

TP : Ordonnancement

CI n°5 : Fonction Préparation

COMPÉTENCE TERMINALE ATTENDUE :

En possession :

- d'un planning de production
- des dossiers de fabrication des différentes pièces d'une famille
- des moyens techniques disponibles
- des temps caractéristiques des différentes opérations de production consignés dans une étude de phase et des temps de préparation et de reconversion

3-1 évaluer les taux de charge des différents moyens de production relatifs à chaque lot (calcul du temps de production et des temps de passage d'une fabrication à une autre)



Support d'activité :

- ✓ Dossier technique
- ✓ Dossier ressource
- ✓ Dossier réponse
- ✓ Dessin de définition format A0 du porte-fusée (*pour info*)
- ✓ Photographie (*pour info*)

Problématique : rechercher la date de lancement d'une production.

TRAVAIL DEMANDÉ

1. PRÉSENTATION DE L'ÉTUDE :

La société X est spécialisée dans la production de pièces et de sous-ensembles (collecteurs, porte-fusées, moyeux, trains avant, ...) pour l'automobile. Les fabrications se font par lots à la demande du client.

L'étude portera essentiellement sur la fabrication d'un lot de 200 porte-fusées (voir dossier technique et dossier ressource).

2. ÉTUDE DE L'ORGANISATION DE PRODUCTION :

- ✓ **Matérialiser** le flux physique par un trait fort orienté entre les différents systèmes de fabrication des porte-fusées.
(Dossier réponse page 2 sur 7)
- ✓ **Indiquer** pour chaque système de fabrication utilisé, la phase réalisée.
- ✓ **Identifier** le type de flux utilisé par l'entreprise.

3. ÉTUDE DE LA FABRICATION :

(Vous répondrez sur le dossier réponse page 3 sur 7 pour l'ensemble des questions suivantes)

- ✓ **Retrouver** les antériorités des différentes tâches.
- ✓ **Calculer** les cadences de production en jeux par heure.
- ✓ Sachant que l'on désire lancer la production de 200 jeux de porte-fusées, **calculer** les temps de cycle correspondant en centième d'heure.

Avant de poursuivre, vous demanderez la correction de cette partie

4. ÉTUDE GRAPHIQUE DE L'ORDONNANCEMENT :

- ✓ **Retrouver** graphiquement (graphique de GANTT avec jalonnement au plus tôt), la date prévue de livraison. *Vous indiquerez sur le graphique : l'échelle des temps, la marge amont ou aval sachant que la marge de sécurité prévue est de 1000 ch), le cycle de fabrication, le temps disponible et le type de jalonnement.*

(Dossier réponse page 4 sur 7)

Remarque : pour l'échelle des temps vous prendrez **1 mm = 10 ch**.

- ✓ **Vérifier** graphiquement (graphique de GANTT avec jalonnement au plus tôt), le respect du délai imposé, sachant qu'il s'est produit un aléa de production en phase 20 d'une durée de 150 ch. *Vous indiquerez sur le graphique : l'échelle des temps, la marge amont ou aval, le cycle de fabrication et le temps disponible et le type de jalonnement.*

(Dossier réponse page 5 sur 7)

- ✓ **Retrouver** graphiquement (graphique de GANTT avec jalonnement au plus tard), la date de lancement de fabrication. *Vous indiquerez sur le graphique : l'échelle des temps, la marge amont ou aval sachant que la marge de sécurité prévue est de 1000 ch), le cycle de fabrication, le temps disponible et le type de jalonnement.*

(Dossier réponse page 6 sur 7)

On s'aperçoit que la planification utilisant le jalonnement sans chevauchement, laisse les moyens de production trop inoccupés :

Afin d'augmenter le taux de charge de chaque machine, il est donc décidé de mettre en place le jalonnement avec chevauchement.

