

# Les choix d'investissement

Arnaud Thauvron



© e-theque 2003



# Les choix d'investissement

Arnaud THAUVRON

Maître de Conférences  
(École Supérieure des Affaires  
Université Paris XII)

Référence e-theque : 2003A0127T  
I SBN : 2-7496-0068-5



©e-theque 2003

e-theque - 167 rue Jean Jaurès - 59264 Onnaing

## Résumé

Réaliser un investissement est une décision qui se pose à tout manager au cours de sa carrière. L'investissement se distingue de la simple dépense par le fait que ce dernier est censé produire des effets positifs pour l'entreprise sur plusieurs années. Le choix de faire ou non un investissement est donc un problème crucial pour toute société. L'objet de cet e-book est de présenter les différents critères de choix qui s'offrent aux managers, d'en présenter leurs intérêts et limites.

Dans la première partie, les principes généraux sont présentés. Le critère de la VAN (Valeur Actualisée Nette) est détaillé, ainsi que les autres critères de choix d'investissement (TIR, DR, VAN globale et TIR global). La détermination des flux de trésorerie est étudiée en détail, de même que certains problèmes particuliers (comparaisons de projets de montants et/ou de durées différents).

La seconde partie est relative à la prise en compte du risque dans le processus de décision. Ceci peut se faire au travers de la détermination du taux d'actualisation qui est utilisé ou à partir d'autres approches (analyse de la sensibilité, du seuil de rentabilité, par les options réelles ou en termes d'espérance-variance).

## SOMMAIRE

### PARTIE I : Les principes généraux

1. Les différents types d'investissement	5
1.1 Les investissements de remplacement et d'extension	5
1.2 Les investissements matériels et immatériels	5
1.3 Les investissements industriels, commerciaux et financiers	5
2. La Valeur Actualisée Nette	5
2.1 Le critère de la VAN	6
2.2 Rappels de mathématiques financières	7
2.3 Les autres facteurs qui guident le choix d'un investissement	9
3. Les autres critères de choix d'investissement	9
3.1 Le taux interne de rentabilité : TIR	9
3.2 Le délai de récupération	13
3.3 Les critères globaux	15
4. L'estimation des flux de trésorerie	16
4.1 Les flux de la période initiale	17

4.2 Les flux des périodes intermédiaires	19
4.3 Les flux de la période terminale	20
5. La mise en œuvre de l'estimation des flux de trésorerie	22
5.1 L'incidence du mode d'amortissement	22
5.1.1 L'amortissement linéaire	23
5.1.2 L'amortissement dégressif	24
5.1.3 L'impact fiscal du mode d'amortissement	25
5.2 Les pertes d'exploitation et l'impôt sur les sociétés	26
5.3 La structure des charges	27
5.4 L'impact de l'inflation	29
6. Les cas particuliers	29
6.1 La contrainte de financement et projets de montants différents	29
6.2 Les projets de durées différentes	30

## **PARTIE II : La prise en compte de l'incertitude**

7. La détermination du taux d'actualisation	33
7.1 La relation risque – rentabilité	33
7.2 L'utilisation du coût du capital	35
7.2.1 Les apporteurs de fonds et les rentabilités exigées	36
7.2.2 Le coût des fonds propres	37
7.2.3 Le coût du capital	39
7.3 L'utilisation du coût du capital ajusté	40
7.3.1 Le risque du projet et le bêta de l'actif	41
7.3.2 Le coût du capital ajusté	43
7.4 Une alternative : l'ajustement des flux de trésorerie	45
8. Les autres approches de l'incertitude	45
8.1 L'analyse de la sensibilité	46
8.2 L'analyse du seuil de rentabilité	48
8.3 Les arbres de décision et les options réelles	48
8.4 L'analyse en termes d'espérance et de variance	51
Biographie	55
Selection de sites internet	56

## **PARTIE I**

### **Les principes généraux**

La politique financière d'une entreprise s'articule principalement autour de 3 grandes décisions :

- ♦ la décision d'investissement
- ♦ la décision de financement
- ♦ la décision de rémunération des actionnaires

Ces trois décisions ne sont pas indépendantes les unes des autres. La politique de financement ne peut se concevoir sans investissement à réaliser. La politique de dividendes suppose que la société ait réalisé des bénéfices et donc qu'elle ait investi dans des projets rentables.

La politique d'investissement est donc centrale dans la vie d'une entreprise. La question qui se pose alors est de savoir quels sont les investissements à réaliser et ceux à rejeter. Il en découle immédiatement un problème : selon quel(s) critère(s) doit se faire cette sélection ?

L'objet de ce *e-book* est de répondre à cette question en présentant les principes qui guident la sélection des investissements à réaliser par une entreprise<sup>1</sup>.

## **1. Les différents types d'investissement**

Un investissement est une dépense qui est réalisée dans l'espoir d'en retirer un profit futur. Ce qui le distingue d'une simple charge est le fait que le profit espéré doit se réaliser sur plusieurs années et non sur un seul exercice. Ils peuvent être classés en plusieurs catégories.

### **1.1. Les investissements de remplacement et d'extension**

Un investissement peut servir à remplacer un actif (machine, ligne de production, bâtiment, ...) déjà existant ou, au contraire, servir à accroître les actifs de l'entreprise.

### **1.2. Les investissements matériels et immatériels**

L'investissement peut porter sur des éléments tangibles (machine par exemple) ou des éléments intangibles. Dans ce dernier cas, le caractère d'investissement dépend de la durée pendant laquelle la dépense va avoir des effets positifs pour l'entreprise. Si cette durée est inférieure à 1 an, il s'agit d'une charge. Si elle est supérieure à 1 an, il est possible de la considérer comme de l'investissement. Les dépenses concernées peuvent être très variées. Il peut s'agir de dépenses de formation ou d'une campagne de publicité. Ainsi, la formation, en permettant aux salariés de l'entreprise d'acquérir de nouvelles compétences, va avoir des effets sur la performance de la société sur plusieurs exercices, et peut donc légitimement être considérée comme un investissement.

### **1.3. Les investissements industriels, commerciaux et financiers**

Selon que la société a une stratégie de croissance interne ou externe, elle réalisera des investissements industriels et commerciaux ou financiers. Lorsque la croissance se fait par augmentation des capacités de production, la stratégie suivie est la croissance interne. À l'inverse, des investissements financiers sous la forme de prises de participations dans d'autres sociétés correspondent à une stratégie de croissance externe.

## **2. La Valeur Actualisée Nette**

La valeur actualisée nette est le critère de référence des choix d'investissement. Après en avoir présenté le principe, nous procéderons à quelques rappels de mathématiques financières.

## 2.1. Le critère de la Valeur Actualisée Nette : VAN

Afin de déterminer si un investissement doit être réalisé ou non, il faut estimer la création de valeur qu'il va générer. Il y a création de valeur si la rentabilité du projet est supérieure au coût d'opportunité que représente le fait d'investir dans ce projet. Ce coût d'opportunité est fonction du risque du projet. Plus un projet est risqué, plus ce coût d'opportunité est élevé.

Pour cela, il faut confronter les sommes que l'entreprise va devoir déboursier aux sommes qu'elle va, par la suite, encaisser et qui vont apparaître à des dates différentes. Ceci impose d'avoir recours aux principes de l'actualisation. En effet, disposer d'un euro aujourd'hui n'est pas équivalent à recevoir cet euro dans cinq ans. Le temps a un prix et l'actualisation permet de rendre comparables des sommes qui sont perçues à des dates différentes.

Le critère qui va être retenu pour choisir de réaliser ou non un investissement est le critère de la VAN (Valeur Actualisée Nette).

La VAN mesure la création nette de valeur, après remboursement de l'investissement initial et rémunération des apporteurs de fonds. Elle est égale à la valeur actualisée, au taux  $k$ , à la date de l'investissement ( $t_0$ ), de tous les flux nets de trésorerie qui vont être dégagés ou engagés ( $F_t$ ), pendant  $n$  années, sous déduction de l'investissement initial ( $I_0$ ).

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + F_1(1+k)^{-1} + F_2(1+k)^{-2} + \dots + F_n(1+k)^{-n}$$

Un signe négatif symbolise un flux de trésorerie qui sort de l'entreprise (c'est notamment le cas de la dépense d'investissement) et un signe positif représente un flux de trésorerie qui entre dans l'entreprise (les ventes par exemple).

Un projet peut être réalisé dès lors que sa VAN est positive, c'est-à-dire qu'il y a création de valeur. Le taux d'actualisation à retenir est le coût du capital du projet. Il représente la rentabilité minimale qui est exigée du projet, compte tenu du risque de ce dernier.

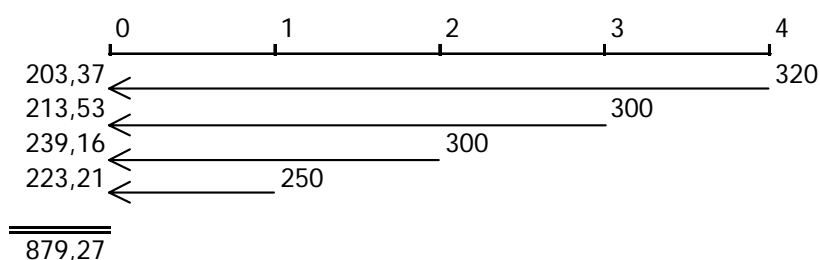
Lorsque deux projets sont mutuellement exclusifs (on ne peut réaliser les deux en même temps) et ont une VAN positive, il faut choisir celui qui a la VAN la plus élevée.

### Illustration :

Soit un projet d'investissement dont les flux de trésorerie sont résumés dans le tableau ci-dessous. Le taux d'actualisation est de 12%.

Année	0	1	2	3	4
Flux	- 600	250	300	300	320

Le principe de la VAN consiste à ramener à la date 0 l'ensemble des flux, en les actualisant :



La valeur actualisée nette est :

$$VAN = -600 + \frac{250}{(1,12)^1} + \frac{300}{(1,12)^2} + \frac{300}{(1,12)^3} + \frac{320}{(1,12)^4} = -600 + 879,27 = 279,28$$

La VAN du projet étant positive, le projet est donc rentable et doit être réalisé. Cela signifie que le projet a permis de rembourser les fonds investis, en tenant compte d'un taux de rémunération de 12% et qu'il a généré un surplus. Ce surplus représente la valeur créée par le projet.

## 2.2. Rappels de mathématiques financières

Dans certains cas, le calcul de la VAN peut être facilité par l'utilisation de formules de mathématiques financières. Ceci est possible lorsque les flux connaissent une certaine régularité.

### Flux stable sur un horizon limité

Lorsque le flux (F) est constant sur une période donnée de n année, alors la VAN s'obtient comme suit :

$$VAN = -I_0 + F \times \frac{1 - (1 + k)^{-n}}{k}$$



**Flux stable, sur un horizon infini**

Lorsque le flux est stable et infini, la VAN est alors de :

$$VAN = -I_0 + \frac{F}{k}$$

**Flux croissant sur un horizon limité**

Si le flux connaît une croissance géométrique constante au taux  $g$  pendant  $n$  années ( $n$  correspond à la durée totale, y compris le 1er flux Flux1), alors :

$$VAN = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)^n} \times \frac{(1+g)^n - (1+k)^n}{g - k}$$

**Flux croissant sur un horizon infini**

Enfin, si cette croissance géométrique est sur un horizon infini,

$$VAN = -I_0 + \frac{F}{k - g}$$

**Illustration :**

Soit un projet d'investissement d'un montant de 1.000. Le coût du capital du projet est de 10%.

1er cas : Ce projet va générer des flux de trésorerie de 250 pendant 5 ans.

$$VAN = -1.000 + 250 \frac{1 - (1,10)^{-5}}{0,10} = -52,30$$

2ème cas : Ce projet va générer des flux de trésorerie de 250 à l'infini.

$$VAN = -1.000 + \frac{250}{0,10} = 1.500$$

3ème cas : Ce projet va générer un flux de trésorerie de 250 la 1ère année, puis ce flux va augmenter chaque année de 5%, pendant 4 ans.

$$VAN = -1.000 + \frac{250}{(1,10)^5} \times \frac{(1,05)^5 - (1,10)^5}{0,05 - 0,10} = 37,65$$

4ème cas : Ce projet va générer un flux de trésorerie de 250 la 1ère année, puis ce flux va augmenter chaque année de 5%, jusqu'à l'infini.

$$VAN = -1.000 + \frac{250}{0,10 - 0,05} = 4.000$$

### 2.3. Les autres facteurs qui guident le choix d'un investissement

Si le critère de la VAN doit guider le choix d'un investissement, un certain nombre de facteurs peuvent également avoir une influence, allant par là même à l'encontre de la méthode de la VAN.

