

Chapitre 14 – Gestion de la production

Entraînements complémentaires

Exercice 14.5 ** Programme de production optimal - Méthode empirique

Dans la Société industrielle du Nord (SIN), un atelier fabrique cinq produits pour lesquels des données prévisionnelles ont été réunies dans le tableau suivant :

Produit	P1	P2	P3	P4	P5
Volume maximal des ventes	3 000	2 500	4 000	2 000	1 500
Consommation de produit intermédiaire par unité de produit fini	4 kg	8 kg	8 kg	12 kg	15 kg
Prix de vente	1 500 €	2 000 €	2 500 €	3 000 €	3 500 €
Coût de revient unitaire :	2 000 €	1 800 €	1 500 €	2 100 €	2 800 €
dont charges variables	800 €	900 €	1 100 €	1 000 €	1 300 €
dont charges fixes imputées	1 200 €	900 €	400 €	1 100 €	1 500 €

Le coût de revient unitaire a été estimé dans l'hypothèse des ventes maximales.

Le produit intermédiaire est fabriqué par une filiale de la SIN. La stratégie de la SIN privilégie l'intégration verticale ; aussi, n'est-il pas envisagé que l'atelier s'approvisionne ailleurs. La filiale livrera 102,5 tonnes de produit intermédiaire au plus.

Il n'y a aucun autre goulet d'étranglement, ni en ce qui concerne l'approvisionnement des autres composants des produits, ni en ce qui concerne la capacité de production de l'atelier.

Travail à faire

1. Utiliser la méthode empirique pour proposer un programme de production qui maximise le résultat.
2. Quel est le résultat correspondant au programme optimal ?
3. Quelle autre méthode aurait pu nous conduire à un programme optimal ? Quelle est la méthode qui convient le mieux au cas ?

Corrigé de l'exercice 14.5

1. Détermination du programme optimal par la méthode empirique

- Calcul de la marge sur coût variable (MCV) par unité de ressource rare

La seule ressource rare est le produit intermédiaire dont la capacité disponible est 102,5 t.

Produit	P1	P2	P3	P4	P5
A - Prix de vente	1 500 €	2 000 €	2 500 €	3 000 €	3 500 €
B - Charges variables unitaires	800 €	900 €	1 100 €	1 000 €	1 300 €
C - MCV unitaire (A – B)	700 €	1 100 €	1 400 €	2 000 €	2 200 €
D - Consommation unitaire de facteur rare	4 kg	8 kg	8 kg	12 kg	15 kg
E - MCV par unité de facteur rare (C / D)	175 €	137,50 €	175 €	166,67 €	146,67 €

- Ordre de priorité des produits

La ressource rare doit être employée de la façon la plus efficiente. Les cinq produits sont donc classés dans l'ordre décroissant de la MCV par unité de facteur rare, soit :

Produit	P1	P3	P4	P5	P2
MCV par unité de facteur rare	175 €	175 €	166,67 €	146,67 €	137,50 €
Ordre de classement	1 ^{er} ex-æquo	1 ^{er} ex-æquo	3 ^e	4 ^e	5 ^e

• *Quantités à produire*

Produits	Quantité à produire	Consommation de produit intermédiaire (en kg)	Consommation cumulée
P1	3 000	$3\,000 \times 4 = 12\,000$	12 000
P3	4 000	$4\,000 \times 8 = 32\,000$	44 000
P4	2 000	$2\,000 \times 12 = 24\,000$	68 000
P5	1 500	$1\,500 \times 15 = 22\,500$	90 500
Il ne reste plus que $102\,500 - 90\,500 = 12\,000$ kg de produit intermédiaire disponible permettant de produire $12\,000 / 8 = 1\,500$ unités de P2.			
P2	1 500	$1\,500 \times 8 = 12\,000$	102 500

2. Résultat optimal

• *Calcul des charges fixes*

Rappelons que les charges fixes unitaires ont été estimées dans l'hypothèse des ventes maximales.

