - a. Pyramide de pilotage
  - b. Point de commande
  - c. Planification des flux
  - d. Apports de l'informatique





### IV. Types de gestion de production

- a. Modèles industriels
- b. TAKT
- c. MPC
- d. Kanban
- e. Le Juste-à-temps
- f. Synthèse

### V. Performance logistique et industrielle

- a. Animation terrain
- b. Polyvalence et rémunération
- c. Outils de progrès
- d. Approche systémique





I. Connaissances de base

---



a. Histoire et tendances

---

## Quelques dates clés



- 1776 : Division du travail ← Adam Smith
- 1911 : Organisation du travail ← Taylor
- 1913 : Travail à la chaîne ← Ford
- 1917 : Quantité économique ← Wilson
- 1940 : Recherche opérationnelle
- 1975 : Gestion intégrée de la production
- 1980 : Juste-à-temps (dès 1950 au Japon) ← Ohno / Toyoda
- 1990 : Lean Production





## Les personnages clés

---

### Edwards DEMING (1900 - 1992) :

- statisticien américain fondateur du mouvement qualité avec son compatriote J. JURAN
- naissance du mouvement au Japon après la 2ème guerre mondiale puis appropriation par l'occident à partir de 1980 (soit 30 ans plus tard !)

### Frédéric TAYLOR (1856 - 1917) :

- quaker américain, père de la théorie de la gestion scientifique du travail : il existe des méthodes éprouvées pour accomplir chaque tâche (donc chronométrage et analyse de chaque poste de travail)
- indirectement, il a renforcé le mouvement vers la spécialisation des opérateurs dans une fonction donnée

### Henri FORD (1863 - 1947) :

- fondateur de la Ford Motor Company, inventeur entre autres de la chaîne d'assemblage
- considéré par beaucoup (Ohno notamment) comme un visionnaire des problèmes industriels

### Taiichi OHNO (1912 - 1991) :

- principal concepteur du système de production Toyota comprenant le Kanban et l'autonomie
- auteur de l'esprit Toyota, la bible du Juste-à-temps

### Shigeo SHINGO (1909 - 1990) :

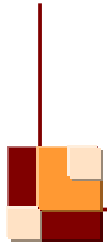
- créateur des techniques de changement rapides d'outils (SMED et Kanban)
- a travaillé comme consultant chez Toyota et en occident pour le JMA (Japanese Management Association)

### Alfred SLOAN (1875 - 1966) :

- industriel américain, dirigeant de General Motors qu'il redressa en 3 ans
- inventa le modèle de l'entreprise décentralisée et multi-divisionnelle que l'on connaît aujourd'hui







## 1950 - 1973 : L'âge d'or en Occident

---

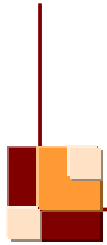
L'euphorie :

- marché de l'offre
- prix = coût + bénéfice
- pas de problème de personnalisation
- pas de problème de délais

Mais, derrière la façade, apparaît le “How good times led to bad management” :

- informatisation et automatisation à outrance, y compris des problèmes
- émergence du mythe du “lightless plant” (usine sans ouvrier)
- accroissement progressif des stocks
- faible progression de la qualité des produits





## 1973 : Découverte par l'occident du système de production Toyota

---

Le monde à l'envers de la Toyota Motor Company :

- Taiichi Ohno, Kiichiro Toyoda
- le Juste-à-temps (le Kanban et l'Automation)

L'origine accidentelle du Juste-à-temps dans l'atelier de tôlerie de Toyota :

- pour note, en 1950 la différence de productivité Etats-Unis/Japon = facteur de 9

Deming et la qualité :

- très forte progression de la qualité des produits (garantie anti-corrosion voiture)
- mesure de la qualité en PPM (Parts Per Million)

Les vieilles machines et le Kaizen :

- automation et non automation
- Kamigo N°9 : machine d'occasion de GM





## Les tendances lourdes sur les 15 dernières années

---

De plus en plus rapidement, et donc flexibilité + sur-capacité (emploi du JAT)

Intensification de la concurrence étrangère

Réduction continue de la part main-d'œuvre directe

Mondialisation des approvisionnements et des marchés

De plus en plus de service et "d'intelligence" (informatique) dans les produits

Accroissement inexorable de la proportion achetée dans les coûts de revient

Maturation progressive des utilisateurs de l'informatique

Modification en profondeur des mécanismes de comptabilité

Plus ou moins de personnalisation ?

Amélioration continue forte et permanente (voir page suivante)





b. Types d'industrie et caractéristiques associées

---

## On recense classiquement 3 principaux types d'industrie



Processus continus

Manufacturing :

- petites séries
- moyennes séries
- grandes séries

Multi-unitaires





## Industrie de processus continu

---

Fabrication de type continu (tuyaux, cuves, ...) ou semi-continu (ex.: laminoir)

Cycle de fabrication très court du fait des contraintes physiques

Gestion de production simple = assurer la continuité du flux

Très capitalistique

Exemple : sidérurgie, verre, papier, carton, pétrole, sucre, ...





# Industrie manufacturière, de la petite à la grande série

STRUCTURE DU PRODUIT		Volume et standardisation →		
		PETITE SÉRIE	MOYENNE SÉRIE	GRANDE SÉRIE
STRUCTURE DU PROCESSUS		Faible volume Faible standardisation Produit unique	Faible volume Plusieurs modèles avec variété d'options	Quelques produits principaux Volume plus important
Coût de production / Flexibilité ↑	FLUX DÉCONNECTÉS (à la commande)	Tâches variées Matériel polyvalent Faible rapport charge/capacité Main-d'oeuvre qualifiée	Mécanique générale Imprimerie Industrie spatiale	Aucun cas
	FLUX DISCONTINUS (par lots)	Déplacement de lots à travers une série de postes de travail	Machines-outils Aéronautique Matériels lourds	Informatique
	FLUX CONNECTÉS (chaîne de montage)	Standardisation Automatisation Main-d'oeuvre peu qualifiée	Aucun cas	Electro-ménager Chaussure Textile Automobile





# Industrie de productions multi-unitaires

---

Gestion de “projet” unitaire

Les ressources sont organisées autour du projet

Souvent plusieurs entreprises

Gestion = CPM (Critical Path Method) ou PERT (Program Evaluation and Review Technique)

Respect du délai et du coût objectif

Exemples :

- chantier naval, satellites, BTP, ...
- développement et industrialisation de produits, construction d’un nouvel atelier, ...



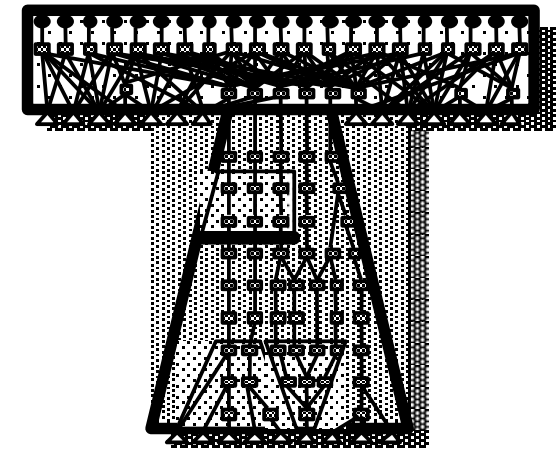
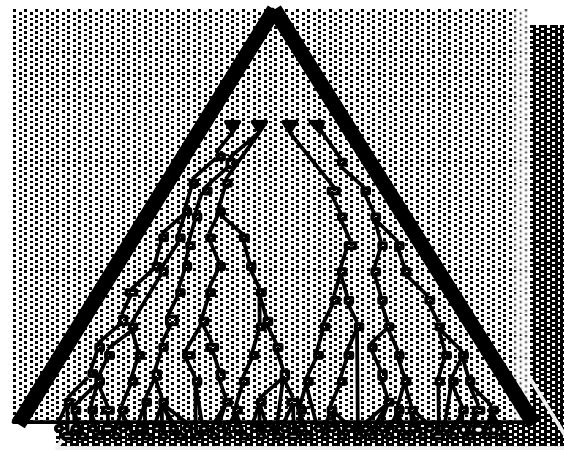
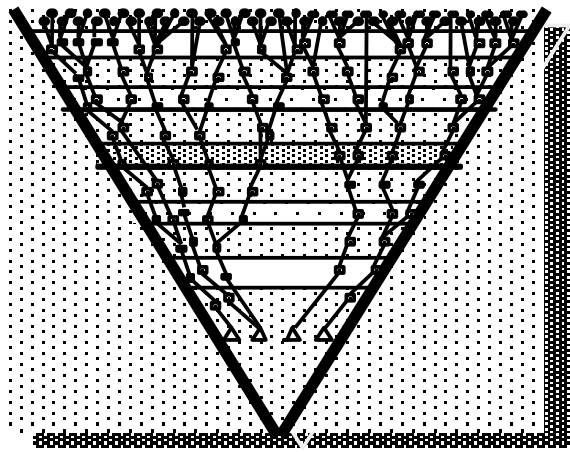




## Les types de production V, A et T

Flux des produits ↑

### Produits finis



### Composants

Plus de références de produits finis que de mat.ières  
Nbre limité de gammes (<5000)  
Produits presque tous élaborés de la même façon avec des équipements peu polyvalents  
Fabrication plutôt à la commande  
Ex.: sidérurgie, papier, chimie et autres industries de process

Beaucoup de composants pour un nbre limité des produits finis  
Production répétitive  
Gammes diversifiées (longues avec plus de 100 opérations ou courtes)  
Machines polyvalentes avec un taux d'utilisation faible  
Ex.: sous-traitants, producteurs de bien intermédiaires

Mixte fabrication (sur prévision) et assemblage (sur commande)  
Beaucoup de sous-ensembles communs à plusieurs produits finis  
Nomenclature très complexe  
Ex.: automobile, électroménager, meuble, ordinateur, ascenseur, ...



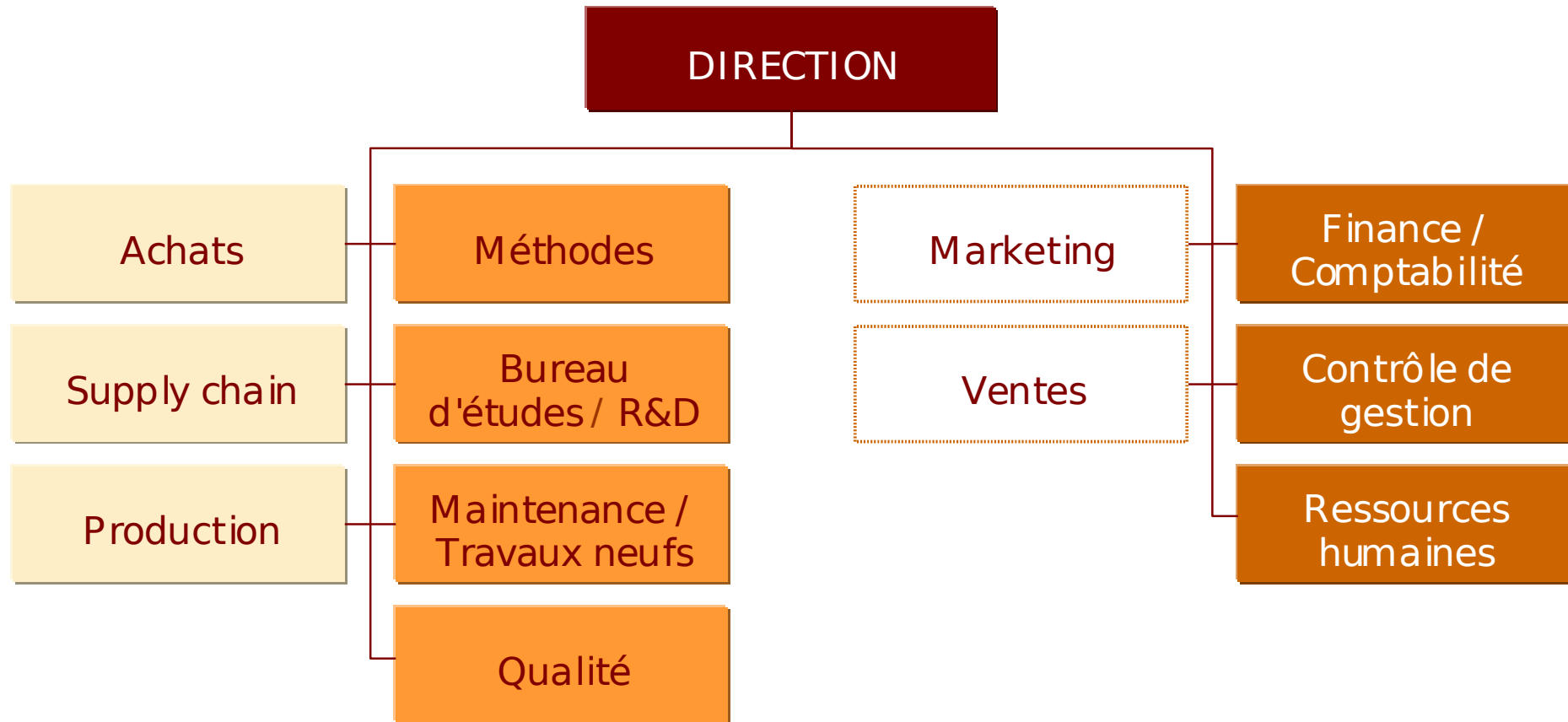


## c. Organisation et fonctions types

---



# L'organigramme type d'une entreprise industrielle





## Services de gestion des flux

---

### Les Achats :

- fournir les matières premières, produits semi-finis et prestations (au meilleur prix) :
  - sélection des fournisseurs
  - négociation des conditions d'achat
  - intègre souvent les approvisionnements (émission des commandes d'approvisionnement, réception, facturation)

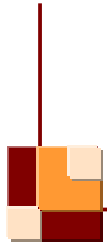
### Supply chain :

- les appellations et le champ varient beaucoup : logistique, planification
- gérer les flux de produits et d'informations pour assurer le respect du délai aux meilleures conditions économiques :
  - adéquation charge/capacité moyen et long termes
  - planification ordres de fabrication (OF) et des approvisionnements
  - gestion des stocks et encours
  - pilotage du processus d'expédition

### La Production :

- assurer la production au meilleur coût





## Services Techniques (1/ 2)

---

### Les Méthodes :

- concevoir les processus de production (au meilleur coût) :
  - industrialisation des nouveaux produits et services
  - optimisation des processus existants
  - gestion des bases de données techniques relatives à la fabrication

### Bureau d'études et/ ou R&D :

- mener les études de recherche et développement des produits :
  - mise au point / adaptation de technologie
  - conception de produits
  - modification / amélioration de produits existants

### La Maintenance et les travaux neufs :

- gérer le patrimoine de l'usine (équipement et installations) :
  - maintenance des équipements de production en optimisant les coûts d'indisponibilité et les coûts d'entretien
  - maintenance des bâtiments et des utilités au moindre coût
  - conduite des travaux neufs





## Services Techniques (2/ 2)

---

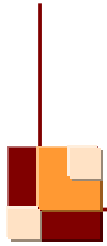
### Le Contrôle de Qualité

- définir les gammes de contrôle par composant / produit
- réaliser les opérations de contrôle qualité (approvisionnements, production, PF)

### Assurance Qualité

- assurer la responsabilité de l'entreprise en matière de qualité :
  - définition des normes et des procédures de CQ (contrôle qualité)
  - formation, animation et audits de la qualité
  - gestion des procédures, certification





# Services Centraux

---

## Direction

## Finances / comptabilité

- trouver les financements nécessaires au meilleur coût
- gérer la facturation
- élaborer les budgets et tenir les comptes

## Contrôle de gestion :

- mesurer la performance (coût, délai, qualité) :
  - résultat économique analytique (ex.: par atelier, par machine / équipement, ...)
  - prix de revient des pièces et produits
  - coûts de la non qualité
  - ...

## Ressources Humaines

## Marketing

## Ventes

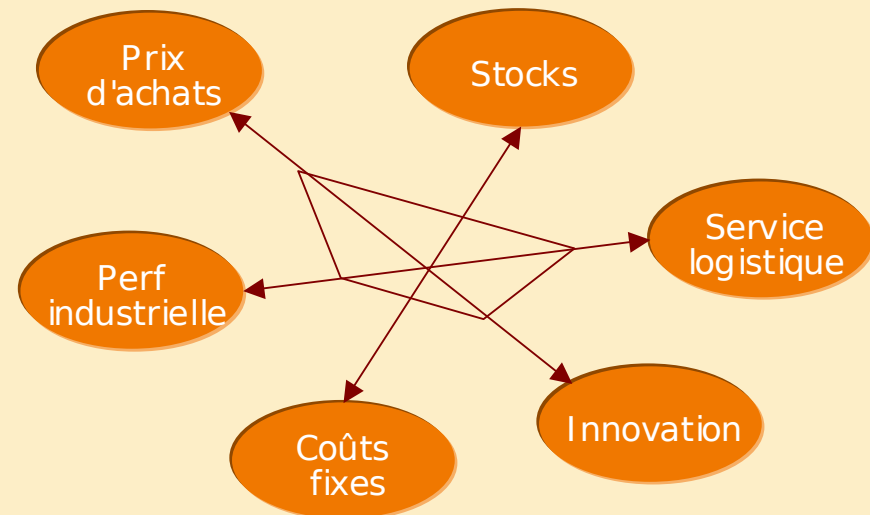


## La problématique de l'organisation repose sur un dilemme

La complexité et le nombre de ressources d'une entreprise nécessite de l'organiser en unités (directions, départements, services ...)



L'intérêt de l'entreprise est de rechercher l'optimum global qui n'est pas (ou ne doit pas être) la somme des optima locaux



Toute organisation doit gérer des problèmes d'interface, une organisation efficace est celle qui répond "le moins mal" à ces problèmes

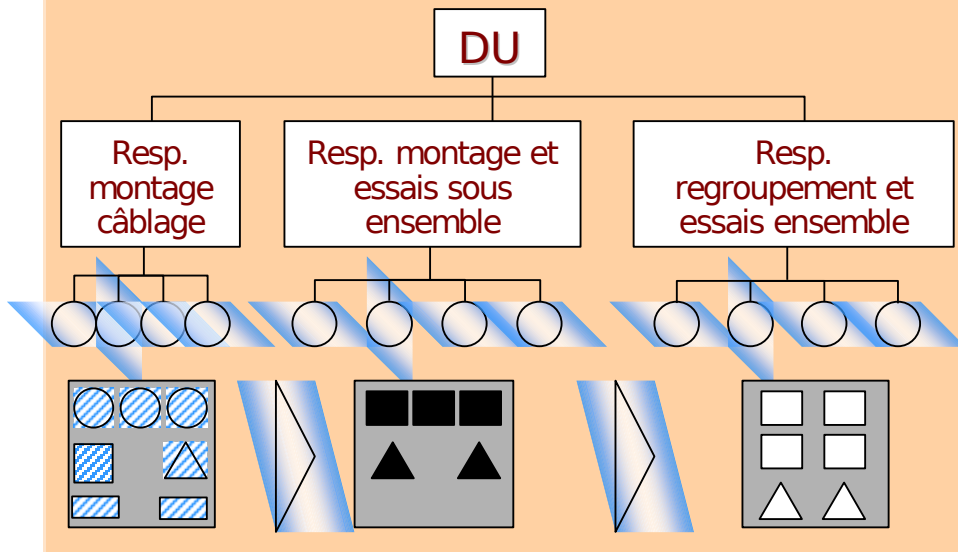




# Exemple de problématiques classiques d'organisation : la mise en ligne

## Organisation

Organisation métier  
(exemple : équipementier Télécom)

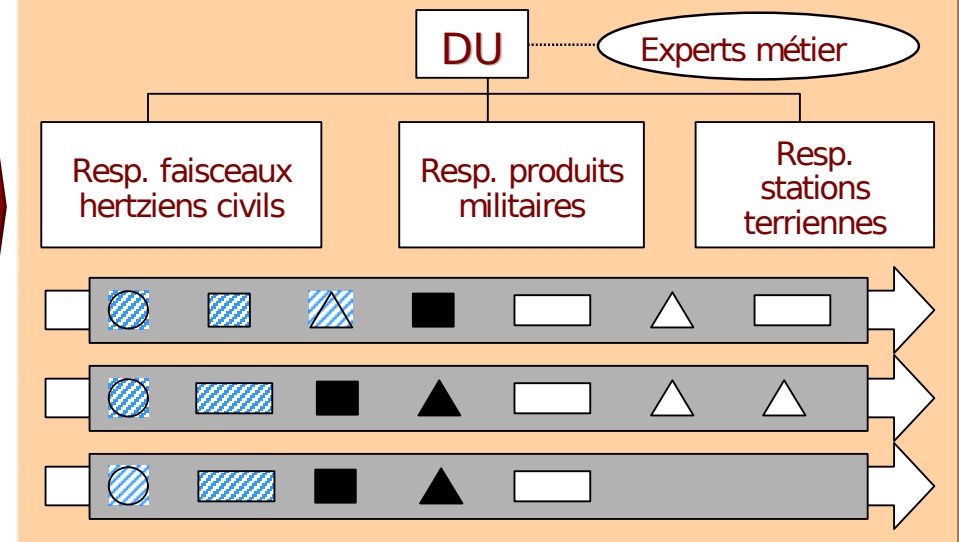


Dysfonctionnement associés :

- des délais de production longs et très variables dus à un manque de responsabilisation
- des "gains" de productivités faits au détriment des autres ateliers

## Solution type

Organisation en lignes de produit



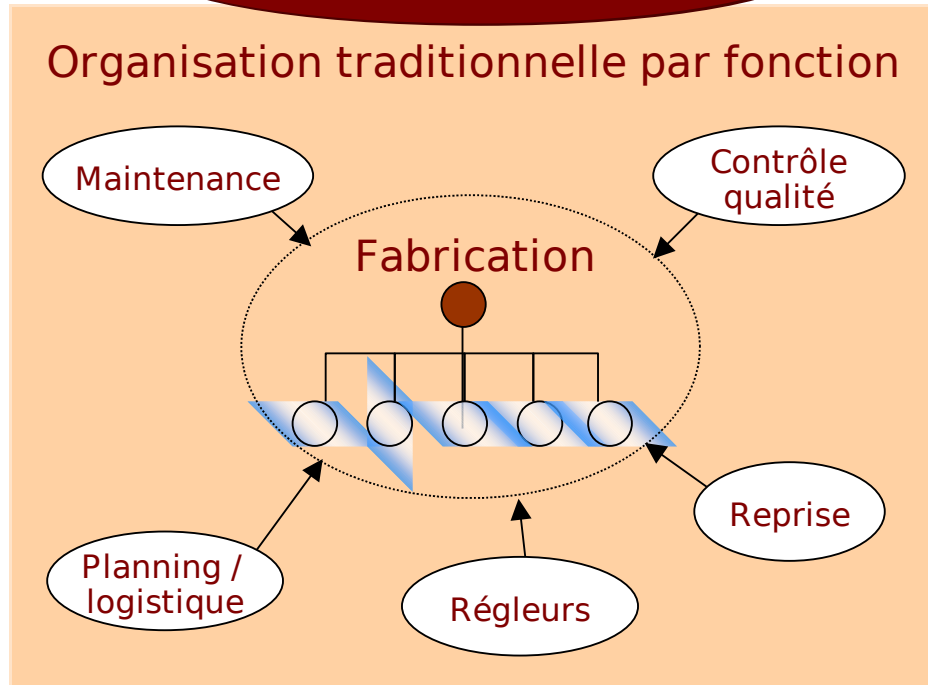
Caractéristiques :

- des experts métier détachés de la ligne managériale
- des responsables gérant l'ensemble du flux avec des moyens dédiés



# Exemple de problématiques classiques d'organisation : l'îlot autonome

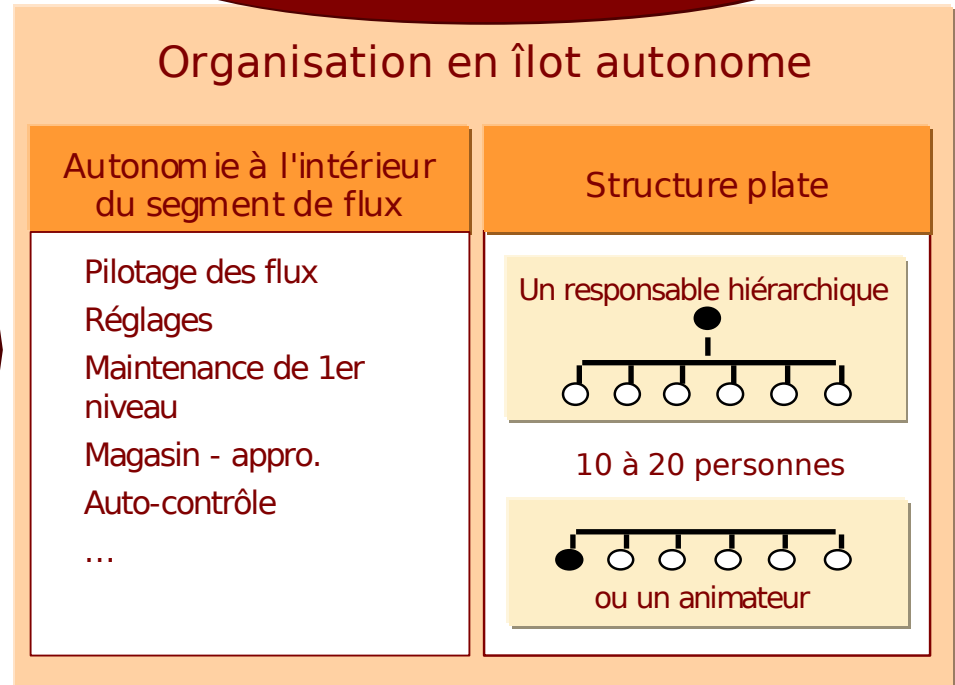
## Organisation



Dysfonctionnement associés :

- de nombreuses interfaces à gérer
- une polyvalence faible voire inexistante générant de la sous-productivité

## Solution type



Caractéristiques :

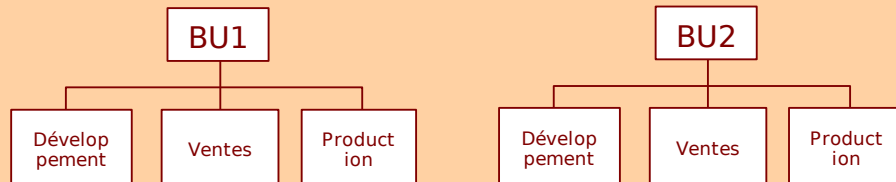
- une responsabilité globale coût / délai / qualité



# Exemple de problématiques classiques d'organisation : la recherche de synergies

## Organisation

### Organisation en Business Units (exemple : carton ondulé)



Organisation permettant  
d'avoir une bonne visibilité sur les résultats

#### Dysfonctionnements associés :

- des BU presque "concurrentes"
- des savoir-faire insuffisamment communiqués et exploités aussi bien au niveau commercial qu'en production
- le "culte" de la différence

## Solution type

#### Mise en place de fonctions partagées :

- direction technique
- chefs de marché / produit
- qualité

#### Alignement des organisations sur un modèle commun

#### Mise en place de réunions transverses dans chacun des métiers clés

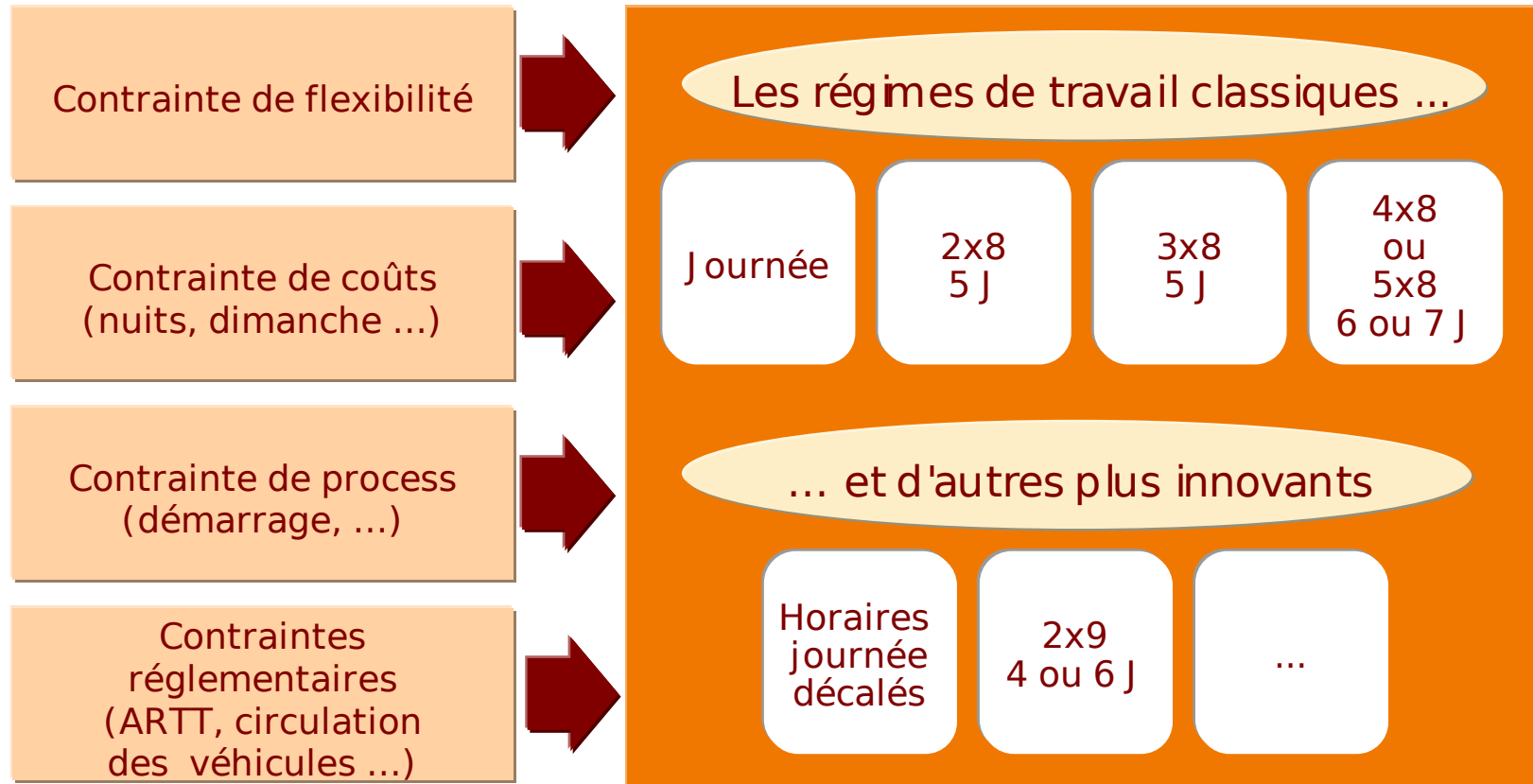
#### Elaboration d'un système d'indicateurs communs

#### Caractéristiques :

- le maintien de ce qui existe sans tout casser
- la réalisation de synergies



# L'organisation en usine, c'est aussi savoir choisir les horaires de travail les mieux adaptés aux contraintes pour chaque poste



Dans une usine à feu continu,  
l'encadrement n'est présent que 25% du temps !!!





## II. Fondations

---



## a. Découverte des bases

---



b. Charges et capacités

---



## La capacité d'une ressource est la mesure du flux qu'elle peut traiter par unité de temps

---

Lorsqu'une ressource peut traiter plusieurs produits, on doit définir pour chaque produit la quantité de ressources consommées par unité

On choisit généralement l'heure

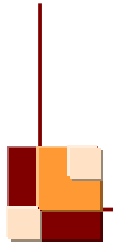
La capacité résulte d'une décision quant à la durée de disponibilité de la ressource par période :

- par exemple : en une équipe (7,5 h par jour) ou en deux équipes (15 h par jour)

La capacité pratique est inférieure à la capacité théorique : entretien, pannes, absentéisme, rendements inférieurs à 100% , changements de fabrication, ...







## La charge mesure la quantité de flux pour satisfaire une demande

---

Elle doit être exprimée dans la même unité de mesure que la capacité : il faut transformer la demande en unités de capacité (souvent des heures)

Cette transformation se fait par l'intermédiaire des gammes de fabrication

Sur la gamme figurent :

- les ressources à utiliser
- les temps unitaires de consommation de ressources

**La gestion de production est essentiellement l'art de l'équilibrage entre la charge et la capacité**



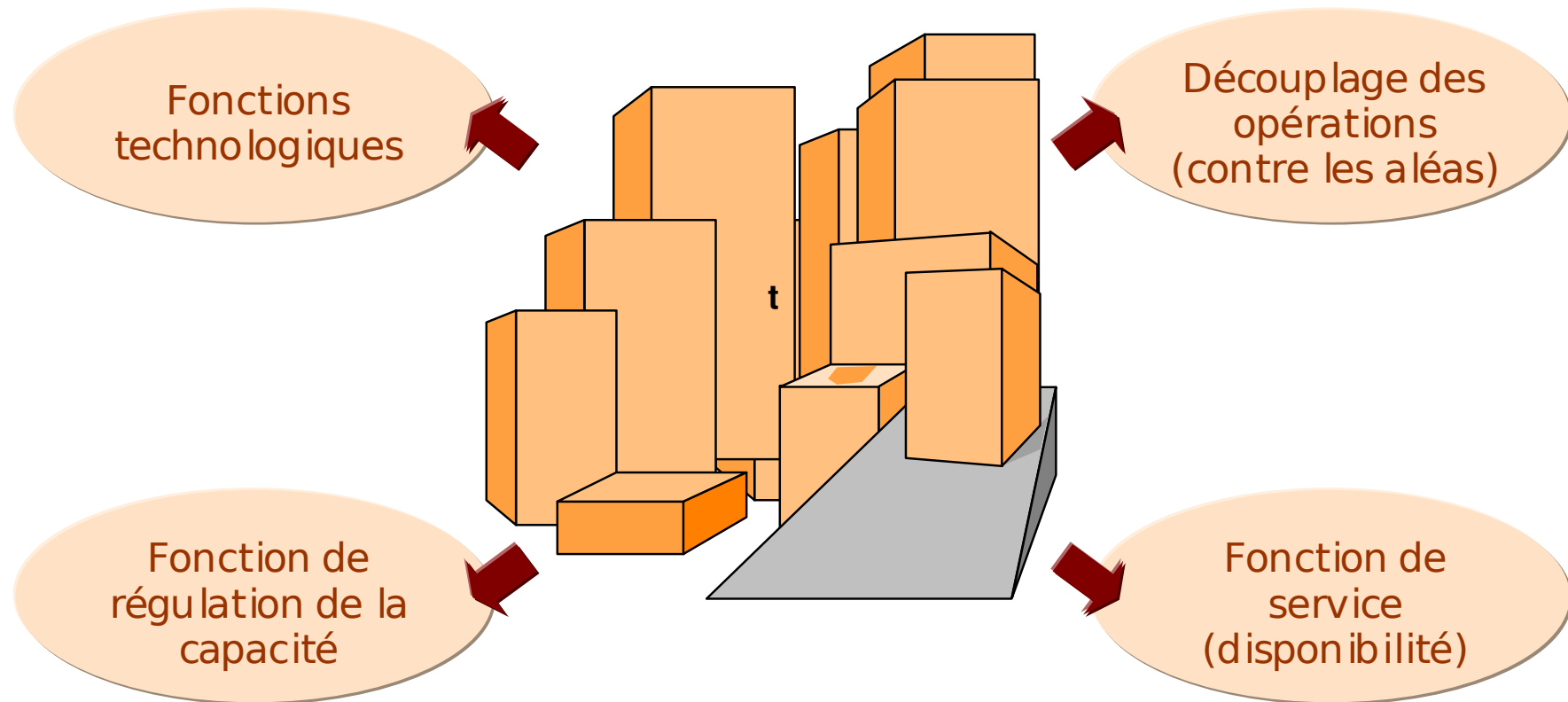


## c. Stocks et cycles

---



## Les stocks : 4 fonctions majeures

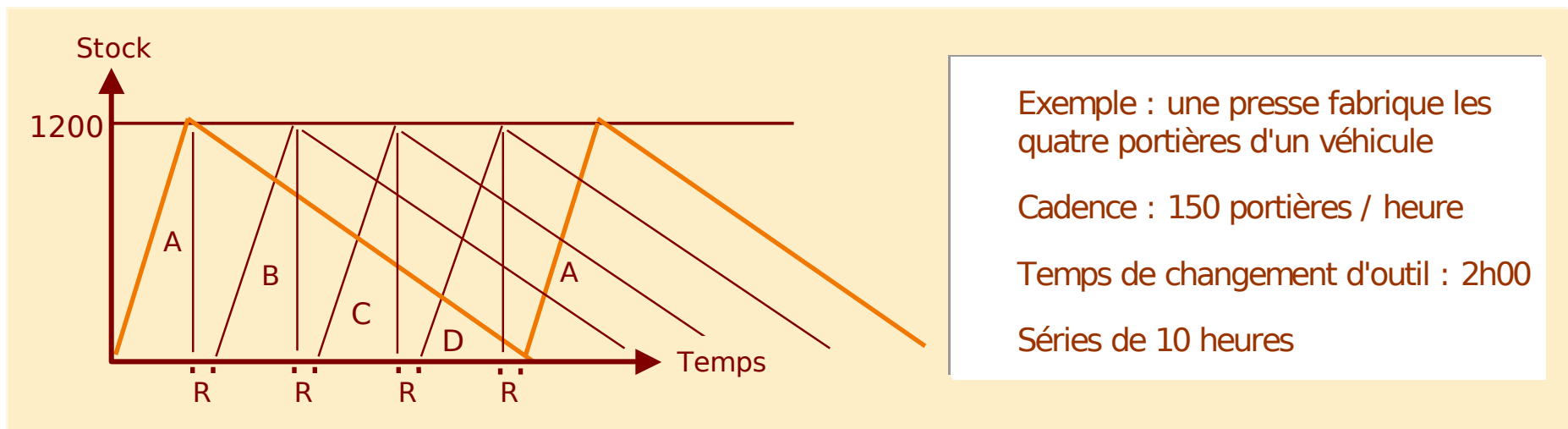


## Le partage des ressources entre différents produits génère beaucoup de stocks, rallonge les cycles et consomme de la capacité

Le partage des ressources est nécessaire quand on ne peut avoir un équipement dédié à chaque produit

Le partage des ressources par plusieurs produits entraîne :

- une perte de capacité et donc une augmentation du coût de fabrication
- la création de stocks d'en-cours et donc une augmentation du besoin en fonds de roulement
- l'allongement du cycle de fabrication et donc un allongement des délais





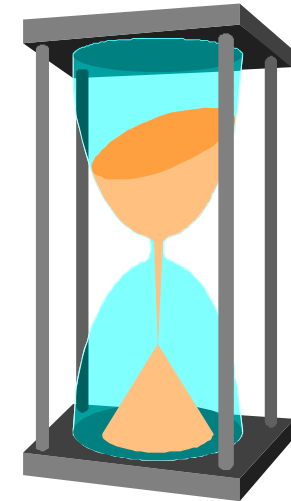
## Les produits passent 95% du temps à attendre

---

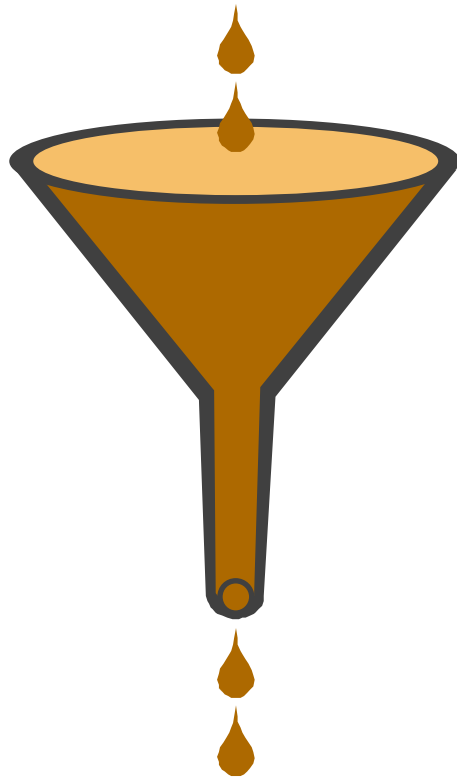
En moyenne dans les industries manufacturières les produits passent 95% du temps à attendre et seulement 5% du temps à être transformés (le temps “copeaux”)

C'est donc sur les temps d'attente qu'il faut agir pour réduire la longueur des cycles de production

Pour cerner le gisement il faut calculer le temps que prend la production d'un seul produit (pas un lot) en supposant que toutes les machines sont prêtes à produire (ne pas inclure les temps de changement de série mais seulement les temps unitaires de production)



Le volume des stocks influe directement et de façon proportionnelle sur la longueur des cycles



Longueur du cycle  
= Stocks / Débit





## La rotation des stocks : se définit comme le rapport entre le débit et le volume des stocks

---

La rotation des stocks = débit / stocks

— exemple :

débit des ventes : 10 000 tonnes par an

stocks : 5 000 tonnes

rotation =  $10\,000 / 5\,000 = 2$  par an

On peut aussi mesurer la rotation en termes financiers : CA / valeur des stocks

— exemple :

Toyota : plus de 100 rotations par an

un métallurgiste français : une rotation par an



# Les coûts des stocks sont très souvent sous-évalués par rapport à leur impact au niveau de la performance de l'usine

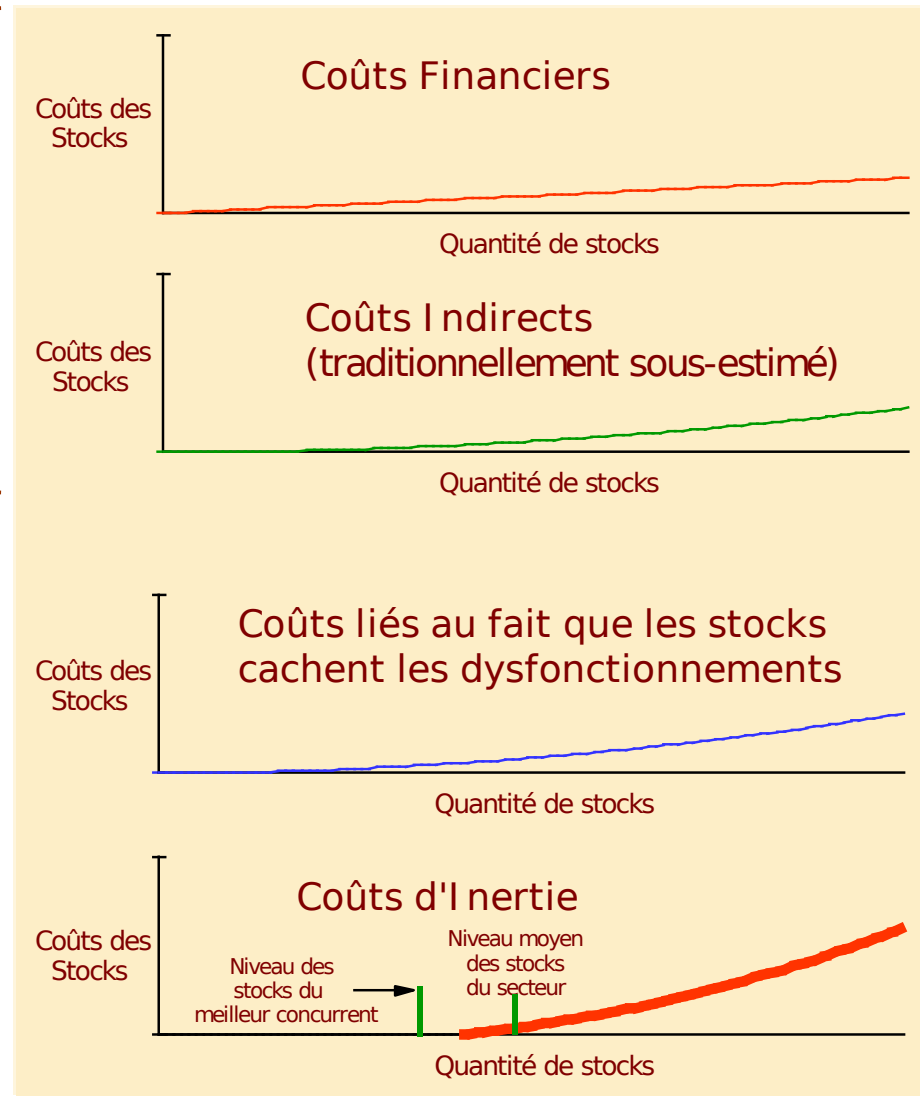
Coûts comptables traditionnels de 10% à 20%



Coûts Anti-Kaizen

Coûts sup. de 20% à 30%

Coûts d'inertie dus aux stocks



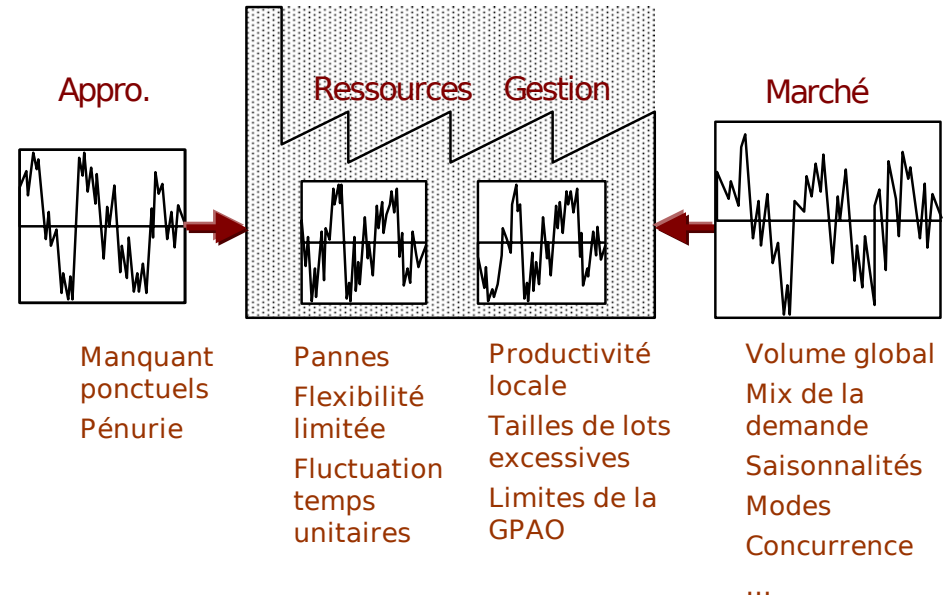
Non qualité  
Mauvais investissements  
....

