



12/05/2025

# TECHNIQUES QUANTITATIVES DE GESTION

Dr. KOUAO

ARSTM



## **CHAPITRE 0 : INTRODUCTION**

L'approche quantitative de gestion exploite les outils mathématiques, informatiques et statistiques dans les activités de gestion à savoir la planification, l'organisation, la coordination, le commandement et le contrôle des opérations.

### **1. CONTEXTE**

- Augmentation de la taille et de la complexité des organisations.
- Division du travail, spécialisation, décentralisation des responsabilités et de la gestion.
- Nouveaux problèmes liés à la spécialisation :
  - Plus grande autonomie des départements au sein des organisations,
  - Manque de coordination,
  - Objectifs conflictuels
  - Difficulté d'allouer des ressources limitées aux départements d'une façon globalement optimale.

### **2. HISTORIQUE**

#### **2.1. 2<sup>ème</sup> guerre mondiale**

- Allocation de ressources limitées aux opérations militaires.
- Idée : approche scientifique (UK – USA).
- "Research on Operations" par des équipes multidisciplinaires de scientifiques (Cf. "Blackett's Circus", UK).
- Grand succès : amélioration de l'efficacité des opérations militaires complexes
  - Déploiement des radars en Angleterre
  - Détermination de la taille des convois
  - Logistique...



#### **2.2. Historique après-guerre**

- Succès des applications militaires.
- Intérêt marqué des entreprises pour la RO.



- Applications civiles, d'abord dans les grandes entreprises industrielles :
  - Ex : Industrie pétrolière – programmation linéaire pour la gestion de la production.
- Plus tard, résultats utilisés (à moindre coût) par des organisations plus petites.
- Facteur clé : développement de l'informatique.

### **3. APPROCHES ET MODELES D'AIDE A LA DECISION**

La prise de décision procède de la description de la réalité, de sa compréhension et de sa gestion. Cette réalité admet des composantes : sociale, politique, économique, industrielle, environnementale et militaire.

Des deux approches qui s'offrent à nous, l'approche quantitative fera l'objet de ce séminaire contre l'approche qualitative.

Le modèle quantitatif aide à la prise de décision en comparant les décisions possibles à partir des préférences et des objectifs sur la base d'un raisonnement mathématique.

La réalité se trouve ainsi approximée et la décision à prendre est plus aisée.

### **4. QUELQUES TECHNIQUES**

- Statistique / Probabilités
- Arbres de décision
- Programmation mathématique (optimisation)
- Aide à la décision de type multicritère
- Simulation
- PERT / CPM
- Gestion des stocks et de la production
- Réseaux (transport)



## **CHAPITRE 1 : LA MESURE DE L'EFFICIENCE OPERATIONNELLE**

### **1. LA COMPTABILITE, COMME TECHNIQUE DE MODELISATION**

Système d'information visant à représenter l'entreprise suivant des conventions et des normes socialement définies. La comptabilité permet de :

- Saisir l'information et la réorganiser.
- Donner une image de la situation financière (source de financement...) et des performances (bénéfices ou pertes). Mais il existe plusieurs représentations possibles (en fonction de la période, du pays...).

Bien que les pratiques évoluent avec le contexte et le temps, les finalités restent les mêmes :

- Outils d'aide à la prise de décision : en externe (par rapport à une banque par ex.) ou en interne (définition d'un budget, postes de dépenses, mesures correctives...)
- Instrument de contrôle et de reddition des comptes (bilan comptable...)

Les usagers sont multiples : manager, salariés, prêteurs, Etat, clients, fournisseurs...

#### Y a-t-il une vérité comptable ?

Etant donné que l'entreprise fournit ses propres comptes, il existe un risque de falsification (=scandale Enron) d'où une image fausse de la situation de l'entreprise.

Toutefois, il existe des garde-fous (règles, normes, commissariat aux comptes...)

Le problème de la neutralité des chiffres comptables se pose : le résultat sert de base à la répartition (impôts, dividendes des actionnaires...). Cet état de fait conduit les entreprises à minimiser le résultat ; ou au contraire à gonfler son résultat pour les entreprises cotées en bourse.

Exemples d'indicateurs pour la description de la situation comptable des établissements hospitaliers :

- Valeurs patrimoniales ?
- Equipement ?
- Résultat et performances ?
- Coût de séjour ?
- Sources de financement ?
- Recettes et dépenses de l'exercice à venir ?...

Une distinction est faite entre comptabilité Générale et Comptabilité de gestion (analytique) :

- Comptabilité Générale : Rétrospective, à vocation surtout externe, réglementée. Elle mesure périodiquement le résultat de l'entreprise à travers le bilan (compte de), le compte de résultat.
- Comptabilité analytique : Fournit les informations nécessaires à la gestion (recette, dépenses), à vocation interne, rétrospective et prévisionnelle.



## **2. APPROCHE INTRODUCTIVE DE LA COMPTABILITE DE GESTION**

La comptabilité de gestion établit les liens entre ressources et performances à travers l'analyse du résultat (analyse dynamique en interne).

Quant à la comptabilité financière (bilan et compte de résultat), elle présente une analyse statique, externe des liens de l'entreprise avec l'extérieur.

### **2.1. Rôle de la comptabilité de gestion**

C'est un cadre conceptuel pour le calcul de coût :

- Comprendre l'avenir
- Influencer les comportements

La nécessité d'une information fiable et d'une méthode de calcul est essentiel à la prise de décision pour les managers.

L'information et la méthode de calcul peuvent provenir de la modélisation interne et de la modélisation externe (benchmarking).

### **2.2. Objectifs de la comptabilité de gestion**

- Déterminer les coûts des produits (finis ou en cours)
- Evaluer les performances
- Déterminer les prix de vente (en fonction du prix attendu par le client)
- Gérer l'avenir (animer et mobiliser les collaborateurs)

La comptabilité de gestion permet de définir des objectifs en fonction de 2 questions : pour qui et pour quoi faire ? Ces questions donnent lieu au calcul de coûts.

## **3. QU'EST-CE QU'UN COUT ?**

C'est la mesure monétaire des ressources sacrifiées pour réaliser un objectif. Ce terme reste un concept plus complexe et nécessite la mise en place d'une base de données sur les coûts.

### **3.1. Charges et coûts**

La définition de ces termes relève respectivement de la comptabilité financière (compte de résultat) et de la comptabilité de gestion (réflexion du manager sur les coûts). Les réflexions du manager portent sur les coûts suivants :

- Charges incorporables / non incorporables
- Charges à retraiter (Ex. : charges d'amortissement)
- Coût de la période / Coût d'un produit

Objet de coût à définir :

Les coûts sont à définir pour

- L'activité pour laquelle la mesure du coût est nécessaire.
- La nécessité d'avoir des infos pour le classement des coûts par catégories.



### **3.2. Coûts directs / indirects**

Coûts directs : charges affectées pour le seul objet de coût.

Coût indirect : non spécifique à l'objet. C'est une charge commune à plusieurs objets. Elle nécessite des clefs de répartition (unités d'œuvre). Il s'agit d'affecter de manière pertinente des charges indirectes à l'objet. (Ex. : temps d'utilisation d'une machine par produit, ou nombre d'utilisation...).

La clé de répartition doit être homogène sinon, risque de phénomène de subventionnement d'une activité par une autre.

### **3.3. Comportements des coûts**

On fait la distinction entre :

- Charges fixes : quel que soit le niveau d'activité
- Charges variables : sensibles à des variations d'activité (plus on produit, mieux on rentabilise les charges fixes) : réflexion sur le court terme. Les coûts fixes sont incompressibles sur le court terme, mais variables sur le long terme en fonction des décisions stratégiques.
- Dans l'équation  $y = ax + b$ 
  - $b$  = ordonnée à l'origine = coût fixe
  - $a$  = coût variable
  - $ax$  = volume variable

Distinction supplémentaire :

- CV : Charges liées au déclenchement d'une activité.
- CF : Charges liées à un objectif de performance.

Les charges fixes sont nommées charges de capacités. Le coût de capacité est la ressource consommée liée à la stratégie mise en place.

Les charges variables liées aux déclenchements de l'activité sont dites :

- Volumiques : varient en fonction de la quantité de production de l'objet.
- Indivis : déclenchée par l'activité, mais forfaitaire (évolution par paliers)

Exemple du transport aérien :

- Avion : charge de capacité
- Plateaux de repas : charges variables volumiques
- Carburant : charge indivis (en fonction de la distance parcourue)

## **4.METHODE DES COUTS PREETABLIS**

### **4.1. Principes**

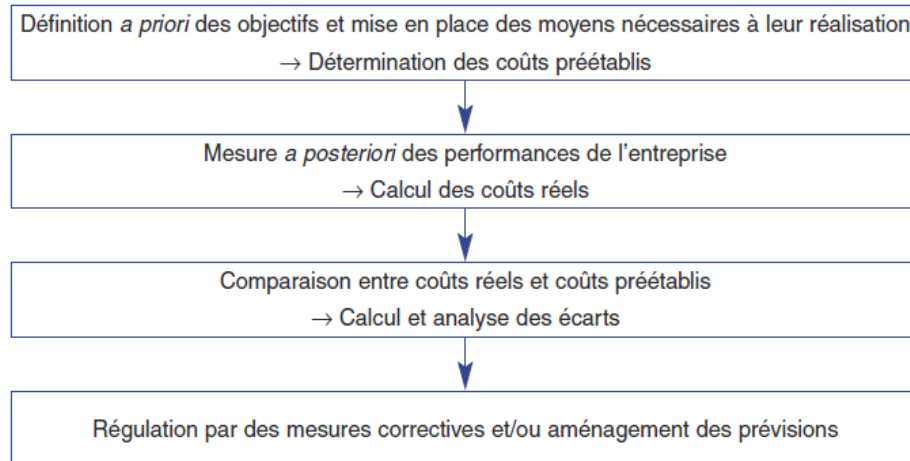
- Coût préétabli : « coût évalué *a priori* soit pour faciliter certains traitements analytiques, soit pour permettre le contrôle de gestion par l'analyse des écarts. » (PCG 1982).
- La détermination de coûts préétablis permet à l'entreprise :
  - de **prévoir** les coûts de la période suivante,



- d'**évaluer** rapidement une production,
- de **contrôler** les conditions d'exploitation par l'étude des écarts entre prévisions et réalisations.