Produit	Charges fixes imputées par unité de produit ①	Volume maximal des ventes ②	Charges fixes totales ① × ②
P1	1 200	3 000	3 600 000
P2	900	2 500	2 250 000
P3	400	4 000	1 600 000
P4	1 100	2 000	2 200 000
P5	1 500	1 500	2 250 000
Total des charges fixes			11 900 000

• *Calcul du résultat*

Produit	MCV unitaire ①	Programme des ventes ②	Charges fixes totales ① × ②
P1	700	3 000	2 100 000
P2	1 100	1 500	1 650 000
P3	1 400	4 000	5 600 000
P4	2 000	2 000	4 000 000
P5	2 200	1 500	3 300 000
Marge sur coût variable totale			16 650 000
Charges fixes			- 11 900 000
Résultat			4 750 000

3. Autre méthode

La solution optimale pourrait être théoriquement trouvée par la programmation linéaire (algorithme du simplexe). Cependant, l'emploi de cet algorithme ne s'impose que lorsque les variables et les contraintes sont nombreuses si bien que les calculs doivent être effectués par ordinateur. Ce n'est assurément pas le cas ici puisqu'il n'y a qu'une seule contrainte.

Exercice 14.6 * Ordonnement des tâches - Optimisation du coût d'un projet**

Un grand groupe alimentaire étranger souhaite installer une unité de production à Nîmes. Cette société, dénommée Conserveries du Sud-Ouest, sera spécialisée dans la mise sous vide de légumes précuits.

Des équipements automatisés et respectant les nouvelles normes européennes devront être construits. La chaîne de production débute par le stockage des approvisionnements dans les conditions d'hygiène requises; les préparations et cuissons sont ensuite réalisés dans des auto-

claves ; les produits finis sont enfin conditionnés sous vide. Les produits alimentaires sont transférés d'une zone de production à l'autre, sans contact extérieur dans des systèmes appelés « chaîne du froid ».

La finition des bâtiments et l'aménagement des abords ne seront réalisés qu'après la mise en place de ces équipements. Tous les équipements et travaux sont commandés à des fournisseurs ou prestataires externes, à l'exception de la définition du projet industriel et du recrutement mené par les responsables du groupe.

Pour chaque phase de construction ou installation de matériels, sont connus :

- la durée d'exécution de la tâche ;
- la durée d'engagement, c'est à dire le délai qui sépare la commande de la prestation au fournisseur du démarrage des travaux.

Les contraintes de succession et la durée des tâches sont indiquées dans l'annexe 1. Une étude de coûts a été réalisée ; ses conclusions sont indiquées dans l'annexe 2.

Le financement est assuré par une société financière appartenant au groupe ; les capitaux sont débloqués au fur et à mesure des besoins ; des intérêts sont comptés au taux de 8 % par an sur les sommes débloquées.

Travail à faire

1. Ordonnancement des tâches

1.1. Représenter, par un graphe MPM, l'ordonnancement des travaux de réalisation de l'unité de production. Noter sur le graphe les dates au plus tôt et au plus tard de démarrage des tâches.

1.2. Quel est le chemin critique ?

1.3. Indiquer quand doit débiter le recrutement du personnel.

2. Étude du financement

Le responsable du projet souhaite connaître le coût du financement jusqu'à la date de démarrage de l'exploitation. Proposer le planning de démarrage des diverses tâches qui minimise le coût du financement. Calculer ce coût.

