



## Flow-Shop à N machines, Cmax

### Contexte:

La minimisation du Cmax dans le cas du flow-shop général est un problème NP-difficile au sens fort (voir Garey et al).

Plusieurs heuristiques ont été proposées pour le résoudre, et en particulier celle de Campbell Dudek et Smith (CDS) et celle de Nawaz, Ensore et Ham (NEH).

Chacune de ces heuristique donne de bons résultats, mais aucune ne garantie la solution optimale. Soient, on va compléter ces algorithmes avec un 2-opt ou un 3-opt.

### Notation:

$n$ : nombre de jobs.

$m$ : nombre de machines.

$p_{ij}$ : processing time du job  $i$  sur la machine  $j$

### CDS:

Cette heuristique consiste simplement générer  $m-1$  sous problèmes de type Flow-shop à 2 machines, à les résoudre et à sélectionner la meilleure solution.

Le sous problème  $k$  est défini par :

processing time sur la machine virtuelle 1 :  $p_{i1}$  = la somme de  $p_{ij}$  ( $j \in [1, k]$ )

processing time sur la machine virtuelle 2 :  $p_{i2}$  = la somme de  $p_{ij}$  ( $j \in [k+1, m]$ )

Pour chacun de ces problèmes, on calcule l'ordre optimal avec l'algorithme de Johnson et on applique alors cet ordre sur le problème de base pour obtenir le  $C_{max}(k)$ .

Ensuite, il suffit de choisir le meilleur sur l'ensemble des  $C_{max}(k)$ .

### Exemple :

Soit le problème suivant:

$T/i$	$t_{i/M1}$	$t_{i/M2}$	$t_{i/M3}$
1	7	1	6
2	4	3	2
3	3	2	4
4	8	2	1
5	5	1	3

Probleme d ordancement Flow Shop : 5 Taches sur 3 Machines

On résout les 2 Problemes d ordancement (Virtuel) Flow Shop à 2 machines avec l algorithme de Johnson

## Resultats:

### 1) La Resultat du probleme virtuel N°1

Le problème virtuel N°1 à résoudre est :

	T/i	t i/M_virt1	t i/M_virt2
1		7	6
2		4	2
3		3	4
4		8	1
5		5	3

\* L ordonnancement optimal est donc || 3=>1=>5=>2=>4 ||

\*\* Le Cmax du problème virtuel est de 28

\*\*\* Le Cmax du problème réel est de 30

## Ordannement FlowShop: 3 machines et 5 Taches

□ Diagramme de Gantt (seq =[3, 1, 5, 2, 4] avec Cmax(0)=30)

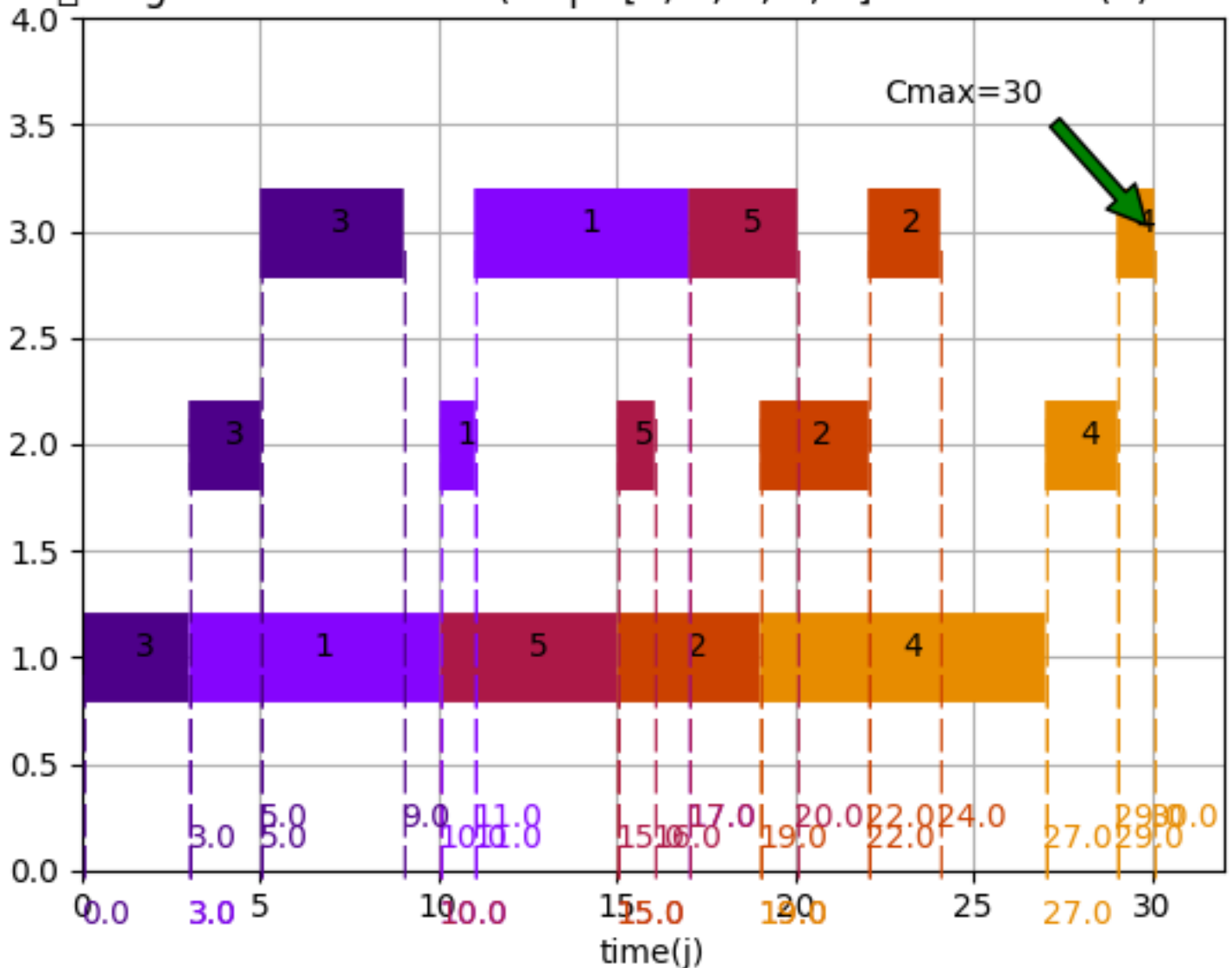


Diagramme de Gantt (seq =[3, 1, 5, 2, 4]) avec Cmax(1)=30)