Délai de livraison trop long  
Erreurs de prévisions  
Valeur moindre des produits  
Nouveaux produits retardés





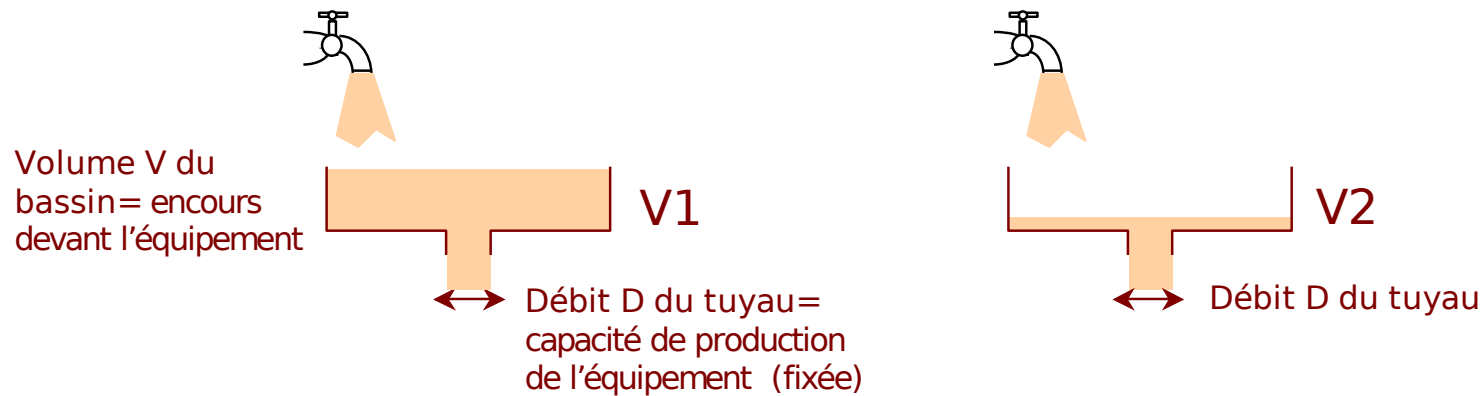
# Cette sous-estimation pousse souvent à favoriser le juste minimum au niveau des capacités des équipements au détriment d'une augmentation des encours



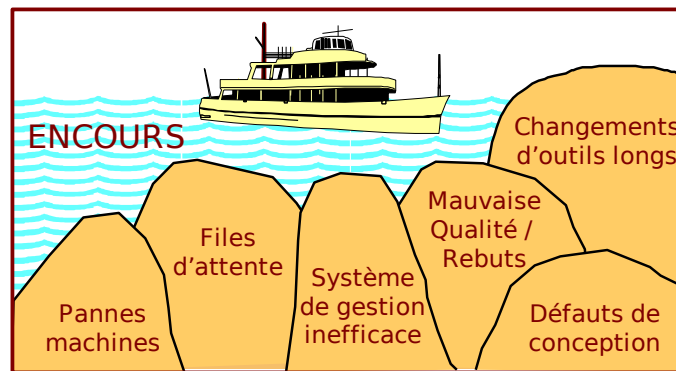
# On sous-estime l'impact des stocks sur les flux en termes de délai et leur effet anti-Kaizen

Plus l'encours d'un équipement est faible, plus le délai de fabrication est court :

- en effet, si on représente un équipement comme un bassin percé, plus le volume d'eau est faible, plus le délai avant lequel l'eau qui arrive du robinet sort du tuyau est court



Plus l'en cours est faible, plus il est facile de détecter les problèmes



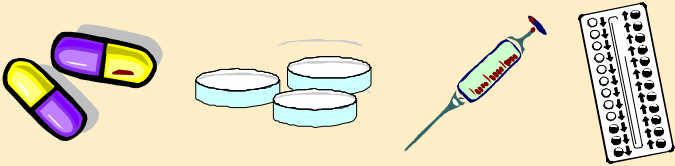


d. Données techniques


---

# Les données techniques

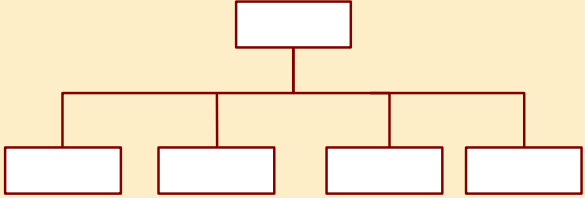
### Articles



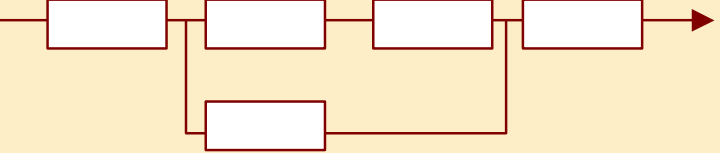
### Postes de travail



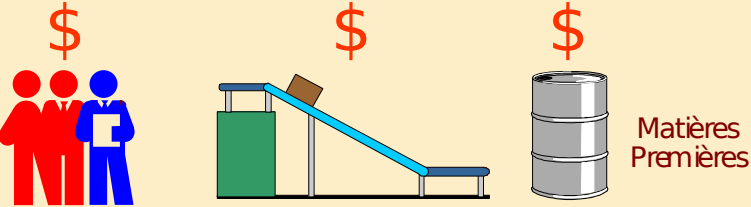
### Centres de coûts



### Gammes opératoires



### Nomenclatures



# Articles

Un article est avant tout une unité de gestion de stock. On définit comme articles les produits susceptibles d'être achetés, vendus ou tenus en stock :

– matières premières :



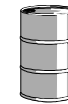
Stéarate



Eau pure



Glucose



Principe Actif

– articles de conditionnement :



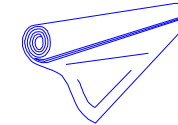
Aluminium



Cartons



Notices



PVC

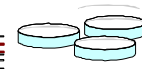
– produits finis :



Aspirine



– produits semi-finis stockables :

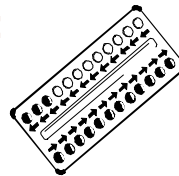


Comprimés



Seringues

Ne sont pas identifiés comme articles les produits intermédiaires (= les encours) non tenus en stock, comme par exemple :

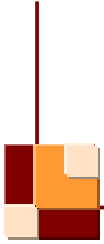


Blisters



Mélange pour fabrication des granulats





## Quelques précisions sur les articles

---

### Particularités possibles :

- gestion par lots :
  - traçabilité
  - gestion de statuts qualité (à contrôler, à rebuter, utilisable, ....)
- articles configurables : un article n'est pas repéré par son seul identifiant, mais par une série d'informations descriptives (une référence principale plus des caractéristiques techniques ou des options) :
  - exemple : dans une usine sidérurgique, il n'y a pas une référence article pour chaque tôle produite; une tôle doit être repérée par plusieurs critères (dimensions et qualité d'acier)
  - exemple : auto 406 / 1,5 litres essence / bleu métallisé / toit ouvrant / sièges cuirs / autoradio n°4

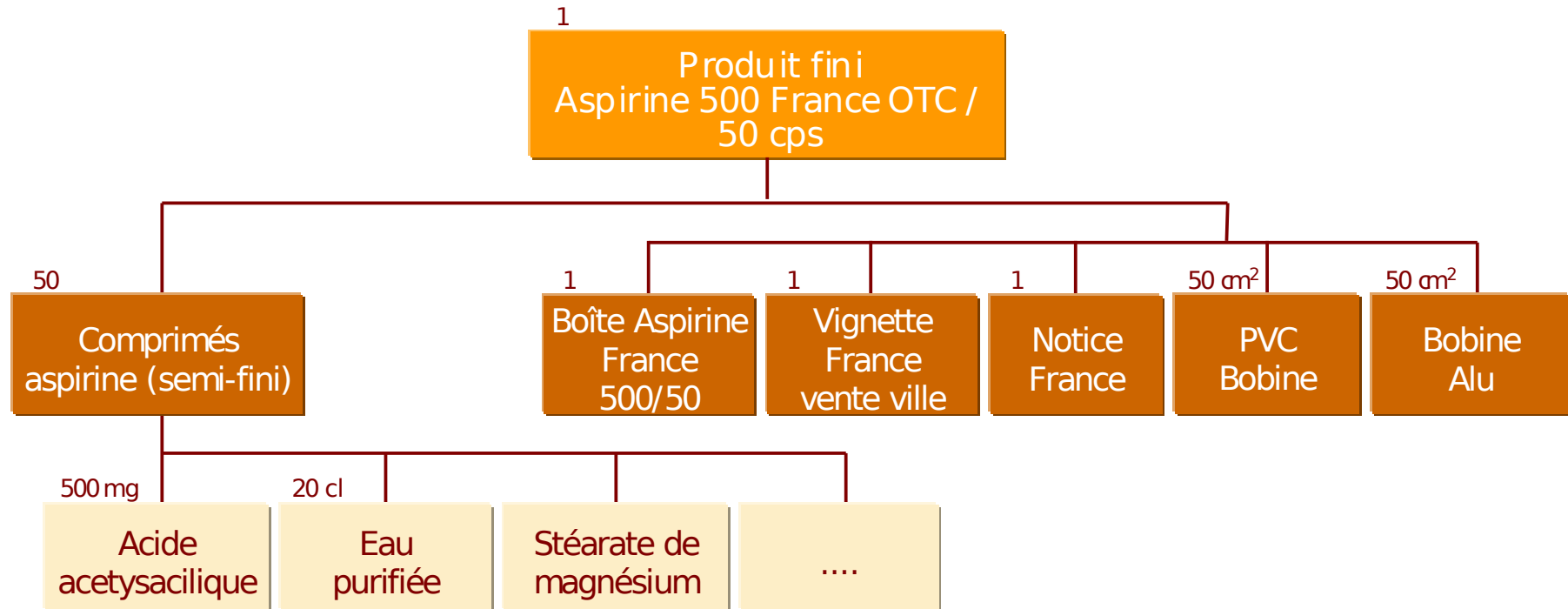
### Informations gérées au niveau de l'article :

- bureau d'étude : caractéristiques techniques
- stockage : unités de conditionnement, de manutention
- comptable : mode de calcul du coût (prix d'achat / prix de revient)
- logistique / flux : modalités de lancement (achat ou production, taille de lot, fréquence, ...)
- achat : catégorie d'achat, liens avec les données fournisseurs, ...
- vente : canaux de vente, mode de gestion des prévisions, ....



# Les nomenclatures décrivent les liens entre composants et composés

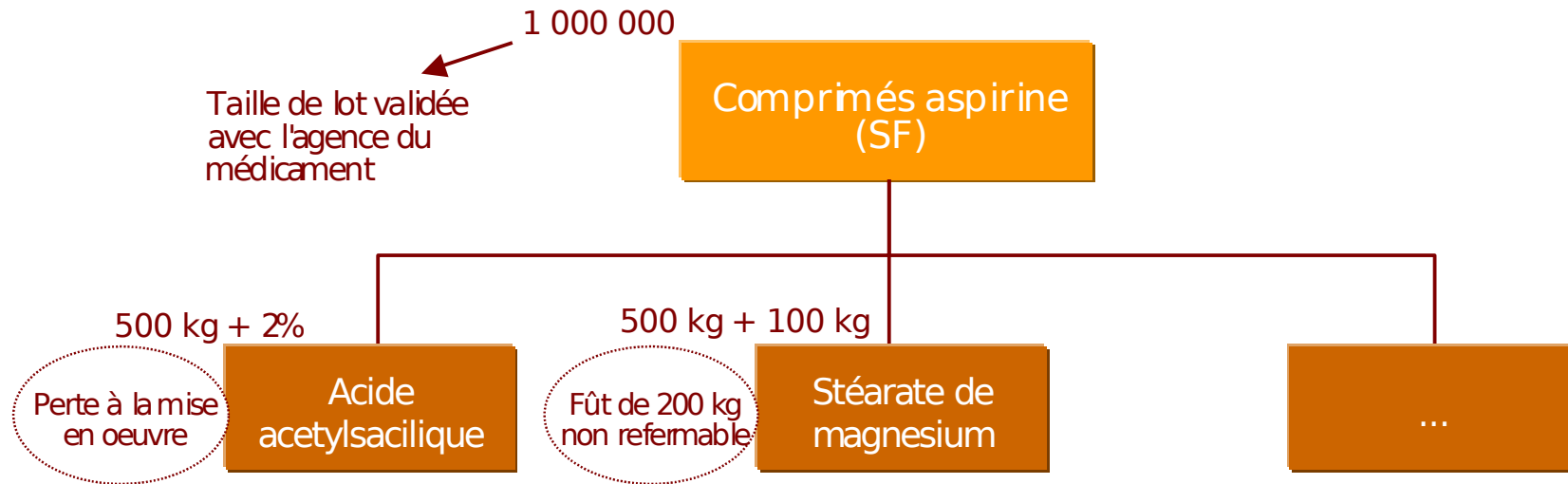
Une nomenclature peut-être appelée formule ou recette (en particulier pour agroalimentaire, pharmacie, parfum ...)



La nomenclature fait toujours référence à des articles identifiés en tant que tels, en particulier, le nombre de "niveaux" de la nomenclature dépend directement du nombre d'articles "semi-finis" (= encours) qui ont été définis



## Dans la pratique, la définition des nomenclatures intègre un certain nombre de contraintes industrielles



Remarque : une nomenclature de GPAO peut être différente des autres nomenclatures que l'on peut trouver en milieu industriel :

- nomenclature de développement / bureau d'études : la plus complète - quantités "théoriques"
- nomenclature de contrôle de gestion : qui ne contient que les matières dont on veut considérer la participation au coût direct du produit (ex : sans la visserie et les petites pièces, considérées comme des frais généraux)

De la même façon que pour les nomenclatures costing, les nomenclatures de GPAO peuvent exclure un certain nombre de petites pièces dont on gère l'approvisionnement en simple Kanban







## Les postes de travail sont la description des capacités de production de l'usine

---

Un poste de travail est caractérisé par :

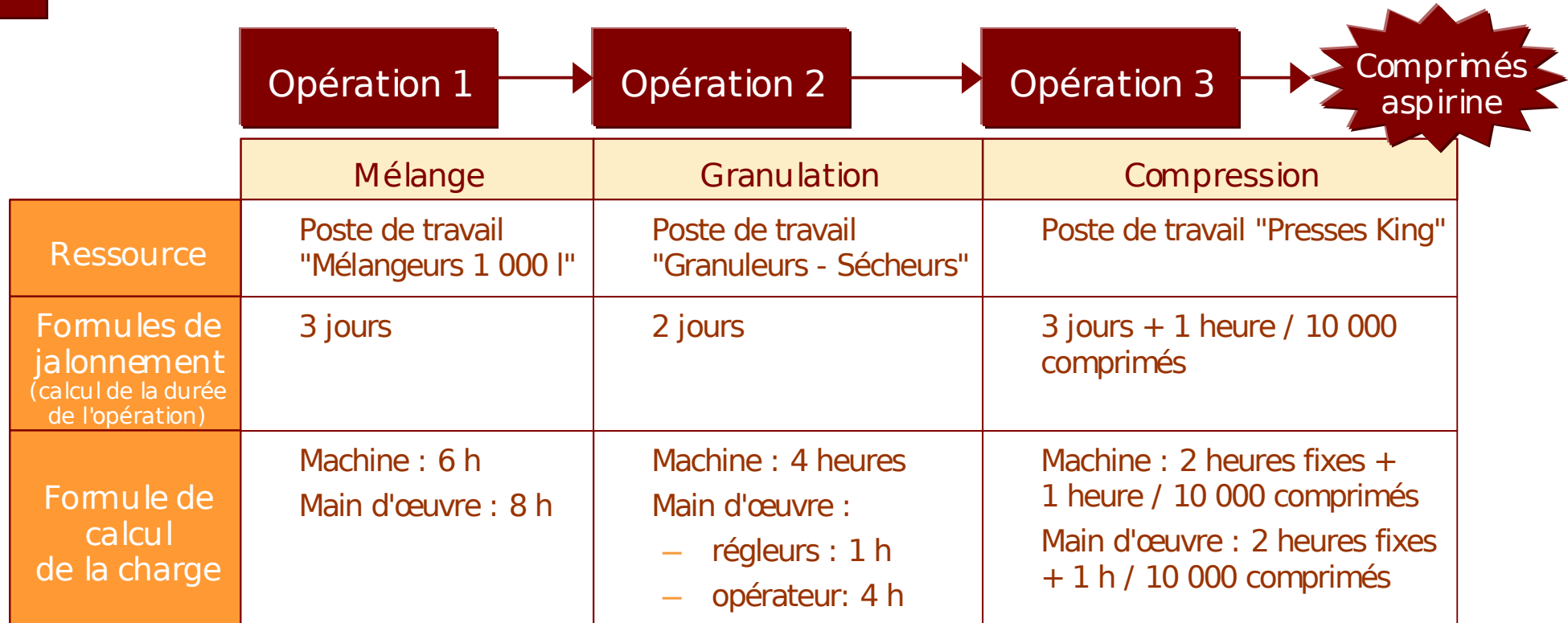
- des ressources : machines, équipements, main d'œuvre
- un calendrier d'activité : jours et horaires de disponibilité du poste de travail

La modélisation d'une usine en postes de travail doit permettre d'exprimer sa capacité :

- un poste de travail peut regrouper différents types de capacité :
  - capacité machine / capacité main d'œuvre
  - capacité machine / capacité opérateurs / capacité régleurs
- le découpage doit permettre :
  - d'identifier des capacités homogènes (ex : poste de travail "mélange" composés de 5 mélangeurs identiques ou interchangeables)
  - d'affecter simplement un poste de travail à une opération de gamme : si on distingue les 5 mélangeurs précédents en 5 postes de travail, lequel affecter ? Il faut savoir laisser une marge de manœuvre au terrain, pour optimiser l'utilisation des 5 mélangeurs identiques - on ne planifiera que l'activité "globale" des 5 mélangeurs et pas leur activité individuelle
- la capacité est de préférence exprimée en heures



# Une gamme opératoire sert à décrire l'enchaînement des opérations de production pour un article



Attention, une gamme de GPAO n'est pas un mode opératoire, elle a pour objectifs :

- de permettre le calcul du jalonnement
- de générer de la charge sur les postes de travail qui ont été définis

Le niveau de précision d'une gamme est donc directement en lien avec le niveau de découpage des postes de travail

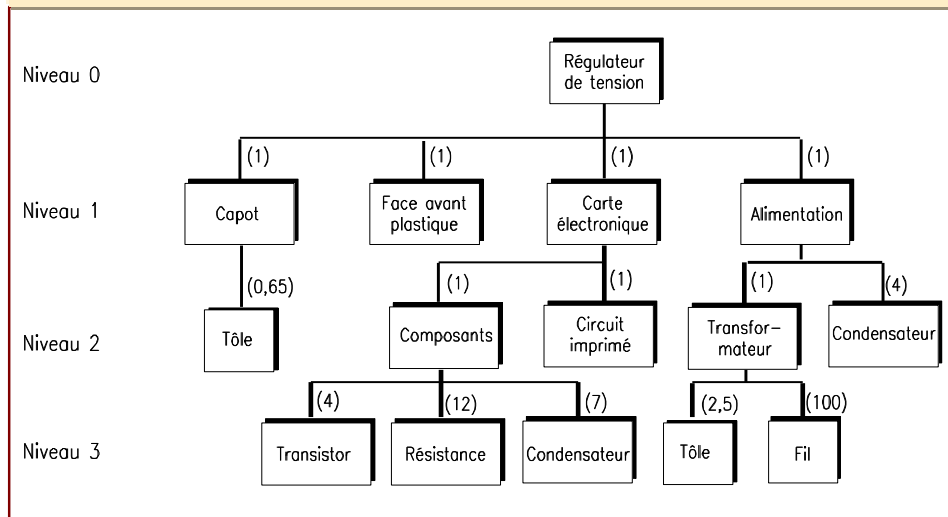


# Attention à bien différencier les 2 éléments que sont la Gamme et la Nomenclature

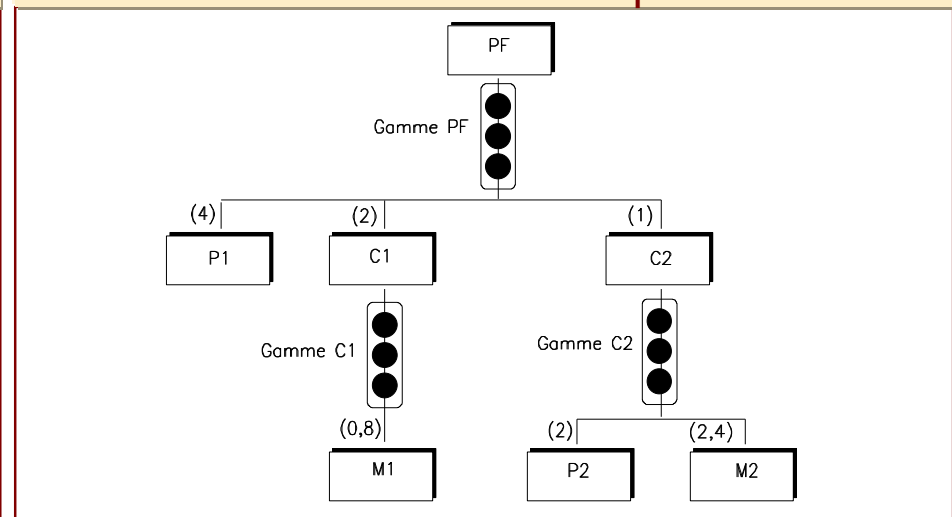
L'analogie de la recette de cuisine

- la nomenclature = la liste des produits nécessaires  
400g de farine, 200g de beurre, 6 tomates, ...
- la gamme = le processus de transformation  
faire revenir les légumes pendant 20 mn, mélanger le beurre et la farine, ...

La nomenclature décrit les composants utilisés dans l'élaboration d'un article



Les gammes de fabrication décrivent le processus d'élaboration des articles fabriqués





### III. Pilotage des flux

---



a. Pyramide de pilotage

---

# Pour gérer l'activité de l'usine, quatre niveaux de pilotage des flux sont nécessaires

Stratégie générale de l'entreprise sur long terme

Gestion à long terme selon les tendances des marchés et l'évolution de la concurrence

PIC

Détermination des délais de livraison des commandes

Gestion du moyen / long terme pour ajustement majeur des capacités de production et approvisionnements critiques (embauches, nouvel atelier, ...)

Plan directeur de production

Propositions de lancement des commandes dans l'usine et calcul des charges et des besoins (MRP)

Ajustements mineurs (intérimaires, sous-traitance, ...) des capacités et passation des commandes aux fournisseurs

Planification

Gestion de l'écoulement du flux physique

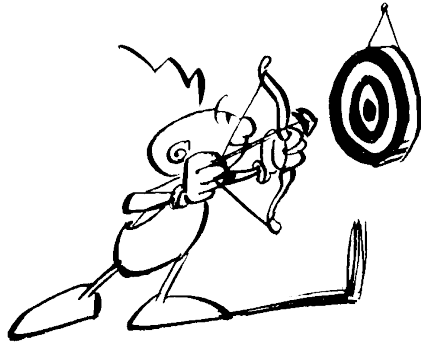
Réaction aux aléas

Affectation des ressources et gestion des priorités des commandes

Suivi de production / Ordonnancements locaux



## Les enjeux d'un système de planification réussi



Piloter l'organisation des flux par rapport aux commandes et aux prévisions

Respecter les besoins clients dans les délais fixés

Assurer un emploi optimal des ressources et maîtriser les variations de flux et de charge

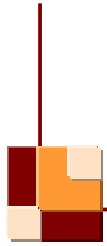
Suivre l'exécution de la production

Donner une visibilité sur l'avancement des commandes

Réduire des coûts et des délais de production

Maîtriser les flux d'approvisionnements





## A chaque niveau : des horizons, des mailles, et une périodicité

---

### Des horizons :

- période de temps prise en compte
- en général décomposés en deux types : figé (il est trop tard pour le modifier) et libre (les charges et les capacités peuvent encore varier)

### Des mailles :

- le niveau de détail du traitement du temps : le mois, la semaine, le jour
- on utilise souvent deux mailles (une maille plus fine pour le début de l'horizon)

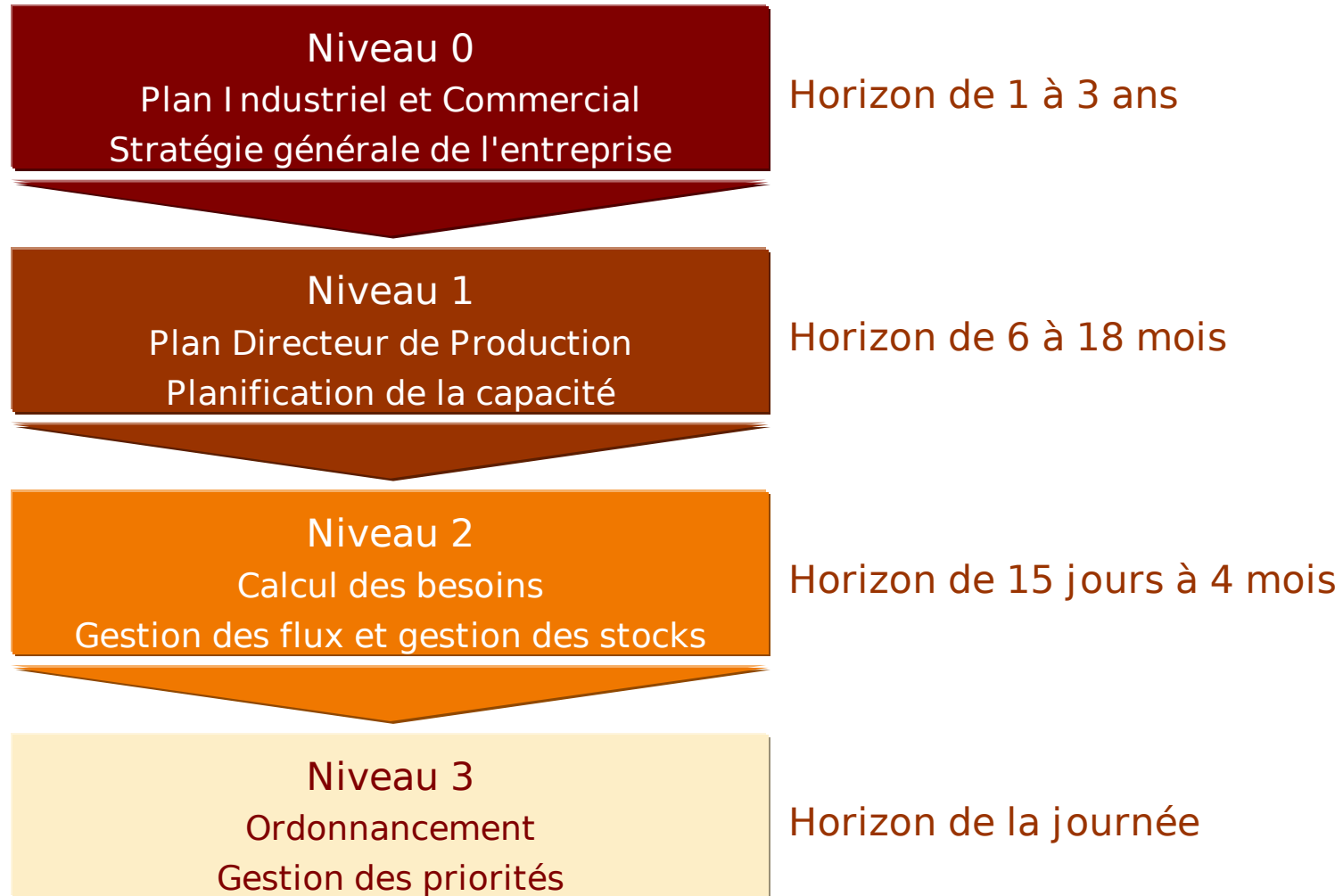
### Une périodicité de mise à jour :

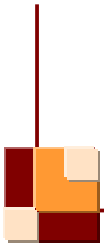
- une fréquence normale (le mois, le jour, ...) et la possibilité de faire une MAJ exceptionnelle en cas de problème



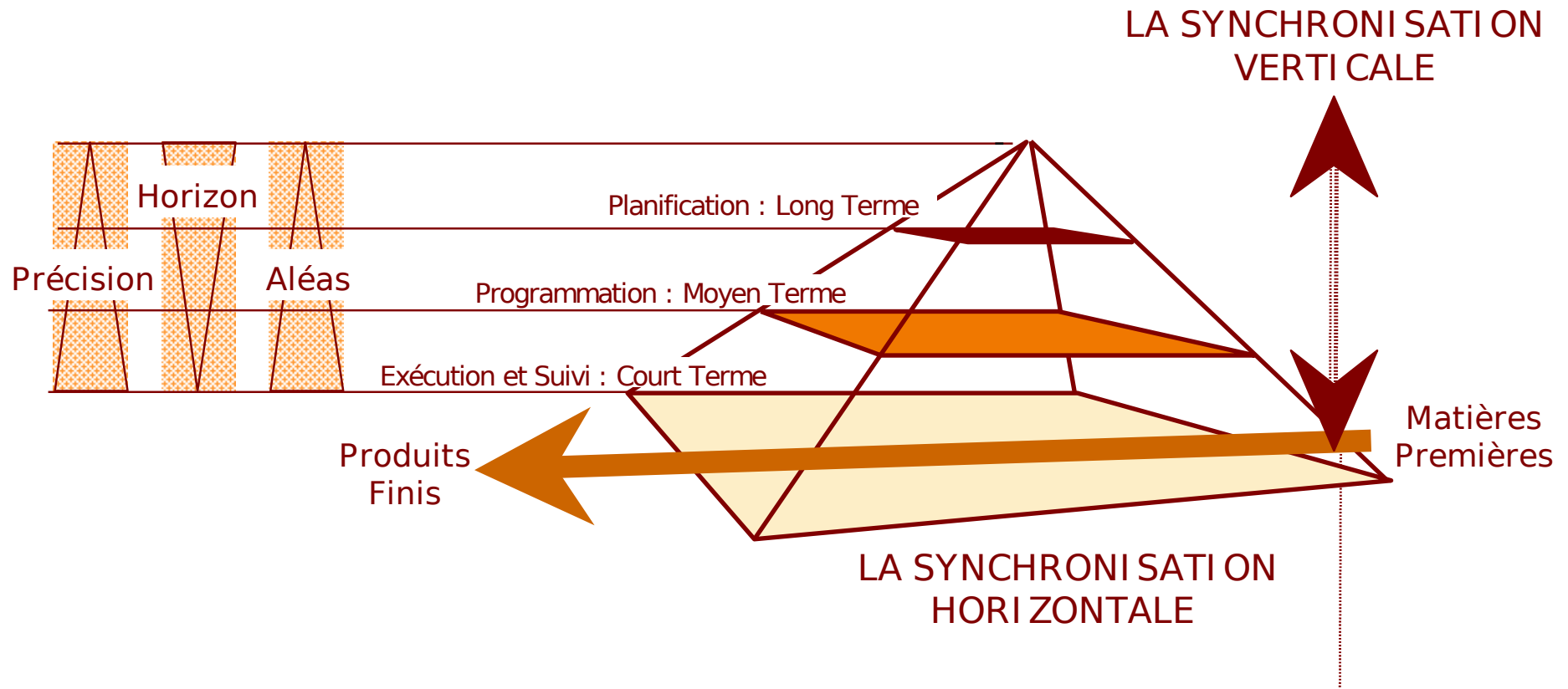


# Du long terme au quotidien : de la stratégie de l'entreprise à l'ordonnancement





# La pyramide de pilotage : un outil de modélisation





## Un peu d'anglais ...

---

PIC : Plan Industriel et Commercial

- SOP : Sales and Operations Planning

PDP : Plan Directeur de Production

- MPS : Master Production Schedule

Planification :

- MRP : Material Requirement Planning

Ordonnancement :

- Shopfloor Planning

Exécution :

- MES : Manufacturing Execution System

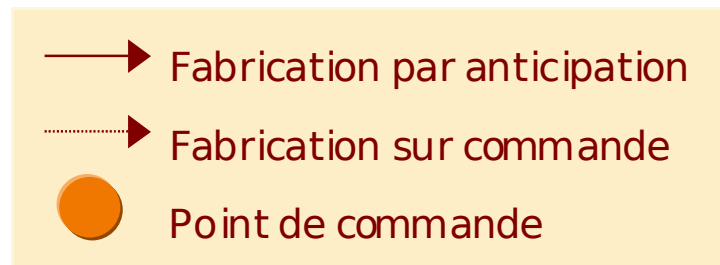
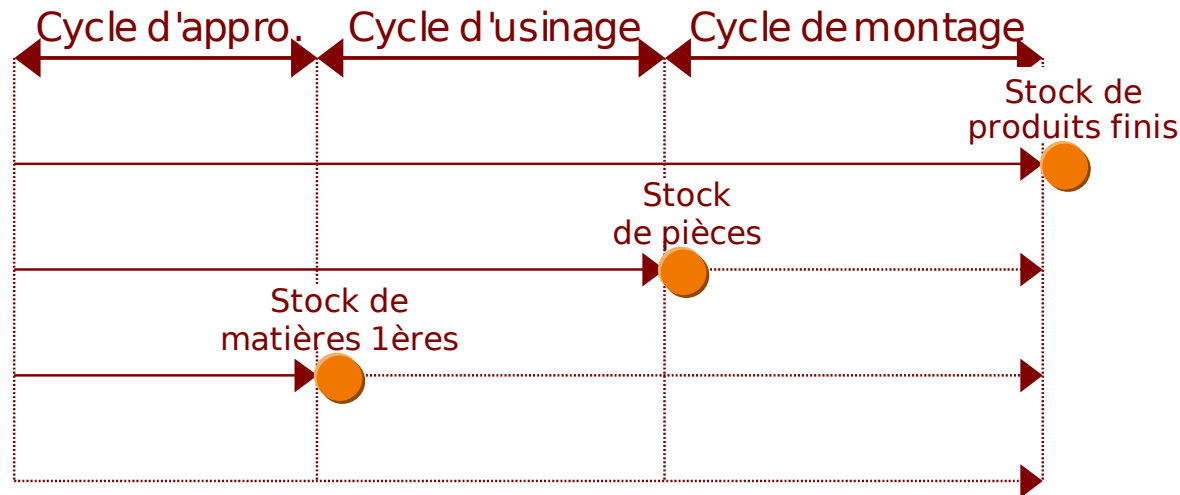




b. Point de commande

---

# Le point de commande constitue le moment dans le flux où l'on a la connaissance de la commande ferme du client



Délai de livraison	Type de production
Nul	Production sur stock
= cycle de montage	Assemblage à la commande
= cycle d'usinage + cycle de montage	Fabrication à la commande
= cycle d'appro. + cycle d'usinage + cycle de montage	Appro. et production à la commande

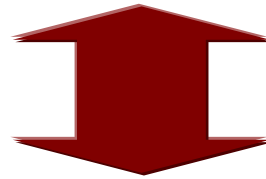
Le point de commande (ou d'affectation) peut être différent d'une famille de produits à une autre



C'est le besoin du client qui définit le délai entre la passation de la commande et la livraison attendue du produit

Cycle client > cycle industriel :

- pas de tension sur les délais
- pas de nécessité d'optimisation des délais
- pas d'avance financière



Cycle industriel > cycle client :

- nécessité de servir le client à partir d'un stock
- nécessité de faire des prévisions
- difficultés de tenue des délais
- obligation d'engager des frais avant la commande client





## c. Planification des flux

---



1. PIC et Plan directeur de production

---



# Le Plan Industriel et Commercial : un niveau de gestion rarement assez formalisé et quantifié

RÉFÉRENTIEL LONG TERME	
<b>STRATÉGIE</b>	<b>PRÉVISIONS</b>
Mes clients - mes produits Mes priorités stratégiques Quelle production ? Quelle politique commerciale ? Ma structure d'exploitation	Prévisions de marchés : <ul style="list-style-type: none"><li>– mes parts de marché</li><li>– tendances sur les familles</li></ul> Évolutions technologiques : <ul style="list-style-type: none"><li>– procédés de fabrication</li><li>– facteurs clés du secteur</li><li>– structures de coûts standards</li></ul>
<b>INDUSTRIEL</b>	<b>FINANCIER</b>
Stratégie sur les flux et le service clients Politique de moyens industriels Organisation industrielle cible	Structure des actifs immobilisés : moyens industriels, RH, stocks, ...  Structure des coûts directs : machines, RH, apports et sous-traitance





## Le Plan Directeur de Production : clairement indispensable mais plutôt rare

---

Gestion du moyen/ long terme (horizon de l'ordre de l'année)

Vise à s'approcher de l'équilibre entre les charges et les capacités :

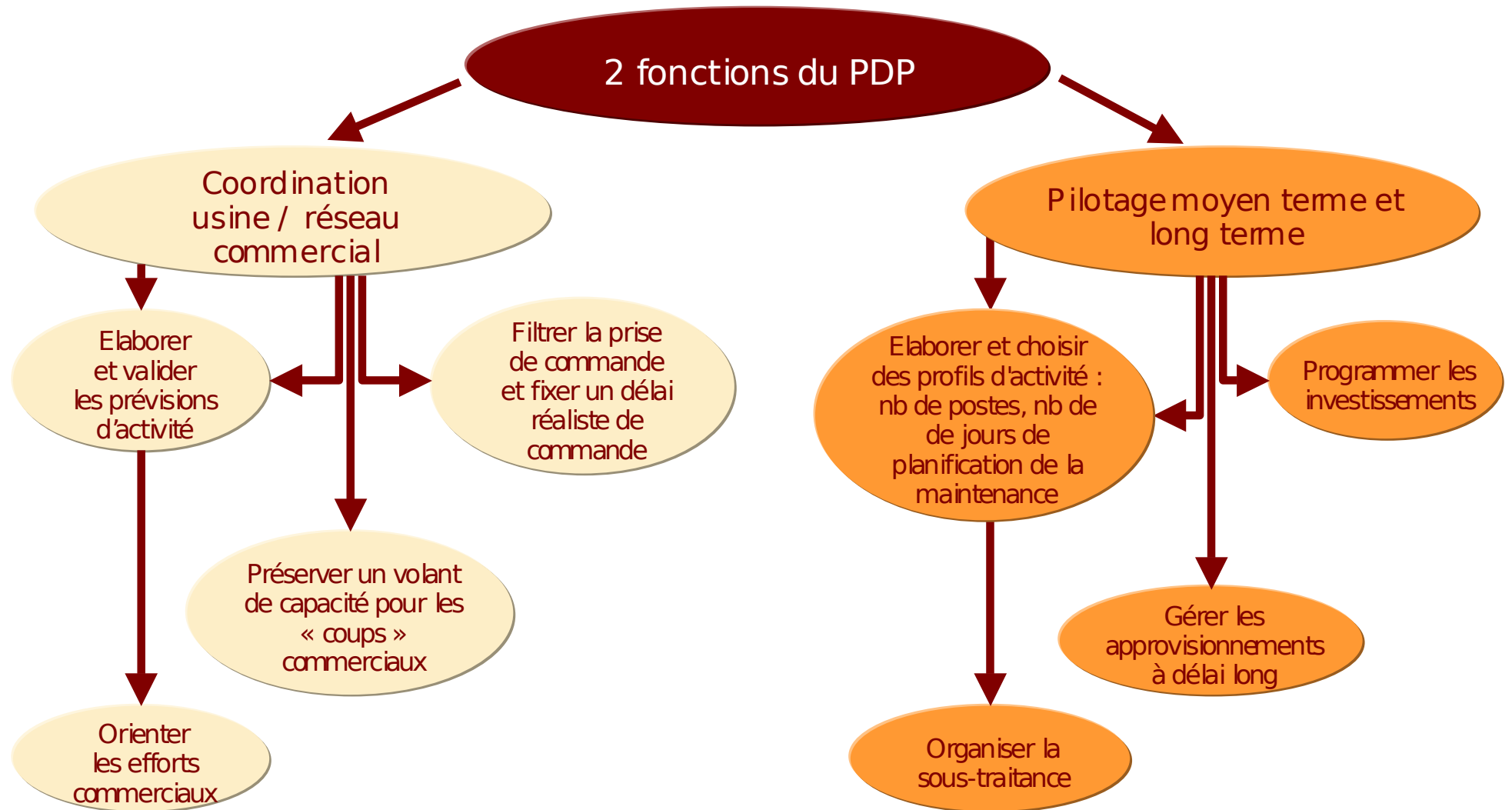
- évaluation des charges représentées par les prévisions de vente
- comparaison par rapport aux capacités disponibles
- ajustement par actions sur les capacités et/ou les charges

Un outil vital mais rare (25% des entreprises de plus de 500 personnes)

Souvent confondu avec le budget

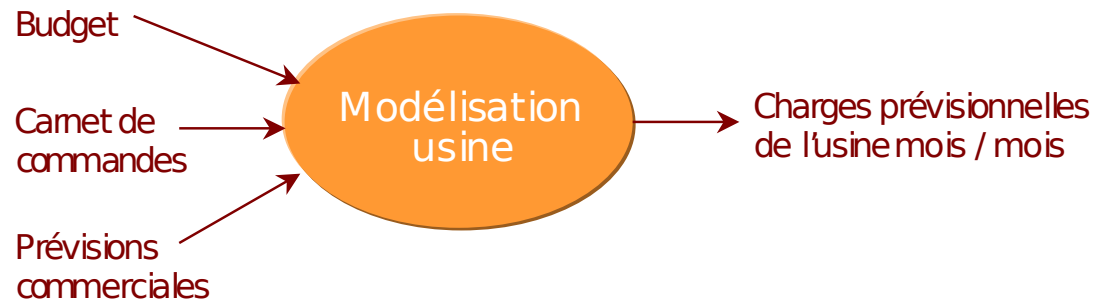


# Les 2 fonctions du PDP : assurer la coordination entre l'usine et le réseau commercial et piloter l'entreprise à moyen/ long terme



## La fonction pilotage à moyen et long terme de l'entreprise est réalisée en anticipant sur l'avenir (1/2)

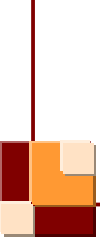
Le but du PDP est alors de surveiller, dans une perspective à long terme (12 à 18 mois), l'adéquation des capacités de l'usine avec ses charges prévisionnelles :



Un dialogue entre les commerciaux et les producteurs est instauré, afin d'anticiper les décisions à prendre :

- où en est-on de la prise de commandes par segment ?
- en cas de surcharge ponctuelle, quelles actions sont entreprises (anticipation d'une partie de la charge, proposition d'étalement de livraison pour des grosses commandes, augmentation de la capacité en interne ou en externe, freinage de l'activité commerciale) ?
- peut-on aider à moduler l'activité commerciale (par exemple, si le carnet est très rempli dans 5 mois sur une famille commerciale, serait-il d'un intérêt commercial de limiter les entrées sur les produits, qui appartiennent à peu près aux mêmes familles techniques) ?





## La fonction pilotage à moyen et long terme de l'entreprise est réalisée en anticipant sur l'avenir (2/2)

---

La fonction Anticipation permet de ne pas subir d'à-coup dans le fonctionnement du filtre de commandes en scrutant le carnet commercial sur toute sa durée :

- par exemple, si le carnet est plein en mai, mais qu'il reste beaucoup de capacité en avril, le modèle de filtre de commandes indique qu'on peut prendre des commandes avec des délais en avril
- mais lorsque la charge d'avril sera devenue égale à la capacité, le modèle indiquera subitement des délais pour juin (puisque mai est déjà plein)
- pour éviter de subir ces à-coups, il est nécessaire de scruter le carnet commercial sur toute sa durée

**Ce pilotage peut être effectué à partir d'une modélisation très simple de l'usine, construite autour d'une dizaine de familles de produits et de ressources**



# Cette fonction de pilotage permet de faire des ajustements sur les charges et les capacités

## ACTIONS SUR LES CHARGES

Fabrication anticipée des produits :

- si possible, constitution de stocks pendant les périodes de faibles ventes, et écoulés dans les périodes de forte vente

Modification des prix de vente (soldes en période creuse)

En cas de saisonnalité, recherche éventuelle d'une autre activité complémentaire à saisonnalité inversée

Nota : le phénomène de pic de ventes en fin d'année (Noël) a tendance à prendre de l'ampleur et à gagner de plus en plus de produits. Exemple : les téléphones.

## ACTIONS SUR LES CAPACITÉS

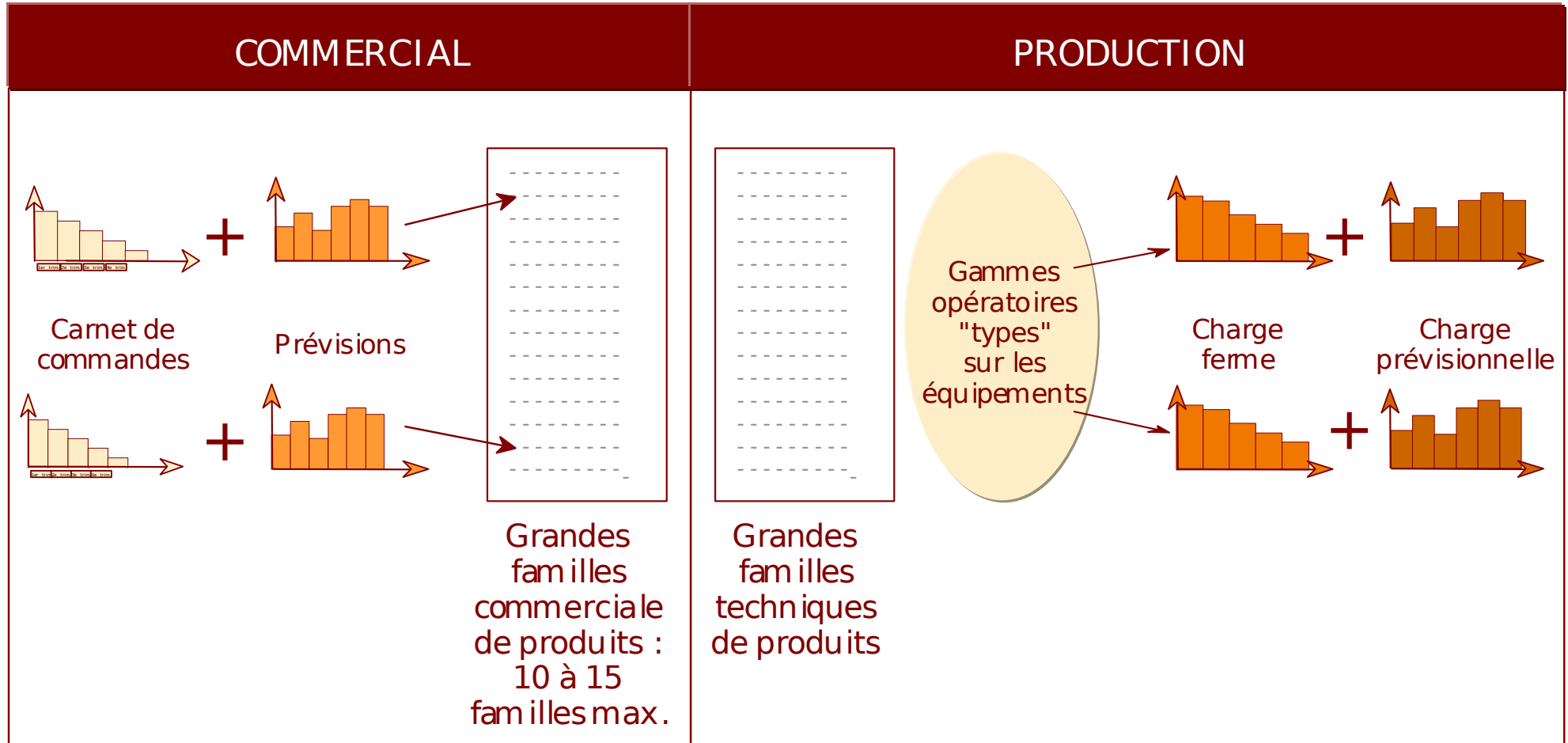
Ressources Main-d'oeuvre :

- modification des horaires de travail
- négociation des périodes de congé
- équipes supplémentaires
- appel à du personnel intérimaire
- développement de la polyvalence
- Appel à la sous-traitance

Ressources Machine :

- acquisition de nouveaux matériels
- développement de la flexibilité
- amélioration de la fiabilité
- diminution des temps de réglage
- maintenance préventive en périodes creuses

# Le PDP est également un outil de dialogue entre l'usine et les commerciaux ...



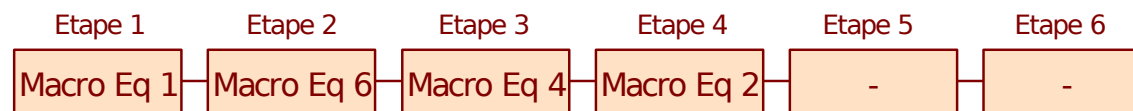


## ... qui se base sur des macro-gammes ...

---

Une macro-gamme est un enchaînement d'étapes de production, qui décrit les macro-équipements utilisés pour fabriquer les produits d'une famille technique donnée :

- une macro-gamme est le résumé des grandes étapes de production alors qu'une gamme comprend tout le détail des opérations de production
- la macro gamme doit essentiellement gérer les ressources critiques de l'usine (celles qui sont structurellement le plus saturées)
- à chaque étape est associé un macro-équipement de production, c'est-à-dire un ensemble d'équipements similaires présentant une capacité globale pour la réalisation d'une macro-étape

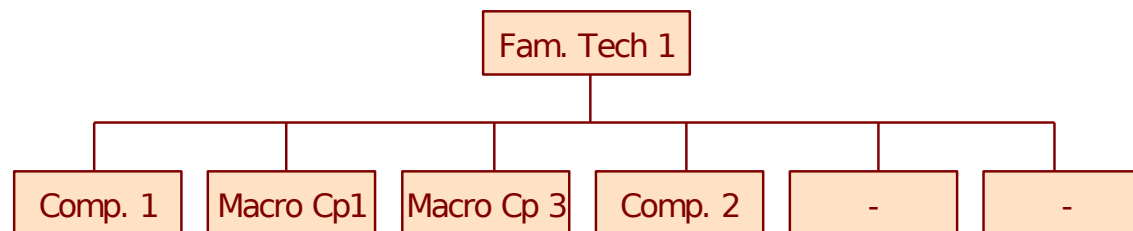




## ... elles-mêmes établies sur des macro-nomenclatures afin d'estimer les charges de l'usine

Les macro-nomenclatures décrivent les composants critiques nécessaires à la production des produits d'une famille technique donnée :

- ces composants critiques sont ceux qu'il est difficile d'obtenir, pour des raisons de délais d'approvisionnement, de capacité des fournisseurs, ou autres contraintes logistiques. Ce peut être aussi des matières premières chères, sur lesquelles il est possible de spéculer
- il peut être nécessaire de regrouper des composants en "macro-composants" pour être à même de décrire les macro-nomenclatures





## Le PDP doit reposer sur une modélisation simple de l'usine pour déterminer des dates de mise à disposition des produits

---

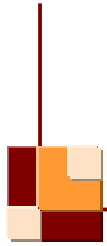
La mise en œuvre de cet outil peut être effectuée de manière simple sur un logiciel micro du type Excel :

- on travaille sur une dizaine de familles de produits et une dizaine de ressources critiques
- la charge prise en compte est celle représentée par :
  - l'en-cours de production
  - le carnet non lancé
- on charge les outils à capacité finie, en préservant éventuellement une réserve de capacité pour les coups commerciaux
- la mise à jour du modèle se fait :
  - en temps réel à l'arrivée d'une commande
  - au cours d'une réunion mensuelle pour valider les paramètres d'activité

La réussite de cet outil repose sur quelques principes importants :

- le modèle doit être simple
- la performance des différents acteurs doit être suivie via des indicateurs :
  - respect des délais à la prise de commande, et en production
  - qualité des prévisions





## Le PDP : surtout un problème d'organisation

---

Le mécanisme est relativement simple

- il faut savoir rester simple (un nombre restreint de familles de produits et de ressources critiques) pour ne pas créer un modèle opaque et non-maîtrisé
- il faut donc accepter de prendre des décisions avec un modèle synthétique qui est nécessairement approximatif

La mise en œuvre visant à créer un dialogue entre deux fonctions très cloisonnées se heurte surtout à des problèmes d'organisation. En effet, un PDP oblige :

- le directeur commercial à faire et publier des prévisions de ventes et à arbitrer entre deux commandes
- le directeur de production : à s'engager sur un niveau de production et à expliciter sa flexibilité en volume globale et en mix produits (“je peut augmenter ma capacité de 20% avec un préavis de 3 semaines”, “je peut faire soit 100t de A et 100t de B ou 150t de A et 20t de B”)
- un bon PDP peut parfaitement être géré avec un tableur sur micro-ordinateur
- l'informatique pourrait aider dans la synthétisation des informations ainsi que leur explosion, cependant en pratique les outils proposés sont rares et peu performants
- les ordinateurs étant capables de gérer des modèles très complexes, les industriels ont tendance à développer des modèles trop sophistiqués





## Le talon d'Achille : trouver un langage commun à la production et aux ventes

---

Un PDP requiert plusieurs éléments :

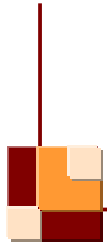
- les commerciaux doivent pouvoir y traduire leurs prévisions de ventes
- la production doit pouvoir y représenter ses contraintes
- problème :
  - une usine avec 2 machines : une pour les gros produits et une autre pour les petits produits
  - un réseau de vente qui connaît deux gammes de produits ; le haut de gamme et le bas de gamme (quelle que soit la taille)
  - quel modèle dans le PDP ?
- il faut faire vivre la structure du PDP
- on doit être capable de :
  - remettre en cause les ressources critiques
  - faire évoluer la définition des familles
  - réduire progressivement l'horizon, la maille et la périodicité





## 2. Planification

---



## Les enjeux d'un système de planification

---

Les enjeux d'un système de planification réussi :

- piloter l'organisation des flux par rapport aux commandes et aux prévisions
- respecter les besoins clients dans les délais fixés
- assurer un emploi des ressources optimal et maîtriser les variations de flux et de charge
- suivre l'exécution de la production
- donner une visibilité sur l'avancement des commandes
- réduire des coûts et des délais de production
- maîtriser les flux d'approvisionnements

La planification est l'outil de gestion du moyen terme

Il est très répandu et très rarement maîtrisé



## Deux modes de programmation : la programmation au plus tard et la programmation au plus tôt

### PROGRAMMATION AU PLUS TÔT OU VERS L'AVANT

Un jalonnement partant de la date de la première disponibilité de la ressource : on planifie la première opération, puis la seconde, ...