- ✓ Effectuer le jalonnement avec chevauchement au maximum des tâches.
- ✓ **Retrouver** graphiquement, la date prévue de livraison. *Vous indiquerez sur le graphique : l'échelle des temps, le cycle de fabrication et le type chevauchement.*

(Dossier réponse page 7 sur 7)

Remarque : il vous faudra modifier l'échelle des temps.



DOSSIER TECHNIQUE

CONTENU

Gamme de fabrication

Technique page 2 sur 2

GAMME DE FABRICATION	Ensemble :Train avant	BUREAU DES MÉTHODES
	Élément : jeu de porte fusées	
	Matière : AF 70	
Page : 1/1	Nombre :	Date :
PHASE n°	DÉSIGNATION	Machine n°
10a	TOURNAGE Ébauche emplacement du roulement (1 jeu)	TCN SCULFORT N° 828
10b	TOURNAGE Ébauche emplacement du roulement (1 jeu)	TCN SCULFORT N° 829
20	FRAISAGE des 3 bossages (2 jeux)	CU STAMA N°1223
30	FRAISAGE chape amortisseur et finition emplacement roulement (1 jeu)	Machine Spéciale N° 1221
40	CONTRÔLE diamètre et cylindricité (1 jeu)	TRI-DIM N° 1241
50	USINAGE DIVERS étrier frein et œil de direction (1 jeu)	Machine Spéciale N°728
60	ÉBAVURAGE des 3 bossages (1 jeu)	Machine Spéciale N° 1302
70a	PERÇAGE œil de direction et chape amortisseur (4 jeux)	MODULO N° 909
70b	PERÇAGE œil de direction et chape amortisseur (4 jeux)	MODULO N° 940
80	USINAGE œil inférieur (1 jeu)	Machine Spéciale N° 1222
90	ÉBAVURAGE Complet (1 jeu)	BULA N°1307



DOSSIER RESSOURCE

CONTENU

Les flux en productique mécanique

Ressource page 2 sur 9

Méthode générale d'ordonnancement

Ressource page 4 sur 9

LES FLUX EN PRODUCTIQUE MÉCANIQUE

1 - NOTION DE FLUX

Un flux en production est un écoulement orienté et organisé, qui doit être parfaitement géré. Ce flux est composé :

- d'un flux physique qui concerne la matière (matières d'œuvre, pièces, ...)
- d'un flux administratif qui concerne les informations utiles à la fabrication (ordre de fabrication, gamme, contrat de phase, ...)

✓ LE FLUX CONTINU :

Il est utilisé par les entreprises dont le processus de production transforme les matières d'œuvre de manière importante et pratiquement continue, comme par exemple les centrales de production d'énergie ou les raffineries.

✓ LE FLUX DISCONTINU :

Il est utilisé par les entreprises dont le processus de production transforme les matières d'œuvre de manière séquentielle, par fractionnement des lots de pièces, suivant une planification très rigoureuse, comme par exemple les usines d'appareils électroménagers.

