

GÉNIE INDUSTRIEL
CONDUITE DE PROJET [GIP 010]
[L3 / S2]
Mr. FRITAS Rafik

OBJECTIF:

La décision d'investir est sans aucun doute, la décision la plus grave que peut prendre tout opérateur économique (entreprise); c'est une décision généralement irréversible, car on engage l'opérateur sur une long période. C'est aussi une décision financière grave dans la mesure où la réalisation d'un investissement nécessite un financement adéquat, donc une immobilisation importante de fonds.

Ce cours propose une démarche pour l'analyse de projet industriel utilisable pour la réalisation d'études de pré faisabilité technico-économique. Présenter les méthodes de pré-estimation des couts d'investissement et sensibiliser aux problèmes pratiques de la mise en œuvre des méthodes de calcul de rentabilité. Ainsi, de réunir l'ensemble des concepts, des techniques et des méthodes nécessaires à l'évaluation d'un projet.

PROGRAMME

Chapitre I : choix d'investissement en avenir certain

1. Critère sans actualisation
2. Critère avec actualisation
3. Comparaison entre critères

Chapitre II : choix d'investissement en avenir incertain

1. Critères extrêmes
 - ✓ **Maximax**
 - ✓ **Wald (Maximin)**
2. Critères intermédiaires
 - ✓ **Laplace**
 - ✓ **Hurwicz**
 - ✓ **Savage (minimax)**
3. Autres critères
 - ✓ **Pascal**
 - ✓ **Bernoulli**

Chapitre III : choix d'investissement en avenir aléatoire

1. Le critère espérance-variance
2. L'utilisation MEDAF
3. Arbre de décision

Introduction :**1) Qu'est ce qu'investir :**

C'est acquérir un bien matériel ou immatériel dont on attend des avantages durables se traduisant par la production de biens ou/et de services ou des entrées d'argent.

La décision d'investissement touche à différents domaines ; achat d'équipements construction d'usine, lancement de nouveaux produits...une telle décision s'appuie sur la notion de rentabilité ; pour rester dans une certaine rationalité, il faut que l'investissement rapporte plus d'argent qu'il n'en a coûté. On se focalise dans ce cours sur Le point de la rentabilité économique.

2) Processus décisionnelle de l'investissement

Il est important, après cette brève définition de l'investissement et sur sa classification, de savoir comment se déroule le processus décisionnel en matière d'investissement.

A. L'acte de l'investissement

La décision d'investissement engendre plusieurs intérêts qu'une simple étude d'opportunité ou technique peut les mettre en évidence. Ainsi, les études technico-économiques démontrent la possibilité de réalisation de l'investissement et jugent la rentabilité de celui-ci.

A ces études technico-économiques s'ajoutent d'autres composantes sociales (emploi, formation, reconversion) ; fiscales et écologiques.

Ces éléments la sont nécessaires avant la prise de la décision d'investissement pour vérifier :

- La comptabilité et la cohérence des projets d'investissements entre eux.
- L'analyse de la comptabilité des projets d'investissement avec la stratégie de développement de l'entreprise.
- Les priorités arrêtées en fonction des contraintes financières de l'entreprise.

B. Le financement de l'investissement

Comme on l'a dit au par avant, l'investissement constitue un emploi long nécessitant des capitaux permanents. Les sources de financement sont donc :

- ✓ L'autofinancement compose des diverses réserves constituées au cours de l'exercice après impôts et distribution des dividendes, des dotations en compte d'amortissement et des provisions.
- ✓ Le désinvestissement considère comme la transformation en biens matériels ou immatériels des capacités oisives.
- ✓ Les capitaux extérieurs : emprunts bancaire ou obligatoires, accroissement de capital ou subvention des équipements.

Le montant de l'investissement doit être déterminé d'une manière précise du fait que les capitaux sont limités.

Alors qu'en matière des affaires, les capitaux investis doivent être rémunérés d'où la nécessité des calculs de rentabilité prévisionnelle des projets d'investissement. En général, les investissements dont la rentabilité est inférieure ou le coût du capital financier sont à éviter.