### PROGRAMMATION AU PLUS TARD OU VERS L'ARRIÈRE

Un jalonnement partant du besoin client : on planifie la dernière opération, puis l'avant dernière, ...





## Vers l'avant ou vers l'arrière ?

	AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
AU PLUS TÔT (VERS L'AVANT)	Assure l'utilisation court terme des équipements	Augmente les en-cours Peu flexible en cas de commandes urgentes, d'aléas
AU PLUS TARD (VERS L'ARRIÈRE)	Privilège du temps libre à court terme Meilleure affectation des capacités aux besoins Minimise les en-cours et réduit les temps de cycle	Pas toujours de solution possible (date de lancement antérieure à la date du jour)

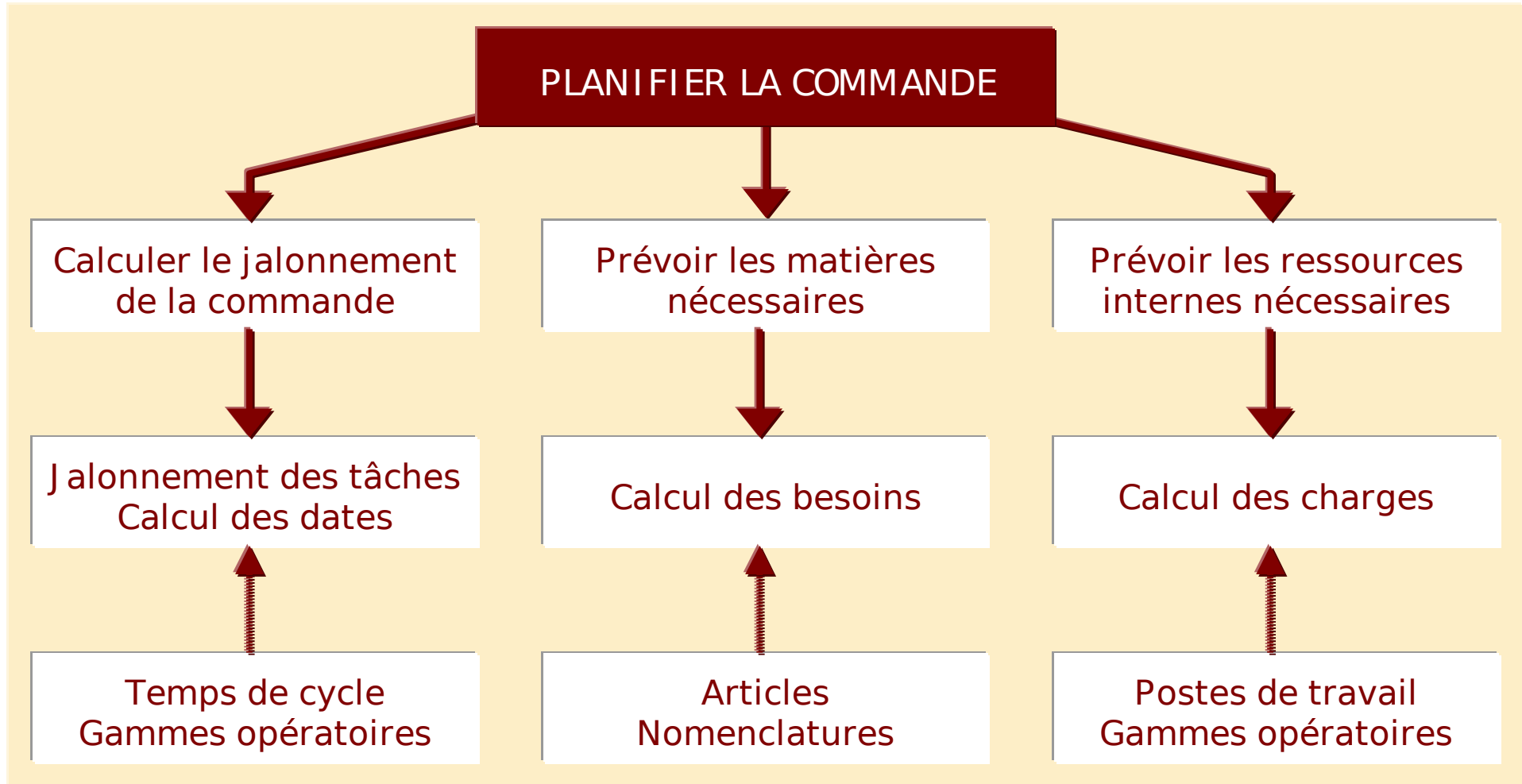
La procédure classique est souvent un chargement mixte : chargement au plus tard, puis chargement au plus tôt en cas de retards / surcharges (avec simulation du retard prévisible)

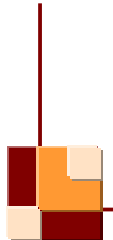






## Planification : MRP (Material Requirement Planning)

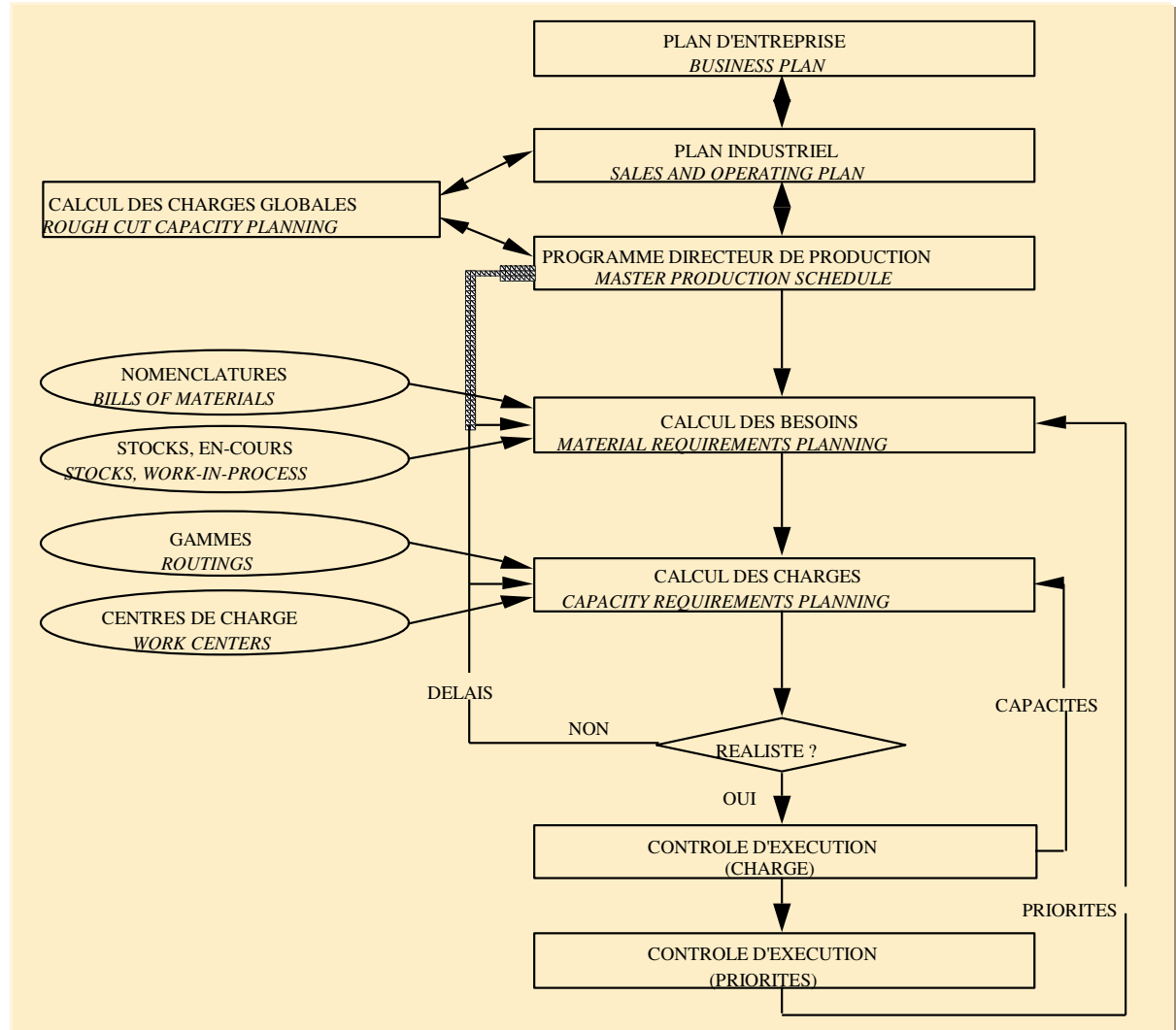




# Jargon : MRP, MRP 2, MRP 3, ...

MRP ou Material Requirements Planning :

- MRP 1 = Material Requirements Planning = Calcul des Besoins Nets (CBN)
- MRP 2 :  
Management of Resources Planning = Management des Ressources de Production  
MRP 2 = MRP 1 + autres fonctions (PDP, comptabilité, gestion du Personnel, ordonnancement, ...)
- MRP 3 ou ERP : Enterprise Resources Planning





## Le MRP ou CBN est une méthode de gestion de production consistant à calculer les besoins nets en matières jalonnés dans le temps

---

Elle part de la constatation que les besoins des niveaux inférieurs des nomenclatures sont liés directement aux besoins des niveaux supérieurs (besoins liés)

Pour produire une voiture il faut : 1 moteur, 4 portes, ...

Elle tient compte des stocks existants à tous les niveaux

Elle tient compte, dans le jalonnement des besoins, des cycles de fabrication de chaque pièce

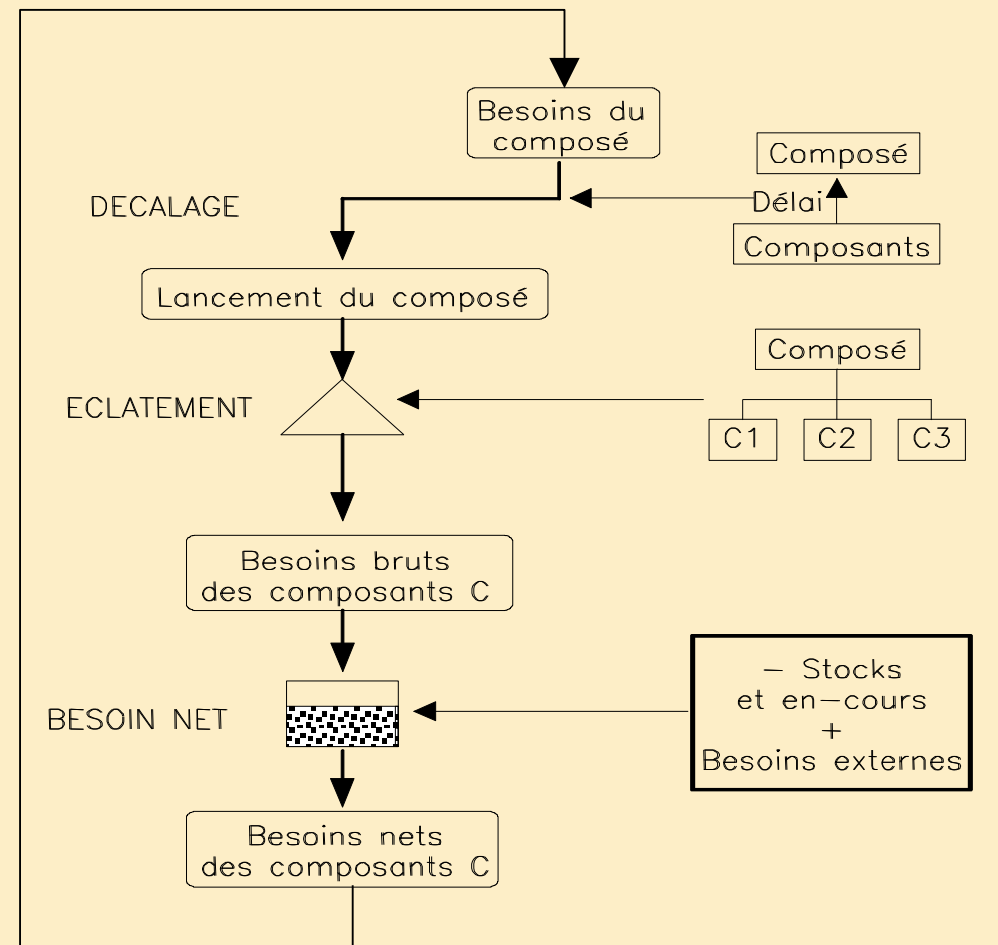
Elle suppose que la capacité requise est disponible

Elle se situe donc en aval du plan directeur



## A chaque niveau, la procédure de calcul MRP est la suivante ...

1. On avance le besoin du composé dans le temps en fonction de la longueur du cycle de fabrication pour le placer à la date de lancement
2. On éclate les besoins du composé pour obtenir les besoins bruts de chacun de ses composants
3. Pour chaque composant, on regroupe les éventuels autres besoins à la même date
4. On soustrait les stocks et les en-cours, on obtient ainsi le besoins net daté
5. Les besoins nets deviennent les besoins bruts du niveau inférieur. On recommence la procédure jusqu'au plus bas niveau



## Le lissage de la charge avec le CRP ... un exercice quasi impossible

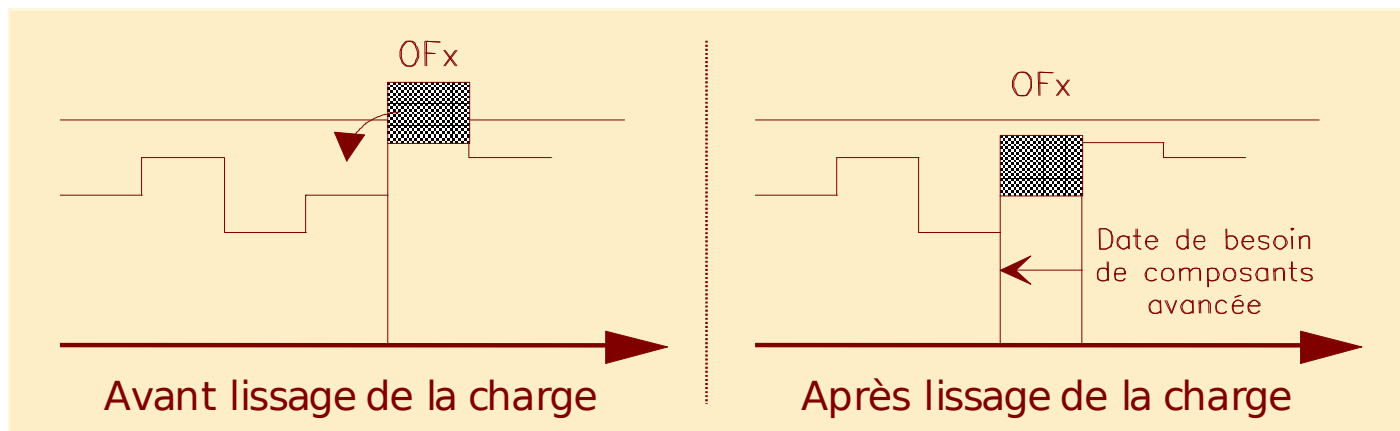
A la suite de la procédure MRP il faut :

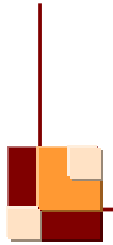
- recalculer les charges (CRP = Capacity Requirements Planning ou Calcul du Besoin en Capacité) sur chacun des postes
- vérifier qu'elles sont compatibles avec les capacités effectives, sinon ajuster les capacités ou tenter de décaler des ordres

Exemple : Charge hebdomadaire de 105% , 23, 119, 51, 197, 106, 19, 54, 270, 65% OK ?

L'équilibre charge/ capacité est d'autant plus difficile à obtenir du fait des sources internes de pics de charges :

- les commerciaux qui transmettent leur commandes 1 fois par semaine ou par mois
- des ré-appr. de stocks qui sont tous prévus pour le même jour dans le mois
- des pics de fin de mois du fait d'objectifs de performances mensuelles
- des tailles de lots excessives (cependant économiques)





## Les règles de lotissement et de groupage sont nombreuses

---

### Règles les plus courantes

- lot pour lot :
  - pas de groupage
- quantité économique :
  - formule de Wilson
- période économique :
  - regroupement des besoins sur un horizon donné
- coût moyen par période (Silver & Mead) :
  - groupages successifs sur 1, 1+2, 1+2+3 ... périodes
- optimisation Wagner et Within :
  - toutes combinaisons : 1, 2+3, 4...

Valable en interne (production) et en externe (achats & distribution)





## Danger : la spirale infernale

La mise en oeuvre du MRP ne constitue pas la panacée

Elle est lourde et complexe

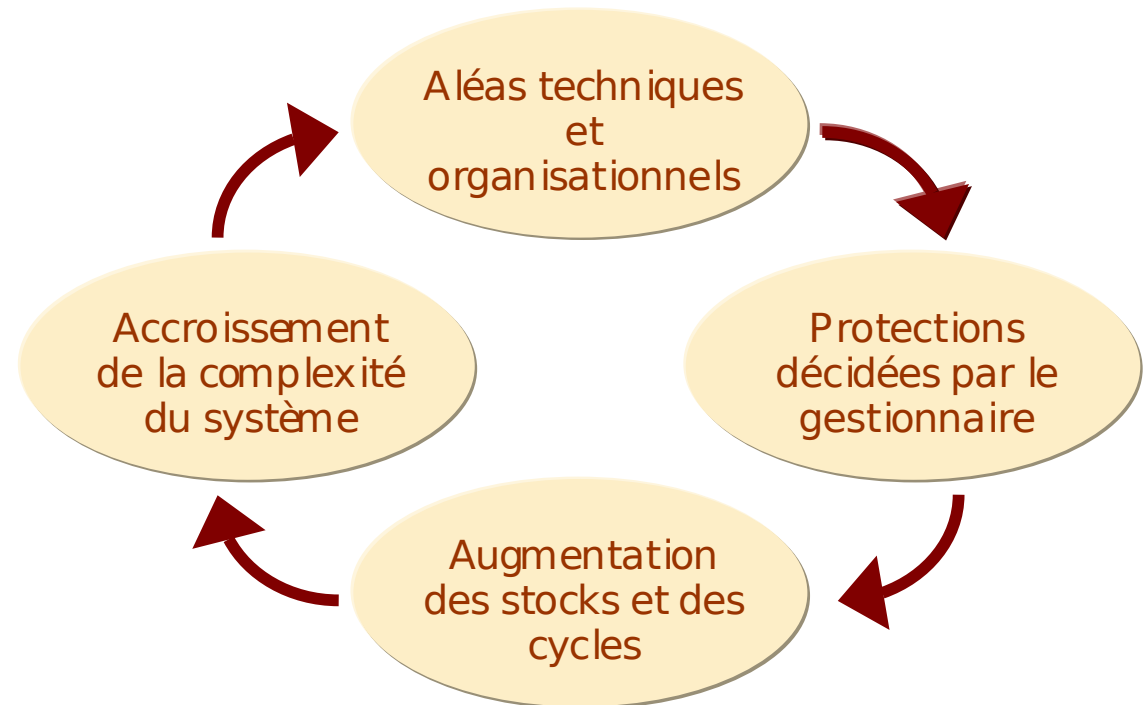
Si les aléas ne sont pas maîtrisés :

- prévisions erronées
- taux de rebut élevé
- pannes machine
- délais de livraison non respectés

le gestionnaire de production aura tendance à se protéger par :

- des stocks de sécurité
- des décalages allongés
- des lancements trop importants

Cela aura pour effet d'augmenter la complexité du système



## L'apport de l'informatique au calcul des besoins : tout à la fois indispensable et insuffisant



L'utilisation d'un ordinateur est indispensable en vue des volumes de calculs qui sont nécessaires

Mais l'hypothèse de la capacité infinie des ressources rejette trop de travail sur les gestionnaires

Les problèmes proviennent aussi du paramétrage des systèmes (règles de taille de lots et définition des temps inter-opérateurs)

Nota : presque tous les progiciels (+ de 95% ) emploient le même algorithme MRP/ CBN







### 3. Ordonnement

---



## L'ordonnancement

---



L'ordonnancement gère le court terme

Trop souvent l'ordonnancement doit pallier aux insuffisances des couches de pilotage supérieures



# L'ordonnancement constitue la "couche basse" de la pyramide de pilotage, et recouvre la problématique de gestion des flux physiques

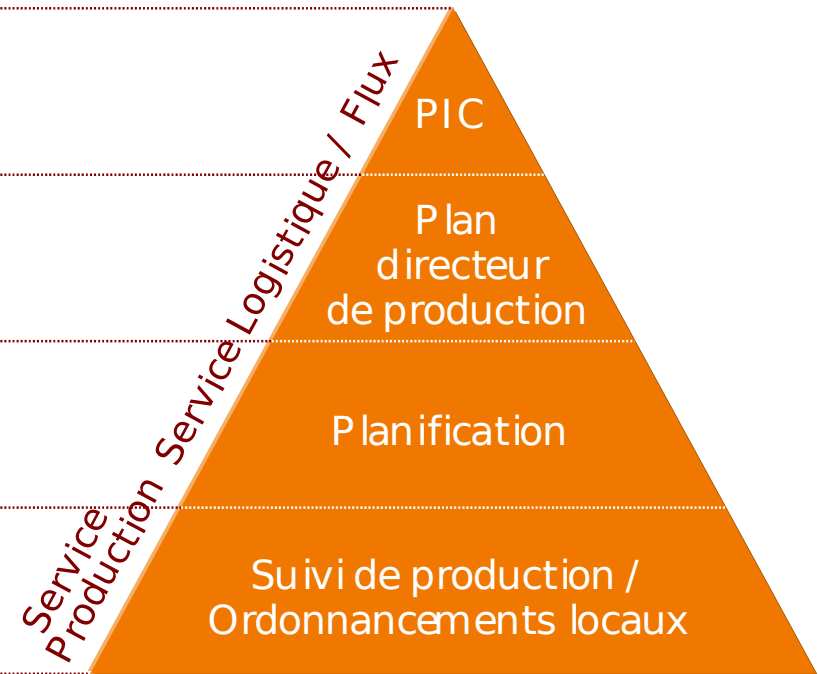
## Niveaux de pilotage et objectifs associés

Ai-je la bonne implantation, la bonne infrastructure pour soutenir ma stratégie ?

Ma charge est-elle en adéquation avec ma capacité ?  
Pour quel délai prendre de nouvelles commandes ?

Quand lancer quels travaux de production ?  
Quel jalonnement pour les commandes du carnet ?

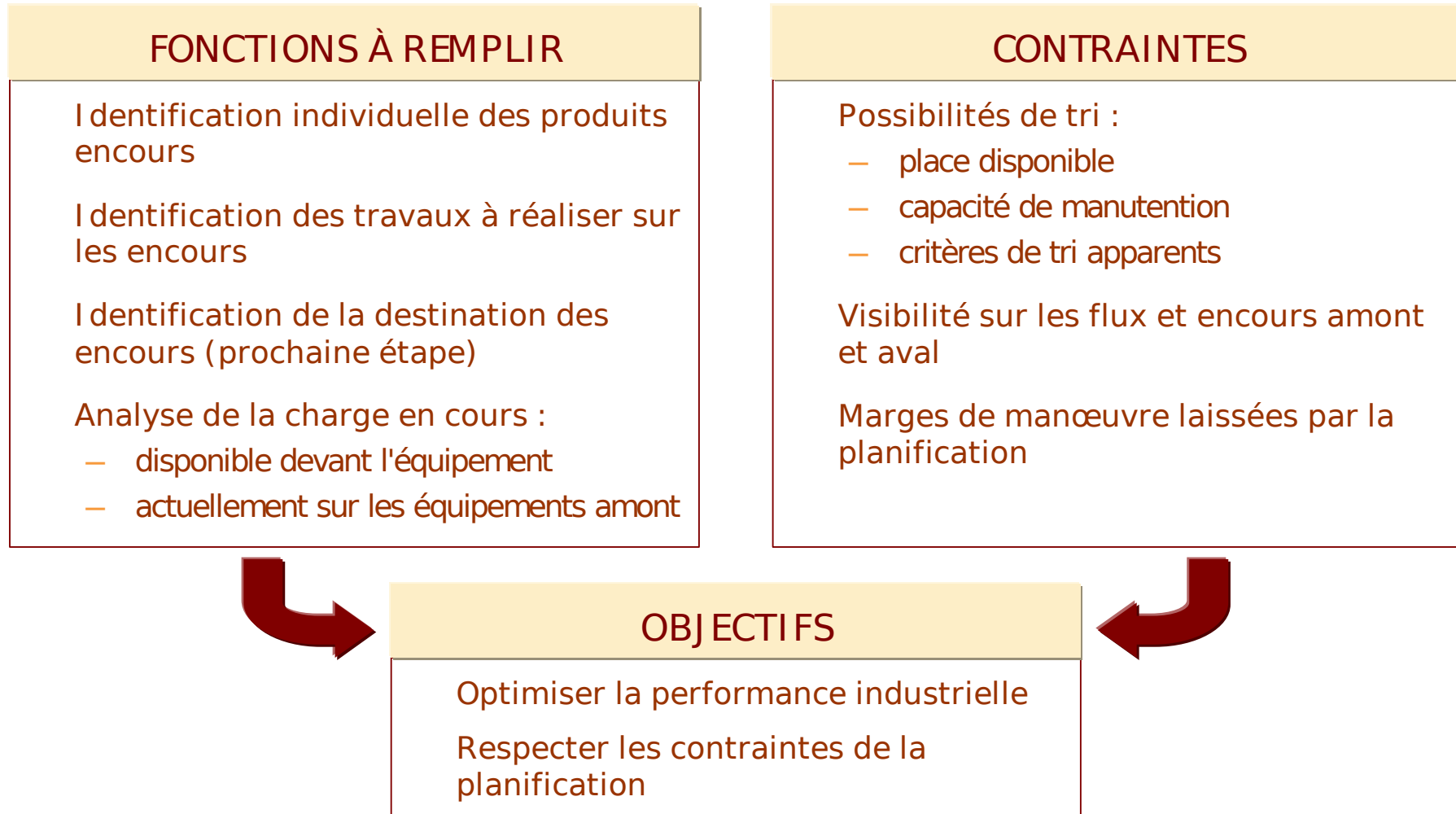
Comment gérer l'écoulement du flux physiques et la transformation des produits ?



**Attention : chaque niveau de la pyramide gère des contraintes, règle des problèmes, et laisse des marges de manœuvre aux niveaux plus bas, mais ces marges sont rarement suffisantes si le "travail" n'a pas été fait correctement aux niveaux supérieurs**



# L'ordonnancement doit permettre de remplir plusieurs fonctions, sous contrainte, dans un but de performance industrielle maximale





## Les contraintes d'ordonnancement dans un atelier sont liées aux contraintes d'enchaînement des produits sur chaque équipement (1)

---

### Changement d'outils ou réglages :

- différentes gammes de produits nécessitent différents outils, ou différents réglages de l'équipement, avec un temps d'immobilisation de l'équipement pour changer d'outil :
  - exemple sur des presses pour automobile : changement de moules entre portières gauches / portières droites
  - exemple dans un atelier de découpe de papier : réglage des scies en fonction de la laize (largeur)

### Pollution :

- les composants utilisés pour un produit sont incompatibles avec ceux d'un autre produit, il faut donc nettoyer (perte de temps et de matière) entre deux produits :
  - exemple sur un mélangeur en pharmacie : impossible de mélanger deux molécules différentes, ou d'enchaîner un dosage faible après un dosage fort, sans un nettoyage complet avec contrôles physico-chimiques
  - exemple avec un atelier de peinture : nécessité de nettoyer les bacs / pistolets / tuyauteries / ... entre deux couleurs
  - exemple en métallurgie en poche : nécessité de disposer de coulées d'acier à teneur intermédiaire en nickel pour passer de la production d'acier inox à la production d'aciers à bas résiduels





## Les contraintes d'ordonnancement dans un atelier sont liées aux contraintes d'enchaînement des produits sur chaque équipement (2)

---

Disponibilité de place / de matériel :

- contrairement aux types de contraintes précédentes, celle-ci empêche de faire de trop longues campagnes, et oblige à avoir un mix régulier :

exemple : des équipements après lesquels certains produits doivent sécher, ou refroidir, et pour lesquels la place de stockage disponible est limitée, il faut donc alterner suffisamment régulièrement des produits avec et sans séchage, ou des produits volumineux / peu volumineux

Disponibilité de personnes, et plus largement, organisation du travail :

- des organisations de longue date impactent sur les enchaînements réalisables

exemple : les réglers ne sont présents que de 06 h. à 12 h., il faut donc avoir les bons produits pour se passer d'eux dans l'intervalle

exemple : on a toujours fait le nettoyage des rouleaux le lundi matin, et on peut faire les produits "fragiles" juste après

Enfin, les contraintes des équipements aval peuvent également s'appliquer, en particulier dans le cas d'un flux continu :

- production en ligne
- capacité de stockage très réduite entre deux équipements

Et de nombreux autres types de contraintes suivant les industries





## L'identification des contraintes d'ordonnancement et de leurs enjeux doit permettre de trouver comment les prendre en compte pratiquement (1/ 2)

---

Chaque contrainte identifiée doit être caractérisée, objectivée, et si possible quantifiée, par un niveau d'enjeu :

- exemple : sur une machine de découpe de papier, entre deux rouleaux différents, il y a des réglages à effectuer si le grammage change, et si la largeur de découpe change :
  - temps de changement de grammage : 2 heures
  - temps de changement de largeur : 15 minutes

On peut donc identifier des contraintes primaires (fortes) et des contraintes secondaires (plus faibles)

Si les conditions le permettent (place et manutention disponibles), ces deux contraintes peuvent être gérées localement :

- on triera les rouleaux par grammage, puis par gamme de largeur
- on effectuera de petites campagnes par grammage, en passant progressivement toutes les largeurs de ce grammage





## L'identification des contraintes d'ordonnancement et de leurs enjeux doit permettre de trouver comment les prendre en compte pratiquement (2/ 2)

---

Si on ne peut gérer les deux contraintes localement, la contrainte primaire (la plus forte) peut être gérée par la planification :

- exemple : on organise des séquences (par jour, ou par semaine ...) pendant lesquelles on produit le même grammage
- les contraintes secondaires sont gérées localement (tri par épaisseur)

Cette prise en compte de la contrainte primaire peut aussi être réalisée sur l'équipement précédent

### Attention aux optimisations locales

Dans un atelier ou une chaîne de production, ce sont les contraintes du maillon de plus faible capacité (le goulot) qui doivent être prioritairement prises en compte, même si cela nuit à la productivité des autres maillons (attention cependant à ne pas non plus transformer ces autres maillons en goulots, en leur faisant subir des enchaînements de produits trop pénalisants)







## Au delà des règles de tri qui permettent d'optimiser la productivité des équipements, il est essentiel de respecter l'écoulement du flux

---

Un bon écoulement du flux exige un FIFO macroscopique :

- les produits ne doivent pas passer sur l'équipement dans l'ordre strict de leur arrivée, ...
- on doit cependant garantir qu'aucun n'attendra plus de n heures (ou m jours) devant l'équipement

L'ordonnancement doit donc permettre d'assurer en permanence un bon équilibre entre productivité et maîtrise des temps de cycle

Cette maîtrise des temps de cycle par l'ordonnancement est essentielle pour que le travail de planification ait un sens :

- une trop grande dispersion des temps de passage sur un équipement ne permet pas de prévoir des dates de passage réalistes pour les étapes de réalisation de la commande





## Quelle commande choisir dans une file d'attente ?

---

Les 2 règles principales :

- FIFO : premier arrivé = premier traité
- marge ou règle du ratio critique :  
marge = date finale - date actuelle - temps opératoires restants  
ratio = marge / nombre d'opérations restantes

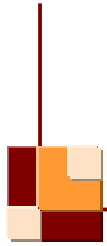
Les autres règles :

- temps opératoire minimum
- priorité au lot de plus grande valeur
- lot nécessitant le moins de temps perdu en changement de série

En pratique :

- la commande au dessus de la pile !





## Comment fixer la frontière entre planification et ordonnancement ?

---

Une planification trop loin du terrain / de l'ordonnancement :

- mailles de temps trop lâches, le lissage de la charge ne sera pas suffisamment effectif
- risque très fort d'augmentation des encours, des cycles, et de la dispersion des délais

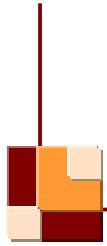
Une planification trop proche de l'ordonnancement :

- difficulté de gestion des aléas - le moindre aléa perturbe la planification
- les efforts de planification trop importants
- difficulté / impossibilité de réaliser sur le terrain exactement ce que la planification a demandé

Le réalisme s'impose :

- la planification doit laisser la main à l'ordonnancement à partir du moment où une augmentation de la précision de la planification n'est plus réaliste (nombre d'objets manipulés, impact des aléas moyens, capacité de suivi fin des produits en atelier ...)





## Quelques exemples où planification = ordonnancement

---

### Montage automobile :

- le "film" des véhicules assemblés est connu dès la veille, voire l'avant-veille
- l'ordre précis de passage des véhicules est déterminé à ce moment

### Aciérie :

- on réalise 8 à 10 coulées par jour
- les contraintes techniques sont très nombreuses et critiques, l'ordre des coulées doit être déterminé de façon sûre

### Pharmacie :

- le nombre d'Ordres de Fabrication (OF) réalisés dans la journée est peu élevé (moins de 20)
- la charge de travail supplémentaire pour prévoir leur ordre précis de passage est peu importante
- le terrain peut facilement respecter ces consignes, vu le faible nombre d'OF manipulés





## L'ordonnancement concerne le court terme, la semaine ou la journée, et gère les priorités sur les productions en cours

---

L'objectif est la recherche du meilleur compromis entre :

- la production : saturer l'usage de la capacité (optimisation des goulots)
- les financiers : minimiser la valeur des encours
- les commerciaux : respecter des dates de livraison et être flexible vis-à-vis des commandes urgentes

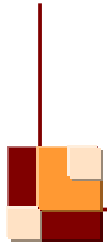
Les performances dépendent de la réflexion amont du Plan Directeur de Production et du MRP

Les tâches à effectuer sont indiquées par des Ordres de Fabrication (OF)

L'ordonnancement peut être centralisé ou décentralisé :

- ordonnancement centralisé :
  - déterministe
  - rigide face aux aléas (paradoxal à un niveau court terme)
  - peu réaliste
  - mais permet de viser un optimum global
- ordonnancement décentralisé : avantages et inconvénients inverses à la solution centralisée





## Lancement et Suivi

---

Le lancement est la transformation d'un ordre planifié en ordre opérationnel :

- en vérifiant la disponibilité des matières, outils, personnels, ...
- en préparant les documents nécessaires : fiche suiveuse, bons de sortie matière, ...

Le suivi consiste à connaître l'état des lieux en "temps réel" et à communiquer aux entités concernées pour :

- faciliter la réaction face aux aléas
- valoriser les encours
- informer les commerciaux des retards et des délais prévus





## d. Apports de l'informatique

---



## L'apport global de l'informatique reste mitigé ...

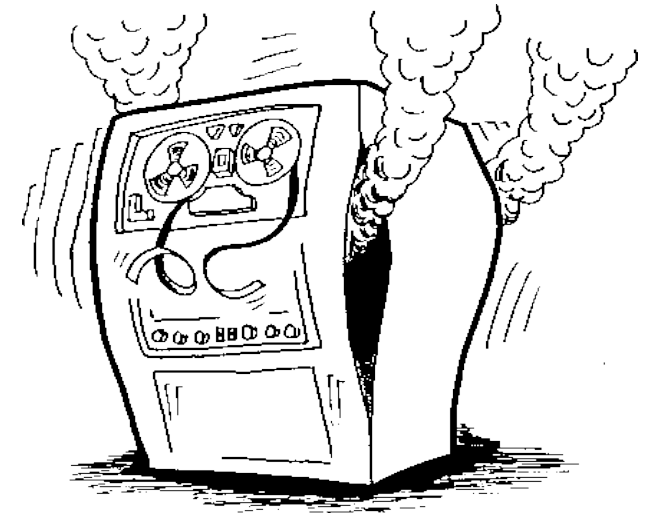
### Avantages

- oblige à formaliser la description des produits et des ressources
- reconnaissance de l'importance du Plan Directeur de la Production
- l'anticipation dans le temps est effectuée dans une certaine mesure

### Inconvénients

- objectifs de Productivité Locale non remis en cause
- planification "à capacité infinie" rejette trop de travail sur les gestionnaires
- temps de calcul excessifs
- convivialité insuffisante
- progiciel (nécessairement?) très complexes

C'est surtout le laxisme lors de la mise en œuvre et de l'exploitation de la GPAO qui explique les mauvaises performances : on ne peut pas acheter de solution clé en main pour résoudre les problèmes de non performance industrielle





... en particulier sur la partie ordonnancement pour laquelle il faut se méfier des algorithmes qui prétendent trouver la solution optimale



L'ordonnancement est souvent fait à la main

Récemment (depuis 1990 environ), un très grand nombre de progiciels "d'ordonnancement" ont été développés (souvent sur micro-ordinateur). Ces produits sont très différents les uns des autres

L'apport principal est la communication de l'information entre les ateliers et une capacité à simuler : que se passera-t-il si la commande A passe avant la commande B ?





## IV. Types de gestion industrielle

---



# Introduction

---

Présentation

5 min.

Jeu & enseignements

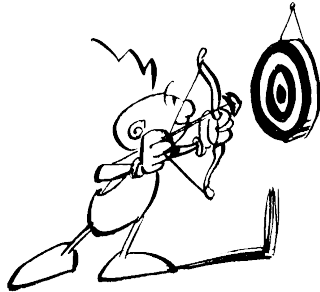
20 min.

Principes à retenir

5 min.



## Objectifs du jeu



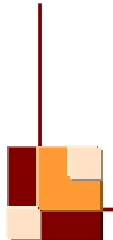
Produire 6 pièces A et 6 pièces B

Selon 2 méthodes de production différentes

Dans un délai maximum de 30 secondes par méthode

Tout en minimisant les rebuts (non-conformes)

Chaque groupe de travail a droit à 10 minutes de réflexion préalable  
pour réfléchir sur les 2 méthodes de fabrication  
et dispose de 10 minutes de débriefing après l'exercice



## Les moyens à votre disposition pour fabriquer les pièces

---

La matière première :

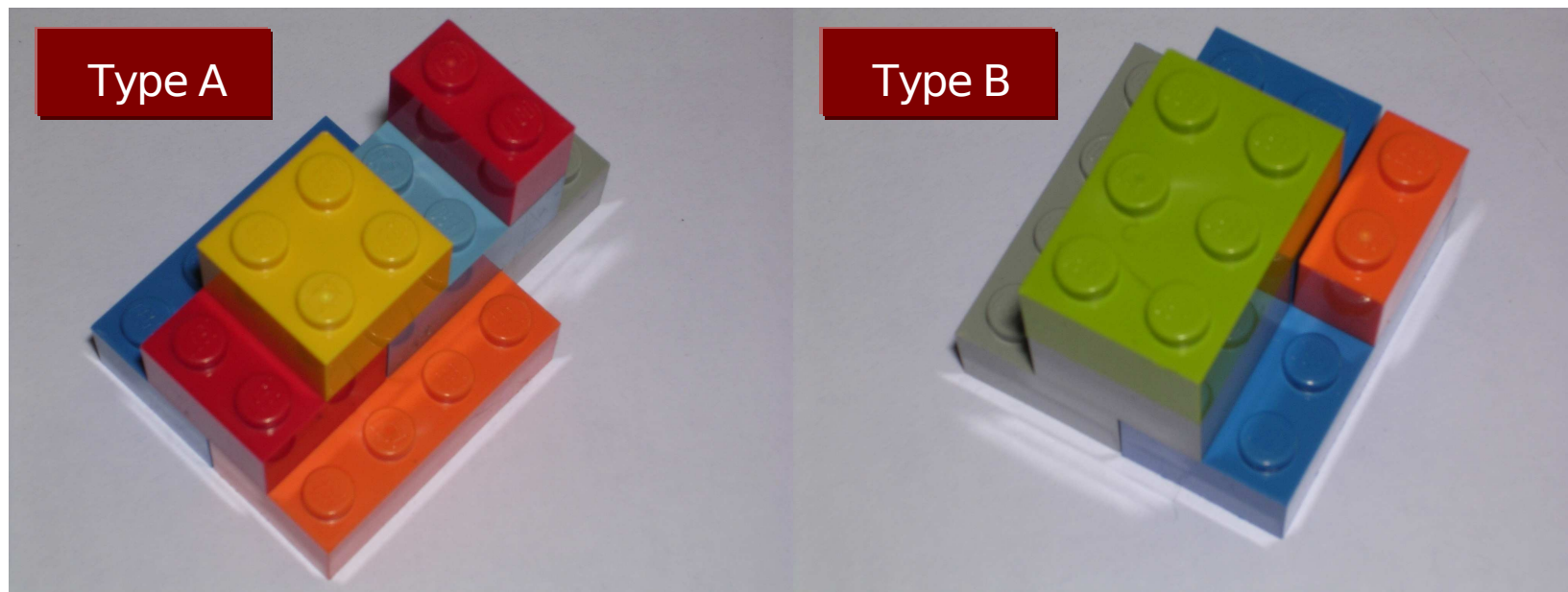
- des légos comme composants de base

Les ressources :

- des équipes de fabrication de 4 à 6 personnes

Les pièces fabriquées :

- 2 types de pièces dont 1 exemple de chaque type vous est confié (les couleurs importent peu)



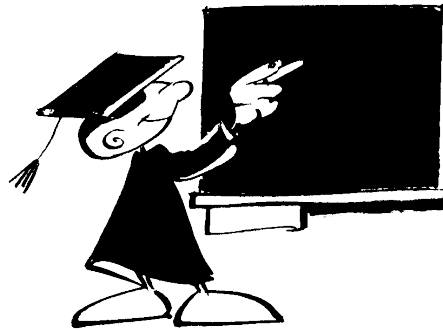


## Débriefing de l'exercice

Méthode 1			Méthode 2	
Nombre de pièces A réalisées	Nombre de pièces B réalisées		Nombre de pièces A réalisées	Nombre de pièces B réalisées
-	-	Total	-	-
-	-	Conformes	-	-
-	-	Description de la méthode suivie	-	-
-	-	Enseignements majeurs	-	-



# Quelles conclusions en tirer en termes de principes structurants ?



Systeme de  
production en flux

Takt Time

Succession  
synchronisee

Eléments fondateurs du Juste-à-temps




## Caractéristiques de ces éléments fondateurs du Juste-à-temps

---

Production en flux	Takt-time (harmonie)	Production synchrone
<p>Pas d'opération inutile</p> <p>Pas d'obstacle</p> <p>Flexibilité du processus de production</p> <p>Optimisation des mouvements, ergonomie du poste de travail</p>	<p>Optimisation du regroupement des opérations</p> <p>Optimisation des ressources allouées à la production</p>	<p>Pas de stockage inutile</p> <p>Priorités aux postes clairement définis</p> <p>Réaction aux aléas</p>



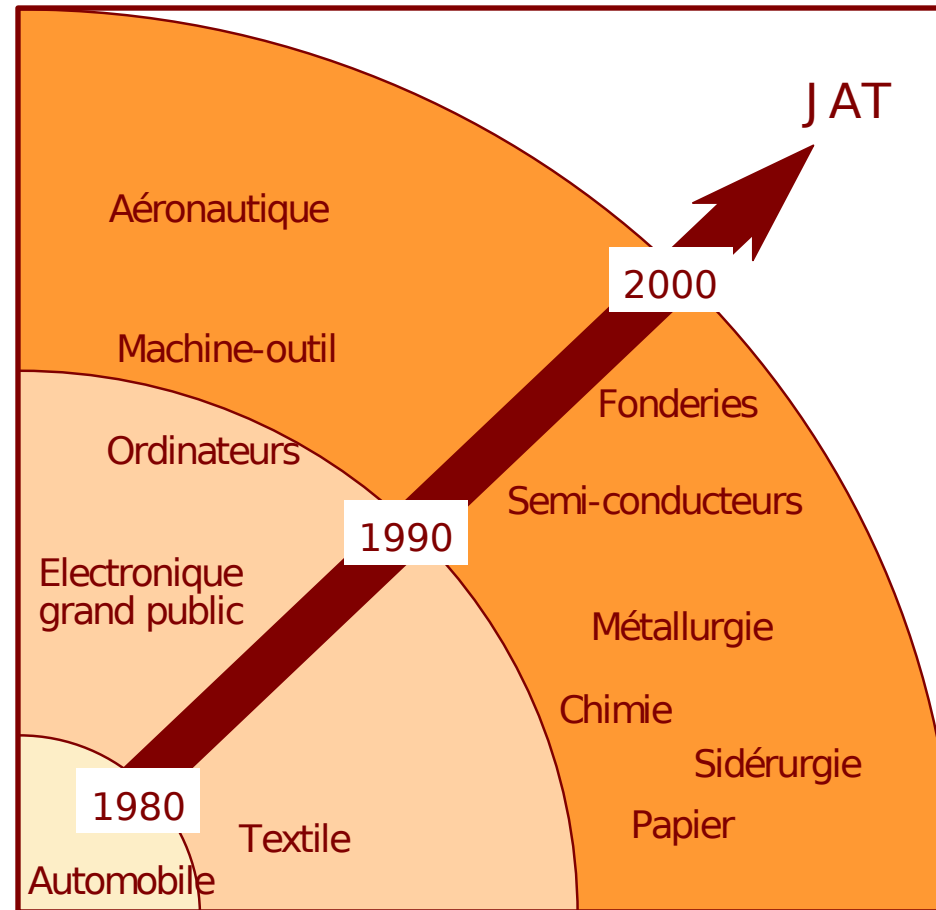




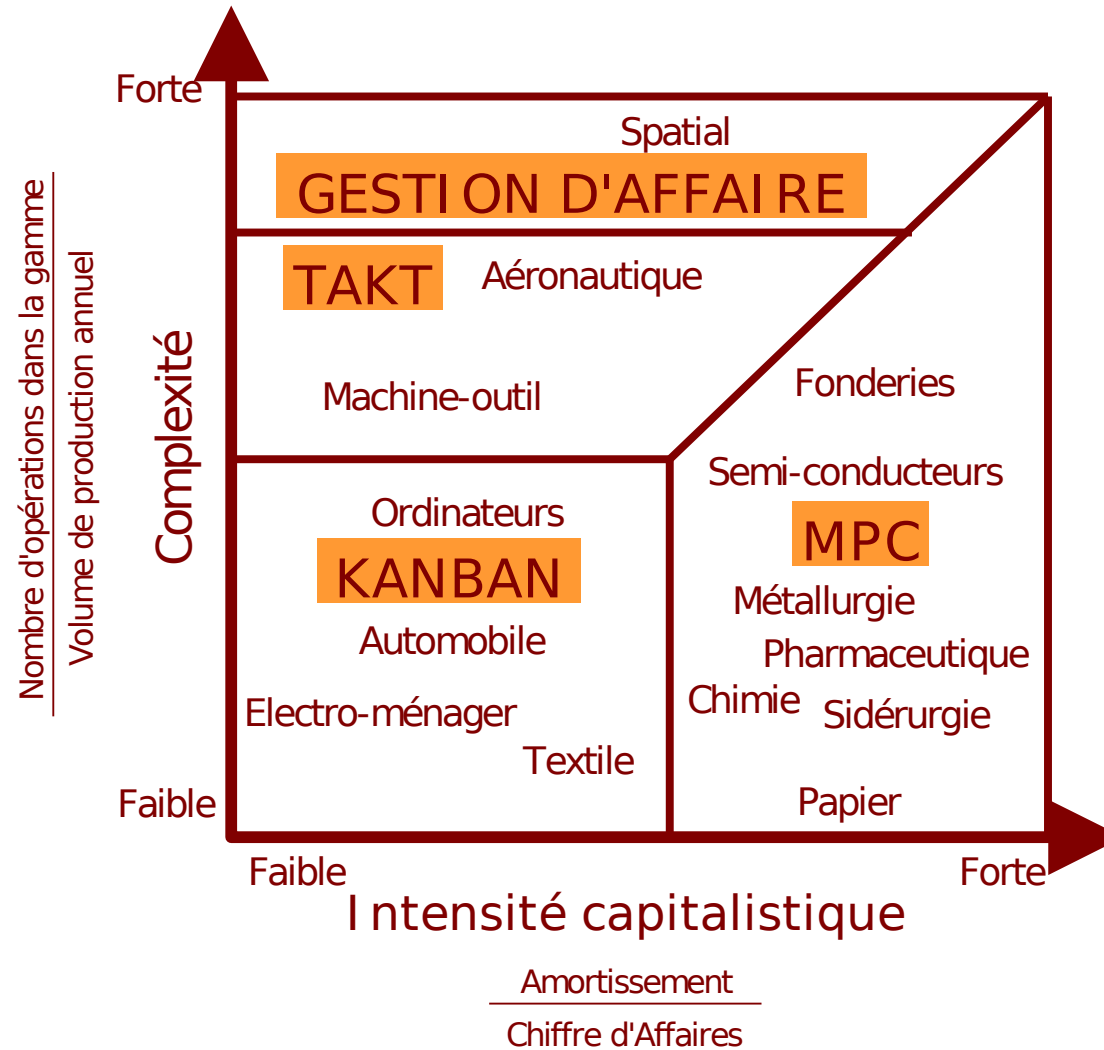
a. Modèles industriels

---

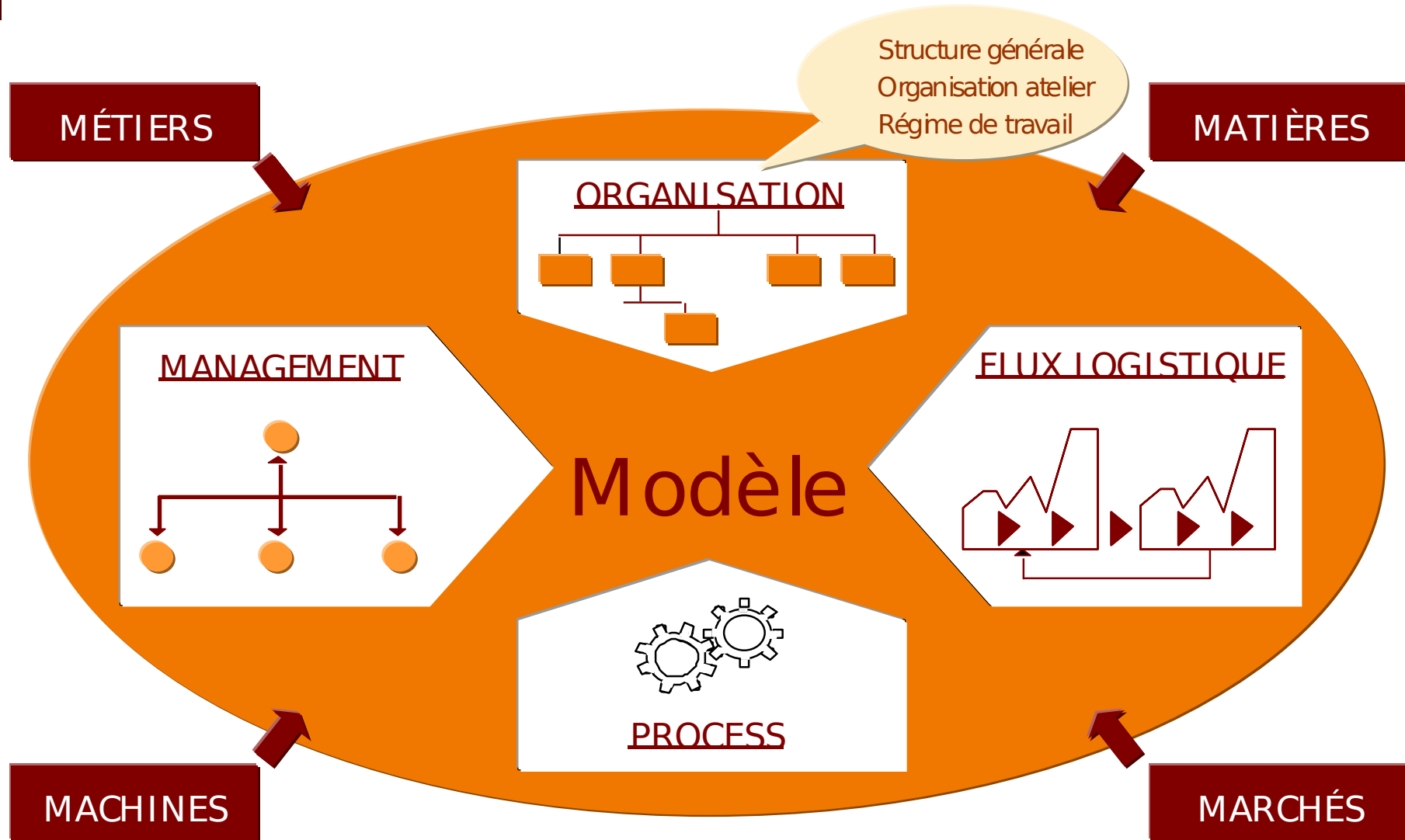
# La philosophie du JAT et du stock 0 a eu tendance à s'étendre au cours de la dernière décennie ...