## 4.2. Méthode

### 4.2.1. Démarche générale du contrôle des coûts



### 4.2.2. Mise en oeuvre

La société Delaporte est spécialisée dans la production d'accessoires métalliques pour la fabrication de meubles. Elle produit en particulier des charnières de portes. Le bureau des méthodes et les services comptables ont permis de recueillir, pour les six mois à venir, les données suivantes concernant la production d'une charnière :

- Acier : 0,1 kg à 6 € le kg
- Main-d'oeuvre directe : 15 minutes à 14 € de l'heure
- Frais d'atelier : unité d'oeuvre : l'heure de main-d'oeuvre directe

Les charges d'atelier sont composées de 4 200 € de charges fixes et de 1 € de charges variables par unité d'oeuvre. Cet atelier est équipé pour une activité normale de 1 000 heures par mois. Pendant le mois de février, l'entreprise a produit 3 600 charnières.

Les services comptables ont déterminé le coût de production réel de février :

- Consommation de matière première : 370 kg à 5,80 € le kg
- Main-d'oeuvre directe : 850 heures à 14,20 € l'heure
- Frais d'atelier : 4 760 €

#### 4.2.2.1. Fiche de coût standard

##### Fiche de coût standard unitaire

Éléments	Quantité	Prix unitaire	Coût
Matière	0,15	6,00	0,60
Main-d'oeuvre directe	0,25	14,00	3,50
Frais d'atelier	0,25	5,20	1,30
dont variables	0,25	1,00	0,25
fixes	0,25	4,20	1,05
<b>Coût standard</b>			<b>5,40</b>
dont coût variable			4,35
coût fixe			1,05

#### 4.2.2.2. Production mensuelle « normale »



L'activité normale de l'atelier étant de 1 000 heures, l'entreprise peut, dans les conditions standard produire :  $1\,000/0,25 = 4\,000$  charnières.

#### 4.2.2.3. Coût standard de la production de février

Coût standard =  $3\,600 \times 5,40 = 19\,440$  €

#### 4.2.2.4. Activité et production

Il est important de bien distinguer la production (en nombre de produits) de l'activité (En nombre d'unités d'oeuvre). Par exemple, pour une production de 3 600 unités, l'activité réelle dans l'atelier est de 850 heures et l'activité standard est de  $0,25 \times 3\,600 = 900$  heures.

La production peut parfois mesurer l'activité d'un centre d'analyse (nombre de produits vendus pour le centre de distribution) ou, de façon synthétique (et imparfaite), représenter l'activité globale de l'entreprise. Elle est alors exprimée en chiffre d'affaires.

#### 4.2.2.5. Comparaison entre le coût réel et le coût standard : calcul d'écarts

Nous comparons le coût réel au coût préétabli (standard) de la production réelle afin de déceler, au travers d'une première lecture, les causes d'écart autres que le volume de production (3 600 produits fabriqués au lieu d'une production normale de 4 000).

**Tableau de comparaison pour une production de 3 600 unités**

Éléments	Réalisations <sup>(1)</sup>			Prévisions <sup>(2)</sup>			Écarts <sup>(3)</sup>	
	$Q_r$	$P_r$	$C_{Tr}$	$Q_s$	$P_p$	$C_{Tp}$		
Matière	370	5,80	2 146,00	360	6,00	2 160,00	- 14,00	Favorable
Main-d'œuvre	850	14,20	12 070,00	900	14,00	12 600,00	- 530,00	Favorable
directe	850	5,60	4 760,00	900	5,20	4 680,00	80,00	Défavorable
Atelier								
<b>Total</b>			<b>18 976,00</b>			<b>19 440,00</b>	<b>- 464,00</b>	

(1) Les réalisations reprennent intégralement les **données de la comptabilité analytique**.

(2) Les prévisions sont établies au **coût standard**. Les éléments de la fiche de coût standard sont donc appliqués à une **production de 3 600**.

(3) Écart = Coût réel – Coût préétabli. Si Écart > 0, il est défavorable (Coût réel > Coût standard)  
Si Écart < 0, il est favorable (Coût réel < Coût standard).

#### 4.2.2.6. Première analyse

La société Delaporte réalise sur la production des charnières un écart favorable de 464 euros, dû pour l'essentiel à la main-d'oeuvre qui s'est révélée plus productive que prévu.

La lecture ligne par ligne du tableau permet de déceler des causes d'écarts :

- quantités de facteurs consommés plus ou moins importantes par rapport à la norme (rendements),
- coût de ces facteurs plus ou moins élevé qu'attendu,
- sous-activité dans l'atelier.

### 4.3 Variétés, calcul, intérêts et limites des coûts préétablis



#### 4.3.1. La variété des coûts préétablis

Le PCG 1982 distingue quatre types de coûts préétablis.

– **Coût standard** : « Coût préétabli avec précision par une analyse à la fois technique et économique ; il présente généralement le caractère d'une norme. »

(PCG). Il permet d'établir une fiche de coût standard unitaire par produit.

– **Devis** : prévision du coût d'une commande.

– **Budget de charges** : coût issu de la prévision budgétaire, construit sur la distinction charges variables, charges fixes.

– **Coût prévisionnel**, fondé sur l'analyse des coûts passés.

Le choix du type de coût préétabli dépend du mode de gestion de l'entreprise et du type de problème à résoudre.

#### 4.3.2. Calcul des standards

- Un coût standard est le résultat du produit : Coût unitaire standard × Quantité standard appliqué aux charges directes et aux coûts des centres d'analyses.

- Les quantités standard résultent d'analyses techniques réalisées par exemple, par le bureau des méthodes. Il faut prendre en compte les déchets, taux de rebuts de même que les différents temps d'activité (voir Application).

- Les coûts des charges directes sont issus des services comptables, des achats (matières) ou de la gestion du personnel. La prévision du coût des unités d'œuvre ou des taux de frais résulte d'une analyse budgétaire (Charges variables + Charges fixes) ou de la prévision complète de chaque élément du coût, reprenant toute la démarche de calcul du coût complet.

#### 4.3.3. Intérêt des coûts préétablis

- L'évaluation rapide d'un coût ou d'une marge. « Un renseignement approximatif (mais suffisamment approché) et rapide est souvent plus utile qu'un renseignement plus exact mais connu trop tard. » (PCG 1982) En particulier, l'entreprise peut comptabiliser les mouvements à l'aide de coûts préétablis dès qu'elle connaît les quantités. Elle constatera ensuite un écart entre le coût imputé et le coût réel.

- Un outil de contrôle de gestion. Coûts de référence, ils traduisent une norme (coût standard), un objectif (coûts d'objectifs) ou la performance habituelle de l'entreprise (coût complet des exercices passés, actualisés ou non). C'est par la comparaison à cette référence que l'entreprise prendra des décisions de gestion.

Ce contrôle pourra être exercé par exceptions (écarts remarquables). Il induit la recherche d'explications (conditions de production, facteurs externes, qualité de la prévision), quitte à désigner les responsabilités.

- Le choix d'un mode de gestion décentralisé recourant à la participation active et à l'accord des responsables.

#### 4.3.4. Limites

La norme ne doit pas être figée, elle peut éventuellement être l'objet de critiques (les défauts de l'analyse prévisionnelle doivent être envisagés comme les défauts de la production). Il faut donc mettre cette norme à jour, en fonction des évolutions externes et internes à l'entreprise.

#### Application : fiche de coût standard



## Énoncé

La société anonyme Électronix fabrique et vend deux types de tubes électroniques.

Le processus de fabrication de ces tubes comporte trois stades.

- Le stade « montage », manuel, comportant 113 postes identiques, avec un ouvrier qualifié par poste utilisant un outillage d'une valeur d'origine de 500 € HT, amortissable en linéaire sur 5 ans.
- Le stade vide-fermeture, fortement mécanisé, compose deux machines identiques, chacune d'elles servie par deux ouvriers qualifiés ; la valeur d'origine d'une machine est de 25 000 € HT ; amortissement linéaire sur 5 ans.
- Le stade conditionnement, stade purement manuel relatif à l'emballage des tubes (conditionnements en carton). Il comporte trois postes.

Les gammes d'opérations sont les suivantes (il s'agit des temps d'emploi ou de marche exprimés en minutes et centièmes de minutes) :

	1 tube X	1 tube Y
1 montage	9,50	3,50
2 vide-fermeture	0,09	0,06
3 conditionnement	0,10	0,10

Le taux d'emploi des postes manuels (montage et conditionnement) est de 90 % du temps de présence, le taux d'emploi du poste vide-fermeture est de 80 % du temps de présence. Compte tenu des congés payés, des jours fériés et chômés, on estime le temps de présence à 45 semaines de 35 heures.

Les coûts de sortie des magasins des matières premières et fournitures consommées sont estimés à 3 € HT pour un tube X et à 1 € HT pour un tube Y. Les coûts de sortie des emballages utilisés sont estimés à 0,45 € HT pour un tube X et 0,25 € HT pour un tube Y.

Le coût de l'énergie utilisée pour les machines de l'atelier vide-fermeture est évalué à 20 € HT par heure d'emploi.

Le taux horaire des ouvriers qualifiés est de 10 E par heure de présence ; celui des manutentionnaires du stade conditionnement s'élève à 8 E par heure de présence.

On peut estimer que l'ensemble des charges sociales et fiscales proportionnelles s'élève à 50 % du montant des salaires bruts.

**1. Calculer le nombre d'heures d'emploi et le coût de l'heure d'emploi toutes charges comprises pour chacun des stades de production.**

**2. Établir la fiche de coût standard d'un tube X et d'un tube Y.**

## Solution

### 1. Nombre et coût de l'heure d'emploi

Le temps d'emploi ou temps de marche est le temps de travail de production effectif (hors temps improductifs tels que le temps d'installation au poste de travail, de réglage ou d'entretien des machines).

