

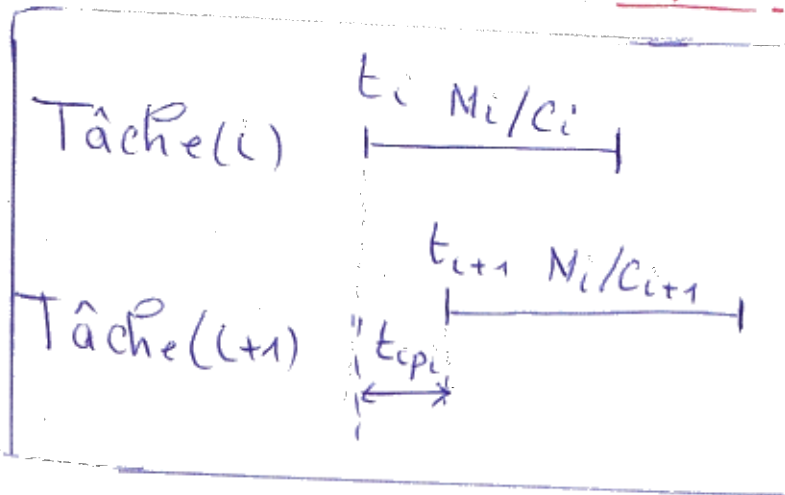
## \* Jalonnement au plus tôt

la planification du programme de production est réalisée à partir de la date de disponibilité des postes de travail, le diagramme de GANTT est établi à partir de la première tâche sur le premier poste, puis la suivante et ainsi de suite. Il est ainsi rempli de gauche à droite selon l'ordre chronologique des opérations de Transformation.

Supposons que la tâche (i) commence sur le poste  $P_i$  à l'instant  $t_i$ . le problème est de connaître le moment auquel va commencer la tâche suivante (i+1) sur le poste  $P_{i+1}$ .

Deux cas figure peuvent se présenter :

\* Le poste  $P_i$  est plus rapide que le poste  $P_{i+1}$  ( $C_i > C_{i+1}$ )



Dans le cas l'instant de démarrage de la tâche (i+1) sera :

$$t_{i+1} = \max(t_i + t_{cpi}, \text{dispo}_{D(i+1)})$$

avec :

\*  $t_{cpi}$  : temps de changement de Poste (de  $P_i$  vers  $P_{i+1}$ )

\* dispo<sub>D</sub>(i+1) : Instant de disponibilité du poste  $P_{i+1}$  juste après l'exécution de toutes les tâches antérieures (Disponibilité à droite)

Il s'agit là de respecter deux contraintes :

- 1) la première  $t_{i+1} \geq t_i + t_{cpi}$  est liée à la relation d'antériorité qui existe entre la tâche (i) et la tâche (i+1)
- 2) la seconde  $t_{i+1} \geq \text{dispo}_{D(i+1)}$  est liée à la disponibilité du poste de Travail  $P_{i+1}$  pour pouvoir exécuter la tâche (i+1)

# Chap II: I: Ordonnement « Gestion »

Déf: l'ordonnement est la programmation dans le temps de l'exécution d'une série de tâches (ou activités, opération...) sur un ensemble de ressources physiques (humaines, techniques...) cherchant à optimiser certains critères financiers ou techniques, et en respectant les contraintes de fabrication et d'organisation.

