



PSA PEUGEOT CITROËN

Direction Technique et Industrielle

# Evolution des Systèmes de Production Lignes d'usinage dans le secteur automobile

Damien POYARD

Colloque ENSMSE – STP – 10 Octobre 2013



# SOMMAIRE

**Introduction**

**Evolution des lignes d'usinage**

**Rupture technologique l'UGV**

**Architectures des Lignes Flexibles**

**Perspectives et conclusion**

# Introduction



## Process Conception Ingénierie (SCEMM)

Filiale de PSA (PEUGEOT CITROËN)

Chiffre d'affaire : 30 M€ / an

124 employés

St Etienne (France)

### Principaux clients

- ⇒ PSA Trémery, Charleville, Caen, Mulhouse
- ⇒ PSA Française de mécanique, Metz ...
- ⇒ AIRBUS, JOHN DEERE, FORD
- ⇒ MONTUPET, GMD EUROCAST , RYOBI



# Introduction

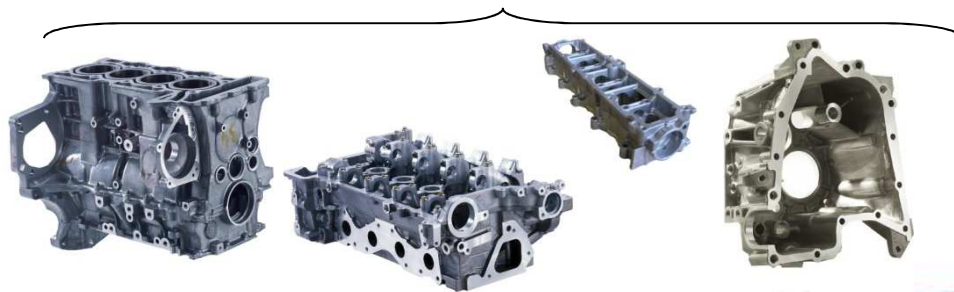
- **PCI** : Domaines d'activités

→ Conception et réalisation de moyens et process d'usinage grandes séries



- Pièces industrialisées : Moteur et liaison au sol

**Groupe motopropulseur**



**Liaison au sol**



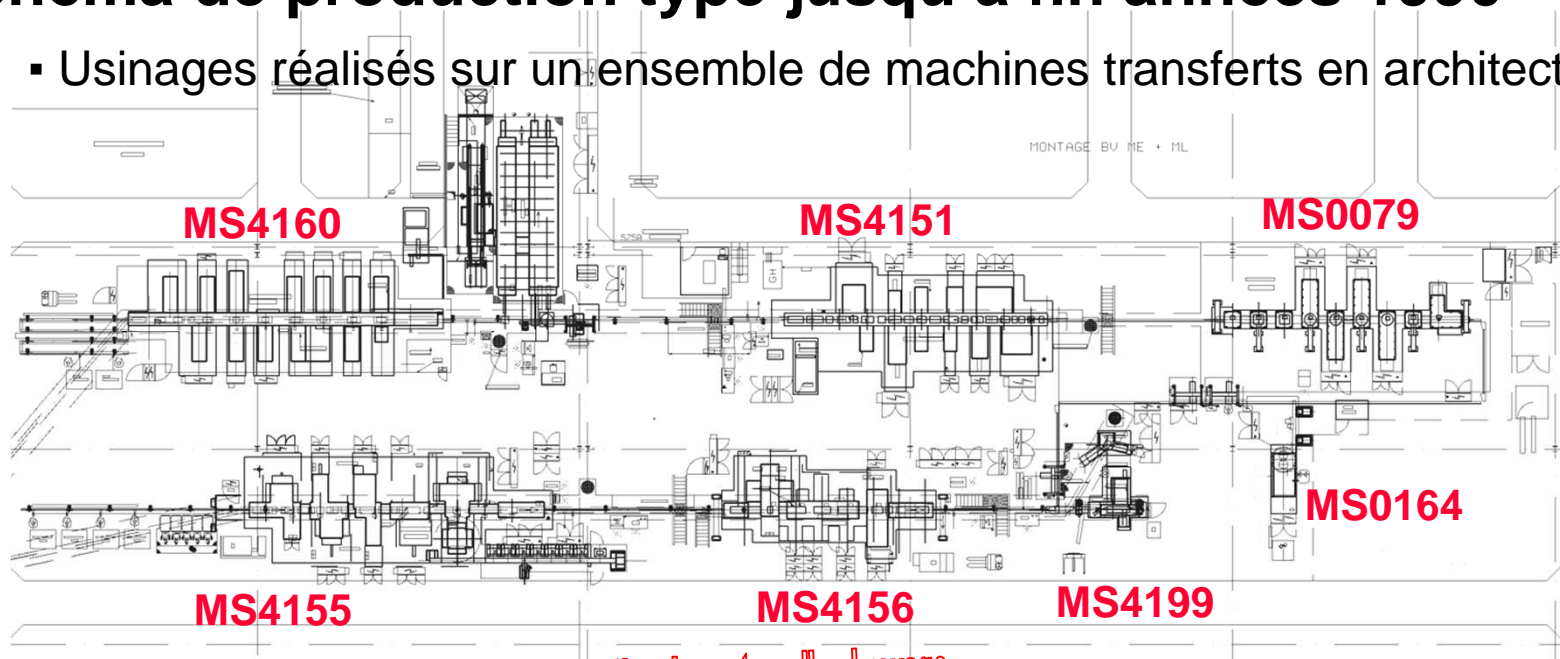
# Evolution des lignes d'usinage

## L'usinage automobile en quelques mots

- Des cadences de production très élevées 500 à 2500 pièces / jour
- Engagement des moyens : 22H50 / 5 jours + VSD
- Garantir la qualité pièce à 100%
- Coûts d'exploitation maîtrisés