C. Le processus décisionnel

Chaque processus décisionnel en matière d'investissement comporte cinq étapes essentielles quelque soit l'horizon :

- 1) Détecter et poser clairement le problème, afin de trouver la bonne décision qui justifiera l'investissement.
- 2) Inventorier les solutions possibles.
- 3) Quantifier chacune des solutions possibles.
- 4) Prendre en considération des éléments non quantitatifs.
- 5) Choisir la solution optimale.

Dans les chapitres qui suivent, on développera les approches scientifiques en matière de choix d'investissement ainsi leurs modes de financement.

Chapitre I : Choix d'investissement en avenir certain

Les critères d'évaluation de la rentabilité des projets sont des indicateurs de rentabilité globaux et synthétiques qui ne peuvent garantir à l'investisseur la réalisation des prévisions réalisées. La validité du résultat dépend avant tout de la qualité des prévisions d'activité et des charges d'exploitation, de l'estimation des cash-flows, ainsi que des hypothèses adoptées (durée de vie, valeur résiduelle, etc....).

L'évaluation de projets n'a pas pour but de prédéterminer avec certitude la rentabilité attendue de l'investissement mais permet simplement de situer le niveau de rentabilité attendue, et de classer les projets entre eux, sachant que les mêmes hypothèses de travail ont été retenues pour tous les projets concurrents.

Parmi les critères d'évaluation retenus on distingue généralement :

- ✓ Les critères dits techniques, industriels ou traditionnels qui ne font pas appel à l'actualisation des flux financiers.
- ✓ Les critères financiers fondus sur l'actualisation des flux de trésorerie ou cash-flows.

1. Critère sans actualisation [Rentabilité Financière]

A. Le taux de rendement comptable :

Il rapporte la moyenne de la série des bénéfices comptables nets déterminé par l'investissement pendant sa durée de vie au capital investi, ce capital investi peut être:

- ✓ Le cout initial d'acquisition noté I ;
- ✓ Le capital moyen engagé pendant la durée de vie.

$$r = \text{Résultat net comptable} / I$$

Entre deux variantes de projets, sera choisie celle qui présentera le taux r le plus élevé. Toute variante ne sera acceptée que si r est supérieur a une norme préfixée, c'est à dire un taux de rendement minimum exige qualifie généralement de taux de rejet note (**rj**).

- ✓ Ce critère présente l'avantage d'être facile et rapide car faisant référence a des données comptables disponibles. Il permet des comparaisons hâtives et grossières, mais peu pertinentes.
- ✓ C'est un critère cependant ambigu et très discutable. Il prend un résultat comptable biaise par les principes d'enregistrement comptables et fiscaux, peu représentatifs de la rentabilité effective de l'investissement.

B. Le critère du taux de rendement limité :

Il s'appuie sur la notion d'économie de couts procurée par le projet. Ce critère considère que le rendement de l'investissement correspond à l'économie de cout qu'il procure par rapport a l'exploitation de l'ancien équipement.

a) Le remplacement d'un équipement ancien par un nouveau se traduit par :

- ✓ Une dépense nette d'investissement égale au cout du nouvel équipement mis en place déduction de la valeur résiduelle (V.R.) de l'ancien ;
- ✓ $I = \text{cout d'investissement} - \text{V.R. ancien}$

- ✓ Par la suppression des charges d'exploitation de l'ancien (C.E.A) et la naissance des charges d'exploitation relatives au nouvel équipement constituées par :
 - *Les frais d'exploitation (C.E.N.)*
 - *Les charges d'amortissement (DA= I / n) linéaires.*

n : durée de vie de l'investissement. L'ancien équipement étant suppose totalement amorti, dans le cas contraire, il y a lieu de calculer la dotation aux amortissements différentielle.

b) Le rendement du projet est mesuré à travers les économies de coûts procurées ou les gains de productivité autorisés et qui peuvent être mesurés comme suit :

$$re = \text{taux rendement limite} = E / I = [C.E.A / I] - [(C.E.N + I / n) / I]$$

L'entreprise se fixe un taux de rendement minimum = r_{\min} où " r_j " qui peut correspondre a un cout d'opportunité.

