

R5.CG2P.11 Contrôle de gestion : Processus budgétaire avancé

Concevoir des outils de contrôle de gestion

Apprentissages critiques

Rédiger un diagnostic approfondi en lien avec les choix managériaux et la gestion des risques

Conseiller le décideur sur des actions correctives et préventives

Prendre en compte les coûts environnementaux, sociaux et sociétaux dans une approche systémique

Descriptif

I Budget des ventes : Prévision des ventes méthode exponentielle

II Budget de la production : Méthode de chargement et goulot d'étranglement.

III Budget des approvisionnements : Exposés :

1 groupe : Planification des besoins en composants ;

1 groupe : Budgétisation des approvisionnements avec méthode calendaire et à point de commande ;

1 groupe : Modèle de gestion des stocks en avenir certain ; Modèle de gestion des stocks en avenir aléatoire : 1 groupe

I- Budget des ventes : méthode exponentielle

Vidéo 1 / 3'35

https://www.bing.com/ck/a?!&&p=d697589c61664960JmldHM9MTY5ODg4MzIwMCZpZ3VpZD0yOGJmNzA5Ni1kN2MyLTY0NzUtMTZmMi02MzIyZDYxZjY1ZTUmaW5zaWQ9NTE5OQ&ptn=3&hsh=3&fclid=28bf7096-d7c2-6475-16f2-6322d61f65e5&psq=youtube+budget+des+ventes&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cueW91dHVhZS5jb20vd2F0Y2g_dj1CVjdnS3IwRzIGQQ&ntb=1

vidéo 2 similaire : [#53a Établir le budget des ventes - YouTube](#)

vidéo 3 : MMM : [La Prévision des Ventes : La méthode des moindres carrés - YouTube](#)

vidéo 4 : tracer la droite des MMC avec la calculatrice : [Déterminer et tracer la droite d'ajustement \(moindres carrés\) - Terminale - YouTube](#) 10'10

vidéo 5 la droite de tendance par la méthode des points extrêmes : [La Prévision des Ventes : La méthode des points extrêmes - YouTube](#) 4'12

vidéo 6 les coef saisonniers : [Les coefficients saisonniers mensuels et trimestriels - YouTube](#) (méthode différente)

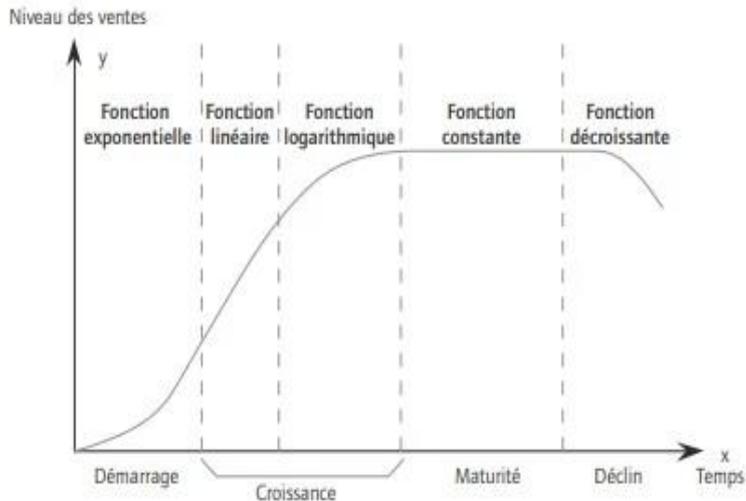
1.1. Les techniques prévisionnelles de ventes : Rappel BUT 2

L'évolution des ventes de l'entreprise dépend d'éléments indépendants de son action tel que l'état de la conjoncture économique, les modifications des forces de la concurrence; mais aussi d'éléments qu'elle maîtrise comme son action publicitaire et commerciale (prix, politique avec la clientèle, force de vente...).

→ collecte de données passées servant de base à une extrapolation (docs internes : service commercial et comptable (politique client); service financier (trésorerie).; sources externes : INSEE, BdF, journaux professionnels, syndicats professionnels). Elles vont servir à prévoir l'évolution du CA.

Lorsque l'entreprise a déjà commercialisé un produit voisin, on peut en utiliser les volumes de vente et les reproduire, surtout au début du cycle de vie (lancement). Par exemple, l'évolution des ventes d'un autre produit a pu être résumée par une courbe de Gompertz ou logistique dont on réutilise les paramètres pour un nouveau produit. L'analogie est aussi utilisée pour prévoir la durée de la phase de croissance. Cette méthode est bienvenue dans le secteur du prêt-à-porter où la durée de vie d'un produit est trop courte pour laisser un historique exploitable.

Enfin, il est toujours délicat de prévoir les impacts d'une campagne promotionnelle. On reproduit alors les effets d'autres campagnes similaires mais là encore, il s'agit d'une méthode « faute de mieux » à valider après coup. Selon la phase du cycle de vie du produit, la fonction mathématique que suivent les ventes passées et sur laquelle on s'appuiera pour faire la prévision diffère :



Aux différentes phases du cycle correspondent des fonctions d'ajustement différentes. En tenant bien compte de la phase dans laquelle se situe le produit, on peut mieux prévoir l'évolution des ventes :

Phase de lancement du produit (ou démarrage ou introduction sur le marché) : croissance de type exponentiel ($Y = B.A^x$) : les ventes croissent de plus en plus vite.