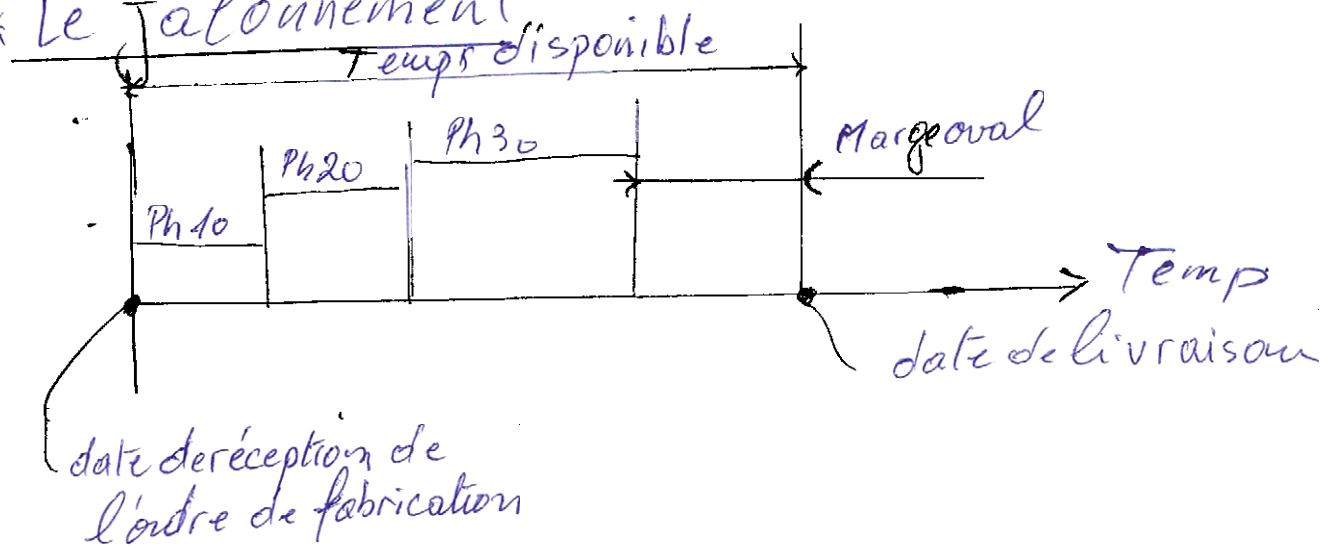
C.-à.-d: Il s'agit le tempo et rythme de l'usine

\* les Méthodes d'ordonnement  
La plupart de Méthodes on été mises au point pour mener à bien l'effort de reconstruction selon l'évolution de technologie plus en plus évoluée, qui dépend des types de produits à fabriquer selon les exigences imposées par les bureaux spécialisés:

## \* Méthode de GANTT

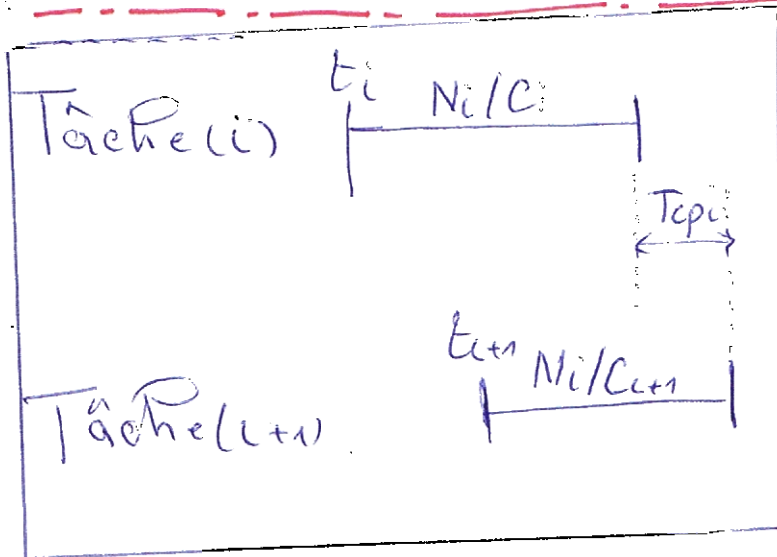
Pour le cas des Ateliers spécialisés la méthode de GANTT est celle la plus appliquée, car le problème de Gestion quotidienne des Ateliers et de déterminer l'ordre d'exécution de certaines tâches, qui nécessite le passage sur une ou plusieurs Poste de travail (machines, groupes de machines...)

## \* Le Jalonnement



## \* Type de Jalonnement

\* Le poste  $P_i$  est plus lent que le poste  $P_{i+1}$ : ( $C_i < C_{i+1}$ )



Dans ce cas, le démarrage de la tâche suivante ( $i+1$ ) doit tenir compte du retard que va cumuler le poste  $P_i$ . Le poste  $P_{i+1}$  doit commencer un peu plus tard pour pouvoir fonctionner de façon continue et sans interruption. On a alors:

$$t_{i+1} = \max [t_i + T_{cp_i} + N_i/C_i - N_i/C_{i+1}, \text{disp}_D(i+1)]$$

avec:  $N_i$ : nombre de pièce à produire pendant la tâche (i)  
 $C_i$ : cadence / ou vitesse de réalisation de la tâche (i) sur le poste de Travail.