## Schéma de production type jusqu'à fin années 1990

- Usinages réalisés sur un ensemble de machines transferts en architecture série

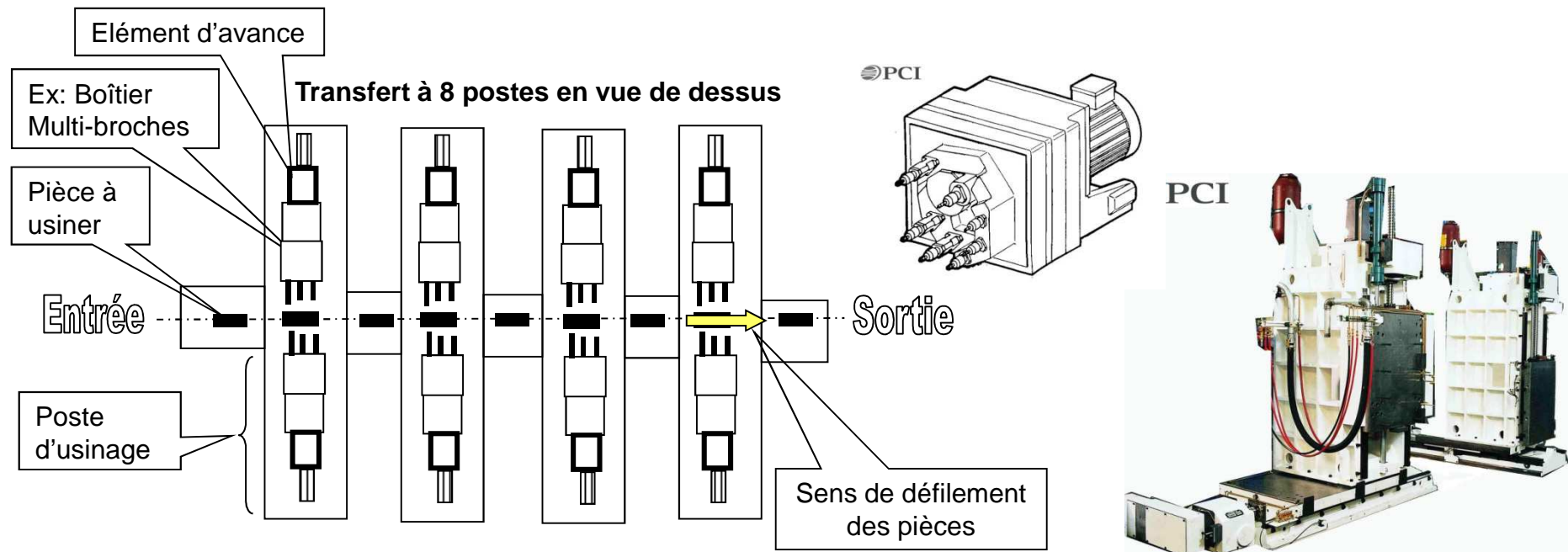


*Ex: ligne de production de carters d'embrayage*

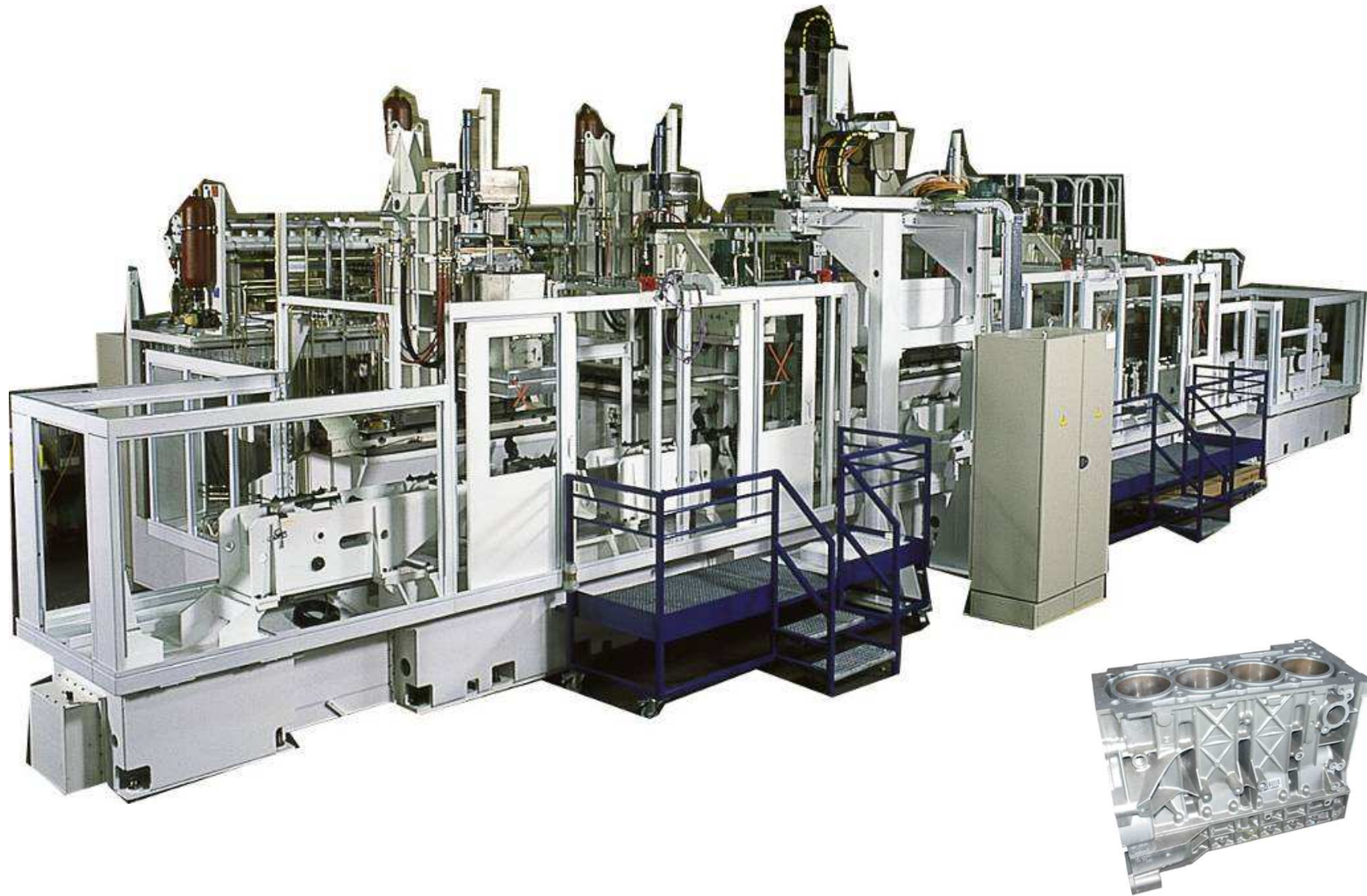
# Evolution des lignes d'usinage

## Une machine transfert d'usinage c'est :

- Une suite de postes élémentaires et uniques d'usinage mis en série et en //