- Les stratégie d'enracinement. Dans certains cas, les dirigeants, afin de rendre leur éviction de la société plus difficile, vont réaliser des investissements irréversibles, pour lesquels ils disposent d'une expertise particulière. De ce fait, s'ils sont licenciés, les investissements ainsi réalisés perdent de leur valeur, ce qui rend cette possibilité plus délicate à mettre en œuvre.
- Les stratégies court-termistes. Afin de favoriser la croissance du cours boursiers, certains dirigeants peuvent avoir intérêt à réaliser des investissements dont le délai de récupération est faible, au détriment de projets à plus long-terme, mais dont la VAN est plus élevée. Bien évidemment, du point de vue de la théorie financière, ce type de pratique est erroné.

## 3. Les autres critères de choix des investissements

Parallèlement à la VAN, d'autres critères sont fréquemment utilisés par les entreprises pour sélectionner leurs investissements. Ces critères sont critiquables du point de vue de la théorie financière mais il convient de les présenter afin de montrer en quoi leur utilisation peut être limitée et les raisons de ces limites.

### 3.1. Le Taux Interne de Rentabilité : TIR

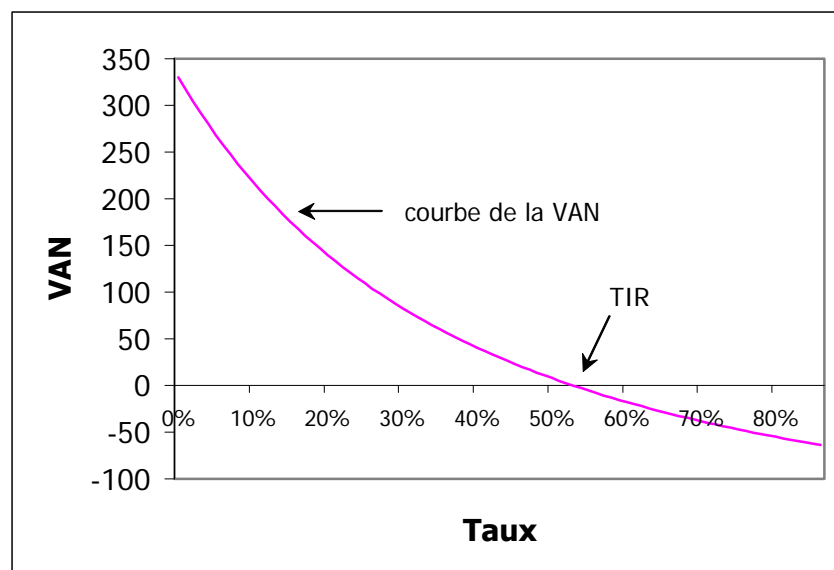
Le TIR (Taux Interne de Rentabilité) représente le taux qui rend la VAN nulle. Il mesure le taux de rentabilité dégagé par le projet, sous l'hypothèse de réinvestissement des flux au taux du TIR, soit :

$$-I_0 + F_1(1 + \text{tir})^{-1} + F_2(1 + \text{tir})^{-2} + \dots + F_n(1 + \text{tir})^{-n} = 0$$

En matière d'investissement, la société doit se fixer un taux de rentabilité d'adoption. Ce taux représente la rentabilité qui est espérée par les apporteurs de fonds au projet. Il dépend donc du risque du projet. Ce taux est d'autant plus élevé que le risque du projet est important.

Lorsque le TIR est supérieur à ce taux d'adoption, le projet d'investissement est acceptable. À l'inverse, si le TIR lui est inférieur, le projet doit être abandonné. Ce taux d'adoption est le même que celui qui est utilisé pour le calcul de la VAN. Il s'agit du taux de rendement exigé pour les investissements de même classe de risque, c'est-à-dire le coût du capital du projet.

Comme le montre le graphique ci-dessous, le montant de la VAN baisse lorsque le taux d'actualisation augmente.



Le TIR correspond au point d'intersection entre la courbe de la VAN et l'axe des abscisses. Le graphique illustre également la sensibilité de la VAN du projet au taux d'actualisation. Plus la pente de la courbe est forte, plus la VAN est sensible au taux d'actualisation.

Cette identité de taux entre les deux critères (VAN et TIR) fait que si le TIR est supérieur au taux d'actualisation, la VAN est nécessairement positive (et inversement). Les 2 critères aboutissent ainsi à la même conclusion d'adoption ou de rejet du projet. Par contre, ils peuvent différer dans les classements lorsqu'il s'agit de choisir entre 2 projets mutuellement exclusifs.

**Illustration :**

	Invest.	FT 1	FT 2	FT 3	VAN (10%)	TIR
Projet A	- 1.000	800	500	100	216	26 %
Projet B	- 1.000	100	600	900	263	21 %

Selon le critère de la VAN, il faut réaliser le projet B car la valeur créée est de 263, alors qu'elle n'est que de 216 pour le projet A. À l'inverse, selon le critère du TIR, c'est le projet A qui doit être retenu puisque son TIR est de 26%, de 5 points plus élevé que celui du projet B. Dans ce type de situation, il faut toujours privilégier le critère de la VAN au détriment du TIR.

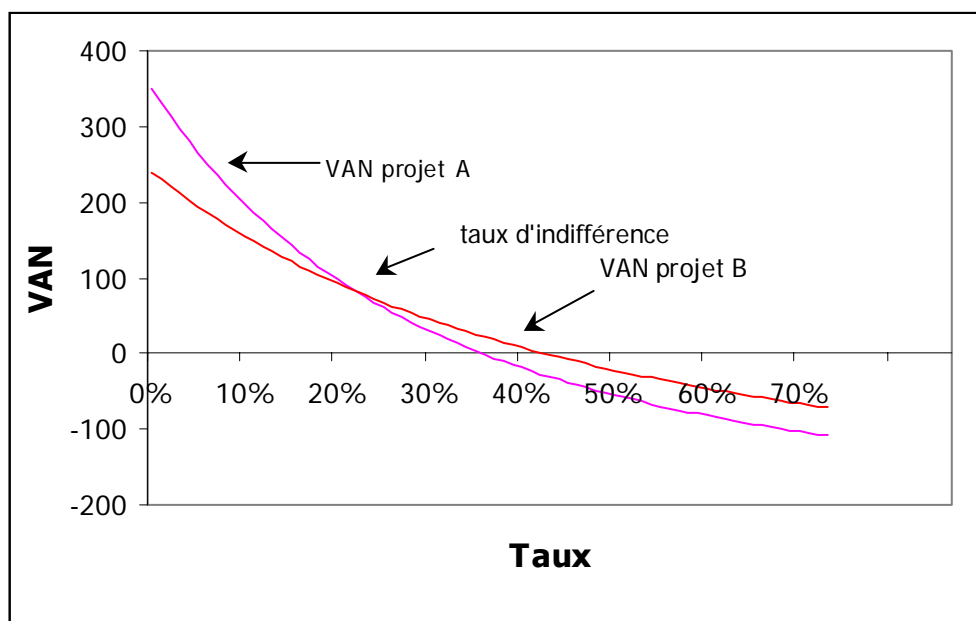
Enfin, lorsque deux projets sont mutuellement exclusifs, l'intersection entre les deux courbes de la VAN des deux projets donne le taux d'indifférence entre ces projets.

**Illustration :**

Soit les projets A et B qui sont mutuellement exclusifs. Ils nécessitent tous les 2 un investissement initial de 250. Les flux qu'ils doivent générer sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	2003	2004	2005	2006	2007
Projet A	100	110	120	130	140
Projet B	160	160	170	0	0

Le graphique ci-dessous représente les courbes de VAN de chacun des 2 projets :



L'intersection entre les 2 courbes donne le taux d'indifférence, c'est-à-dire le taux pour lequel la VAN des 2 projets est identique.

Ce taux d'indifférence peut s'estimer en calculant le TIR des flux différentiels entre les deux projets, soit :

	0	1	2	3	4	5
Flux Diff.	0	60	50	50	-130	-140

Soit un TIR de 22,07 %.

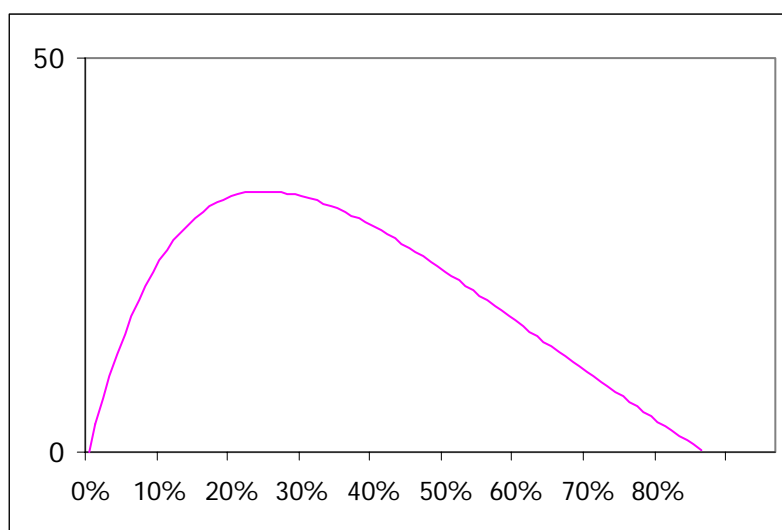
Il existe 2 limites à l'utilisation du TIR :

- Lorsque le signe des flux de trésorerie du projet change plus d'une fois, la résolution du système d'équation peut être impossible ou conduire à l'obtention de plusieurs TIR, ce qui n'a pas de sens économique.
- Implicitement, ce critère suppose un réinvestissement des flux qui sont générés par le projet chaque année à un taux égal au TIR. Ainsi, si le TIR est de 25%, cela implique que la société soit en mesure de réinvestir les flux du projet à un taux de 25%, ce qui est peu probable.

### Illustration :

Soit un projet d'un montant de 100 M€. Il va générer les flux de trésorerie qui sont résumés dans le tableau ci-dessous. À l'année 4, il faut prévoir un investissement complémentaire de 300 M€ afin de remettre en l'état les terrains sur lesquels le projet va être réalisé. Le coût du capital du projet est de 10%.

	0	1	2	3	4
Flux	-100	120	130	150	-300



Comme on peut le constater sur le graphique ci-dessus, la courbe de la VAN coupe 2 fois l'axe des abscisses. Il existe donc deux TIR pour ce projet. Le critère du TIR n'est donc pas pertinent pour décider s'il faut ou non réaliser cet investissement.

### 3.2. Le Délai de récupération (DR)

Le délai de récupération (DR) représente le temps qui est nécessaire pour récupérer un investissement, c'est-à-dire le nombre d'années ou de mois qui égalise le montant investi avec le montant des flux qui seront générés. Le projet à retenir est celui dont le DR est le plus faible, c'est-à-dire celui qui permet de récupérer le plus rapidement son investissement. Ce critère de choix d'investissement présente l'avantage d'être simple à calculer et de tenir compte de la rapidité à récupérer la mise de fonds initiale, ce qui est important dans les PME. Mais c'est fondamentalement un mauvais critère car il ne prend pas en compte les flux qui vont apparaître au-delà de ce délai. De plus, il n'intègre pas le prix du temps qui est associé au projet. Il s'agit

avant tout d'un critère de liquidité (rapidité à récupérer de la trésorerie), et non de rentabilité comme la VAN.

### Illustration :

Soit un investissement de 10.000 € qui peut être réalisé au travers de 2 projets. Le taux d'actualisation à retenir pour le projet est de 10%.

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Flux Projet A	3000	3000	3000	3000	4000
Flux Projet B	6000	5000	1000	0	0

### Éléments de solution :

	1	2	3	4	5
Flux cumulés A	3000	6000	9000	12000	16000
Flux cumulés B	6000	11000	12000	0	0

Les projets s'élevant à 10.000, le DR se situe entre 3 et 4 ans pour le projet A et entre 1 et 2 ans pour le projet B.

Avec la méthode de l'interpolation linéaire, il est possible de déterminer plus précisément ce délai. Pour le projet A, à l'issue de l'année 3, il reste 1.000 de flux à générer pour atteindre le DR. Or 4.000 vont apparaître au cours de l'année 5. En supposant qu'il se répartissent régulièrement sur l'année, les 1.000 vont apparaître en :

$$4 \text{ mois} = (1.000 \times 12 \text{ mois}) / 3.000$$

Pour le projet B, à l'issue de l'année 1, il manque 4.000 de flux pour atteindre le DR. Or 11.000 vont apparaître au cours de l'année 2. En supposant une répartition uniforme sur l'année, les 4.000 vont apparaître en :

$$9,6 \text{ mois} = (4.000 \times 12 \text{ mois}) / 11.000$$

DR projet A = 3 ans et 4 mois et VAN Projet A = 11.993

DR projet B = 1 an et 9,6 mois et VAN Projet B = 338

Selon le critère du DR, le projet à privilégier est le projet B car il est remboursé au bout de 1 an et 9 mois. Pour le projet A, il faut attendre plus de 3 ans avant de rentrer dans les 10.000 euros qui ont été

investis. À l'inverse, selon le critère de la VAN, il faut choisir le projet A qui est celui qui crée le plus de valeur. Cette divergence dans le classement des 2 projets s'explique par le fait que le projet B secrète de très importants flux de trésorerie dès le début alors que ceux du projet A s'étalent sur une plus longue période.