## 2) La Resultat du probleme virtuel N°2

Le problème virtuel N°2 à résoudre est :

T/i	t i/M_virt1	t i/M_virt2
1	8	7
2	7	5

3	5	6
4	10	3
5	6	4

\* L'ordonnancement optimal est donc  $\parallel 3 \Rightarrow 1 \Rightarrow 2 \Rightarrow 5 \Rightarrow 4 \parallel$

\*\* Le Cmax du problème virtuel est de 39

\*\*\* Le Cmax du problème réel est de 30

## Ordonnancement FlowShop: 3 machines et 5 Taches

□ Diagramme de Gantt (seq = [3, 1, 2, 5, 4] avec Cmax(1)=30)

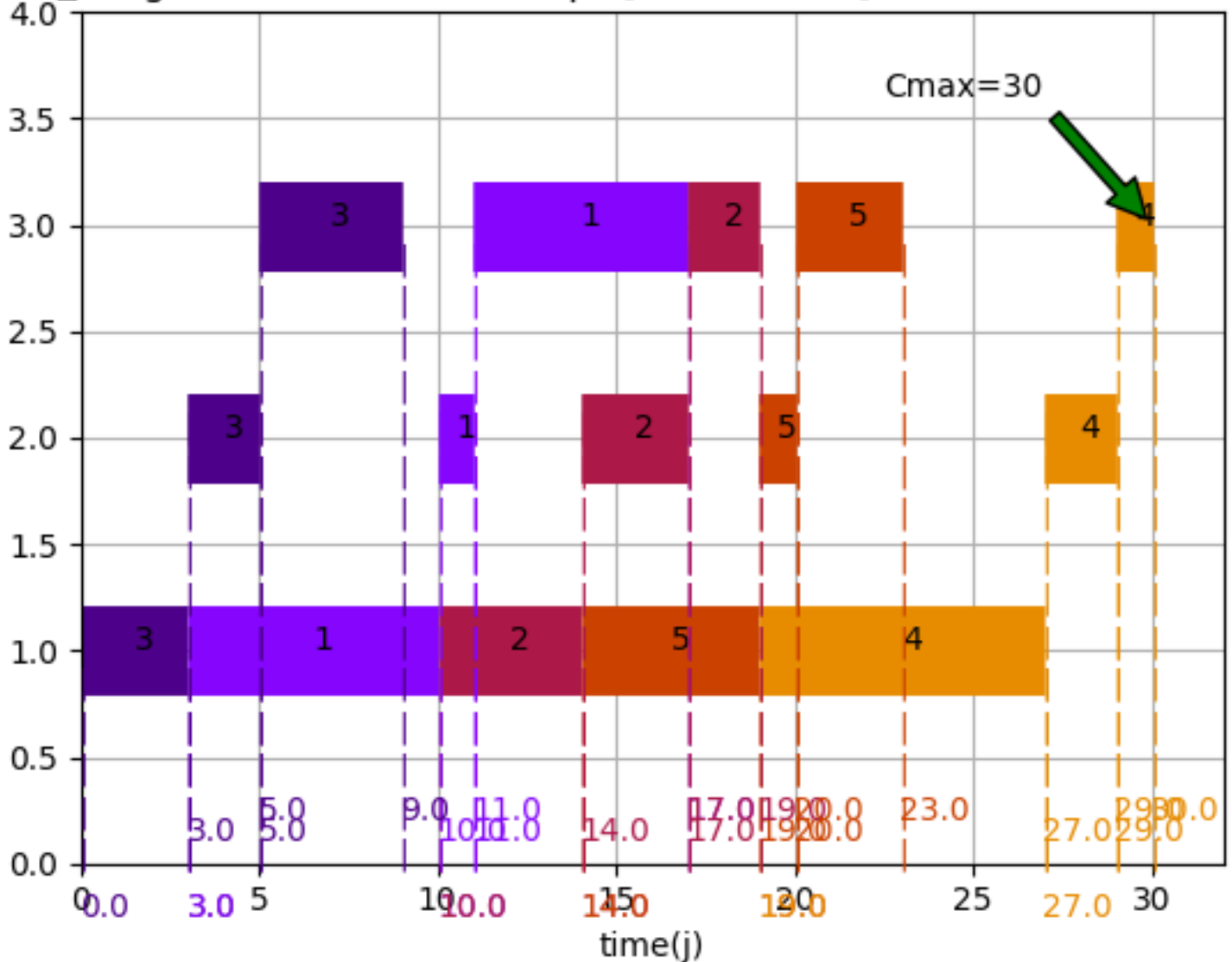


Diagramme de Gantt (seq = [3, 1, 2, 5, 4]) avec Cmax(2)=30)

Conclusion:

Pour Conclure On retient La solution de Sequence Optimal: || 3=>1=>5=>2=>4 || et d'ordonnancement optimal de  $C_{\max} = 30$