Annexe 1 - Contraintes de succession et durée des tâches

	Tâches	Tâches antérieures	Durée des tâches (semaines)	Durée engagement (semaines)
a	Définition du projet industriel		6	
b	Étude de l'architecte	a	12	4
c	Construction des bâtiments	b	30	10
d	Agencement des canalisations	c	3	1
e	Agencements électriques	c	2	1
f	Installation des systèmes de stockage d'approvisionnements	d , e	4	3
g	Installation des autoclaves	d , e	12	6
h	Installation des systèmes de conditionnement sous vide	d , e	5	6
i	Installation de la chaîne du froid	f , g , h	5	6
j	Visite de la commission de sécurité	f , g , h , i	1	
k	Finition des bâtiments	f , g , h , i	4	3
l	Agencement des abords	f , g , h , i	2	3
m	Agrément aux normes C.E.E.	j	3	
n	Recrutement du personnel	a	4	
o	Formation du personnel	n , j	1	
p	Essais	k , l , m , o	1	

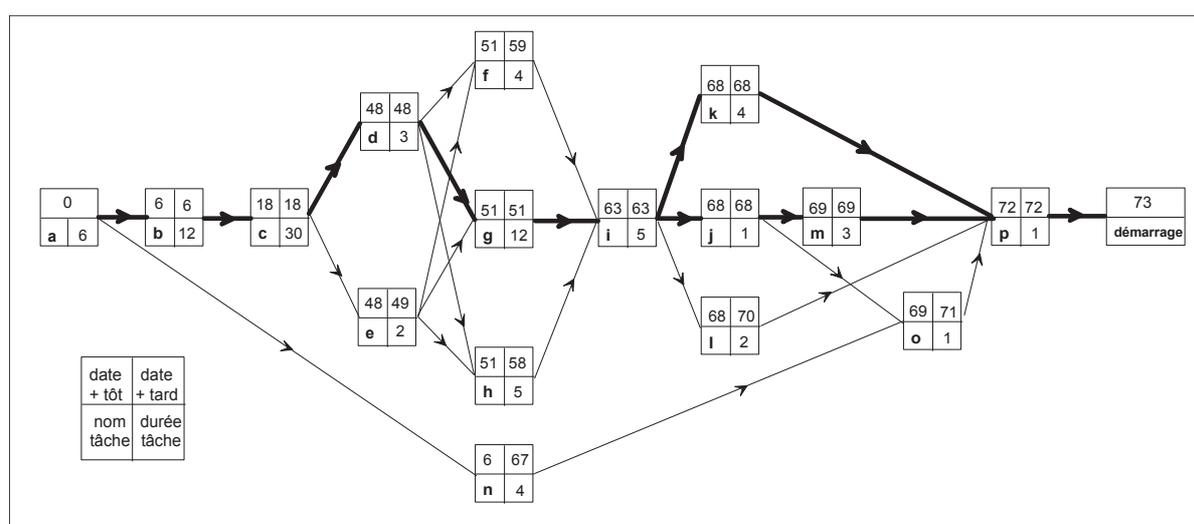
Annexe 2. Coût des opérations (en milliers d'euros)

Tâches	Coût (en 1 000 euros)	Conditions de règlement
Etude de l'architecte	120	15 % à l'engagement, solde à la remise de l'étude
Construction des bâtiments	2 500	10 % à l'engagement, 40 % à mi chantier, solde à la livraison
Agencement en canalisations	140	A la livraison
Agencements électriques	120	A la livraison
Installation des systèmes de stockage d'approvisionnements	300	20 % à l'engagement, solde à la livraison
Installation des autoclaves	1 200	30% à l'engagement, solde à la livraison
Installation des systèmes de conditionnement sous vide	620	20 % à l'engagement, solde à la livraison
Installation de la chaîne du froid	1 300	30% à l'engagement, solde à la livraison
Finition des bâtiments	500	15 % à l'engagement, solde à la livraison
Agencement des abords	300	15 % à l'engagement, solde à la livraison

Corrigé de l'exercice 14.6

1. Agencement des tâches

1.1. Graphe MPM avec dates de démarrage des tâches



1.2. Chemin critique

Le chemin critique est constitué par les arcs reliant les sommets pour lesquels la date au plus tôt est égale à la date au plus tard. Ici, il y en a deux :

a, b, c, d, g, i, j, m, p et **a, b, c, d, g, i, k, p**

1.3. Date d'embauche

Les salariés sont embauchés à la date au plus tard de la tâche, soit la semaine 67 du projet.