Un raffinement peut consister à actualiser les flux avant de calculer le DR. Ceci ne rend pas pour autant ce critère plus valable que précédemment car il reste avant tout un critère de liquidité et non de rentabilité.

### 3.3. Les critères globaux

Le critère de la VAN suppose que les flux qui sont générés par le projet sont réinvestis à chaque période à un taux égal au coût du capital. Le critère du TIR suppose, quant à lui, un réinvestissement au taux du TIR. Pour pallier cette hypothèse, les critères globaux tiennent compte d'un réinvestissement des flux à un taux différent. Les flux du projet sont donc capitalisés à ce taux de réinvestissement, puis actualisés, soit au coût du capital pour le calcul d'une VAN, soit au taux du TIR global, pour la détermination de ce dernier.

Du point de vue de la théorie financière, cette méthode n'est pas pertinente. En effet, le fait de maintenir la trésorerie dans l'entreprise fait supporter un risque aux différents apporteurs de fonds. De ce fait, ils en attendent une rémunération proportionnelle, qui correspond au coût du capital. Réinvestir les flux à un taux inférieur au coût du capital est donc destructeur de valeur. À l'inverse, s'il est possible de les réinvestir à un taux supérieur au coût du capital, alors il est de l'intérêt de l'entreprise ne pas investir dans le projet et de placer directement ses fonds au taux de réinvestissement.

#### Illustration :

Soit un projet de 100 M€, qui va générer des flux de trésorerie de 60 M€ pendant 3 ans. Le coût du capital est de 10%. On estime pouvoir réinvestir les flux intermédiaires au taux de 8%.

$$\text{VAN du Projet} = -100 + 60(1,10)^{-1} + 60(1,10)^{-2} + 60(1,10)^{-3} = 49,21$$

Pour le calcul de la VAN Globale, le flux de 60 de l'année 1 va être réinvesti pendant 2 ans (jusqu'à l'année 3) au taux de 8%, et ainsi de suite. Le montant total des flux capitalisés est ensuite actualisé au taux de 10%.

$$\text{VAN Globale} = [60(1,08)^2 + 60(1,08)^1 + 60](1,10)^{-3} - 100 = 46,34$$



Comme on peut le constater, la VAN Globale est inférieure à la VAN du projet. Ceci s'explique simplement. Avec le critère de la VAN, les flux intermédiaires sont réinvestis au coût du capital, ici 10%. Avec la méthode de la VAN Globale, le réinvestissement se fait ici à un taux inférieur (8%). Il y a donc destruction de valeur.

Le calcul du TIR Global procède de la même démarche. Les flux sont capitalisés au taux de 8%, puis actualisés à un taux (le TIR) qui rend la VAN Globale nulle.

$$\left[60(1,08)^2 + 60(1,08)^1 + 60\right](1 + \text{TIRG})^{-3} - 100 = 0$$

$$\text{TIRG} = \left( \frac{100}{60(1,08)^2 + 60(1,08) + 60} \right)^{-\frac{1}{3}} - 1 = 24,8\%$$

#### 4. L'estimation des flux de trésorerie

Comme nous l'avons vu précédemment, les différentes méthodes de choix d'investissement reposent sur les flux de trésorerie. Ce 3ème chapitre leur est consacré.

Les flux à retenir sont des flux de trésorerie et non les résultats comptables associés au projet. Le résultat comptable n'est pas une bonne mesure de la création de valeur pour plusieurs raisons :

- ce qui importe, ce sont les sommes qui sont disponibles pour l'entreprise. Avoir un bénéfice de 100 ne signifie pas que l'entreprise dispose de cette somme mais qu'elle peut avoir droit à ce montant. Ceci résulte du principe de la comptabilité d'engagement. Ainsi, une créance est comptabilisée dès qu'elle naît juridiquement et non lorsqu'elle est effectivement encaissée ;
- le résultat comptable résulte de la différence entre les produits comptables et les charges comptables. Or certains de ces produits ou charges n'ont pas d'incidence en terme de trésorerie. C'est notamment le cas des dotations aux amortissements et provisions.

Les flux de trésorerie à retenir sont les flux qui sont directement ou indirectement liés au projet d'investissement, sans tenir compte de son mode de financement, mais après prise en compte de l'impôt sur les sociétés.

Les flux de trésorerie qui ne sont pas directement liés au projet résultent des interactions possibles entre le projet et la société qui le réalise (effets de synergie, économies d'échelle, ...). C'est pourquoi le flux à actualiser est un flux différentiel, qui se calcule par différence entre les flux de trésorerie de l'entreprise si le projet est réalisé et les flux de trésorerie si cette dernière ne fait pas l'investissement.

Il faut distinguer 3 périodes :

- les flux de trésorerie de la période initiale ;
- les flux de trésorerie des périodes intermédiaires ;
- les flux de la période terminale.

#### 4.1. Les flux de la période initiale

Les flux de cette période correspondent aux fonds qui sont investis à l'occasion du lancement du projet. Ce montant comprend l'investissement en lui-même, les dépenses qui lui sont liées (frais de mise en service par exemple), l'accroissement du BFRE qu'il est susceptible d'entraîner, les éventuels coûts d'opportunités, sous déduction des flux liés à la cession des anciens matériels, nets d'impôt.

Le BFRE (Besoin en Fonds de Roulement d'Exploitation) représente le besoin de financement qui résulte de l'exploitation du projet d'investissement. Ce BFRE correspond au fait que l'entreprise doit financer ses stocks, que ses clients ne vont pas la payer systématiquement au comptant et donc qu'elle va avoir un besoin de trésorerie dans l'attente du règlement de ses créances. De la même façon, l'entreprise va payer ses fournisseurs avec un certain délai, ce qui va réduire son besoin de financement. Le BFRE se calcule comme suit :

$$\text{BFRE} = \text{Stocks} + \text{créances clients} - \text{dettes fournisseurs}$$

Les coûts d'opportunité proviennent du fait que des ressources disponibles dans l'entreprise peuvent être utilisées pour la réalisation du projet d'investissement. De ce fait, ces ressources ne pourront plus être utilisées, louées ou cédées. Si l'entreprise construit une usine sur un terrain qui lui appartient déjà, elle va économiser le coût qu'aurait représenté l'achat de ce terrain. Cependant, en utilisant son propre terrain, elle s'interdit à l'avenir de le vendre ou de le louer, ce qui représente un coût de renonciation pour elle. C'est ce coût qu'il faut inclure dans les flux de trésorerie de la période initiale.

La réalisation du projet peut rendre inutiles certaines des immobilisations détenues par l'entreprise. Dans ce cas, elle va avoir

intérêt à les céder afin de récupérer des fonds et limiter les apports nécessaires à l'investissement initial. La cession de ces immobilisations est soumise à l'impôt sur les plus-values. Cet impôt se calcule sur le montant de la plus-value (prix de vente – Valeur Nette Comptable) et non sur le prix de vente du bien. En cas de moins-value, elle dispose d'une économie d'impôt.

Par contre, les dépenses qui ont été engagées préalablement au projet sont perdues (sunk costs) et ne doivent pas être retenues. En effet, que le projet soit réalisé ou non, la dépense a été faite.

### Illustration :

Après une étude de marché qui a coûté 50 K€, la société Montmorency décide d'investir dans une machine à imprimer en offset, dont le prix est de 1.200 K€. Les frais de mise en service sont d'environ 100 K€. L'acquisition de cette machine va permettre de céder une ancienne rotative qui avait été acquise il y a 7 ans au prix de 700 K€ et dont la durée d'utilisation était estimée à 10 ans. Le prix de vente de la rotative est de 240 K€.

Pour que la machine soit utilisable, il faut un stock préalable de 700 litres d'encre (à 5 euros le litre). Il s'agit de la même encre que celle utilisée pour la rotative et dont il reste 200 litres. Le taux de l'impôt sur les sociétés est de 33 1/3 %.

### Solution :

Les frais d'étude de marché sont des dépenses qui ont déjà été réalisées et qui ne doivent donc pas être prises en compte.

Détermination du flux net de cession de l'ancienne machine :

- Flux net de cession = prix de cession – impôt sur les PV
- Impôt sur les plus-values = [prix de cession – VNC] x taux de l'impôt
- Valeur Nette Comptable = Valeur d'origine du bien – somme des amortissements pratiqués

La machine ayant 7 ans, on peut faire l'approximation que 7 dotations aux amortissements ont été comptabilisées, sachant que sa durée d'amortissement est de 10 ans, soit :

$$VNC = 700 - 7 \times \frac{700}{10} = 210$$

PV = 240.000 - 210.000 = 30.000 euros

Impôt sur PV : 30.000 x 1/3 = 10.000 euros

Flux net de cession : 240.000 - 10.000 = 230.000 €

Détermination du BFRE :

- Stock nécessaire : 700 x 5 = 3.500
- Stock préalable : 200 x 5 = 1.000
- Variation du stock : 3.500 - 1.000 = 2.500 euros

Soit :

Flux de la période initiale :

1.200.000 + 100.000 + 2.500 - 210.000 = 1.092.500 €

## 4.2. Les flux des périodes intermédiaires

Il s'agit du flux différentiel de trésorerie qui est généré par le projet, indépendamment de ses modalités de financement. Il s'agit donc d'un flux de trésorerie d'exploitation après impôt sur les sociétés (IS).

Le flux de trésorerie d'exploitation (FTE) peut se déterminer de 2 façons :

FTE = EBE - IS d'exploitation - Δ BFRE

FTE = Résultat net d'exploitation + DAP d'exploitation - Δ BFRE

Avec la seconde méthode, il faut ajouter la dotation aux amortissements du bien car il s'agit d'une charge qui est venue minorer le résultat imposable mais qui n'a pas d'incidence directe en terme de trésorerie. Il faut faire attention au fait que l'IS d'exploitation est calculé sur le résultat d'exploitation (résultat d'exploitation = EBE - DAP) et non sur l'EBE.

### Illustration :

Soit un projet d'investissement dans une machine qui doit être réalisé le 01.01.N. La machine a une valeur de 10 M€, une durée d'utilisation de 5 ans et est amortissable en linéaire. À la fin de la 1ère année, les ventes du produit se sont élevées à 15 M€ et les charges relatives à 11 M€. Par ailleurs, il vous est indiqué que certaines factures n'ont pas

encore été réglées par les clients à hauteur de 700 K€. De la même façon, la société doit encore à certains de ses fournisseurs 450 M€. Lors du lancement du projet, en janvier N, la société avait constitué un stock de matières premières d'une valeur de 800 K€. Au 31.12.N, le stock de matières premières est estimé à 1 M€. Le taux de l'impôt sur les sociétés est de 33,1/3%.

Ventes	15.000
<u>- Charges</u>	<u>- 11.000</u>
EBE	4.000
<u>- DAP</u>	<u>- 2.000</u>
Résultat d'exploitation	2.000
<u>- Impôt sur les sociétés</u>	<u>- 667</u>
Résultat net d'exploitation	1.333

BFRE n-1 = 800

BFRE n = 700 + 1.000 - 450 = 1.250

Soit une variation du BFRE de : 1.250 - 800 = 450

Méthode 1 : FTE = 4.000 - 667 - 450 = 2.883

Méthode 2 : FTE = 1.333 + 2.000 - 450 = 2.883

### 4.3. Les flux de la période terminale

À la période terminale, on suppose que l'investissement est totalement liquidé. Le flux de trésorerie qui va être encaissé est constitué du prix de cession après impôts des différents éléments de l'investissement et de la récupération du BFRE. La récupération du BFRE correspond au fait que la société va liquider le stock attaché au projet, encaisser les dernières créances clients qu'il a générées et régler les dettes fournisseurs qui ne l'ont pas encore été. Cette récupération est égale au BFRE initial et à ses éventuelles variations ultérieures. Le flux net de cession se calcule après déduction de l'impôt sur les plus-values, de la même façon que pour la période initiale.

#### Illustration :

Soit un projet d'investissement d'une durée de 5 ans, amortissable en linéaire et d'un montant de 1 M€. Afin que la production puisse démarrer dès la mise en service de la machine, le 1er janvier 2003, il faut constituer au préalable un stock de matières premières pour un montant de 100 K€.

Le business plan du projet tient compte de l'accroissement du chiffre d'affaires au cours du temps, qui se traduit au niveau du bilan par l'évolution des postes suivants (au 31.12 de chaque année) :

Postes Bilan	31.12.03	31.12.04	31.12.05	31.12.06	31.12.07
Stocks matières premières	120 000	130 000	135 000	140 000	40 000
Stocks produits finis	50 000	50 000	60 000	65 000	70 000
Créances clients	60 000	70 000	80 000	90 000	110 000
Trésorerie	10 000	20 000	25 000	35 000	50 000
Dettes fournisseurs	70 000	80 000	95 000	95 000	110 000

Prévisions	31.12.03	31.12.04	31.12.05	31.12.06	31.12.07
Résultat net	110 000	120 000	130 000	140 000	150 000

Quel est le niveau annuel de la variation du besoin en fonds de roulement ?

