

# Table des matières

<b>Avant-propos</b>	<b>3</b>
<b>Table des matières</b>	<b>5</b>
<b>Préambule</b>	<b>9</b>
À quoi sert une aide à la décision ? . . . . .	9
Du modèle d'affaires à la décision multicritère . . . . .	11
Objectifs et organisation . . . . .	13
<b>1 Choix d'investissement</b>	<b>17</b>
1.1 La stratégie d'investissement . . . . .	17
1.2 Budget prévisionnel . . . . .	19
1.2.1 Exemple . . . . .	19
1.2.2 Les Cash-Flows . . . . .	20
1.2.3 Les principes d'actualisation et de capitalisation . . . . .	24
1.3 Les règles de décision . . . . .	27
1.3.1 La valeur actuelle nette . . . . .	27
1.3.2 Le délai de récupération . . . . .	36
1.3.3 L'indice de profitabilité . . . . .	37
1.3.4 Le Taux de Rendement Interne . . . . .	38
1.4 Exercices . . . . .	40
1.4.1 Entreprise Pomponette . . . . .	40
1.4.2 Entreprise Patachon . . . . .	43
1.4.3 Un exercice sur l'APV . . . . .	44
1.4.4 Qu'ai-je appris ? . . . . .	47
1.5 Annexe : bilan comptable . . . . .	49
<b>2 Analyse multicritère</b>	<b>51</b>
2.1 Présentation de l'analyse multicritère . . . . .	51
2.1.1 Objectif de la décision multicritère . . . . .	51
2.1.2 Objectifs, attributs et critères . . . . .	52
2.1.3 Dominance et satisfaction . . . . .	55
2.1.4 Préférence, indifférence et valeur . . . . .	58
2.2 La somme pondérée . . . . .	60
2.2.1 Somme pondérée : la méthode avec normalisation des critères . . . . .	60
2.2.2 Détermination des poids . . . . .	62
2.2.3 Utilisation du Produit Pondéré** . . . . .	65
2.2.4 Somme pondérée : la méthode du TMS . . . . .	66
2.3 Théorie de la valeur multi-attribut : MAVT . . . . .	66
2.3.1 La méthode de détermination de la MAVT . . . . .	68

2.3.2	Condition d'application de la méthode . . . . .	74
2.4	L'optimisation multi-objectifs** . . . . .	75
2.4.1	Positionnement du problème . . . . .	75
2.4.2	Efficience et optimalité . . . . .	76
2.4.3	L'optimisation monocritère . . . . .	78
2.4.4	La programmation par compromis . . . . .	81
2.4.5	Somme pondérée ou MAVT . . . . .	82
2.5	Exercices . . . . .	83
2.5.1	Évaluation d'une centrale nucléaire . . . . .	83
2.5.2	Programmation linéaire : capital budgeting . . . . .	85
2.6	Qu'ai-je appris ? . . . . .	87
2.7	Annexe . . . . .	88
2.7.1	L'additivité dans le cas de 2 critères : la condition de Thompsen . . . . .	88
2.7.2	Condition d'existence d'une fonction de valeur exponentielle . . . . .	89
<b>3</b>	<b>Evaluation des risques</b> . . . . .	<b>91</b>
3.1	Positionnement du problème . . . . .	91
3.2	Évaluation du risque . . . . .	93
3.2.1	La méthode des scénarios . . . . .	93
3.2.2	L'analyse de sensibilité . . . . .	94
3.2.3	Simulation de Monte-Carlo . . . . .	96
3.3	Des jugements, des biais et des probabilités** . . . . .	103
3.3.1	Évaluation de quantités discrètes. . . . .	104
3.3.2	L'estimation d'une distribution continue. . . . .	105
3.4	Qu'ai-je appris ? . . . . .	107
<b>4</b>	<b>Risque et décision</b> . . . . .	<b>109</b>
4.1	La matrice d'information . . . . .	109
4.2	Règles de décision en incertitude . . . . .	110
4.3	Règles de décision en situation de risque . . . . .	114
4.3.1	La règle de Pascal . . . . .	114
4.3.2	La modélisation de Markowitz . . . . .	115
4.3.3	La règle de l'espérance d'utilité . . . . .	119
4.3.4	Prix de vente et prime de risque** . . . . .	124
4.4.1	Autre approche de découverte de la fonction d'utilité : l'équivalence probabiliste** . . . . .	127
4.5	Application : choix d'investissement** . . . . .	131
4.6	Exercice . . . . .	134
4.7	Qu'ai-je appris ? . . . . .	135
<b>5</b>	<b>Dominance stochastique</b> . . . . .	<b>137</b>
5.1	La dominance stochastique du premier ordre . . . . .	137
5.2	La dominance stochastique du deuxième ordre . . . . .	139
5.3	En pratique . . . . .	139
5.4	Cas Calypso . . . . .	140
5.5	Qu'ai-je appris ? . . . . .	145