Phase de croissance : à la phase de démarrage succède une phase « de croissance » toujours, mais plus modérée : la fonction mathématique sur laquelle s'alignent les ventes est de type linéaire ($y = ax + b$)

Infléchissement de la phase de croissance : le taux de croissance diminue : les ventes croissent moins vite : fonction logarithmique.

Phase de maturité : le taux de croissance du marché est relativement stable, peu élevé.

Nous nous intéressons à la phase de démarrage : soit les ventes du produit suivant sur les 6 dernières années :

Années xi	1	2	3	4	5	6
Ventes : Y_i	100	120	148	182	230	290

1) Représentez graphiquement le nuage de points de ces ventes :

2) **Interprétation du nuage** : L'allure de l'alignement des points fait penser à une tendance exponentielle dont l'équation de la courbe est de la forme $y = B.A^x$.
 L'année est l'exposant x. Si x augmente de 1, y est multiplié par une constante A. Tel est le cas sur la série V2.

Pour justifier de l'ajustement des ventes sur une fonction exponentielle : 2 éléments

3) **Détermination des paramètres de l'ajustement exponentiel** : on exprime l'équation sous forme logarithmique afin de retrouver quelque chose de similaire à un ajustement linéaire que l'on sait faire. On prend la fonction inverse de la fonction exponentielle soit la fonction logarithmique :
 $y = B. A^x$ devient $\log y = x \log A + \log B$.

On pose $\log A = a$ et $\log B = b$ et on retrouve un ajustement linéaire entre $\log y$ et x.
 tel que $\log y = ax+b$

Pour calculer a et b, on remplace y par log y dans les formules de l'ajustement linéaire vu dans le paragraphe A/ COURS BUT 2

$$a = \frac{(\sum x_i \log y_i) - n \bar{x} \cdot \overline{\log y}}{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \qquad b = \overline{\log y} - a \bar{x}$$

	x_i	y_i	$\log y_i$	$x_i \cdot \log y_i$	x_i^2
	1	100			
	2	120			
	3	148			
	4	182			
	5	230			
	6	290			
Somme					
moyenne					

on trouve $a =$ donc $a = \log A$ et $A = 10^a$ $A =$

et $b =$ soit $B = 10^b =$ L'équation de la courbe s'écrit $y =$ \cdot . Chaque année les ventes sont multipliées par 1,238 soit un taux de croissance des ventes de .%.

prévision année 7 $Y_7 = y =$

Exercice : Mise en évidence d'une tendance exponentielle, prévisions de ventes

Les ventes d'un produit nouveau ont connu l'évolution suivante, sur les 6 premiers mois suivant son lancement. Par référence à des produits assez similaires, on a pu évaluer des coefficients saisonniers mensuels :

<i>Mois</i>	<i>ventes</i>	<i>Coef saisonniers</i>
<i>1</i>	<i>178</i>	<i>1.2</i>
<i>2</i>	<i>132</i>	<i>0.8</i>
<i>3</i>	<i>161</i>	<i>0.9</i>
<i>4</i>	<i>258</i>	<i>1.3</i>
<i>5</i>	<i>240</i>	<i>1.1</i>
<i>6</i>	<i>175</i>	<i>0.7</i>

1/ Présenter une série corrigée des variations saisonnières

2/ Justifier l'ajustement de cette série sur une courbe exponentielle. Vérifier que la courbe d'équation $y = 133 \times 1,106^t$ (t désignant le numéro du mois) donne un bon ajustement de la tendance mise en évidence.

3/ Déduire des résultats précédents une prévision des ventes pour le second semestre en appliquant les coefficients saisonniers suivants :

Mois : 7 8 9 10 11 12

CS : 0.6 0.6 1.1 1.2 1.1 1.4

4/ Les ventes réellement observées sur le second semestre sont les suivantes :

<i>Mois</i>	<i>7</i>	<i>8</i>	<i>9</i>	<i>10</i>	<i>11</i>	<i>12</i>
<i>ventes</i>	<i>160</i>	<i>170</i>	<i>333</i>	<i>400</i>	<i>390</i>	<i>550</i>

Quelle conclusion en tirez-vous à propos des différentes phases de développement du produit ?

II- Budget de la production : Approfondir les méthodes adaptées à des calculs de prévisions de production pour conseiller le décideur : Méthode de chargement et goulot d'étranglement.

En gestion de production, les questions suivantes se posent en permanence :

- Combien faut-il produire de produits A1, A2.... pour répondre à la demande en tenant compte des contraintes techniques de fabrication ?
- ➔ 1-Les méthodes de programmation linéaire (rappels de S4, si pas plus de 2 contraintes de production) et/ou de simplexe.
- Comment et combien faut-il charger les ateliers, les machines, les capacités humaines pour que la production corresponde aux besoins ? 2-Les méthodes de chargement gèrent les goulots d'étranglement.
- Combien faut-il commander et stocker de matières premières pour satisfaire la demande prévue ?
➔ par le calcul des besoins en composants : méthodes de gestion des stocks dans le budget des approvisionnements (Partie 3 du cours)

1- La programmation linéaire

La programmation linéaire est une technique qui permet de savoir si le programme des ventes (déterminé en amont par les services commerciaux) permet d'utiliser la pleine capacité des ateliers (= saturer les contraintes de production) ; et cela de façon optimale en termes de résultat attendu (donc de maximisation de la MCV).