Déterminez le niveau des flux de trésorerie qui sont générés chaque année.

### Solution :

	01.01.03	31.12.03	31.12.04	31.12.05	31.12.06	31.12.07
BFR	100 000	160 000	170 000	180 000	200 000	110 000
Variation BFR	100 000	60 000	10 000	10 000	20 000	-90 000

Attention, pour le calcul du BFR, il ne faut jamais tenir compte de la trésorerie.

	01.01.03	31.12.03	31.12.04	31.12.05	31.12.06	31.12.07
Résultat net		110 000	120 000	130 000	140 000	150 000
DAP		200 000	200 000	200 000	200 000	200 000
- Variation BFR	-100 000	-60 000	-10 000	-10 000	-20 000	90 000
Récupération BFR						110 000
<b>FTE</b>	<b>-100 000</b>	<b>250 000</b>	<b>310 000</b>	<b>320 000</b>	<b>320 000</b>	<b>550 000</b>

Commentaire :

À la fin de l'année 2006, le BFR de la société se monte à 200.000 euros. Au cours de l'année 2007, une partie du stock est liquidé et des créances clients sont payées, pour un montant de 90.000 euros (d'où la variation négative de BFR). Il n'est plus alors que de 110.000 euros. Pour la construction du tableau des flux de trésorerie en 2007, il faut donc tenir compte de la baisse du BFR de 90 K€ au cours de l'année, et du solde de 110 K€ qui va être considéré comme liquidé au 31 décembre

2007. Bien évidemment, dans la réalité, cette récupération du BFR de 110 K€ ne va pas se faire en une journée mais s'étaler sur plusieurs semaines.

## 5. La mise en œuvre de l'estimation des flux de trésorerie

Dans la construction du tableau des flux de trésorerie, un certain nombre de problèmes peuvent se rencontrer. L'objet de ce chapitre est de traiter ceux qui se rencontrent le plus fréquemment: choix du mode d'amortissement, impact fiscal du déficit engendré par le projet, structure des charges (fixes/variables), traitement de l'inflation. Nous terminons par quelques rappels de mathématiques financières qui peuvent être utiles lors du calcul de la VAN.

### 5.1. L'incidence du mode d'amortissement

Comptablement, un investissement doit être amorti sur sa durée probable d'utilisation. L'amortissement d'un bien est la constatation comptable d'un amoindrissement irréversible de sa valeur, dont le potentiel se réduit avec le temps. Sa base de calcul est le prix d'achat de l'immobilisation, augmenté des frais accessoires nécessaires à la mise en service du bien.

Cela signifie que le coût de l'investissement va être étalé sur la durée du projet et ne pas être imputé en totalité sur l'exercice au cours duquel il est réalisé.

La charge que représente l'amortissement est une charge calculée, c'est-à-dire qu'elle ne représente pas une sortie de trésorerie pour l'entreprise, à la variable fiscale près. En effet, la dotation à l'amortissement étant une charge qui est fiscalement déductible, elle va venir réduire l'impôt à payer par l'entreprise. La répartition dans le temps des amortissements a donc une incidence sur la répartition dans le temps de l'impôt sur les sociétés.

Cet étalement de la charge peut se faire selon 2 méthodes :

- l'amortissement linéaire ;
- l'amortissement dégressif.

### 5.1.1. L'amortissement linéaire

L'amortissement linéaire consiste à étaler de façon égale la charge d'investissement sur la durée d'utilisation de l'immobilisation. L'annuité est constante sauf pour le 1er et le dernier exercice car le calcul doit se faire prorata temporis. La règle du prorata temporis (au prorata du temps) signifie que le 1er amortissement est proportionnel au temps pendant lequel le bien a été en service la 1ère année. Par exemple, si un bien est mis en service le 1er octobre, l'amortissement de la 1ère année sera de 3/12ème de l'amortissement normal. En effet, il y a 3 mois entre le 1er octobre et le 31 décembre. Le calcul du prorata temporis doit se faire en jours, à compter de la date exacte de mise en service (la règle est différente par l'amortissement dégressif). Les dotations s'évaluent ainsi sur une année de plus que la durée d'amortissement.

#### Illustration :

Soit un matériel qui est acquis le 20 juin 2003 pour 1.000.000 euros. La durée normale d'utilisation est de 10 ans et l'amortissement se fera selon le mode linéaire. La mise en service intervient le 7 juillet 2003.

L'amortissement normal du bien est de :  $1.000.000/10 = 100.000$  par an.

Pour la 1ère année, il faut tenir compte d'un prorata temporis à compter du 7 juillet, soit 5 mois complets (soit  $5 \times 30 = 150$  jours) et d'une partie du mois de juillet ( $31 - 7 = 24$  jours), soit un total de 174 jours.

L'amortissement de la 1ère année est donc de :  $100.000 \times 174/360 = 48.333$  euros.

L'amortissement de la dernière année correspond au solde, soit  $100.000 - 48.333 = 51.667$  euros.

Les dotations sont donc de :

2003 : 48.333 euros

2004 – 2012 : 100.000 euros

2013 : 51.667 euros



### 5.1.2. L'amortissement dégressif

L'amortissement dégressif est un amortissement dont les annuités sont décroissantes dans le temps. De ce fait, les premières annuités sont plus élevées qu'avec un amortissement linéaire, ce qui le rend plus intéressant pour les entreprises car la déduction fiscale est plus rapide. Chaque année, il faut calculer la valeur résiduelle du bien, qui devient la nouvelle base de calcul de l'amortissement. Pour déterminer le taux d'amortissement, il faut multiplier le taux de l'amortissement linéaire (fonction de la durée d'utilisation du bien) par un coefficient qui dépend également de cette durée d'utilisation.

Ce coefficient est de :

- 1,25 lorsque la durée d'utilisation est de 3 ou 4 ans
- 1,75 lorsque la durée d'utilisation est de 5 ou 6 ans
- 2,25 lorsque cette durée est supérieure à 6 ans.

Tout comme pour l'amortissement linéaire, il faut appliquer un prorata temporis pour le 1er exercice. Par contre, ce calcul se fait à partir du 1er jour du mois d'acquisition (et non plus du jour exact de mise en service). Une différence apparaît également lors des derniers exercices. Lorsque l'annuité dégressive devient inférieure à l'annuité linéaire correspondante calculée sur la durée restante, il faut retenir cette dernière annuité.

#### Illustration :

Soit un matériel qui est acquis le 20 juin 2003 pour 1.000.000 euros. La durée normale d'utilisation est de 10 ans et l'amortissement se fera selon le mode dégressif.

Détermination de la 1<sup>ère</sup> annuité :

- le calcul du prorata se faisant en mois, il est de 7 mois sur 12, soit 7/12.
- le taux d'amortissement linéaire est de 1/10.
- le coefficient à appliquer est de 2,25.

La première annuité est donc de :

$$1.000.000 \times \frac{1}{10} \times 2,25 \times \frac{7}{12} = 131.250$$

La seconde annuité est de :

$$868.750 \times \frac{1}{10} \times 2,25 = 195.469$$

Tableau d'amortissement :

Année	Amortissement	Valeur résiduelle
2003	131 250	868 750
2004	195 469	673 281
2005	151 488	521 793
2006	117 403	404 390
2007	90 988	313 402
2008	70 515	242 886
2009	60 722	182 164
2010	60 722	121 442
2011	60 722	60 720
2012	60 720	0
	<hr/> 1 000 000	

En 2009, l'amortissement dégressif aurait dû être de  $242.886 \times 2,25 / 10 = 54.649$ , soit un montant inférieur à l'amortissement linéaire sur la durée restante ( $242.886 / 4 = 60.722$ ). C'est donc ce dernier amortissement qui est retenu pour les 4 dernières années.

### 5.1.3. L'impact fiscal du mode d'amortissement

Fiscalement, le choix d'un mode d'amortissement n'est pas neutre. Globalement, quel que soit le mode d'amortissement, le montant total des dotations qui seront déduites du résultat imposable de l'entreprise est identique (1 million d'euros). Par contre, leur répartition dans le temps rend l'amortissement dégressif plus intéressant car l'entreprise profite plus rapidement de cet avantage fiscal.

Comparaison des 2 modes d'amortissement et impact fiscal :

Année	Amortissement dégressif	Amortissement linéaire	Economie d'IS si dégressif	Economie d'IS si linéaire
2003	131 250	48 333	43 750	16 111
2004	195 469	100 000	65 156	33 333
2005	151 488	100 000	50 496	33 333
2006	117 403	100 000	39 134	33 333
2007	90 988	100 000	30 329	33 333
2008	70 515	100 000	23 505	33 333
2009	60 722	100 000	20 241	33 333
2010	60 722	100 000	20 241	33 333
2011	60 722	100 000	20 241	33 333
2012	60 721	100 000	20 240	33 333
2013		51 667		17 222
Total	1 000 000	1 000 000	333 333	333 333

La VAN du projet amorti en dégressif est donc supérieure à celle du projet qui l'est en linéaire. En effet, les FTE des premières années sont plus élevés en dégressif car l'IS y est plus faible.

## 5.2. Les pertes d'exploitation et l'impôt sur les sociétés

Lorsque le résultat d'exploitation qui provient du projet d'investissement est négatif, se pose le problème de l'impôt sur les sociétés.

Deux cas sont à distinguer :

- soit l'entreprise a d'autres activités qui sont bénéficiaires. Dans ce cas, la perte liée au projet va venir s'imputer sur les bénéfices générés par les autres activités et réduire ainsi l'impôt à payer. Il faut alors, dans le tableau des flux de trésorerie, tenir compte d'un impôt négatif, qui est assimilable à un flux de trésorerie positif.
- soit l'entreprise n'a pas d'autre activité ou ces activités sont déficitaires. La perte ne peut donc être imputée au cours de l'exercice. Elle viendra s'imputer sur les bénéfices futurs, s'il y en a. Elle réduira alors l'impôt à payer les années suivantes. Il faut prendre garde cependant au fait que les déficits ne sont reportables que 5 ans. Au-delà, ils sont perdus.

### Illustration :

Cas n° 1 :	1	2	3	4	5
Résultat d'exploitation	-300	-200	400	550	600
Impôt sur les sociétés	100	67	-133	-183	-200

Cas n° 2 :	1	2	3	4	5
Résultat d'exploitation	-300	-200	400	550	600
Base imposable	0	0	0	450	600
Impôt sur les sociétés	0	0	0	-150	-200

Dans le 2nd cas, le résultat de 400 à l'année 3 n'est pas imposé car les 500 de déficit qui ont été accumulés au cours des 2 premiers exercices vont s'y imputer. De ce fait, à l'issue de l'année 3, le déficit qui reste reportable est de  $500 - 400 = 100$ . L'année 4, les 100 de déficit vont s'imputer sur le bénéfice de 550. L'impôt à payer sera de  $(550-100)/3 = 150$ .

Dans les deux cas, l'impôt total qui est payé par la société est indiqué, seule diffère sa répartition dans le temps.

### 5.3. La structure des charges

Un des points cruciaux dans l'estimation des flux de trésorerie est la prévision des ventes. En effet, la plupart des postes de charges vont en dépendre car une part significative des dépenses est proportionnelle aux ventes. C'est pourquoi ces postes sont souvent exprimés en fonction du chiffre d'affaires. Pour la détermination des flux intermédiaires, il faut donc tenir compte du fait que certaines charges sont fixes (non proportionnelles au CA) et d'autres variables.

### Illustration :

Soit un projet d'investissement d'un montant de 1 million d'euros. Les ventes prévues dépendent de la conjoncture, comme indiqué dans le tableau ci-dessous. Le prix de vente d'un produit est de 10 euros. Le besoin en fonds de roulement est estimé à 10% du chiffre d'affaires. Le projet a une durée de 5 ans. Les charges fixes qui y sont associées sont de 150.000 euros par an (hors DAP linéaires). Les charges variables sont de 2 euros par produit. Le taux de l'impôt sur les sociétés est de 33, 1/3 %.

## Prévisions des ventes :

	2004	2005	2006	2007	2008
Conjoncture favorable	100 000	120 000	130 000	130 000	130 000
Conjoncture défavorable	70 000	72 000	75 000	75 000	75 000

**Solution :**

## Flux de trésorerie prévisionnels :

Remarque : en règle générale, la variation du BFRE qui est estimée en N est fonction du chiffre d'affaires de N+1 et de N.