... cependant elle doit être adaptée aux spécificités des différents secteurs d'activité, conduisant au final à 4 modèles



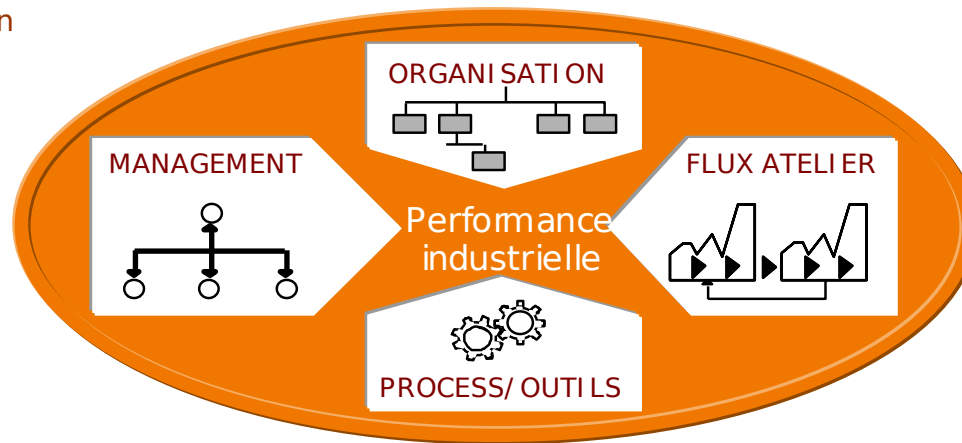
# Ces modèles précisent comment répondre aux problèmes et contraintes d'un environnement industriel donné



# Ce que recouvre chaque élément du modèle

Organisation du travail (2x8, 5x8, intérimaires,...) des équipes de production et de maintenance  
 Structure de production (nombre de niveaux hiérarchiques) et degré de verticalisation (moyens dédiés)  
 Organisation ligne métiers vs produits  
 Efficacité de l'organisation des fonctions supports (notamment maintenance, méthodes et qualité)

Système de pilotage, évaluation et reconnaissance de la performance du personnel  
 Animation de production  
 Mode de gestion des urgences et des dépannages  
 Degré de polyvalence des équipes  
 Degré de délégation des responsabilités  
 Absentéisme



Modèle de pilotage des flux  
 Flux poussés et/ ou tirés  
 Equipements goulots  
 Délais garantis  
 Taux de respect internes  
 Disponibilité des composants / matières  
 Niveau des encours atelier  
 Différenciation retardée

Productivité des équipements critiques et goulots (TRS)  
 Taux de fiabilité / disponibilité des équipements  
 Niveau de flexibilité des équipements  
 Temps de changement de série / campagne  
 Taux de non qualité / rebut / retour / bon du 1er coup  
 Consommation matières / déchets et recyclage  
 Valeur ajoutée des systèmes informatiques de production





## Des questions clés associées à chaque composante principales d'un modèle

---

### Un volet pilotage des flux :

- des flux poussés ou tirés, délais fixes ou variables, des déclenchements sur prévisions ou à la commande ferme, quelles tailles de lots où situer les stocks, ... ?

### Un volet management :

- combien de niveaux hiérarchiques, quels indicateurs de performance, quelle polyvalence, combien d'intérimaires, quoi externaliser, ... ?


### Un volet organisation :

- quelle organisation des ateliers (dédiés à quoi,...), quelle autonomie, ... ?

### Un volet process :

- comment accroître la productivité, comment être plus flexible, comment améliorer la fiabilité, ... ?





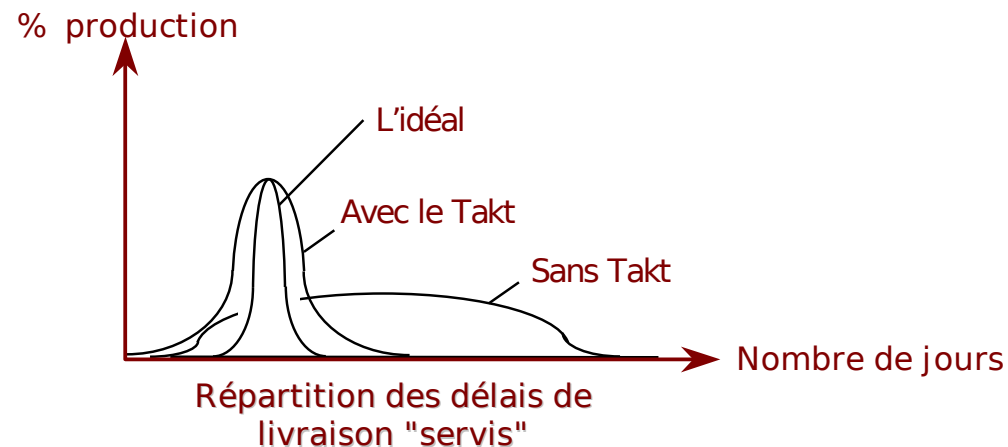
b. TAKT

---

## Les enjeux du TAKT : réduire et fiabiliser les délais de production ...

La méthode TAKT permet de renforcer la position de l'entreprise sur ses marchés :

- meilleure réactivité face aux opportunités commerciales en réduisant les cycles de fabrication de 50% à 80%

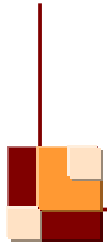


- meilleur service commercial :
  - 100% des délais demandés sont respectés
  - 100% des commandes sont livrées complètes et conformes

Elle permet aussi de diminuer le BFR (Besoin en Fond de Roulement) grâce à une réduction des stocks matière première, encours et produits finis de 50% à 80%







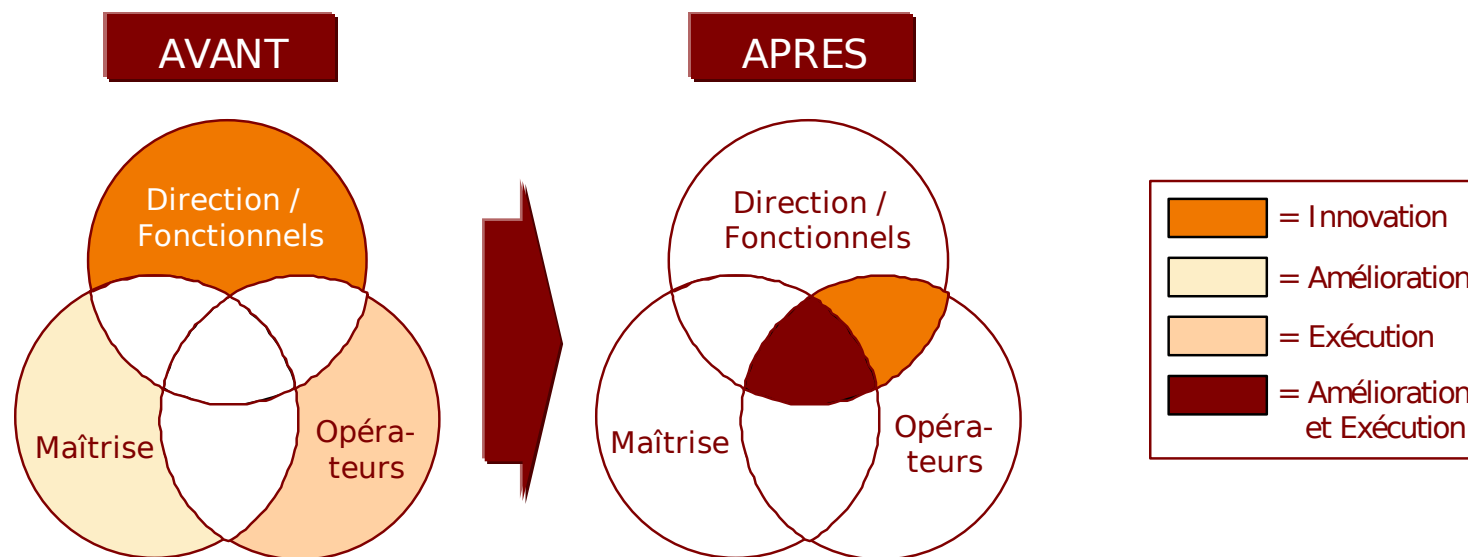
## ... pour obtenir un avantage concurrentiel majeur

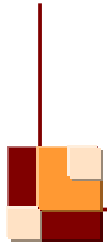
La méthode TAKT permet également d'améliorer la productivité usine de 20% à 30% :

- 10 à 15% de gain sur la productivité de la main d'œuvre directe en supprimant les tâches sans valeur ajoutée
- 15 à 20% de gain sur la capacité de production en éliminant des goulots d'étranglement

De mobiliser toute l'entreprise autour d'un même objectif de performance :

- le respect du délai contractuel est décliné jusqu'au niveau des opérateurs
- tous les niveaux hiérarchiques sont impliqués dans un processus de progrès continu





## Des symptômes bien identifiés

---

De longs délais de livraison annoncés aux clients sans rapport avec les temps techniques de production ... et honorés avec des retards

Des files d'attente devant les machines, des ateliers engorgés par les encours

Des ressources goulots fluctuantes

Une gestion de production constamment bouleversée par les urgences

Des arrêts de production dus à des pièces manquantes ou à des problèmes de qualité

Des conflits internes fréquents entre la production, les expéditions et les services commerciaux

Une gestion de production souvent détachée des fonctions achats et production

Des effectifs importants dédiés à la gestion de production

Un encadrement intermédiaire débordé, qui a du mal à se focaliser sur ses missions à valeur ajoutée



# Le TAKT s'impose sur certains modèles de gestion de productions complexes

## Le champ d'application

Le délai de livraison est un enjeu commercial

Une production de petites et moyennes séries

Une gamme de produits étendue

Des processus de fabrication complexes

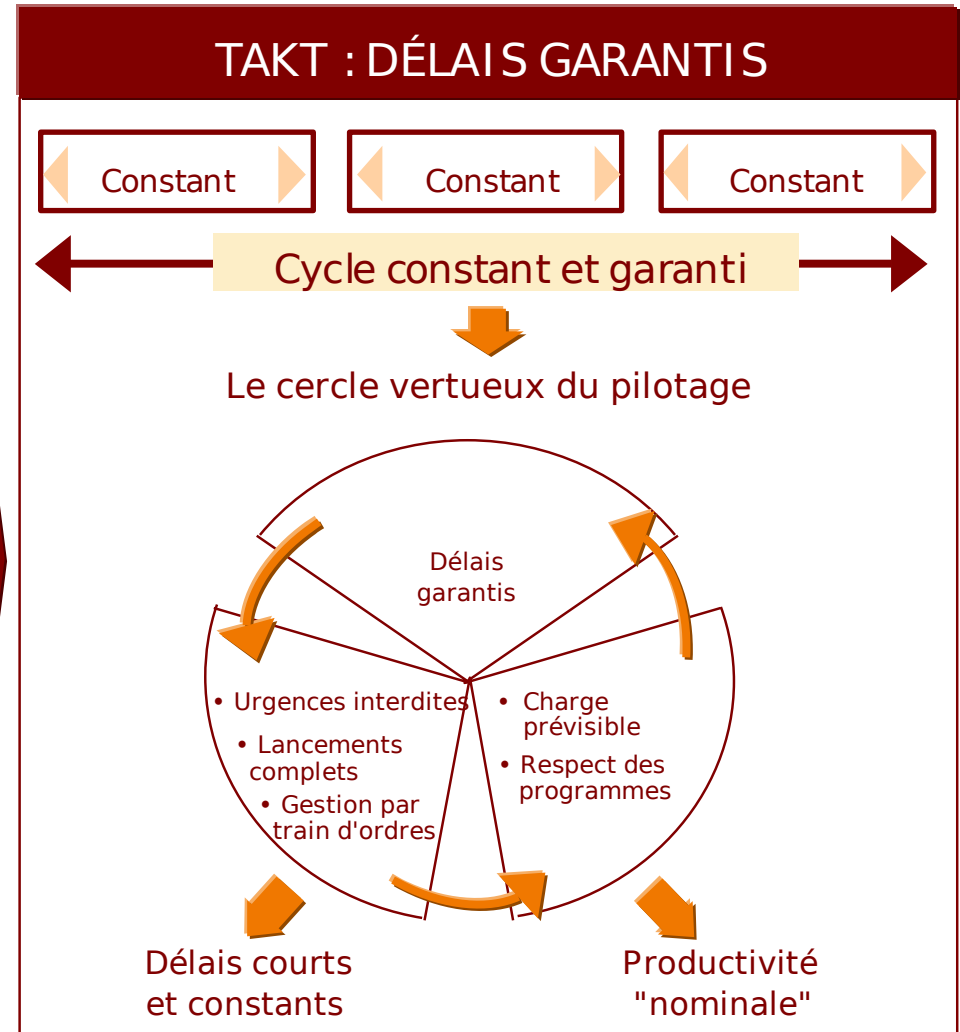
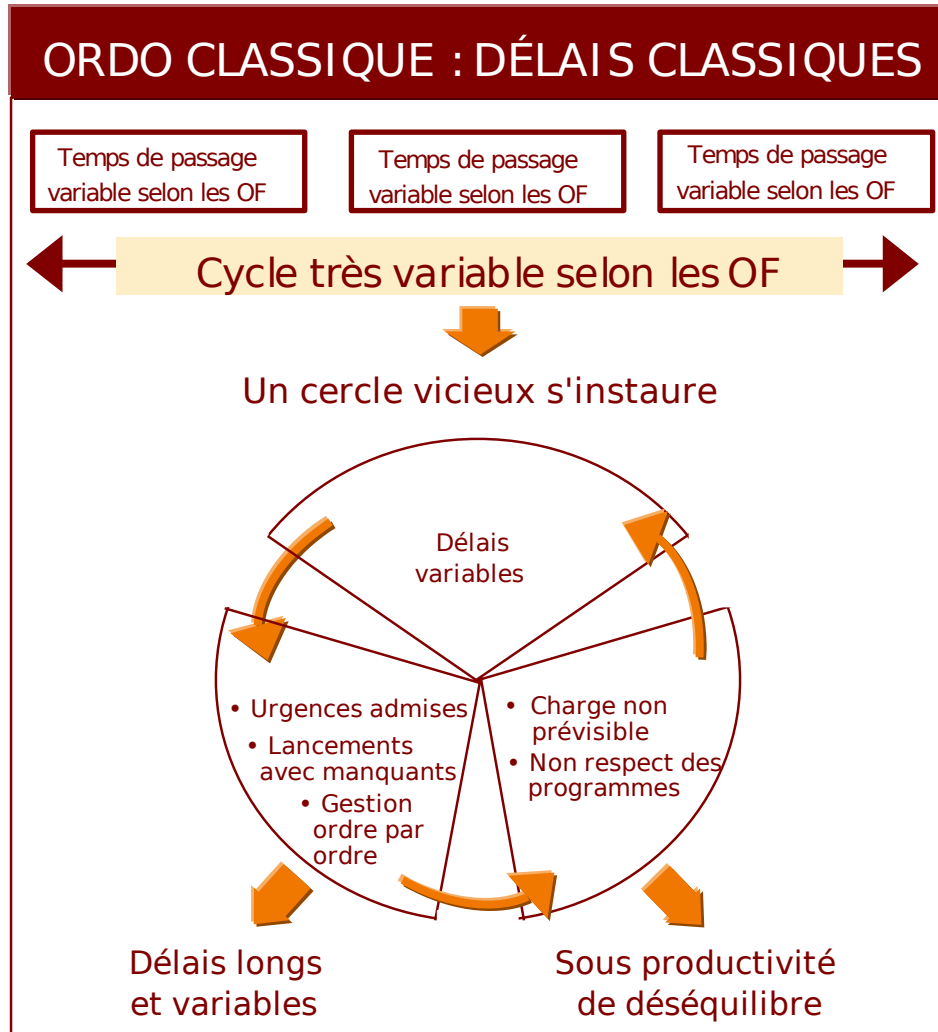
## Les solutions classiques sont inadaptées

Le KANBAN est inadapté par nature (utile pour les grandes séries et une gamme restreinte)

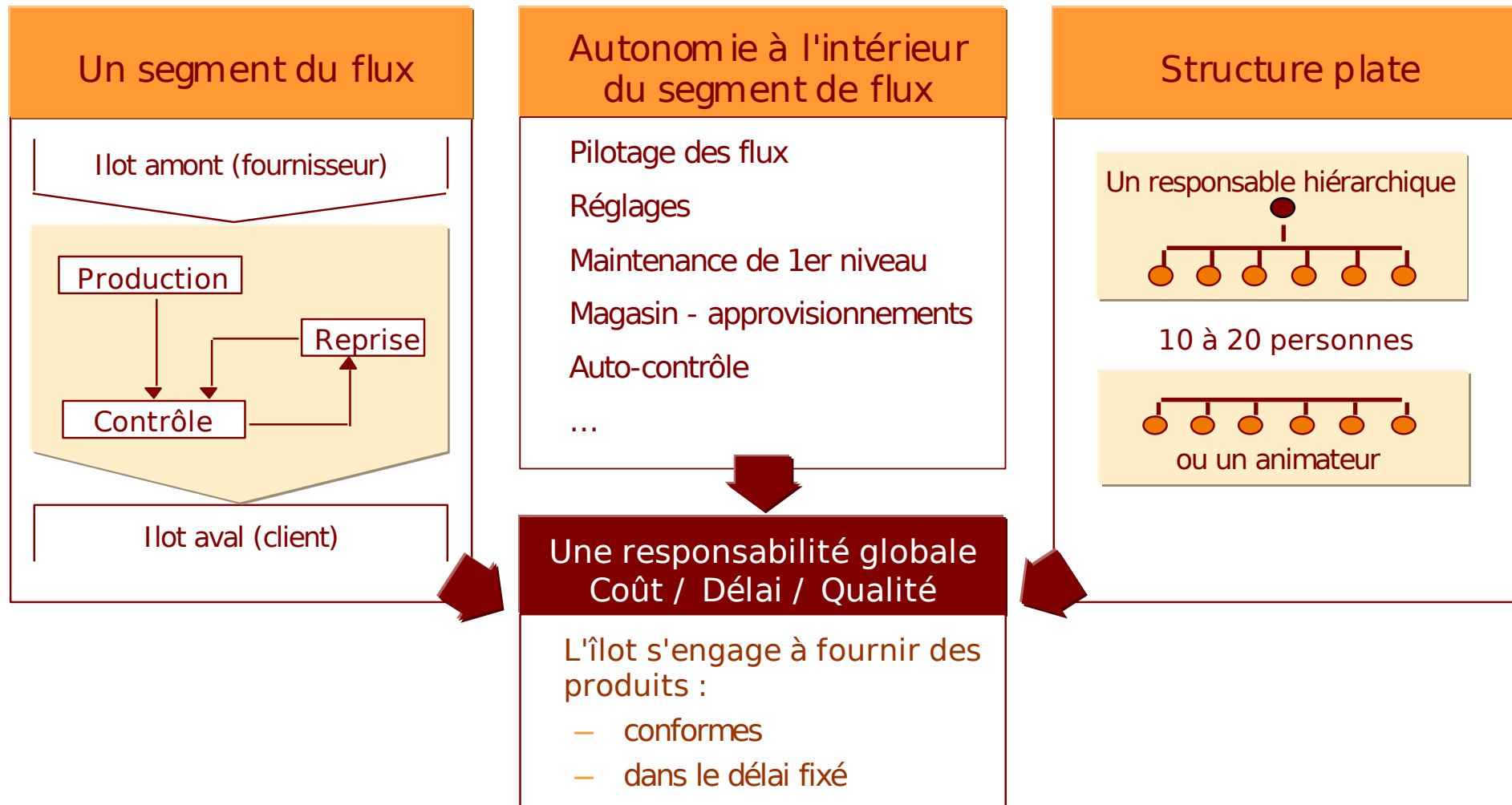
Les GPAO ne parviennent pas à gérer cette complexité

Le TAKT : piloter les flux à délais constants

# Les clés du modèle : passer d'un ordonnancement classique à délais variables à un ordonnancement cadencé aux délais garantis

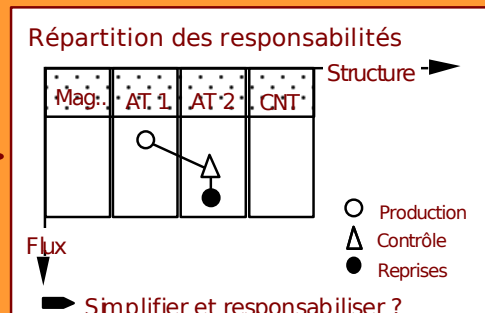
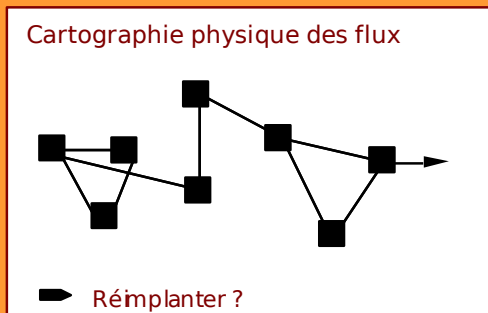
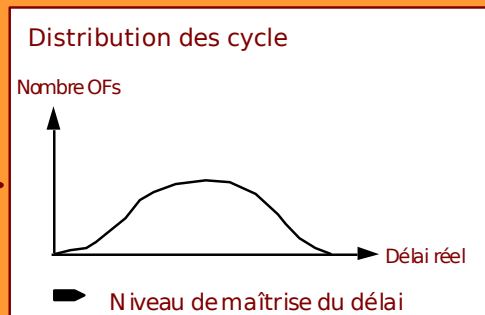
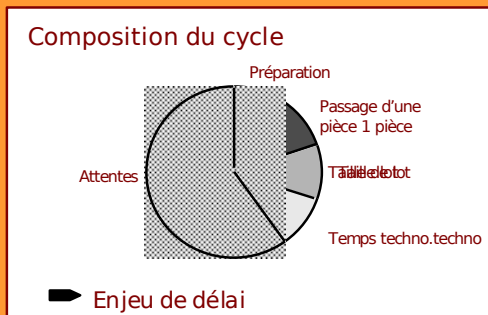
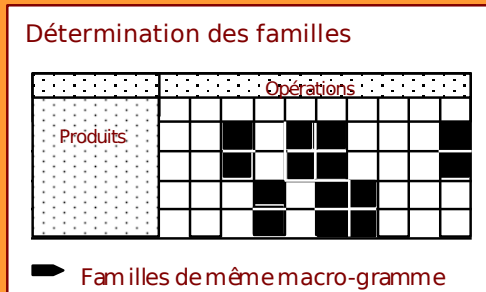


# La brique de base de l'organisation : l'îlot autonome

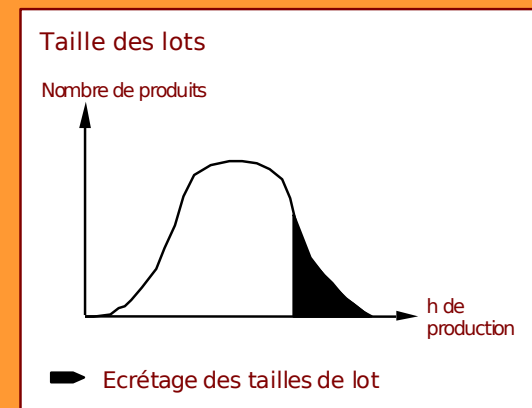
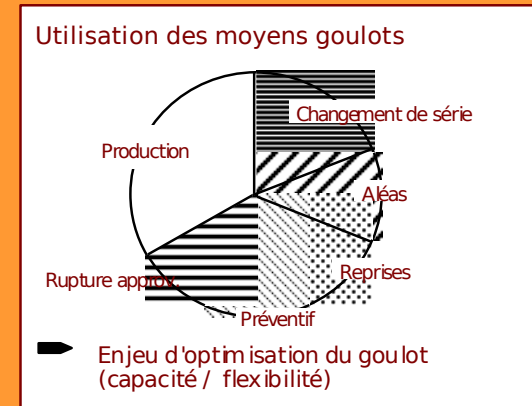


# Des outils d'analyse classiques ...

## Les flux



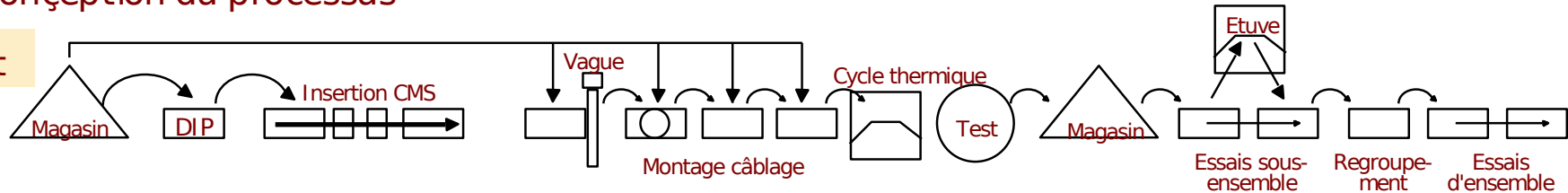
## Les moyens de production



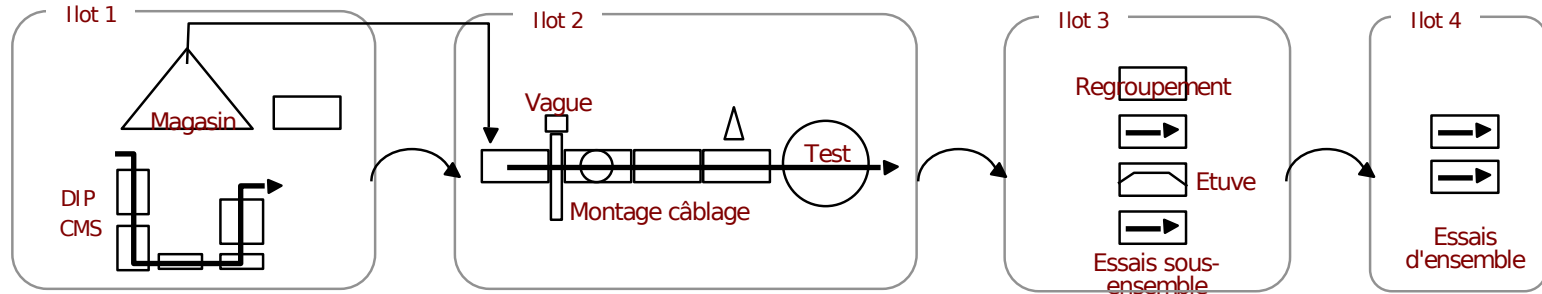
# Des solutions qui visent toujours la simplicité et qui s'appuient sur les moyens existants

## Re-conception du processus

Avant



Après



## Système de pilotage des flux

### Gestion de production centralisée

#### Usine

- Plan directeur de production
- Calcul de besoin
- Planification atelier
- Lancements OFs complet/conforme

Contrat de confiance



#### Atelier

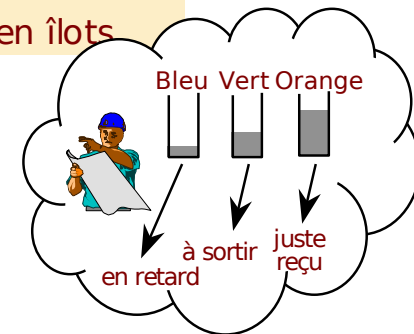
- Contrôle de faisabilité (charge / capacité)
- Ordonnancement lancement
- Garantie pour délai et qualité

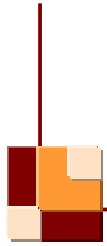
### Pilotage visuel en îlots

Ilot 1

	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven
Rouge					
Bleu					
Vert					
Orange					

Ordonnancement local  
Suivi d'avancement





## Les 4 conditions de succès

---

Mettre en place une organisation verticale et décentralisée :

- passer d'une organisation d'atelier par métiers à une organisation par produits
- constituer des îlots de production autonomes responsables d'un segment de flux

Concevoir un système de pilotage des flux simple et centré sur le respect strict des délais et de la qualité :

- une logique de train d'ordres avec temps de passage constants dans chaque îlot
- une vérification de la faisabilité du train d'ordres avant son lancement (charge vs capacité)
- un pilotage visuel de la fabrication au niveau de chaque îlot
- un auto-contrôle pour garantir la qualité produite

Impliquer les opérateurs et la maîtrise :

- une action conduite par des groupes de travail
- une communication très large autour du projet
- un accompagnement, notamment de la maîtrise, et un cadrage des actions

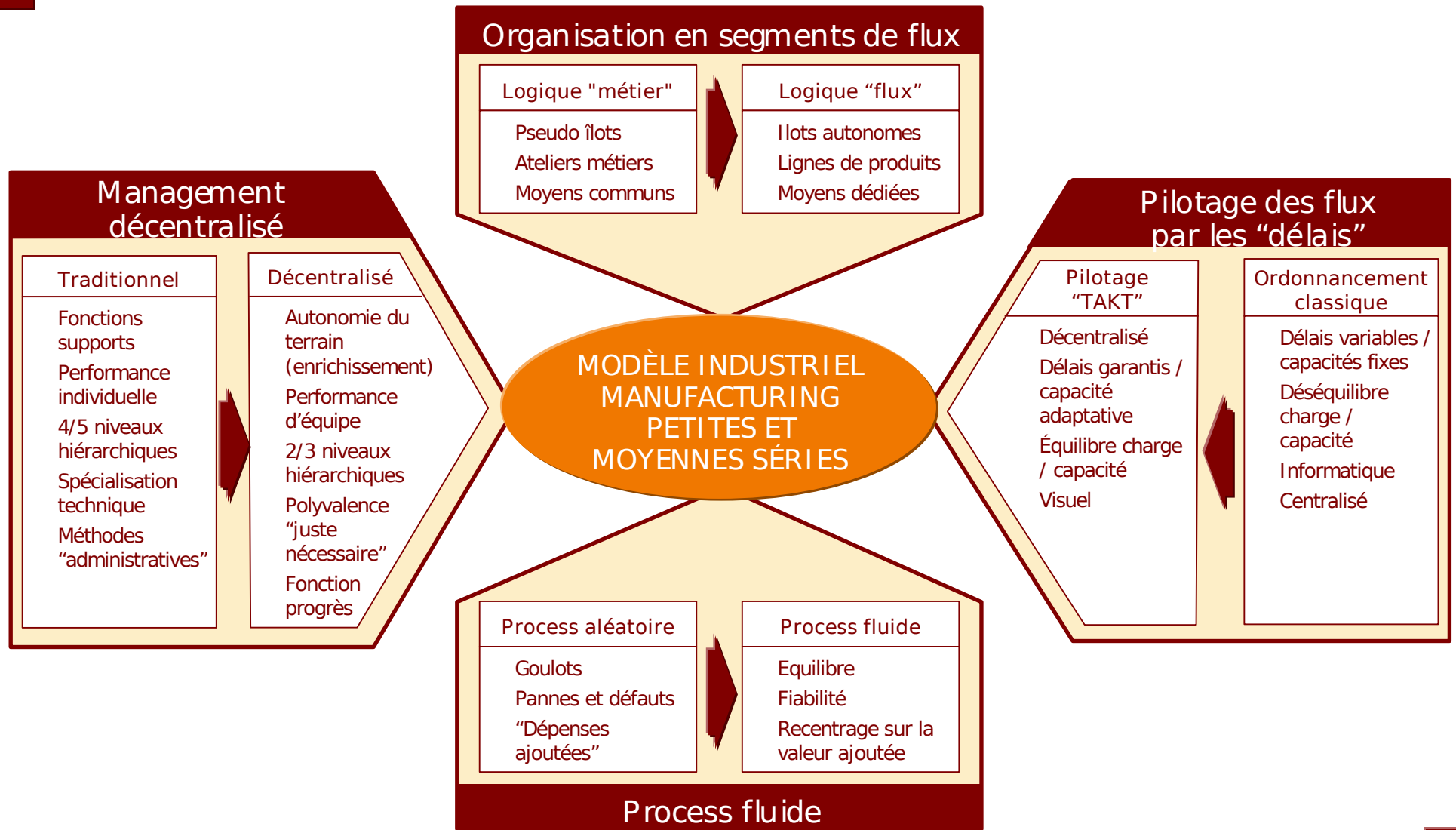
Afficher un niveau d'ambition élevé :

- viser la tension maximale des flux dès la définition des objectifs du projet
- conduire des audits réguliers des progrès



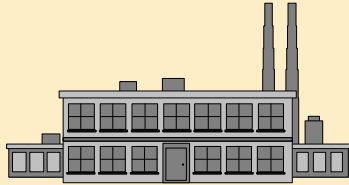


# En synthèse, ...



# Exemple d'application du TAKT dans une société électronique (1/2)

## L'entreprise et son marché



Un fabricant de système de télécommunication par faisceaux hertziens

Dérégulation des marchés :

- nouveaux opérateurs
- nouvelles exigences (délais, coûts, ...)

## Points clés de son environnement industriel



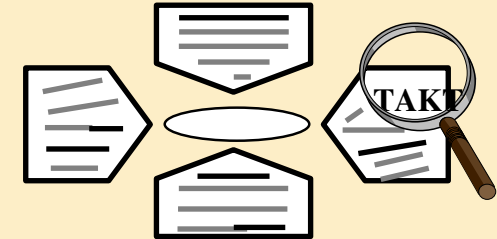
Secteur à forte VA et faible intensité capitalistique

Cycle de vie des produits courts

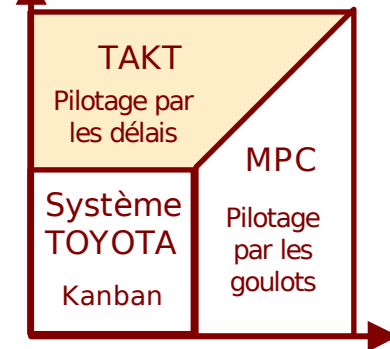
Flux très complexes

- forte intégration manufacturière (10 000 composants, 100 cartes, 10 sous systèmes, 1 système)
- irrégularité de la demande
- nombreuses étapes de fabrication

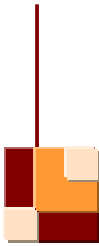
## Impact sur le modèle



Complexité des flux

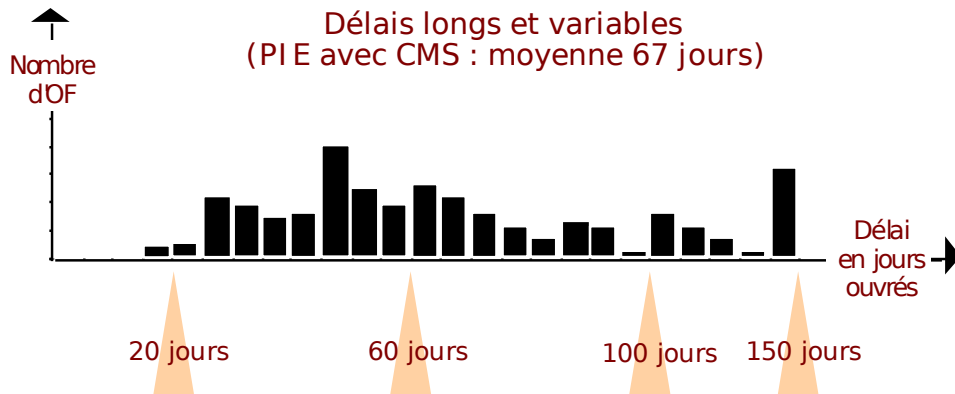


Intensité capitalistique

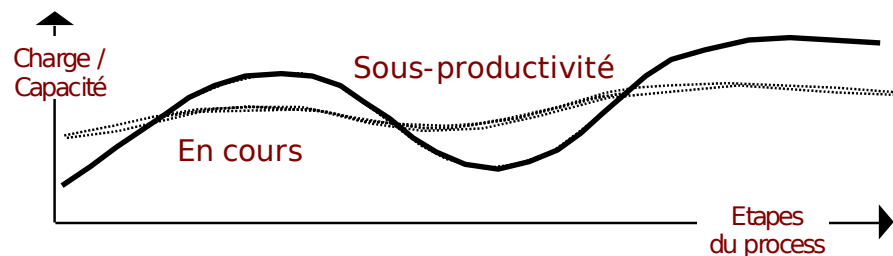


# Exemple d'application du TAKT dans une société électronique (2/ 2)

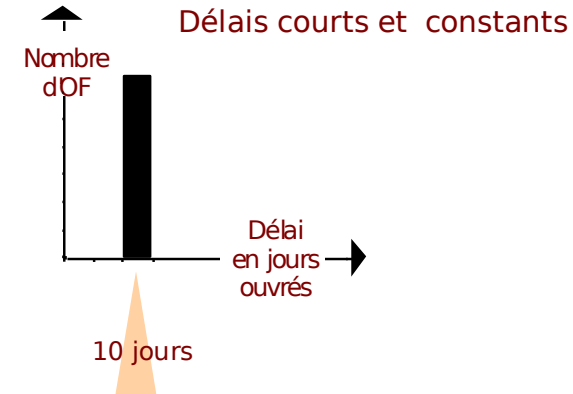
## Un cercle vicieux s'instaure



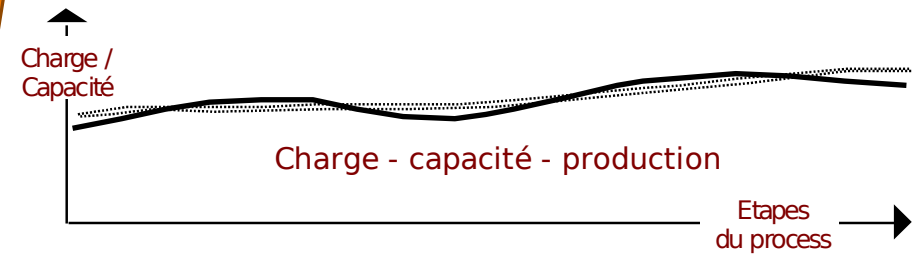
## Sous-productivité de déséquilibre



## Le cercle vertueux du pilotage



## Productivité "nom inale"





c. MPC

---



## Les origines du MPC

---

1970 - La méthode OPT ou Optimized Production Technology

- voir le roman “Le But”, AFNOR Gestion, Paris, 1986

1988 - La TOC ou Theory Of Constraints

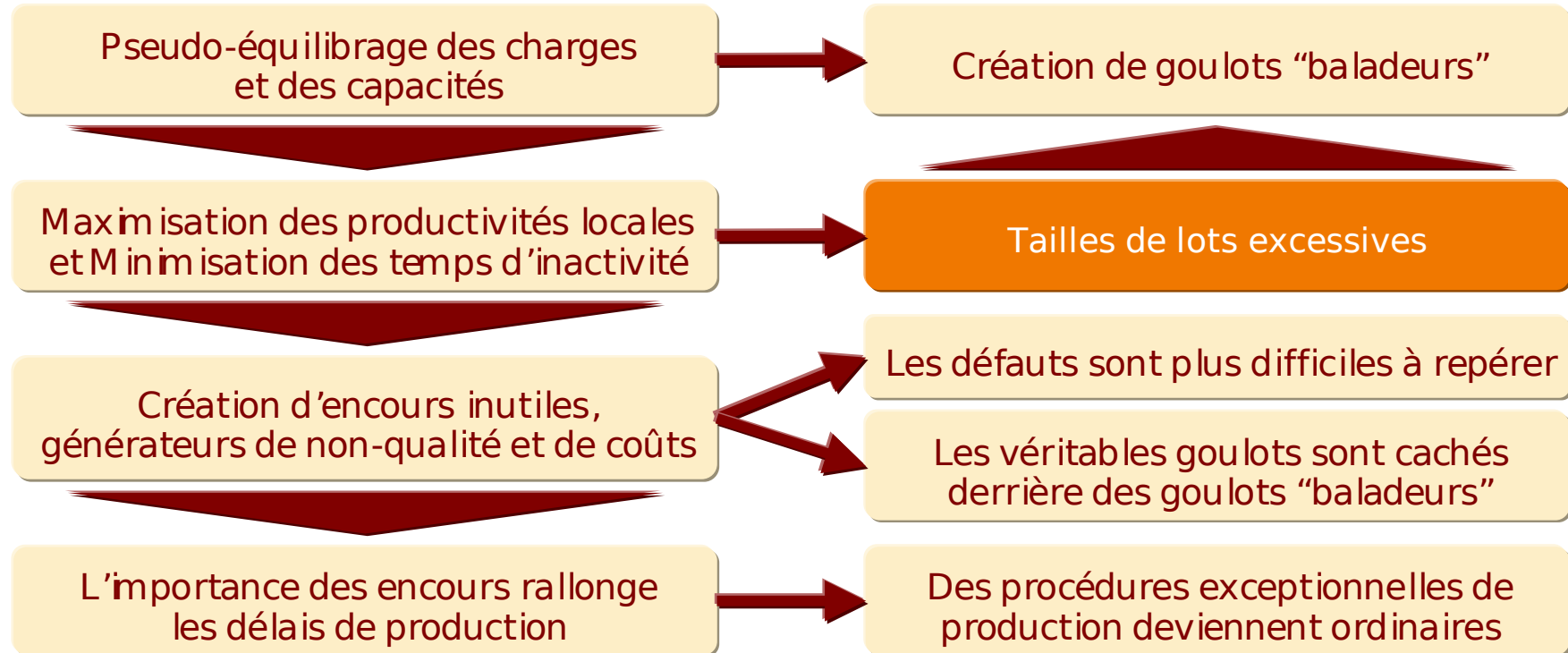
- voir “It’s not luck”, Gower, Aldershot, 1994

1994 - Le MPC ou Management Par les Contraintes

- voir “Management Par les Contraintes”, Editions d’Organisation, Paris, 1994
- trouver le bon déséquilibre des capacités (le moins mauvais goulot)
- épurer les raisonnements déséquilibrés
- une approche complémentaire au Kanban, MRP, ...