Ainsi, l'élaboration d'un programme de production doit :

- permettre, dans la mesure du possible, d'avoir des capacités productives au plein emploi (équipements et main-d'œuvre) ;
- déterminer la combinaison productive de produits qui maximise la rentabilité.

L'illustration de cet outil sera envisagée dans le cadre d'un exemple d'entreprise de l'industrie mécanique.

Exemple : le cas DRAN : DRAN SARL est une entreprise de construction mécanique qui produit trois types de roulement : R1, R2 et R3, qui passent successivement dans trois ateliers A1, A2, et A3. Leurs temps de passage (en heures) et par atelier sont donnés :

Produits Ateliers	R1	R2	R3	Capacité en heures
A1	4	2	1	2600
A2	3	3	2	2500
A3	2	5	3	3000

Pour des raisons commerciales, la production des roulements R3 ne peut excéder 200 unités.

Questions :

- a) Existe-t-il un programme de production qui assure le plein emploi des capacités ?
- b) En cas de réponse négative, quel programme choisir ?

Les contraintes peuvent être mises en équation, en prenant pour acquis la vente et la production de 200 R3. Le choix va donc se porter entre les produits R1 et R2.

Équations des contraintes :

- atelier A1 →
atelier A2 →
- atelier A3 →

Méthodo : chaque contrainte partage le plan en trois zones :

- la droite de contrainte : elle représente toutes les combinaisons de produits qui saturent la contrainte (cad plein emploi des facteurs de production de l'atelier)
- une zone en dessous de la contrainte : les combinaisons de cette partie du plan respectent la contrainte mais n'assurent pas le plein emploi de ses capacités ;
- la partie supérieure du plan : les combinaisons de produits ne sont pas possibles car elles nécessitent plus de facteurs de production qu'il n'y en a de disponible dans l'atelier.

Pour assurer le plein emploi simultané des contraintes productives, il faut rechercher la ou les combinaison(s) productive(s) qui saturent toutes les contraintes concernées.

L'ensemble des contraintes définit un polygone de combinaisons acceptables ABCD 0. Aucun point de ce domaine ne permet de saturer toutes les contraintes de production.

Seuls les points P_1 et P_2 assurent le plein emploi de deux des trois contraintes de production :

Solution P_1 : intersection de l'atelier A... et de l'atelier A...
 , sous-activité de l'atelier A... .

On résoud le système d'équation pour obtenir la combinaison de produits :

$$3R_1 + 3R_2 = 2100$$

$$2R_1 + 5R_2 = 2400$$

→ et on obtient R_1 et ... R_2 .

L'atelier A1 est en sous-emploi de : heures

Solution P_2 : intersection de l'atelier A... et l'atelier est en sous-activité.

Sur le graphique, on lit (avec un graphique à l'échelle !) la combinaison de produits soit R_1 et R_2 .

L'atelier A... est en chômage pour :

..... heures

Démarche générale : À cette étape du raisonnement, le choix doit se faire entre le coût relatif du chômage de chaque atelier.

Il intégrera le montant des charges fixes spécifiques mais également les possibilités d'obtenir des travaux de sous-traitance sur les ateliers en sous-activité afin de réduire cette dernière.

Compte tenu des résultats précédents, l'entreprise peut également chercher des solutions qui permettent d'augmenter les capacités des ateliers : trouvez au moins 3 solutions

Dans les cas envisagés précédemment, c'est l'atelier A... qui limitait la production et obligeait au sous-emploi des autres ateliers : on qualifie cette situation de goulot d'étranglement.

Suite CAS DRAN : L'entreprise décide d'affecter des capacités supplémentaires pour obtenir le plein emploi de ces trois ateliers et atteindre ainsi l'optimum technique

Dans cette perspective, elle choisit la combinaison productive représentée par le point M qui est un optimum technique pour les ateliers 1 et 3.

La résolution du double système de contraintes de ces 2 ateliers donne comme coordonnées du point M : 450 R_1 et 300 R_2 .

L'atelier A2 devrait disposer d'une capacité de : heures

Si l'entreprise veut choisir cette solution, elle doit affecter une capacité supplémentaire de heures à l'atelier A2.

Recherche de la solution optimale en termes de rentabilité : Toutes ces possibilités ont été envisagées sans l'aspect pécuniaire. Mais les choix de l'entreprise ne peuvent s'effectuer sans référence aux coûts des ateliers ni à la rentabilité des différents produits.

→ **Quel est l'optimum économique ? la combinaison de produits qui maximise la MCV**

Supposons que les produits R1, R2 et R3 dégagent respectivement une marge sur coûts variables de 160, 140 et 50 euros.

La solution optimale est celle qui maximise la fonction de marge sur coût variable globale qu'on appellera F

C'est-à-dire : $MAX F =$

On exclut R3 du raisonnement puisque les 200 unités fabriquées et vendues sont une donnée.

La fonction ainsi définie est appelée Fonction économique du programme. Elle peut s'écrire aussi sous la forme $Y = aX + b$ en mettant R2 en ordonnée :

R2 =

La fonction économique est donc une fonction de la forme $ax + b$ et $MAX F$ est une constante qu'il faut maximiser tout en respectant les contraintes de l'entreprise.