Conjoncture Favorable	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Prévisions ventes		100 000	120 000	130 000	130 000	130 000
Chiffre d'affaires		1 000 000	1 200 000	1 300 000	1 300 000	1 300 000
- Dotation à l'amortissement		-100 000	-100 000	-100 000	-100 000	-100 000
- Charges fixes		-150 000	-150 000	-150 000	-150 000	-150 000
- Charges variables		-200 000	-240 000	-260 000	-260 000	-260 000
Résultat d'exploitation		550 000	710 000	790 000	790 000	790 000
- Impôt sur les bénéfices		-183 333	-236 667	-263 333	-263 333	-263 333
Résultat net		366 667	473 333	526 667	526 667	526 667
- Investissement	-1 000 000					
- Variation du BFR	-100 000	-20 000	-10 000	0	0	130 000
Flux de trésorerie	-1 100 000	446 667	563 333	626 667	626 667	756 667

Conjoncture Défav.	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Prévisions ventes		70 000	72 000	75 000	75 000	75 000
Chiffre d'affaires		700 000	720 000	750 000	750 000	750 000
- Dotation à l'amortissement		-100 000	-100 000	-100 000	-100 000	-100 000
- Charges fixes		-150 000	-150 000	-150 000	-150 000	-150 000
- Charges variables		-140 000	-144 000	-150 000	-150 000	-150 000
Résultat d'exploitation		310 000	326 000	350 000	350 000	350 000
- Impôt sur les bénéfices		-103 333	-108 667	-116 667	-116 667	-116 667
Résultat net		206 667	217 333	233 333	233 333	233 333
- Investissement	-1 000 000					
- Variation du BFR	-70 000	-2 000	-3 000	0	0	75 000
Flux de trésorerie	-1 070 000	304 667	314 333	333 333	333 333	408 333

## 5.4. L'impact de l'inflation

Jusqu'à présent, nous n'avons pas tenu compte de l'inflation. La question qui se pose désormais est de savoir si cette dernière a un impact sur la VAN et à quel niveau faut-il en tenir compte (taux d'actualisation, estimation des flux, ...) ?

Pour ce qui est du coût du capital, ce dernier tient déjà compte de l'inflation. En effet, il représente la rentabilité exigée par les différents apporteurs de fonds, compte tenu du risque qu'ils supportent. De ce fait, si les apporteurs de fonds anticipent une inflation de 4%, ils en tiendront compte dans leur exigence de rentabilité.

Quant aux flux de trésorerie, ils sont estimés eu euros courants, c'est-à-dire après prise en compte de l'inflation anticipée. Il doit en effet y avoir cohérence entre le mode de détermination du coût du capital et celui des flux de trésorerie.

## 6. Les cas particuliers

Si la VAN est le meilleur des critères de choix d'investissement, sa mise en œuvre peut poser problème dans certaines situations. C'est notamment le cas lorsque la société subit une contrainte de financement, que les projets en concurrence sont de montants différents ou que leur durée n'est pas identique.

### 6.1. La contrainte de financement et les projets de montants différents

En principe, ce type de contrainte ne devrait pas exister dès lors qu'un projet a une VAN positive et donc qu'il est créateur de valeur. Dans cette situation, il devrait pouvoir trouver un financement. Plusieurs raisons peuvent cependant conduire à limiter les possibilités de financement d'un projet :

- l'incertitude qui pèse sur les prévisions de flux de trésorerie, qui rend les banques méfiantes ;
- un endettement trop important de la société, qui l'empêche de souscrire à tout nouvel emprunt ;
- l'impossibilité à recourir à des fonds propres, les actionnaires ne souhaitant pas perdre le contrôle de leur entreprise et ne pouvant participer à une augmentation de capital.

Dans ces cas, il faut calculer un indice de profitabilité (IP) qui permet de déterminer le niveau de la création de valeur par euro investi. Il

correspond au rapport entre la valeur actualisée du projet (VA) et le montant de ce dernier.

$$IP = \frac{VA}{I_0} = 1 + \frac{VAN}{I_0}$$

Cette méthode peut conduire à des classements différents de la VAN. En effet, l'IP conduit à une mesure par euro investi de la création de valeur, contrairement à la VAN qui évalue la création de valeur totale.

### Illustration :

Projet	0	1	2	3	VAN	IP
A	-10	5	5	5	2,43	1,24
B	-40	18	18	18	4,76	1,12

La contrainte financière est de 100.

Sur la base du critère de la VAN, le meilleur projet est le B (4,76). En réalité, c'est le projet A qui a l'IP le plus élevé (1,24) et qu'il est possible de le réaliser 10 fois puisque la contrainte de financement est de 100.

## 6.2. Les projets de durées différentes

Lorsque 2 projets ont des durées différentes, l'utilisation de la VAN peut conduire à des résultats biaisés. Deux méthodes permettent de comparer ce type de projets.

### Horizon commun

La première consiste à renouveler à l'identique les projets afin de faire coïncider leur durée. Il faut donc rechercher la durée correspondant au plus petit multiple commun. Ainsi, si un projet dure 3 ans et l'autre 4 ans, un horizon commun de 12 ans va être retenu. Le projet de 3 ans sera fait 4 fois et celui de 4 ans, 3 fois. Dans la construction du tableau des flux de trésorerie, il faut faire attention au fait qu'il y a chevauchement du dernier flux de recette avec le nouveau flux d'investissement pour un même projet. L'un est au 31 décembre de l'année n et l'autre au 1er janvier de l'année n+1.

Pour être pertinente, cette méthode suppose que les projets puissent être répliqués à l'identique plusieurs fois, à des dates différentes. Or cette hypothèse est souvent peu vraisemblable.

### Illustration :

Soit 2 projets dont les principales données sont résumés dans le tableau ci-dessous. Le coût du capital est de 10%.

Projet	Durée	Investissement	Flux
A	2 ans	- 100	80
B	3 ans	- 100	70

	0	1	2	3	4	5	6
Projet A	- 100	80	80 - 100	80	80 - 100	80	80
Projet B	- 100	70	70	70 - 100	70	70	70

VAN Projet A = 94,47  
VAN Projet B = 129,74

### Annuité équivalente

Il est également possible de comparer les 2 projets sur la base d'une annuité équivalente, qui représente la VAN annualisée de chaque projet. Cette méthode permet par ailleurs de comparer des projets ayant des niveaux de risque différents puisque l'on retient un taux d'actualisation propre à chaque projet. Cette seconde méthode s'inspire de la précédente. Elle revient à considérer que les deux projets sont répliqués à l'identique, sur une période infinie. Le projet qui crée le plus de valeur est celui dont l'annuité moyenne (AEQ) est la plus élevée. Cette annuité moyenne est ce que l'on appelle l'annuité équivalente :

$$\text{VAN du projet} = \text{AEQ} \times \frac{1 - (1 + k)^{-n}}{k}$$

d'où :

$$\text{AEQ} = \frac{\text{VAN du Projet} \times k}{1 - (1 + k)^{-n}}$$



**Illustration :**

Soit 2 projets de même risque. Leur coût du capital est de 10%.

A : VAN = 5.000 et durée = 7 ans

B : VAN = 12.000 et durée = 11 ans

AEQ projet A = 1.027 et AEQ projet B = 1.847

Le projet B est donc préférable au projet A.

## **PARTIE II**

### **Prise en compte de l'incertitude**

La prise en compte de l'incertitude dans un projet d'investissement peut se faire de deux façons. La première consiste à ajuster le taux d'actualisation afin de tenir compte de ce risque. Dans ce cas, il faut distinguer selon que le projet réplique ou non l'entreprise, que ce soit en termes de risque ou de financement. La seconde approche consiste à faire varier les hypothèses retenues pour le calcul de la VAN et à étudier leur impact sur cette dernière.

#### **7. La détermination du taux d'actualisation**

L'estimation du taux d'actualisation à retenir pour le calcul de la VAN est sans conteste l'étape la plus délicate dans le choix d'un projet d'investissement. Cette estimation se fonde sur la relation fondamentale entre le risque et la rentabilité, illustrée par la droite de marché. Deux cas sont à distinguer. Dans le premier, il est possible d'utiliser le coût du capital de l'entreprise en tant que taux d'actualisation. Il faut pour cela que le projet réponde à certaines conditions (risque et financement). Dans le second cas, lorsque le projet ne répond pas à ces conditions, il faut estimer un coût du capital ajusté, qui est spécifique au projet.

##### **7.1. Relation risque - rentabilité**

Un projet d'investissement est dit risqué dès lors que les flux de trésorerie qu'il doit dégager sont incertains dans leur montant et/ou dans leur date de réalisation.

La prise en compte de ce risque se fait au travers du taux d'actualisation. Plus l'aléa est important, plus le taux d'actualisation le sera. Ce taux est ce que l'on appelle le coût du capital du projet. C'est le taux de rendement qui est exigé pour l'investissement, compte tenu de son niveau de risque.

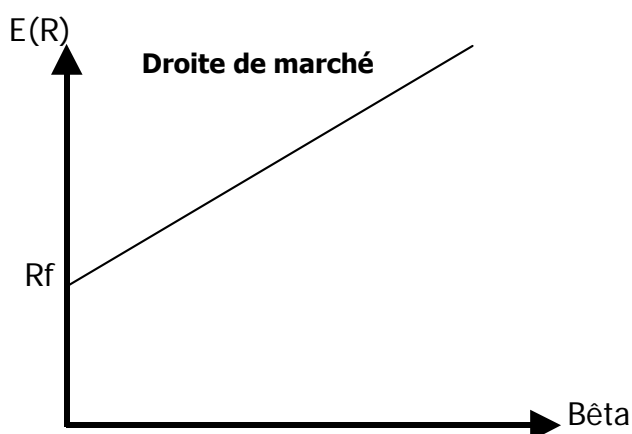
Le tableau ci-dessous illustre cette relation entre le risque et la rentabilité sur le marché américain.

Titres	Rentabilité moyenne	Prime de risque	Écart-type
Petites capitalisations	17.6 %	13.8%	33.6%
500 plus grosses capitalisations	13.3%	9.5%	20.1%
Obligations privées	5.9%	2.1%	8.7%
Obligations d'État	5.5%	1.7%	9.3%

Source : Stocks, bonds, bills & inflation 2000 Yearbook, [Ibbotson Associates](http://www.ibbotson.com) (voir le site [www.ibbotson.com](http://www.ibbotson.com))

Plus le risque pour le détenteur du titre est élevé, plus la rentabilité qu'il en attend est importante. Détenir une action d'une société ayant une petite capitalisation boursière est plus risqué que de détenir une obligation émise par l'État américain (prime de risque de 13,8% contre 1,7%), mais présente une rentabilité plus grande (17,6% contre 5,5%).

On retrouve ici le principe du MEDAF (Modèle d'Évaluation des Actifs Financiers) selon lequel l'espérance de rentabilité d'un actif est fonction de son risque non diversifiable ( $\beta$ ). Pour déterminer ce taux d'actualisation, il faut estimer le niveau de risque du projet, puis se reporter à la droite de marché.



Cette droite de marché permet de relier le niveau de risque d'un actif au taux de rentabilité qu'il exige,  $E(R)$ . Elle coupe l'axe des ordonnées au niveau de  $R_f$ , qui correspond au taux sans risque. Il s'agit du taux minimal qui est exigé par les investisseurs, lorsque leur investissement ne présente aucun risque. Il représente le coût du temps.

La mise en œuvre de ce principe est relativement complexe. Il faut distinguer deux cas :

- soit le projet à réaliser est relativement proche de ce que fait déjà l'entreprise et est financé selon la même structure de financement que l'entreprise
- soit les deux conditions précédentes ne sont pas respectées.

Dans le 1er cas, il suffit d'estimer le coût du capital de l'entreprise, qui est une bonne approximation de la rentabilité qui est exigée pour le projet. Dans le 2nd cas, il faut estimer un coût du capital qui soit spécifique au projet.

## 7.2. L'utilisation du coût du capital

En règle générale, le coût du capital de l'entreprise qui réalise le projet d'investissement est retenu comme taux d'actualisation. Ceci suppose que le risque du projet soit identique à celui de l'entreprise dans son ensemble. En d'autres termes, il faut que la société n'ait qu'une seule branche d'activité, que le projet entre dans cette activité et qu'il soit d'un niveau de risque proche. Par exemple, tout en étant relatif à l'activité de l'entreprise, il ne faut pas qu'il présente des caractéristiques technologiques telles qu'il soit plus risqué dans sa mise en œuvre. Ainsi, lorsque Bouygues (BTP) décide d'investir dans TF1 (télévision) ou dans Bouygues Telecom (téléphonie mobile), ce n'est pas le coût du capital de la société qui est retenu.

Une seconde condition pour pouvoir utiliser le coût du capital de l'entreprise est que le projet doit être financé dans la même proportion de dettes et de capitaux propres que l'entreprise dans son ensemble.

Pour estimer le coût du capital, il faut avoir, au préalable, bien compris la logique qui le sous-tend (6.2.1.), puis il faut estimer le coût des fonds propres (6.2.2.) avant de pouvoir calculer le coût du capital de l'entreprise.