Si : $re > r_{\min}$

Le projet est acceptable ; par ailleurs, la variante qui présentera le taux le plus élève sera préférée.

Il faut noter que ce genre de critère d'évaluation est plus propice au plan industriel au sein des ateliers et unités de fabrication dont les responsables généralement techniciens sont plus préoccupés par les gains de productivité, les économies de couts et les améliorations de rentabilité qui peuvent en résulter.

C. Le critère du délai de récupération ou pay-back :

La durée de remboursement ou délai de récupération correspond à la période d'exploitation nécessaire pour récupérer le capital initial investi. C'est la période au terme de laquelle le cumul des flux de trésorerie génères par le projet couvre la dépense d'investissement.

Ce critère est base sur l'idée que plus la récupération du capital engage est rapide, plus le projet est intéressant.

$$\text{Délai de récupération} = [\text{Dépense d'investissement en années}] / [\text{Cash-flow annuel ou économies annuelles}]$$

Cette formulation simple admet que les cash-flows annuels dégagés par le projet sont similaires.

Lorsque les C.F. annuels sont inégaux, il faut les cumuler jusqu'à atteindre le montant de la dépense d'investissement.

Exemple 1 : 2 projets d'investissement A et B :

- Projet A : D = 10 000 KDA
Flux annuels différentiels = 3 100
Durée de vie = 5ans
- Projet B : D = 12 000 KDA
Flux annuels différentiels = 2 200 KDA
Durée de vie = 10 ans

Les valeurs résiduelles des 2 projets sont nulles au terme de leur durée de vie.

Déterminer les délais de récupération correspondant a chaque projet.

- délai de récupération A = $10\ 000 / 3\ 100 = 3,22$ ans soit 3 ans et 3 mois.
- délai de récupération B = $12\ 000 / 2\ 200 = 5,45$ ans soit 5 ans et 6 mois.

D'après ce critère, on préférera le projet A au projet B ; en ignorant leurs rentabilités respectives au delà du DR.

Exemple 2 :

Soient 2 projets C et D dont les C.F. annuels inégaux figurent dans le tableau ci-dessous;

La dépense d'investissement :

- C= 10 000 KDA ; durée de vie 6 ans;
- D= 12 000 KDA ; durée de vie 10 ans.

Durée de vie	C.F.C	C.F.D
1	3000	1000
2	4500	2000
3	2500	2000
4	2000	3000
5	2000	3500
6	1000	3500
7		3000
8		2000
9		2000
10		1000

- Délai de récupération pour C= 3 ans
- Délai de récupération pour D= 5 ans et 2 mois.

On préfère le projet C à D tout en ignorant la rentabilité globale de chacun des projets.

- Le projet C est préféré au projet D

Malgré que la somme des C.F de D est supérieure à celle de C. Dans les 2 cas, l'investisseur peut comparer le délai de récupération d'un projet a un délai qu'il considère comme maximum utilise comme norme.

- ✓ ***Ce critère présente les avantages :***
 - De la simplicité et de la rapidité de calcul,
 - De l'usage répandu dans la pratique.

Diverses enquêtes ont montré que la préférence des entreprises va aux projets dont le délai de récupération ne dépasse pas les 3 à 5 ans. Les P.M.E. l'utilisent fréquemment.

- ✓ ***Ce critère présente divers inconvénients :***

Il accorde la priorité à la récupération de la dépense d'investissement sans référence à la rentabilité des projets, ni à la chronologie des flux dégagés ; en effet :

- Ce critère ignore les flux dégagés après le délai de récupération et donc la rentabilité globale des projets or ces cash-flows sont parfois importants.
- Ce critère ne tient pas compte de la chronologie des flux de trésorerie et traite de la même manière des projets dont les flux cumulés sont fort différents.
- Ce critère non actualisé ignore le coût d'opportunité des fonds immobilisés dans l'investissement et qui pourraient être réinvestis ailleurs.
- Ce critère pénalise les investissements lourds de taille importante.

Au total, c'est un critère qui accorde la priorité à la sortie au détriment de la rentabilité des projets d'investissement.