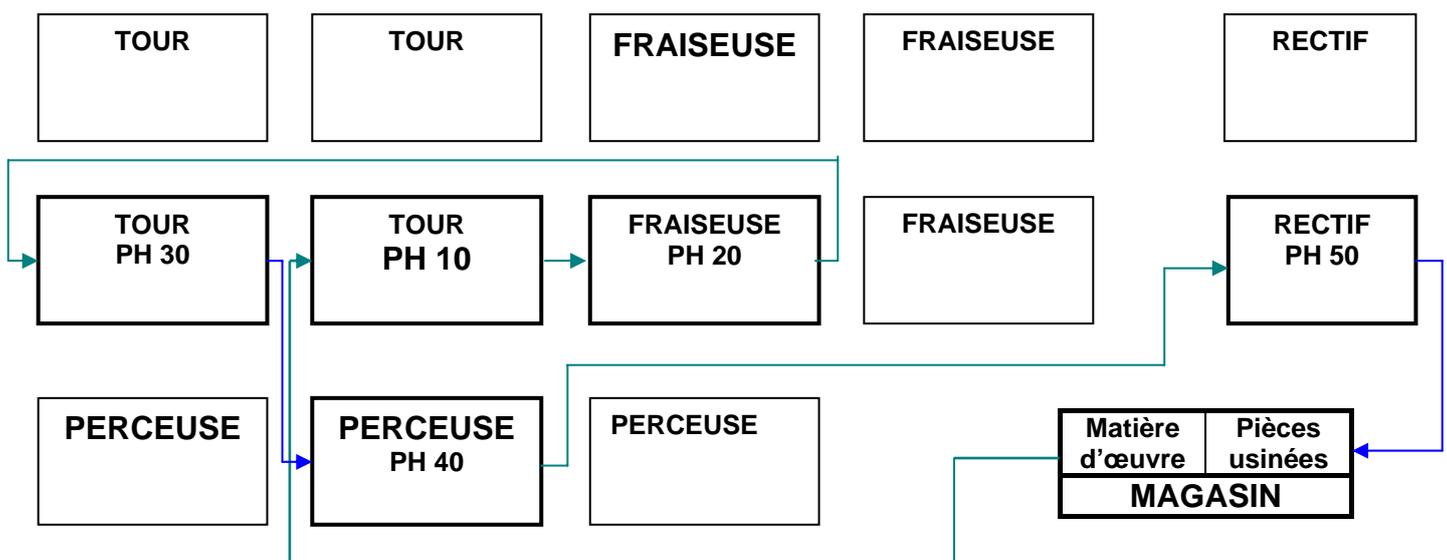
2 - LES PRINCIPAUX TYPES D'IMPLANTATION DES SYSTÈMES DE FABRICATION

✓ SCHÉMA D'IMPLANTATION EN SECTIONS HOMOGENÈS

Exemple de gamme à organiser :

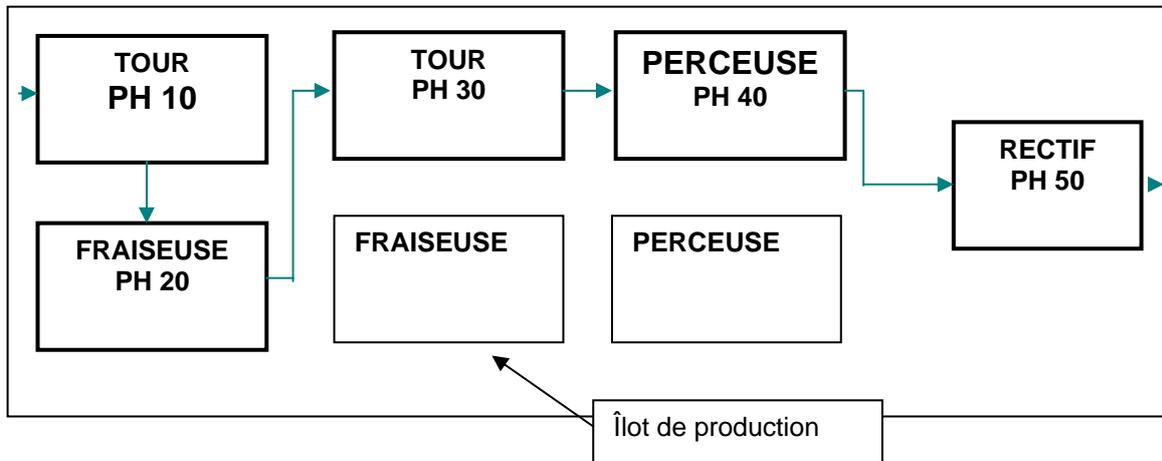
phase 10: TOURNAGE ⇒ phase 20: FRAISAGE ⇒ phase 30: TOURNAGE ⇒
phase 40: PERÇAGE ⇒ phase 50: RECTIFICATION

Cette implantation est structurée en sous ateliers regroupant des secteurs de fabrication de même type. Cette structure est de moins en moins adaptée aux exigences de productivité car elle pose de nombreux problèmes au niveau de la gestion de production, de la flexibilité et, de la durée du cycle de fabrication.