- Un dispositif central qui transfère la pièce d'un poste à l'autre
- Des postes d'usinage constitués d'unités d'avance 1, 2 ou 3 axes supportant des boîtiers multi-broches ou broches de fraisage



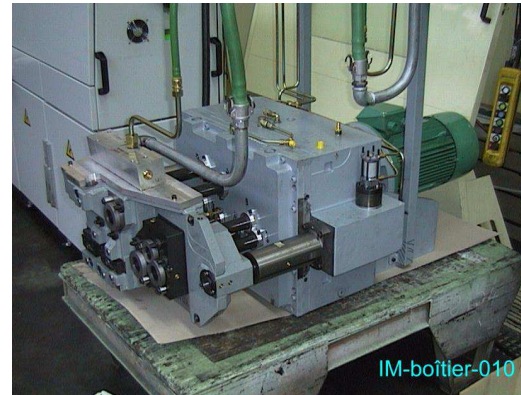
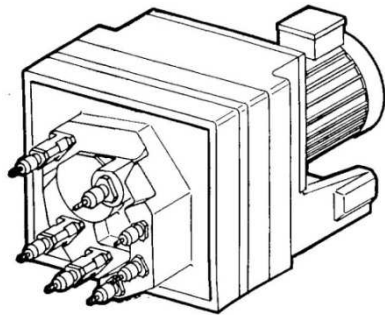
# Evolution des lignes d'usinage