Cela revient à chercher la droite de pente égale à et dont l'ordonnée à l'origine est maximum. Il existe une méthode graphique pour choisir la solution optimale.

est donc l'ordonnée flottante : plus elle est haute, plus la MCV est grande (donc le bénéfice).

Rappel de la méthode : La fonction économique ($F = \text{Max MCV}$) doit être représentée au point 0. Il existe toute une famille de droites parallèles à la droite F et qui possèdent des ordonnées à l'origine de plus en plus élevées dès que l'on se déplace vers le haut du graphique. Le déplacement sur le graphique d'une droite parallèle à la droite tracée permet de déterminer directement le point d'intersection entre le polygone des solutions acceptables et la fonction économique : ce point est celui de la solution optimale.

Ici, il s'agit du point C représentant une combinaison de 500 R1 et de 200 R2.

La marge sur coût variable globale dégagée est de : €.

Remarque : La solution graphique est praticable dans le cas de deux produits car elle conduit à des représentations géométriques simples. Dès que le nombre de produits s'accroît, il faut avoir recours aux techniques du simplexe pour résoudre ce type de problème.

2- Le facteur rare de production

Le cas du facteur rare de production :

La résolution peut se faire avec un raisonnement économique simple : on va produire en premier lieu les produits dont la marge sur coût variable par unité de facteur rare consommée est la plus importante.

Rappels du cours de BUT 2 : Le CAS FOUILLIS : La société FOUILLY est une société canadienne fabrique trois produits A, B, C . Elle vous livre les informations suivantes :

$A \geq 0 ; B \geq 0 ; C \geq 0$

Forme canonique :
$$\begin{cases} A \leq 1000 \\ B \leq 1000 \\ C \leq 500 \\ 2A + 4B + 6C \leq 8500 \end{cases}$$

MAX (100 A + 300 B + 360 C)

	A	B	C
Marge sur coûts variables	100	300	360
Atelier (Capacité 8 500 UO)	2 UO	4 UO	6 UO
Ventes maximales	1 000	1 000	500

Elle vous missionne pour déterminer son programme optimal de production :

Le problème peut être résolu par l'algorithme du simplexe. Cependant, il est plus rapide, dans ce cas particulier, de classer les produits en fonction de la marge générée par unité d'œuvre consommée :

	A	B	C
Marge sur coûts variables	100	300	360
Atelier (2)	2 uo	4 uo	6 uo
Marges par unité d'œuvre			
Classement des produits			

a) il faut produire le maximum de produits , soit unités.

La consommation du facteur rare est égale à : unités d'œuvre. La capacité disponible du facteur rare devient égale à : ; = unités d'œuvre.

- b) Dans un deuxième temps, il faut produire le maximum de produits, compte tenu de la capacité disponible, soit =

La consommation du facteur rare est égale à : unités d'œuvre.

La capacité disponible du facteur rare devient égale à unités d'œuvre.

- c) Enfin, il faut produire le maximum de produits, compte tenu de la capacité disponible, soit =

La consommation du facteur rare est égale à : =unités d'œuvre.

Le facteur rare est alors saturé.

La combinaison optimale est donc :

La marge sur coûts variables correspondante est égale à : €

Il est possible de vérifier la solution par l'algorithme du simplexe.

L'emploi de ces méthodes permet, à court terme, d'ajuster les prévisions des ventes et les capacités de production de l'entreprise.

Une fois ces choix paramétrés, il est nécessaire de répartir les charges de travail dans le temps et l'espace mais auparavant il faut calculer les besoins en composants.

La notion de goulot d'étranglement est liée au concept de chargement des ateliers et à un manque de capacité pour satisfaire les besoins de fabrication répertoriés. Dans un premier temps, nous allons voir les problèmes de chargement des ateliers avant d'envisager dans un second temps, l'allocation entre les différents produits en cas de sous-capacité.

Approfondissement avec le CAS Bestan qui usinent trois produits X, Y et Z dans ses deux ateliers

- a) Tableau de chargement : **Schéma taux d'emploi, taux de chargement**

Le temps (exprimé en heures) nécessaire à l'usinage de chacun des produits dans les ateliers est résumé dans le tableau suivant :

Produits \ Ateliers	X	Y	Z
A1	1	3	2
A2	1	2	5

Les temps de chargement des différents postes de travail sont de 2 000 heures par an dans l'atelier A1 et de 2 100 heures par an dans l'atelier A2. Il faut compter 10 % pour les temps de réglage et de changement d'outil pendant lesquels les machines ne sont pas en état de marche.

Le nombre maximum de postes utilisables est de 20 pour l'atelier A1 et de 18 pour l'atelier A2.

Le budget des ventes prévoit 7 000 X, 6 000 Y et 4 000 Z.

Les lots de fabrication doivent respecter la proportion des ventes (hypothèse de production simultanée).

→ Établir un programme de chargement qui permet les ventes en quantités maximales.

Méthodologie :

- Calcul des capacités nécessaires à la production maximale.
- Calcul des capacités disponibles.
- Ajustement entre ce qui est souhaité et ce qui est possible.