✓ SCHEMA D'IMPLANTATION EN CELLULE OU ÎLOT DE PRODUCTION :

Cette structure est constituée de sous ateliers spécialisés pour permettre la fabrication d'une ou plusieurs familles de pièces. Elle est beaucoup mieux adaptée aux exigences de productivité car elle est plus souple et les cycles de fabrication sont réduits.



3 - LES SYSTÈMES FLEXIBLES D'USINAGE

✓ LA CELLULE AUTONOME FLEXIBLE :

C'est une machine-outil à commande numérique palettisée. Elle a une autonomie importante en étant dotée d'un carrousel de palettes pour le chargement et déchargement des pièces, d'un ou plusieurs magasins d'outils, des moyens d'auto contrôle de reconnaissance de pièces ou de palettes, d'usure et de bris & outil. Elle est conçue pour s'intégrer dans une cellule flexible automatisée.

✓ LA CELLULE FLEXIBLE AUTOMATISÉE :

C'est un système formé de plusieurs machines de types semblables ou non, liées entre elles par un dispositif de transfert de pièces. Son fonctionnement est entièrement autonome; il est piloté par un système informatique coordonnant l'ensemble des fonctions à assurer.

✓ ATELIER FLEXIBLE :

C'est un système complexe comportant une ou plusieurs cellules flexibles automatisées. Le pilotage des machines, la manutention, le contrôle et le stockage, sont entièrement automatiques et gérés par ordinateur.

MÉTHODE GÉNÉRALE D'ORDONNANCEMENT

1. FONCTION ORDONNANCEMENT

L'ordonnancement est la fonction qui, responsable de la fixation des délais, prévoit les moyens de réalisation, les affecte en temps opportun et veille à leur mise en œuvre.

Exemple :

Pour la fabrication d'une série de petits compresseurs, c'est la fonction ordonnancement qui prévoit:

- ✓ les matières d'œuvre et les constituants à approvisionner,
- ✓ la durée du cycle de fabrication,
- ✓ la nature des postes de charge sur lesquels cette fabrication sera exécutée, ...

Pour mener à bien ses activités l'ordonnancement exploite :

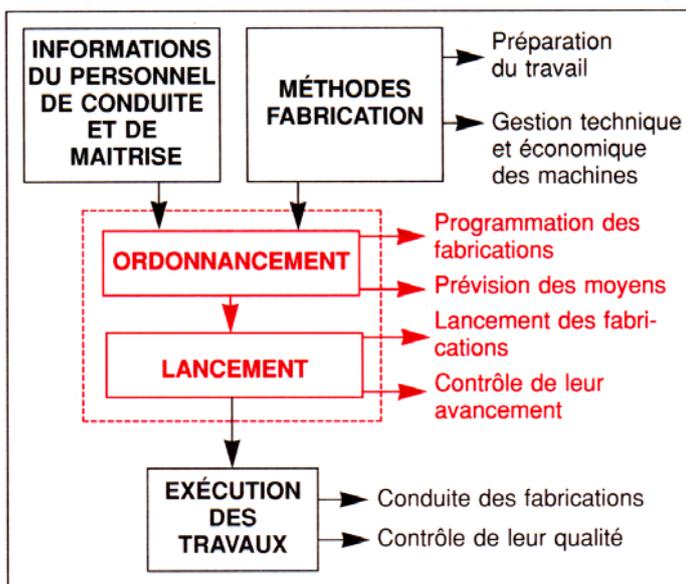
- ✓ les documents du **Service Méthodes Fabrication** tels que : dossier de fabrication, gammes de montage, gammes de contrôle, ...
- ✓ ainsi que **toutes les informations** recueillies auprès du personnel de maîtrise et de conduite.

Dès le début des travaux **c'est la fonction lancement** qui est concernée.