# Evolution des lignes d'usinage

## Principe de conception d'une unité d'un poste d'usinage

- Unités conçues spécialement pour les opérations d'usinage concernées
- Conception sur la base de composants standards



## Principaux Avantages / Inconvénients

- Cout optimal de production, si ligne engagée au Nominal (couts fixes)
- Pas de Flexibilité au Volume et au Produit
- Modifications importantes des moyens à chaque évolution de pièce : 4 à 5 semaines d'arrêt complet, travaux concentrés au mois d'aout
- Moyen industriel non réutilisable lorsque la pièce est arrêtée



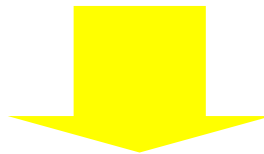
# Evolution des lignes d'usinage

## Contraintes actuelles liées au Marché automobile

- Volumes de fabrication prévus non garantis
- Multiplicité des variantes ou équipements  
(JV avec partenaires, segmentation de la gamme, véhicules niches...)
- Durée de vie réduite des produits : évolutions normatives (Euro5, Euro6...)

## Conséquences sur la conception des lignes de production

Les machines spécifiques ne sont plus adaptées au marché. Nécessité de disposer de moyens industriels adaptables et reconfigurables rapidement par rapport aux besoins du marché

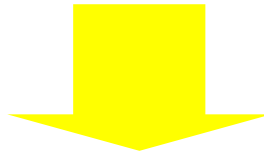


Conception des systèmes de production repensée

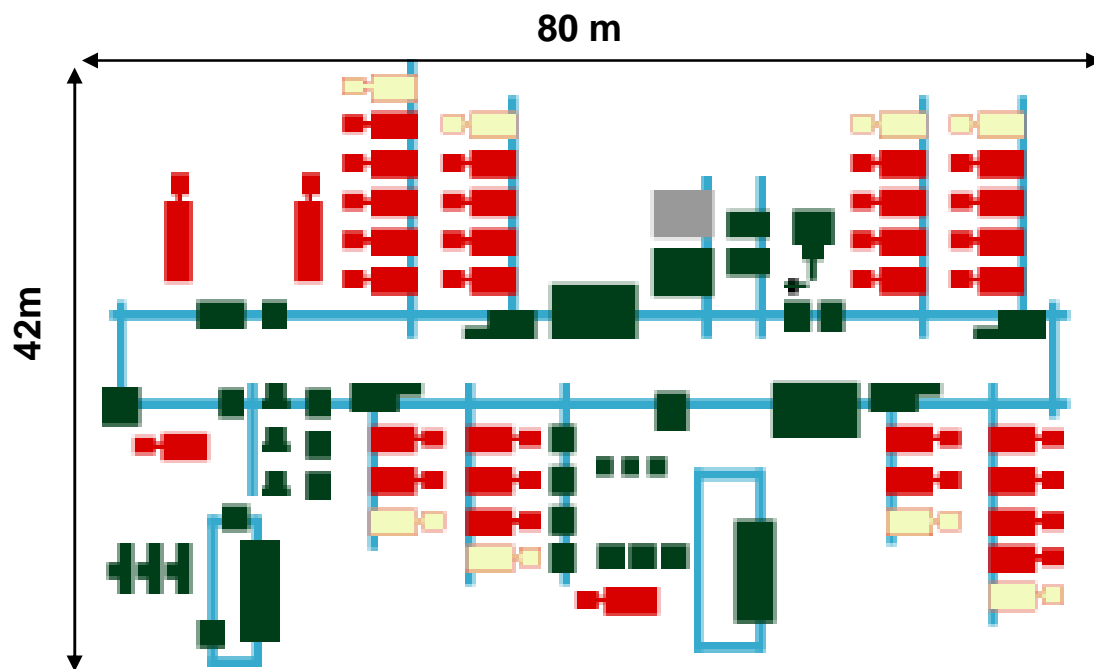
# Evolution des lignes d'usinage

## Systemes actuels de production : 2000 - 2010

- Moyens : Intégration de **Centres d'Usinage Grandes Vitesses CUGV**
- Process : Mise en œuvre de process UGV