1. Tableau provisoire des temps de chargement :

Intitulé	Atelier 1	Atelier 2
Calcul des capacités nécessaires Pour le produit X Pour le produit Y Pour le produit Z		
Capacités nécessaires (A) en heures		
Calcul des capacités disponibles Temps de marche par poste de travail (temps de chargement \times 0,90) Nombre de postes par atelier		
Capacités disponibles (B) en heures		
Solde Excédent de capacités (B) – (A) Manque de capacités (A) – (B)		

Taux de chargement (A)/(B)		
-----------------------------------	--	--

L'atelier A.... a un taux de chargement supérieur à 1, ce qui n'est pas réaliste. Cet atelier présente un manque de capacité de heures : il constitue un goulot d'étranglement. C'est lui qui limite la production possible.

2. Ajustement :

La contrainte de fabrication simultanée et dans la proportion donnée (7 X, pour 6 Y et 4 Z) définit une combinaison productive qui consomme, lors de son passage dans l'atelier A2 :

..... = heures

Dans les capacités disponibles de l'atelier A2, on peut avoir :

..... = combinaisons de base et donc une fabrication de :

- combin. \times 7 X = X arrondie à unités,
- combin. \times 6 Y = Y arrondie à unités,
- combin. \times 4 Z = Z arrondie à unités.

3. On calcule donc le **tableau de chargement définitif** :

Intitulé	Atelier 1	Atelier 2
Calcul des capacités nécessaires Pour le produit X (..... \times tps de fabrication) 1h A1 1h A2 Pour le produit Y (..... \times tps de fabrication) 3h- A1 et 2h A2 Pour le produit Z (..... \times tps de fabrication° 2h A1 et 5 h A2		
Capacités nécessaires (A)		
Calcul des capacités disponibles		
Solde excédent de capacité		
Taux de chargement		

Avec ce programme, les taux de chargement sont tous inférieurs ou égaux à 1 mais l'atelier A.... est en chômage pour heures.

Goulot d'étranglement et processus de décision sur les produits à fabriquer

Les programmes précédents ont été calculés sans intégrer les notions de coûts et de marges générés par ces produits. La gestion optimale d'un goulot d'étranglement sans intégrer ces éléments n'est pas réaliste.

Exemple (suite) : le service des coûts vous fournit les renseignements complémentaires suivants :

MCV X = 150€ ; MCV Y = 320 € et MCV Z = 400 €

→ **établir le programme de production qui génère la plus grande marge globale.**

Méthodo : Il s'agit de saturer les capacités de l'atelier qui constitue le goulot d'étranglement en produisant des quantités différentes de X, Y et Z.

Il n'y a donc plus l'hypothèse de production simultanée.

L'élément « rare » n'est pas un des produits mais l'unité de facteur du goulet d'étranglement (ici, l'heure de marche des machines de l'atelier). Il faut donc utiliser ces heures à produire ce qui rapporte le plus, non pas en termes de produits mais en termes de marge par unité de facteur du goulet d'étranglement.

Soit pour l'atelier A2, le calcul de marge par heures de passage et par produit :

	X	Y	Z
Marge sur coût variable par produit	150 €	320 €	400 €
Temps de passage par produit (en heures)	1	2	5
Marge sur coût variable horaire			
Ordre de production			

Le programme de production s'établit à :

Quantités de produits	Temps nécessaire	Temps disponible	Marge sur coût variable
6 000 Y 7 000 X 3 004 Z			
Marge sur coût variable globale			

Ce programme assure une utilisation optimale des heures de l'atelier A2 et est compatible avec les capacités de l'atelier A1. Il est facile de vérifier que le nombre d'heures de fonctionnement dans cette hypothèse s'élève à heures pour A1 et donne un taux de chargement inférieur (0,86 au lieu de 0,92 précédemment)

Conclusion : tous ces calculs doivent permettre d'harmoniser les prévisions des ventes et le programme de production afin de pouvoir envisager les conséquences budgétaires des choix précédents, et, en particulier, la gestion des approvisionnements indispensables au lancement de la production.

III - Budget des approvisionnements : Wilson, méthode à point de commande et méthode calendaire

[Vidéos Bing](#) wilson
[Vidéos Bing](#) point de commande
[Vidéos Bing](#) gestion calendaire

Ces points ont été vus en S4.

III Calcul des besoins en composants : : voir cours en gestion de la production

Le calcul des besoins en composants ou PBC (planification des besoins en composants) correspond à la gestion des stocks de matières premières nécessaires à la production. Ce calcul s'insère dans un système plus large de gestion de la production : le MRP (Management Resources Planning). MRP est un système de pilotage par l'amont du processus de production

IV Les méthodes de chargement et les goulets d'étranglement

Exemple d' application

GET APPRO : Approfondir les méthodes adaptées à des calculs de prévisions des approvisionnements pour conseiller le décideur :

- Modèle de gestion des stocks en avenir certain
- Modèle de gestion des stocks en avenir aléatoire,
- Budgétisation des approvisionnements avec méthode calendaire et à point de commande.