Le rapport  $D_i = N_i/C_i$  n'est autre que l'occupation effective du poste de travail  $P_i$  pour l'exécution de la tâche (i).

On suppose ici que le nombre de pièces à produire  $N_{i+1}$  est sensiblement égal à  $N_i$  car le taux de rebut est pratiquement négligeable entre les deux postes de travail.

\* deuxième type: jalonnement au plus tard

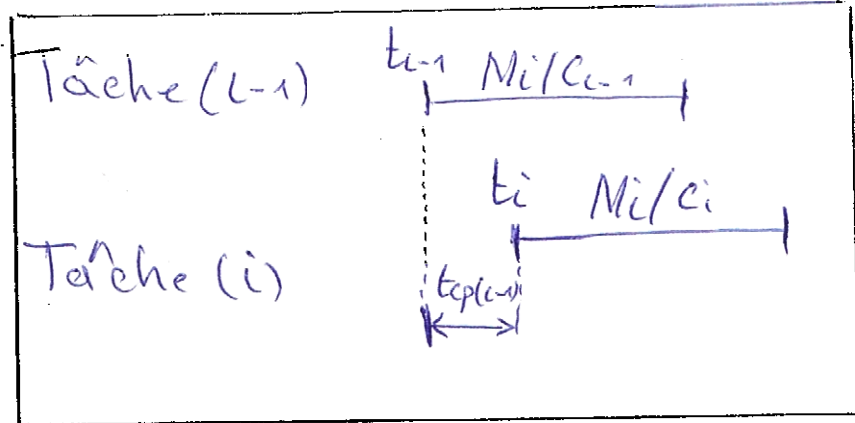
Cette fois-ci, la planification du programme de production est réalisée à partir de la date de livraison souhaitée de l'article ou de son stockage au magasin des produits finis. Le diagramme de Gantt est établi à partir de la dernière tâche sur le dernier poste (banc d'essai au poste de montage), puis l'avant dernière et ainsi de suite. Il est ainsi rempli de droit à gauche dans le sens contraire à l'ordre chronologique.

- Connaissant l'instant de démarrage  $t_i$  de la tâche (i) sur le poste  $P_i$ , on cherche à savoir le moment

de démarrage ( $t_{L-1}$ ) de la tâche qui la précède ( $L-1$ ) sur le poste  $P_{L-1}$ .

Deux cas de figure peuvent également se présenter:

\* le poste  $P_i$  est plus lent que le poste  $P_{L-1}$  ( $C_i < C_{L-1}$ )



Dans ce cas, l'instant de démarrage de la tâche précédente ( $L-1$ ) sera:

$$t_{L-1} = \min(t_i - t_{ep(L-1)}, \text{disp}_G(L-1) - N_i/C_{L-1})$$

avec:  $t_{ep(L-1)}$ : temps de changement de poste (de  $P_{L-1}$  vers  $P_i$ )

$\text{disp}_G(L-1)$ : instant de disponibilité du poste  $P_{L-1}$  juste avant l'exécution de toutes ses tâches postérieures (Disponibilité à gauche)