Dans le cadre des instructions de l'ordonnancement cette fonction **déclenche, en les précisant, les actions de fabrication**. Elle contrôle en permanence **l'état d'avancement des travaux** et informe l'ordonnancement des **écarts éventuels** entre la prévision et la réalisation.

Dans les petites et moyennes entreprises les deux fonctions ordonnancement et lancement sont assurées par un même service.

La figure 1a précise les relations fonctionnelles de l'ordonnancement et du lancement avec les autres fonctions de l'entreprise.



1a. Situation des fonctions ordonnancement et lancement

dans la fabrication.

2. MÉTHODE GÉNÉRALE D'ORDONNANCEMENT

Une méthode générale d'ordonnancement présente **trois phases** :

- ✓ **la planification des différentes tâches** à réaliser jusqu'à un horizon déterminé, avec l'affectation des ressources humaines et matérielles nécessaires à leur réalisation,
- ✓ **le suivi de ces tâches en temps réel** avec la mise à jour du planning en fonction des dates réelles de début et de fin,
- ✓ **le contrôle par comparaison entre la planification prévisionnelle et l'avancement réel des tâches**, ce qui permet de procéder à l'analyse des écarts et à la recherche de leurs causes.

Une **planification optimale** ne peut s'obtenir qu'en respectant un certain nombre de règles pré-définies et bien adaptées à l'entreprise de production.

Certaines de ces règles ont une application générale :

- ✓ **respecter les règles de priorité** de la méthode d'ordonnancement mise en œuvre,

Exemples

- *priorité aux commandes présentant la plus faible charge,*
- *respect des dates prévisionnelles de fin d'ordre de fabrication,*
- *recherche d'un chargement au plus tôt sur les postes de charge les plus chargés.*

- ✓ **tenir compte des contraintes de trésorerie** minimisation de la valeur des en-cours, minimisation du cycle moyen de fabrication,

- ✓ **réguler le flux physique de production** en optimisant les goulets d'étranglements,

- ✓ **prendre en compte les commandes urgentes** en minimisant leurs cycles de fabrication,

- ✓ **assurer le plein emploi des ressources.**

Certains objectifs sont contradictoires, il faudra donc effectuer un arbitrage entre ceux-ci.

CARACTÉRISTIQUES DES OUTILS MÉTHODES D'ORDONNANCEMENT

Les méthodes d'ordonnancement peuvent se classer en **deux grandes familles**,

- ✓ les méthodes dont la planification des tâches se traduit par **l'établissement** dans une **échelle calendrier** de **graphiques** de plus en plus renseignés,

- ✓ **Graphique de principe de fabrication** qui ne prend en compte que l'analyse structurelle du produit et les gammes de fabrication et de montage de ses constituants.

- ✓ **Graphique de fabrication** qui prend en compte en plus :

- *les temps de transit de poste à poste,*
- *les contraintes de capacité de production des postes de charge,*
- *les possibilités de répartir l'exécution d'une même phase sur plusieurs postes de charge identiques...*

- ✓ **les méthodes de planification par réseau**, désignées également par **méthodes du chemin critique**.

Parmi ces derniers l'ensemble des méthodes **PERT** qui signifie :

- soit : *PROGRAM EVALUATION RESEARCH TASK, tâche d'étude de l'évaluation du programme,*
- soit : *PROGRAM EVALUATION AND REVIEW TECHNIQUE, technique d'évaluation et de mise à jour du programme,* sont les plus employées.

Chacune de ces familles d'outils méthodes d'ordonnancement ont leur champ d'application privilégié. En particulier les **méthodes de planification par réseau** sont réservées à des **œuvres** ou des **travaux importants présentant un caractère exceptionnel et urgent**.

Exemple

- *Installation d'un atelier de traitement de surfaces incluant à la fois les travaux de génie civil, l'installation des unités de traitement, leurs essais,...*

Exemples :

- révision générale de la centrale de production d'air comprimé d'une usine pendant la fermeture annuelle,
- chantier des jeux olympiques.