2. Étude du financement

Les tâches qui présentent un coût devront démarrer au plus tard afin de limiter la période de financement. Pour chaque versement, nous devons calculer :

- le montant du versement (en k€) ;
- la date à laquelle il a lieu (le numéro de la semaine) ;

- le nombre de semaines de financement jusqu'à la date de démarrage de l'installation ;
- le montant du financement en k€ par semaine.

Tâche	Montant ①	Semaine du ver- sement ②	Durée du financement ③ = 73 - ②	Montant x durée ④ = ① × ③
Étude de l'architecte	18	2	71	1 278
	102	18	55	5 610
Construction des bâtiments	250	8	65	16 250
	1 000	33	40	40 000
	1 250	48	25	31 250
Agencement canalisations	140	51	22	3 080
Agencement électrique	120	51	22	2 640
Systèmes de stockage	60	56	17	1 020
	240	63	10	2 400
Autoclaves	360	45	28	10 080
	840	63	10	8 400
Systèmes de conditionnement	124	52	21	2 604
	496	63	10	4 960
Chaîne du froid	390	57	16	6 240
	910	68	5	4 550
Finition	75	65	8	600
	425	72	1	425
Agencement des abords	45	67	6	270
	255	72	1	255
Total				141 912

Montant à financer = 141 912 k€.semaine soit $\frac{141912}{52} \times 1\,000 = 2\,729\,077$ € pendant un an.

Coût du financement = $2\,729\,077 \times 8\% = 218\,326$ €

Exercice 14.7 ** Programme et budget de production

La Société Hérode S.A. fabrique des fixations de skis. Les ventes s'effectuent presque exclusivement en hiver, alors que la production doit être répartie sur toute l'année. La Société Hérode S.A. lance un nouveau modèle pour la saison N/N + 1.

Les prévisions de vente (en paires de fixations) sont les suivantes :

septembre N	octobre N	novembre N	décembre N
1 000	3 000	12 000	28 000
janvier N + 1	février N + 1	mars N + 1	avril N + 1
20 000	30 000	10 000	6 000

La production mensuelle ne doit pas descendre au-dessous de 8 000 paires (sauf en août où l'usine est fermée). La capacité de production est limitée à 12 000 paires par mois. Le coût de production s'établit ainsi pour une production mensuelle de 10 000 paires.

Matières premières.....	500 000 €
Autres charges variables.....	800 000 €
Charges fixes.....	<u>700 000 €</u>
Total.....	2 000 000 €

Travail à faire

1. Établir un programme de production pour chacun des mois de la période allant du 1^{er} avril N au 31 mars N + 1.

On supposera que les fixations produites peuvent être vendues dès le mois suivant.

2. Présenter le budget des coûts de production correspondant au programme établi à la question précédente.

Corrigé de l'exercice 14.7

1. Programme de production

Avril	Mai	Juin	Juillet	Septembre	Octobre	Novembre
8 000	8 000	8 000	10 000	12 000	12 000	12 000
Décembre	Janvier	Février	Mars			
12 000	12 000	10 000	8 000			

2. Budget de production

	Avril	Mai	Juin	Juillet	Septembre	Octobre
Charges variables	1 040 000	1 040 000	1 040 000	1 300 000	1 560 000	1 560 000
Charges fixes	700 000	700 000	700 000	700 000	700 000	700 000
Total	1 740 000	1 740 000	1 740 000	2 000 000	2 260 000	2 260 000
	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	
Charges variables	1 560 000	1 560 000	1 560 000	1 300 000	1 040 000	
Charges fixes	700 000	700 000	700 000	700 000	700 000	
Total	2 260 000	2 260 000	2 260 000	2 000 000	1 740 000	

Exercice 14.8*** Optimisation de la marge - Organisation du contrôle

La Société française des planchers chauffants (S.F.P.C.) est une PME implantée sur le marché du chauffage basse température par le sol. Cette technique consiste à intégrer dans les dalles des serpentins dans lesquels circule en permanence de l'eau à température de 15° à 28°. Le chauffage par le sol est utilisé, soit en chauffage principal, soit en chauffage hors gel dans les résidences de montagne.