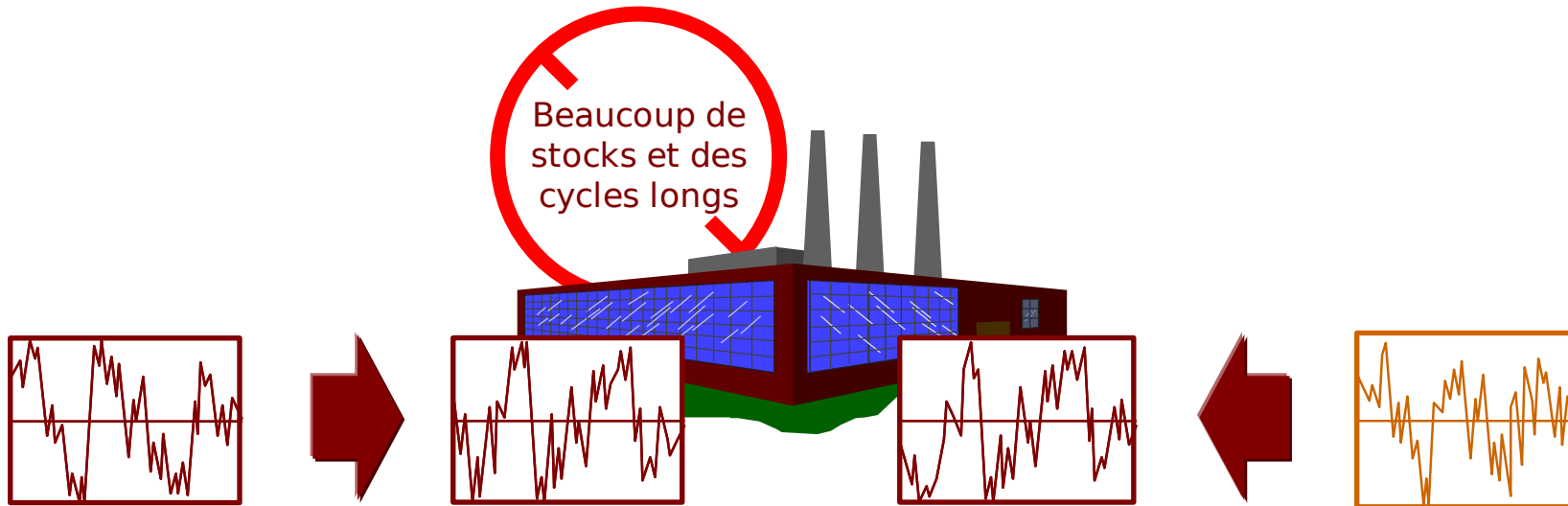
# Les logiques classiques de gestion des flux ne parviennent plus à répondre aux multiples exigences du marché



**95% de temps d'attente dans le cycle de fabrication**



# De fait, l'usine équilibrée est un concept obsolète car le déséquilibre est désormais inévitable



Appro.	Ressources	Gestion	Le marché
<p>Manquants ponctuels</p> <p>Pénurie</p> <p>Incontrôlable</p> <p>...</p>	<p>Pannes</p> <p>Ressources discrètes</p> <p>Flexibilité limitée</p> <p>Nouvelles machines</p> <p>Fluctuation des temps unitaires</p> <p>...</p>	<p>Productivité locale</p> <p>Taille excessive des lots</p> <p>Limites de la GPAO</p> <p>Données erronées</p> <p>Respect des délais</p> <p>...</p>	<p>Volume global</p> <p>Mix de la demande</p> <p>Saisonnalités</p> <p>Modes</p> <p>Concurrence</p> <p>...</p>





## On peut identifier deux types de déséquilibre : temporaire et structurel

---

### Temporaire :

- une machine (ou autre ressource) passant sans cesse d'un état de surcharge à un état de rupture d'alimentation. Ce sont des "goulots baladeurs"

### Structurel :

- certaines ressources sont sciemment ou inconsciemment programmées avec une capacité largement inférieure aux besoins de production annuels

Il y a donc des "non-goulots" ...  
... et vraisemblablement des goulots "chroniques"





## Quelle définition peut-on donner aux Goulots & Non-goulots ?

### GOULOT

X

Ressource dont la capacité est, en moyenne, égale ou inférieure aux besoins

Pour certaines ressources coûteuses, le coût des stocks < coût des excédents de capacité

Elles ne devraient donc pas présenter d'excédents de capacité

Ce sont les meilleurs (ou moins mauvais) goulots

### NON-GOULOT

y

Ressource dont la capacité est, en moyenne, supérieure aux besoins

Pour certains moyens, le coût des stocks > coût des excédents de capacité

Ceux-ci devraient donc avoir des excédents de capacité

Ils devraient être des non-goulots



## Face aux déséquilibres, il est nécessaire de différencier les règles de gestion des goulots et des non-goulots

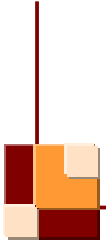
---

Comme le Kanban, abandonner l'objectif de plein emploi de toutes les ressources

Exploiter les excédents de capacité existants des non-goulots (+90% des ressources) pour réduire les stocks

Bien gérer les goulots pour optimiser les performances globales



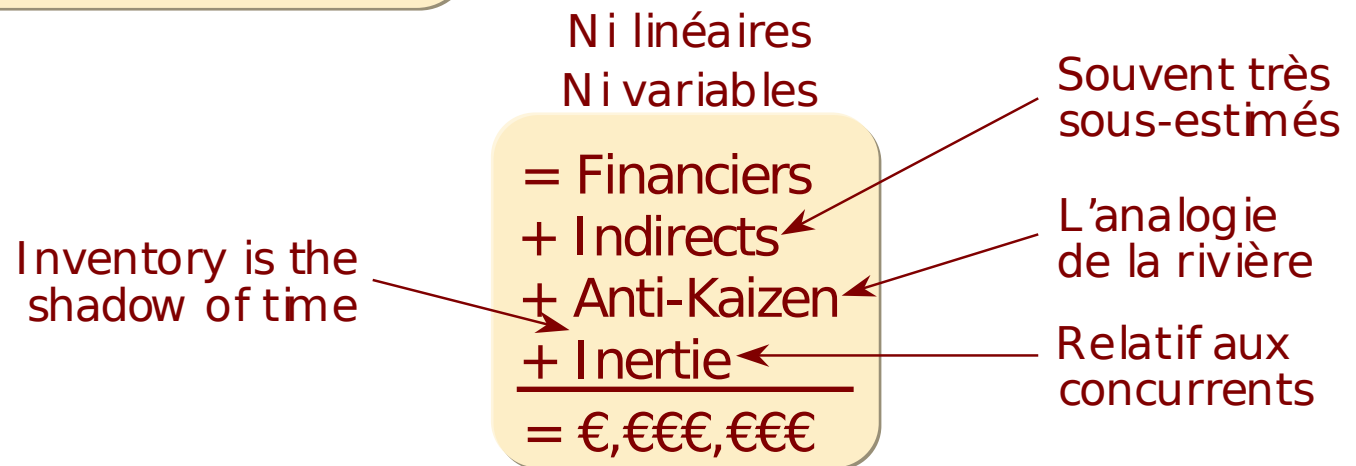
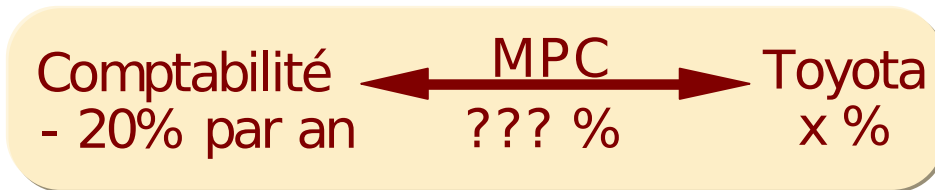


## Il faut également travailler à partir des "bons" des coûts des stocks ...

Les industriels sont condamnés à mieux cerner le coût réel des stocks

Il se situe nécessairement quelque part entre :

- les 10 ou 20% de taux de possession annuel pris en compte par la comptabilité classique
- et le coût infini qui sous-tend l'objectif "zéro stock"





## ... tout en sachant correctement évaluer les coûts des excédents de capacité

---

Progressivement, au fur et à mesure qu'un marché devient plus concurrentiel, les entreprises se retrouvent condamnées à entretenir des excédents de capacité de plus en plus importants

Seuls les coûts fixes sont à prendre en compte

Accroître la capacité à produire mais pas la production effective :

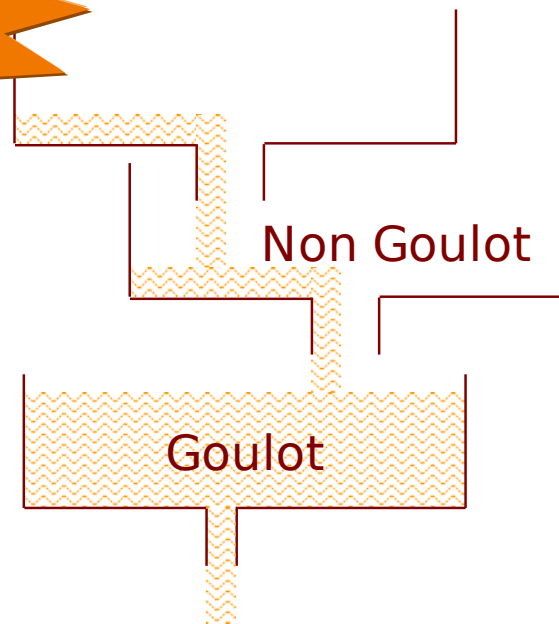
- dotation supplémentaire aux amortissements
- coûts d'exploitation fixes (y compris main-d'œuvre directe ?)

Nota : attention aux effets néfastes de l'utilisation d'horaires différents



## Règles de base du MPC : la production d'une usine est limitée par un outil goulot, à partir duquel elle doit être pilotée

Les contraintes ou goulots déterminent le débit des ventes

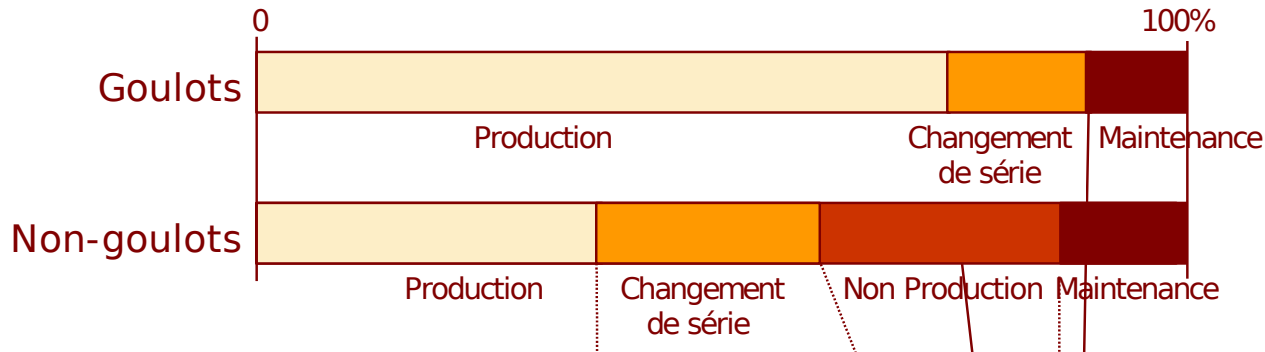


La durée du cycle de production (temps de cycle) est directement proportionnelle au niveau des en-cours à chaque étape de production

Une des étapes de la production a une capacité inférieure aux autres. Cette capacité détermine la capacité de l'ensemble de l'usine

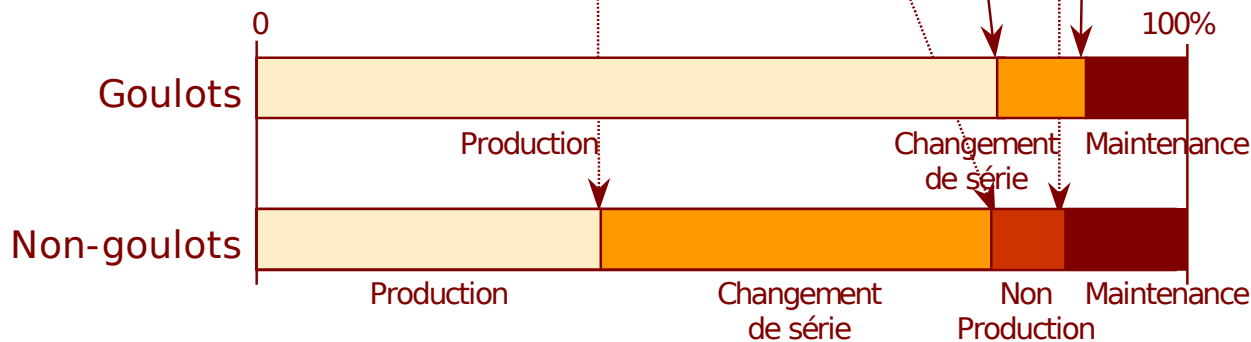
L'utilisation d'un non-goulot ne devrait pas être déterminée par son propre potentiel mais par une contrainte goulot qui se trouve ailleurs dans le système

# L'utilisation des temps des ressources goulots et des non-goulots doit être différenciée



Le goulot doit produire au maximum => on autorise donc un phénomène de campagnes au niveau du goulot afin de minimiser les temps de changement de série et d'optimiser sa production

Le temps de changement de série est long, on le fait donc le moins possible alors que l'équipement n'est pas utilisé en permanence



Le non-goulot doit être réactif et suivre la production des goulots => on utilise son excédent de capacité pour faire des changements de série et limiter le phénomène de campagnes sur ces équipements non-goulots



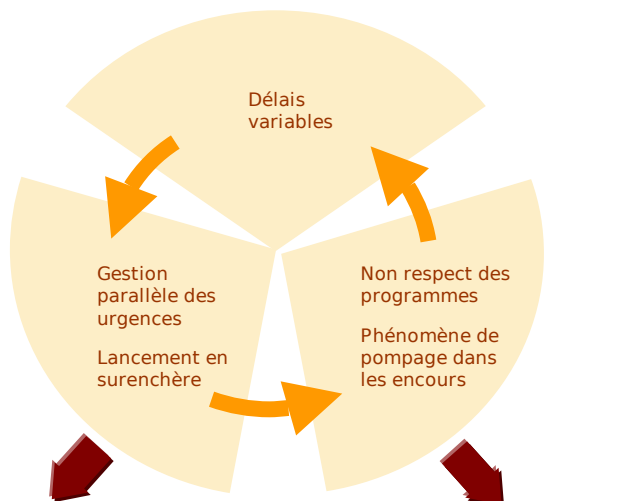


# Une nouvelle logique de pilotage

## Ordonnancement classique : saturation de toutes les machines



Un cercle vicieux s'instaure



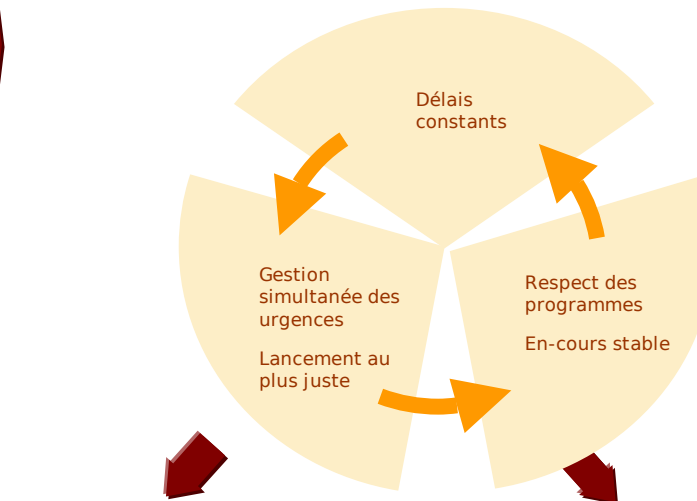
Délais longs et aléatoires + Stocks élevés

Sous productivité de régime perturbé

## Ordonnancement MPC : saturation des goulots par les non-goulots



Le cercle vertueux du pilotage

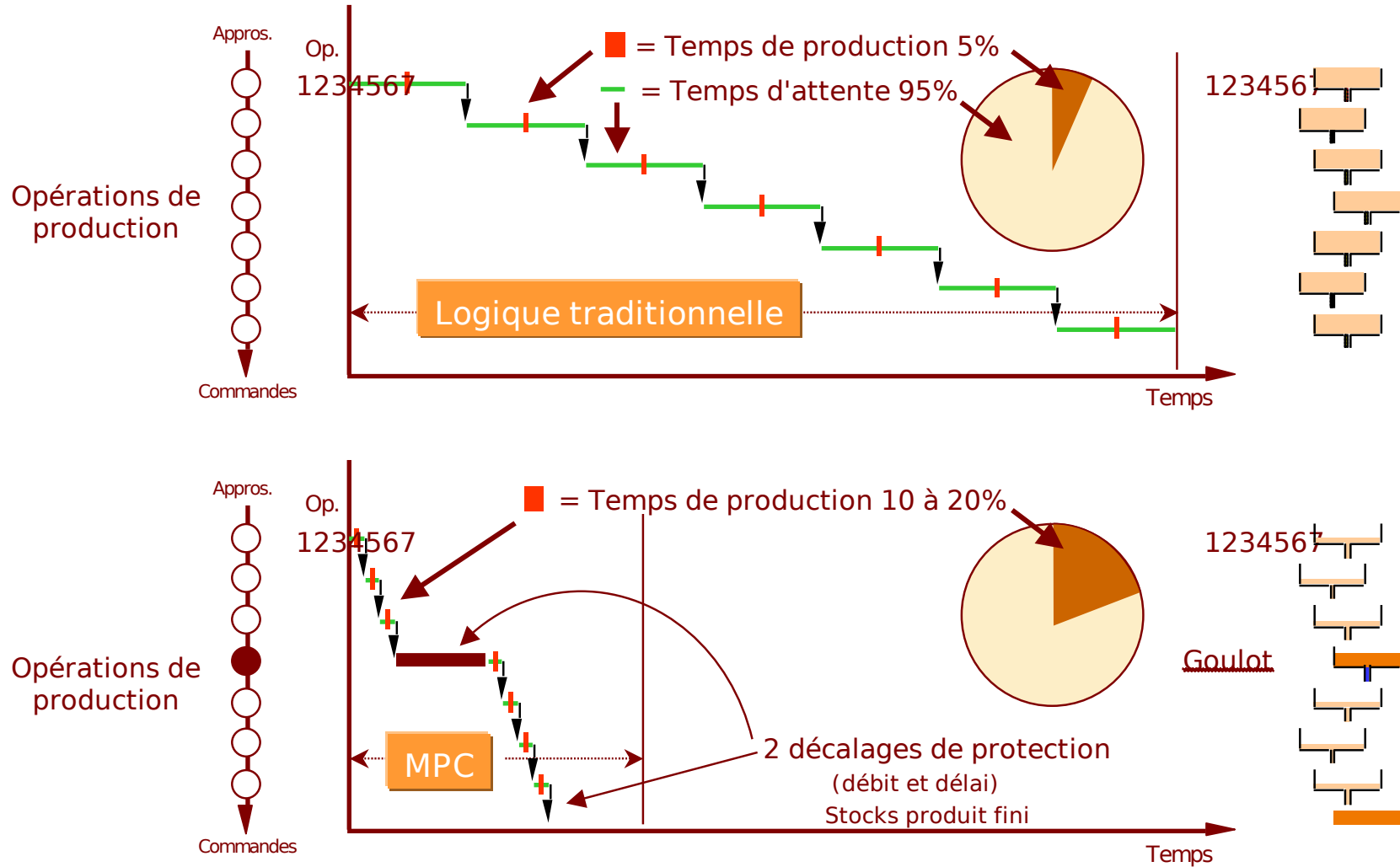


Délais courts et garantis

Productivité "nominale"



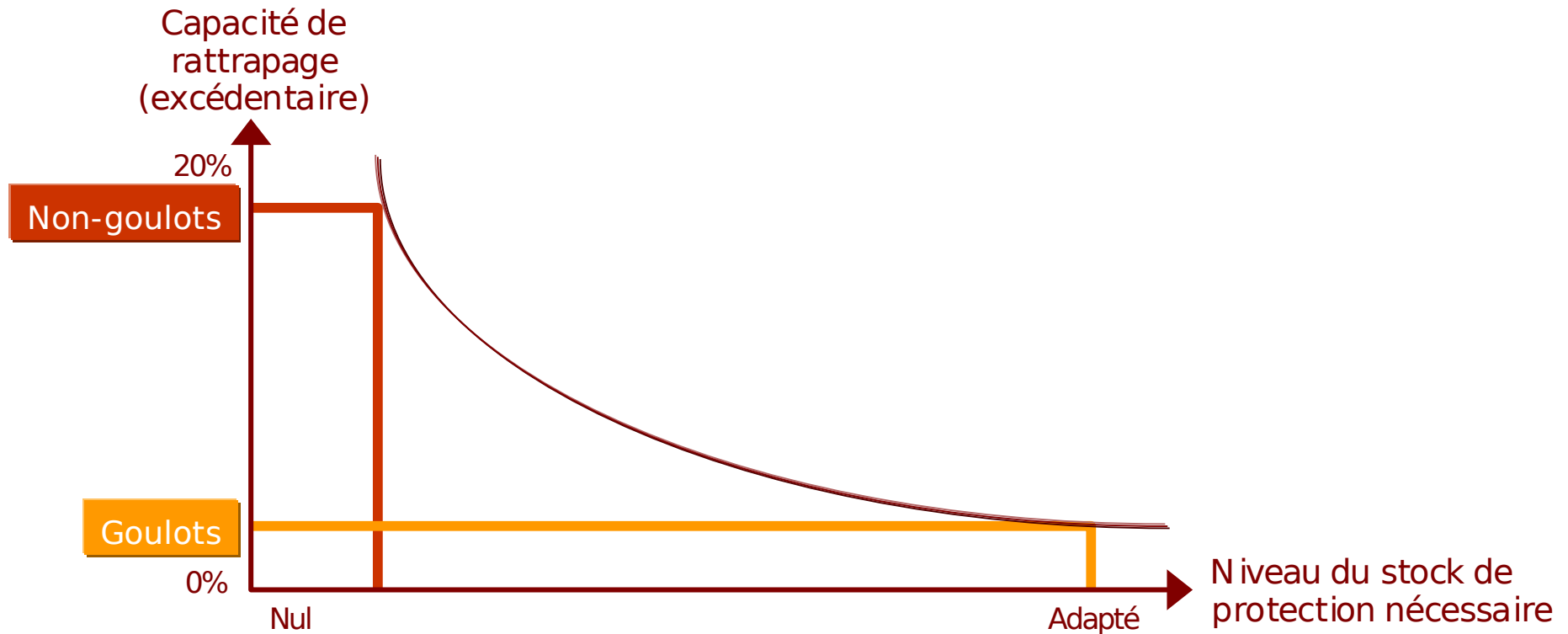
# La technique de synchronisation des flux consiste à rendre les outils non-goulots aussi réactifs que possibles afin qu'ils suivent les goulots



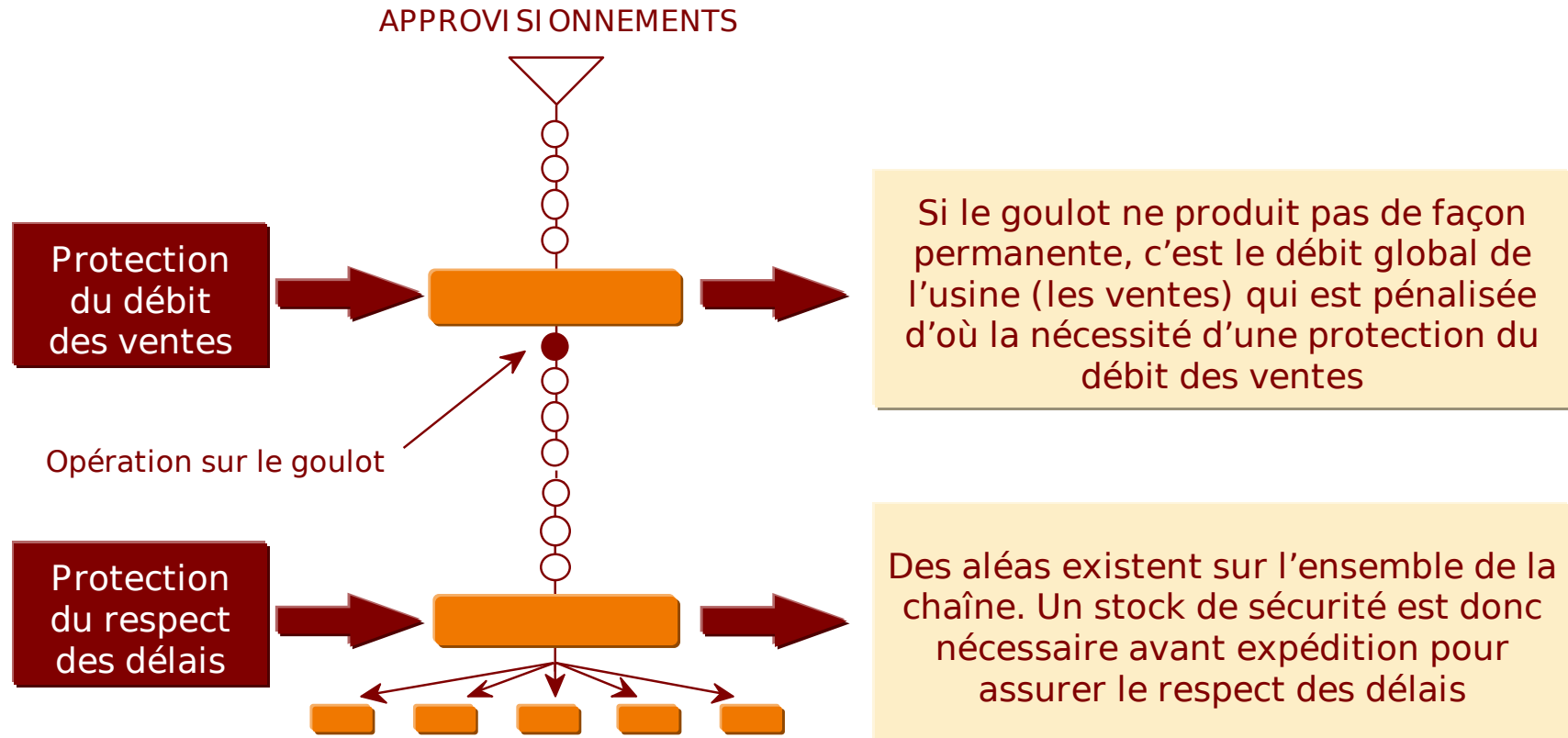


# Des stocks de protection doivent être disposés devant les équipements goulots

Relation entre le niveau du stock de protection nécessaire et la capacité de rattrapage disponible

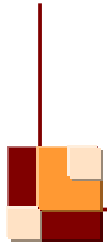


# Les stocks de protection ont 2 fonctions différentes : préserver le débit du goulot et assurer le respect des délais



Les stocks tampons sont des files d'attente qui se renouvellent sans cesse (en FIFO)





## Les non-goulots sont aussi importants que les goulots

---

Les Goulots déterminent le débit et une bonne partie de la flexibilité :

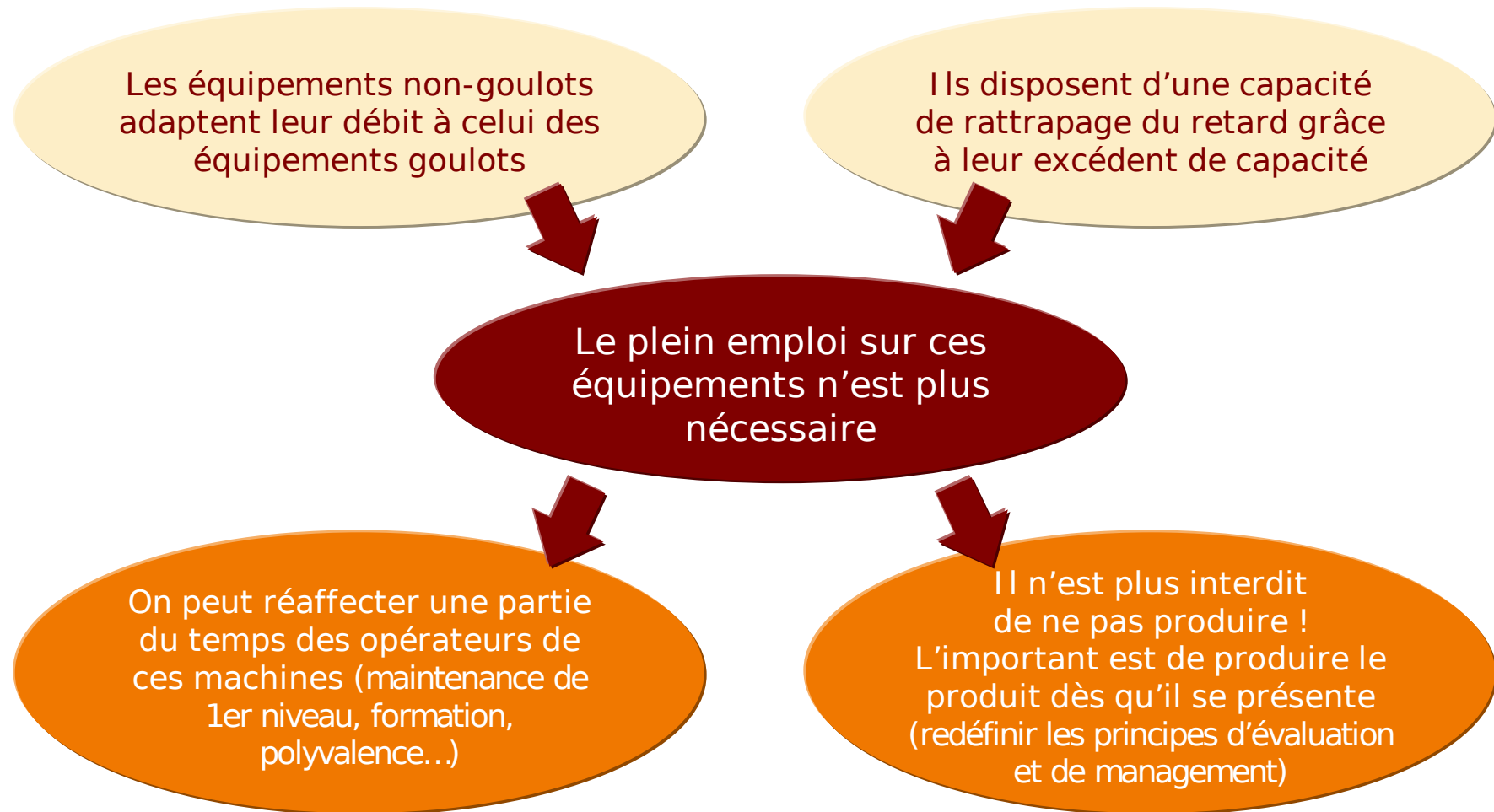
- il faut assurer leur protection contre les aléas avec des stocks tampons
- on leur donne un traitement de faveur
- les phénomènes de campagnes sont autorisés sur les goulots afin d'optimiser leur production
- l'argent dépensé pour augmenter la capacité du goulot doit être comparée à l'augmentation du CA (et de la marge) qui en résulte pour l'entreprise. Ainsi "de l'argent est générée par heure de goulot"

Les Non-goulots :

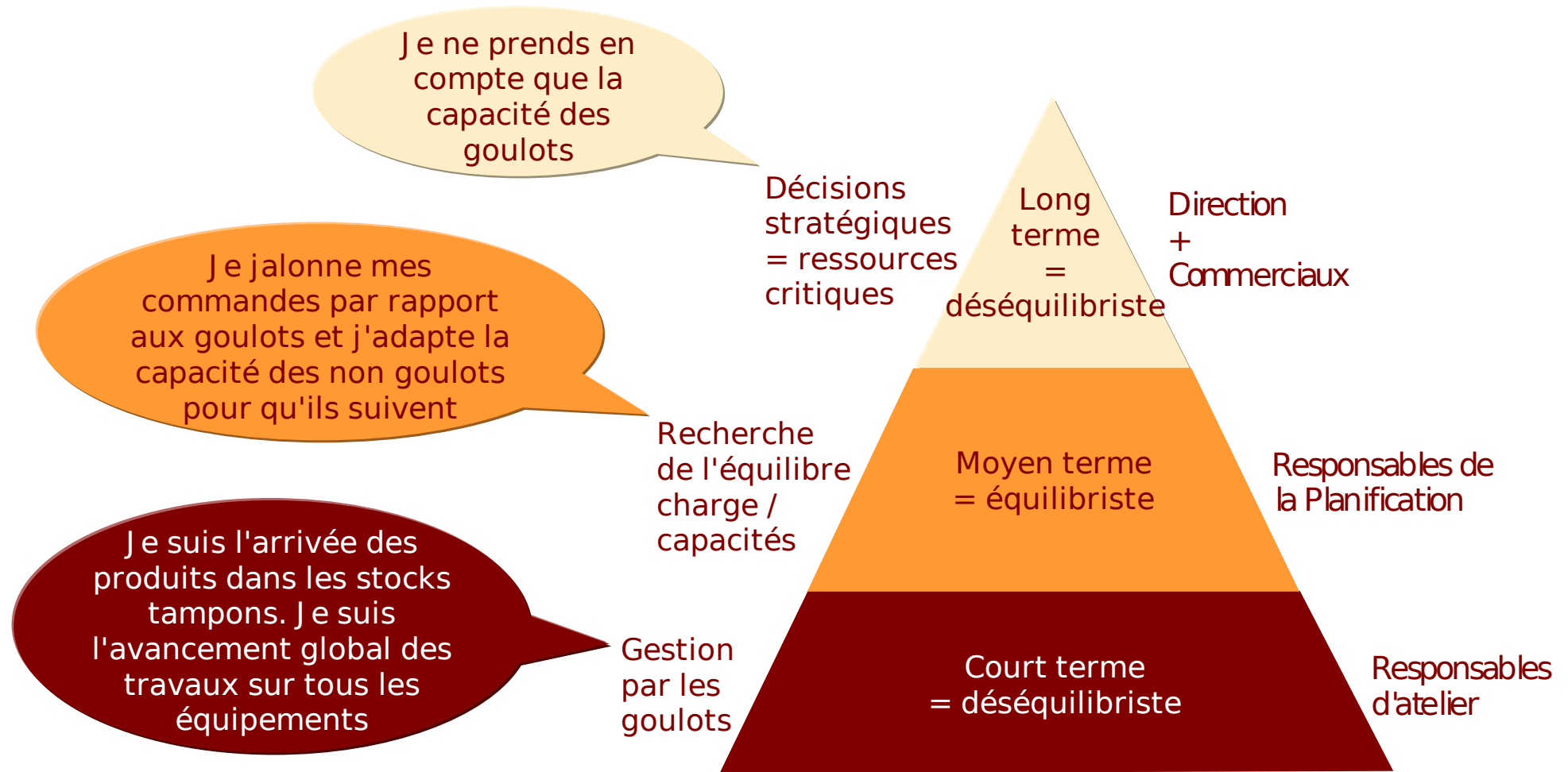
- il faut tendre vers une conversion des excédents de capacité en réduction de stocks et en Kaizen (processus d'amélioration continu)
- contrairement aux goulots, une dépense d'argent pour augmenter la capacité des non-goulots n'a pas d'impact sur le CA, elle ne doit être comparée qu'à la réduction du coût de production du non-goulot



## Il faut adapter les règles de gestion des équipements non-goulots



# La vue duale "Goulot / Non-goulot" au niveau de la pyramide de pilotage





## Après la gestion du déséquilibre existant, le MPC vise à rechercher le bon déséquilibre

---

### Phase 1 : gestion du déséquilibre existant

- postulat : le déséquilibre (charge/capacité) est inévitable
- il y a donc toujours des goulots et des non-goulots
- la vue duale : il faut deux ensembles de règles différents :
  - traitement de faveur pour les goulots
  - asservissement des non-goulots aux goulots
- les stocks tampons sont concentrés en 2 endroits :
  - devant le goulot : protéger le débit
  - juste avant les expéditions : assurer le respect des délais
  - les excédents de capacité des non-goulots absorbent la plupart des aléas

### Phase 2 : recherche du bon déséquilibre

- un transfert des investissements depuis les stocks vers les sur-capacités
- il y a des bons et des mauvais goulots
- les bons goulots sont les machines les plus chères





## Cette stratégie déséquilibrante revient à orienter les investissements et les actions Kaizen

---

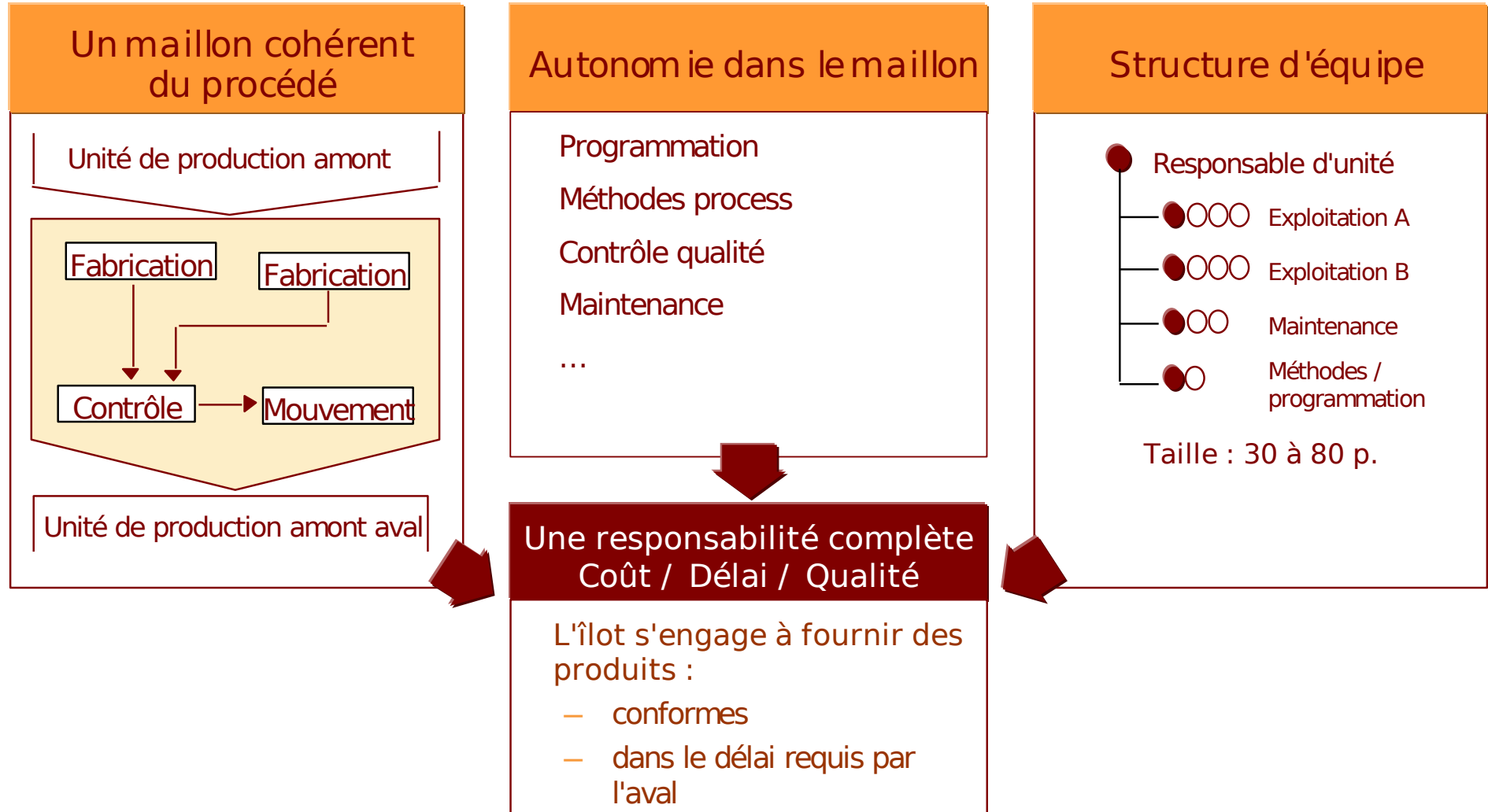
Investir sur un goulot  
Augmenter le débit  
dans l'usine

Investir sur des non-goulots  
Réduire le niveau des stocks  
et la longueur des cycles

Ces accroissements de capacité peuvent provenir soit d'un investissement soit d'une succession d'améliorations ciblées



# Comme pour les autres modes d'organisation, une présence forte d'unités de production autonomes



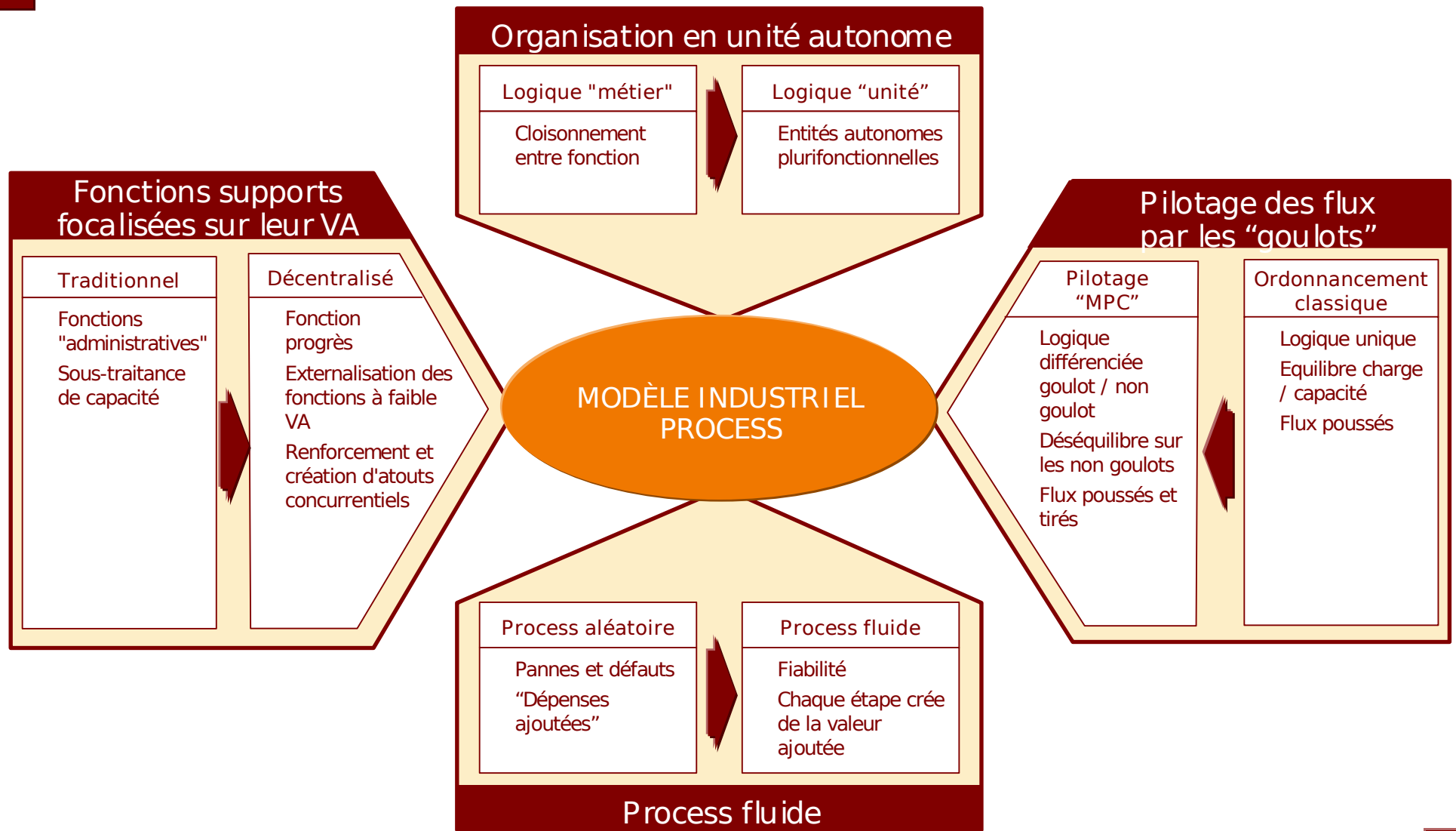


# Les règles d'or de la philosophie du management par les contraintes

LES RÉGLES D'OR DU MPC	LES RÉGLES CLASSIQUES
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Equilibrer le flux et non les capacités</li><li>2. Le niveau d'utilisation d'un non-goulot n'est pas déterminé par son propre potentiel, mais par d'autres contraintes du système</li><li>3. Utilisation et plein emploi d'une ressource ne sont pas synonymes</li><li>4. Une heure perdue sur un goulot est une heure perdue pour tout le système</li><li>5. Une heure gagnée sur un non-goulot n'est qu'un leurre</li><li>6. Les goulots déterminent à la fois le débit de sortie et les niveaux de stock</li><li>7. Souvent le lot de transfert ne doit pas être égal au lot de fabrication</li><li>8. Les lots de fabrication doivent être variables et non fixes</li><li>9. Etablir les programmes en prenant en compte toutes les contraintes simultanément</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Equilibrer les capacités, puis essayer de maintenir le flux</li><li>2. Le niveau d'utilisation d'une ressource est déterminé par sa propre capacité</li><li>3. La charge d'une ressource doit être égale à son plein emploi</li><li>4. Une heure perdue sur un goulot, c'est seulement une heure perdue sur cette ressource</li><li>5. Une heure gagnée sur un non-goulot, c'est une heure gagnée sur cette ressource</li><li>6. Les goulots limitent temporairement le débit de sortie mais ont peu d'effet sur les niveaux de stock</li><li>7. On doit éviter l'éclatement et le chevauchement des lots</li><li>8. Le lot de fabrication doit être constant à la fois dans le temps et sur son parcours</li><li>9. Etablir le programme d'une manière séquentielle</li></ol>
<p>La somme des optimums locaux n'est pas l'optimum du système global</p>	<p>La seule manière d'atteindre l'optimum du système global est d'obtenir les optimums locaux</p>

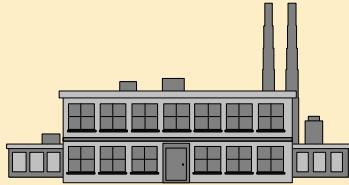


# En synthèse, ...



# Exemple d'application du MPC dans une industrie lourde à process linéaire discontinu

## L'entreprise et son marché



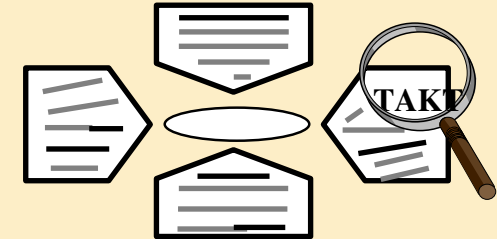
Une offre étoffée  
Des produits banalisés  
Une concurrence agressive

## Points clés de son environnement industriel

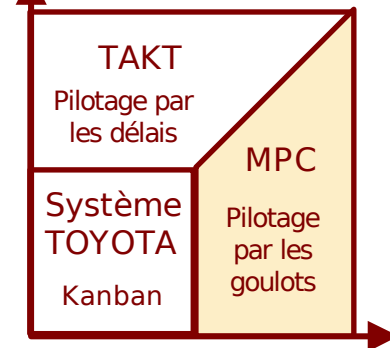


Des investissements très élevés (de l'ordre d'une année de CA)  
Un procédé techniquement complexe  
Des flux quasiment linéaires  
Une culture d'entreprise "métiers"  
Un historique syndical fort

## Impact sur le modèle



Complexité des flux



Intensité capitalistique





## d. Kanban

---

# Le Kanban s'applique sur des produits où les flux sont simples et à faible intensité capitaliste



## Conditions de succès du Kanban

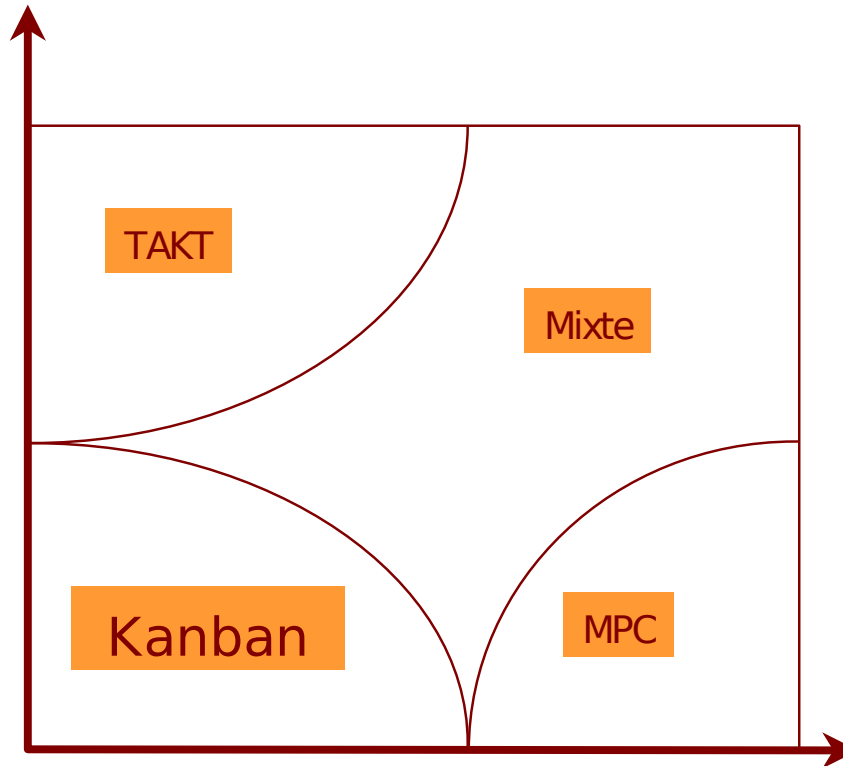
Faible nombre d'opérations

Taille de série :  
Grande/ Moyenne

Intensité capitaliste  
Faible/ Moyenne

Une grande souplesse sur la  
main d'œuvre (exemple :  
passage de 2 à 3 équipes)

Complexité  
des flux



Intensité  
capitaliste





## Le Kanban est une méthode "basique" de gestion des flux

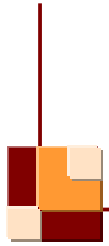
---

Le Kanban est un outil de gestion de production qui a 2 objectifs principaux:

- assurer une production en Juste-à-Temps à chaque étape du processus
- contrôler en permanence le niveau des en-cours de production pour minimiser le Temps de Cycle de la production

Le Kanban s'applique en général à l'intérieur d'un atelier ou d'un ensemble autonome de cellules de travail, cependant le système Kanban peut être mis en place entre plusieurs sites même assez éloignés géographiquement





## Dans le Kanban on parle de flux tirés par opposition aux flux poussés

---

Flux tirés : la production d'un poste est dictée par la demande exprimée par les postes en aval

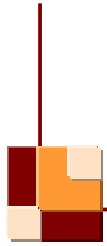
Flux poussés :

- par opposition, la production d'un poste est déterminée par les lots arrivant du poste en amont
- on peut également dire que les flux poussés sont des flux programmés : on a tenté d'ordonnancer les différentes opérations en les échelonnant dans le temps

Nota :

- par effet de mode (le Kanban) les flux tirés sont considérés comme meilleurs que les flux poussés, pourtant cela n'est vrai que dans certaines typologies d'industries (demande répétitive et équipements flexibles)
- rien n'empêche d'avoir des flux bien programmés (bien poussés)





## Les objectifs recherchés par la mise en place d'un système Kanban

---

Objectifs principaux :

- déléguer à la ligne de fabrication la planification quotidienne.
- connaître à tout moment le niveau d'en cours

Le Kanban est un système de communication visuelle en temps réel pour toutes les personnes intervenant sur le processus de fabrication :

- dégager du temps à l'encadrement pour mener des actions de progrès telles que Kaizen, SMED, 5S, ...

