

## Exercice Dupignon

---

Dupignon est une petite société qui fabrique des engrenages simples ou coniques, ainsi que des ensembles tels des systèmes de transmissions. Elle travaille en sous-traitant, essentiellement à la commande, sur des spécifications et plans fournis par ses clients. Les matières premières utilisées sont essentiellement des ébauches en aciers spéciaux, fournies assez fréquemment par les clients eux-mêmes ou par une autre société spécialisée dans ce domaine.

Les commandes reçues par la section doivent passer sur les machines disponibles dans des ordres différents selon les spécifications de l'engrenage à fabriquer. Quelques ébauches nécessitent un recuit dans un four avant de commencer le processus de fabrication. D'autres ébauches peuvent aller brutes au tournage. D'autres encore passent directement de la réception aux opérations de fraisage. Cette entreprise dispose d'un atelier constitué de machines-outils suivantes :

- un tour automatique (appelé T),
- une rectifieuse (appelée R),
- deux fraiseuses à tailler les engrenages (appelées FT),
- deux fours de traitements thermiques (appelés F).

Chaque machine peut travailler 8 heures par jour (7 heures le vendredi) en équipe normale et elle est servie par un seul opérateur. Par mesure de simplification, dans cet exercice, il n'y a pas de pannes de machines, ni de rupture de stock de matières premières, ni d'absentéisme. En dehors des heures de travail normales, le responsable de l'ordonnancement peut prévoir des heures supplémentaires sur une ou plusieurs machines (au maximum 4 heures supplémentaires par jour sur une machine et un total de 60 heures pour la semaine toutes machines confondues).

L'ordonnancement se fait sur une période prévisionnelle de 5 jours. Au début de chaque semaine, on reçoit des commandes qui précisent la gamme opératoire, le prix de vente et le délai de livraison. Les délais cités plus loin sont à interpréter « soir du jour demandé ». Le chiffre d'affaires réalisé est le prix indiqué si le lot est terminé à minuit du jour demandé. Si le lot est terminé avec retard, une pénalité de 400 € par jour de retard sera déduite du prix de vente. En plus des pénalités, le directeur pense que des retards de livraison réduisent considérablement les chances d'obtenir de nouvelles commandes. Le respect des délais est donc l'objectif prioritaire. Le tableau suivant donne la liste des commandes à ordonnancer et à livrer pour la semaine à venir, avec le délai demandé :

Commandes	Prix de vente (euros)	Coût matière (euros)	Délai de livraison
A	6 800	270	Lundi
B	6 900	120	Lundi
C	5 700	270	Mardi
D	8 700	360	Mercredi
E	6 600	170	Vendredi
F	5 300	400	Mercredi
G	6 400	260	Jeudi
H	8 300	250	Mercredi
I	10 200	270	Jeudi

Le tableau suivant précise pour chaque commande les gammes de fabrication, c'est-à-dire l'ordre, la nature et les durées des opérations qui sont à effectuer.

N°	Opération	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Machine temps	-	-	FT(1) 3	T 4	R 3	T 6	FT(1) 3	FT(1) 3	T 6
2	Machine temps	-	-	T 1	FT(2) 10	FT(3) 6	FT(2) 6	R 5	R 5	FT(3) 5
3	Machine temps	-	T 2	R 1	R 3	T 5	F 6	T 5	T 5	F 6
4	Machine temps	FT(2) 1	F 2	F 3	FT(1) 6	R 2		F 8	FT(2) 6	
5	Machine temps	F 2	FT(1) 1		F 8	F 8			F 11	

La procédure d'ordonnancement a les particularités suivantes :

- 1- Les fours sont assez grands pour contenir un lot important d'engrenages. Cependant, même si les temps opératoires pour deux commandes différentes sont les mêmes, on ne peut pas prévoir de les traiter simultanément dans le même four.
- 2- Quand une opération est commencée, elle ne doit pas être interrompue avant d'être complètement terminée. Néanmoins, lorsqu'une opération commence en cours de journée, et ne peut se terminer avant la fin de la journée, il est possible de l'arrêter en cours, en fin de journée, pour la reprendre obligatoirement le lendemain matin. Ce sont les fractionnements volontaires de lots qui sont interdits.
- 3- Ces interruptions ne sont pas possibles pour les opérations de traitement thermique. Quand un lot est entré dans un four, il doit y rester jusqu'à la fin de l'opération.
- 4- Une opération sur une commande ne peut pas commencer avant que l'opération précédente faite sur le même lot ne soit totalement terminée sur la machine précédente : le chevauchement des opérations est interdit.
- 5- Lors du passage d'un lot à l'autre sur une machine, il y a nécessité de réglage et de changement d'outils. Par mesure de simplification, ces temps sont inclus dans les temps opératoires fournis dans les gammes. Cela n'est pas vrai pour les fraiseuses dont les temps de réglage dépendent du type de réglage précédent comme le montre le tableau suivant :

(heures)	Au type	1	2	3
	1	0	2	2
Du type	2	2	0	1
	3	4	3	0

- 6- On considère enfin que les temps de transit et de manutention entre les postes de travail sont nuls, du fait de la proximité des machines les unes par rapport aux autres.

On suppose que l'on commence à ordonnancer la section dès le lundi matin 8 heures. On remarquera que les lots A et B ont déjà subi des opérations effectuées dans la semaine précédente : il s'agit donc de commandes en cours de réalisation. Toutefois, il n'est pas nécessairement évident qu'elles soient plus urgentes que les autres commandes qui n'ont encore subi aucune opération.

On trouvera en annexe un tableau vierge comportant :

- Sur la partie supérieure un tableau d’ordonnement à remplir dont les 6 lignes correspondent aux 6 postes de travail, de longueur égale aux 5 jours de la semaine. Le vendredi ne comporte que 7 heures en horaire normal du fait de l’horaire hebdomadaire de 39 heures. Chaque case représente donc 1 heure.
- Sur la partie inférieure, un tableau de même horizon où les intitulés correspondent aux commandes, et où l’on peut visualiser pour chaque commande les temps d’attente éventuels entre 2 opérations successives, ainsi que sa date de fin d’usinage effective.

### **Questions**

**1/** Vous êtes responsable de l’ordonnement de la section considérée. On vous demande de vérifier tout d’abord que vous disposez de la capacité disponible pour absorber la charge représentée par le carnet de commandes. Cela se fera en comparant, par type d’opération, la charge que représente les commandes à la capacité machine dont vous disposez, en effectuant un chargement au plus tard à capacité infinie.

**2/** Ensuite vous procéderez à l’ordonnement proprement dit, à capacité finie. Ce travail consiste à reporter les commandes, opération par opération, sur le tableau fourni en annexe. Vous devrez veiller à respecter l’ordre technique des opérations pour chaque commande. Au préalable, vous réfléchirez à l’ordre dans lequel vous chargerez chacune des 9 commandes. Enfin, vous devrez respecter les contraintes techniques imposées.

**3/** Après avoir effectué ce travail, vous essaieriez de noter quels problèmes vous avez rencontré et comment vous les avez résolus. Vous résumerez les grandes lignes de votre démarche.

**4/** Vous évalueriez ensuite les temps morts résultant de votre solution, le cycle moyen de fabrication et les temps d’attente totaux sur la période correspondant aux trois premiers jours.

**5/** Si le responsable d’ordonnement cherchait à minimiser l’effectif de cette section, serait-il possible dans votre solution de libérer un ou plusieurs ouvriers ?

**6/** Peut-on transposer la démarche d’ordonnement suivie au cas de 30 machines et 50 commandes ? Quelle solution peut-on alors envisager ?