### 7.2.1. Les apporteurs de fonds et les rentabilités exigées

Schématiquement, il est possible de représenter la structure du bilan d'une entreprise en 3 grandes masses :

Actif économique	Capitaux propres
	Dettes financières

L'actif économique est composé de l'actif immobilisé, du besoin en fonds de roulement (BFR) et de la trésorerie positive. Les dettes financières comprennent toutes les dettes contractées auprès des établissements de crédit, qu'elles soient à long terme ou à court terme (découverts) ainsi que les dettes obligataires. Les capitaux propres comprennent principalement le capital ainsi que les bénéfices antérieurs qui ont été mis en réserve. L'actif économique est donc financé par 2 types d'apporteurs de fonds : les créanciers financiers et les actionnaires.

Les créanciers financiers prêtent des fonds à l'entreprise et en attendent une certaine rentabilité ( $R_d$ ). Il s'agit du taux auquel l'entreprise peut s'endetter aujourd'hui, en fonction de sa classe de risque.

De la même façon, les actionnaires ont apporté des sommes à l'entreprise et en espèrent une certaine rémunération, qui est représentée par le coût des fonds propres ( $R_c$ ).

Le coût du capital représente la rentabilité qui est exigée par l'ensemble des apporteurs de fonds. Il est donc fonction du niveau de risque de l'actif économique.

Si le risque de l'actif économique est tel que la rentabilité minimale qu'il doit procurer est de 14%, alors :

- si la société est financée uniquement par capitaux propres, le coût des capitaux propres sera de 14% ;
- si la société est financée quasi exclusivement par dettes, la rentabilité exigée par les créanciers financiers sera de 14% ;
- si la société est financée pour 1/3 par dettes et pour 2/3 par capitaux propres et que la dette est à 8%, alors la rentabilité exigée par les actionnaires sera de 17%<sup>2</sup> :

$$14\% = R \times \frac{2}{3} + 8\% \times \frac{1}{3} \Rightarrow R = 17\%$$

### 7.2.2. Le coût des fonds propres

Il se calcule à partir de la relation du MEDAF. Il est égal au taux sans risque ( $R_f$ ) auquel on ajoute une prime de risque qui est fonction du risque de marché (PRM) et du risque systématique de l'entreprise ( $\beta_c$ ) :

$$R_c = R_f + \beta_c \times \text{PRM}$$

avec :

$R_f$  : taux sans risque

$\beta_c$  : bêta des capitaux propres

PRM : prime de risque du marché =  $E[R_m] - R_f$

$E[R_m]$  : espérance de rentabilité du marché

$\beta_c$  est une mesure du risque systématique des capitaux propres de l'entreprise. Il se calcule comme suit :

$$\beta_c = \frac{\text{Cov}[R_i, R_m]}{V(R_m)},$$

$R_i$  : Rentabilité du titre i

$R_m$  : Rentabilité du marché

$$\text{Cov}[R_i, R_m] = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (R_{it} - \bar{R}_i)(R_{mt} - \bar{R}_m)$$

$$V(R_m) = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n [R_{mt} - \bar{R}_m]^2$$

**Illustration :**

Ci-dessous, le cours de l'action France Télécom le 1er jour de chaque mois, ainsi que le niveau de l'indice CAC 40, entre le 2 janvier 2002 et le 2 janvier 2003.

DATE	Cours FT	CAC 40
02/01/02	38,87	4617,95
01/02/02	32,3	4483,9
01/03/02	25,98	4442,4
02/04/02	30,57	4673,03
02/05/02	23,36	4474,63
03/06/02	17,95	4247,58
01/07/02	9,35	3886,12
01/08/02	12,77	3426,94
02/09/02	11,26	3345,64
01/10/02	6,24	2789,69
01/11/02	9,85	3125,2
02/12/02	15,65	3327,07
02/01/03	14,63	3057,06

**Solutions :** Il y a 13 mois, qui conduisent au calcul de 12 rentabilités.

DATE	Cours FT	CAC 40	Rent FT	Rent CAC	Rit-Ri (1)	Rmt-Rm (2)	(1) x (2)	(Rmt-Rm) <sup>2</sup>
02/01/2002	38,87	4617,95						
01/02/2002	32,3	4483,9	-0,169025	-0,029028	-0,149801	0,001723	-0,000258	0,000003
01/03/2002	25,98	4442,4	-0,195666	-0,009255	-0,176442	0,021496	-0,003793	0,000462
02/04/2002	30,57	4673,03	0,176674	0,051916	0,195898	0,082667	0,016194	0,006834
02/05/2002	23,36	4474,63	-0,235852	-0,042456	-0,216629	-0,011705	0,002536	0,000137
03/06/2002	17,95	4247,58	-0,231592	-0,050742	-0,212369	-0,019991	0,004245	0,000400
01/07/2002	9,35	3886,12	-0,479109	-0,085098	-0,459885	-0,054347	0,024993	0,002954
01/08/2002	12,77	3426,94	0,365775	-0,118159	0,384999	-0,087408	-0,033652	0,007640
02/09/2002	11,26	3345,64	-0,118246	-0,023724	-0,099022	0,007027	-0,000696	0,000049
01/10/2002	6,24	2789,69	-0,445826	-0,166171	-0,426602	-0,135421	0,057771	0,018339
01/11/2002	9,85	3125,2	0,578526	0,120268	0,597749	0,151019	0,090271	0,022807
02/12/2002	15,65	3327,07	0,588832	0,064594	0,608056	0,095345	0,057975	0,009091
02/01/2003	14,63	3057,06	-0,065176	-0,081155	-0,045952	-0,050405	0,002316	0,002541
Moyenne :			-0,019224	-0,030751			0,217904	0,071255

Rit-Ri : différence entre la rentabilité du titre i à la date t et la rentabilité moyenne du titre i, sur la période.

- (1)  $R_{mt} - R_m$  : différence entre la rentabilité du marché à la date  $t$  et la rentabilité moyenne du marché.

$$\text{Cov}[R_t, R_m] = \frac{1}{12} \times 0,217904 = 0,0181587$$

$$V(R_m) = \frac{1}{12} \times 0,071255 = 0,0059379$$

d'où :

$$\beta_{FT} = \frac{0,0181587}{0,0059375} = 3,06$$

### 7.2.3. Le coût du capital

D'un point de vue global, l'ensemble des apporteurs de fonds (actionnaires et créanciers financiers) attendent de l'entreprise qu'elle dégage une rentabilité au moins égale à leurs attentes, qui correspond au coût moyen pondéré du capital (CMPC). Ce coût du capital est égal à la moyenne pondérée entre le coût des fonds propres et le coût de la dette.

$$\text{CMPC} = R_c \times \frac{CP}{CP + DF} + R_d(1 - T) \times \frac{DF}{CP + DF}$$

Avec

$R_c$  : coût des fonds propres.

$R_d$  : taux auquel l'entreprise peut s'endetter aujourd'hui. Il ne s'agit donc pas du taux auquel elle s'est endettée par le passé.

$CP$  : valeur de marché des capitaux propres. Dans le cas d'une entreprise cotée, elle correspond à sa capitalisation boursière.

$DF$  : valeur de marché de la dette. Cette valeur est égale à la valeur actualisée au taux  $R_d$  de l'ensemble des flux liés à la dette (intérêts et capital).

$T$  : taux de l'impôt sur les sociétés.

Quoi qu'il en soit, le calcul du CMPC de l'entreprise est toujours utile car il sert de point de repère dans la détermination du taux pertinent d'actualisation.

#### Illustration :

Soit une entreprise dont le bilan par grandes masses peut se résumer ainsi (en milliers d'euros) :

Actif économique : 9.000

Capitaux propres : 5.000

Dettes financières : 4.000



Le capital de la société est composé de 1 million d'actions, dont le cours est de 20 euros. Le bêta du titre est de 1,2, la prime de risque du marché est de 3,5% et le taux des obligations d'état est de 4%. La dette de la société est uniquement constituée d'une dette obligataire à 4,5%, de 40 euros de valeur nominale et remboursable au pair. Chaque obligation de la société cote désormais 38 euros. La société pourrait aujourd'hui s'endetter à 4,8%. Le taux de l'impôt sur les sociétés est de 33 1/3 %.

### Solution :

1<sup>ère</sup> étape : calcul du coût des fonds propres de la sociétés :

$$R_c = 4\% + 1,2 \times 3,5\% = 8,2\%$$

2<sup>ème</sup> étape : calcul de la valeur de marché des sources de financement :

capitaux propres :  $1.000.000 \times 20 = 20.000.000$

dettes financières :  $100.000 \times 38 = 3.800.000$

(le nombre d'obligations s'obtient ainsi :  $4.000.000/40=100.000$ )

(remarque : il ne faut jamais estimer le coût du capital sur la base de la valeur comptable des capitaux propres et des dettes).

3<sup>ème</sup> étape : calcul du coût du capital :

$$CMPC = 8,2\% \times \frac{20.000}{20.000 + 3.800} + 4,8\% \times \left(1 - \frac{1}{3}\right) \times \frac{3.800}{20.000 + 3.800} = 7,40\%$$

### 7.3. L'utilisation du coût du capital ajusté

Lorsque les 2 conditions précédentes (risque du projet et structure de financement) ne sont pas respectées, il faut calculer un coût du capital spécifique au projet. Pour ce faire, il faut tenir compte de son niveau de risque mais également de son mode de financement.

### 7.3.1. Le risque du projet et le bêta de l'actif

Le risque du projet se détermine à partir d'un panier d'entreprises comparables en termes d'activité et donc de niveau de risque. À partir du bêta de leurs capitaux propres ( $\beta_c$ ), on va déterminer le bêta de leur activité ( $\beta_a$ ), en utilisant la formule suivante :

$$\beta_c = \beta_a + (\beta_a - \beta_d)(1 - T)\frac{DF}{CP}$$

ou, de façon équivalente :

$$\beta_a = \frac{\left[ \beta_c + \beta_d(1 - T)\frac{DF}{CP} \right]}{\left[ 1 + (1 - T)\frac{DF}{CP} \right]}$$

avec :

$\beta_a$  : bêta de l'activité

$\beta_c$  : bêta des capitaux propres

$\beta_d$  : bêta de la dette

CP : valeur de marché des capitaux propres

DF : valeur de marché de la dette

T : taux de l'impôt sur les sociétés

Le bêta de l'activité est indépendant de la structure financière de l'entreprise et est donc commun (proche) à l'ensemble des sociétés qui ont la même activité. Dans la plupart des cas, on considère que la dette de l'entreprise est sans risque et donc que le bêta de la dette ( $\beta_d$ ) est nul, ce qui simplifie l'équation. Ce  $\beta_a$  mesure la sensibilité de la valeur de l'entreprise par rapport au marché. Un  $\beta_a$  de 0,75 signifie que lorsque le marché augmente de 1% , la valeur de l'entreprise (CP+DF) augmente de 0,75 %.

Lorsque la société est relativement endettée, il n'est plus possible de supposer que le risque supporté par les créanciers financiers est nul. Pour déterminer alors le bêta de la dette, il est possible de se reporter à la relation du MEDAF :

$$R_d = R_f + \beta_d \times PRM$$

d'où :

$$\beta_d = \frac{R_d - R_f}{PRM}$$

**Illustration :**

Une société peut s'endetter au taux sans risque plus 1 point. Sachant que la prime de risque du marché est de 3,5%, quel est le bêta de sa dette ?

$$\beta_d = \frac{1\%}{3,5\%} = 0,28$$

En faisant la moyenne des bêtas de l'activité, on obtient une mesure du risque d'exploitation du projet d'investissement. Puis il faut tenir compte du fait que la société qui réalise le projet est endettée, ce qui influe sur son bêta des capitaux propres. Il suffit pour cela de reprendre la formule précédente, mais dans le sens inverse.

**Illustration :**

La société Volta est un des leaders français de la pâte à papier. Afin de se diversifier, elle souhaite développer une activité d'éditeur. Un business plan relatif à cette nouvelle activité est établi. Se pose alors le problème du taux d'actualisation à retenir pour apprécier le projet. La société Volta est cotée sur le Second Marché. Son bêta est de 0,9, le taux sans risque est de 4,5% et la prime de risque du marché est d'environ 3,5%. Son levier d'endettement (DF/CP), estimé sur la base des valeurs de marché, est de 1,2. La société peut actuellement s'endetter au taux de 5,3%.

Bien évidemment, la nouvelle activité étant très différente de la production de pâte à papier, il n'est pas possible d'utiliser son coût du capital.