1.1 Limites des méthodes traditionnelles de gestion des stocks

Les méthodes traditionnelles de gestion des stocks décrites au chapitre 5 ont toutes les caractéristiques suivantes :

- Les articles sont gérés indépendamment les uns des autres. • On suppose implicitement que la consommation antérieure de chacun des articles se répétera dans le futur.
- En supposant que l'on ait effectivement besoin dans le futur de chaque article, on ne se préoccupe pas de la date où ce besoin sera effectif. Il en résulte notamment, en cas d'arrêt de la vente d'un produit, une stabilisation du système dans un état où les stocks intermédiaires sont pleins et, inversement, en cas d'augmentation brutale des ventes, une certaine inertie de réaction du système avec risque de ruptures. Ces limitations ont conduit à mettre au point à partir de 1965 aux États-Unis un concept de gestion de la production permettant d'anticiper les besoins exacts avec leur décalage dans le temps. Cette méthode a été initialement appelée MRP (pour Material Requirements Planning, soit « calcul des besoins nets »). Par la suite, une évolution en plusieurs étapes a permis d'aboutir au concept de MRP2, où les mêmes initiales ont une signification bien plus globale : Manufacturing Resource Planning que l'on peut traduire par « Management des Ressources de la Production ». Nous reviendrons par la suite sur cette progression du concept, mais il importe immédiatement de souligner qu'il est nécessaire de préciser, lorsqu'on parle de MRP, de quel stade il s'agit. Ainsi, bon nombre d'entreprises et de logiciels estiment « faire du MRP » dès qu'un calcul des besoins est effectué, alors que maintenant le concept MRP doit être appliqué uniquement dans le sens global MRP2 !

1.2 Schéma global de MRP2

Le concept MRP2 permet de gérer la production depuis le long terme jusqu'au court terme. C'est également une méthode de simulation de l'activité industrielle qui permet de répondre à la question générale « Que se passe-t-il si ? » C'est un outil de communication entre les diverses fonctions de l'entreprise, notamment les fonctions Commerciale et Production. Il permet à tous les services de l'entreprise de gérer la production en parlant un

langage commun. Le schéma 7.1 illustre le principe général de MRP2, avec la planification déduite de la gestion de la demande (prévisions commerciales et commandes des clients) et l'exécution.

Il s'organise selon le schéma suivant :

6 niveaux de planification

- Plan Industriel et Commercial (PIC)
- Plan Directeur de Production (PDP)
- Calcul des Besoins Nets (CBN)
- Plan de Charge
- Ordonnancement
- Lancement / suivi de la fabrication

Le **plan industriel et commercial** est élaboré par familles de produits. Il représente un calendrier des ventes et du niveau des stocks sur une période variable suivant la durée du cycle de fabrication mais qui dépasse souvent le cadre annuel de la gestion budgétaire.

Cette solution reste valable tant que les capacités de production et les marges générées par les produits restent inchangées.

Il s'appuie sur la relation suivante :

Production prévisionnelle = Vente prévisionnelles + Niveau de stock actuel × Vente prévisionnelles

Le programme directeur de production est la traduction en termes de produits ou de sous-ensembles du plan précédent. Il rassemble l'ensemble des demandes sur la production (un même sous-ensemble peut servir à plusieurs produits) et établit un échéancier des productions à effectuer. Son horizon est la semaine, voire le jour. Il doit être compatible avec les capacités usines et répondre aux prévisions commerciales.

Calcul des Besoins

- Principe de base du MRP (et MRP2)
- Définit les dates et quantités d'approvisionnement de tous les articles (besoins dépendants) pour couvrir les besoins en produits (besoins indépendants)
- Horizon : 1 à 3 mois
- Période : 1 à 5 jours
- Finesse des données : articles, moyens de production

Mécanisme du Calcul des Besoins

- Pour chaque produit En descendant dans la nomenclature et pour chaque article (référence)

Regrouper les Besoins Bruts issus de différents produits

Besoin Net (P) = Besoin Brut (P) - Stock (P-1)

Début OF = Période B Net - Délai de production

Quantité à produire dépend des lots de production

Le **calcul des besoins** précise pour chaque élément les besoins en quantités de tous les articles achetés ou réalisés par l'entreprise ainsi que les dates de fabrication ou d'approvisionnement.

Principe de base du MRP (et MRP2) • Définit les dates et quantités d'approvisionnement de tous les articles (besoins dépendants) pour couvrir les besoins en produits (besoins indépendants) • Horizon : 1 à 3 mois • Période : 1 à 5 jours • Finesse des données : articles, moyens de production

Le **calcul des charges** analyse les postes de travail en capacité et gère les flux entrant et sortant dans chaque atelier. Il permet aux gestionnaires de repérer les goulots d'étranglement.

Les **contrôles d'exécution** ordonnent la charge de travail entre les postes une fois les problèmes de sous ou sur capacité réglés. Il planifie les priorités en termes d'ordres de fabrication.