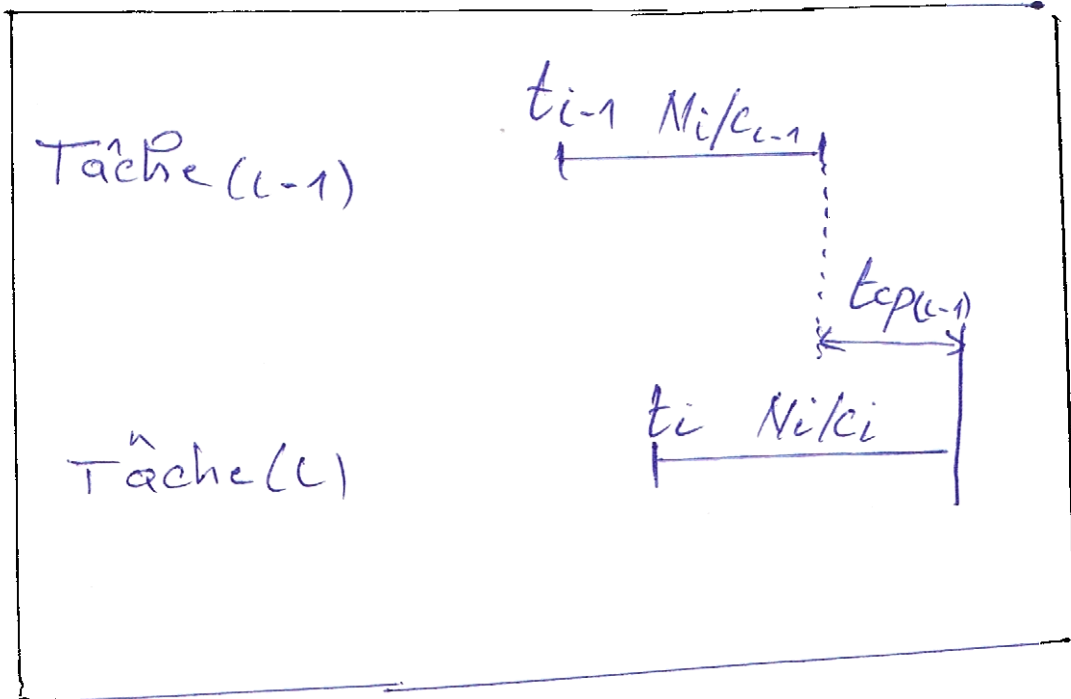
\* Il s'agit là de respecter deux contraintes

- 1- la première  $t_{L-1} \leq t_i - t_{ep(L-1)}$  est liée à la relation d'antériorité qui existe entre la tâche ( $L-1$ ) et la tâche ( $i$ )
- 2- la seconde  $t_{L-1} \leq \text{disp}_G(L-1) - N_i/C_{L-1}$  est liée à la disponibilité du poste de travail  $P_{L-1}$  pour pouvoir exécuter la tâche ( $L-1$ )

\* le poste  $P_i$  est plus rapide que poste  $P_{i-1}(c_i > c_{i-1})$

Dans ce cas, la tâche précédente ( $i-1$ ) doit commencer plus tôt pour que le poste " $P_i$ " puisse fonctionner de façon continue et sans interruption. On a alors:

$$t_{i-1} = \min(t_i - t_{ep(i-1)} + N_i/c_i - N_{i-1}/c_{i-1}, \text{disp } G(i-1) - N_i/c_i)$$



## Exemple et application : Afin d'illustrer le Modèle

Algorithme proposé précédemment, on se propose de traiter un exemple d'ordonnement simple (2 composants et 7 poste de travail). Il s'agit de planifier la fabrication et l'assemblage de 1500 unités d'un produit fini composé de deux pièces A et B selon les gammes opératoires du tableau ci-dessous.