Le Kanban contribue à tendre les flux et à mettre en évidence les faiblesses d'une ligne de production et ainsi à concentrer les efforts sur les points critiques







## Les symptômes classiques : existence de perturbations (au niveau usine et atelier) malgré une bonne répétitivité de la demande

---

Taux de service dégradé

Stocks élevés, mal répartis : un stock après chaque opération de gamme

Données sur les stocks non fiables

Chasse aux pièces perdues

Rendement des ateliers avals dégradé

Désorganisation des ateliers

Expéditions en urgence

Planification conflictuelle

Planification perturbée par les ruptures

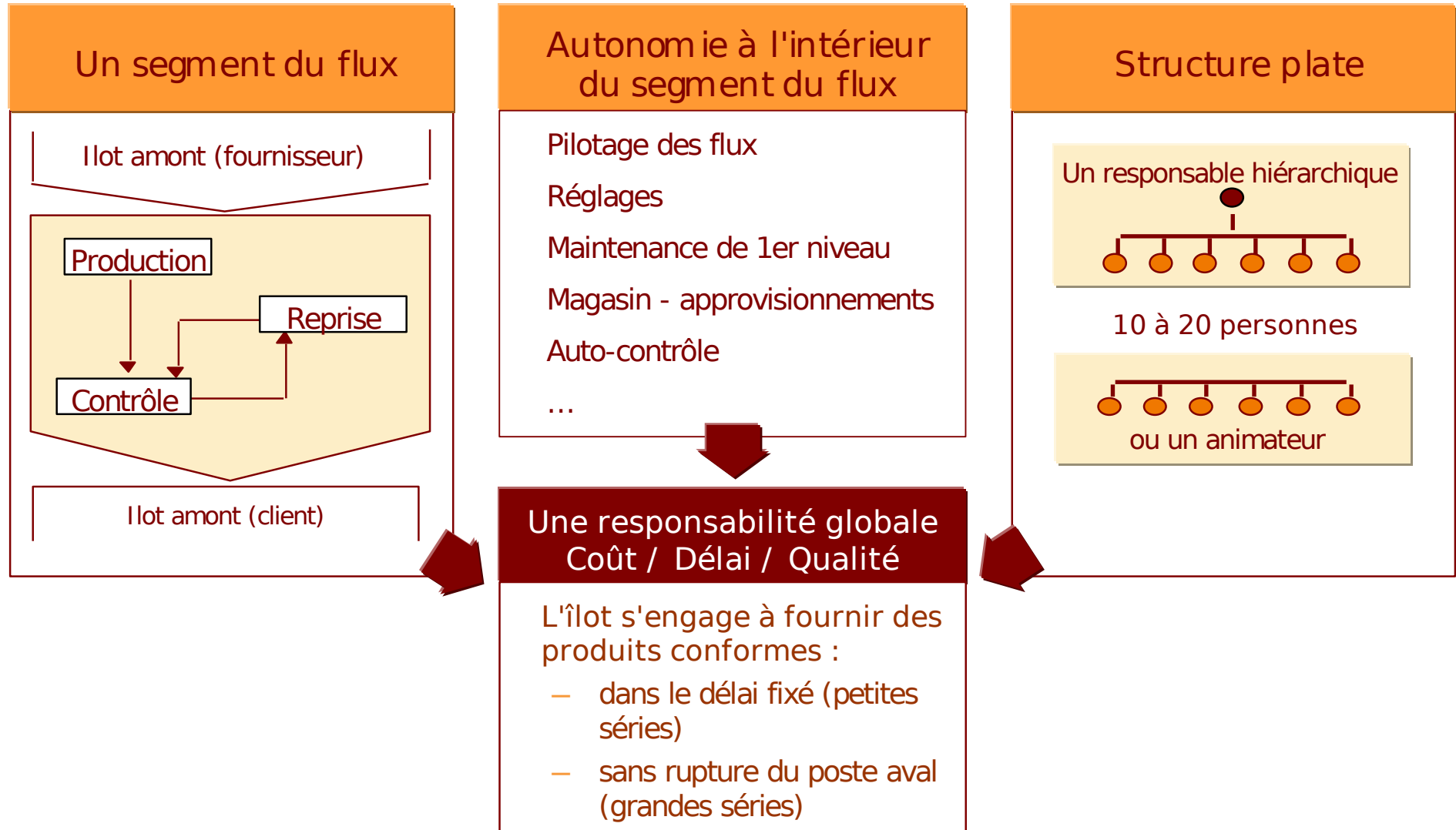
Changements de série en urgence

Mauvais emploi des ressources

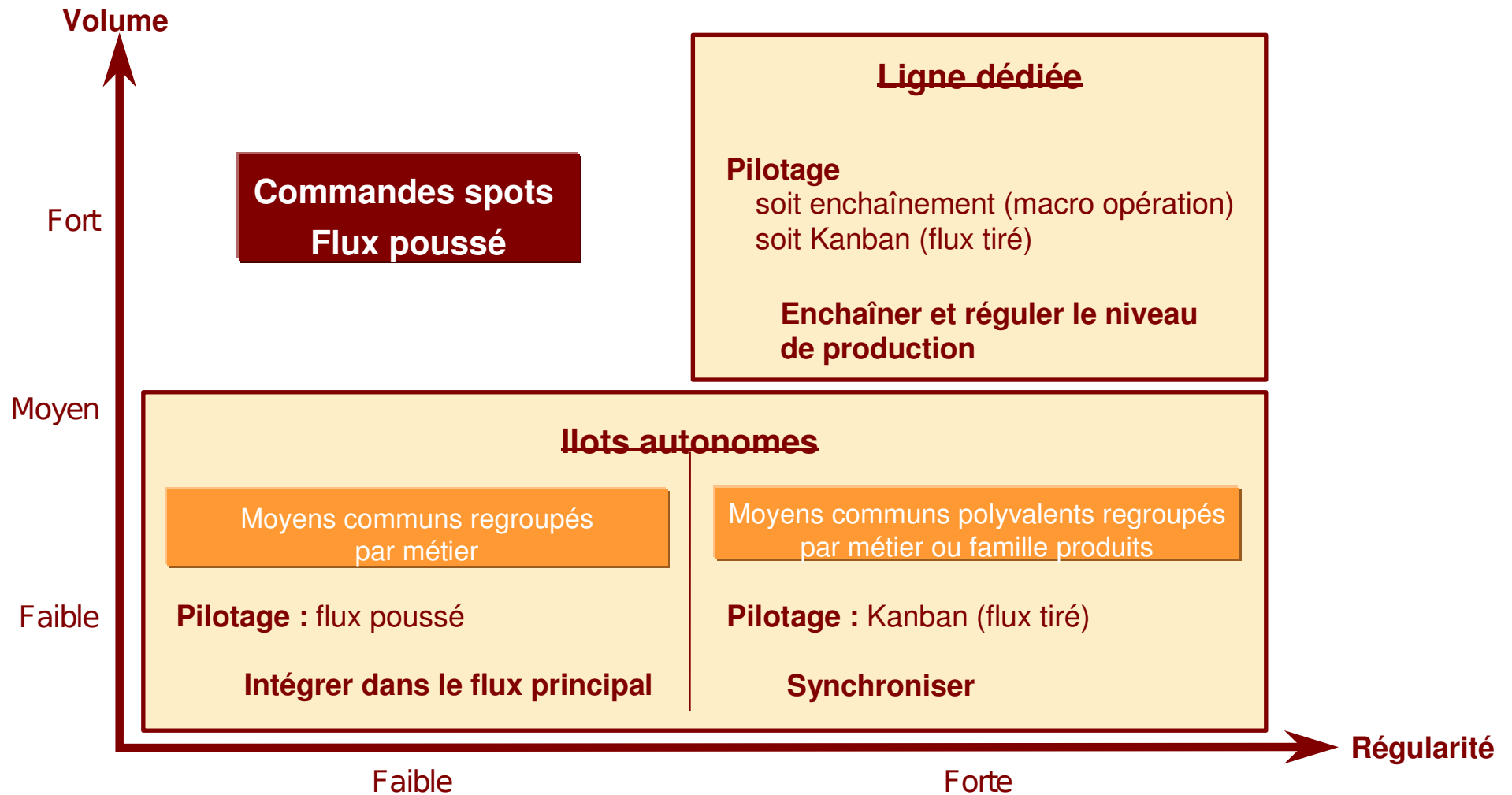
**Et tout ça, sur des produits "simples", que l'on produit de façon régulière et en quantité importante !**



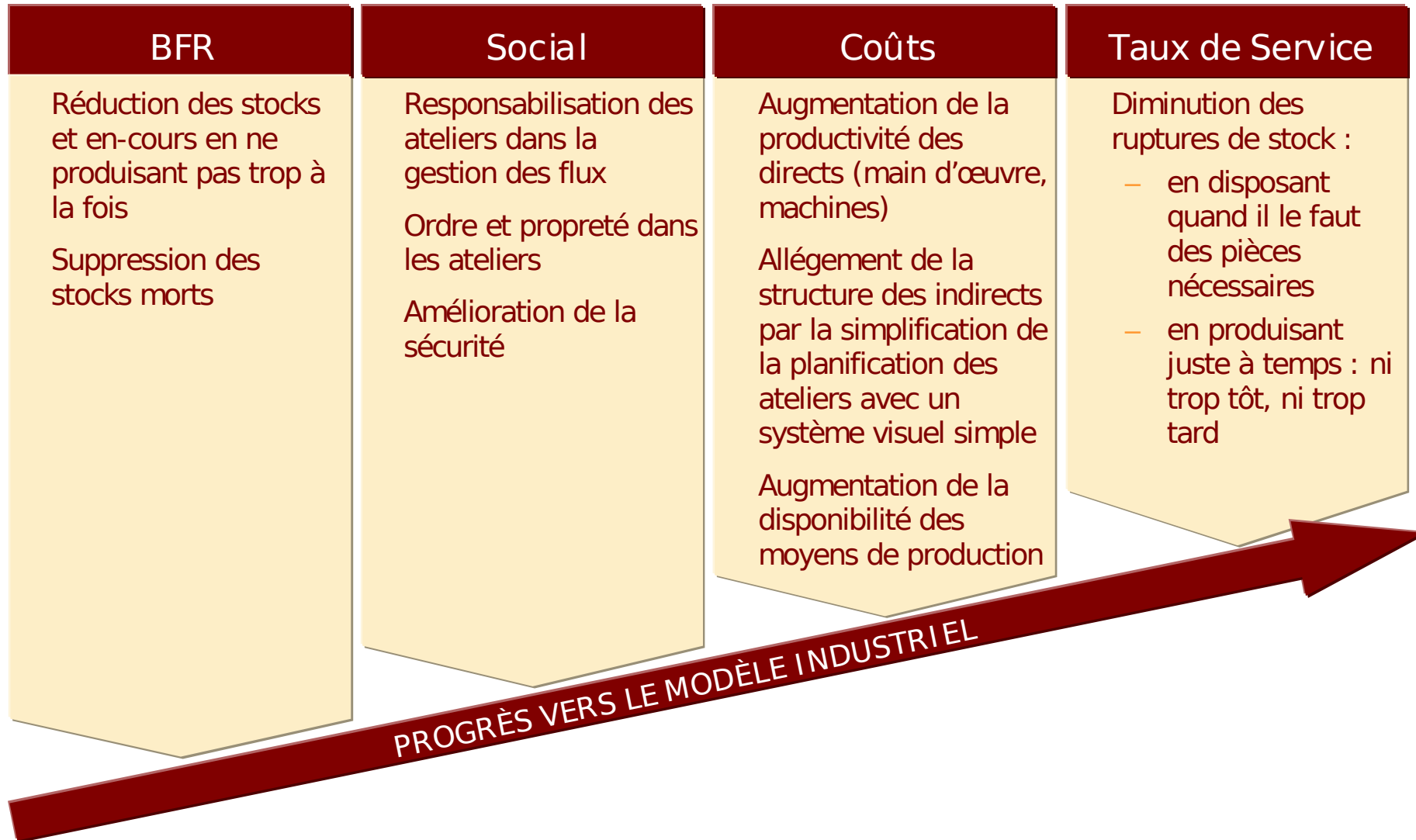
# Le Kanban est un outil d'ordonnancement qui s'appuie sur une organisation des l'atelier en îlots autonomes de production



Cette organisation en îlots autonomes peut être complétée par une organisation avec des lignes produits dédiés ...



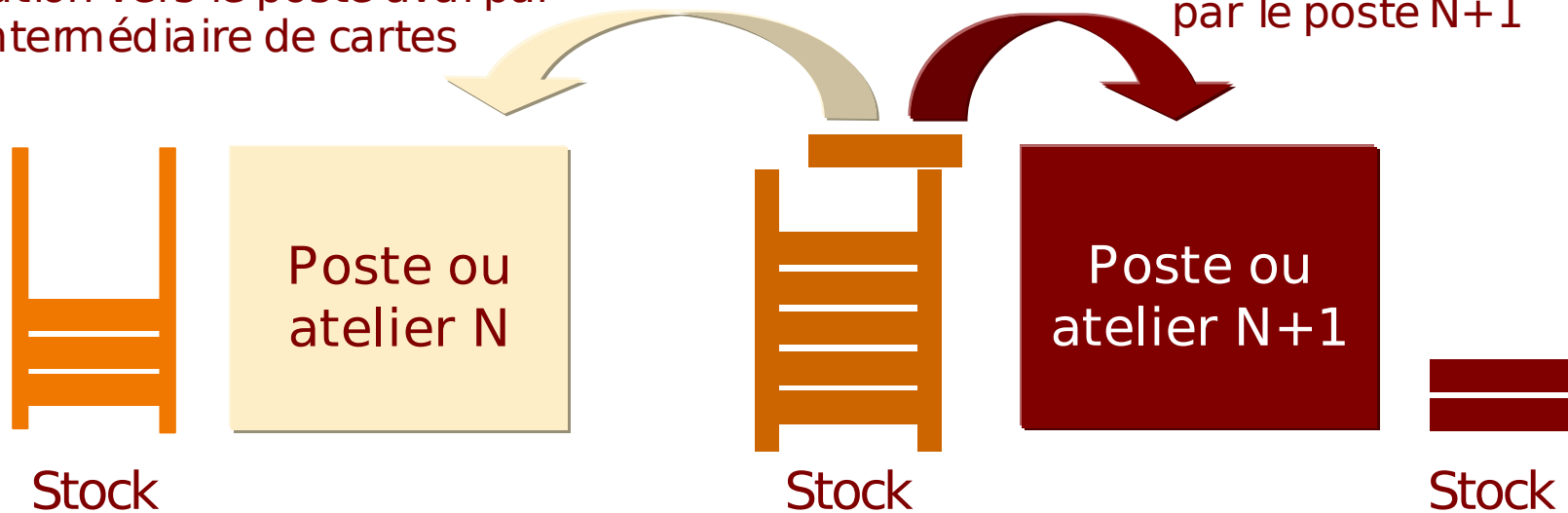
## ... pour obtenir des gains de performance à 4 niveaux



# Le principe de base du Kanban est le Renouvellement des Consommations Réelles

Transmission simultanée de cette information vers le poste aval par l'intermédiaire de cartes

Consommation d'un produit par le poste N+1



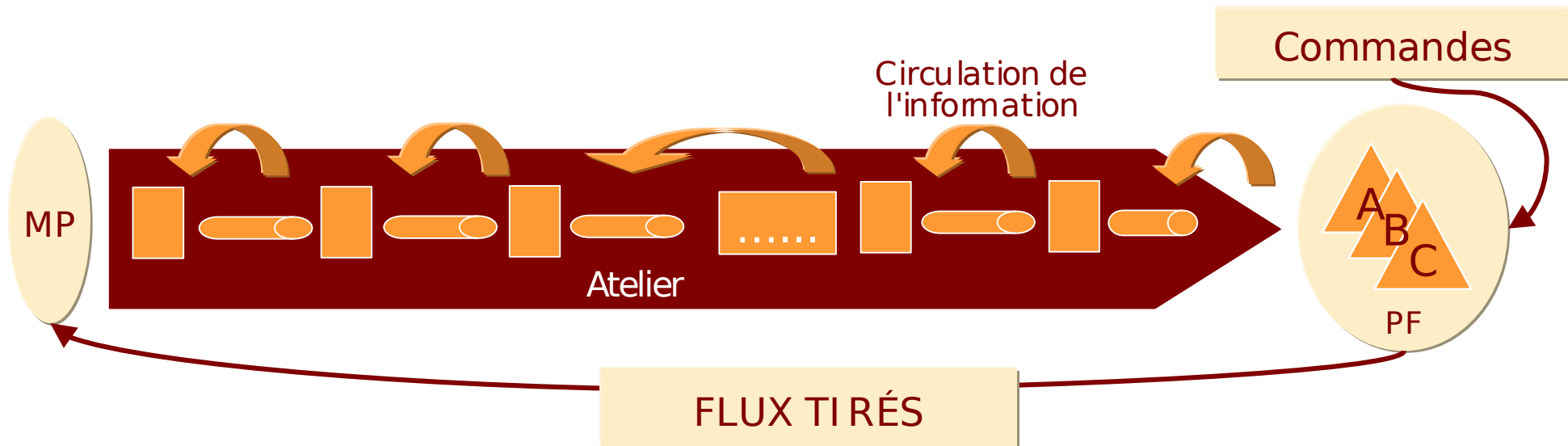
C'est la consommation réelle d'un produit qui déclenche la transmission de l'information vers l'atelier amont



# Le Kanban assure la transmission de l'information entre un poste de travail client et un poste de travail fournisseur

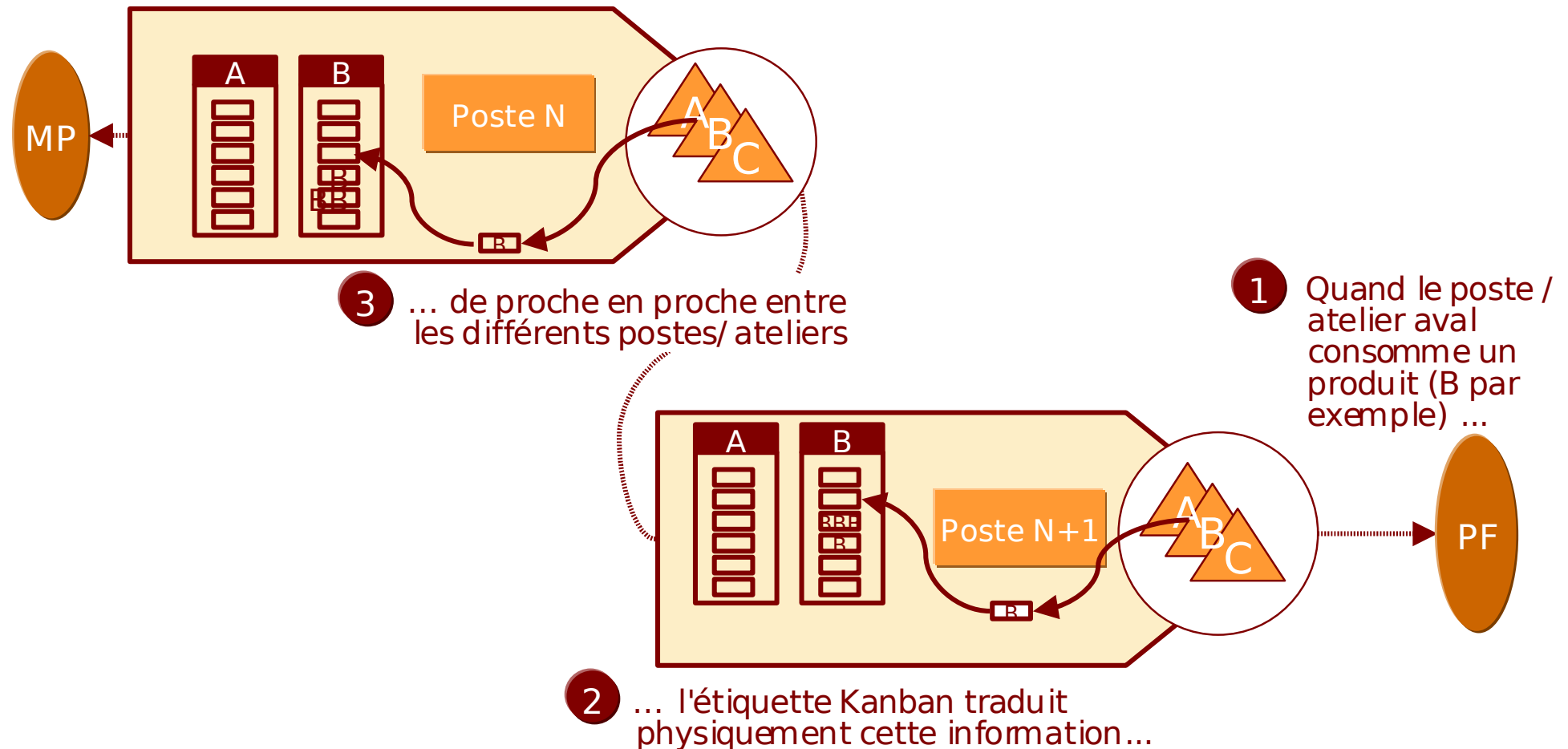
La demande aval déclenche la production du poste amont

Le flux est tiré par la demande ... chaque poste est le fournisseur du poste aval

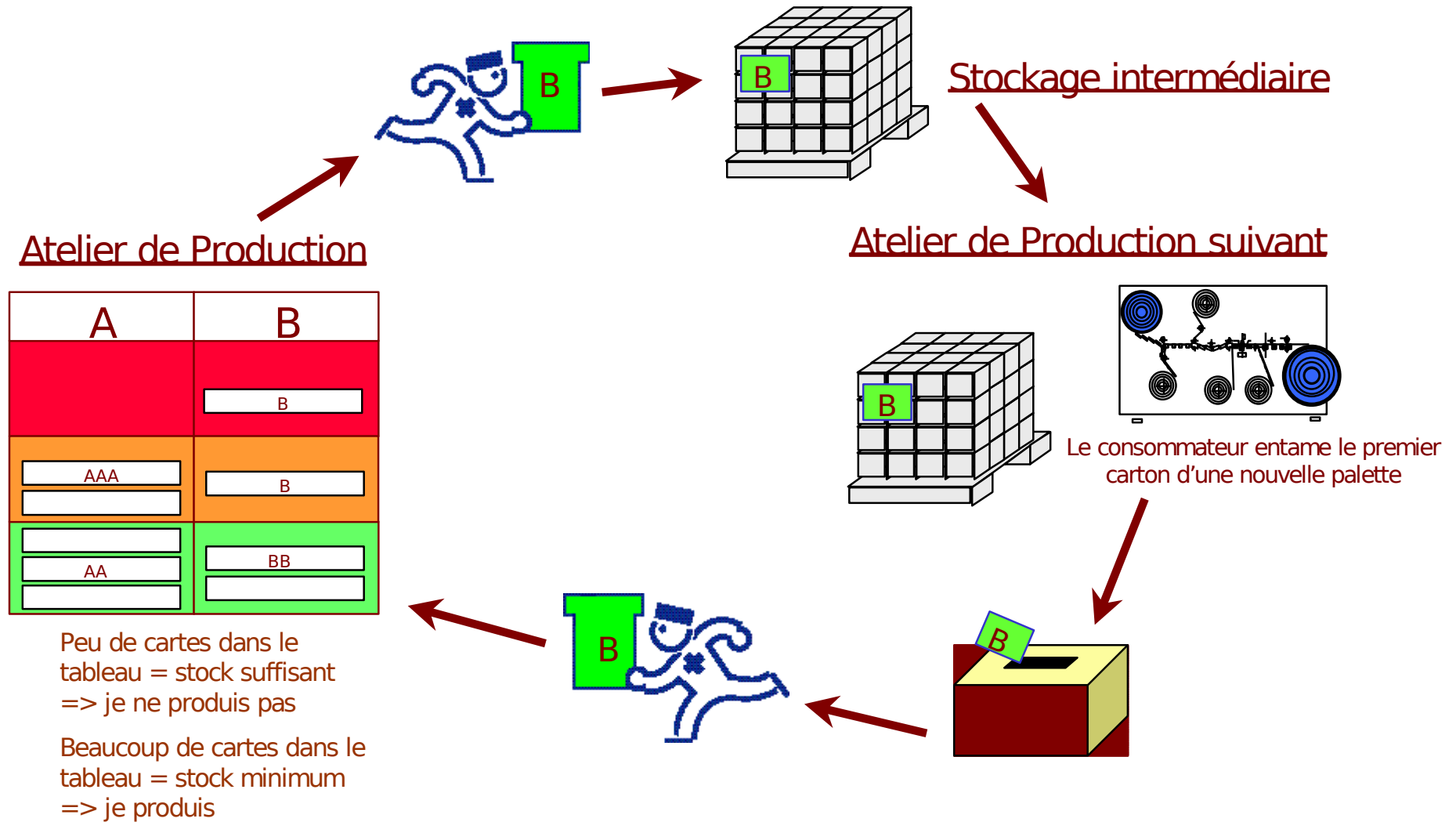


La demande est formalisée par les étiquettes Kanban  
("Kanban" = étiquette qui informe)

# L'étiquette ou carte Kanban matérialise physiquement la transmission de l'information en accompagnant les produits



Cette carte Kanban circule : elle peut se trouver soit sur le panneau, soit sur les stocks, soit dans une boîte aux lettres





# Regroupées dans un tableau, les étiquettes Kanban pilotent les lancements de production

Zone **ROUGE** : déclenchement obligatoire

Référence A	Référence B

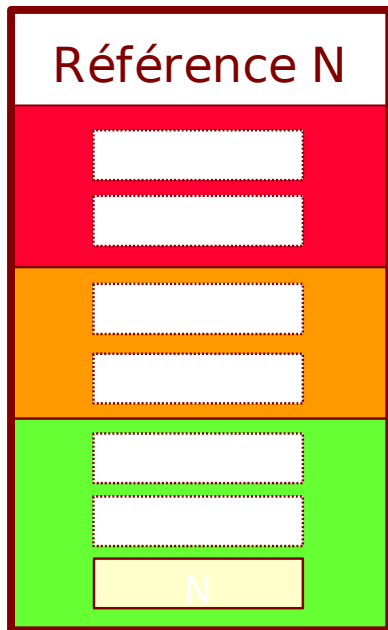
Zone **ORANGE** : souplesse d'ordonnancement entre références produites par l'atelier

Zone **VERTE** : taille mini de lot de fabrication

1 étiquette Kanban dans le tableau correspond à 1 unité de conditionnement



# La lecture du tableau de Kanban donne les instructions de production et renseigne sur le stock aval

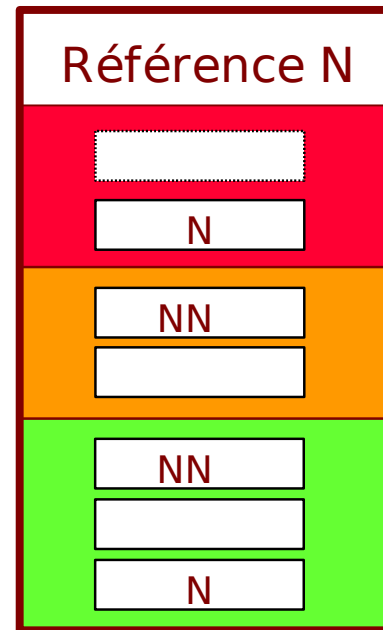


Les étiquettes ne sont pas dans le tableau Kanban :

- soit elles sont sur des contenants de produits finis
- soit elles sont sur des contenants en cours de production

Donc le besoin en produits finis est couvert, ou il va bientôt l'être (quand les en-cours seront terminés).

**CONCLUSION**  
Je ne produis pas



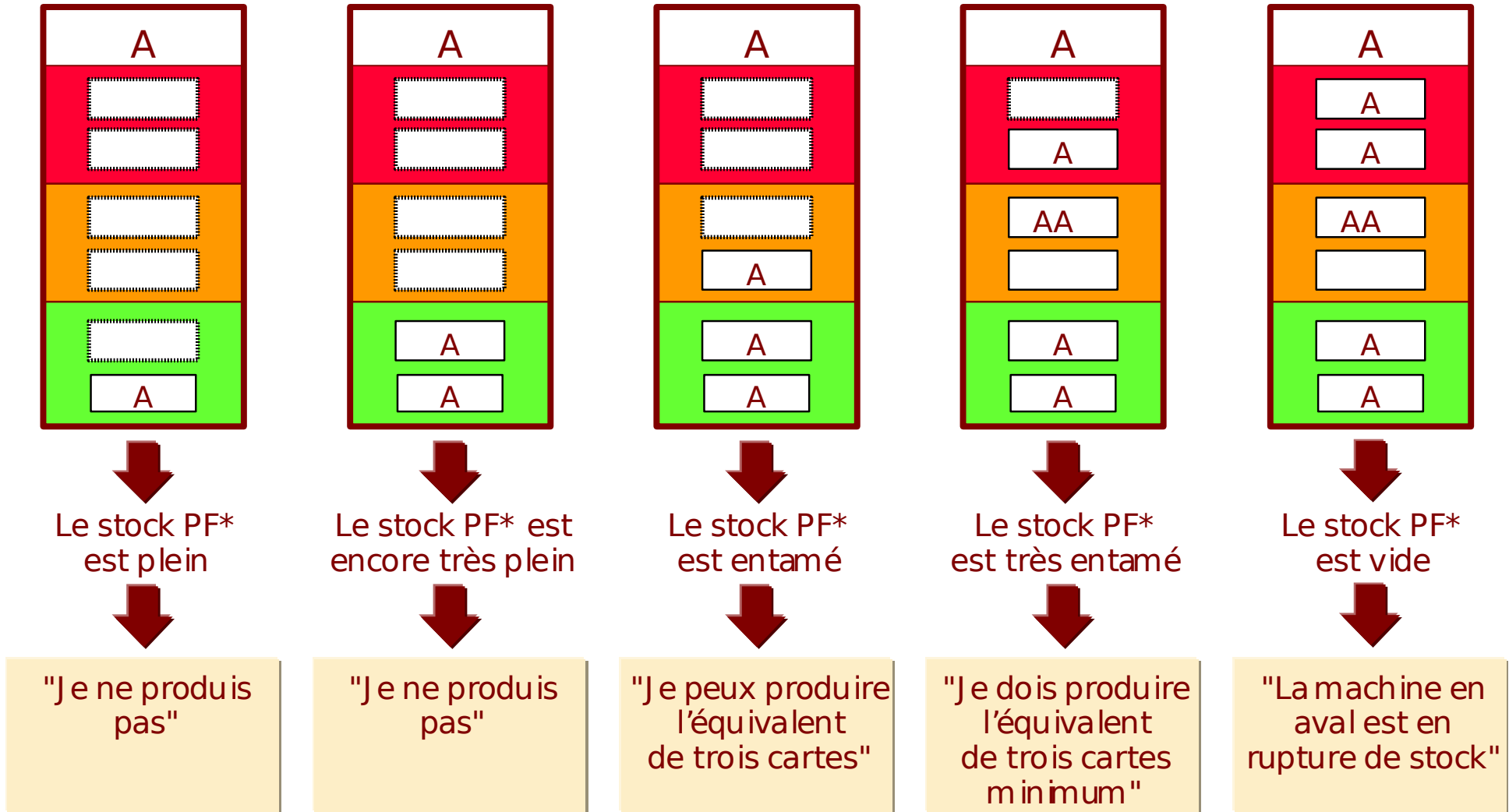
Le tableau Kanban est dans la zone rouge :

- il n'y a plus devant la machine aval ou en cours de production qu'un minimum d'en-cours
- si je ne produis pas, la machine aval ne va plus être alimentée, et toute la ligne va peu à peu se trouver en rupture

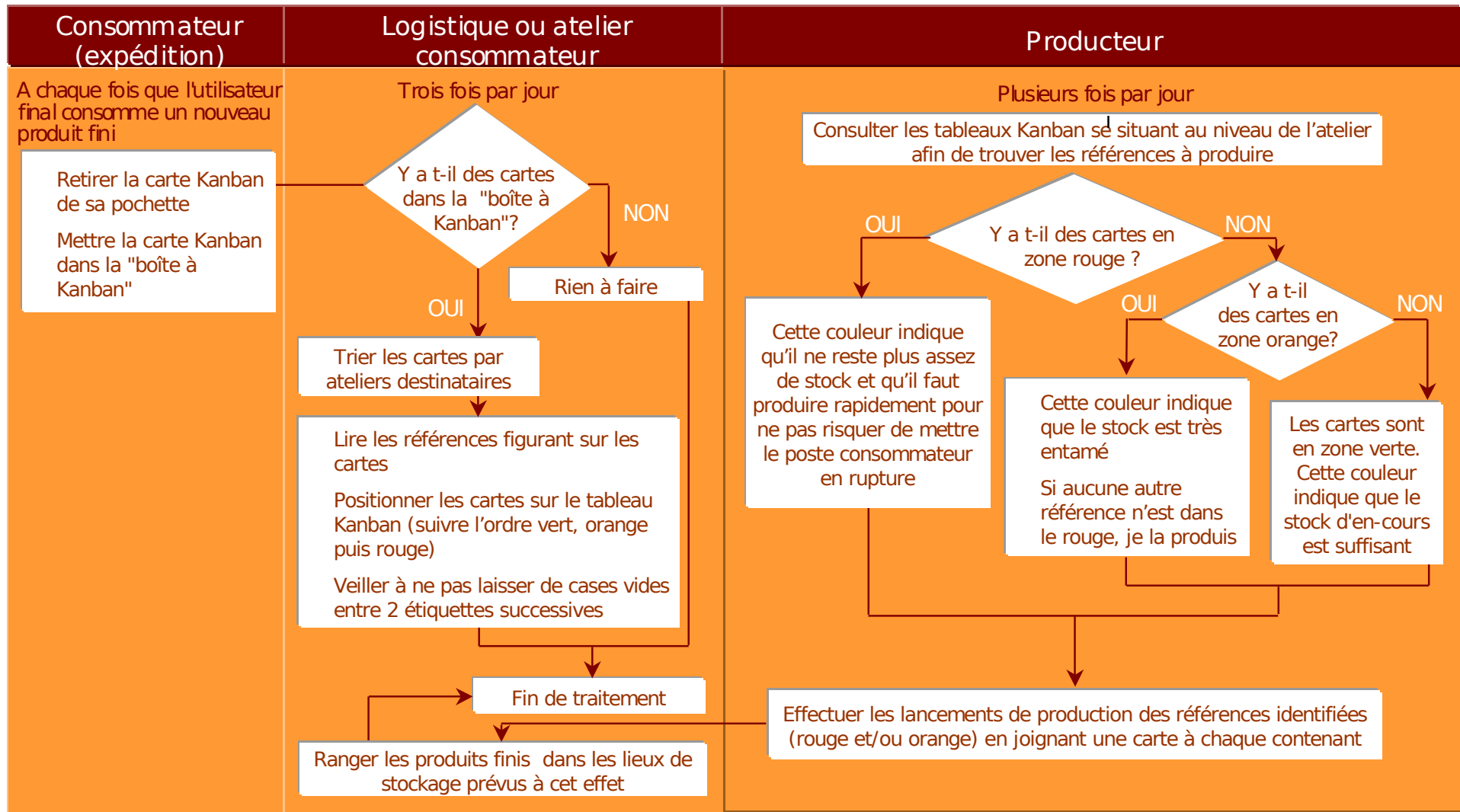
Donc l'aval a consommé de la référence N et va bientôt être en rupture si on continue à consommer de cette référence

**CONCLUSION**  
Je dois produire

# Le tableau Kanban permet de décrire toutes les situations de production possibles



# Vue d'ensemble du fonctionnement de la méthode Kanban de gestion des flux (flux "tirés" par l'utilisateur final)





## Le bon fonctionnement d'une boucle Kanban dépend du respect rigoureux de certaines règles de fonctionnement

---

### Règles de fonctionnement de l'atelier :

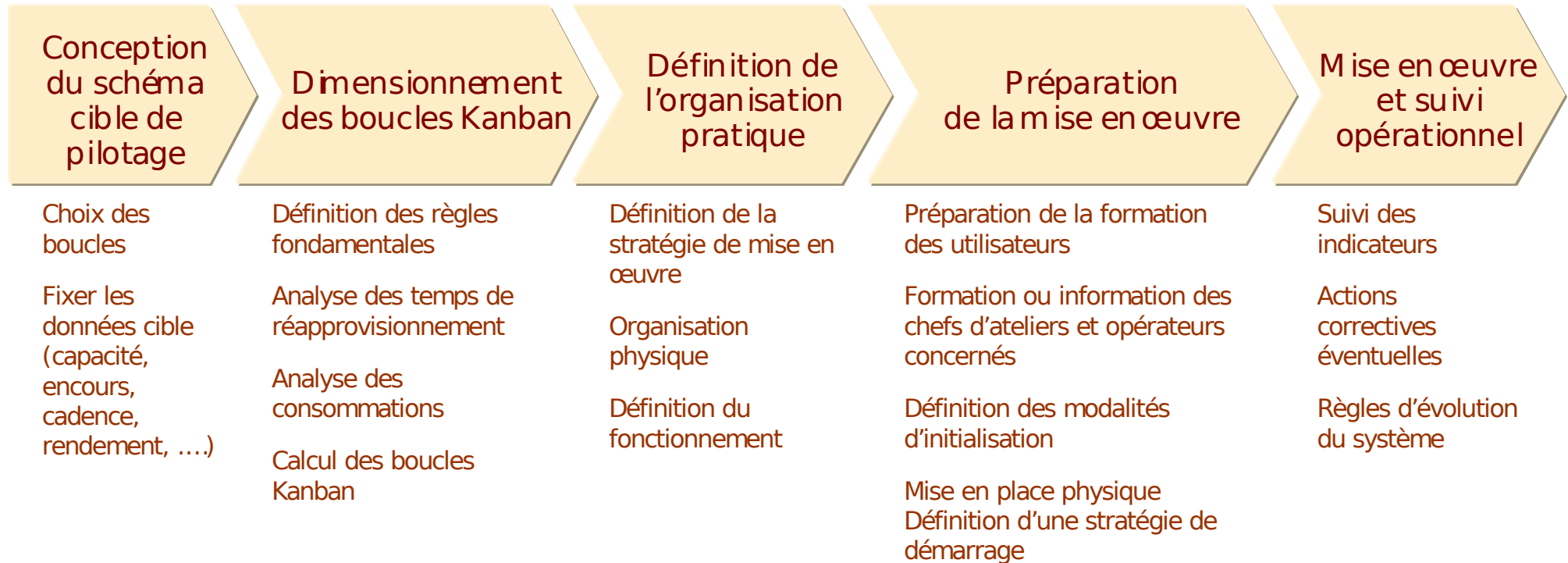
- ordonnancement :
  - modalités d'utilisation de la "souplesse" d'ordonnancement.
  - modalités d'ordonnancement entre "références voisines"
- traitement des cas particuliers :
  - retraitements de lots,
  - pannes exceptionnelles,
  - produits en phase de tests ..

### Règles de maintenance du système Kanban

- ajustement des tailles de lot de production et du conditionnement
- surveillance de la capacité de production des moyens : la Kanban travaille à capacité finie
- diminution des lots à produire en urgence : en liaison avec le plan de production
- responsabilité et rôles des différents intervenants : règles de communication sur les états de production, rôle des chefs d'ateliers et des opérateurs sur le respect des règles Kanban
- alimentation des indicateurs de performances propres au Kanban : taux de remplissage du Kanban de la machine, taux de rupture d'approvisionnement de la machine aval



# La démarche de mise en place d'un Kanban passe par 4 étapes opérationnelles



Les boucles Kanban seront mises en place en même temps sur l'ensemble du circuit d'une étiquette. On peut parfois avoir dans un même atelier des références fonctionnant avec Kanban et d'autres non (production aux caractéristiques "hors normes")



## Lors de la phase d'organisation pratique, il faut décider des références à placer sous Kanban et définir les boucles Kanban

---

### Choix des références-cibles:

- volume de production important et régulière (variation de  $\pm 2\sigma$  maximum )
- gammes et process de fabrication simples
- choix du délai de mise en place, et du rythme d'enchaînement des mises en place
- peu de contraintes d'enchaînement entre références

### Définition des boucles Kanban:

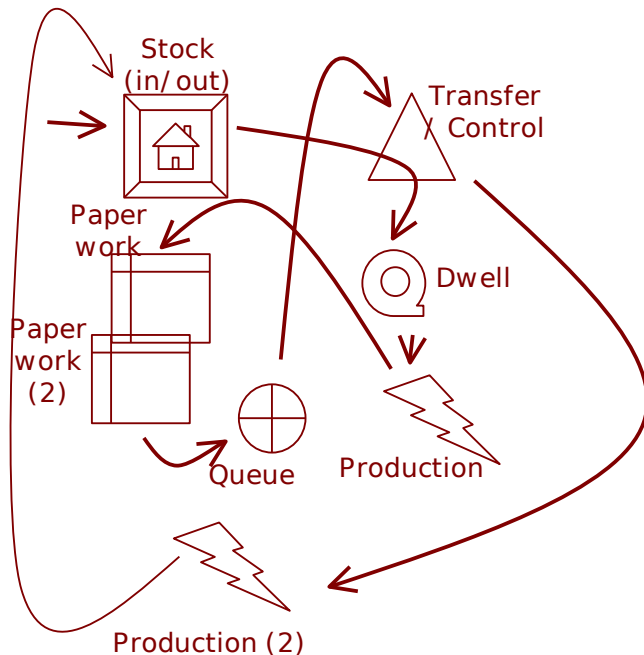
- choix des clients et fournisseurs : ateliers ou des groupes de machines
- définition des volumes représentés par une étiquette
- définition du circuit des cartes
- définition des supports et emplacements des étiquettes

Exemples de types de pièces auxquels on peut appliquer un système Kanban : des lots de quelques centaines de puces électroniques, un embrayage de voiture, ...



## Conseils pratiques pour mettre en place les étiquettes Kanban (1/3)

Souvent, le flux physique du produit est peu optimisé



### Rationaliser le flux physique du produit

Décomposer le cheminement des produits en étapes élémentaires (attente, transfert, process, contrôle, ...)

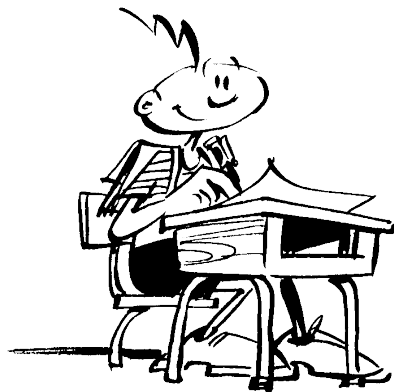
Éliminer / réaliser en temps masqué les étapes sans valeur ajoutée (attente, stocks intermédiaires, travail administratif, ...)

Réduire autant que possible les temps à valeur ajoutée (process, emballage, ...)

**Rationaliser les flux avant de vouloir les tendre !**



## Conseils pratiques pour mettre en place les étiquettes Kanban (2/3)



La quantité totale d'étiquettes Kanban circulant dans un atelier doit rester "acceptable" pour ne pas provoquer de confusion (quelques centaines au maximum)

Chaque étiquette Kanban doit représenter une quantité de production gérable physiquement par un opérateur (un container, un carton, une unité de colisage simple à identifier). Eviter les excès de poids et de volume !

L'espace de stockage disponible devant un groupe de machines ne devrait pas permettre de stocker plus que le nombre maximum de lot prévu par le calcul (on repère rapidement les violations du système Kanban)



## Conseils pratiques pour mettre en place les étiquettes Kanban (3/3)

De nombreuses informations doivent figurer sur les cartes Kanban, notamment pour éviter la confusion entre les ateliers

<b>Référence</b> Libellé	Numéro de la carte
Nom de l'atelier producteur Nombre de produits par lots de production Carte = XX lots de production = YY unités	
Etape suivante  Opération suivante ou lieu de stockage	

Recto

<b>LA PRODUCTION EST EN COURS</b>
Référence Désignation
Nom de la machine principale de production

Verso

D'autres formats de Kanban existent : emballages, étiquettes 'électroniques', ...



## La préparation de la mise en œuvre passe surtout par la formation des personnes qui vont utiliser le Kanban

---

### Préparation de la formation des utilisateurs :

- utilisation des supports visuels pour se familiariser avec le vocabulaire du Kanban et du Juste-à-temps
- jeu Kanban et simulation du fonctionnement pour faire comprendre les intérêts, mais aussi les risques du Kanban, notamment au niveau de la flexibilité des machines

### Formation de l'atelier (Chefs d'ateliers et opérateurs) et de l'ordonnancement

- prise de conscience de l'importance du respect des règles du Kanban
- prise de conscience des changements que cela implique (pas de lots "urgents", gestion des temps morts dans l'atelier, ...)

### Définition des modalités d'initialisation:

- baisse des surstocks
- augmentation des stocks insuffisants

### Mise en place physique des tableaux, des cartes, des boîtes pour les étiquettes

### Définition d'une stratégie de démarrage

- "allumage" des boucles
- accompagnement lors des premiers jours





## La phase de suivi opérationnel de la mise en œuvre contrôle la bonne marche du système et anticipe les évolutions

---

### Suivi des indicateurs :

- choisir quelques références-cibles qui seront suivies plus particulièrement (produits phares et boucles complexes par exemple)
- un suivi quotidien est souvent le plus approprié pour répondre au besoin du juste-à-temps, à adapter suivant la durée du cycle de production du produit

### Actions correctives éventuelles :

- voir la partie "Vérification empirique" du dimensionnement des boucles Kanban

### Règles d'évolution et d'amélioration du système :

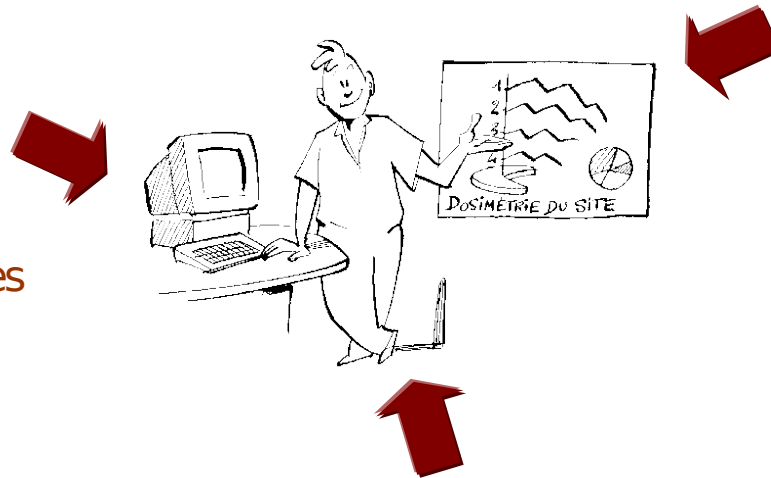
- produits en phase de démarrage
- produits en fin de vie : appliquer le Kanban uniquement lors de la phase de production en grande série
- re-dimensionnement selon les évolutions de la demande, l'évolution technique (temps de nettoyage, nouvelles machines, ...)



# La vérification empirique après quelques semaines d'utilisation permet de compléter les résultats théoriques

Surveiller le taux moyen de remplissage des tableaux Kanban:

- taux moyen souhaité: 50%
- si taux moyen  $< 25\%$  : des diminutions d'en cours sont sûrement possibles en réduisant le nombre de cartes en circulation
- si taux moyen  $> 75\%$  : surveiller les ruptures d'alimentation de la machine aval, rajouter si nécessaire des cartes supplémentaires



Démarche volontariste d'amélioration :

- réduction VOLONTAIRE du nombre de Kanban, afin de tendre davantage les flux pour faire surgir des problèmes cachés

Analyser les temps réels observés : vérifier que le temps de cycle du produit est bien maîtrisé (c'était l'un des buts au départ !)