<b>6</b>	<b>Arbre de décision</b>	<b>147</b>
6.1	Arbre de décision . . . . .	147
6.2	Diagramme d'influence . . . . .	150
6.3	Application : le cas Microtel . . . . .	152
6.4	Exercices . . . . .	157
6.4.1	Microtel avec utilité . . . . .	157
6.4.2	Arbre et simulation de Monte-Carlo . . . . .	157
6.5	Qu'ai-je appris ? . . . . .	159
<b>7</b>	<b>Analyse multicritère et risque</b>	<b>161</b>
7.1	Retour sur l'exemple Modigliani . . . . .	161
7.2	Résolution pour un décideur neutre au risque . . . . .	162
7.3	Résolution par la règle d'espérance d'utilité . . . . .	164
7.3.1	Procédure 1 : classement par l'espérance d'utilité . . . . .	165
7.3.2	Procédure 2 : résolution par la méthode de l'équivalent certain**	169
7.4	Qu'ai-je appris ? . . . . .	172
<b>8</b>	<b>Études de cas</b>	<b>173</b>
8.1	Entreprise Confort . . . . .	173
8.1.1	Choix d'investissement : énoncé . . . . .	173
8.1.2	Choix d'un site de production : énoncé . . . . .	174
8.1.3	Choix d'une campagne publicitaire : énoncé . . . . .	176
8.1.4	Introduction du risque pour le choix d'un site de production : énoncé . . . . .	177
8.2	Corrigé du cas 8.1 : entreprise Confort . . . . .	179
8.2.1	Choix d'investissement (cf. énoncé 8.1.1) . . . . .	179
8.2.2	Choix d'un site de production (cf. énoncé 8.1.2) . . . . .	181
8.2.3	Choix d'une campagne publicitaire (cf. énoncé 8.1.3) . . . . .	183
8.2.4	Analyse multicritère avec risque (cf. énoncé 8.1.4) . . . . .	184
8.3	Problème d'aménagement urbain : énoncé . . . . .	188
8.4	Corrigé du problème d'aménagement urbain . . . . .	192
	<b>Pour aller plus loin</b>	<b>196</b>
	<b>Les corrigés des QCM</b>	<b>198</b>
	<b>Index</b>	<b>201</b>
	<b>Notes</b>	<b>203</b>
	<b>Bibliographie</b>	<b>211</b>



« L'intelligence, ce n'est pas ce que l'on sait mais ce que l'on fait quand on ne sait pas »