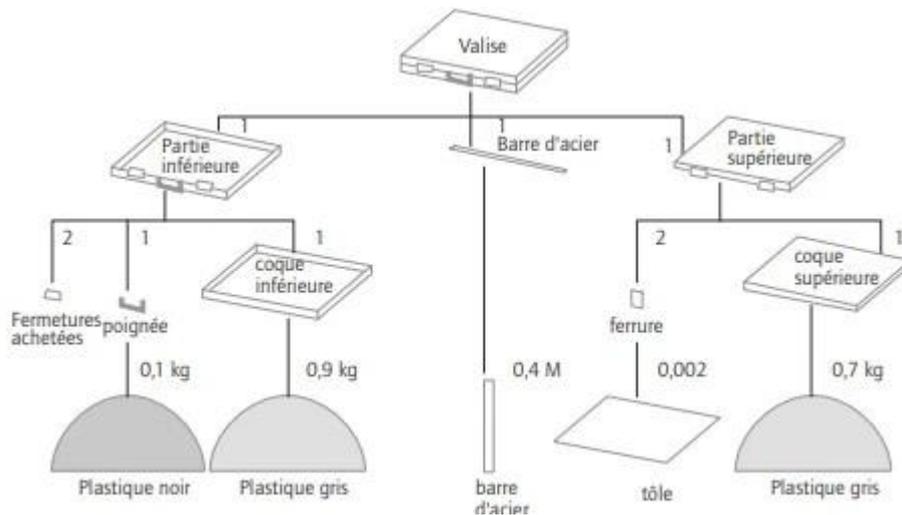
Le principe du calcul des besoins en composants

Chaque produit est composé d'ensembles, de sous-ensembles et de pièces. Ce sont ces composants de base que les services de production doivent usiner. Le programme prévisionnel des ventes exprimées en nombre de produits doit être transcrit en éléments de base dont la charge de travail est à répartir dans le temps et l'espace.

L'ensemble des éléments constitutifs du produit ainsi que la nature et la durée de l'opération qu'ils supportent forme une **nomenclature**. Courtois illustre cette décomposition dans le cas simplifié d'une valise.

De façon générale, la fabrication d'un produit est composée de phases d'usinage et d'assemblage. Chaque étape de fabrication est caractérisée par :

- —
- —



- — un élément (ensemble, sous-ensemble ou pièce),
- — une opération qui s'effectue sur l'élément,
- — une durée pour réaliser cette opération.

Ces éléments, caractéristiques d'une nomenclature, permettent de définir des besoins dépendants et des besoins indépendants.

- — Les **besoins indépendants** sont constitués de pièces ou produits achetés en l'état à l'extérieur. La prévision de consommation de tels besoins repose uniquement sur une bonne prévision des ventes (exemple : dans le cas de la valise, les fermetures représentent un besoin indépendant).
- — Les **besoins dépendants** sont constitués des sous-ensembles pièces et matières nécessaires aux produits finis. Pour de tels besoins, la prévision de consommation ne peut être obtenue que par calcul.

Un cas simplifié de calcul des besoins en composants

Exemple applicatif

Soit, pour un processus de fabrication par lots, les nomenclatures suivantes, pour 3 produits A, B et C.

Niveau de nomenclature	Matrice de nomenclature				Délai d'assemblage ou d'usinage	
1 ^{er} niveau de nomenclature (Ensemble par produit)	Produit		A	B	C	M = matrice
	Ensemble					
	E ₁	1	1	2	= M_E^P 3 mois	
	E ₂	2	0	1		
E ₃	1	1	2			
2 ^e niveau de nomenclature (Sous-ensemble par ensemble)	Ensemble		E1	E2	E3	= M_{SE}^E 2 mois
	Sous-ensemble					
	SE ₁	1	2	1		
	SE ₂	1	1	1		
SE ₃	0	1	2			
3 ^e niveau de nomenclature (Pièce par sous-ensemble)	Sous-ensemble		SE ₁	SE ₂	SE ₃	= M_{PI}^{SE} 1 mois
	Pièces					
	PI ₁	1	1	1		
	PI ₂	1	1	2		
PI ₃	0	1	1			
4 ^e niveau de nomenclature (Matières premières par pièce)	Pièce		PI ₁	PI ₂	PI ₃	= M_{MP}^{PI} 3 mois (de délai d'approvisionnement)
	Matières premières					
	M ₁	2kg	0	2		
	M ₂	1	1	1		
M ₃	1	1	0			

Le carnet de commandes prévisionnelles pour les trois produits est le suivant :

Produits	Mois	Janvier N	Février N	Mars N
		A	1	2
B		2	1	1
C		0	1	2

Établir le modèle de calcul des besoins en composants correspondant à ces nomenclatures et calculer, pour le carnet de commandes donné, le nombre et la date de disponibilité des ensembles, des sous-ensembles, des pièces et des matières premières.

Le modèle de PBC consiste en une suite de multiplications de matrices qui indiqueront les quantités nécessaires et les dates (en mois) auxquelles ces quantités doivent être disponibles.

Soit M_N^P la matrice représentant le carnet de commandes.

- Calcul des besoins en ensembles (niveau 1 de nomenclature)

$$\begin{array}{c}
 M_E^P \\
 \begin{array}{ccc}
 A & B & C \\
 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \end{bmatrix} \\
 \times \\
 A \\
 \times \\
 B \\
 \times \\
 C \\
 \end{array} \\
 \times \\
 M_P^N \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{Janv.} & \text{Fév.} & \text{Mars} \\
 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \\
 = \\
 E_1 \\
 = \\
 E_2 \\
 = \\
 E_3 \\
 \end{array} \\
 = \\
 M_E^N \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{Oct.} & \text{Nov.} & \text{Déc.} \\
 \begin{bmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 2 & 5 & 4 \\ 3 & 5 & 6 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \end{array}$$

Compte tenu des commandes de janvier N, il faut : $(1E_1 \times 1A) + (1E_1 \times 2B) + (2E_1 \times 0C) = 3E_1$

Le raisonnement est identique pour E_2 et E_3 .