## La diminution volontaire du nombre de Kanban dans le système relève d'un choix au niveau des axes de progrès envisagés

---

Réduction du nombre d'étiquettes dans la zone verte: il faut alors augmenter la flexibilité des machines, car si la zone verte est de petite taille, on va lancer plus de lots pour des quantités (campagnes) plus faibles

Réduction du nombre d'étiquettes dans la zone rouge / orange : cela ne peut se faire qu'en augmentant la fiabilité des machines de la ligne sous Kanban. En effet, plus les zones sont petites, moins on est autorisé à avoir d'aléas sur les machines lorsque l'on produit

**Le Kanban permet de stabiliser les encours de production en fonction du niveau de performance industrielle (fiabilité / flexibilité des équipements)  
Il ne dispense pas de travailler pour améliorer cette performance !**



## Les risques et limites du système Kanban ...



Lorsque la tension des flux devient importante (peu de stocks d'encours), la fiabilité et la flexibilité des machines (temps de changement de série, taux de panne) et des ressources (polyvalence, travail posté, ...) devient un problème critique

Le Kanban donne de mauvais résultats quand il y a beaucoup d'aléas sur la ligne de production :

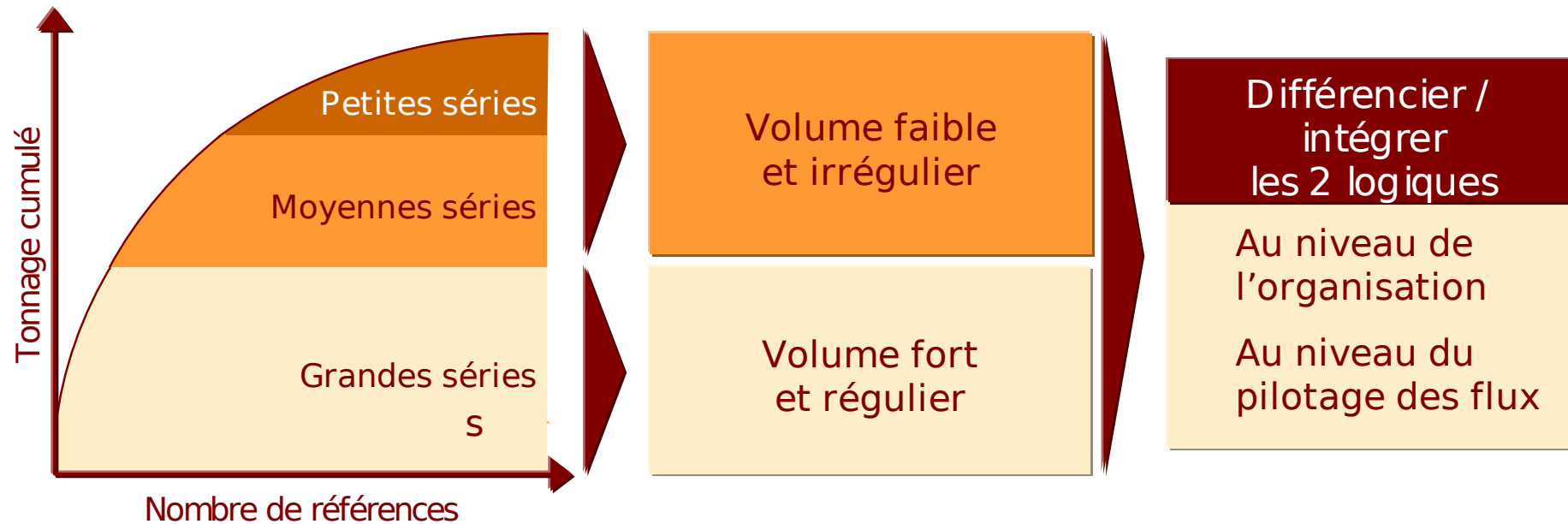
- appliquer le Kanban à des produits dont la production est forte et relativement constante
- s'assurer d'avoir une grande fiabilité des machines

La présence de tableaux de Kanban entre chaque étape de fabrication ne permet pas de descendre en dessous d'un niveau minimum donné d'encours

**L'un des intérêts du Kanban est qu'il nécessite des changements organisationnels et qu'il fait ressortir la nécessité d'avoir un outil de production flexible et fiable**

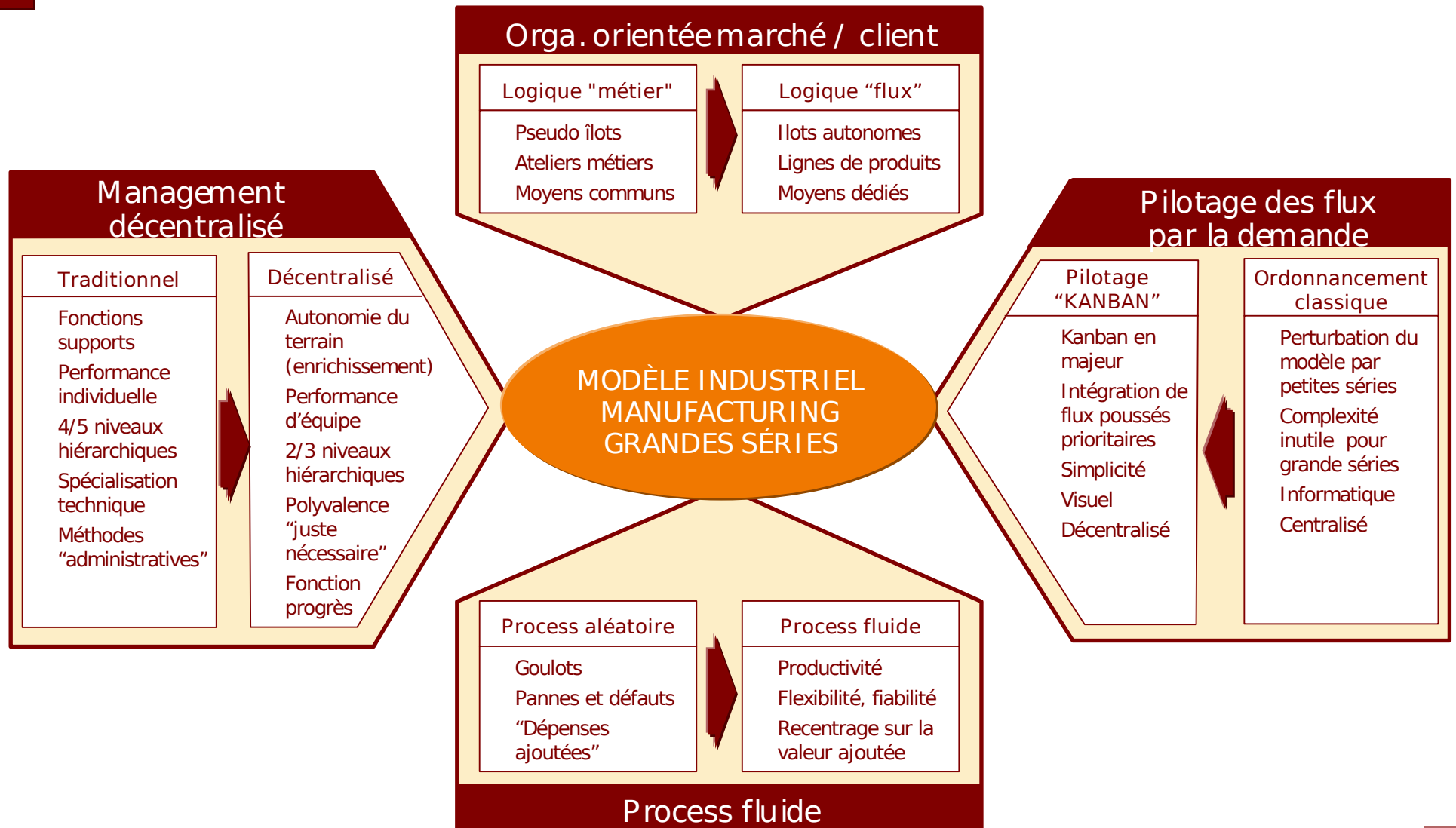


... sachant que comme la grande série n'est jamais "pure", il faut souvent mélanger flux tirés (Kanban) et flux poussés (OF)



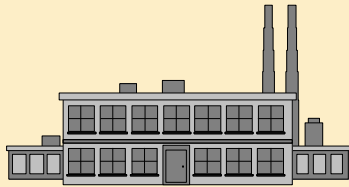


# En synthèse, ...



# Un exemple d'application du Kanban chez un fabricant de grandes séries

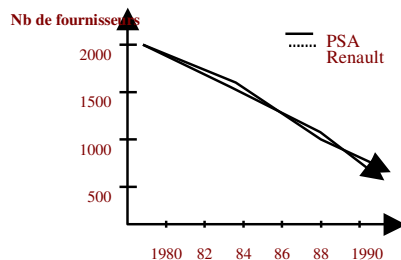
## L'entreprise et son marché



Un équipementier automobile

Un marché très concurrentiel et sélectif

Des opportunités liées au mouvement de désintégration des constructeurs



## Points clés de son environnement industriel

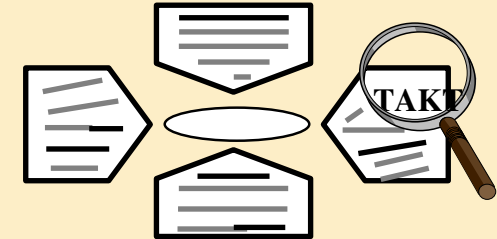


Flux simples en majorité

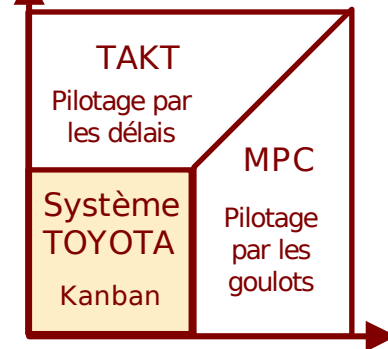
- intégration manufacturière moyenne : 10 matières, 10 composants, 5 sous ensembles, 1 ensemble
- gammes courtes
- demande régulière à gros volumes

Existence de petites séries perturbatrices

## Impact sur le modèle



Complexité des flux



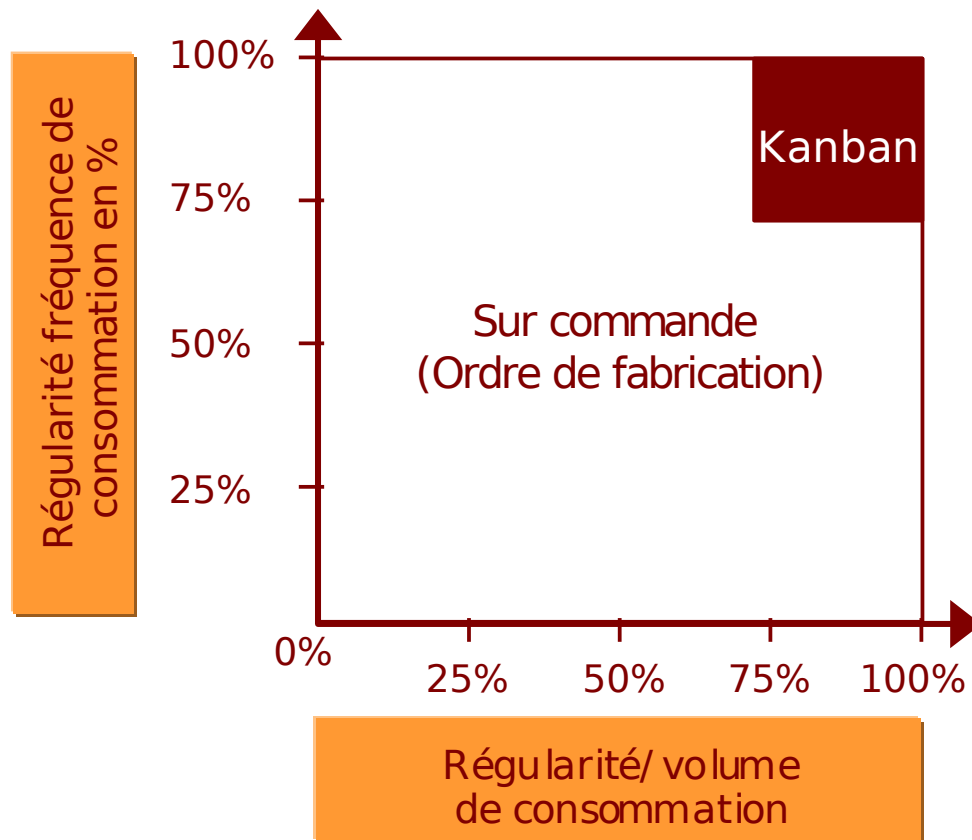
Intensité capitalistique



# Annexes Kanban

---

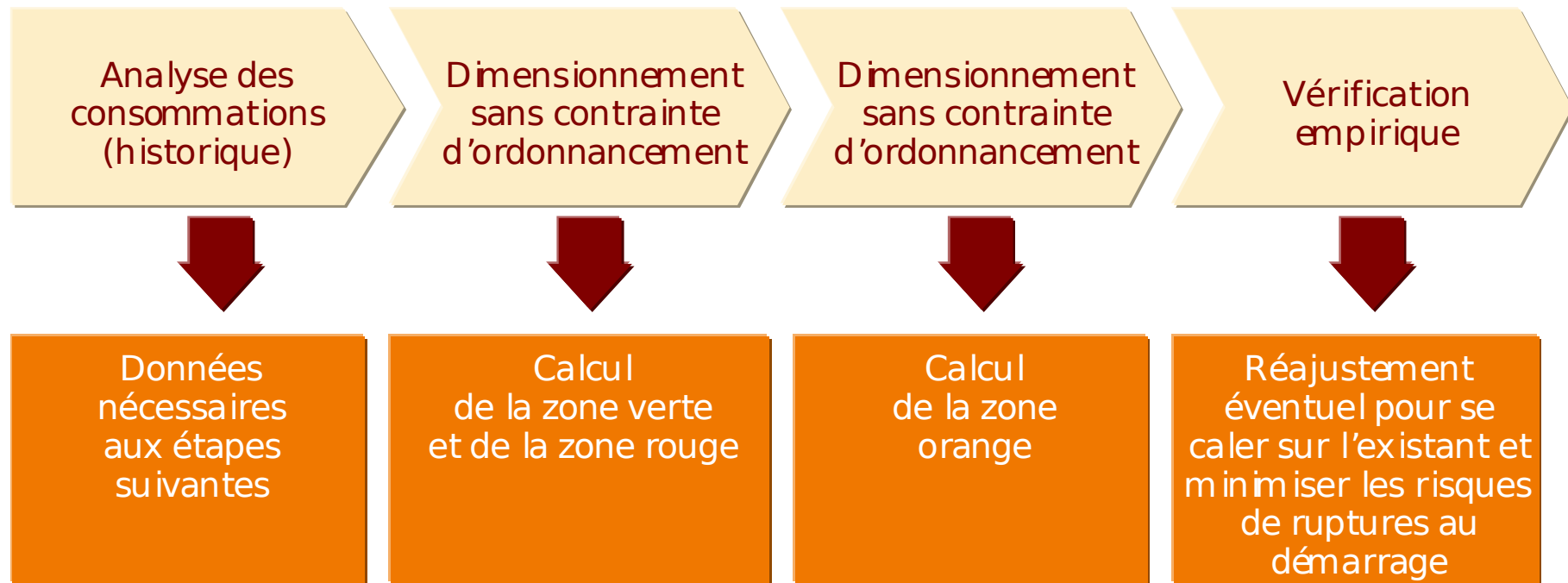
## Les différents critères de sélection des références à mettre en Kanban



Leurs caractéristiques sont les suivantes :

- régularité de la fréquence des consommations (enregistrées sur 75% des périodes analysées)
- régularité du volume des consommations (75% des volumes sont compris dans la fourchette : moyenne - 2 \* écart-type et moyenne + 2 \* écart-type)

## Le calcul théorique du nombre de tickets (boucles Kanban) se déroule en quatre étapes



## Dimensionnement de la zone verte (sans contraintes d'ordonnancement)

Hypothèse : les moyens de production sont toujours disponibles (pas d'effet de campagne, de lot en cours de production, de nettoyage ou changement de série en cours, ...)

Partons d'une configuration où :

- aucun ticket n'est positionné sur le tableau Kanban,
- aucune production de référence considérée n'est en cours,
- aucun ticket dans son circuit de retour (contenant consommé).

Tous les tickets sont sur des contenants (caisses, palettes, ...) en stock aval

Je pourrais commencer à produire à nouveau cette référence lorsque l'on m'aura renvoyé un nombre de tickets équivalent à la taille de mon lot de production minimum (un compromis entre flexibilité productivité)

$$N_{\text{cartes zone verte}} = \frac{\text{Taille d'un lot de lancement ( x pièces )}}{\text{Capacité d'un contenant}} - 1$$

**Ce nombre de tickets constitue la zone "je ne peux pas produire" de mon tableau**

## Dimensionnement de la zone rouge (sans contraintes d'ordonnancement)

Dès que j'ai collecté un nombre de tickets équivalent à une taille de lot mini (taille qui m'oblige à produire), je LANCE la production

Le nombre de cartes rouge doit correspondre à la consommation de l'aval pendant le temps qui se passe entre la décision de lancement d'un produit et son arrivée à l'aval

Tps production d'un lot =  $\frac{\text{Taille de lot}}{\text{Cadence}}$

Tps (en h) réactivité amont = Temps de changement de série max. vers la Réf. X.  
+ Temps de production d'un lot de Réf. X.  
+ Temps de contrôle  
+ Temps de transfert des cartes et de transport  
+ Aléas de production

On pourra être amené à estimer les aléas de production par un pourcentage de temps d'ouverture des lignes de production

Consommation horaire aval =  $\frac{\text{Consommation moyenne mensuelle}}{\text{Temps d'ouverture de la cellule}}$

Pour Réf. X :  $N_{\text{cartes zone rouge}} = \text{Tps réactivité amont} \times \text{Consommation horaire aval de X} \times \text{Capacité d'un contenant}$

**Ce nombre de tickets constitue la zone "je dois produire" de mon tableau**

## Etape d'intégration des contraintes d'ordonnancement (zone orange)

En situation réelle, les moyens ne sont pas toujours disponibles à l'instant où j'ai collecté un nombre de tickets équivalent à ma taille de lot minimum

- parce que je suis en train de fabriquer un autre lot
- parce que je suis sur une campagne de fabrication différente, ...

Cette zone correspond au temps de souplesse d'ordonnancement. En fonction des priorités du tableau, je décide d'attendre ou de produire. Ce temps correspond à celui qu'il faut pour produire et livrer le lot de produit qui prend le plus de temps sur la même machine

$T_{ps}$  de souplesse ordonnancement en heure de réf. n = Temps de changement de série vers réf n  
+ Temps de production d'un lot de réf n

$T_{ps}_{orange} = \text{Maximum} (T_{ps} \text{ de souplesse ordonnancement en heure des références passant sur la même cellule}^*)$

Pour Réf X :  $N_{cartes \text{ zone orange}} = \frac{T_{ps}_{orange} \times \text{Consommation horaire aval (de X)}}{\text{Capacité d'un contenant}} + 1$

\* de toutes les références passant sur cette cellule

**Ce nombre de tickets constitue la zone "je peux produire" de mon tableau**





e. Le Juste-à-temps

---



## Le Juste-à-temps

---

Le Juste-à-temps, un terme :

- toujours très à la mode : tout le monde dit qu'il le pratique
- avec de multiples définitions :
  - que l'on confond avec le Kanban
  - que l'on confond avec la performance industrielle
- pour lequel nous préférons le sens restreint et courant "ni trop top ni trop tard" et considérons naturellement que c'est un objectif universel
- origine : Toyota Motor Company vers 1970

A l'origine, mode de fonctionnement d'entreprises industrielles consistant à :  
**PRODUIRE JUSTE CE QU'IL FAUT, QUAND IL LE FAUT**

Le Juste-à-temps (JAT) est ensuite devenu une philosophie  
de fonctionnement pour une entreprise ou une administration :  
**LA RECHERCHE DE L'EXCELLENCE INDUSTRIELLE**



## Gains et progrès "classiques" résultant du Juste-à-temps



80 à 90% de réduction des délais et stocks

80 à 90% de baisse des taux de pannes et rebuts

15 à 25 % d'augmentation des capacités de production

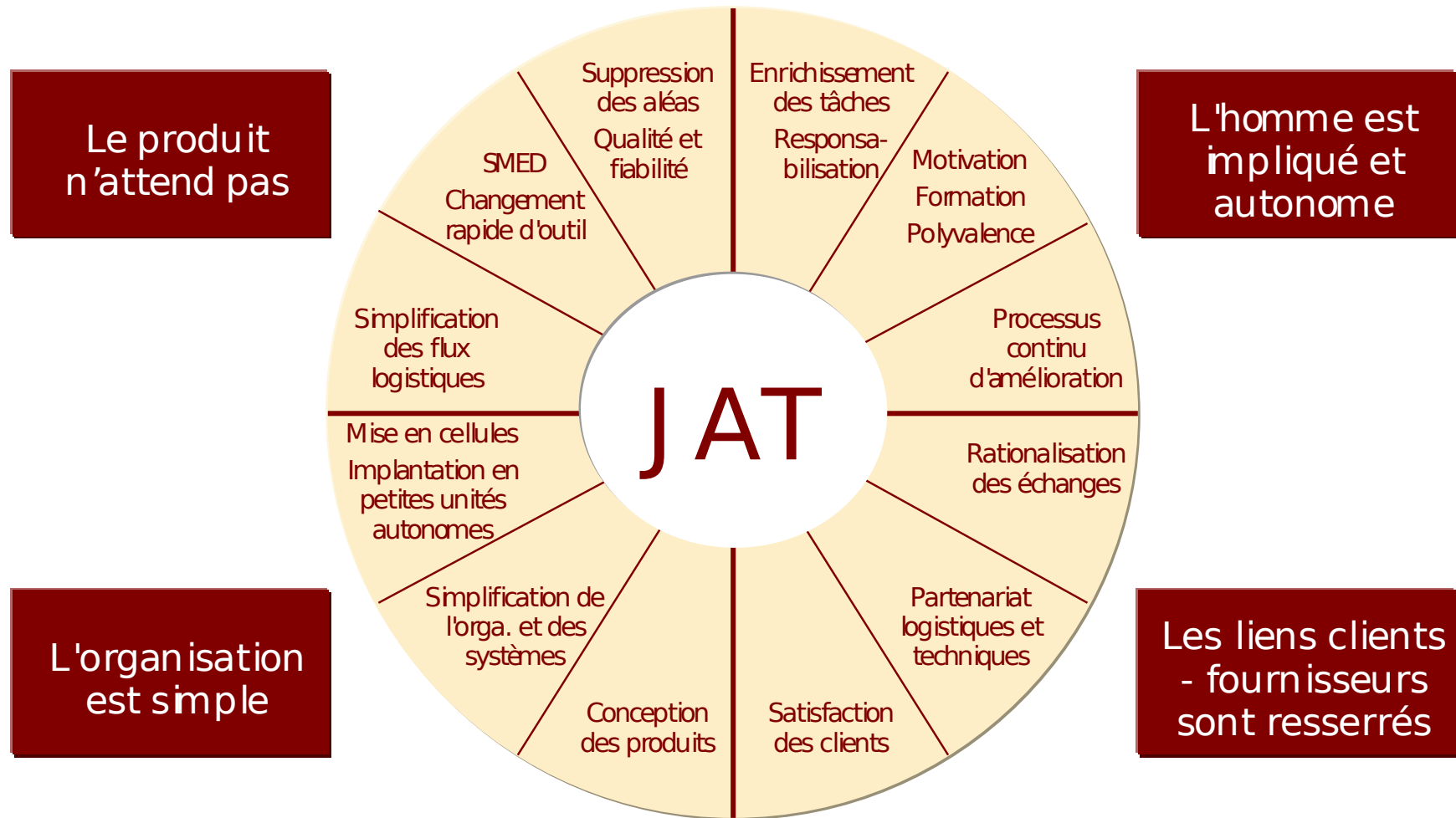
25 à 40% de gain de surface utilisée

10 à 20 % de baisse des coûts de revient

Augmentation des parts de marché



# Le Juste-à-temps au sens large : un ensemble d'actions fondées sur quatre principes ...

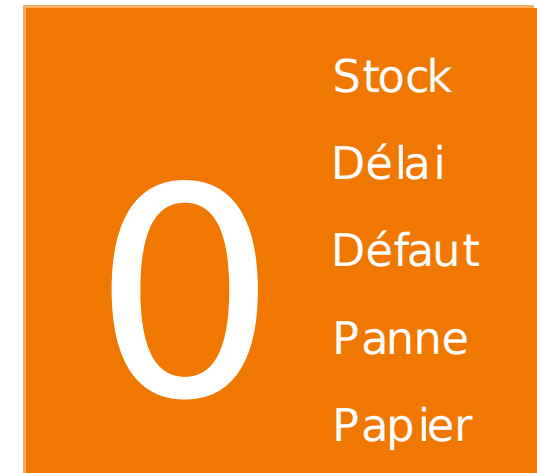




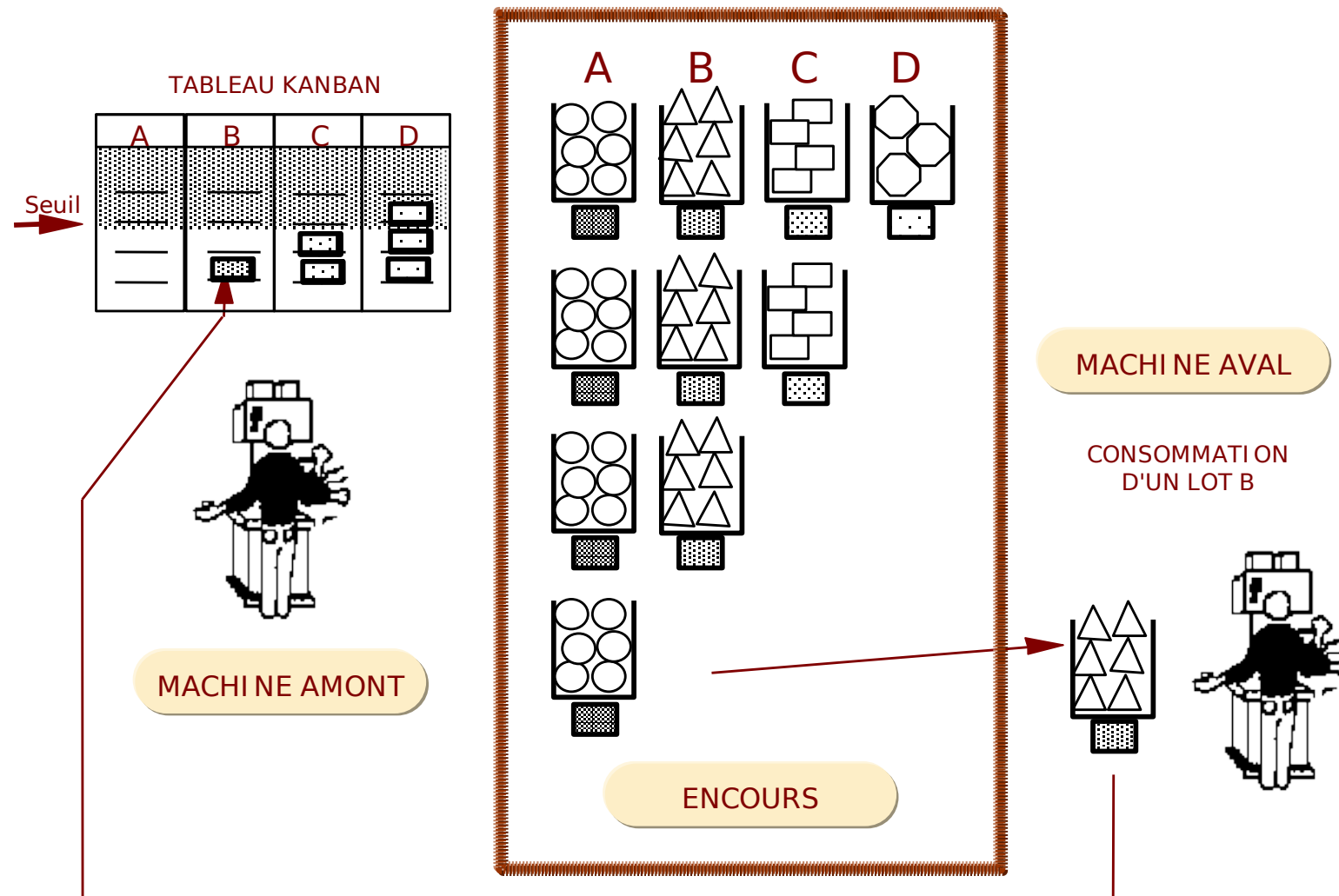
... reposant également beaucoup sur un état d'esprit

STOCKS	DÉLAIS
Coûtent de l'argent Prennent de la place Répondent rarement au besoin Vieillissent	Mécontentent le client Obligent à travailler sur des prévisions
DÉFAUTS	PANNES
Mécontentent le client Exigent des retouches Génèrent des rebuts Génèrent du contrôle	Perturbent la production Augmente les délais Nuisent à la qualité Génèrent du stock
PAPIERS	
Sont souvent inexploitable Font perdre du temps Engendrent la bureaucratie industrielle	

U  
N  
O  
B  
J  
E  
C  
T  
I  
F



# A l'objectif Juste-à-temps, on associe souvent l'approche Kanban de pilotage des flux par la demande du poste en aval





# Les faiblesses du Kanban sont la force du Système de Production Toyota

---

Le mécanisme du Kanban empêche un poste de produire plus que le besoin du moment et évite l'accumulation des stocks inutiles

- rappel au quotidien que la somme des optimum locaux n'est pas égale à l'optimum globale

Le Kanban crée des mini ateliers autonomes dans les usines

Pour qu'un atelier puisse fonctionner en Kanban, il est obligé au départ d'améliorer par un facteur de 10, voir 100, ses performances en termes de flexibilité, de fiabilité et de qualité, sinon le système ne fonctionne tout simplement pas



## De nombreux éléments sont liés à la mise en place du Juste-à-temps

L'autonomation

L'îlot autonome

La flexibilité

Les cellules en U

L'emploi des vieilles machines

Le traitement de la sous-performance

L'amélioration continue







## Juste-à-temps : le rôle clé de l'autonomie

---

Relativement ignorée comme concept par l'occident, pourtant Ohno considère qu'avec le Kanban, l'autonomie est le deuxième pilier du Système de Production Toyota

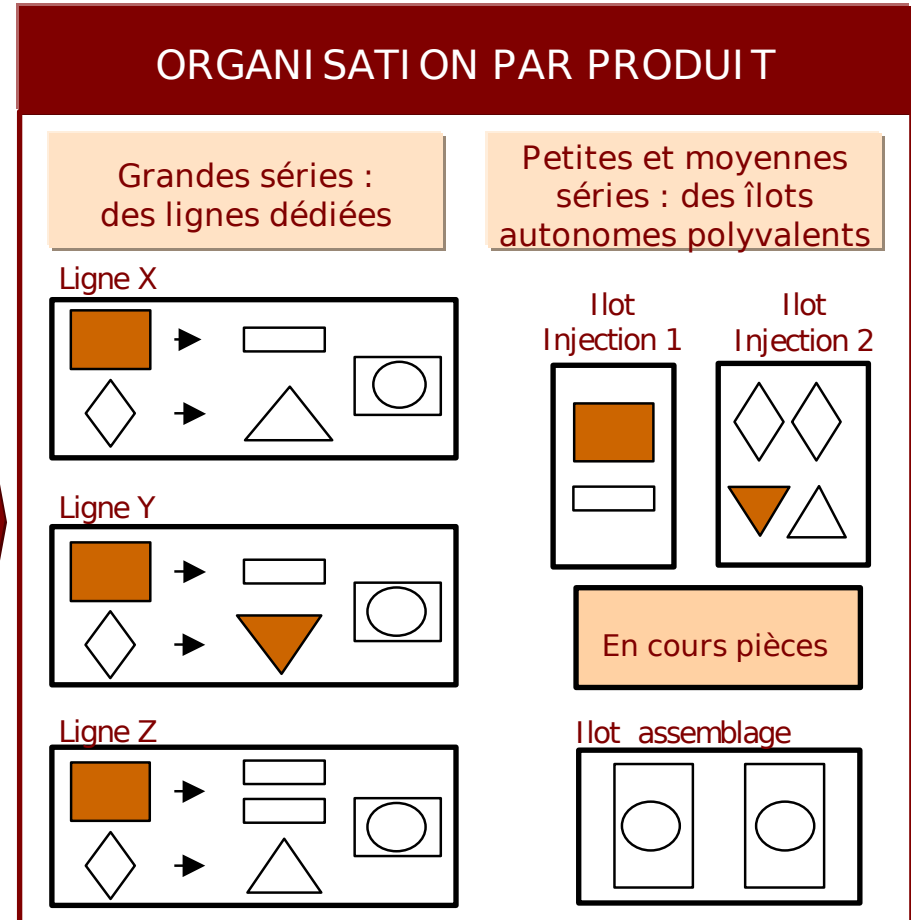
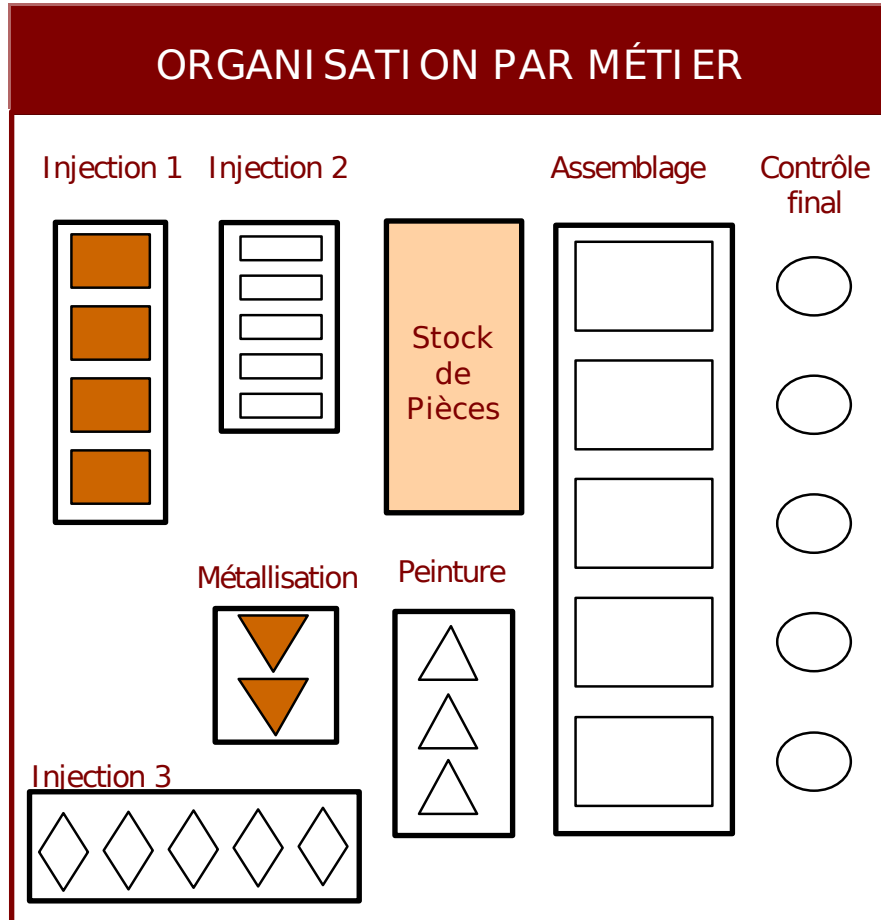
L'objectif est de rendre les machines autonomes afin qu'elle puissent fonctionner seules sans nécessiter de surveillance

Ainsi une personne peut s'occuper de plusieurs machines

Des automatismes sont rajoutés pour faire en sorte que la machine s'arrête d'elle-même si elle rencontre un problème



# Juste-à-temps : le poids des îlots autonomes





## Juste-à-temps : la flexibilité par la réduction des temps de changement de série

---

Origine : atelier de presse de Toyota

SMED : Single Minute Exchange of Dies = changement de la matrice d'une presse en moins de 10 minutes

– 4 étapes :

analyse (avec vidéo)

identification des temps externes

conversion des temps internes en temps externes

réduction des temps internes

– diminuer de 2 heures à 30 minutes sans investissement en modifiant juste l'organisation

OTED : génération suivante = One Touch Exchange of Dies = Automatisation du changement de série = changement instantané





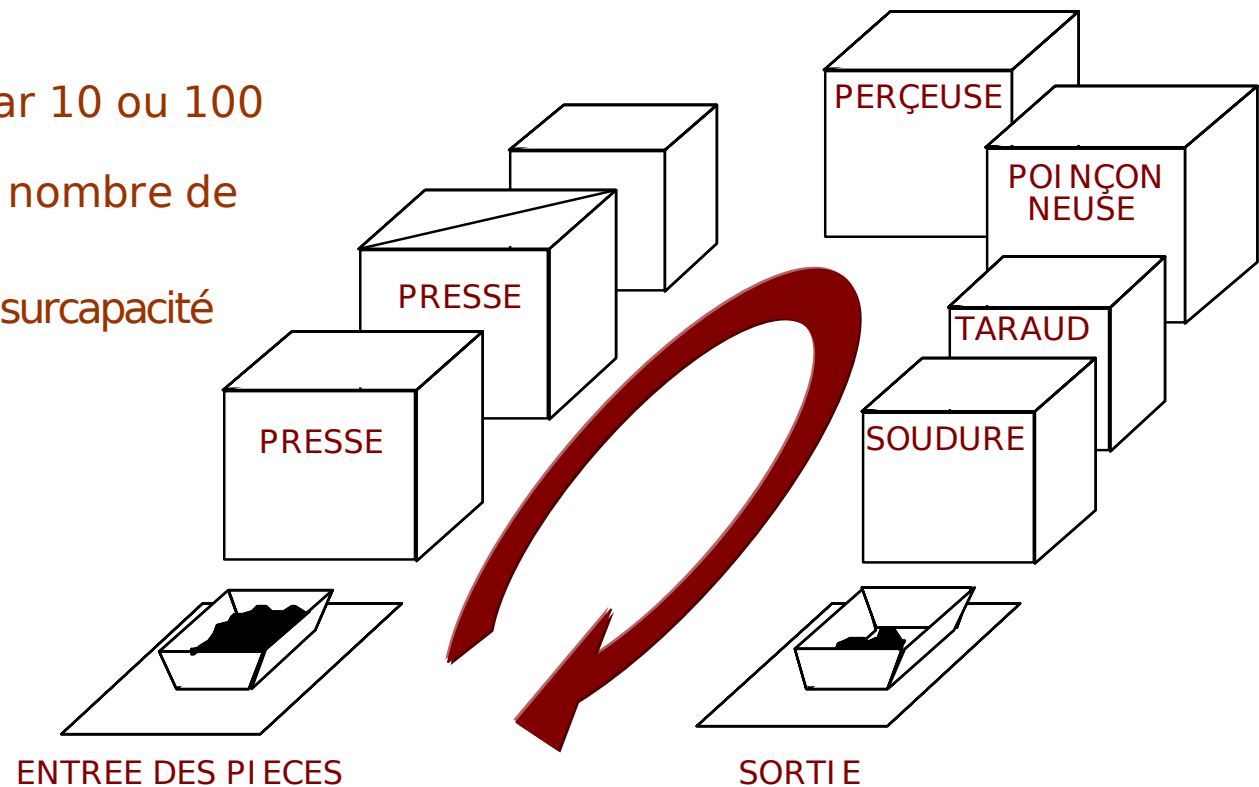
## Juste-à-temps : le développement des cellules en U

Suppression de toutes les pertes de temps entre les opérations

Résultat : cycles divisées par 10 ou 100

Capacité déterminée par le nombre de personnes :

- il faut donc disposer d'une surcapacité au niveau des machines





## Juste-à-temps : l'emploi des vieilles machines

---

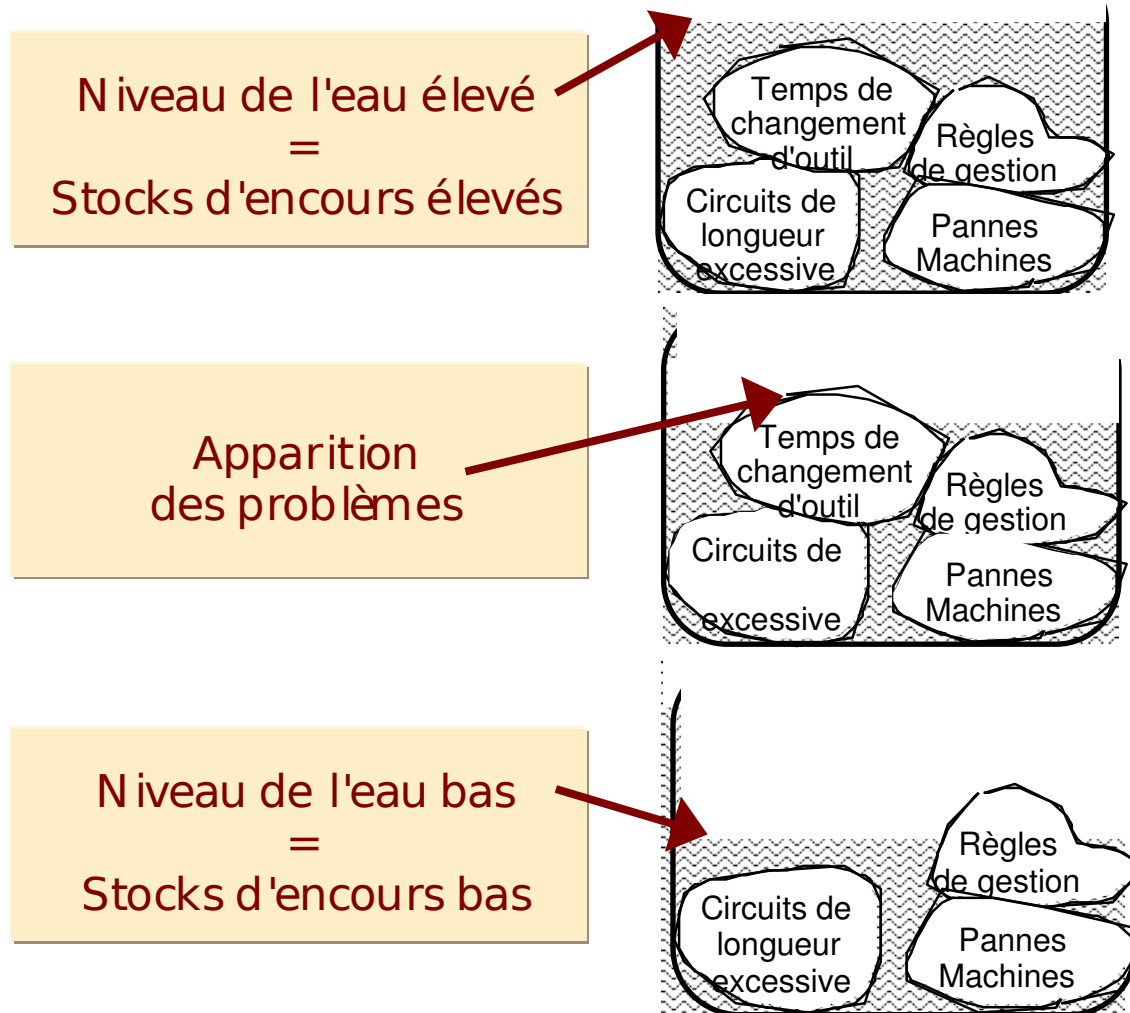
Préférence aux vieilles machines parfaitement maîtrisées et adaptées aux besoins spécifiques de l'entreprise

1980 : l'industrie Japonaise dépense 60% de son budget d'équipement pour la rénovation progressive de vieilles machines contre 25% aux Etats-Unis (source : Schonberger, 1987)

Le nombre élevé de robots au Japon est trompeur (cf le phénomène d'autonomation)



# Juste-à-temps : le traitement des causes de sous-performance (l'analogie de la rivière)



Situation de départ : les problèmes sont noyés sous un monceau d'en-cours



Première action : la réduction du niveau des en-cours



Deuxième action : identification du temps de changement de série comme le problème le plus perturbateur



Troisième action : résolution permanente du problème (en recherchant les causes)



Puis on recommence à la première action : la réduction du niveau des en-cours, ...