Jean Piaget

# Préambule

## À quoi sert une aide à la décision ?

Prendre des décisions est une activité quotidienne pour un dirigeant d'entreprise, toutefois les décisions peuvent être de nature différente. Certaines décisions sont répétitives ou d'une portée limitée. Ce sont les décisions opérationnelles et elles ont pour but de faciliter le bon fonctionnement de l'entreprise au quotidien. D'autres décisions engagent une partie importante des capitaux de l'entreprise. Il s'agit de décisions stratégiques comme investir sur un nouveau marché, faire l'acquisition d'une nouvelle entreprise ou changer d'outil de production. Les décisions stratégiques nécessitent une analyse « posée » sur les conséquences et risques potentiels. Les techniques d'aide à la décision ont pour but d'aider le dirigeant de l'entreprise à prendre une bonne décision. Il s'agit d'un processus qui décortique le problème décisionnel de façon à produire une modélisation de la situation permettant la prise de décision. Notamment, le décideur doit définir les objectifs à atteindre, les alternatives ou solutions pouvant être mises en oeuvre, les conséquences et incertitudes liées à chaque alternative par rapport aux objectifs suivis et enfin il doit spécifier le modèle de choix et ses préférences.

Nous prenons des décisions tous les jours et dans la plupart des cas, nous n'avons pas besoin d'une aide pour le faire. Aussi peut-il paraître utile de préciser l'apport de ce manuel. Tout d'abord, l'humain n'est pas exempt de prendre de mauvaises décisions, non pas parce que celles-ci ont conduit à un mauvais résultat par malchance mais parce que celui-ci est sujet à de la rationalité limitée. Ainsi, pour un problème de décision où le nombre d'alternatives et de considérations à prendre en compte est élevé, le décideur simplifiera son problème. Les heuristiques de simplification peuvent être efficaces, c'est-à-dire procurer de bonnes performances en moyenne, mais peuvent aussi conduire à des biais dommageables. Un exemple nous est donné par *le biais de reconnaissance*. Celui-ci nous encline à choisir une alternative qui présente un caractère familier. Ainsi un individu devant choisir entre deux produits mais n'ayant pas le temps de les comparer choisira celui qui sera le plus facilement reconnaissable par une caractéristique spécifique. Des caractéristiques comme la marque ou le design du produit sont des critères courants. Si la marque est garante de qualité alors le choix ne sera pas forcément mauvais. Mais se fier juste au design du produit semble être plus aléatoire car des entreprises vendant des produits de qualité inférieure ont une forte propension à copier le design d'une marque leader. Si l'heuristique de reconnaissance ne permet pas de trancher, le consommateur aura tendance à se référer à un critère unique. Dans le cas de l'achat d'un produit, le prix est souvent le critère décisif. Mais acheter le produit ayant le prix le plus bas n'offre aucune garantie sur le rapport qualité / prix du produit qui aurait été préféré par le consommateur avec une analyse plus poussée. Dans certains cas, il se peut aussi qu'une première analyse intuitive bien qu'ayant permis d'éliminer des alternatives ne suffise plus à choisir entre les alternatives restantes. Prenons l'exemple d'un couple voulant investir dans un appartement en Alsace. Ce couple considère que trois aspects doivent être pris en compte.

Tout d'abord, la rentabilité de l'investissement est un point très important car il s'agira de constituer une épargne prévisionnelle notamment par la location de l'appartement sous forme de gîte. Comme le couple compte séjourner dans l'appartement, la qualité de l'environnement et la qualité de l'appartement sont deux autres critères à prendre en compte. Après un nombre important de visites et l'élimination de plusieurs appartements ne répondant pas à leurs exigences minimales, trois appartements retiennent leur attention. Ces trois appartements présentent des caractéristiques intéressantes mais diffèrent sur chacun des trois critères et posent donc un problème de choix. Qui plus est, le couple doit s'accorder sur le choix final et il s'avère que ce qui est vraiment important dans la décision diffère aussi au sein du couple. La rentabilité du projet semblait tenir la corde mais pour l'un des membres du couple, l'environnement et la qualité de l'appartement sont finalement tout aussi importants. Pour prendre leur décision, il s'agit d'abord de mesurer la rentabilité de chaque appartement en fonction des méthodes exposées dans le chapitre 1 et prenant en compte les méthodes d'évaluation de l'incertitude telles que présentées dans le chapitre 3. Enfin, une analyse multicritère telle que menée dans le chapitre 2 et complétée par la prise en compte du risque (chapitres 4 et 7) semble être le processus approprié pour aider ce couple à trouver un bon compromis.