Pour estimer le risque de l'activité, un échantillon de 3 sociétés, opérant dans le secteur de l'édition et qui sont cotées, est retenu. Il s'agit de :

	Bêta <sub>c</sub>	DF/CP	Rd
Dano	1,06	0,6	5
Latic	1,20	1,0	5,2
Veber	0,90	0,3	4,8

**Solution :**

Dans un 1er temps, il faut estimer le risque de la dette de chacune des sociétés :

$$\beta_d = \frac{R_d - R_f}{PRM}$$

d'où :

$$\beta_d \text{ Dano} = 0,14$$

$$\beta_d \text{ Latic} = 0,20$$

$$\beta_d \text{ Vebert} = 0,08$$

Puis il faut estimer le bêta de l'activité de chaque société :

$$\beta_a = \frac{\left[ \beta_c + \beta_d (1 - T) \frac{DF}{CP} \right]}{\left[ 1 + (1 - T) \frac{DF}{CP} \right]}$$

d'où :

$$\beta_a \text{ Dano} = 0,80$$

$$\beta_a \text{ Latic} = 0,80$$

$$\beta_a \text{ Vebert} = 0,76$$

Le bêta du secteur est donc de  $(0,80 + 0,80 + 0,76)/3 = 0,79$

Le bêta de la dette de la société Volta est de  $(5,3 - 4,5)/3,5 = 0,23$

Son bêta des capitaux propres (en reprenant la formule précédente en sens inverse) est de : 1,24

Soit un coût de fonds propres de :  $R_c = 3,5\% + 1,24 \times 4,5\% = 9,08\%$

Si aucun ajustement n'avait été opéré, le coût des fonds propres aurait été de 7,55%

### 7.3.2. Le coût du capital ajusté

Une fois  $\beta_c$  estimé, il ne reste plus qu'à reprendre la formule du MEDAF pour déterminer le coût des fonds propres.

Le nouveau coût des fonds propres déterminé, il reste à calculer le coût du capital du projet, en tenant compte de la structure de financement de l'investissement :

$$\text{Coût du capital} = R_c^* \times \frac{CP}{CP + DF} + R_d (1 - T) \times \frac{D}{CP + DF}$$

**Illustration :**

Les dirigeants de la société Peronel, dont le coût du capital est de 7%, s'interroge sur l'opportunité de réaliser un investissement de 1,2 M€ qui, bien qu'entrant dans le domaine d'activité de la société, fait appel à de nouvelles technologies. Le bêta d'exploitation du projet est d'environ 1,9 et il serait financé par dettes à hauteur de 40%, au taux de 6%. Le projet doit générer des flux de trésorerie de 300 K€ par an pendant 5 ans. Le taux sans risque est de 4,5% et la prime de risque du marché est de 3,5%.

Solution :

Calcul du bêta de la dette de la société :

$$\beta_d = \frac{6 - 4,5}{3,5} = 0,43$$

Calcul du bêta des capitaux propres :

$$\beta_c = \beta_a + (\beta_a - \beta_d)(1 - T) \frac{DF}{CP} = 2,55$$

Calcul du coût des fonds propres :

$$R_c = 4,5\% + 2,55 \times 3,5\% = 13,4\%$$

Calcul du coût du capital du projet :

$$CMPC = 13,4\% \times \frac{60}{100} + 6\% \times \left(1 - \frac{1}{3}\right) \times \frac{40}{100} = 9,64\%$$

Calcul de la VAN du projet :

$$VAN = -1.200 + 300 \times \frac{1 - (1 + 0,0964)^{-5}}{0,0964} = -52$$

La VAN du projet étant négative, il ne faut pas le réaliser. Si le coût du capital de l'entreprise avait été retenu, la VAN du projet aurait alors été de 30. Le projet aurait alors été réalisé, à tort !

## 7.4. Une alternative : l'ajustement des flux de trésorerie

Une autre façon de tenir compte du risque est d'ajuster les flux de trésorerie afin de prendre en compte leur niveau de risque. Plus un flux est risqué (incertain dans son montant ou sa date de réalisation), plus il sera ajusté à la baisse. Ceci se fait par la méthode des équivalents certains qui consiste à réduire les flux risqués pour les convertir en flux de trésorerie non risqués (certains dans leur montant et leur date de réalisation). Concrètement, il s'agit de déterminer le flux non risqué qui est équivalent au flux risqué (qui est, par essence, plus élevé).

$$FT_t \text{ certain} = FT_t \left( \frac{1 + R_f}{1 + CMPC} \right)^t$$

$R_f$  représente le taux sans risque,  $CMPC$  le taux risqué, et  $t$  la date de réalisation du flux.

Une fois les flux certains déterminés, il suffit de les actualiser au taux sans risque. La VAN obtenue doit être équivalente à la VAN calculée sur la base des flux risqués et d'un taux risqué.

### Illustration :

Soit un projet dont les flux de trésorerie sont résumés dans le tableau ci-dessous. Le taux sans risque est de 5% et le coût du capital de 9%.

Année	0	1	2	3	4	5
Flux trésorerie	-1000	300,0	300,0	300,0	300,0	300,0
Flux équivalent	-1000	289,0	278,4	268,2	258,3	248,8

La VAN des flux de trésorerie au taux de 9% est de : 166,89

La VAN des flux équivalents au taux de 5% est de : 166,89

## 8. Les autres approches de l'incertitude

Il existe 2 approches pour tenir compte de l'incertitude dans un projet d'investissement.

La première consiste à ajuster, soit le taux d'actualisation, soit les flux de trésorerie anticipés. L'avantage de cette méthode est qu'elle ne conduit qu'à un seul résultat (VAN ou TIR), ce qui facilite la prise de décision. Par contre, elle met de côté un certain nombre d'éléments d'ordre subjectif qui peuvent intervenir dans l'analyse du risque. Cette approche a été traitée au chapitre 6.

Avec la seconde approche, les hypothèses retenues pour établir le tableau des flux de trésorerie sont modifiées et l'impact de ces changements est étudié. C'est notamment sur la base de ces impacts que la décision est prise. Pour la mise en œuvre de cette approche, plusieurs techniques sont possibles : analyse de sensibilité, seuil de rentabilité, arbres de décision et options réelles, analyse espérance-variance. Ce sont les techniques qui seront étudiées dans ce chapitre.

### 8.1. L'analyse de la sensibilité

Dans un projet d'investissement, l'incertitude porte sur différents éléments : prévisions des flux de trésorerie, taux d'actualisation, durée d'utilisation de l'investissement, ...

Pour mettre en œuvre cette méthode, il faut au préalable établir un scénario de base afin d'estimer la VAN et le TIR du projet. Puis l'analyse de la sensibilité va consister à modifier un ou plusieurs de ces paramètres et à en étudier l'impact sur la VAN ou le TIR.

Il faut donc identifier quelles sont les variables déterminantes du projet afin de les faire varier. Dans la pratique, elles sont de 2 types :

- Macroéconomique : états de la conjoncture dans les années à venir, prix des matières premières, ... ;
- Propres à l'entreprise : taux de marge, prix de vente des produits, durée du projet, ...

#### Illustration :

Soit un projet d'investissement d'un montant de 1 M€ et dont la durée est de 5 ans. Les charges annuelles sont estimées à 360 K€ (dont la dotation aux amortissements de 200). Chaque année, la société espère vendre 10.000 pièces. Elle souhaite estimer la sensibilité de la rentabilité du projet au prix de vente des pièces, qui sera compris entre 50 et 75 euros. Le coût du capital du projet est de 10%.

#### Solution :

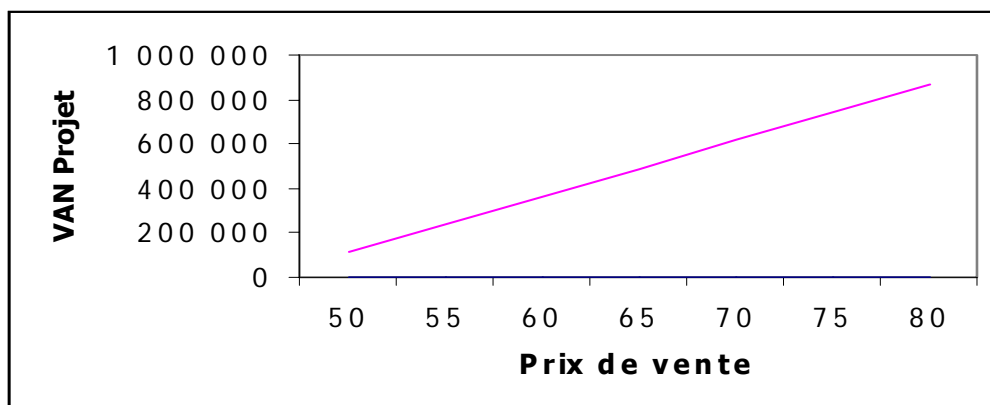
Soit P, le prix de vente des produits.

Le flux de trésorerie annuel est de :

$$[10.000 \times P - 360.000] \times \frac{2}{3} + 200.000 = 6.667 \times P - 40.000$$

La VAN du projet est :

$$-1.000.000 + (6.667 \times P - 40.000) \frac{1 - (1,10)^{-5}}{0,10}$$



Le graphique montre bien que la VAN du projet augmente avec le prix de vente des produits.

Il est possible également de croiser 2 paramètres dans l'analyse de la sensibilité. Dans ce cas, la représentation devient matricielle.

### Illustration :

Si nous reprenons le même exemple et que nous faisons varier la durée du projet entre 3 et 6 ans, nous obtenons la matrice suivante :

VAN du projet	50 euros	60 euros	70 euros	80 euros
3 ans	-270 482	364 759	617 491	870 223
4 ans	-70 120	141 215	352 550	563 885
5 ans	112 027	364 759	617 491	870 223
6 ans	277 616	567 981	858 346	1 148 711

La principale limite de la méthode vient du fait qu'elle conduit à une multitude de résultats, sans que cela permette de privilégier une hypothèse au détriment des autres. La prise de décision finale est donc relativement subjective.



## 8.2. L'analyse du seuil de rentabilité

L'objectif de cette méthode est de déterminer le niveau minimal des ventes qu'il faut réaliser pour que le projet soit acceptable, c'est-à-dire que sa VAN soit positive. Pour cela, il faut mettre en équation le calcul de la VAN, avec comme inconnu le niveau des ventes.

### Illustration :

Une machine qui permet de réaliser des stylos en plastique thermoformé coûte 600 K€. Le coût de revient de chaque stylo est estimé à 0,2 euro alors que son prix de vente en gros est de 0,5 euro. La machine a une durée de vie de 5 ans. Le coût du capital du projet est de 12%.

La marge par stylo est de  $0,5 - 0,2 = 0,3$  euro

Le résultat net d'exploitation est de :

$$\left[ 0,3 \times Q - \frac{600.000}{5} \right] \times \frac{2}{3} = 0,2Q - 80.000$$

Le flux net de trésorerie annuel est :

$$0,2Q - 80.000 + \frac{600.000}{5} = 0,2Q + 40.000$$

$$VAN = -600.000 + [0,2Q + 40.000] \frac{1 - (1,12)^{-5}}{0,12} = 0$$

d'où :  $X = 632.230$  stylos

D'une façon plus générale, cette méthode peut être utilisée pour toutes les variables qui interviennent dans la détermination de la VAN.

Tout comme lors de l'analyse de la sensibilité, la méthode ne permet pas de décider s'il faut ou non réaliser le projet d'investissement. Par contre, elle fournit des informations qui sont utiles pour la prise de décision.

## 8.3. Les arbres de décisions et les options réelles

Avec la méthode de la VAN, le choix à opérer est binaire : réaliser ou non l'investissement. Dans la réalité, les choses ne sont pas aussi simples. Un manager peut ainsi, lorsque l'incertitude est grande, préférer différer le projet d'un an afin, par exemple, de disposer de plus d'informations sur l'environnement. De la même façon, il peut réaliser l'investissement, et attendre quelques années avant

éventuellement de l'étendre. Les managers disposent ainsi d'options qui leur permettent de faire évoluer le projet d'investissement. C'est ce que l'on appelle des options réelles. Graphiquement, ces options sont représentées sous la forme d'arbres de décision. Les principales options dont disposent les managers sont les options d'abandon, de différer et d'expansion.

L'option d'abandon permet au manager, à un moment donné, d'interrompre le projet, soit parce qu'il génère des flux de trésorerie négatifs, soit parce qu'en le stoppant et en le liquidant, le flux produit sera plus élevé que si le projet est poursuivi. L'option de différer permet de retarder le projet, afin de disposer de plus d'information. L'incertitude étant réduite, la décision d'investissement est prise dans de meilleures conditions. Avec l'option d'expansion, la société se réserve la possibilité d'accroître le projet d'investissement au cours du temps. Elle peut ainsi réaliser un projet modeste au début, puis l'étendre si les conditions sont favorables.

Le principal avantage des arbres de décision et des options réelles est qu'ils nécessitent, pour le manager, de prendre en compte les différentes situations qui peuvent se présenter. De ce fait, ils sont riches d'enseignements dans l'analyse d'un projet d'investissement. Ils permettent également de mettre en évidence les liens qui existent entre les décisions qui sont prises aujourd'hui et celles qui le seront dans le futur. La principale limite de la méthode vient de la complexité de sa mise en œuvre.

Dans la construction d'un arbre de décision, il faut bien distinguer les nœuds de décisions (symbolisés par un carré), qui correspondent à des choix effectués par l'investisseur et les nœuds d'événements (symbolisés par un rond), qui sont subis et qui sont affectés d'une probabilité de réalisation.

A chaque nœud de décision, il faut choisir celle qui conduit à la VAN la plus élevée.