Le temps de présence ou temps d'activité est le temps pendant lequel tous les facteurs de production sont présents sur les lieux de travail.



Stades	Montage	Vide-fermeture	Conditionnement
Nombre de postes Taux d'emploi	113 0,9	2 0,8	3 0,9
Temps de présence (nombre de postes × 45 × 35) <sup>(1)</sup>	177 975	3 150	4 725
Temps d'emploi (temps de présence × taux d'emploi)	160 177,50	2 520	4 252,50
Charges de personnel <sup>(1)</sup> (effectifs × 52 × 35 × taux horaire 3 1,5)	3 084 900	109 200	65 520
Énergie consommée		20 × 2 808 = 56 160	
Amortissements (nombre machines × valeur d'origine HT/5)	11 300	10 000	–
Total	3 096 200	175 360	65 520
Coût de l'heure d'emploi	19,33	69,59	15,41
Coût de la minute d'emploi	0,3222	1,1598	0,2568

(1) Dans l'atelier vide-fermeture, le nombre de postes est de 2, l'effectif de 4 (2 ouvriers travaillent simultanément sur la même machine).

## 2. Fiches de coût standard unitaire

	Tube X			Tube Y		
	Quantité	PU	Coût	Quantité	PU	Coût
<i>Charges directes</i>						
Matières			3,0000			1,0000
Emballages			0,4500			0,2500
<i>Charges indirectes</i>						
Montage	9,50	0,3222	3,0609	3,50	0,3222	1,1277
Vide-fermeture	0,09	1,1598	0,1044	0,06	1,1598	0,0696
Conditionnement	0,10	0,2568	0,0257	0,10	0,2568	0,0257
<b>Coût standard unitaire</b>			<b>6,6410</b>			<b>2,4730</b>

Recherche: la méthode ABC



## **CHAPITRE 3 : ARBRES DE DECISIONS**

### **1. DEFINITIONS**

#### **1.1. Arbres de décision**

L'arbre de décision est un modèle de prise de décision en avenir incertain qui se base sur le calcul des probabilités et la notion d'espérance mathématique.

#### **1.2. Nœuds (de décisions ou d'évènements) et critère de l'espérance mathématique (EMV)**

- Les nœuds de décision sont représentés par des carrés qui débouchent sur des branches correspondant à une décision possible.
- Les Nœuds de la nature (événements) sont représentés par des cercle qui débouchent sur des branches correspondant à un état possible de la nature (résultat, << outcome >>), avec sa probabilité de réalisation.
- L'EMV << Expected Monetary Value >>

Le critère numérique EMV est une espérance de gain. C'est une espérance mathématique. L'EMV associée à un événement incertain est la somme de tous les résultats numériques possibles pondérés par leurs probabilités de réalisation respectives.

Les autres critères assimilés possibles sont : L'utilité, l'attitude face au risque.

L'analyse de l'arbre de décision est de type <<Backwards induction>>

Il s'agit de commencer par les nœuds terminaux de l'arbre :

- Pour un nœud événement, l'EMV est la moyenne pondérée des EMV de chaque branche issue de ce nœud, pondérées par leurs probabilités.
- Pour un nœud de décision, l'EMV correspond à la branche issue de ce nœud qui permet d'obtenir la meilleur EMV.

L'EMV du nœud initial de l'arbre correspond à la stratégie optimale de décision.

### **2. RAPPEL DE PROBABILITE**

- Les probabilités correspondent à la branche des mathématiques qui cherche à mesurer le caractère aléatoire de ce qui pourrait survenir. Calculer une probabilité revient donc à quantifier la possibilité qu'un évènement se produise lors d'une expérience qui ne découle que du hasard.

Exemples d'expérience aléatoire: (i) lancer de pièces, (ii) lancer de dé, (iii) jeu de cartes.

Résultats:(i) Pile ou face, (ii) 1,2,3,4,5 ou 6, (iii) Une des 52 cartes.

- Une expérience aléatoire est une action ou un processus qui engendre une observation, et dont on ne peut prédire avec certitude le résultat.
- L'Espace échantillon  $\Omega$  traduit l'ensemble de tous les résultats possibles.  
Exemple : lancer d'un dé :  $\Omega = \{1,2,3,4,5,6\}$
- Evénements



Exemples :

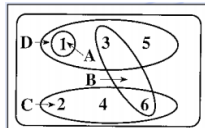
Événements A : Obtenir le << 1 >>,  $A = \{1\}$ , ainsi  $p(A)=1/6$

Événements B : Obtenir une multiple de 3,  $B = \{3,6\}$ , ainsi  $p(B)=1/3$

Événements C : Obtenir un nombre pair,  $C = \{2,4,6\}$ , ainsi  $p(C)=1/2$

Événements D : Obtenir un nombre impair,  $D = \{1,3,5\}$ , ainsi  $p(D)=1/2$

Un événement peut être un sous-ensemble de  $\Omega$



Pour aller plus: Opérations sur les événements (Similaires aux opérations sur les ensembles)

### 3. PRISE DE DECISION EN AVENIR INCERTAIN

Exemple de Stratégie optimale de décision

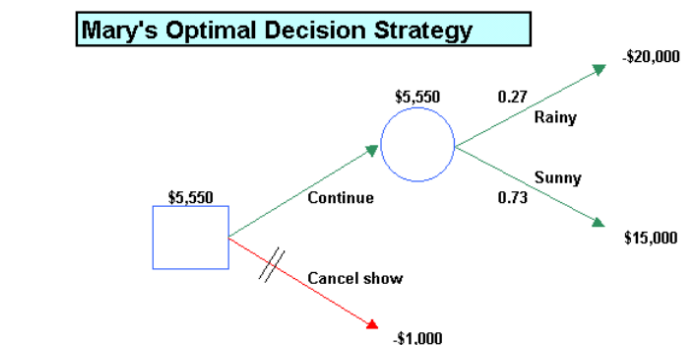
**EXERCISE 1.1** Mary is organizing a special outdoors show which will take place on August 15. The earnings from the show will depend heavily on the weather. If it rains on August 15, the show will lose \$20,000; if it is sunny on August 15, the

show will earn \$15,000. Historically, the likelihood of it raining on any given day in mid-August is 27%. Suppose that today is July 31. Mary has the option of canceling the show by the end of the day on July 31, but if she does so, she will then lose her \$1,000 deposit on the facilities.

- (a) What is Mary's optimal decision strategy?
- (b) Suppose that Mary can also cancel the show on August 14, but if she waits until then to do so, she must pay a fee of \$10,000. The advantage of waiting until August 14 is that she can listen to the weather forecast for the next day on the local news station. According to station records, the weather was forecast to be sunny 90% of the days in mid-August in previous years. Also, when the weather was forecast to be sunny, it turned out to be sunny 80% of the time. When the weather was forecast to be rainy, it turned out to be rainy 90% of the time. What is Mary's optimal decision strategy in this case?

#### Solution

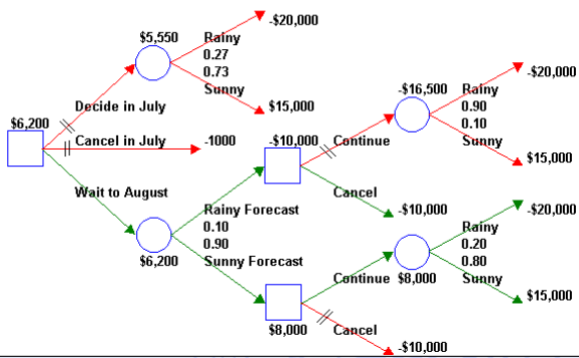
a)



b)



### Mary's Optimal Decision Strategy with Forecast





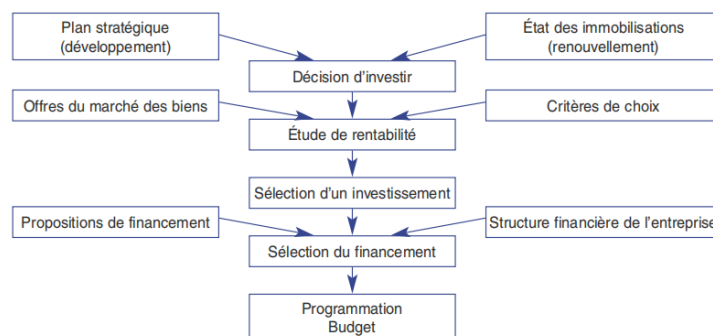
## **CHAPITRE 4 : INVESTISSEMENT ET FINANCEMENT : LE CHOIX**

### **1. Principes**

- Le plan stratégique de l'entreprise et la nécessité de renouvellement d'immobilisations lui imposent de programmer des investissements. La décision d'investir implique deux choix.
  - Le choix de l'investissement : parmi les projets qui répondent aux besoins de l'entreprise, quel est l'investissement le plus rentable ?
  - Parmi les moyens de financement accessibles, quel est le moins coûteux ? Quel est celui qui s'accorde au mieux avec les possibilités de la trésorerie de l'entreprise ?
- La décision dépend, outre le coût de l'immobilisation et du financement, de l'échelonnement des flux dans le temps et des critères retenus par l'entreprise liés à l'importance donnée à la dépréciation dans le temps.

### **2. Choix d'investissement et choix de financement**

#### **2.1 Schéma Général**



#### **2.2 Le choix de l'investissement**

Le choix de l'investissement se fait en dehors de tout choix de financement. L'hypothèse est donc qu'il est financé sur les fonds propres (autofinancement, capitaux propres) de l'entreprise.