C'est un processus sans fin, l'objectif (irréalisable) étant d'atteindre zéro-stock



# Juste-à-temps : l'amélioration continu (ou Kaizen) comme moteur

	KAISEN	INNOVATION
1. Effets	A long terme, durables mais non spectaculaires	A court terme, mais spectaculaires
2. Rythme	A petits pas	A grandes enjambées
3. Effets dans le temps	Continus et croissants	Intermittents et discontinus
4. Changements	Graduels et constants	Abrupts et volatils
5. Engagement	Tout le monde	Quelques rares champions
6. Approche	Collective, efforts en groupe, approche systémique	Individualisme farouche, idées personnelles et efforts individuels
7. Mode	Maintenance et amélioration	On casse et on reconstruit
8. Déclenchement	Savoir conventionnel et tour de main	Percées technologiques, nouvelles inventions, nouvelles théories
9. Exigences pratiques	Peu d'investissements mais gros efforts de maintenance	Gros investissements mais peu de maintenance
10. Orientation	Vers les gens	Vers la technologie
11. Critères d'évaluation	Processus et efforts pour de meilleurs résultats	Résultats en termes de profit
12. Avantages	Fonctionne mieux dans une économie à croissance lente	Plus adaptée à une économie à croissance rapide

Comparaison du Kaizen et de l'innovation selon Masaaki Imai [Eyrolles, 1992, p.24]





f. Synthèse

---



## Résumé des 3 approches



### TAKT ou la production rythmée :

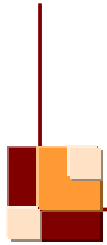
- îlots de ressources
- lissage (macro)
- flux poussés (programmés)
- maîtrise du processus
- petits lots

### Le Kanban+ ou les flux tirés par l'aval :

- mise en ligne des ressources
- maîtrise du processus
- petits lots (donc SMED)
- flux tirés (Kanban)
- lissage fin (mixage - écrêtage)
- peu capitalistique

### Le MPC ou la vue duale issue du déséquilibre :

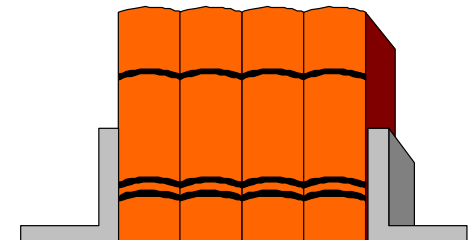
- structure physique du processus indifférente
- maîtrise initiale du processus non nécessaire
- lots de tailles variables au cours du cycle
- flux poussés (programmés)
- pas de lissage des charges



## Les livres pour aller plus loin ...

---

- BAGLIN, BRUEL, GARREAU, GREIF, VAN DELFT - Management Industriel et Logistique - Economica 1996  
Dictionnaire de la Gestion de la Production et des Stocks - Français/Anglais - Editions Québec/Amérique - Presses HEC - 1993  
Guide du Management - Seuil Paris 1992  
BERANGER Pierre - Les nouvelles règles de production - Dunod Entreprise 1987  
CORIAT Benjamin - Penser à l'envers - Christian Bourgois Editeur 1991  
DERTOUZOS LESTER SOLOW - Made in America - Interéditions 1990  
FAUVET Jean-Christian - La Sociodynamique - Editions d'Organisation 1996  
GOLDRATT Eliyahu - Le But - AFNOR gestion 1993  
GREIF Michel - L'usine s'affiche - Editions d'Organisation 1989  
HAMMER CHAMPY - Reengineering the cooperation - Nicolas Bready Publishing london 1994  
IMAÏ Masaaki - Kaizen - Eyrolles Paris 1992  
LEBAS Michel - Comptabilité Analytique de gestion - Nathan 1986  
MARRIS Philip - Le Management Par les Contraintes - Editions d'Organisation 1994  
OHNO Taiichi - L'esprit Toyota - Masson Paris 1990  
OHMAE Kenichi - Le génie du stratège - Dunod 1991  
SCHONBERGER Richard - World Class Manufacturing - Free Press 1986  
SHINGO Shigeo - Le système SMED - Les Editions d'Organisation 1987 + Maîtrise de la production et méthode Kanban, le cas Toyota - Les Editions d'Organisation 1983  
STALK HOUT - Vaincre le temps - Dunod 1993  
VOLLMANN, BERRY & WHYBARK - Manufacturing Planning & Control Systems - McGrawHill 1992  
WOMACK, JONES ROOS - Le système qui va changer le monde - Dunod 1992





## V. Performance industrielle

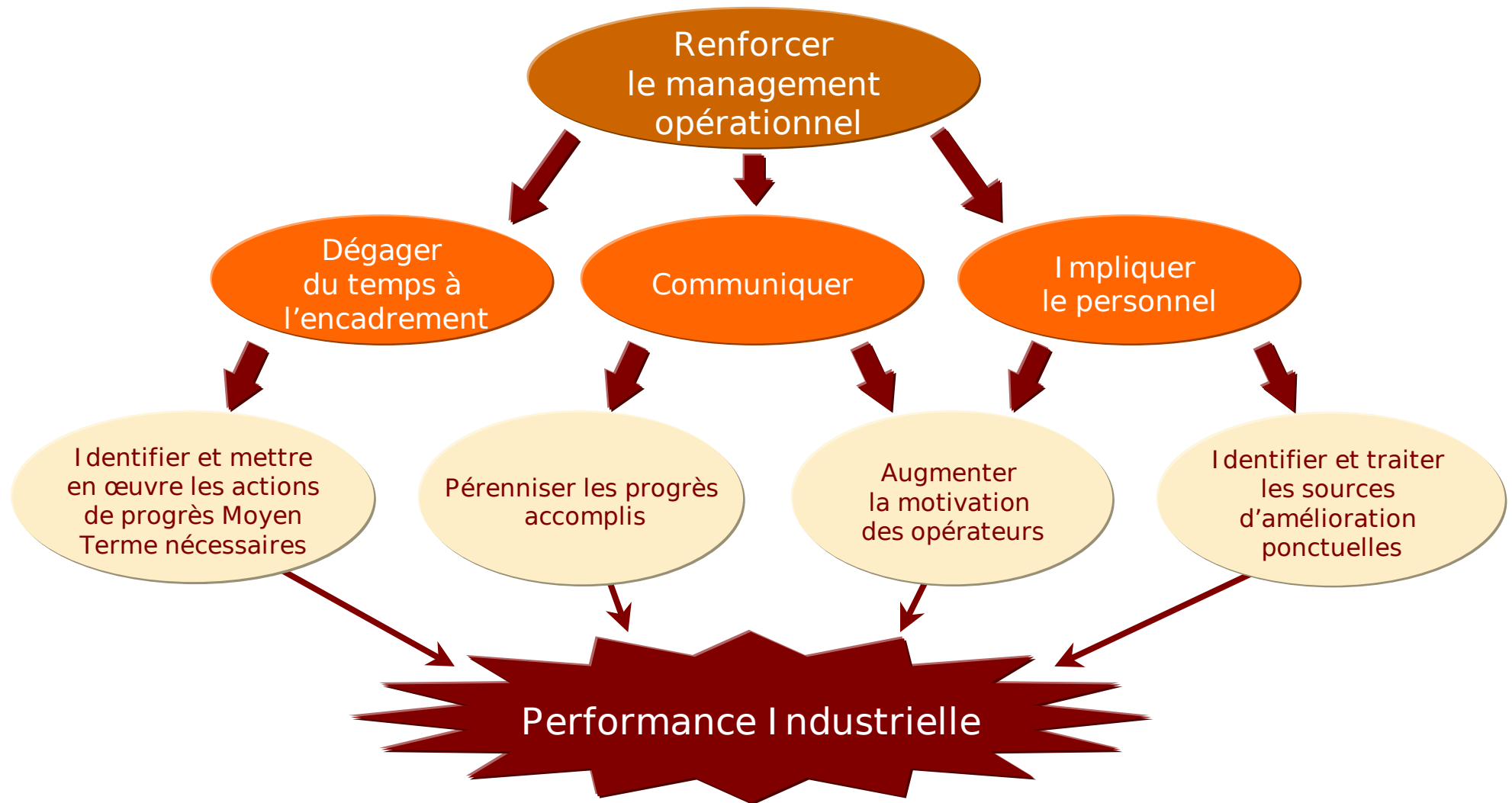
---



a. Animation de production

---

# Améliorer les performances de l'outil industriel passe par un management tourné vers le progrès



# L'ensemble de l'encadrement consacre la majorité de son temps à la gestion au quotidien de l'usine

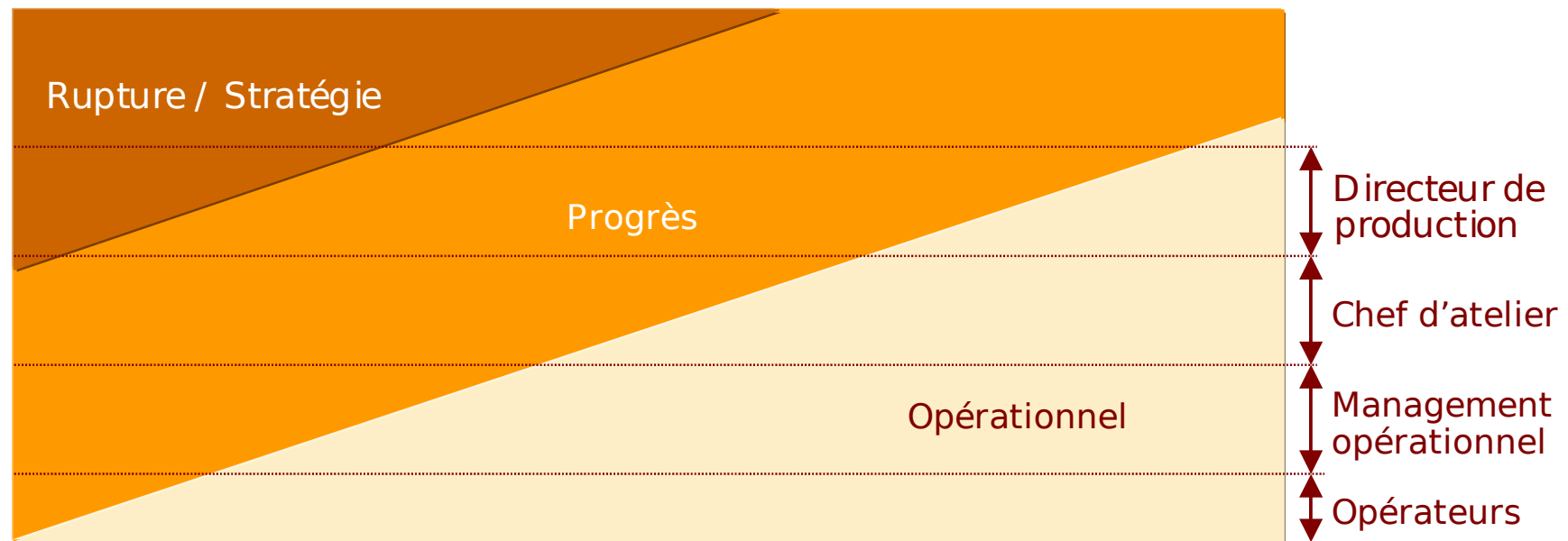
Un encadrement «débordé» et souvent sur les machines

Des opérateurs et un management opérationnel peu responsabilisés sur les résultats

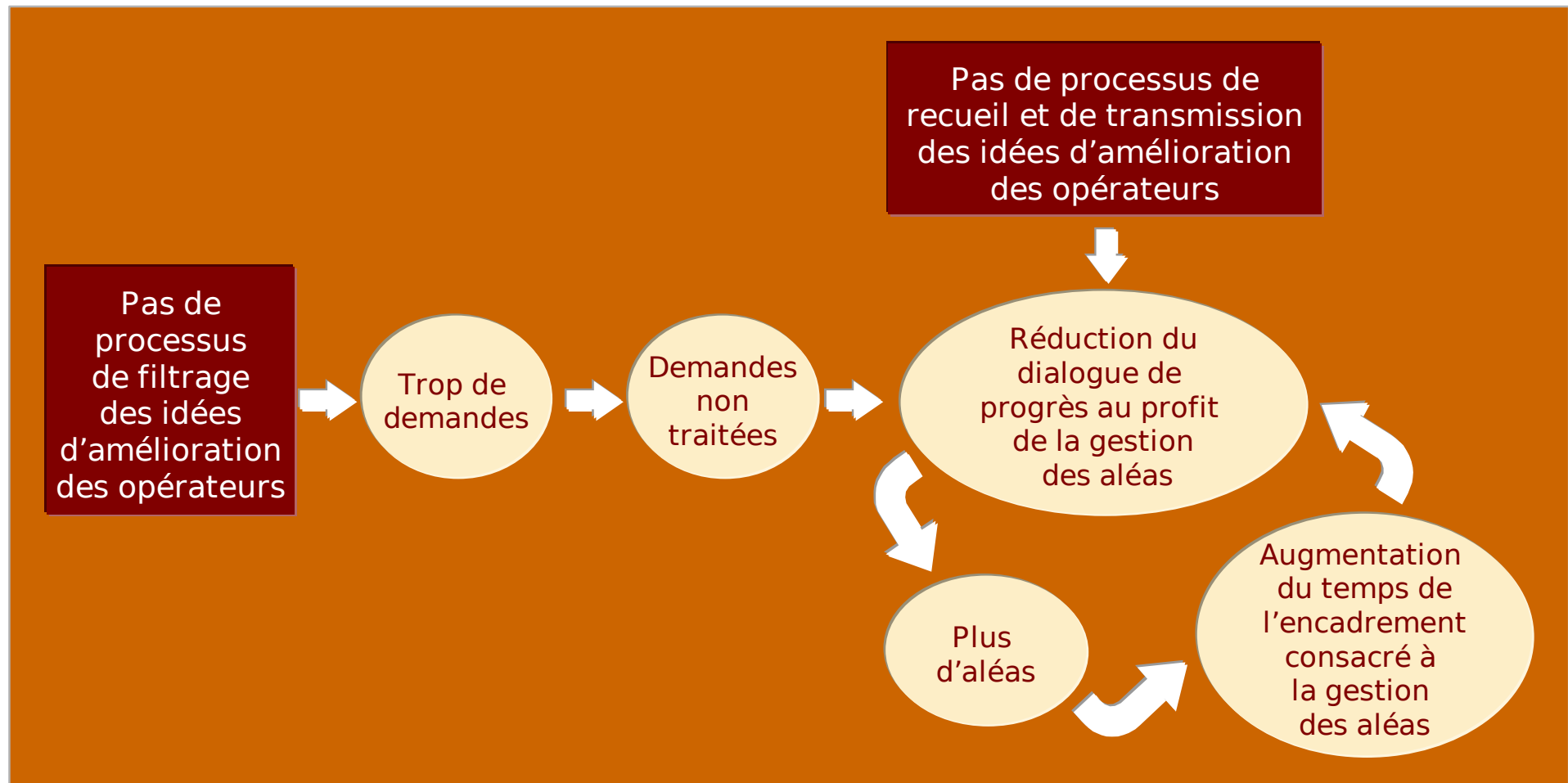
Des projets d'amélioration arrêtés en cours de route

Une certaine décrédibilisation de la hiérarchie par la base

Des critères d'évaluation, et de recrutement plus techniques que managériaux



# Le management opérationnel ne joue pas son rôle de filtre et de transmission entre la hiérarchie et les opérationnels





## A quoi sert l'animation de production ?

---

Informar le personnel de l'atelier sur la base de faits

Susciter des idées d'amélioration

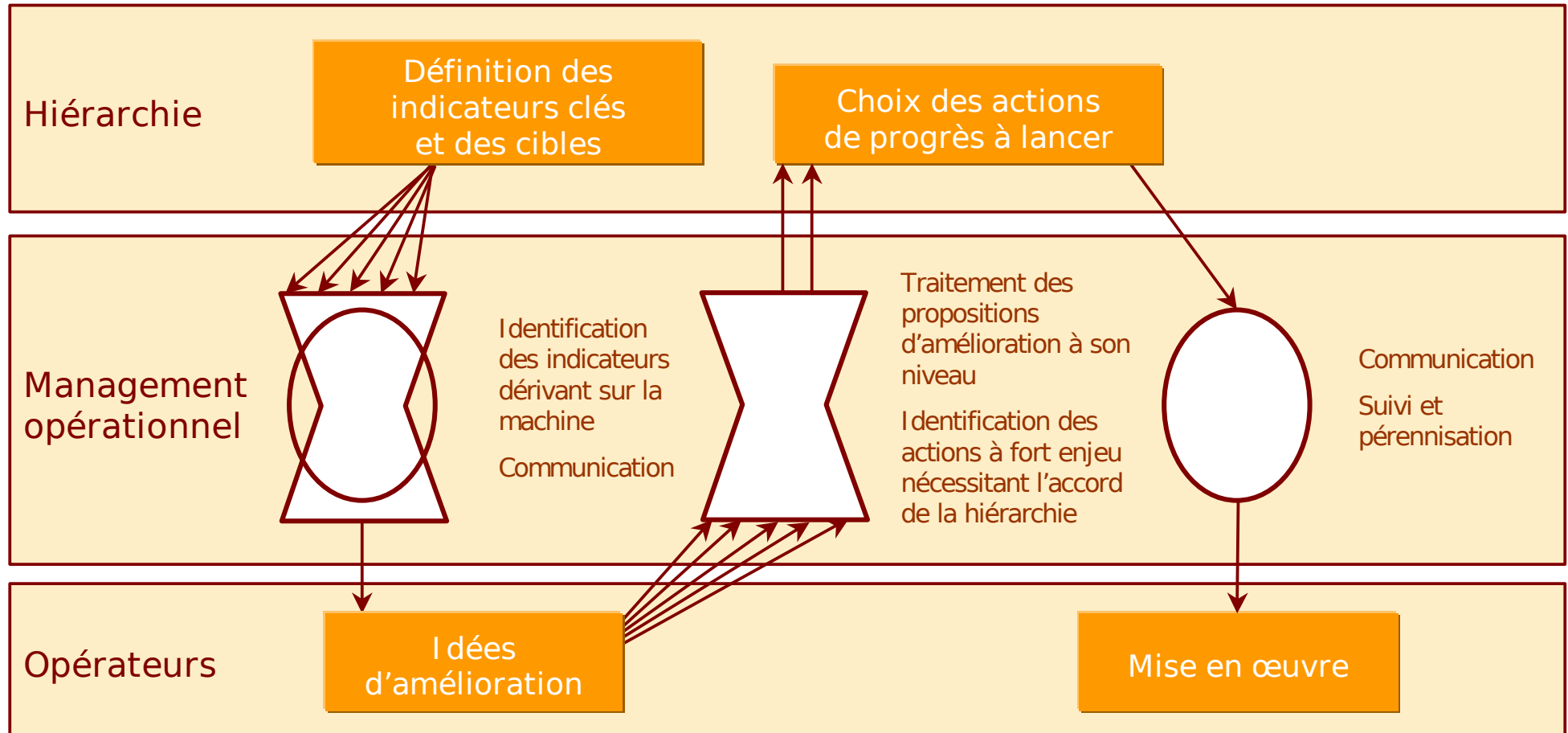
Partager les connaissances et les idées

Les indicateurs et tout le système d'animation mis en place ne sont pas là pour faire joli mais pour qu'ils deviennent un véritable outil de travail du personnel de l'atelier

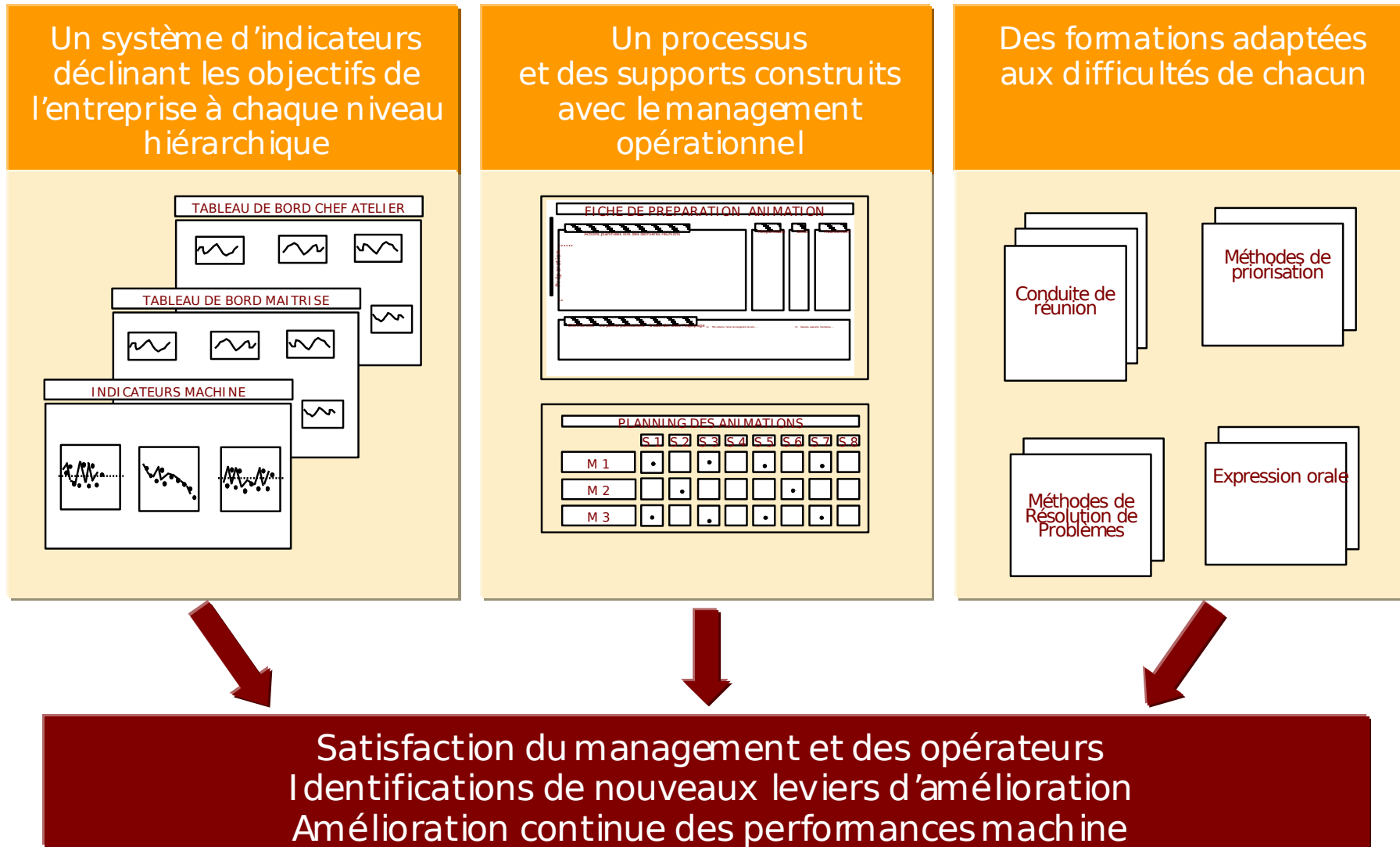


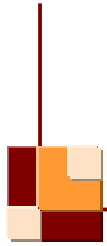


# Exemple du rôle de filtre et de transmission du management opérationnel



# L'efficacité de l'animation repose sur la construction d'outils adaptés au contexte de l'entreprise





## Caractéristiques de la Maîtrise à prendre en compte

---

Le contremaître est souvent :

- issu de la base (pour les anciens)
- inquiet sur l'avenir de sa fonction
- soumis à des activités paperassières chronophages
- a pour horizon son poste de 8h

Il faut donc mener en parallèle un véritable travail sur :

- la formation
- la révision des tâches
- le coaching





## L'évaluation des gisements de progrès repose sur l'analyse du rôle et des activités du management opérationnel

---

Analyse de la gestion des indicateurs au niveau du management opérationnel :

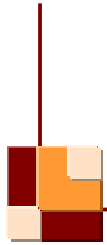
- quels indicateurs sont fournis ?
- sont-ils pertinents ?
- sont-ils facilement exploitables ?
- la fréquence est-elle adéquate ?
- des objectifs Pertinents Accessibles et Mesurables sont-ils associés à ces indicateurs ?

Analyse de l'animation de l'atelier :

- des réunions formelles ont-elles lieu ?
- quel est le processus de recueil et de traitement des propositions d'animation des opérateurs ?
- des plans d'actions s'ont-ils définis et communiqués (yc. les délais) ?
- les résultats attendus sont-ils obtenus et pérennes ?
- quels sont les sujets abordés entre le management opérationnel et sa hiérarchie ?

Analyse des tâches du management (enquête opérationnelle ou brownpaper)





## Assurer le coaching au quotidien du management opérationnel

---

Pour recueillir les problèmes et les attentes de cette population  
(dont ils ne font pas forcément part à leur encadrement)

Pour convaincre de l'utilité de la démarche

Pour aider à la préparation et au debriefing des animations

Pour adapter le processus et les supports aux contraintes (sociales, process, ...)





## b. Polyvalence et rémunération

---



## La polyvalence est un facteur clé de la performance d'une entreprise (1/2)

---

La polyvalence caractérise :

- l'aptitude des individus à assurer plus d'un poste de travail
- l'opportunité d'employer différents individus à un même poste de travail

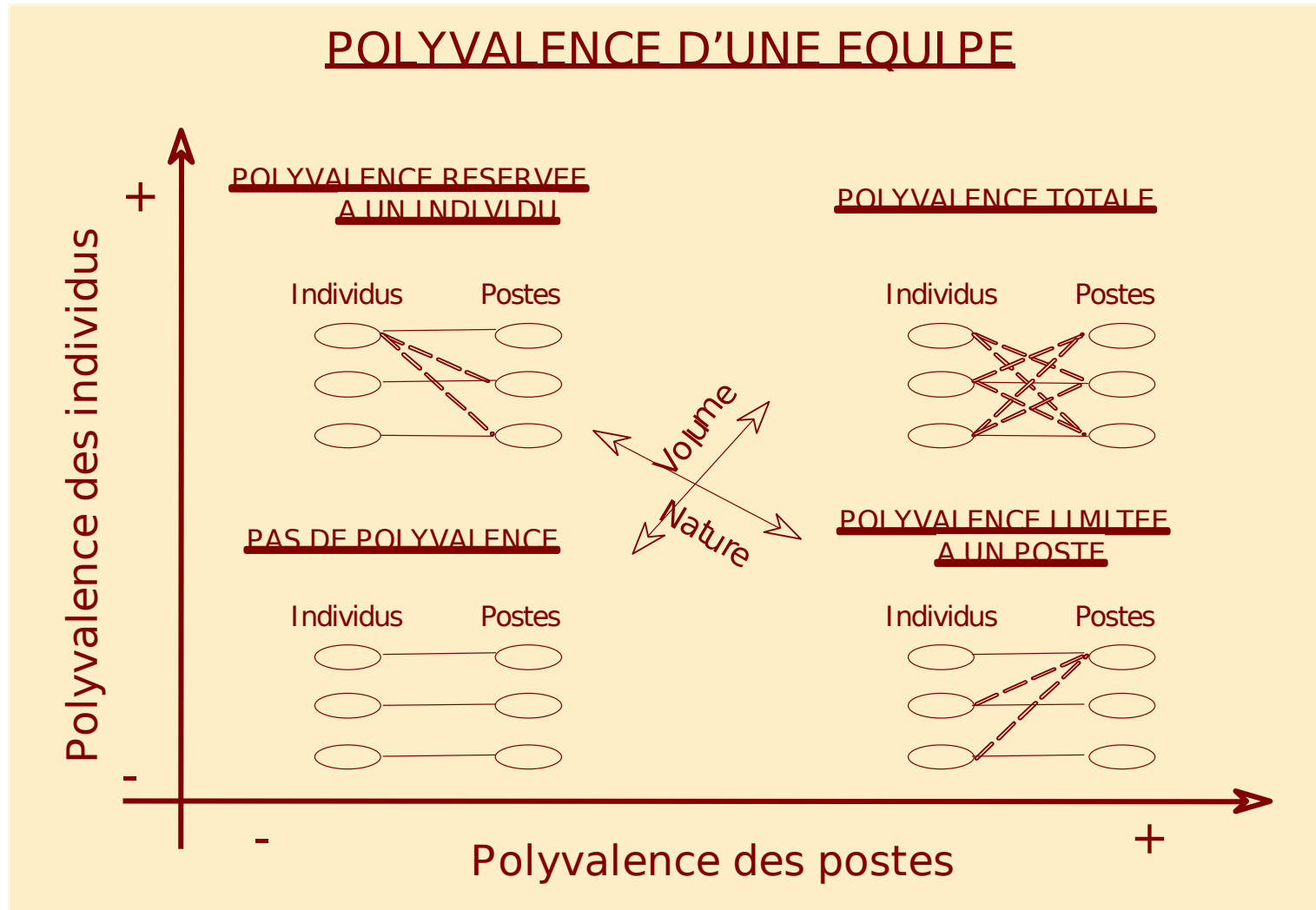
La polyvalence répond aux attentes de l'entreprise et des individus :

- elle valorise le travail de chacun
- elle facilite le fonctionnement et le développement de l'entreprise

**La polyvalence vise à assurer la meilleure adéquation entre charge de travail et capacité de production**

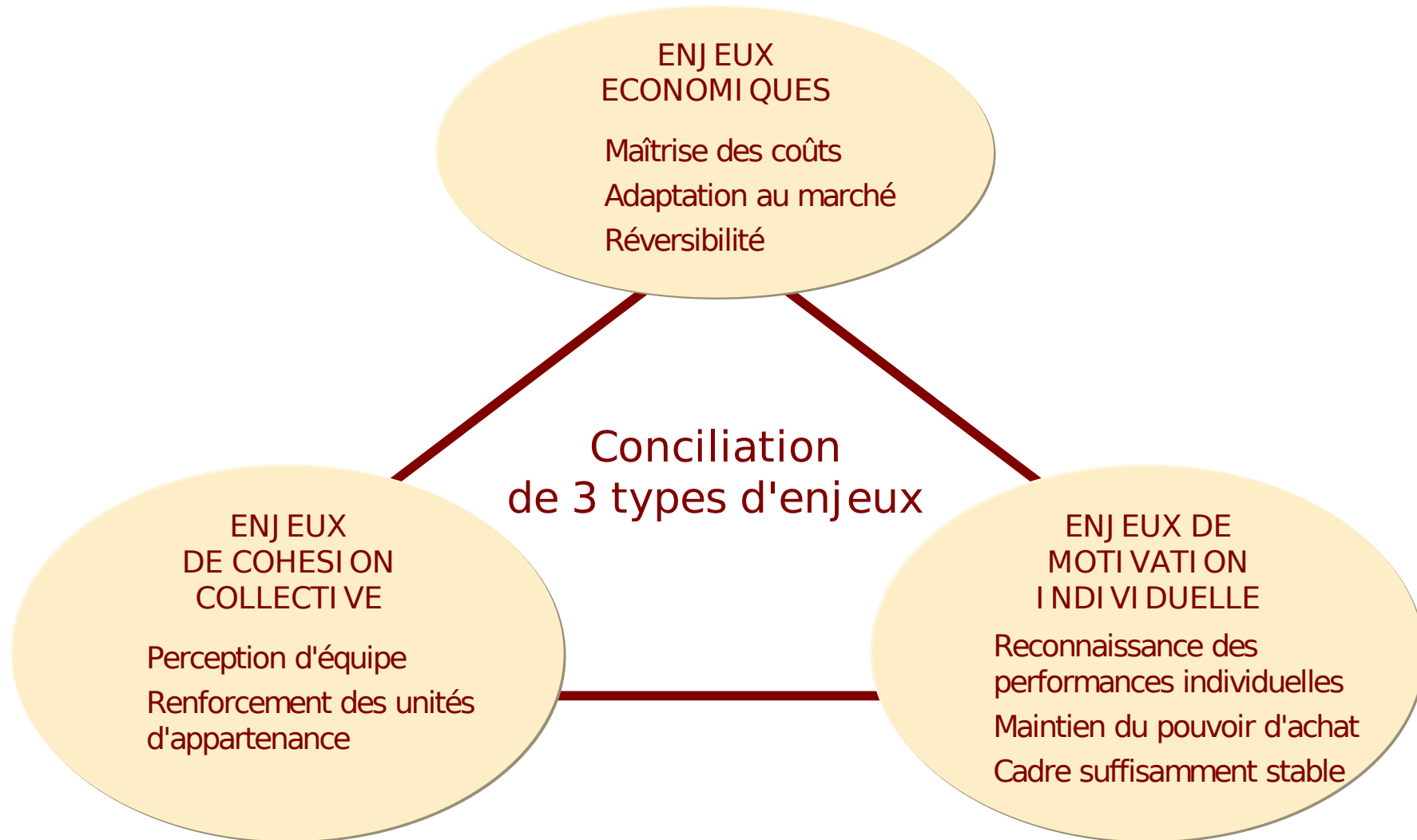


# La polyvalence est un facteur clé de la performance d'une entreprise (2/2)

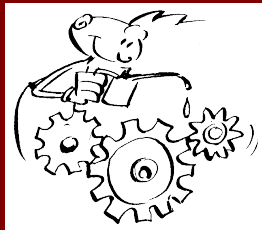




# Le système de rémunération constitue également un levier fort de management



# "Montres-moi comment tu est payé, je te dirais comment tu travailles"



## Les conditions de succès

- Transparence (règles - critères - procédures)
- Perception de l'équité (entre les sites, les services, les catégories)
- Focalisation sur les "vrais" enjeux de performance
- Légitimité des systèmes de fixation d'objectifs et de contrôle de gestion
- Equilibrer efforts et performances surtout pour les actions à inertie



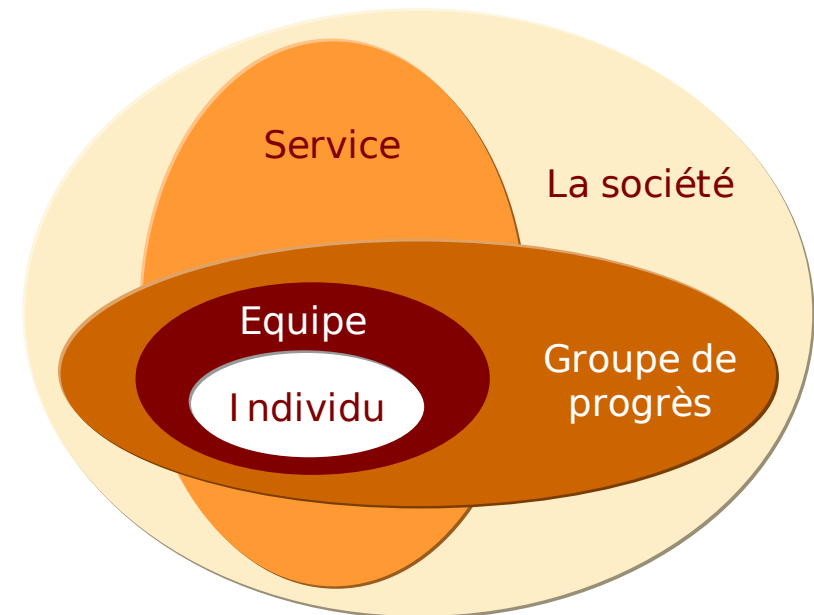
## Les écueils à éviter

- Rupture de la cohésion des équipes
- Trop forte focalisation sur le court terme
- Implication insuffisante de la hiérarchie "de terrain"



## Quelques exemples de primes

Type de prime	Avantages	Inconvénients
Performances individuelles	Pression sur chaque individu -> logique d'action	Rétention d'idées Individualisme Conflit d'individu Perte de synergie entre individus Oubli des coopérations inter-services Pas de logique d'action Frustration liée aux aléas
Prime de groupe	Développement de la cohésion du groupe (objectif connu) Développement des coopérations inter-services	Participation à plusieurs groupes Impossibilité de faire participer tout le monde à un groupe (exclusion -> conflit) Trouver un ou deux indicateurs, reflétant la réelle performance du groupe
Prime de service	Développement de la coopération inter-équipe et intra-service	Choix des indicateurs + faible motivation individuelle
Prime au résultat société	Evite les conflits d'intérêt inter-service	Très faible motivation individuelle





## c. Outils de progrès

---

# Productivité et méthodes de mesure

N'a de sens que sur une durée significative

$$\text{Productivité} = \frac{\text{Production}}{\text{Ressources employées}}$$

MESURE

Une unité de mesure pertinente : le temps

Productivité liée à l'utilisation d'un moyen de production : industrie de process, moyens goulots...

Productivité liée à la main d'oeuvre : postes de préparation, montage, finition...

Taux de Rendement Synthétique  
TRS

Méthodes classiques de mesure de la productivité MO





## Le Taux de Rendement Synthétique ou TRS

---

Un indicateur universel permettant de rendre compte de la disponibilité opérationnelle d'un équipement

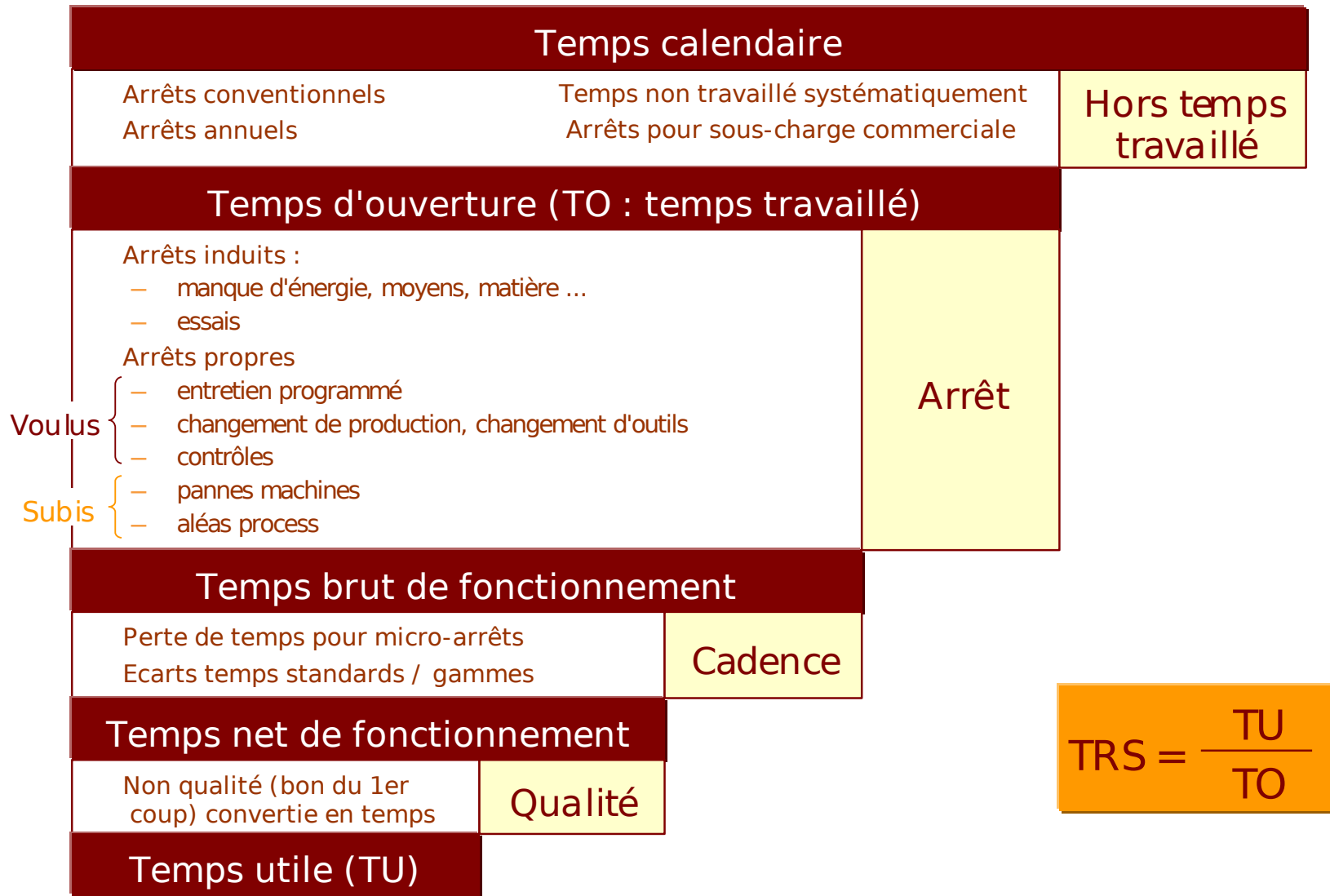
TRS = le rapport du temps utile (temps passé à fabriquer des produits bons à la cadence de consigne) sur le temps d'ouverture (temps durant lequel l'équipement est supposé produire, excluant en particulier les arrêts machine dus à une sous-charge commerciale)

**Le TRS, c'est la courbe de santé de la machine**





# Découpage classique du TRS



$$TRS = \frac{TU}{TO}$$





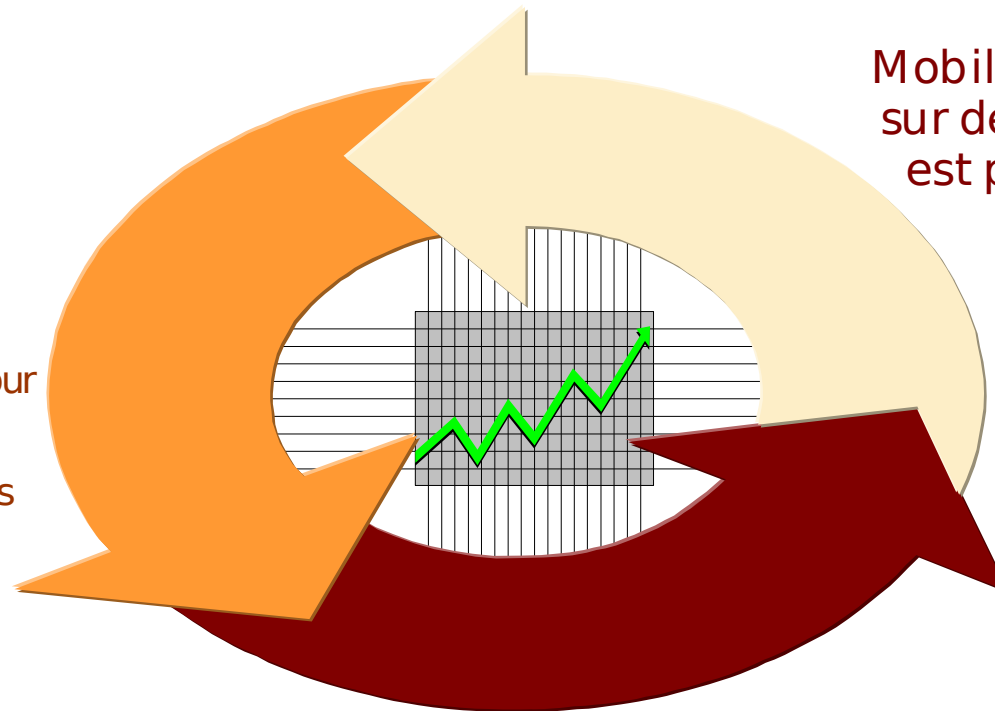
## Une animation dynamique autour du TRS

### Connaître le fonctionnement de la machine

Agir sur les bons leviers pour  
augmenter le temps utile

Justifier les investissements  
d'amélioration

Choisir entre flexibilité et  
capacité



Mobiliser le personnel  
sur des enjeux dont il  
est partie prenante

Suivre les résultats  
des actions engagées





# Des méthodes participatives pour exploiter les différents gisements de progrès du TRS

## Sources de sous-performance

Méthodes	Arrêts : induits / voulus / subis						Cadence		Qualité
	Manque matière	Entretien programmé	Nettoyages	Changement fabrication	Pannes machine	Aléas process	Micro-arrêts	Sous-vitesse	Non qualité
AMDEC					😊	😊	😊		
SMED		😊	😊	😊					
MIP						😊		😊	😊
CADENCE							😊		
5 S			😊		😊		😊		😊
DORIC	😊				😊	😊	😊	😊	😊



## A ces méthodes, on peut ajouter des actions sur le temps de travail

Les temps de pause

Les temps de changement de poste

Les temps de réunions, information, délégation

Les temps d'exécution

### Détermination des temps standards d'exécution

La mesure:

- chronométrage (minimum de 20 cycles)
- dépouillement des relevés : moyenne arithmétique, médiane, droite de Henry -> temps de référence
- facteurs de correction : coefficient d'efforts, de position, de monotonie musculaire ou mentale, d'ambiance (d'après tables)

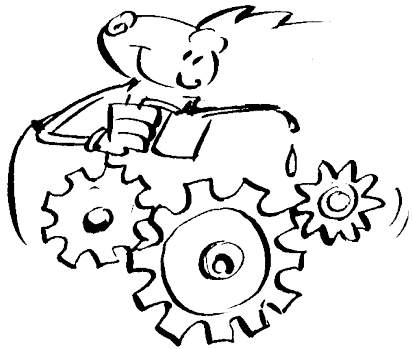
Les temps prédéterminés :

- MTM (Method Time Measurement)
- WFS (Work Factor System)

méthodes de décomposition des opérations en mouvements élémentaires standardisés

l'application de ces méthodes permet de minimiser les mouvements à effectuer et d'optimiser l'ergonomie des postes

## Les facteurs clés de succès communs à ces méthodes participatives



Organiser la communication dans l'atelier

Impliquer la maîtrise dans l'animation de la démarche

Prévoir un dispositif de communication permettant d'élargir la participation au delà du groupe de travail constitué

Anticiper la charge de travail de la maintenance pour la mise en oeuvre des plans d'action

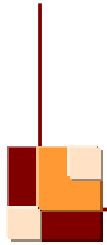
Mettre en oeuvre des campagnes d'essais pour tester les solutions et les faire adopter

Favoriser la dynamique de progrès en mettant en oeuvre au plus tôt les améliorations les plus accessibles

Ancrer les nouveaux modes opératoires par une formation et un suivi soutenus

Mesurer et communiquer sur les résultats





## Mes a priori sur la productivité des activités à forte main d'œuvre

---

### Fixer les standards :

- sans standard, pas de maîtrise
- implication des équipes dans la recherche des causes de non respect des standards et leur traitement
- le standard : temps gamme, rendement instantané, configurations de lignes,..

### Donner du sens au travail :

- les activités à forte main d'œuvre présentent un caractère routinier : il convient d'expliquer le sens des gestes effectués vis-à-vis du produit final et de ses fonctionnalités

### Promouvoir l'initiative :

- les idées du terrain doivent être rapidement validées et mises en place : elles sont souvent peu onéreuses
- planifier des réunions de travail régulières sur l'amélioration de la productivité

### Organiser le travail en favorisant les rotations entre postes :

- développer la polyvalence
- sur le principe des groupes autonomes de production, laisser au groupe la planification des postes
- fixer des règles sur l'organisation des pauses

### En finir avec les petits problèmes récurrents :

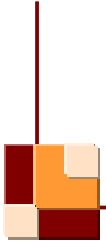
- de nombreux petits dysfonctionnements techniques ou organisationnels diminuent la productivité et ont une influence néfaste sur l'ambiance





d. Approche systémique

---



# La systémique trouve ses fondements dans la théorie des systèmes

---

## Concepts généraux :

- les organisations sont des systèmes ouverts
- les organisations exercent une influence sur leur environnement et vice versa
- toute organisation peut être évaluée d'après son rendement et son efficacité
- les organisations doivent évoluer afin de survivre
- une organisation peut atteindre ses objectifs par différents moyens
- la coordination est ce qui permet à une organisation de représenter plus que la somme de ses composants

## Apports :

- tenir compte de l'environnement lors de la prise de décision
- étudier les inter-relations plutôt que les éléments individuels

## Faiblesse :

- pas d'intégration des aspects humains de l'organisation
- peu d'indications sur la façon d'interagir avec les variables





## La systémique est une approche globale qui se nourrit des différents documents descriptifs disponibles dans l'entreprise ...

---

L'organigramme de l'entreprise

La description de la chaîne de valeur de l'entreprise

Le macro-process industriel de l'entreprise (forge -> usinage -> montage -> contrôle -> ...)

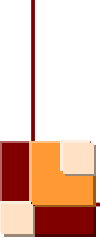
La description fonctionnelles qui explique l'enchaînement des opérations (ventes -> prévisions -> programme mensuel des ventes -> programme mensuel de production -> ... )

La description comptable de l'entreprise et son découpage analytique

Les définitions de fonction des collaborateurs

...





## ... et qui, au delà des données formelles, cherche à comprendre comment l'organisme vit et se comporte dans les faits

---

Quelles sont les missions du systèmes ?

Quels buts concrétisent ces missions et comment sont-ils fixés ?

Existe-t-il des objectifs ? A quel niveau ? Sont-ils cohérents ? Comment sont-ils fixés et suivis ?

Quel est le dispositif de décision et de régulation ?

Quelles sont les contraintes imposés à chacun par l'interne et par l'environnement ?

De quelles latitudes les acteurs, managers et opérateurs, bénéficient-ils pour gérer ces contraintes et atteindre leurs objectifs ?

De quelles informations dispose chacun pour prendre des décisions ?

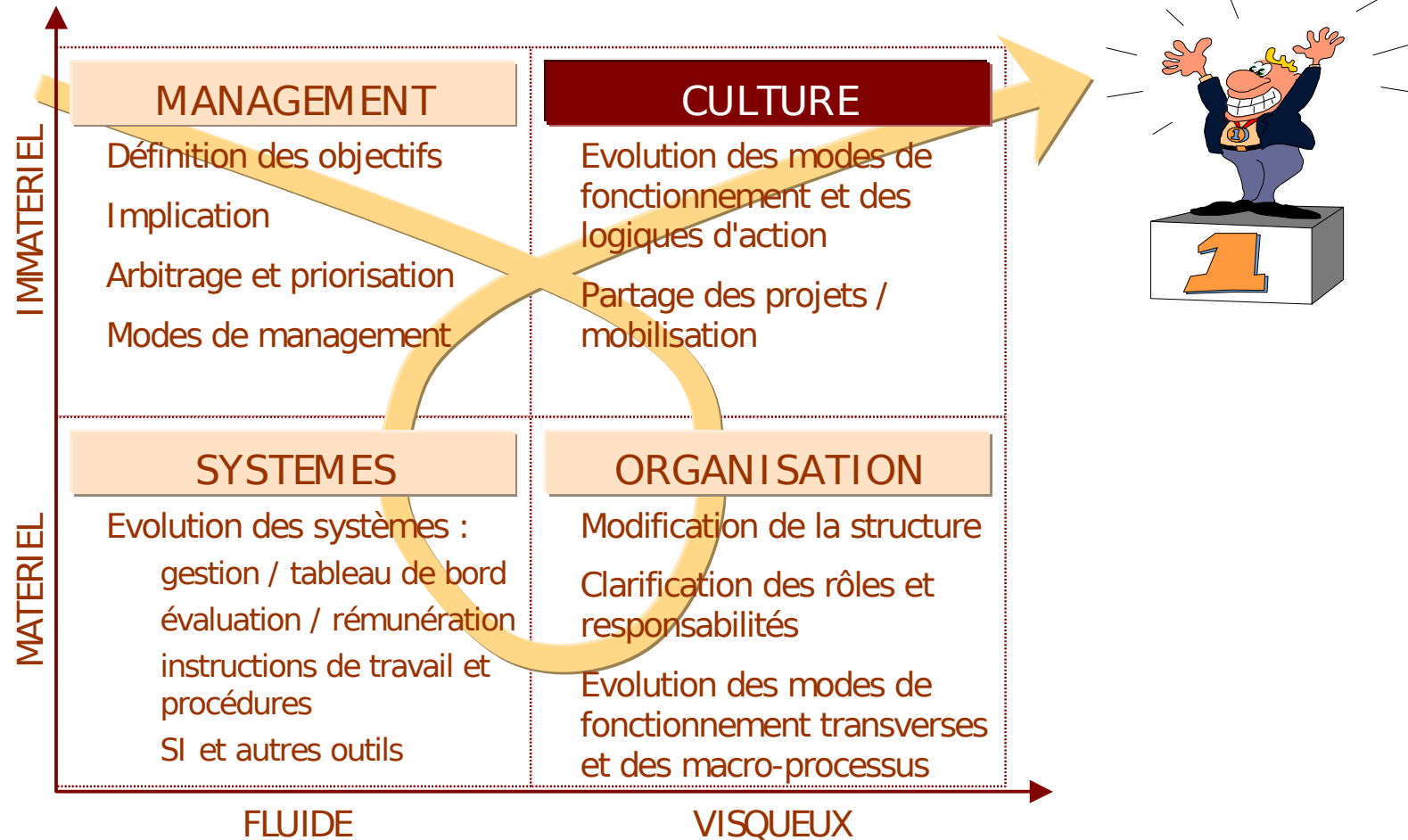
...

Approche analytique	Approche systématique
Isolé, se concentre sur les éléments	S'intéresse aux interactions entre éléments
Considère la nature des interactions	Considère les effets des interactions
S'intéresse aux détails	Modifie des groupes de variables à la fois
Modifie une variable à la fois	Conduit à un enseignement pluri-disciplinaires
Conduit à un enseignement par discipline	Mène à une action par objectifs





# La systémique est une approche globale qui, appliquée à une entreprise, vise à en optimiser le fonctionnement



Elle vient en complément des méthodes SMED, AMDEC, ...



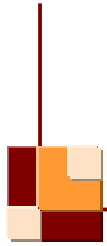


## Les enseignements de cette formation (1/ 2)

---

1. Le modèle / la solution universelle pour faire fonctionner une usine n'existe pas (même si des livres ou des personnes prétendent le contraire) : il existe des modèles, plus ou moins adaptés à des types d'industrie et à des contraintes, qu'il faut savoir faire cohabiter parfois même au sein d'une même production (ex. SCNF matériel)
2. "Keep it simple" : dans toutes vos actions et particulièrement dans la production :
  - utiliser des méthodes et outils simples
  - mettre simplement en place ces éléments
  - impliquer les opérationnels et pas seulement le management
  - n'employer pas des logiciels trop poussés surtout quand un tableur suffit
3. Beaucoup d'encours = beaucoup de problèmes cachés dans l'usine : travailler sur fluidifier les flux car les produits passent 95% à attendre en les machine, donc réduire le délai de fabrication en augmentant la productivité d'un équipement ne permet d'agir que sur les 5% restant !
4. Attention aux évaluations "économiques" qui sont faites par les comptables :
  - elles réduisent le coût des stocks à un simple manque à gagner de trésorerie
  - elles calculent le prix de revient d'un équipement sur la base des heures réelles de production (de fait plus la machine connaît de dysfonctionnements moins elle produit, donc plus son coût horaire est élevé, donc moins on l'utilise, donc plus son coût est élevé, ...)





## Les enseignements de cette formation (2/ 2)

---

5. Les vieilles machines doivent être conservées :
  - elles sont amorties, et les opérateurs les maîtrisent
  - elles sont suffisantes pour assurer un bon écoulement des flux
6. Quel que soit le type de production, il existe toujours une machine / un poste de travail goulot qui régule la vitesse de production de l'usine
7. Le Juste-à-temps est plus qu'une méthode, c'est une philosophie :
  - le Kanban n'est qu'un élément du JAT
  - le changement des mentalités (processus d'amélioration continue, recherche permanent de la qualité) est aussi important que le reste
8. Compte tenu de tous les éléments internes et externes à une usine, l'équilibre d'une usine entre sa charge et ses capacités est un rêve excepté