MOYENS PRATIQUES DE PLANIFICATION

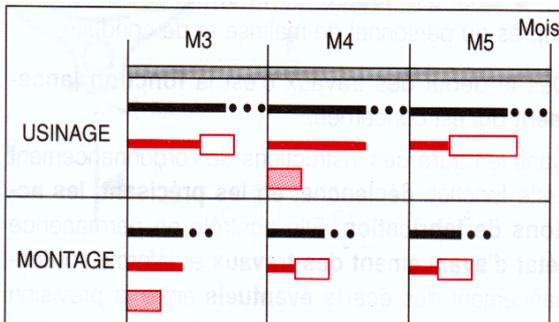
Ces moyens peuvent être

- ✓ des plannings,
- ✓ des états informatiques.

Ils s'appliquent :

- ✓ soit à la prévision et au suivi des tâches avec le jalonnement de leur début et de leur fin dans une échelle calendrier suivant le principe du **diagramme de GANTT** (fig. 2a),
- ✓ soit à la gestion des charges dans un **planning à bandes** dont les longueurs sont proportionnelles aux charges de bons de travail qu'elles représentent (fig. 2b),

2a. Exemple de planning pour la prévision et le suivi des tâches du deuxième jour à la sixième semaine les tâches 1, 3 et 4 sont en cours.



2b. Planning de gestion des charges pour deux ateliers.

Capacité mensuelle disponible

Capacité mensuelle réservée pour les imprévus

Charge engagée réalisable

Charge excédentaire

Capacité mensuelle disponible.

Les ateliers d'usinage et de montage sont respectivement surchargés le quatrième et le troisième mois.

3. GESTION DES CHARGES

L'ordonnancement gère des **postes de charge**, c'est-à-dire des **unités de production** pour lesquelles il détermine la **quantité de travail** qui leur est affectée.

Exemples de postes de charge :

- Une machine outil est un poste de charge pour l'ordonnancement de l'atelier de mécanique.
- Ce même atelier de mécanique est aussi un poste de charge pour l'ordonnancement central de l'usine.
- Cette usine peut également être considérée comme poste de charge pour une société qui possède plusieurs usines.

Cette charge peut s'exprimer suivant la **nature du poste de charge** ou la **spécificité des fabrications** :

- ✓ dans une unité de temps, la journée, l'heure, la minute,...

- ✓ dans une unité de comptage
 - des quantités de pièces,
 - tonnages de produits,
 - unité de conditionnement,...

Pour une expression générale la charge s'exprime en unité d'œuvre.

4. GESTION DES DÉLAIS

Le respect des délais impose qu'au moment du lancement d'une fabrication la **capacité de production disponible** des postes de charge soit **au moins égale à la charge** correspondant à la fabrication, dans les différentes périodes concernées.

- CAPACITÉ DE PRODUCTION

Dans la détermination de la **capacité de production** qui est le **nombre d'unités d'œuvre qu'un poste de charge peut assurer**, deux niveaux de détermination sont à prendre en compte :

- ✓ **la capacité de production théorique** qui ne prend en compte que la durée de la période où le poste de charge est accessible.

Exemple

- Dans un atelier de mécanique ouvert 45 heures par semaine, un poste de charge a une capacité de production théorique de 45 heures.

la capacité de production réelle qui prend en compte, en plus, certains coefficients réducteurs tels que :

- le **rendement** du poste qui tient compte des temps consacrés à la maintenance de conduite, aux changements de fabrication,
- **l'absentéisme** du personnel de conduite.