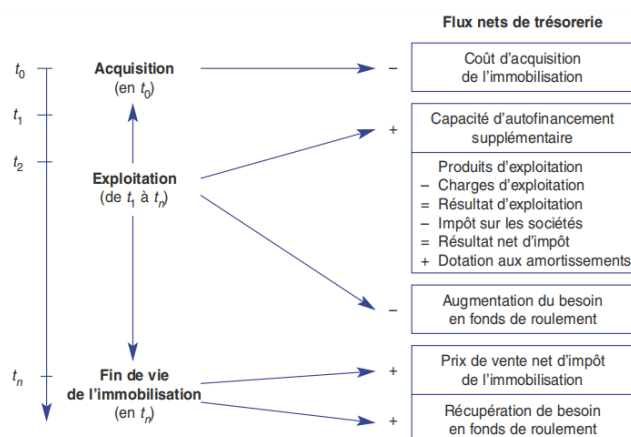
##### **2.2.1 Les flux nets**

Investir génère, pendant la durée de vie de l'immobilisation, un ensemble de flux de trésorerie dont on détermine la valeur nette exercice par exercice. On peut recenser :

- les flux liés à l'acquisition de l'investissement (acquisition, revente),
- les flux générés par son exploitation (capacité supplémentaire d'autofinancement, besoin en fonds de roulement).

On suppose en général que le flux d'acquisition de l'immobilisation a lieu en début d'exercice et que l'ensemble des flux liés à l'exploitation de l'immobilisation est généré en fin d'exercice.





Remarque : Le schéma ci-dessus émet l'hypothèse de la rentabilité de l'exploitation de l'investissement sur chacun des exercices. Dans le cas contraire, il faudra envisager une économie d'impôt en fonction du résultat global de l'entreprise.

#### Exemple

Les dirigeants de la COFRES s'interrogent sur l'opportunité de la mise en place d'une nouvelle activité de production.

Par rapport à la situation actuelle, cette activité additionnelle permettrait de dégager chaque année :

- un accroissement de chiffre d'affaires de 2 500 000 €
- une augmentation des charges d'exploitation de 2 100 000 € (hors amortissements).

Les caractéristiques des nouveaux équipements seraient les suivantes :

- amortissement comptable : 5 ans
- montant des investissements : 1 000 000
- effets et durée : 5 ans
- amortissement dégressif : 5 ans
- valeur résiduelle : nulle

Le taux de l'impôt sur les sociétés est de 33 1/3 %.

Les flux nets de trésorerie sont calculés dans le tableau ci-dessous

Exercices	1	2	3	4	5
Chiffre d'affaires	2 500	2 500	2 500	2 500	2 500
Charges d'exploitation (hors amortissements)	– 2 100	– 2 100	– 2 100	– 2 100	– 2 100
Amortissements	– 400	– 240	– 144	– 108	– 108
Résultat – IS	0	160 – 53	256 – 85	292 – 97	292 – 97
Résultat net + Amortissements	0 + 400	107 + 240	171 + 144	195 + 108	195 + 108
Flux nets annuels de trésorerie	400	347	315	303	303

#### 2.2.2 Les critères de choix

Différentes méthodes permettent la décision d'investir ou le choix entre projets concurrents par la comparaison des flux nets générés pendant la vie de l'immobilisation. Le tableau suivant en présente une synthèse accompagnée d'une illustration simple, à partir de l'exemple précédent.



Méthodes	Principes – Exemple	Avantages/inconvénients
<b>Le délai de récupération du capital investi</b>	Le délai est le temps nécessaire pour récupérer le capital investi. Méthode sans actualisation. L'entreprise sélectionne l'investissement qui offre le délai le plus court. L'entreprise récupère l'investissement de 1 000 K€ dans la troisième année : $\frac{1\,000 - (400 + 347)}{315} = 9,6$ Le délai est donc de 2 ans et 9,6 mois.	<i>Avantages :</i> Minimise les risques. Évite le choix du taux d'actualisation.  <i>Inconvénients :</i> Privilégie les investissements rapidement récupérables au détriment d'une politique à plus long terme. Ne prends pas en compte les flux nets au-delà du délai de récupération.

Méthodes	Principes – Exemple	Avantages/inconvénients
<b>Les flux nets actualisés</b>	Les flux sont actualisés année par année. L'investissement retenu est celui qui offre la valeur actuelle nette la plus élevée. Si le taux d'actualisation est de 15 %, les flux nets actualisés s'élèvent à : $400(1,15)^{-1} + 347(1,15)^{-2} + 315(1,15)^{-3} + 303(1,15)^{-4} + 303(1,15)^{-5}$ $= 1\,141$ L'investissement rapporte donc $1\,141 - 1\,000 = 141$ K€.	<i>Avantages :</i> Prend en compte la totalité des flux. Introduit, par le taux d'actualisation, la dépréciation liée au temps.  <i>Inconvénients :</i> Le choix du taux d'actualisation n'est pas neutre vis-à-vis du choix de l'investissement. Il est difficile d'établir des prévisions fiables à mesure que l'échéance s'éloigne.
<b>L'indice de profitabilité</b>	$Ip = \frac{\Sigma (\text{flux nets actualisés})}{\Sigma (\text{capitaux investis actualisés})}$ $= \frac{1\,141\,000}{1\,000\,000} = 1,141$	Outre les avantages et inconvénients liés au critère de la valeur actuelle nette, il permet de comparer des investissements de valeurs différentes.

<b>Le taux interne de rentabilité (TIR)</b>	Le TIR est le taux d'actualisation tel que la somme des flux nets actualisés est égale à l'investissement (la valeur actuelle nette est nulle). L'entreprise retient l'investissement qui présente le TIR le plus élevé. Dans notre exemple, le TIR est de 21,17 %. (Ce calcul est fait par interpolations ou automatiquement à partir d'une calculatrice).	<i>Avantages :</i> Exprime la rentabilité économique de l'investissement. Évite le choix du taux d'actualisation. Prend en compte la totalité des flux.
---	--	--

Remarque : quelle que soit la méthode retenue, le résultat exprime la rentabilité économique de l'investissement, qui sera affectée par le coût de son financement

### 2.3 Le choix de financement

- L'entreprise procède, pour un investissement donné, à une étude comparative du coût des financements accessibles, selon la même méthode : calcul des flux nets de trésorerie, application d'un critère de comparaison.
- L'analyse, au lieu de faire apparaître l'ensemble des flux liés à l'exploitation et au financement de l'investissement, peut se limiter à une analyse marginale qui ne s'intéresse qu'aux flux affectés par les modes de financement.
- Le tableau ci-après propose un modèle d'analyse comparative.
- L'application propose une mise en œuvre chiffrée de cette étude comparative.



Financements	Impacts sur les flux	
	Bilan	Compte de résultat
<b>Fonds propres</b> (autofinancement, capitaux propres)	$t_0$ : – Valeur d'acquisition	$t_1$ à $t_n$ : – Dotation aux amortissements + Économie d'impôt sur les dotations
<b>Emprunt</b>	$t_0$ : – Valeur d'acquisition + Montant de l'emprunt  $t_1$ à $t_n$ : – Remboursement (amortissements) de l'emprunt	$t_1$ à $t_n$ : – Intérêts – Dotation aux amortissements + Économie d'impôt sur les intérêts et les dotations
<b>Crédit-bail</b>	$t_0$ : – Dépôt de garantie  $t_n$ : + Remboursement du dépôt de garantie – Coût de rachat de l'immobilisation	$t_1$ à $t_n$ : – Redevance de crédit-bail + Économie d'impôt sur redevance  Au-delà de $t_n$ : – Dotation aux amortissements sur la valeur rachetée + Économie d'impôts correspondante

### 3. Investissements en avenir aléatoire et indéterminé

#### 3.1. Les limites du modèle

- L'étude proposée s'adresse plus particulièrement aux investissements matériels productifs. Les investissements en recherche, formation, communication, relations humaines, etc., ont des effets difficilement quantifiables car l'entreprise ne peut pas les isoler.
- L'entreprise n'a pas toujours le choix en termes d'investissements et de financement. Sa structure financière, sa taille peuvent lui imposer un mode de financement.
- Le choix du taux d'actualisation ou du taux de rentabilité minimale dépend de plusieurs facteurs : rentabilité attendue des capitaux (propres, permanents), mesure du risque, dépréciation monétaire, taux sur les marchés des capitaux, etc. Or, le niveau du taux influe sur le choix de l'investissement et du financement.

#### 3.2. Choix d'investissement en avenir aléatoire

En avenir aléatoire, l'entreprise peut associer une probabilité à différentes hypothèses de flux.

- Critère de l'espérance mathématique : on détermine l'espérance mathématique de la valeur actuelle nette de chaque investissement.
- Arbre de décision : dans le cas de scénarios successifs, sur plusieurs exercices, la construction d'un arbre de décision permet de ressortir l'ensemble des solutions possibles et de valoriser chacune d'entre elles.

#### 3.3 Choix d'investissement en avenir indéterminé

En avenir indéterminé, le décideur peut émettre des hypothèses sur des états de nature (une demande favorable ou limitée, par exemple) mais il ne dispose pas d'éléments lui permettant de construire une loi de probabilité. C'est particulièrement vrai pour des projets qui intègrent de fortes innovations. Il s'agit d'avenir indéterminé.



Le choix d'une décision peut alors s'effectuer en fonction de critères qui prennent en compte l'attitude du décideur face à l'importance des gains et face au risque. On distingue quatre critères de décision :

- Le critère de Laplace

On calcule, pour chaque décision, la moyenne des résultats possibles, ce qui revient à considérer que les états de nature sont équiprobables.

- Le critère du Maximax

Il revient à retenir la décision qui offre l'opportunité de gain maximum. Il traduit l'optimisme et le goût du risque du décideur.

- Le critère du Maximin (critère de Wald)

Ce critère traduit la prudence du décideur qui choisira la décision qui limite les risques.

Le décideur, pour chaque décision, repère le résultat le plus faible en fonction des différents états de nature. Il sélectionne la décision pour laquelle ce résultat est maximum.

- Le critère du Minimax regret (critère de Savage)

Il permet au décideur, pessimiste, de minimiser le regret qu'il n'aurait en n'ayant pas pris la meilleure décision en fonction de l'état de nature réel.