La figure 1 présente une typologie sur laquelle se base le contenu de ce manuel. Il s'agira d'analyser plus particulièrement des décisions qui ne sont pas fréquentes et complexes avec potentiellement des conséquences multiples et incertaines.

Fréquence	• Habituelle / <b>non fréquente</b>
Complexité	• Simple / <b>réflexion</b>
Conséquences	• <b>Une seule (financière) / plusieurs</b>
Risque	• <b>Certitude / incertitude</b>
Discipline	• Psychologie / <b>gestion et mathématique de la décision</b>
Qui	• <b>Individu</b> / groupe • Coopérative/non coopérative

FIGURE 1: Typologie des décisions. En surligné, l'optique du manuel.

Il y a plusieurs avantages issus d'une analyse approfondie d'un problème de décision. Tout d'abord, bien poser le problème de décision permet de clarifier et mettre à disposition de tous les principales données du problème. Il s'agit de spécifier les alternatives de choix et préciser comment celles-ci sont liées aux objectifs de la décision. Il s'agit aussi de quantifier ce lien. De plus, réfléchir à un problème décisionnel et le modéliser permet de préciser de nouveaux éléments. De nouvelles informations peuvent apparaître comme par exemple la relation entre différents facteurs ou inputs du problème. Les préférences implicites des individus ou groupe d'individus ayant un enjeu dans la décision sont révélées au fur et à mesure du processus. Les incertitudes auxquelles le décideur fait face peuvent être déterminées et de nouvelles alternatives ou de nouveaux éléments d'appré-

ciation peuvent être révélés. Enfin, l'analyse va permettre de communiquer clairement sur les différents éléments du problème.

L'ouvrage doit permettre d'appréhender la prise de décision où le risque est un facteur prépondérant. Le critère financier est souvent prédominant pour une entreprise et l'analyse du risque financier un aspect central de la décision. Néanmoins les méthodes de ce manuel vont plus loin qu'une analyse monétaire « coût-bénéfice ». L'analyse multicritère permet d'intégrer des indicateurs qui ne sont pas forcément monétaires ou exprimables en équivalent monétaire. C'est pour cela que ces méthodologies sont utiles pour les entreprises privées (le fil rouge 8.1), publiques (le fil rouge 8.3) mais aussi pour tout quidam comme l'exemple sur le choix d'un appartement le souligne.

## Du modèle d'affaires à la décision multicritère

Une aide à la décision nécessite différentes étapes où sont clarifiés différents aspects du problème. La première partie du processus consiste en l'identification du « besoin ». Il s'agira de déterminer quel est l'objectif de la décision et d'identifier les alternatives pouvant y répondre. La figure 2 présente le déroulement général du processus décisionnel. L'identification du besoin se fait par réponse à la question : « pourquoi vouloir lancer un nouveau projet ? ». Il s'agit de caractériser dans un premier temps l'objectif général suivi c'est-à-dire de savoir à quelle problématique le décideur cherche à répondre.