Exemple :

Avec une capacité de production théorique de 45 heures hebdomadaires et:

- *un rendement de 0,90*
- *un absentéisme de 8 %*

la capacité de production réelle est:

$$45 \times 0.9 \times (1 - 0.08) = 37.25 \text{heures} .$$

5. JALONNEMENT

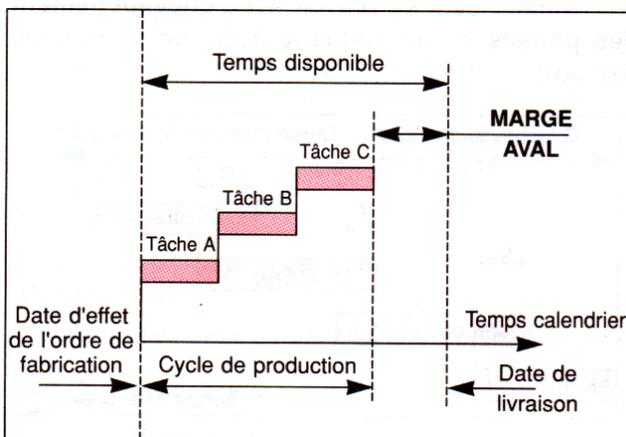
Après le calcul de la durée des différentes tâches le **jalonnement détermine le début et la fin de chacune d'elles.**

Le jalonnement permet ainsi, dans une échelle calendrier, de déterminer l'amplitude :

- ✓ des marges disponibles amont ou aval
- ✓ des battements inter-tâches.

JALONNEMENT AU PLUS TÔT

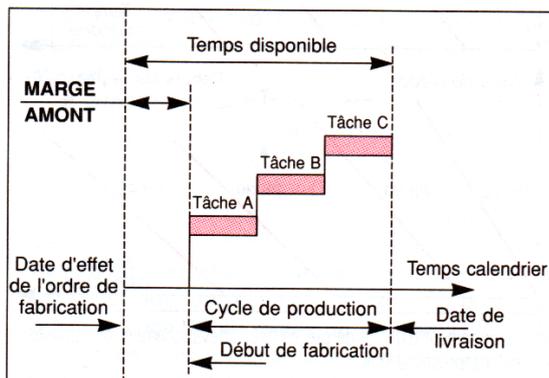
Avec une capacité de production réelle disponible supérieure à la charge ce jalonnement dégage une **marge aval** (fig. 5a).



5a. Jalonnement au plus tôt avec marge aval

JALONNEMENT AU PLUS TARD

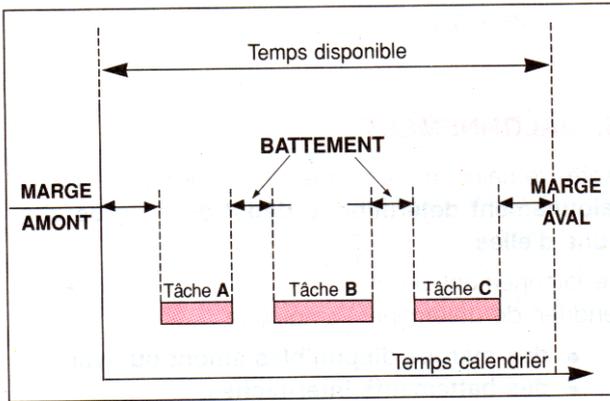
Dans les mêmes conditions que précédemment la marge dégagée est une marge amont (fig. 5b).



5b. Jalonnement au plus tard avec marge amont.