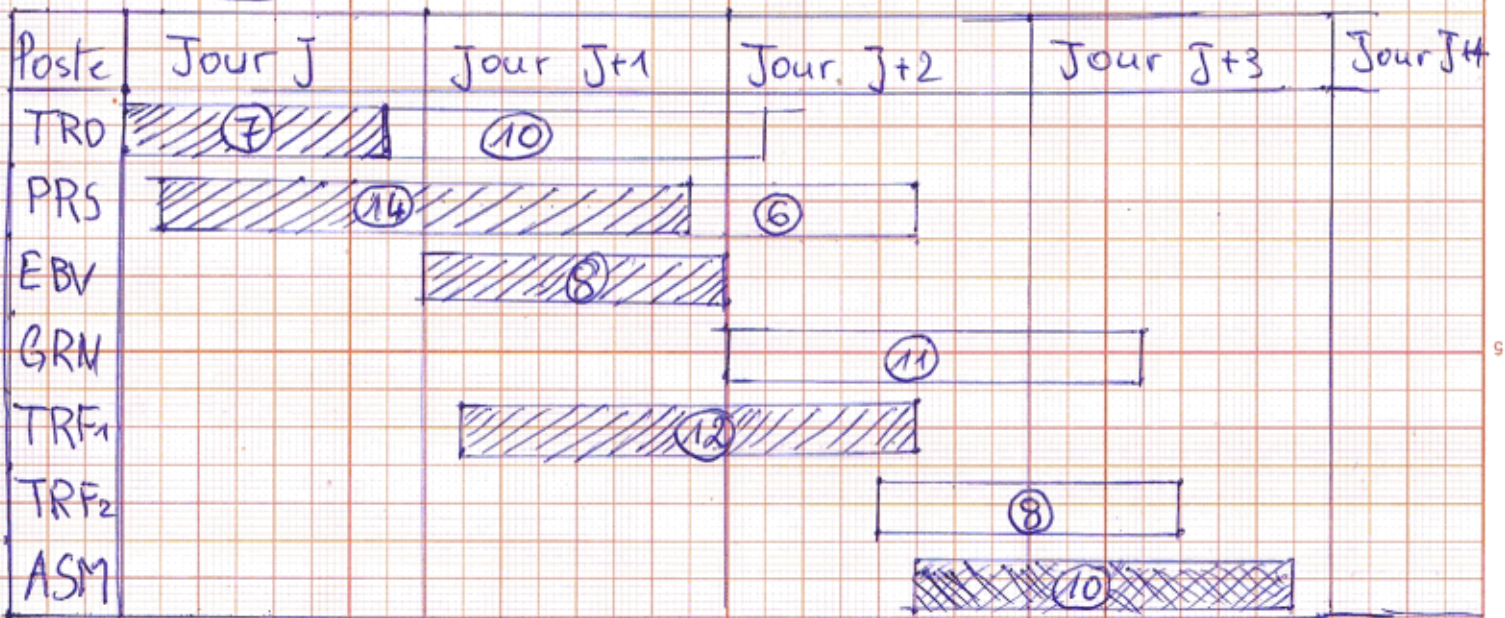
- \* On présentera les diagrammes de GANTT correspondants au deux type de jalonnement au plus tôt et au plus tard.
- \* Afin de traiter les cas, on prend les hypothèses suivantes:
  - On suppose qu'on travaille 8h/j.
  - la pièce A est prioritaire devant la pièce B.
  - les temps de réglage sont pris en compte dans les cadences.
  - les temps de changement de poste sont tous identique et égaux à 1 heure.
  - ~~la~~ la durée d'occupation du poste, de finie comme étant le rapport entre la quantité à produire et la cadence du poste de travail, doit être un entier, et si ce n'est pas le cas, on arrondira la durée à la valeur entière par excès.

Compo- sant Ni.	ordre d'exécution	opération	Poste de Travail	Cadence P/h Ci	durée d'oc- cup- ation Ni/Ci
1500 Pièce "A"	1 <sup>er</sup>	Tronçonnage	TRD	220 P/h	7h
	2 <sup>em</sup>	Estampage	PRS	110 P/h	14h
	3 <sup>em</sup>	Ebavurage	EBV	200 P/h	8h
	4 <sup>em</sup>	Usinage	TRF <sub>1</sub>	130 P/h	12h
1500 Pièce "B"	1 <sup>er</sup>	Tronçonnage	TRD	150 P/h	10h
	2 <sup>em</sup>	Estampage	PRS	260 P/h	6h
	3 <sup>em</sup>	Grenailage	GRN	140 P/h	11h
	4 <sup>em</sup>	Usinage	TRF <sub>2</sub>	200 P/h	8h
A+B		Assemblage	ASM	150 P/h	10h

Exemple  
 $1) Ni/C_i = \frac{1500}{220} = 6,818$   
 on prend  $\Rightarrow 7$   
 $\frac{1500}{110} \approx 14$   
 etc...