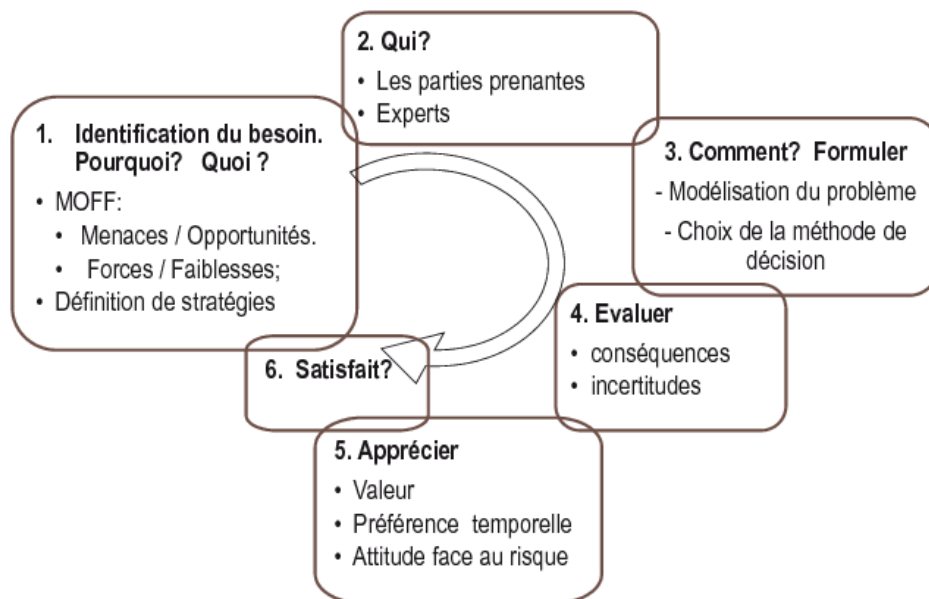


FIGURE 2: Le processus décisionnel.

Dans le cas d'une décision stratégique d'une entreprise, cette réponse reposera sur une analyse introspective de l'entreprise en rapport avec son environnement externe et le cadre d'analyse est de type MOFF (Menaces, Opportunités, Forces et Faiblesses). L'entreprise doit déterminer ses forces et ses faiblesses et identifier les opportunités à saisir et les menaces à circonscrire. Il s'agira notamment de définir ou d'identifier les stratégies à mettre en oeuvre qui permettent de capitaliser sur les forces ou éliminer les faiblesses en saisissant des opportunités existantes sur le marché. En somme, il s'agit de répondre

à la question « quoi » (faire) de la figure 2 pour attendre l'objectif suivi. De façon plus générale, l'identification des alternatives permettant de répondre aux objectifs exprimés par le décideur est une part importante du processus de modélisation.

La deuxième étape du processus décisionnel doit déterminer quelles sont les personnes impliquées dans le processus. Il y a tout d'abord, les groupes ou personnes qui seront impactés par la décision. Nous les appellerons les parties prenantes et pour exemple, il peut s'agir du chef d'entreprise, du personnel chargé de la mise en oeuvre ou des représentants du personnel. Ensuite, il y a les experts en charge d'apporter de l'information pertinente à la prise de décision. Ils peuvent notamment porter un jugement sur l'incertitude affectant un aspect du processus de décision. Par exemple, le responsable de production peut quantifier l'incertitude liée aux coûts de production d'un produit. Enfin une troisième personne, que l'on appellera l'analyste, doit guider le décideur dans la prise de décision. Il s'agit pour lui de mettre en oeuvre le processus décrit dans la figure 2.

Une partie importante du problème de décision consiste à modéliser le problème : il s'agit de définir le lien entre la mise en oeuvre d'une stratégie et le résultat final en termes d'objectifs suivis. Prenons l'exemple d'une entreprise voulant développer une nouvelle ligne de produit dans le but d'améliorer son bénéfice. Le bénéfice est l'objectif suivi et l'entreprise devra choisir parmi différents produits celui qui répond le mieux à la maximisation du bénéfice. Néanmoins le bénéfice est emprunt d'incertitude. D'une part, la concurrence sur le marché ainsi que l'apparition de nouveaux produits rendent incertaines la rentabilité future du produit. D'autre part, le processus de production est complexe et l'ensemble des étapes pour arriver à un produit adéquat engendre des incertitudes sur la qualité que l'on peut atteindre pour un coût de mise en oeuvre donné.

La modélisation consiste à prendre en compte tous ces éléments et les organiser en réseau de relations permettant de comprendre comment le bénéfice est lié aux décisions internes et aux facteurs internes et externes de l'entreprise.