Le mois de disponibilité tient compte du délai d'assemblage des ensembles E_1 soit 3 mois.

Si la livraison doit être faite en janvier N, les ensembles E_1, E_2, E_3 doivent être disponibles 3 mois plus tôt soit en octobre N-1

- Calcul des besoins en sous-ensembles (niveau 2 de nomenclature)

$$\begin{array}{c}
 M_{SE}^E \\
 \begin{array}{ccc}
 E_1 & E_2 & E_3 \\
 \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{bmatrix} \\
 \times \\
 E_1 \\
 \times \\
 E_2 \\
 \times \\
 E_3 \\
 \end{array} \\
 \times \\
 M_E^N \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{Oct.} & \text{Nov.} & \text{Déc.} \\
 \begin{bmatrix} 3 & 5 & 6 \\ 2 & 5 & 4 \\ 3 & 5 & 6 \end{bmatrix} \\
 = \\
 SE_1 \\
 = \\
 SE_2 \\
 = \\
 SE_3 \\
 \end{array} \\
 = \\
 M_{SE}^N \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{Août} & \text{Sept.} & \text{Oct.} \\
 \begin{bmatrix} 10 & 20 & 20 \\ 8 & 15 & 16 \\ 8 & 15 & 16 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \end{array}$$

Le raisonnement est identique au précédent compte tenu d'un délai de 2 mois.

- Calcul des besoins en pièces (niveau 3 de nomenclature)

$$\begin{array}{c}
 M_{PI}^{SE} \\
 \begin{array}{ccc}
 SE_1 & SE_2 & SE_3 \\
 \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 2 \\ 0 & 1 & 1 \end{bmatrix} \\
 \times \\
 SE_1 \\
 \times \\
 SE_2 \\
 \times \\
 SE_3 \\
 \end{array} \\
 \times \\
 M_{SE}^N \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{Août} & \text{Sept.} & \text{Oct.} \\
 \begin{bmatrix} 10 & 20 & 20 \\ 8 & 15 & 16 \\ 8 & 15 & 16 \end{bmatrix} \\
 = \\
 PI_1 \\
 = \\
 PI_2 \\
 = \\
 PI_3 \\
 \end{array} \\
 = \\
 M_{PI}^N \\
 \begin{array}{ccc}
 \text{Juil.} & \text{Août} & \text{Sept.} \\
 \begin{bmatrix} 26 & 50 & 52 \\ 34 & 65 & 68 \\ 16 & 30 & 32 \end{bmatrix}
 \end{array}
 \end{array}$$

• Calcul des besoins en matières premières (niveau 4 de nomenclature)

$$\begin{matrix} & & M_{MP}^P & & \times & & M_{PI}^N & & = & & M_{PM}^N \\ & & PI_1 & PI_2 & PI_3 & & Jul. & Août & Sept. & & Avril & Mai & Juin \\ MP_1 & \left[\begin{matrix} 2 & 0 & 2 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{matrix} \right] & \times & PI_1 & \left[\begin{matrix} 26 & 50 & 52 \\ 34 & 65 & 68 \\ 16 & 30 & 32 \end{matrix} \right] & = & MP_1 & \left[\begin{matrix} 84 & 160 & 168 \\ 76 & 145 & 152 \\ 60 & 115 & 120 \end{matrix} \right] \\ MP_2 & & & & & & & & & & & & \\ MP_3 & & & & & & & & & & & & \end{matrix}$$

Ainsi sont planifiés la production et les approvisionnements sur toute la durée du processus de fabrication soit 9 mois.

La validité des prévisions obtenues dépend de la connaissance des ventes futures et de la qualité des informations contenues dans la nomenclature.

Cette démarche est un **modèle d'entreprise complet** : il permet, en fait, à partir des prévisions des ventes ou du carnet de commandes de planifier l'ensemble de l'activité, de réserver des capacités, de gérer les stocks de composants et d'assurer leurs disponibilités aux dates nécessaires.

Sous réserve de données de coûts, il permet également de **calculer les charges de trésorerie** et les **coûts complets standards** par produit dès les prévisions de ventes.

Les besoins en composants calculés, il reste à envisager la gestion des goulots d'étranglement et d'équilibrage des charges, le point clé de la gestion de la production.

Budget des ventes : pour solution

Exo budget des ventes : complet p. 67 LMD ROUGE

1/ détermination des coef Saisonniers :

.....

	Trim 1	TRIM 2	TRIM 3	TRIM 4
N-1				
N				

<i>INDICE saisonnier</i>				
--------------------------	--	--	--	--

2/ Prévision des ventes pour N+1 :

.....

3/ Budget des ventes pour N+1 :

.....

	<i>trim 1</i>		<i>TRIM 2</i>		<i>TRIM 3</i>		<i>TRIM 4</i>		<i>TOTAL</i>	
	<i>Q</i>	<i>CA</i>	<i>Q</i>	<i>CA</i>	<i>Q</i>	<i>CA</i>	<i>Q</i>	<i>CA</i>	<i>Q</i>	<i>CA</i>
<i>Modules classiques</i>										
<i>Modules mobiles</i>										
<i>Plate formes</i>										
<i>total</i>										

Approche probabiliste des ventes : sujet 4 p. 75 ?A FAIRE   maison rendre sur moodle ?