Le décideur construit d'abord la matrice des regrets qui, pour chaque hypothèse d'état de nature, évalue le manque à gagner s'il avait pris telle par rapport à la décision la plus favorable (il s'agit en fait de déterminer un coût d'opportunité). Il détermine ensuite, pour chaque décision, le regret maximum. Il sélectionne la décision pour laquelle ce manque à gagner est minimum.

## Applications

### Énoncé 1

#### Choix de financement

La société Top Model a décidé d'équiper l'un de ses ateliers d'une machine programmable « Neecki ». Elle cherche le mode de financement le moins coûteux pour cet investissement. Vous trouverez en annexe les renseignements concernant cet équipement et les modes de financement envisagés.

**Déterminer le mode de financement le moins coûteux pour la société. Vous retiendrez pour cela le critère de la valeur actuelle des flux générés par chacun des modes de financement.**

*N.B.* : les calculs seront effectués en arrondissant tous les montants au millier d'euros le plus proche.

Annexe : investissement « Neecki »

- Descriptif.

– Acquisition et règlement : 1er janvier  $19N + 1$ . Coût d'acquisition : 850 000 euros hors taxes.

Frais d'installation et de mise en route (hors taxes) : 10 000 euros.

– Durée d'utilisation : 5 ans (au terme des 5 années, chaque machine est supposée avoir une valeur vénale nulle). Amortissement fiscal dégressif.

- Conditions de financement : deux solutions semblent envisageables.



*Solution 1* : financement par emprunt exclusivement, aux conditions suivantes : souscription le 1er janvier  $19N + 1$  ; taux d'intérêt : 10 % ; remboursement par 5 amortissements constants à partir du 31 décembre  $19N + 1$ . Les intérêts seront versés à partir de la même date.

*Solution 2* : financement par crédit-bail. Les conditions du contrat sont les suivantes : durée du contrat : 4 ans ; versement d'un dépôt de garantie le 1er janvier  $19N + 1$  : 10 % du montant global de l'investissement ; versement de redevances annuelles: 197 000 euros à partir du 31 décembre  $19N + 1$  ; achat de l'équipement, en fin de contrat, au bout de 4 ans. Le prix correspond au dépôt de garantie et serait amorti sur un exercice comptable.

## Résolution

Solution 1

### 1. Coût avec un financement par emprunt

Tableau d'amortissement de l'investissement (taux =  $(1/5) \times 2 = 40\%$ )

Années	Valeur initiale	Intérêts	Amortissements	Annuités	Valeur finale
N+1	860 000	86 000	172 000	258 000	688 000
N+2	688 000	68 800	172 000	240 800	516 000
N+3	516 000	51 600	172 000	223 600	344 000
N+4	344 000	34 400	172 000	206 400	172 000
N+5	172 000	17 200	172 000	189 200	0

Tableau d'amortissement de l'emprunt

Années	Valeur initiale	Amortissements	Valeur finale
N+1	860 000	344 000	516 000
N+2	516 000	206 400	309 600
N+3	309 600	123 840	185 760
N+4	185 760	92 880	92 880
N+5	92 880	92 880	0

Flux nets actualisés

Il n'y a aucun décaissement à la date d'acquisition

Années	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
<b>Amortissements</b>	- 344	- 206	- 124	- 93	- 93
Intérêts	- 86	- 69	- 52	- 34	- 17
<b>Résultat</b>	- 430	- 275	- 176	- 127	- 110
IS à 33 %	143	92	59	42	37
<b>Résultat net</b>	- 287	- 183	- 117	- 85	- 73
+ Amortissements	344	206	124	93	93
- Remboursements	- 172	- 172	- 172	- 172	- 172
<b>Flux nets annuels</b>	- 115	- 149	- 165	- 164	- 152
Coefficient d'actualisation	$1,15^{-1}$	$1,15^{-2}$	$1,15^{-3}$	$1,15^{-4}$	$1,15^{-5}$
<b>Flux nets actualisés</b>	- 100	- 113	- 109	- 94	- 76

Valeur actuelle nette = somme des flux nets actualisés

$$= -860.000 + 860.000 - 100.000 - 113.000 - 109.000 - 94.000 - 76.000$$

$$= - 492.000 \text{ euros}$$



## 2. Coût avec un financement par crédit-bail

Années	N+1	N+2	N+3	N+4	N+5
Redevances	- 197	- 197	- 197	- 197	
Amortissement					- 86
<b>Résultat</b>	- 197	- 197	- 197	- 197	- 86
IS à 33 %	66	66	66	66	29
<b>Résultat net</b>	- 131	- 131	- 131	- 131	- 67
Amortissements					86
Récupération caution					86
Acquisition					- 86
<b>Flux nets annuels</b>	- 131	- 131	- 131	- 131	29
Coefficient d'actualisation	$1,15^{-1}$	$1,15^{-2}$	$1,15^{-3}$	$1,15^{-4}$	$1,15^{-5}$
<b>Flux nets actualisés</b>	- 114	- 99	- 86	- 75	14

Valeur actuelle nette = - 86.000 - 114.000 - 99.000 - 86.000 - 75.000 - 14.000  
= - 474.000 euros

Conclusion: Le financement par crédit-bail se révèle financièrement plus intéressant.

### Énoncé 2 : Choix d'investissement en avenir aléatoire

La société SOMECA a décidé d'investir dans des équipements plus productifs que ceux dont elle dispose actuellement. Elle a le choix entre deux options :

- acquisition début janvier  $N$  d'une machine A et d'une autre machine identique au début de janvier  $N+1$  ;
- acquisition début janvier  $N$  d'une machine B.

Des informations recueillies par les services commerciaux et financiers vous sont fournies en annexes 1, 2 et 3.

1. Présenter l'arbre de décision permettant de mettre en évidence l'ensemble des cas possibles.
2. Calculer les valeurs actuelles nettes associées à chacun de ces cas en retenant un taux d'actualisation de 8 % (ne pas tenir compte des valeurs résiduelles).
3. Indiquer l'investissement le plus intéressant selon le critère de l'espérance mathématique des valeurs actuelles nettes.

#### Annexe 1 : coût d'acquisition des machines A et B

Le coût d'acquisition d'une machine A au 1er janvier  $N$  est de 25 000 €. On peut estimer que ce coût sera le même au 1er janvier  $N + 1$ .

Le coût d'acquisition d'une machine B au 1er janvier  $N$  est de 51 000 €.

#### Annexe 2 : évolution probable de l'activité

$N$	$N + 1$
Croissance forte: probabilité 0,6	Croissance forte: probabilité 0,6 Croissance moyenne: probabilité 0,4
Croissance moyenne: probabilité 0,4	Croissance forte: probabilité 0,3 Croissance moyenne: probabilité 0,7

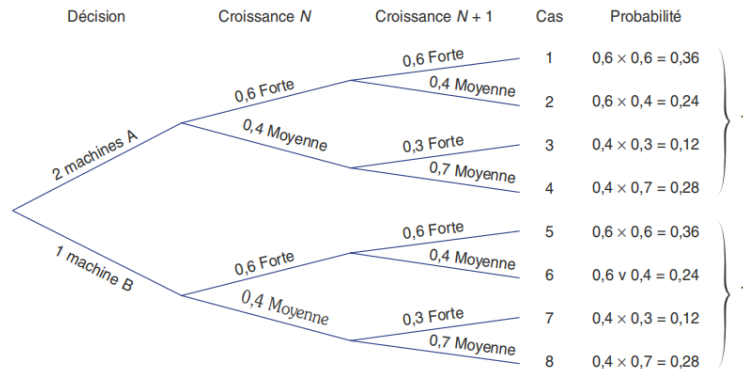
#### Annexe 3 : flux nets de trésorerie prévisibles (hors investissements)



	N	N + 1
Acquisition de deux machines de modèle A	Croissance forte : 35 000 € Croissance moyenne: 31 000 €	Croissance forte : 40 000 € Croissance moyenne: 32 000 €
Acquisition d'une machine B	Croissance forte : 38 000 € Croissance moyenne: 31 000 €	Croissance forte : 42 000 € Croissance moyenne: 35 000 €

## Résolution

### 1. Arbres de décision



### 2. Valeurs actuelles nettes correspondant à chacun des cas

#### Acquisition de deux machines A

Cas	1	2	3	4
Début N	- 25 000	- 25 000	- 25 000	- 25 000
Fin N	35 000	35 000	30 000	30 000
Début N + 1	- 25 000	- 25 000	- 25 000	- 25 000
Fin N + 1	40 000	32 000	40 000	32 000
VAN	18 553	11 694	13 923	7 064
Probabilité (1)	0,36	0,24	0,12	0,28

(1) Les probabilités permettent de poser le calcul de la question 3

#### Acquisition de la machine B

Cas	5	6	7	8
Début N	- 51 000	- 51 000	- 51 000	- 51 000
Fin N	38 000	38 000	31 000	31 000
Fin N + 1	42 000	35 000	42 000	35 000
VAN	20 193	14 192	13 712	7 711
Probabilité (1)	0,36	0,24	0,12	0,28

(1) Les probabilités permettent de poser le calcul de la question 3.

Exemples de calcul :  $VAN \text{ cas } 1 = - 25\,000 + (35\,000 - 25\,000) \times 1,08^{-1} + (40\,000 \times 1,08^{-2}) = 18\,553$  euros.

### 3. Espérance mathématique des valeurs actuelles nettes de chaque projet

#### Acquisition des machines A:

$$E(VAN) = (18\,553 \times 0,36) + (11\,694 \times 0,24) + (13\,923 \times 0,12) + (7\,064 \times 0,28) = 13\,143 \text{ euros}$$

Selon le même principe, dans l'hypothèse de l'acquisition de la machine B :

$$E(VAN) = 14\,480 \text{ euros}$$

**Conclusion:** La société choisira donc d'acquérir une machine B en janvier N.



### ENONCE 3

#### Choix d'un investissement en avenir incertain

(D'après sujet de DECF.)