Les diagrammes d'influence ainsi que leur instanciation en arbre de décision sont des méthodes de représentation de cette modélisation et seront vus au chapitre 6. L'objectif général peut être plus compliqué qu'un bénéfice d'une entreprise. Par exemple, l'objectif « avoir une médecine de qualité » peut dépendre non seulement du coût de la santé, mais aussi de la taille des infrastructures, de l'éloignement du patient par rapport au centre de soin... L'objectif principal sera donc décliné en une hiérarchie de critères qui précisera ce que l'on entend par l'objectif général « une médecine de qualité ».

Ceux-ci pourront à leur tour conduire à des critères plus fins jusqu'à aboutir à des critères non ambigus et qui permettent l'évaluation. On appellera ces derniers, des attributs.

Une quatrième étape consiste donc à évaluer les attributs du problème de décision. Il s'agira d'une évaluation qualitative ou quantitative de chaque alternative par rapport à chaque attribut. Le chapitre 2 sur l'analyse multicritère précisera la démarche.

Enfin, le décideur exprimera des préférences sur le niveau désiré de chaque attribut. Par exemple, les entreprises préfèrent avoir des coûts faibles, toute chose étant égale par ailleurs pour les scores des autres attributs. Dans ce cas, nous dirons que les préférences sont décroissantes dans le score de l'attribut et l'appréciation donnée par l'individu exprime sa satisfaction par rapport à ce score.



On parlera de fonction de valeur monocritère pour la fonction qui lie le score d'un attribut à la satisfaction du décideur.

Confronté à un objectif risqué, le décideur peut également exprimer des préférences pour le risque. Dans ce cas, la décision sera affectée par l'aversion ou le goût pour le risque qu'il exprime. Le décideur peut enfin considérer que certains attributs peuvent se compenser : ainsi un consommateur peut être prêt à payer plus cher pour un produit si celui-ci est de meilleure qualité.

Les poids sont une mesure de cette compensation. Ils déterminent l'importance relative de chaque attribut.

La détermination des poids et des fonctions de valeur permet de déterminer la valeur globale attribuée à chaque alternative. La valeur globale représente les préférences du décideur sur l'ensemble des conséquences d'une alternative.

Cette méthode permet de classer l'ensemble des alternatives par valeur globale croissante et l'alternative choisie sera celle qui a la valeur globale la plus élevée. On appelle cette méthode de détermination des préférences la théorie de la valeur multi-attribut . Nous utiliserons l'acronyme **MAVT** (*Multi-Attribute Value Theory*). MAVT est une méthode intuitive et a été utilisée dans de nombreuses applications. Elle sera présentée dans le chapitre 2. D'autres méthodes multicritères existent ; notamment l'école européenne d'aide à la décision propose des méthodes qui ne nécessitent pas d'ordonner toutes les alternatives c'est-à-dire qui admettent l'incomparabilité des alternatives <sup>1</sup>.

La fin du processus revient à demander au décideur s'il est satisfait par la recommandation. L'analyste a d'autant plus de chance de rassurer le décideur sur la justesse de la décision qu'une analyse de sensibilité sur les différents aspects du problème a été menée. Notamment, la décision est-elle robuste à un changement dans la valeur des poids et des fonctions de valeur monocritère ? Comment l'incertitude sur les scores des attributs ou sur les préférences individuelles affecte-t-elle le choix ? Différentes techniques seront présentées dans les chapitres 3, 4 et 7.

## Objectifs et organisation

Le manuel a pour objectif de présenter différentes méthodologies pouvant servir à la décision. Pour tout problème de décision il y a trois phases à considérer : une phase de modélisation, une phase d'évaluation et une phase de décision. La figure 3 montre les trois phases du processus décisionnel ainsi que les méthodologies associées. Ces aspects seront passés en revue dans les chapitres qui suivent.

Le manuel a pour but de rendre ces méthodes accessibles à la majorité des utilisateurs potentiels : les managers, les ingénieurs et les entrepreneurs. Cet ouvrage est dédié aux élèves d'écoles de commerce et d'ingénieur et aux étudiants d'université ayant un intérêt pour la prise de décision. Le but n'est pas d'être exhaustif dans la présentation des méthodes mais de présenter des méthodes suffisamment robustes pour pouvoir faire face à la plupart des problèmes décisionnels ou une analyse économique ou multicritère est pertinente.