2. Critère fondu sur l'actualisation [Rentabilité Economique]

L'actualisation :

L'actualisation part d'un constant : il est impossible de comparer une somme d'argent disponible aujourd'hui et la même somme disponible demain, et ce pour un risque identique et en dehors de toute inflation

Supposons une somme de (100 €) placée aujourd'hui dans un titre rapportant (15 %) l'an. Au bout d'une année, cette somme vaut, capital plus intérêt,

$$100 + (0.15)(100) = 100(1+0.15) = 115 \text{ €}$$

Qui est la valeur future de (100 €) placés aujourd'hui à (15 %) à échéance d'un an.

La plupart de temps le problème est posé de manière inverse : quel est la valeur, en € actuels, de (115 €) reçus dans un an, le taux d'intérêt étant de (15 %) ? cette valeur est : $[115 / (1+0.15)] = 100 \text{ €}$

Ces (100 €) sont la valeur actuelle, ou actualisée, de (115 €) obtenus dans un an à (15%).

- Soit : R_1 : un revenu perçu dans un an.
- i : le taux d'intérêt des placements

$$S_0 = [R_1 / (1+i)]$$

S_0 est la valeur actuelle (ou actualisée de R_1) obtenu dans un an aux taux d'intérêt ' i ' qui appelle taux d'actualisation [il mesure la performance du présent par rapport au futur].

A. le critère du délai de récupération actualisé (DRA) :

Ce critère a pour objet de déterminer la période au terme de laquelle les flux de trésorerie produits par l'investissement et actualisés au taux (a) pourront couvrir le capital investi. Ce critère s'appuie donc sur le cumul des flux de trésorerie actualisés au taux (a) (cout du capital).

Exemple :

Année	Dépense d'investissement	Flux de trésorerie	$(1+a)^{-t}$ a = 0,10	Val. Actuel. (Flux nets)	V.A cumulée
0	100	0	1	-100	-100,00
1	5	40	0,909	-9,09	-109,09
2		70	0,826	+57,82	-51,27
3		70	0,751	+52,57	+1,30
4		50	0,683	+34,15	+35,45
5		60	0,621	+37,26	+72,71

*y compris la V.R.

En assurant une rémunération de 10 % les cash-flows dégagés couvrent la dépense initiale au bout de 3 ans. Le délai de récupération actualisé est de 3 ans.

c) Avantages et inconvénients

Tout en levant la critique de l'absence d'actualisation du critère traditionnel, ce critère bien qu'actualise ignore la rentabilité du projet qui intervient après le délai de récupération.

C'est en définitive, un critère qui peut intervenir comme critère d'appoint éclairant les autres critères de la V.A.N. ou du T.I.R. dans l'évaluation de la rentabilité de projets.

B. Le critère de la valeur actuelle nette (V.A.N.) :

Le critère de la V.A.N. consiste à rapprocher les cash-flows actualisés engendrés par le projet avec la dépense d'investissement également actualisée, le cas échéant.

Un investissement est acceptable si sa valeur actuelle nette est positive, c'est-à-dire s'il contribue à accroître la valeur actuelle totale de l'entreprise.

Pour calculer le critère de la VAN, il suffit de calculer la valeur actuelle des flux de liquidités futurs secrètes par l'investissement puis de soustraire le montant de l'investissement initial.

Désignons par C_t le flux de liquidités attendu de l'investissement pour la période t . Le montant de l'investissement initial est de I_0 . Le taux d'actualisation considéré est de R_1 pour un flux se produisant à la fin de période t .

- La VAN est de :

$$VAN = \left[\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \right] - I$$

La durée de vie de l'investissement étant de 'n' périodes. L'investissement est accepté s'il permet d'accroître la valeur de l'entreprise, c'est-à-dire si la valeur actuelle des flux de liquidités est supérieure au coût de l'investissement I_0 .

Exemple :

Considérons un investissement de $I_0 = 220\,000$. Sa durée de vie est quatre ans. Les flux de liquidités attendus sont $C_1 = 70\,000$, $C_2 = 80\,000$, $C_3 = 100\,000$ et $C_4 = 110\,000$. Ces flux se produisent respectivement à la fin de la période 1 et à la fin de période 4. Le taux d'actualisation est de 7 %.