La société Aramis étudie un projet d'investissement en recherche et développement d'un montant de 150 milliers d'euros.

Elle envisage deux scénarios :

- réaliser l'investissement en une tranche (décision D1) ;
- l'échelonner sur deux ans (décision D2).

La société a déterminé les valeurs actuelles nettes correspondant à chaque scénario, en fonction de deux hypothèses de niveau de la demande, favorable ou limité.

Les résultats, exprimés en milliers d'euros, sont fournis dans le tableau suivant :

Décisions \ Hypothèses	D1	D2
Favorable	42,15	20,72
Limité	6,12	20,09

1. Indiquer la décision à prendre selon que l'on applique :
  - le critère de Laplace ;
  - le critère du Maximax ;
  - le critère du Maximin ;
  - le critère du Minimax des regrets.
2. Commenter les résultats obtenus.
3. Quel est l'intérêt de ce type de démarche et quelles en sont les limites ?

### RESOLUTION

#### 1. Choix d'une décision

- Critère de Laplace

Calculons la valeur actuelle moyenne pour chacune des décisions :

Décisions \ Hypothèses	D1	D2
Favorable	42,15	20,72
Limité	6,12	20,09
VAN moyenne	24,135	20,405

Selon le critère de Laplace, la décision D1 est retenue car elle offre la plus forte espérance de VAN.

- Critère du Maximax

Décisions \ Hypothèses	D1	D2
Favorable	42,15	20,72
Limité	6,12	20,09

La VAN maximale est réalisée pour la décision D1.

- Critère du Maximin

Il s'agit de minimiser les risques (correspondant aux VAN les plus faibles pour chaque décision) et donc de retenir, parmi chacune des décisions, la valeur minimale la plus élevée.



Hypothèses \ Décisions	D1	D2
Favorable	42,15	20,72
Limité	6,12	20,09

C'est la décision D2 qui permet de minimiser les risques.

#### • Critère du Minimax des regrets

Construisons la matrice des regrets. Prenons pour exemple, la décision D2 avec une demande favorable. La logique de calcul est la suivante :

- sachant que la demande est favorable, quelle cash-flow maximum aurais-je pu dégager ? 42,15 en prenant la décision D1 ;
- sachant que j'ai pris la décision D2, quel est le manque à gagner ?  $42,15 - 20,72 = 21,43$ .

Hypothèses \ Décisions	D1	D2
Favorable	0	$42,15 - 20,72 = 21,43$
Limité	$20,09 - 6,12 = 13,97$	0

La décision D1 est celle qui limite le regret maximum.

## 2. Commentaire

La décision D1 est celle qui assure la VAN maximale mais comporte le risque le plus fort, sans pour autant générer de perte. La décision D2 offre une moins forte variabilité des résultats en fonction du niveau de la demande.

D'après l'ensemble des résultats obtenus, on peut supposer que c'est la décision D1 –réaliser la totalité de l'investissement au début de la première année – qui sera retenue.

Mais ce choix est conditionné par le tempérament du décideur face au risque.

## 3. Intérêt et limites de la méthode

La méthode permet d'explicitier les scénarios possibles et leurs conséquences en termes de gains et de risques de pertes. Elle constitue en cela un bon outil de clarification.

Nous pouvons cependant nous interroger sur la pertinence de cette méthode car l'évaluation des *cash-flows* dans le domaine de recherche et développement est incertaine.

En outre elle privilégie les aspects financiers au détriment de considérations stratégiques, l'axe recherche et développement prenant une importance particulière dans un secteur tel que celui de l'informatique.

## 4. Programmation des investissements et la méthode MPM

### 4.1. Principes

- L'investissement, par sa nature, oblige à une vision pluriannuelle :
  - organisation des acquisitions et des travaux ainsi que de leur mise en oeuvre grâce à des techniques de programmation ;
  - équilibre global du financement des investissements au travers de l'élaboration du plan de



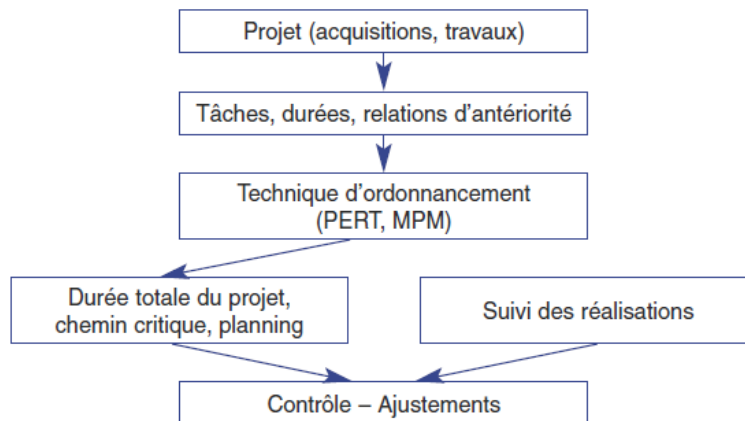
financement.

- Les prévisions sont détaillées, dans le cadre de l'exercice budgétaire, dans le budget des investissements.

## 4.2 Méthode

### 4.2.1. La programmation des investissements

Dès qu'un projet devient complexe par la multiplication des travaux, acquisitions et intervenants, ceux-ci étant liés par des contraintes d'antériorité, l'entreprise recourt à des outils d'ordonnancement : réseau PERT, méthode des potentiels METRA (MPM).



Les outils informatiques spécialisés dans la gestion des projets permettent de facilement mettre en oeuvre ces méthodes et le suivi du projet.

### 4.2.2. Le plan de financement

- Le plan de financement permet, à moyen terme, de dégager, exercice par exercice, les emplois et les ressources liés aux investissements de l'entreprise.
- C'est un document global, pluriannuel, établi en général en deux temps :
  - Recensement des emplois et des ressources prévisionnels ;
  - Recherche d'équilibre, année par année, en dégageant les ressources complémentaires ou en révisant le plan d'investissements.
- C'est un document-support de négociation avec les tiers (associé, banques).

### 4.2.3. Le budget des investissements

Le budget des investissements, dans le cadre de l'exercice budgétaire, détaillée mois par mois :

- Les dates et les montants des d'engagements, moments à partir desquels l'entreprise s'engage à payer les livraisons et prestations, selon un calendrier prédéfini, ou à verser un dédit ;
- Les dates et les montants des réceptions dont la connaissance est indispensable à la mise en oeuvre matérielle du projet ;
- Les dates et les montants des règlements qui permettent d'organiser la trésorerie de l'entreprise.

### 4.2.5. Le contrôle du budget



Le contrôle des investissements s'articule sur deux axes.

- Le contrôle budgétaire : respect des engagements réciproques et mise en œuvre des ajustements. Ce contrôle porte sur les délais (suivi sur le planning, impact des retards sur la durée du projet, ajustement des calendriers), la qualité (respect du cahier des charges) et sur le financement (ressources rendues disponibles à temps).
- Le contrôle de la rentabilité : l'investissement procure-t-il les ressources escomptées ?

#### 4.3. La méthode MPM

La méthode MPM (méthode des potentiels METRA) est une méthode d'ordonnancement qui permet de visualiser sous la forme d'un graphe l'ordonnancement de tâches en fonction de leur antériorité de les programmer et de déterminer la durée totale d'un projet.

##### Exemple

La société Conserva, qui fabrique des conserves alimentaires, envisage de construire une nouvelle unité de production. Ce projet implique, sur le plan matériel, l'acquisition de nouveaux autoclaves et, sur le plan humain, le recrutement et la formation de deux salariés.

L'étude de ce projet se déroule en plusieurs étapes.

##### 4.3.1. Description des opérations à réaliser

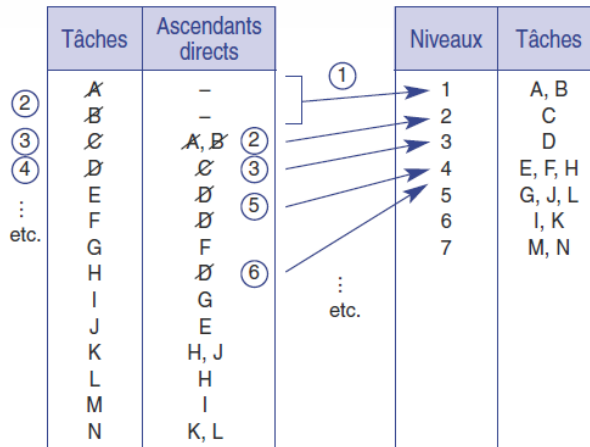
Le tableau suivant présente, après étude, l'ensemble des tâches à réaliser, leur durée et les relations d'antériorité.

	Tâches	Durées (en jours)	Ascendants directs
A	Recherche d'une commune d'accueil	30	–
B	Étude de l'architecte	15	–
C	Constitution de dossier pour la mairie	10	A, B
D	Demande du permis de construire	21	C
E	Recherche des autoclaves	17	D
F	Recherche du chef d'atelier et du commercial	10	D
G	Sélection et recrutement des deux salariés	2	F
H	Construction de l'atelier	60	D
I	Formation des deux nouveaux salariés	30	G
J	Constitution d'un dossier bancaire pour l'achat de l'autoclave	15	E
K	Installation de l'autoclave	10	H, J
L	Équipement d'une chambre froide	8	H
M	Publications professionnelles	10	I
N	Agrément Union européenne	15	K, L

##### 4.3.2. Détermination du niveau des tâches

Cette étape permet, à l'aide d'un algorithme simple, de construire plus facilement le graphe.