Dans le cas de l'utilisation en chauffage principal, on met en place un circuit autonome par pièce à chauffer ; des régulateurs thermiques contrôlent le débit d'eau dans chaque circuit afin d'ajuster la température de la pièce au niveau désiré (rôle de thermostat). La S.F.P.C. fabrique ces régulateurs. Chaque régulateur comprend une vanne manuelle, permettant d'arrêter toute alimentation en eau, et un nombre de vannes thermostatiques égal au nombre de circuits contrôlés par le régulateur. La S.F.P.C. fabrique des régulateurs à deux et quatre circuits. Les vannes manuelles et thermostatiques sont fabriquées dans l'atelier Production des vannes ; les régulateurs sont assemblés dans l'atelier Assemblage régulateurs.

Le système de calcul des coûts actuels ne porte que sur le coût des régulateurs finis, le coût des vannes étant considéré comme un coût intermédiaire. Le directeur de la S.F.P.C. souhaite que soit calculé un résultat pour chacun des ateliers. Il envisage, à cet effet, de retenir un prix de cessions internes des vannes qui soit égal à leur coût variable de production majoré de 25 % ; cette majoration représente la contribution à la couverture des coûts fixes.

Un client externe propose d'acheter les vannes thermostatiques au prix de 160 € l'une. Ce client achèterait un maximum de 30 000 vannes par an. Le directeur de la S.F.P.C. souhaite déterminer les programmes de production et de vente qui optimisent le résultat de la société.

Les conditions de production dans les deux ateliers sont indiquées en annexe.

Travail à faire

1. Déterminer, en retenant le prix de cession imposé par la direction, le programme de production qui optimise la marge de l'entreprise.
2. Organisation du contrôle : est-il possible de considérer les deux ateliers comme des centres de profit ?

Annexe - Conditions de production

Atelier 1

	Vanne manuelle	Vanne thermostatique
Coût variable unitaire	50,00 €	100,00 €
Capacité maximale de production	10 000	25 000

Atelier 2

	Régulateur 2 circuits	Régulateur 4 circuits
Coût variable unitaire autre que le coût des vannes	140,00 €	160,00 €
Prix de vente	655,00 €	925,00 €
Capacité maximale de production	20 000 régulateurs	

Corrigé de l'exercice 14.8

1. Programme de production

Nous devons optimiser la marge sur coûts variables totale.

- *Calcul des marges sur coûts variables*
 - *Coût variable de production des régulateurs*

Nous calculons la marge dégagée au niveau de l'entreprise ; nous retenons donc les coûts variables des vannes et non leur prix de cessions internes.

	Régulateur 2 circuits	Régulateur 4 circuits
Vanne manuelle	50,00	50,00
Vannes thermostatiques	200,00	400,00
Autres coûts variables	140,00	160,00
Coûts variables unitaires	390,00	610,00

- *Marge sur coûts variables*

	Vanne thermostatique vendue en externe	Régulateur 2 circuits	Régulateur 4 circuits
Prix de vente	160,00	655,00	925,00
Coûts variables unitaires	100,00	390,00	610,00
Marge sur coûts variables	60,00	265,00	315,00

■ Programme de production

- *Étude des contraintes*

Soient :

X_1 le nombre de vannes thermostatiques vendues au client externe ;

X_2 le nombre de régulateurs 2 circuits vendus ;

X_3 le nombre de régulateurs 4 circuits vendus.