Nouvelle génération de machines, de gammes d'usinage et d'architecture de Ligne



### Atelier complet clés en main :

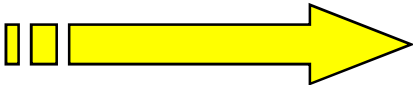
- 1250 Culasses / jour
- gestion de 2 types de pièces
- Invariant de bridage, pièces sur adaptateur
- 32 CUGV Météor 5
- Manutention, lavage, assemblage et contrôle intégré par PCI



# Evolution des lignes d'usinage

## Différence de conception en industrialisation

1250 culasses par jour	Nb de moyens d'usinage	Temps de cycle unitaire d'un poste d'usinage
<b>Lignes Transfert</b>	140 postes d'usinage simple, 10 machines en série	1 min
<b>Ligne Flexible</b>	32 centres d'usinage, répartis en 7 à 8 Opérations	4 min

Unités simples et unique en série  Machines complexes en parallèle

## Gamme d'usinage type pièce automobile

Principe de base : Une pièce → une broche

- Usinage 30 à 40 %
- Déplacements 20 %
- Changements d'outils 40 à 50 %

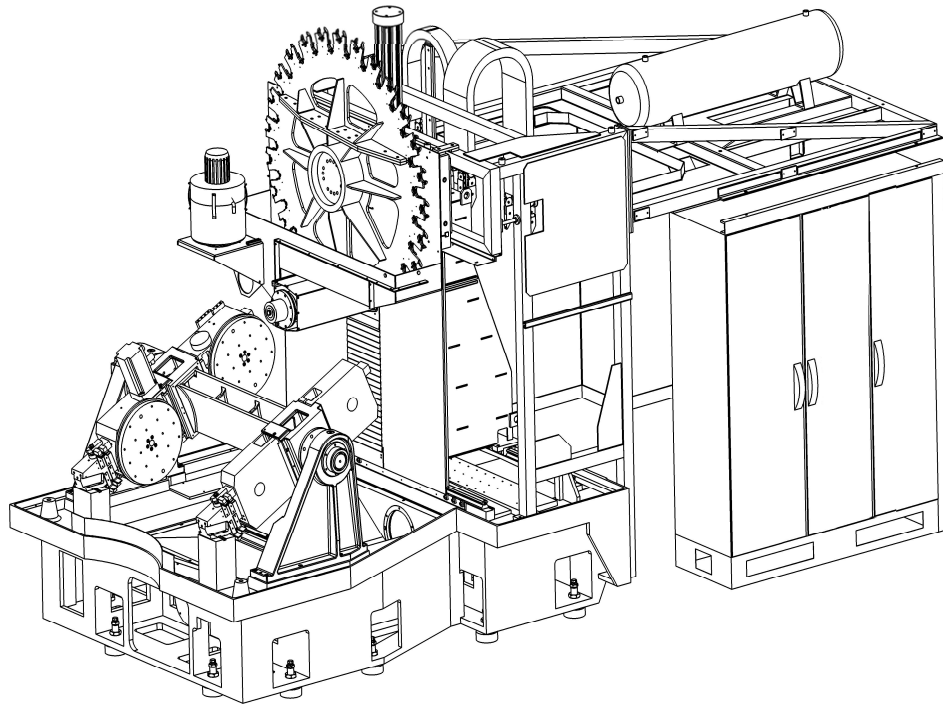
Recherche de productivité par :

- usinage très rapide UGV (x5 à x10)
- Réduction des temps morts :  
Vitesse déplacement (x3 à x5)
- Combinaisons d'outils

# Rupture technologique l'UGV

## CUGV usinage automobile

Météor ML



### ▪ Quelques chiffres / utilisation

Éléments de machine	Sollicitations annuelles en 3x8
Axe Z	8 000 000 cycles soit 1600 km
Axe YX	4 000 000 cycles
Changements d'outils	1 000 000 chgt
Rotations axe A ou B	250 000
Nb de pièces usinées	50 000