Déterminons la VAN de cet investissement.

Période	Facteur d'actualisation	Flux de liquidité	Valeur Actuelle
0	= 1	-220 000	-220 000
1	$1 / (1,07) = 0,934$	70 000	65 420,56
2	$1 / (1,07)^2 = 0,873$	80 000	69 875,10
3	$1 / (1,07)^3 = 0,816$	100 000	81 629,79
4	$1 / (1,07)^4 = 0,763$	110 000	83 918,47
			VAN = 80 843,92

Ce projet dégage des flux de trésorerie nette d'une valeur actuelle de 80 844. Cette somme représente l'enrichissement de l'entreprise.

Avantages et limites

La VAN est le critère fondamental du calcul économique.

Le critère de la VAN présente cependant un certain nombre de limites ou d'inconvénients qui conduisent, dans des cas bien particuliers et sous des hypothèses très spécifiques, à calculer d'autres critères. Parmi les plus importantes, retenons les limites suivantes.

La VAN ne permet pas de comparer des projets dont l'importance est trop différente.

La VAN est un critère d'éligibilité, elle indique si un projet d'investissement dégage plus de ressources qu'il n'en consomme. Ce n'est un critère de classement. Ce n'est pas par abus d'utilisation que l'on se sert de la VAN pour comparer des projets.

En fait son utilisation dans un contexte de sélection de projets alternatifs conduit à privilégier la taille de l'investissement.

Exemple : Une entreprise a le choix entre deux projets. Le premier projet est celui étudié précédemment. Il se caractérise par une dépense de 220 000 et des flux de trésorerie respectivement de 70 000, 80 000, 100 000 et 110 000 au cours de quatre années suivantes. Le deuxième projet se caractérise par une dépense de 440 000 et des flux de trésorerie respectivement de 140 000, 160 000, 200 000 et 220 000, soit exactement des flux d'un montant deux fois supérieur pour une dépense double.

- Pour un taux d'actualisation de 7%, la VAN du premier projet est de 80 843,92.
- Pour le même taux d'actualisation, la VAN du deuxième projet est égale à :

$$\text{VAN} = -440\,000 + (140\,000/(1,07)) + (160\,000/(1,07^2)) + (200\,000/(1,07^3)) + (220\,000/(1,07^4)) = 161\,688$$

La VAN de ce deuxième projet est exactement le double de la VAN du premier projet simplement parce que le projet est caractérisé par des flux deux fois plus importants pour une dépense double. Ces deux projets ont la même rentabilité intrinsèque.

Pour répondre à cette critique, on propose le calcul d'un indice de profitabilité. La VAN ne permet pas de comparer les projets d'investissement dont la durée de vie est trop différente. Pour répondre à cette objection, on recourt au calcul de l'annuité équivalente.

La VAN dépend du taux d'actualisation retenu

Reprenons notre exemple :

Une entreprise envisage de réaliser un investissement de 220 000, avec des prévisions de flux : 50 000 la première année, 70 000, 75 000 puis 80 000 les années suivantes.

Avec un taux de 7%, la VAN ressort à 10 123,64

Mais avec un taux un peu plus élevé, 9% qui tiendraient compte d'un risque plus important, la VAN devient négative : -623.

Cette sensibilité de la VAN à la valeur du taux d'actualisation pose problème. Une première réponse à cette limite réside dans le calcul du taux de rentabilité interne.

La VAN mesure la richesse créée par un investissement au cours de sa durée de vie. Elle est un critère d'éligibilité qui permet d'identifier les projets rentables. Son utilisation pour comparer différents projets est une utilisation abusive. La faiblesse de la VAN comme critère de choix d'investissement tient essentiellement à sa sensibilité au taux d'actualisation retenu.

C. Le taux interne de rentabilité

Le taux interne de rentabilité (TIR) correspond au taux d'actualisation pour lequel la somme des flux financiers dégagés par le projet est égale à la dépense d'investissement.

En d'autres termes, le TIR désigne le taux d'actualisation qui rend nulle la VAN.