JALONNEMENT AVEC BATTEMENT INTER-TÂCHES

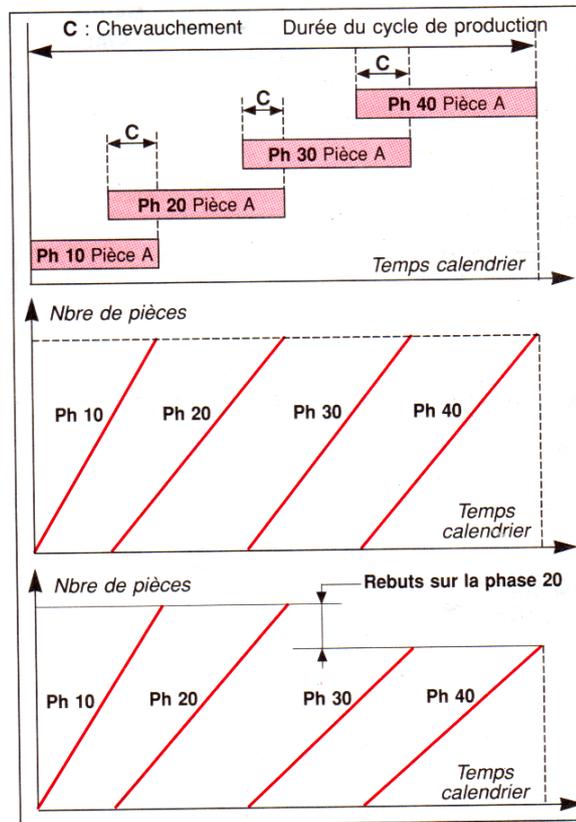
Les battements inter-tâches dégagés par ce type de jalonnement peuvent être utilisés à des fins de transit de contrôle,... (fig. 5c).



5c. Jalonnement battement inter-tâches.

JALONNEMENT AVEC CHEVAUCHEMENT

Lorsque la fabrication concerne un **lot de pièces** le jalonnement peut se prévoir avec **chevauchement des phases** (fig. 5d).



5d. Jalonnement d'un lot de pièces avec chevauchement des phases et deux représentations :

- pas de rebuts sur la fabrication
- rebuts en fin de phase 20

Exemple :

Gestion graphique d'une fabrication (fig. 5e)

Un **produit fini P** comprend trois constituants

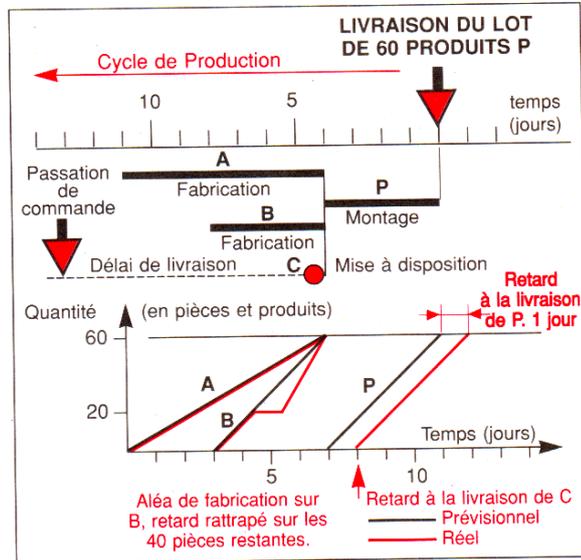
- **A et B** fabriqués,
- **C** approvisionné.

Ce produit est lancé par lot de 60.

Compte tenu des **temps unitaires** de fabrication de **A** et **B**, de montage de **P** et du **délai d'approvisionnement** de **C** le **cycle de production prévisionnel** est de **13 jours**.

En cours de fabrication un **aléa de fabrication** sur **B** a été sans conséquence sur le jalon de livraison du lot **B** par une augmentation de la capacité de production pour les 40 pièces restant à fabriquer.

Par contre un retard d'un jour sur la mise à disposition de **C** n'a pas été rattrapé au montage et le **cycle réel de production** est de **14 jours**.



5e. Exemple de gestion graphique d'une fabrication.

6. CHAMP D'APPLICATION DU DIAGRAMME DE GANTT

Ce diagramme est d'utilisation fréquente pour le **jalonnement des tâches**. Avec des contraintes d'antériorités bien définies il permet de **réduire la durée du cycle de production** par **Chevauchement, recouvrement** et les **fractionnements** des phases.

Par exemple si une phase d'usinage d'une série de pièces dure plusieurs jours il n'est peut être pas nécessaire d'attendre sa fin pour commencer la phase suivante.

Ce diagramme permet de bien gérer les ressources mais il impose

- ✓ un tracé précis,
- ✓ des tâches bien jalonnées et en nombre limité.

Dans les cas complexes l'assistance informatique est nécessaire.