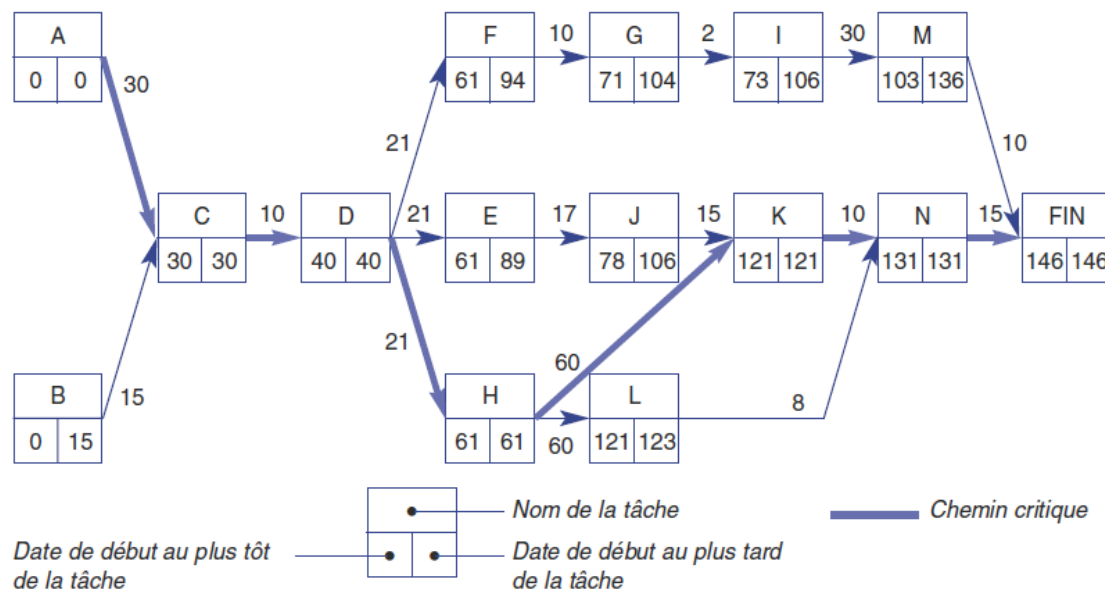
Les tâches de niveau 1 sont celles qui n'ont pas de tâche antérieure (tâches A et B).

On élimine de la liste des tâches et de celle des ascendants directs, celles qui viennent d'être sélectionnés.

Les tâches restantes qui n'ont plus d'ascendants directs sont de niveau 2 (tâches C) ...

#### 4.3.3. Le graphe MPM

Le graphe est construit, niveau par niveau, en respectant les relations d'antériorité ;



La date de début au plus tôt d'une tâche est définie par le calcul du début vers la fin du projet.

#### Exemple

La tâche C ne peut commencer que quand A est terminée (30 jours) et B terminée (15 jours). Elle débutera donc au plus tôt au bout de 30 jours.

La date de début au plus tard est définie en « remontant » le graphe de la fin vers le début.

Ainsi, sachant que le projet dure 146 jours, et que la tâche M dure 10 jours, elle peut commencer au bout du 136e jour.



#### **4.3.4. Exploitation du graphe**

- Durée du projet : 146 jours.

- Chemin critique : c'est l'enchaînement des tâches pour lesquelles on ne dispose d'aucune marge de manœuvre (date au plus tôt égale à la date au plus tard).

Ici, le chemin critique est représenté par l'ensemble des tâches A, C, D, H, K et N.

- Marge totale : elle traduit le retard que peut prendre une tâche sans compromettre la durée totale du projet.

**Marge totale = date de début au plus tard – date de début au plus tôt d'une tâche**

#### **Exemple**

Tâches et marges totales ( ) : D (0) F (33) E (28)



## CHAPITRE 5 GESTION BUDGETAIRE ET OUTILS PREVISIONNELS

### 1. Principes

• La **gestion budgétaire** est « un mode de gestion consistant à traduire en programmes d'actions chiffrés, appelés **budgets**, les décisions prises par la direction avec la participation des responsables » (PCG 1982).

La gestion budgétaire est une modalité de gestion prévisionnelle qui se traduit par :

- la définition d'objectifs traduisant ce que l'entreprise souhaite faire ou estime pouvoir faire ;
- une organisation permettant la prévision, sous forme de budgets, cohérents entre eux, épousant l'organigramme de l'entreprise et englobant toutes les activités de l'entreprise (fonctionnelles et opérationnelles) ;
- la participation et l'engagement des responsables dans le cadre d'une gestion décentralisée ;
- le contrôle budgétaire par la confrontation périodique des réalisations avec le budget, mettant en évidence des écarts et permettant toutes mesures de régulation pour les écarts remarquables (gestion par exception).

• Les budgets peuvent être établis en fonction de différentes hypothèses d'activité.

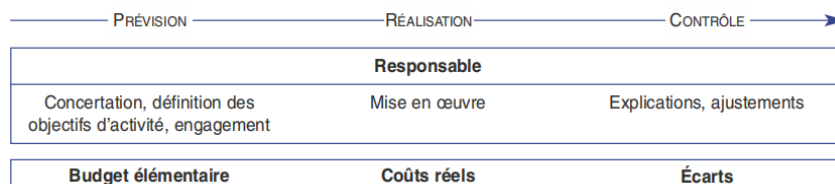
On parle alors de **budgets flexibles**.

### 2. Construction, intérêts et limites du Budget

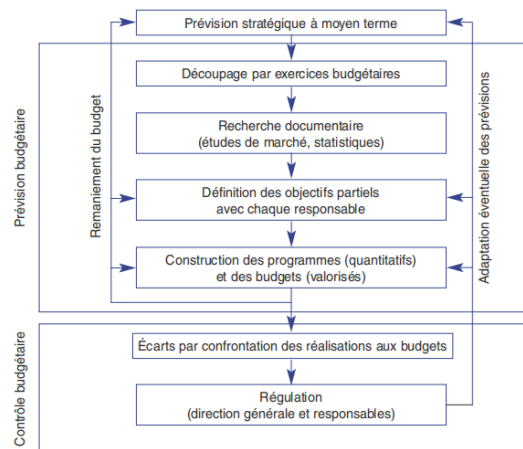
#### 2.1. La construction budgétaire et les hommes

« Le cadre budgétaire doit s'appuyer sur l'organigramme et les définitions de fonction à l'intérieur de l'entreprise. » (PCG 1982)

Chaque budget élémentaire correspond à un centre de responsabilité.



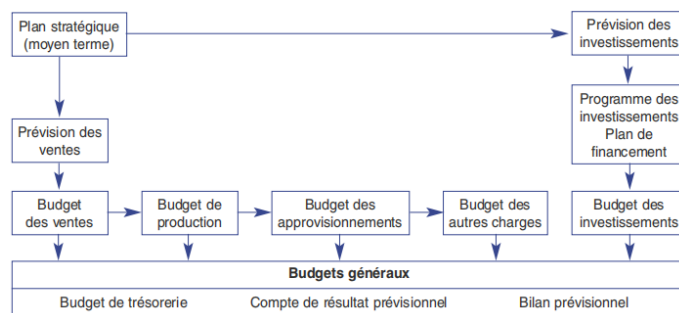
#### 2.2. Procédure d'élaboration du budget



Les budgets, souvent annuels, sont détaillés par périodes plus courtes (mois) afin de repérer et analyser les écarts selon une périodicité adaptée à la durée du cycle de production et de procéder efficacement aux régulations qui s'imposent.



### 2.3. La hiérarchie budgétaire



- La procédure budgétaire se caractérise par la hiérarchie et l'interdépendance des budgets (la prévision de production peut, selon les contraintes, conduire à un réajustement du budget des investissements ou du budget des ventes).
- Les budgets généraux permettent de traduire, sous forme chiffrée, la cohérence des prévisions ; équilibre de la trésorerie, rentabilité de l'exploitation (compte de résultat prévisionnel), équilibre financier (bilan prévisionnel). En cas de déséquilibre, les responsables doivent procéder à des ajustements soit au sein de la période budgétaire soit en révisant les prévisions à moyen terme.
- Ainsi, la prévision budgétaire est un processus itératif qui conduit l'ensemble à la cohérence et à la sécurité (prévisions probabilistes).

### 2.4. Intérêt de la gestion budgétaire

- La démarche de la prévision budgétaire permet une meilleure connaissance des atouts et faiblesses de l'entreprise et, par l'anticipation sur les réalisations, d'améliorer la *réactivité* de l'entreprise.
- Elle *responsabilise* et engage les personnels opérationnels.
- Elle force à la *coordination* des actions.

### 2.5. Limites de la gestion budgétaire

- La construction budgétaire se fonde, en grande partie, sur les modèles passés. Elle risque de pérenniser des postes budgétaires non efficaces. C'est en particulier vrai pour l'ensemble des budgets fonctionnels.
- La désignation des responsabilités, le contrôle peuvent être mal vécus. Une formation faisant ressortir l'intérêt de la gestion budgétaire doit motiver le personnel.
- Le budget risque, dans le cadre d'une décentralisation non sincère, de se transformer en un ensemble de règles rigides qui s'imposent aux « responsables ». La gestion budgétaire devient alors source d'inertie et non de réactivité.
- À l'inverse, la liberté donnée aux responsables peut induire des « féodalités », lieux de pouvoirs, au détriment de la stratégie de l'entreprise et de son intérêt global.
- Les évolutions de l'environnement peuvent rendre la construction budgétaire obsolète. La veille doit être constante afin d'adapter les programmes d'actions et les prévisions.



### **3. Étude de cas: la gestion budgétaire des ventes**

#### **3.1. Principes**

- Le budget des ventes est le premier de la construction budgétaire. Il détermine le volume d'activité de l'entreprise conditionnant ainsi les autres budgets. Il permet aussi de prévoir la principale ressource d'exploitation de l'exercice et son étalement dans le temps.
- La prévision des ventes définit également l'activité à venir des commerciaux par la fixation d'objectifs de vente (volume et prix) par produit et par région.

#### **3.2. Méthode**

##### **3.2.1. Le programme des ventes**

Le programme des ventes définit les prévisions de ventes en quantités :

- selon les besoins et les destinataires de l'information, par période, par produit, par région ou par commercial ;
- à partir de la politique commerciale de l'entreprise (lancement de produits nouveaux, publicité, promotions, etc.) ;
- à la suite d'une étude documentaire et/ou une étude de marché ;
- en mettant en œuvre les outils statistiques adaptés à la prévision à court terme :
  - recherche de corrélation, par exemple entre le volume des ventes et le montant des frais de publicité ;
  - prévisions en prolongeant les tendances passées par l'étude des séries chronologiques (voir Application).