Il s'agit alors de rechercher le taux d'actualisation i tel que :

$$VAN = \left[\sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+i)^t} \right] - I = 0$$

Les règles de décision fondées sur le TIR sont simples :

- ✓ Dans le cas d'un projet unique, ce projet sera accepté si son TIR est supérieur au taux de rentabilité des opportunités de placement présentant des caractéristiques proches en terme de risque ;
- ✓ Dans le cas de sélection de projets, le projet à retenir sera le projet dont le TIR sera le plus élevé.

Exemple

Admettons un projet qui se caractérise par une dépense d'investissement de 100 et une moyenne de cash-flows de 25 annuels sur une durée de vie de 5 ans. La valeur résiduelle est nulle. Une première approximation du TIR r_0 peut être obtenue comme suit :

$$100 - 25 \left[\frac{1}{1+r} + \frac{1}{(1+r)^2} + \dots + \frac{1}{(1+r)^5} \right] = 0$$

$$C.F. \left[\frac{1 - (1+r_0)^{-t}}{r_0} \right] - D_0 = 0$$

Dans notre exemple : $\left[\frac{1 - (1+r_0)^{-t}}{r_0} \right] = 4$

Par lecture sur la table financière, la somme des facteurs d'actualisation égale à 4, indique un taux r_1 de 0,0775 à horizon 5 ans.

c) Avantages et inconvénients

Le TRI présente l'avantage d'être une donnée uniquement liée au projet étudié.

Il synthétise en effet l'ensemble des caractéristiques qui lui sont propres, contrairement à la VAN qui n'est pas tributaire d'un taux d'actualisation.

La mise en œuvre du TIR comme critère de choix des investissements se heurte aux hypothèses implicites sur lesquelles il est construit.

- ✓ Le premier inconvénient du TIR est lié à l'hypothèse implicite de réinvestissement des flux dégagés au taux interne de rendement. En toute rigueur, le réinvestissement des flux devrait être envisagé au coût d'opportunité du capital.
- ✓ Le risque de conflit avec la VAN constitue le deuxième inconvénient.

Exemple : Une entreprise envisage deux projets d'investissement. Le premier se caractérise par une dépense de 3 000 et des flux de liquidité respectivement de 1 500 la première année, 1 000 la deuxième, 700 la troisième et enfin 700 la dernière année. Si la dépense du second projet est du même montant, la chronique des flux de liquidité est sensiblement différente. Les flux dégagés par ce deuxième projet sont respectivement de 450, 900, 1 000 et 1 950 pour les quatre prochaines années.

Le TIR du premier projet est de 13,47% alors que celui du deuxième projet ne s'élève qu'à 12,9%. Sur la base de ce critère, le premier projet sera considéré comme plus rentable et préféré au deuxième.

Cependant, avec un taux d'actualisation de 9%, la VAN du premier projet ressort à 254,25 alors que la VAN du second s'élève à 323,96. Le critère de la valeur actuelle nette, utilisable dans la mesure où les projets sont de taille comparable et de même durée, marque une préférence pour le second projet.

Il apparaît donc que le classement des projets diffère selon le critère retenu. Ce résultat tient à la répartition temporelle des flux et aux conséquences de l'hypothèse implicite de réinvestissement des flux à des taux différents.

- ✓ Le troisième inconvénient est constitué par l'existence possible de TIR multiples ou d'absence de TIR.

Il est par exemple impossible de déterminer le TIR d'un projet de rationalisation qui se traduit par une chronique de flux du type : flux initial : 1 000 ; flux de la première période : - 3 000 ; flux de la deuxième période : 2 500

De même, un projet caractérisé par une dépense d'investissement de 4 000 et des flux de trésorerie de 25 000 lors de la première année et 25 000 au cours de la deuxième année se caractérisera par l'existence de deux TRI : un premier à 25%, un second à 400%.