sol. tra. le diagramme de GANTT pour les deux jalonnement

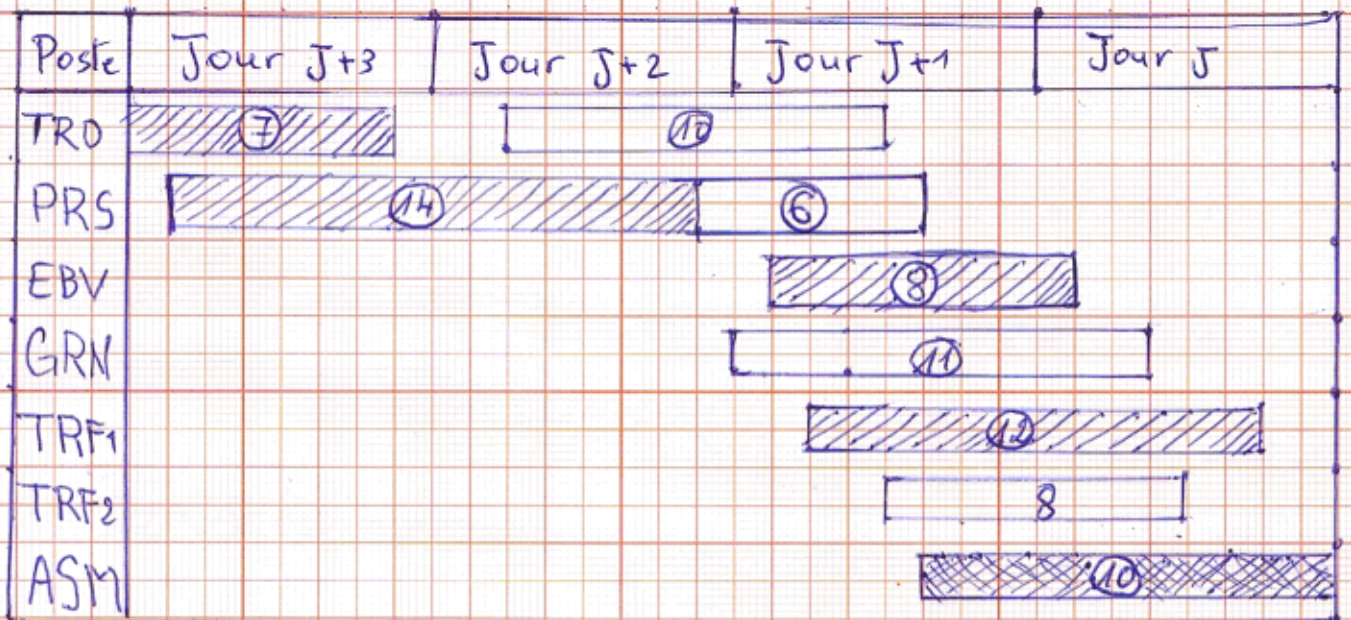
# Resolution



Composant A    
  Composant B    
  Assemblage A+B

1- temps de fabrication du composant A = 2 jour + 5h = 21h  
 $t_f B(\text{total}) = 3j + 4h = 28$  .  $T_e(\text{du produit fini}) = 31h$

\* Diagramme de GANTT (jaournement au plus tôt)



Remarque:  $t_e(\text{fabrication})$  pour le jaournement au plus tard  
 $t_{ff}(\text{total}) = 32h > \{t_{ef}(\text{tot}) = 31\}$

\* Diagramme de GANTT (J au plus tard)