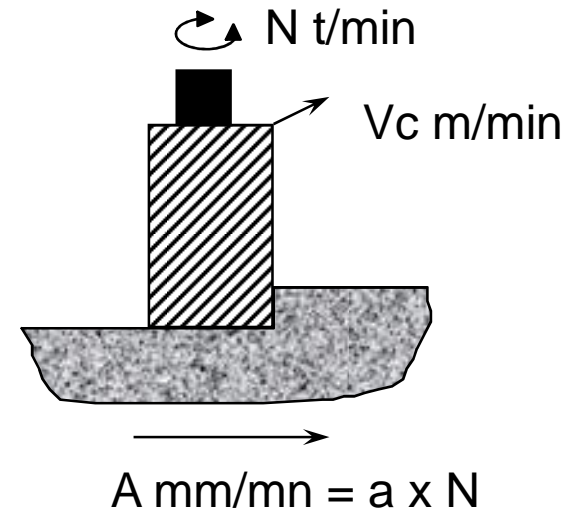
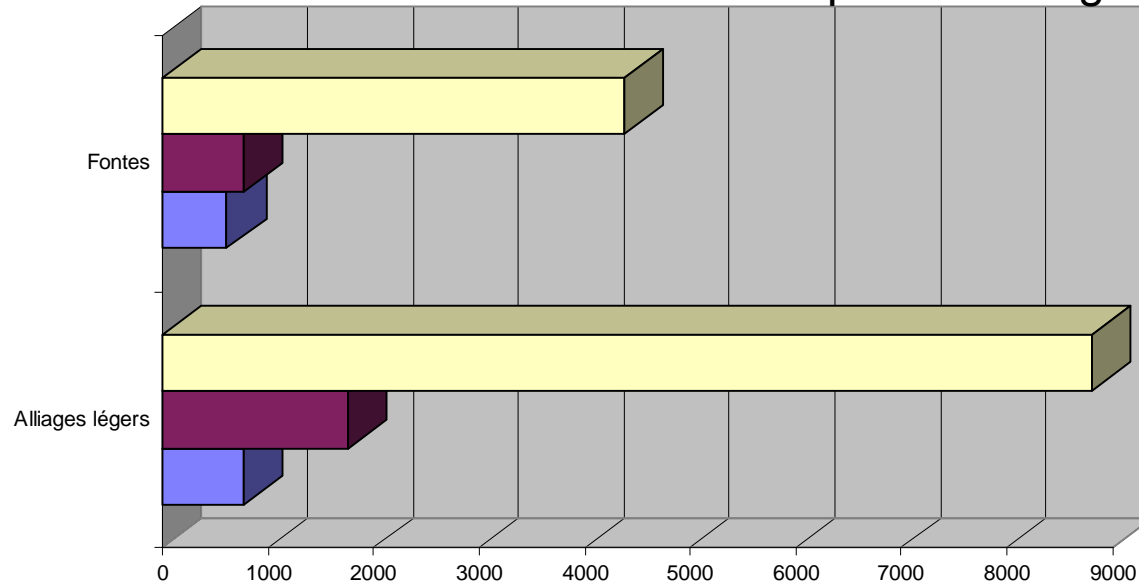
### ▪ Caractéristiques principales

- Courses XYZ :** 630 mm  
**Vitesses X/Y/Z :** 90/90/80 m/min  
**Accélérations X/Y/Z :** 7/10/15 m/s<sup>2</sup>  
**Puissance broche :** 29 KW  
**Vitesse broche :** 15000 rpm  
**Outils :** HSK63-A  
**Temps copeau / copeau :** 3.8 s  
**Pilotage :** SIEMENS 840D / FANUC 31i

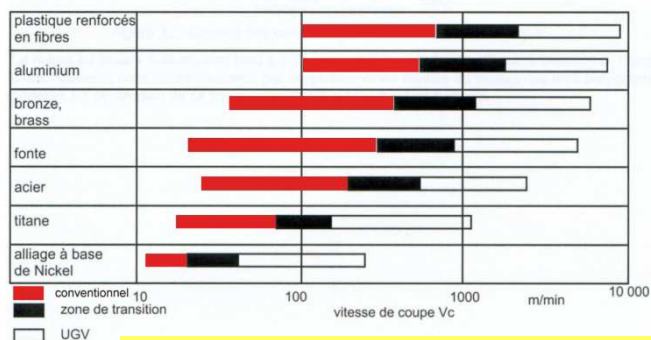
# Rupture technologique l'UGV

## Conditions de coupe UGV

Evolution de la vitesse de coupe en fraisage



Vitesse de coupe en m/min



- Usinage grande vitesse
- Usinage conventionnel optimisé
- Usinage conventionnel

**Vc** : multipliée par 5 à 10

**a** : avance à la dent divisée par 2

→ Productivité moyenne de x3 à x5 par rapport à un usinage classique

# Rupture technologique l'UGV

## Quelques avantages de l'UGV :

- Productivité
- Réduction des efforts de coupe
- Bridage pièce simplifié
- Réduction du nombre de posage et d'outils
- Amélioration des états de surface
- Usinage de matériaux durs et de forme complexe
- Peu d'échauffement pièce, l'énergie de coupe est dissipée par les copeaux

## Contraintes :

- Il est impératif d'adapter l'environnement industriel :
  - Formation et qualification des hommes de production et de maintenance
  - Logistique de flux des pièces et des consommables
  - Mode de gestion de la qualité pièce
  - La politique outils coupants et les moyens de réglages