D. Annuité équivalente

La technique de l'annuité équivalente consiste à déterminer le montant des flux constants sur la durée de vie du projet et perçus annuellement, dont la valeur actualisée au taux de rendement requis pour le projet est égale à la valeur actuelle nette de celui-ci.

b) Exemple

Il s'agit donc de trouver x , l'annuité équivalente telle que:

$$VAN = \left[\sum_{t=1}^n \frac{X}{(1+K)^t} \right] - I$$

De cette définition, il ressort que x , montant de l'annuité équivalente, est égal au rapport entre la VAN et la somme des coefficients d'actualisation sur la durée de vie du projet :

$$X = \frac{VAN}{\sum_{t=1}^n (1/(1+k)^t)}$$

Pour le premier projet d'une entreprise, la valeur de l'annuité équivalente a :

80 843 / ((1/1,07) + (1/1,072) + (1/1,073) + (1/1,074)), soit 23 876

Dans le cadre d'un choix entre plusieurs projets alternatifs de durées de vie très différentes, on retiendra alors le projet présentant l'annuité équivalente la plus importante.

E. L'indice de profitabilité

L'indice de profitabilité (IP) répond au principe de compensation sous forme d'un ratio proche de 1. Lorsque l'entreprise est rationnée en capital, elle a intérêt à choisir les investissements les plus rentables par unité de capital investi.

Le critère retenu dans ce cas est l'indice de profitabilité qui est le rapport entre la valeur actuelle des flux financiers d'exploitation générés par le projet et le montant de l'investissement initial.

$$IP = \frac{\text{Somme actualisée des flux financiers liés à l'exploitation}}{\text{Somme actualisée des flux financiers associés à l'investissement}}$$

Pour un investissement ponctuel réalisé l'année 0 (sans renouvellement ni valeur de liquidation) :

$$IP = \sum_{i=1}^n [CF_t / (1+i)^t] / I$$

- ✓ L'IP est un critère d'éligibilité, il est comparé à 1.
- ✓ Si IP est inférieur à 1, le projet n'est pas rentable,
- ✓ Si IP = 1, il y a indifférence entre l'investissement et un placement financier au taux égal au taux d'actualisation.
- ✓ Si IP est supérieur à 1, le projet est rentable.

- ✓ IP est un critère de comparaison : entre deux projets, on choisira celui qui a l'indice de profitabilité le plus élevé.

Parfois, les critères VAN et IP ne conduisent pas à la même conclusion. Lorsque cela se produit, IP amène à choisir l'investissement dont le montant initial est moins élevé que celui qui aurait été retenu avec la VAN.

b) Avantages et limites

L'indice de profitabilité permet une indication de la rentabilité relative par rapport à la taille de l'investissement et atténue ainsi la critique faite au critère de la V.A.N.

S'il n'y a pas de restriction en capital, il est préférable d'utiliser le critère de la VAN pour sélectionner le meilleur projet dans une liste car l'indice de profitabilité peut éliminer un projet très rentable uniquement parce qu'il est fortement capitalistique.

En revanche, si les capitaux sont limités (ex : entreprise fortement endettée ne pouvant pas emprunter une somme importante), l'IP est le critère le mieux adapté.

3. Comparaison entre critères [Exemple]

Une entreprise de transport envisage l'achat d'une camionnette et après étude des différents modèles présentés sur le marché pour sélectionner trois projets "A", "B" et "C" parmi les quelles elle doit choisir ces trois projets présente des caractéristiques communes :

- Prix d'actualisation : 100 000 €
- Durée d'utilisation prévue : 5 ans
- Amortissement linéaire au taux de 20% sur la valeur d'origine.

Les échéanciers de recettes et de dépenses d'exploitation différente :

Projet 'A' :

<i>Années</i>	<i>Recettes</i>	<i>Dépense d'exploitation</i>
1	210 000	150 000
2	210 000	150 000
3	210 000	150 000
4	210 000	150 000
5	210 000	150 000

L'entreprise estime que la camionnette ne sera pas en état d'être vendue à la fin de période d'utilisation.

Projet 'B' :

<i>Années</i>	<i>Recettes</i>	<i>Dépense d'exploitation</i>
1	210 000	140 000
2	210 000	150 000
3	210 000	160 000
4	210 000	170 000
5	210 000	200 000*

(*) En raison de la remise à neuf de moteur, d'où une valeur résiduelle probable de "15 000 €" à l'issue de la période d'utilisation.