##### **3.2.2. Le budget des ventes**

- Le budget des ventes est issu de la valorisation du programme grâce à une prévision des prix :
  - informations provenant des services comptables et commerciaux ;
  - étude de la concurrence ;
  - analyse des prix : prix psychologique, élasticité de la demande par rapport aux prix ;
  - connaissance des coûts.
- Le budget des ventes peut prendre différentes formes : il peut être construit, par exemple, par produit, par région ou par représentant.

##### **3.2.3. Le budget des charges de distribution**

Il regroupe l'ensemble des charges induites par la vente des produits :

- charges variables : transport sur ventes, emballages ;
- charges semi-variables : rémunération des commerciaux, publicité ;
- charges fixes : coût des locaux, études de marché.

##### **3.2.4. Le contrôle des ventes**

Le contrôle des ventes peut être mené à partir d'une analyse d'écart sur chiffre d'affaires ou d'écart sur marge.

Ces analyses permettent de conforter l'entreprise dans ses actions commerciales ou de redresser certaines tendances :

- développer l'action vers les produits qui participent le plus à la rentabilité de l'entreprise ou aux apports de trésorerie ;



- freiner les tendances de commerciaux à négocier des prix bas risquant de compromettre la rentabilité de l'entreprise ;
  - développer des actions de promotion ou relancer des campagnes publicitaires.
- Le contrôle des frais de distribution relève d'une analyse d'écart sur charges indirectes.

### 3.2.5. Prédiction des ventes et étude des séries chronologiques

#### Exemple

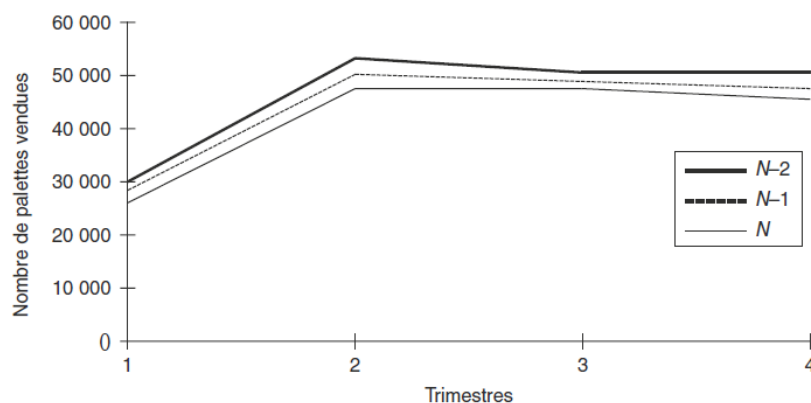
La société anonyme TN produit des tuiles et autres éléments de couverture, dont les ventes sont saisonnières. Afin d'ajuster les rythmes de production et la gestion des stocks, elle vous demande d'étudier l'évolution des ventes.

Vous disposez pour cela des ventes trimestrielles en volumes des trois dernières années.

#### Ventes trimestrielles de palettes des trois dernières années

Trimestres	N-2	N-1	N
1	26 500	29 000	30 000
2	49 000	52 500	55 000
3	45 500	47 000	49 000
4	41 000	43 000	47 000

#### • Représentation graphique



La représentation graphique met en évidence la répétition d'une année sur l'autre des mêmes variations. Elle montre aussi une tendance à la croissance des ventes dans le temps : les courbes les plus récentes sont au-dessus des antérieures.

#### 3.2.5.1. Prévisions des ventes et coefficients saisonniers

##### • Méthode des moindres carrés

La méthode des moindres carrés est une méthode d'ajustement linéaire qui fournit une équation de droite de type  $y = ax + b$ ,  $y$  représentant la valeur ajustée et  $x$  la période observée, avec :

$$a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sum (x_i - \bar{x})^2} = \frac{\sum x_i y_i - n \bar{x} \bar{y}}{\sum x_i^2 - n \bar{x}^2} \text{ et } b = a \bar{x} - \bar{y}$$

$X$  (barre) et  $y$  (barre) étant les moyennes arithmétiques des valeurs des séries  $X$  et  $Y$ . La recherche des valeurs  $a$  et  $b$  peut s'effectuer par tableau de calcul (procédé long) ou à l'aide d'une calculatrice.

On obtient l'équation suivante :  $y = 956,294 x + 36\,659$

##### • Calcul des coefficients saisonniers

Première étape : calcul des valeurs ajustées  $y' = 956,294 x + 36\,659$



x	y'	x	y'	x	y'
1	37 615	5	41 441	9	45 266
2	38 572	6	42 397	10	46 222
3	39 528	7	43 353	11	47 178
4	40 484	8	44 309	12	48 135

Deuxième étape : calcul des rapports  $y/y'$  et détermination des coefficients saisonniers

Trimestres	$y/y'$	Mois	$y/y'$	Mois	$y/y'$	Coefficients saisonniers <sup>(1)</sup>
1	0,70	13	0,70	25	0,66	0,69
2	1,27	14	1,24	26	1,19	1,23
3	1,15	15	1,08	27	1,04	1,09
4	1,01	16	0,97	28	0,98	0,99
Total						4,00

(1) Moyenne par trimestre des rapports  $y/y'$ .

#### • Prédiction des ventes de $N + 1$

Après avoir calculé la tendance avec l'équation de la droite d'ajustement, on applique le coefficient saisonnier pour chaque trimestre.

Trimestres	N°	Y'	Coefficients saisonniers	Ventes prévues
1	13	49 091	0,69	33 873
2	14	50 047	1,23	61 558
3	15	51 003	1,09	55 594
4	16	51 960	0,99	51 440

#### 3.2.5.2. La prévision probabiliste des ventes

Sous certaines conditions, l'entreprise peut définir la loi de probabilité de sa demande qui, le plus souvent, est une loi normale. Elle peut, par exemple, calculer la probabilité de réaliser ses objectifs de vente ou d'atteindre le seuil de rentabilité.

Ce calcul de probabilité renvoie à l'utilisation de la loi normale par le calcul de la valeur de la variable centrée réduite  $t = (X - m) / s$ ,  $X$  représentant le plus souvent la demande.

#### Exemple

Les ventes annuelles en quantités (Q) des planches à voile Junior suivent une loi normale de moyenne 2300 et d'écart type 150. Pour l'année  $N$ , la société Agde Marine s'est défini un objectif de ventes de 2500 planches.

Pour atteindre le seuil de rentabilité des planches Junior, il faut en vendre au moins 2000.

Quelle est la probabilité de réaliser l'objectif de vente ? d'atteindre le seuil de rentabilité ?

- Probabilité d'atteindre l'objectif de ventes =  $p(Q > 2500) = p(t > (2500 - 2300) / 150) = p(t > 1,33) = 1 - \Pi(1,33) = 1 - 0,9082 = 9,18 \%$ .

- Probabilité d'atteindre le seuil =  $p(Q > 2000) = p(t > (2000 - 2300) / 150) = p(t > -2,00) = \Pi(2,00) = 97,72 \%$ .

La probabilité d'atteindre l'objectif de vente est assez faible.

Cependant l'entreprise a 97,72 % de chances de réaliser un bénéfice.



### 3.2.5.3. L'élasticité de la demande par rapport au prix

- **L'élasticité simple** de la demande par rapport au prix exprime la variation relative de la demande par rapport à une variation des prix.  $eD/P = (\Delta D/D) / (\Delta P/P)$

#### Exemple

Les résultats d'une étude de prix que vous avez commandée, montrent que pour un fromage de brebis fermier (fabriqué à partir du lait cru), l'élasticité est positive :  $ed/p = 0,8$  pour un prix variant entre 10 € et 17 € par kg.

L'élasticité positive du fromage de brebis,  $eD/P = 0,8$  signifie que, dans la fourchette de prix comprise entre 10 et 17 euros, lorsque le prix augmente de 1 %, la demande augmente de 0,8 %.

- **L'élasticité croisée** de la demande d'un produit P1 par rapport au prix d'un produit P2 exprime la variation relative de la demande de P1 lorsque le prix de P2 varie.

#### Exemple

La même étude a révélé une élasticité croisée entre deux autres produits, le fromage au lait de vache et le fromage « mixte ». Les valeurs observées sont les suivantes :

**Tableau des coefficients d'élasticité-prix dans l'hypothèse d'une hausse des prix**

Prix \ Demande	Mixte	Vache
Mixte	- 0,1	+ 0,2
Vache	+ 0,4	- 0,2

**Tableau des coefficients d'élasticité-prix dans l'hypothèse d'une baisse des prix**

Prix \ Demande	Mixte	Vache
Mixte	- 0,3	+ 0,1
Vache	- 0,2	- 0,5

Ces données montrent que :

- si le prix du fromage mixte augmente de 1 %, la demande de ce fromage baisse de 0,1 % et celle du fromage de vache augmente de 0,2 %. Il y a donc substitution de la demande ;
- si le prix du même fromage baisse de 1 %, sa demande baisse de 0,3 % et celle du fromage de vache augmente de 0,1 %. Cela traduit une détérioration de l'image du produit liée à un prix estimé faible par une partie de la clientèle.

### 3.2.5.4. Les limites de la prévision des ventes

- L'élaboration des budgets en aval du budget des ventes peut conduire à la révision d'un programme des ventes trop ambitieux si, par exemple, les capacités productives ne peuvent pas suivre.
- La qualité de la prévision des ventes doit être rapprochée du coût de l'information (panels, études de marché, etc.).
- Les analyses statistiques permettent de définir des tendances par extrapolation des ventes passées. Il suffit d'observer la courbe de vie d'un produit pour comprendre que l'entreprise doit être très attentive aux renversements de tendances.