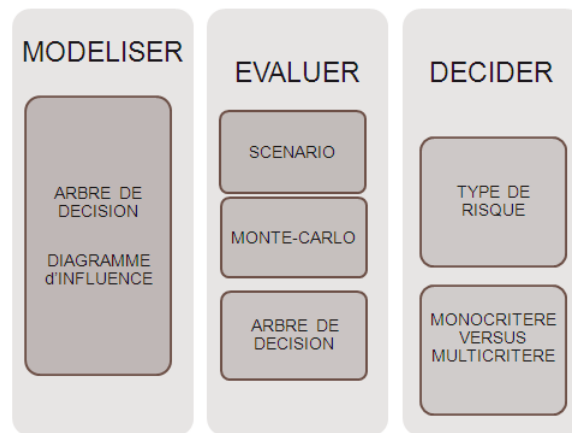


FIGURE 3: Les trois phases du processus décisionnel.

Différents concepts venant de différents domaines scientifiques seront mobilisés pour permettre une prise de décision qui se voudra rationnelle, c'est-à-dire une prise de décision cohérente et représentant au mieux les préférences implicites du décideur.

**Le chapitre 1** présente une décision financière particulièrement importante pour l'entreprise celle de la décision d'investissement. L'objectif de ce chapitre est de se concentrer uniquement sur l'aspect financier et de présenter des règles de décision permettant de choisir le projet maximisant la rentabilité.

**Le chapitre 2** présente l'analyse multicritère. Celle-ci permet de comparer différentes alternatives en prenant en compte plusieurs dimensions d'évaluation.

Les chapitres suivants seront consacrés à la décision en situation d'incertitude et de risque, cela tout d'abord dans le cas monocritère avec typiquement un critère financier comme dimension d'évaluation.

**Le chapitre 3** présentera différentes méthodes d'évaluation de l'incertitude et du risque. Plus particulièrement, nous parlerons de la méthode des scénarios, de simulations de Monte-Carlo et d'analyse de sensibilité.

**Le chapitre 4** présentera les règles de décision en situation d'incertitude et de risque dans le cas d'une décision monocritère. Plus particulièrement, la règle de l'espérance d'utilité, dont l'espérance est un cas particulier, sera présentée.

**Le chapitre 5** introduira la notion de dominance stochastique. Celle-ci permet de classer partiellement les alternatives en fonction du type de risque associé à l'objectif principal.

**Le chapitre 6** sera dédié à la modélisation du problème de décision. Nous y présentons les diagrammes d'influence ainsi que les arbres de décision. Ces méthodes viennent compléter celles vues lors des chapitres 2 et 3 et sont particulièrement utiles pour des situations complexes.

**Le chapitre 7** présente le traitement d'une décision multicritère risquée.

**Le chapitre 8** sera dédié à l'analyse de deux cas mobilisant les différentes techniques présentées dans les chapitres 1 à 7. Il s'agira du cas Confort pour le choix d'un site de production et d'un cas d'aménagement urbain traitant du choix du tracé d'une ligne de tram.

**☑ À retenir**

Préciser les objectifs d'une décision est la première étape d'un processus décisionnel.

Les questions suivantes doivent être posées dans le processus décisionnel : pourquoi, quoi, qui, comment ?

Dans le cas d'une entreprise, les objectifs à suivre et les stratégies à mettre en oeuvre résultent d'une analyse introspective en rapport avec l'environnement externe. Le but est d'identifier les menaces et les opportunités venant de l'environnement en rapport avec les forces et les faiblesses de l'entreprise.

Il y a trois phases dans un processus décisionnel : la modélisation, l'évaluation et la prise de décision.

Modéliser, c'est simplifier une situation complexe dans le but de pouvoir répondre à une question que se pose le décideur.