\* ordre A TRD, PRS, EBV, TRF<sub>1</sub>

" " B TRD, PRS, GRN, TRF<sub>2</sub>

191 des de A ... R ... TON ... FRV ... DM ... THE ... TDF ... H ... ACM





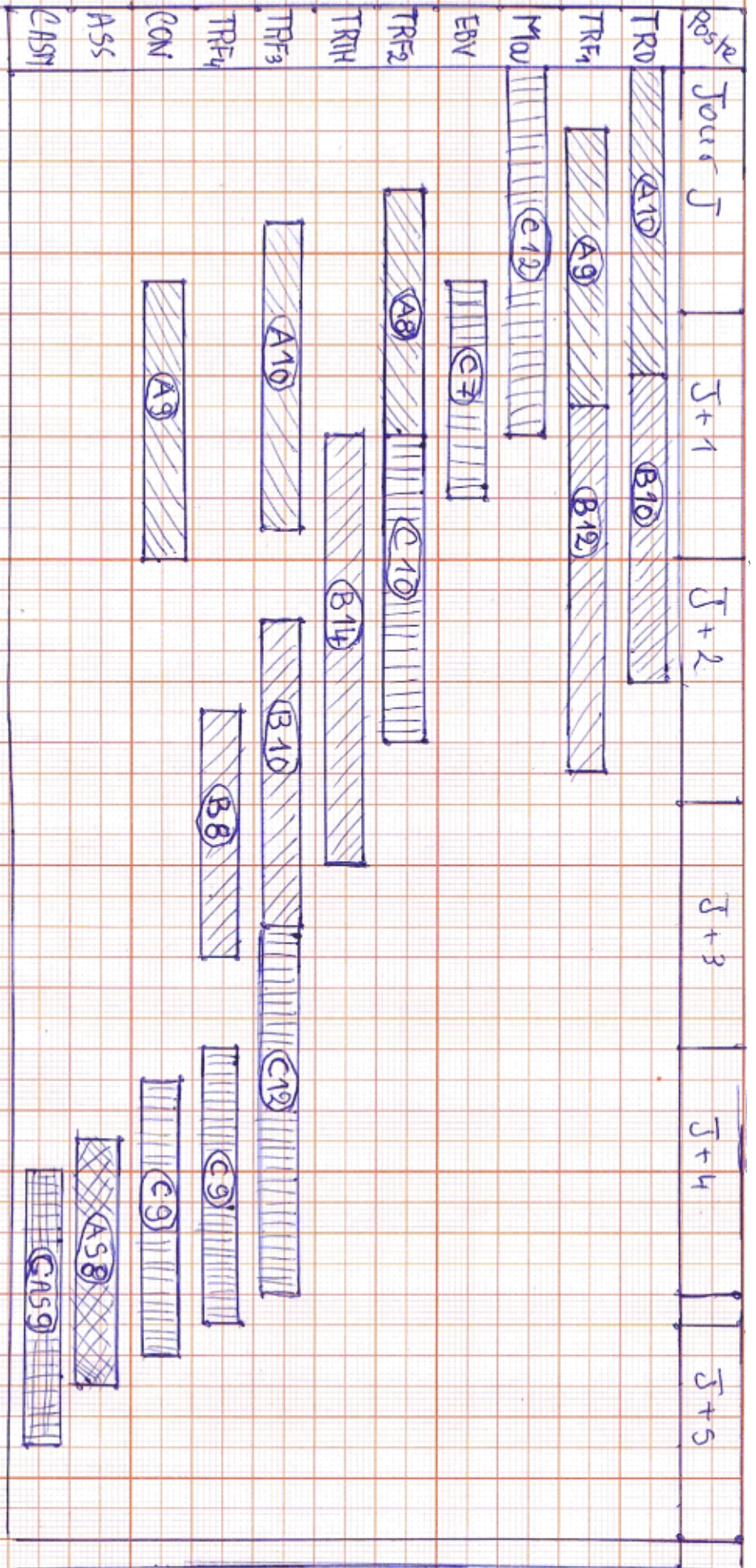
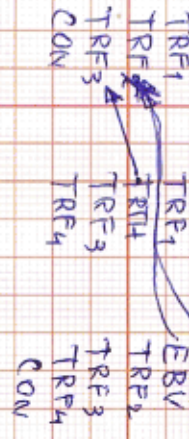
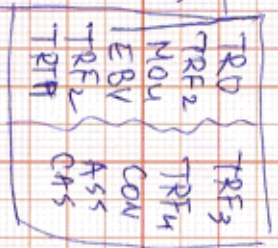


Diagramme de GANTT

Code: A|TR0 R|TR0 C|MOU ASS(A+B+C) CAS(ASS) CON(ASS)



Ordre final  
- Voir les flèches  
- solution



$T_{def}(A) = 2J$   
 $1 - 1 - (B) = 3J + 5H$   
 $1 - 1 - (C) = 5J + 2H$   
 Total def =  $5J + 5H$