# Architecture des Lignes Flexibles

## Objectifs Stratégiques :

- Rechercher un Optimum : Cout Global de Possession (*Total Cost Ownership*)
  - Investissement, Nombre d'opérateurs, Surface d'atelier, Consommables
- Assurer une Flexibilité aux Volumes et au Produit
  - Invariant de bridage et manutention : adaptateur, inserts...
  - Maille minimum de la capacité de production : N lignes en parallèle
- Solutions mondiales : Carry-Over
  - Dupliquer des modules élémentaires : moindre cout de développement, solutions validées assurant la rapidité de montée en cadence

## Ligne Idéale ?



N machines identiques réalisant intégralement le Process



# Architecture des Lignes Flexibles

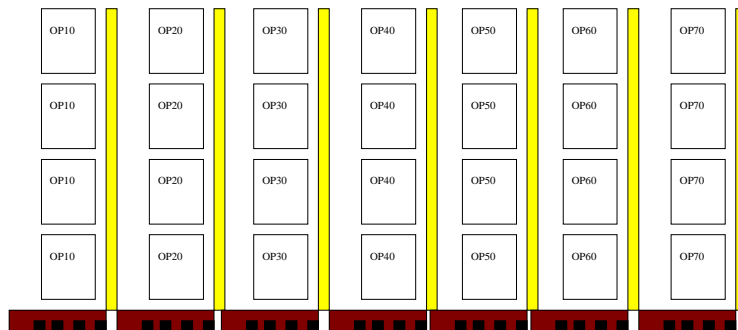
## Données d'entrée :

- Minimiser le nombres de posages distincts
  - Contraintes Géométriques : accessibilité d'usinage, cotation fonctionnelle (réalisation d'un usinage en référence d'un autre usinage)
  - Contraintes Process d'usinage: chronologie des opérations, temps, libération de contraintes internes..
  - Contraintes Différents process consécutifs : ébavurage, lavage, contrôle étanchéité, assemblage vissée, emmanchements..
  
- LEAN Manufacturing
  - Homogénéiser le Temps de Cycle de chaque moyen et Charge Opérateur
  - Minimiser les Stocks et encours : Usinage au plus prêt de l'assemblage
  - Minimiser le Temps de Défilement : Lead-Time
  - Optimiser les Flux d'approvisionnement : kiting



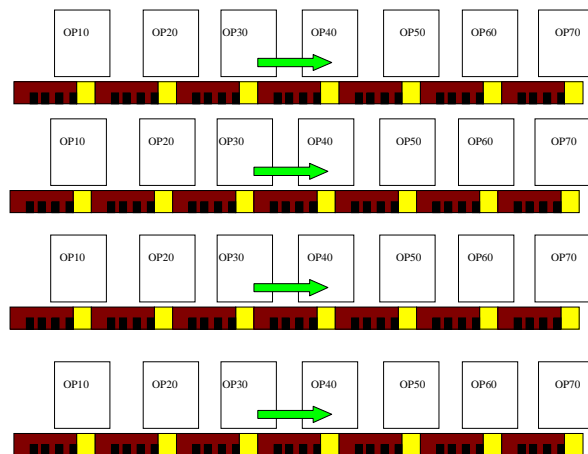
# Architecture des Lignes Flexibles

## Exemple d'Architecture Parallèle :



1 Ligne constituée de 7 Opérations ou îlots  
 1 Opération comporte 4 CU en parallèle  
 Chaque machine de l'îlot fait le même travail  
 Ex: 7 îlots de 4 machines = 28 machines

## Exemple d'Architecture Série :



N Lignes de machines en séries  
 Les lignes sont identiques  
 Les machines dans une ligne font des travaux différents  
 Ex: 4 lignes de 7 machines = 28 machines