### **Illustration : l'option d'abandon**

Jusqu'à présent, nous avons considéré que les projets avaient une durée finie et qu'ils duraient jusqu'à l'issue de cette période. En réalité, il est possible d'interrompre un projet à tout moment s'il n'est pas assez rentable.

Soit 2 projets A et B, dont le coût initial est identique: 70 M€. Le projet A fait appel à des machines très spécifiques, qui n'ont pas de valeur marchande en dehors de l'entreprise. A l'inverse, le projet B est

construit autour de machines plus flexibles, qui peuvent être reconverties. Elles ont une valeur d'occasion de 50 M€ au bout d'un an. Le coût du capital est de 10%.

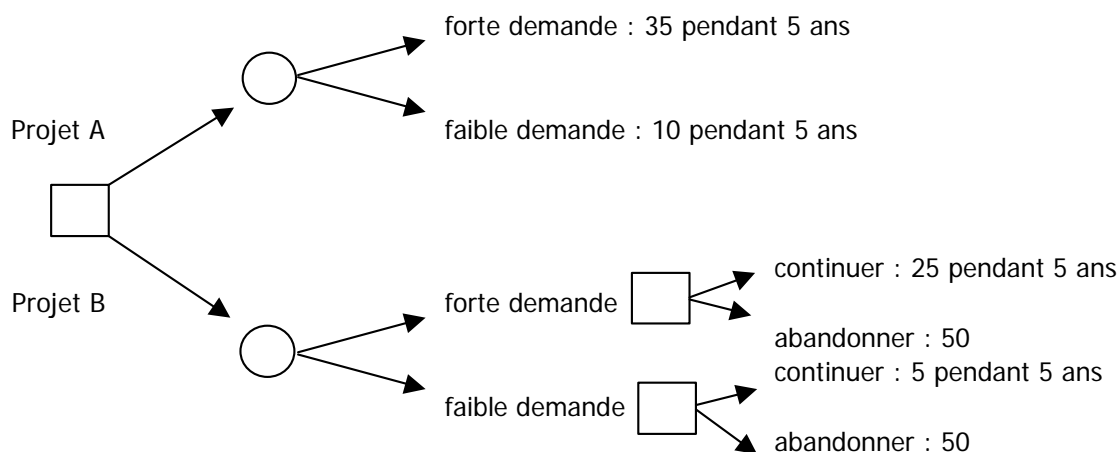
Selon la conjoncture, les flux annuels de trésorerie générés par les projets pendant 5 ans seront de :

	Conjonct. Favorable	Conjonct. Défavorable
Projet A	35	10
Projet B	25	5

La probabilité que la conjoncture soit favorable ou défavorable est identique.

Avec le critère de la VAN, le projet A est le meilleur car il est celui dont le flux de trésorerie moyen est le plus élevé (22,5).

Mais, si on tient compte de l'option d'abandon qui existe pour le projet B, la situation devient différente. Si la conjoncture n'est pas bonne, la société pourra avoir intérêt à stopper l'activité et à vendre les machines pour 50 M€.



Au niveau de chaque nœud de décision (carré), il faut choisir la solution qui maximise la VAN. Dans le cas présent, la question qui se pose est de choisir entre le projet A, qui a une durée de 5 ans, et le projet B, dont la durée dépend de la conjoncture. La résolution du problème se fait en partant des décisions les plus lointaines, en choisissant à chaque fois celle dont la valeur

$$\text{VAN Projet A} = -70 + (35 \times 50\% + 10 \times 50\%) \frac{1 - (1,10)^{-5}}{0,10} = 15,29$$

Dans le cas du projet B, la situation est plus complexe :

- si la demande est forte, les dirigeants ont le choix entre réaliser le projet et percevoir 25 M€ pendant 5 ans, ou abandonner dès la 1<sup>ère</sup> année et percevoir 50 M€.

$$\text{VA continuer} = 25 \times \frac{1 - (1,10)^{-5}}{0,10} = 94,77$$

$$\text{VA abandonner} = 50(1,10)^{-5} = 45,45$$

Si la demande est forte, ils ont donc intérêt à continuer.

- si la demande est faible, les dirigeants ont le choix entre réaliser le projet et percevoir 5 M€ pendant 5 ans, ou abandonner dès la 1<sup>ère</sup> année et percevoir 50 M€.

$$\text{VA continuer} = 5 \times \frac{1 - (1,10)^{-5}}{0,10} = 18,95$$

$$\text{VA abandonner} = 50(1,10)^{-5} = 45,45$$

Si la demande est faible, ils ont donc intérêt à abandonner afin de percevoir 50 M€.

Dès lors, la VAN du projet B est :

$$\text{VAN Projet B} = -70 + (50\% \times 94,77 + 50\% \times 45,45) = 0,11$$

Au final, il est donc de l'intérêt de la société de réaliser le projet A car sa VAN est la plus élevée.

#### 8.4. L'analyse en termes d'espérance et de variance

Lorsque les flux sont incertains, il est possible de leur affecter une probabilité de survenance, en général en fonction des états possibles de la nature. Cette analyse probabiliste permet de calculer une espérance de VAN, mais également la variance de cette VAN, qui donne une mesure du risque total du projet. Plus la variance est importante, plus le risque est élevé. La détermination de ces probabilités résulte soit de l'expérience de celui qui réalise l'étude, soit de statistiques issues de données passées. Elles ne présentent donc pas de caractère certain et sont donc entachées d'une certaine subjectivité. Cette méthode est principalement utilisée lorsqu'il s'agit de comparer deux projets concurrents. Dans ce cas, outre le niveau de création de valeur généré

par chaque projet, les dirigeants sont très attentifs à la probabilité que la VAN soit négative. Cette approche permet de répondre à cette question.

Une fois l'espérance (rentabilité) et la variance (risque) calculées, il reste à réaliser un arbitrage entre les différents projets sur la base de ces deux critères.

### Calcul de l'espérance de VAN

Pour chaque période, il faut calculer une espérance de flux, puis actualiser ces espérances pour obtenir l'espérance de VAN du projet.

$$E(VAN) = -I_0 + \sum_{t=1}^n E(F_t)(1+k)^{-t}$$

### Illustration :

Soit un projet d'un montant de 200, dont le coût du capital est de 10% et dont la durée est de 3 ans. Les flux de trésorerie qu'il va générer dépendent fortement de la conjoncture et sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Probabilité	Année 1	Année 2	Année 3
Hypothèse optimiste	60%	100	120	130
Hypothèse pessimiste	40%	60	70	80
Flux espéré : E(F)		84	100	110

Pour chaque année, il faut calculer le flux moyen pondéré par les probabilités (dernière ligne du tableau).

Puis il suffit d'actualiser ces flux espérés pour obtenir une espérance de VAN :

$$VAN = -200 + 84 \times (1,1)^{-1} + 100 \times (1,1)^{-2} + 110 \times (1,1)^{-3} = 41,65$$

Le même résultat peut être obtenu en calculant la VAN pour chaque hypothèse, puis en pondérant ces 2 VAN en fonction des probabilités.

VAN (optimiste) = 87,75 et VAN (pessimiste) = -27,49,  
d'où VAN (projet) = 87,75 x 60% - 27,49 x 40% = 41,65

## Calcul de la variance de la VAN

L'étude de la variance permet de mesurer le risque associé au projet, pour le comparer à son espérance de rentabilité. Il faut distinguer 2 cas :

- les flux sont parfaitement corrélés, c'est-à-dire si lorsqu'un état de la nature est vérifié une année, il l'est pour les années suivantes ;
- les flux ne sont pas du tout corrélés.

Dans un 1er temps, il faut établir un tableau avec la valeur actualisée des flux. Puis déterminer la variance des flux avant de pouvoir calculer la variance de la VAN.

La variance des flux actualisés s'obtient comme suit :

$$V(F_t) = \sum_{x=1}^n p_{xt} (F_{xt} - \bar{F}_t)^2$$

ce qui donne pour les flux de la 1<sup>ère</sup> année :

$$V(F_1) = 0,60(90,90 - 76,36)^2 + 0,40(54,54 - 76,36)^2 = 317,29$$

	Probabilité	Année 1	Année 2	Année 3
Hypothèse optimiste	60%	90,90	99,17	97,67
Hypothèse pessimiste	40%	54,54	57,85	60,10
Flux espéré : E(F)		76,36	82,64	82,64
Variance du flux : V(F)		317,29	409,76	338,76

### a. Les flux sont parfaitement corrélés

Dans ce cas, si une hypothèse est vérifiée une année, elle l'est les autres années. Par exemple, si la conjoncture est bonne une année, elle sera nécessairement bonne les autres années.

$$V(VAN) = V(F_1) + V(F_2) + V(F_3) + 2V(F_1)V(F_2) + 2V(F_1)V(F_3) + 2V(F_2)V(F_3)$$

soit, pour reprendre notre exemple :

$$\begin{aligned} V(\text{VAN}) &= 317,29 + 409,76 + 338,76 \\ &+ 2 \times 317,29 \times 409,76 + 2 \times 317,29 \times 338,76 + 2 \times 409,76 \times 338,76 \\ &= 753.682 \end{aligned}$$

ce qui revient à un écart-type de : 868.15

b. Les flux sont indépendants dans le temps

Si l'hypothèse concernant un état de la nature est vérifié une année, cela ne permet pas de dire ce qu'il en sera l'année suivante.

$$V(\text{VAN}) = \sum_{t=1}^n V(F_t)$$

soit, pour reprendre l'exemple :

$$V(\text{VAN}) = 317,29 + 409,76 + 338,76 = 1.065,81$$

Et un écart-type de 32,64

## **Bibliographie :**

- Albouy M, Décisions financières et création de valeur, Economica, 2000.
- Albouy M, Décisions financières et création de valeur exercices corrigés, Economica, 2001.
- Charreaux G., Gestion financière, Litec, 2000.
- Ginglinger E., Les décisions d'investissement, Exercices et cas corrigés, Nathan, 1998.
- Ginglinger E., Hasquenoph JM., Mathématiques financières, Economica, 1995.
- Goffin, R., Principes de finance moderne, Economica, 2001.
- Levasseur M., Quintart A., Finance, 1998.
- Mourgues N., L'évaluation des investissements, Economica, 1995.
- Mourgues N., Le choix des investissements dans l'entreprise, Economica, 1994.
- Mun J., Real Options Analysis: Tools and Techniques for Valuing Strategic Investments and Decisions, John Wiley & Sons, 2002.



## Sélection de sites internet :

La société Associés en Finance est un bureau d'analystes financiers qui propose des outils de valorisation des sociétés. Son produit phare est TRI VIAL, qui est une sophistication de la Droite de marché qui a fait la renommée de la société.

[www.associes-finance.com](http://www.associes-finance.com)

La société Ibbotson (USA) publie chaque année un ouvrage (cost of capital yearbook) qui recense le coût du capital de 5.000 entreprises, sur 300 secteurs d'activité, à travers 151 pays.

[www.ibbotson.com](http://www.ibbotson.com)

Sur le site de la Bourse de Paris, vous pouvez télécharger les cours boursiers de toutes les sociétés cotées à Paris, avec un historique de plusieurs années. Très utile pour le calcul du coefficient bêta.

[www.euronext.fr](http://www.euronext.fr)

Dans la plupart des rapports annuels, vous trouverez un paragraphe relatif à la politique d'investissement de l'entreprise. Ces rapports annuels se trouvent sur le site de chaque société cotée, ainsi que sur le site de la COB : [www.cob.fr/frset.asp?rbrq=sophie](http://www.cob.fr/frset.asp?rbrq=sophie)

A Damodaran est Professeur de finance à la New York University. Son site, très complet, propose notamment des données de marché qui sont régulièrement actualisées. Une partie du site est relative aux choix d'investissement et de nombreuses feuilles de calcul sous Excel peuvent y être téléchargées.

[www.damodaran.com](http://www.damodaran.com)

Afin de déterminer le coût de la dette (pour estimer par la suite son coût du capital), il peut être utile de pouvoir rapprocher la société étudiée avec d'autres, dont la dette fait l'objet d'une cotation. La cotation ainsi obtenue permet d'estimer le taux auquel l'entreprise pourrait s'endetter aujourd'hui. Il y a actuellement 3 grandes sociétés dans le monde qui établissent des notations. Il s'agit de :

Standard & Poor's : [www.standardandpoors.com](http://www.standardandpoors.com)

Moody's : [www.moodys.com](http://www.moodys.com)

Fitch : [www.fitchratings.com](http://www.fitchratings.com)

Ce site brésilien, dédié aux options réelles, contient de nombreux outils et liens sur ce sujet.

<http://www.puc-rio.br/marco.ind/main.html>

---

<sup>1</sup> L'auteur tient à remercier Edith Ginglinger et Annaick Guyvarc'h pour leurs remarques qui ont permis d'améliorer de façon substantielle cet e-book.

<sup>2</sup> Nous verrons plus loin l'incidence de la fiscalité.