Contrainte 1 (capacité de production des vannes manuelles)

$$X2 + X3 \leq 10\ 000$$

Contrainte 2 (capacité de production des vannes thermostatiques)

$$X1 + 2 X2 + 4 X3 \leq 25\ 000$$

Contrainte 3 (demande du client externe)

$$X1 \leq 30\ 000$$

Contrainte 4 (capacité de production de l'atelier d'assemblage des régulateurs)

$$X2 + X3 \leq 20\ 000$$

Les contraintes 3 et 4 sont dominées (contrainte 3 par contrainte 2 et contrainte 4 par contrainte 1). Elles peuvent être supprimées.

• *Écriture du programme*

$X2 + X3 \leq 10\ 000$ $X1 + 2 X2 + 4 X3 \leq 25\ 000$ Maximiser Z $Z = 60 X1 + 265 X2 + 315 X3$
--

→

$X1 + X3 + E1 = 10\ 000$ $X1 + 2X2 + 4X3 + E2 = 25\ 000$ Maximiser Z $Z = 60 X1 + 265 X2 + 315 X3 + 0 E1 + 0 E2$
--

• *Optimisation du programme*

	X1	X2	X3	E1	E2	2e membre	Rapport
E1	0	1	1	1	0	10 000	10 000
E2	1	2	4	0	1	25 000	6 250
ΔZ	60	265	315	0	0	0	

→

↑

	X1	X2	X3	E1	E2	2e membre	Rapport
E1	-1/4	1/2	0	1	-1/4	3 750	7 500
X3	1/4	1/2	1	0	1/4	6 250	12 500
ΔZ	-18,75	107,50	0	0	-78,75	-1 968 750	

→

↑

	X1	X2	X3	E1	E2	2e membre	Rapport
X2	-1/2	1	0	2	-1/2	7 500	-15 000
X3	1/2	2	1	-1	1/2	2 500	5 000
ΔZ	35	0	0	-215	-25	-2 775 000	

→

↑

	X1	X2	X3	E1	E2	2e membre
X2	0	1	-1	1	0	10 000
X1	1	0	2	-2	1	5 000
ΔZ	0	0	-70	-145	-60	-2 950 000

Programme optimal :

- vente de 5 000 vannes thermostatiques au client externe ;
- production et vente de 10 000 régulateurs à 2 circuits.

Marge sur coûts variables dégagée = 2 950 000 €

2. Organisation du contrôle.

Pour être jugé sur le profit dégagé, un centre doit être libre de ses achats et cessions. L'organisation en centres de profit est contradictoire avec le principe du prix de cessions internes imposé par la direction ; cette solution serait génératrice de conflits entre les centres.

Étudions la situation du centre Production des vannes s'il était érigé en centre de profit.

Les prix de cession sont :

- pour les vannes manuelles = $50,00 \times 1,25 = 62,50$ € → Gain 12,50 €

- pour les vannes thermostatiques = $100,00 \times 1,25 = 125,00 \text{ €}$ → Gain 25,00 €

À l'optimum de l'entreprise (question 1), sa marge serait :

- ventes externes	$5\ 000 \times 60,00 =$	300 000 €
- cession des vannes manuelles	$10\ 000 \times 12,50 =$	125 000 €
- cession des vannes thermostatiques	$20\ 000 \times 25,00 =$	<u>500 000 €</u>
Marge sur coûts variables.....		925 000 €

Cette situation ne correspond pas à son optimum propre ; la vente de toute sa production de vannes thermostatiques au client externe lui rapporterait $25\ 000 \times 60,00 = 1\ 500\ 000 \text{ €}$.

Sous cette hypothèse, l'atelier Assemblage des régulateurs est privé de tout approvisionnement interne. Les possibilités d'approvisionnement externe ne sont pas indiquées par le sujet ; elles doivent être analysées avant de décider d'organiser les ateliers en centres de profit.