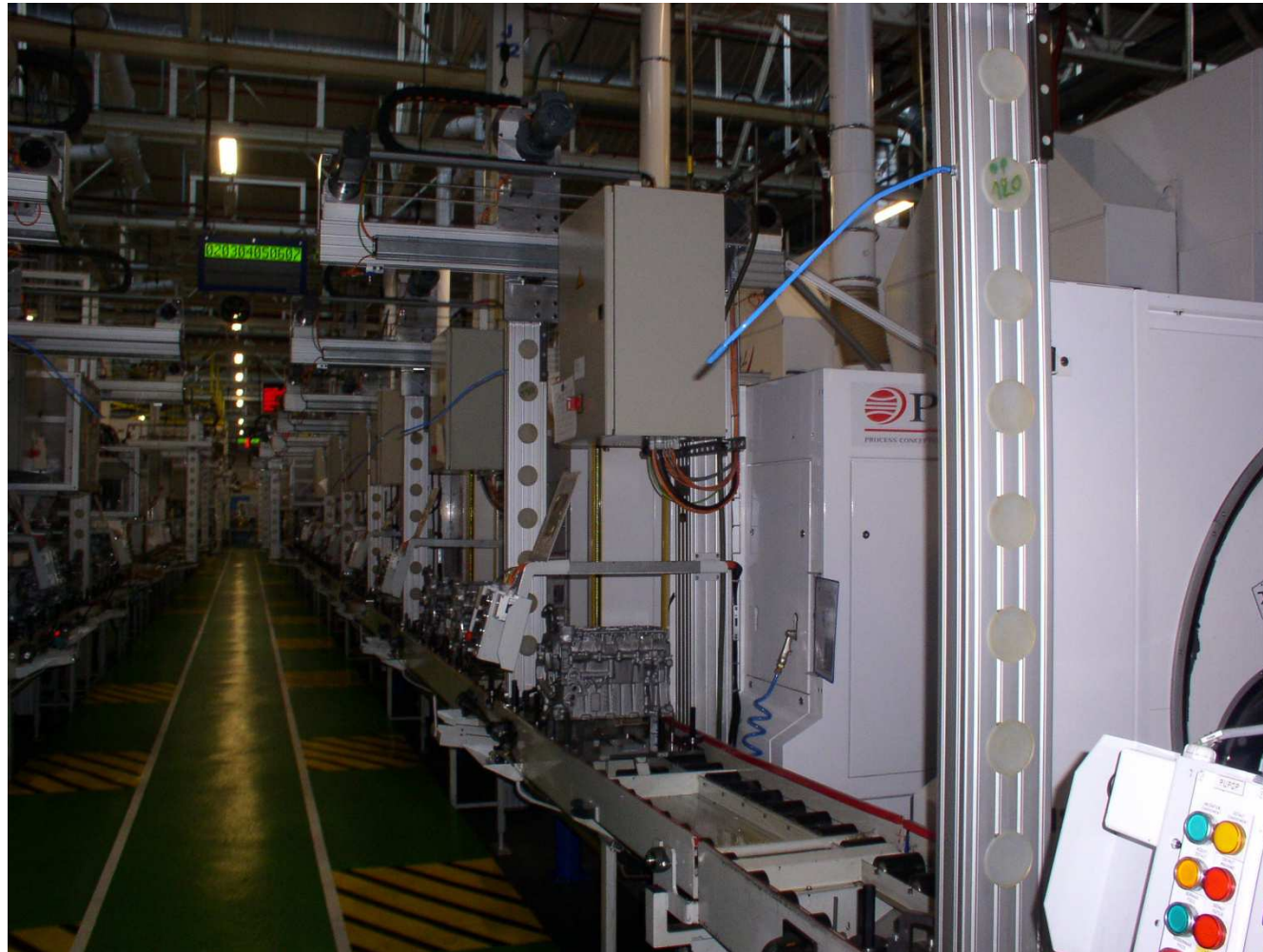
# Architecture des Lignes Flexibles

Hypothèse 1 : 1 ligne de 330 000 pièces / an



# Architecture des Lignes Flexibles

## Hypothèse 2 : 3 lignes de 110 000 pièces / an



# Perspectives et conclusion

## Limites de l'analyse :

- **Si lignes de production de plus faible capacité unitaire :**
  - Temps de cycle supérieur
  - Concept non compatible avec des Process de temps de cycle très court. ex : Vissage, Contrôle d'étanchéité.
  - Auquel cas investissement non proportionnel au volume de production
- **Modèle de production Série :**
  - Fiabilité impérative des moyens : pas de mode de fonctionnement dégradé
- **Modèle global de production :**
  - Dans un même module de production, toutes les lignes d'usinage et d'assemblage doivent être de même capacité (ex : 100 000 p / an)

# Perspectives et conclusion

Les lignes de production automobiles ont évoluées pour plus de flexibilité par rapport à la variabilité des pièces et des volumes.

Cette mutation a été possible grâce à l'intégration de Centres d'Usinage à Grandes Vitesses et la mise en œuvre de process UGV : rupture technologique

La démarche LEAN en cours, en recentrant les efforts sur la réelle valeur ajoutée, contribue à l'émergence de nouvelles architectures de lignes de production optimisées.

L'optimal global doit être le moteur de l'analyse : Cout Global de Possession

**Perspectives** : ruptures de process afin d'aboutir à des mailles élémentaires de production les plus petites possibles – moyens multi-fonction ou multi-process...

Merci pour votre attention