Projet 'C' :

<i>Années</i>	<i>Recettes</i>	<i>Dépense d'exploitation</i>
1	210 000	140 000
2	210 000	140 000
3	210 000	180 000*
4	210 000	150 000
5	210 000	150 000

(*) Révision complète à prévoir, l'entreprise estime que la camionnette ne pourra être revendue à l'issue de la période d'utilisation (valeur résiduelle = 0).

Travail à faire :

Avec un taux d'actualisation de (12%) et l'impôt sur les bénéfices est de (50%)
Quel projet sera sélectionné par la société ?

Détermination des Cash-Flow :

Projet 'A' :

E-S & années	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Recettes</i>	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
<i>Dépense</i>	150 000	150 000	150 000	150 000	150 000
<i>Amortissement</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Résultat BRUT</i>	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000
<i>IBS (Impôt)</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Résultat Net</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Amortissement</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Cash Flow</i>	40 000	40 000	40 000	40 000	40 000

Projet 'B' :

E-S & années	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Recettes</i>	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
<i>Dépense</i>	140 000	150 000	160 000	170 000	200 000
<i>Amortissement</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Résultat BRUT</i>	50 000	40 000	30 000	20 000	-10 000
<i>IBS (Impôt)</i>	25 000	20 000	15 000	10 000	-
<i>Résultat Net</i>	25 000	20 000	15 000	10 000	-10 000
<i>Amortissement</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Cash Flow</i>	45 000	40 000	35 000	30 000	25 000

Projet 'C' :

E-S & années	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Recettes</i>	210 000	210 000	210 000	210 000	210 000
<i>Dépense</i>	140 000	140 000	180 000	150 000	150 000
<i>Amortissement</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Résultat BRUT</i>	50 000	50 000	10 000	40 000	40 000
<i>IBS (Impôt)</i>	25 000	25 000	5 000	20 000	20 000
<i>Résultat Net</i>	25 000	25 000	5 000	20 000	20 000
<i>Amortissement</i>	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
<i>Cash Flow</i>	45 000	45 000	25 000	40 000	40 000

Détermination ?

- Délai de récupération du capital investi

- Taux de rentabilité moyenne

- Valeur actuelle nette

- Taux interne de rentabilité

- Indice de profitabilité

Chapitre II : Choix d'investissement en avenir incertain non probabiliste

Dans le précédent chapitre, nous avons étudié la sélection de projets en avenir certain ou chaque projet était attaché à une suite déterminée de cash-flows. Une telle situation rend le choix plus aisé et immédiat, mais cette situation est rare dans la pratique.

En avenir incertain, pour chaque projet, il existe autant de conséquences possibles que de situations pouvant survenir. À chaque situation éventuelle correspond un flux monétaire déterminé.

Sur le diagramme suivant, on constate qu'à la date 1 il y a 3 éventualités (ou événements) c'est-à-dire qu'il y a 3 flux monétaires différents qui peuvent se réaliser. Et ainsi de suite.

Si nous utilisons le critère de la VAN, nous aurons alors autant de valeurs actuelles nettes pour un même projet qu'il y a de combinaisons possibles des différents événements.

Si les différents événements sont probabilisables, nous aurons une distribution de probabilités des cash-flows possibles sur chaque période et nous dirons qu'on est en avenir incertain probabiliste (ou avenir incertain relatif). Si non, on est dans la situation de l'avenir incertain non probabiliste (ou d'incertitude absolue) où l'investisseur ne peut plus probabiliser les différentes éventualités, il a dans ce cas recours à des critères subjectifs qui sont basés sur son expérience et sur son intuition. Ainsi, l'investisseur attribue aux différentes situations et à leurs conséquences une probabilité subjective et son choix dépendra ensuite de son attitude face au risque perçu.

Ainsi on peut parler de l'incertitude absolue dans le cas où :

- ✓ Il est possible de recenser tous les événements (E_i) susceptibles d'affecter les cash-flows. Ces événements sont connus dans la littérature économique sous le nom des « état de la nature ou état du monde ».
- ✓ Il est possible d'évaluer les projets d'investissement considérés dans le cadre de chacun des événements recensés par le calcul d'un critère quelconque, comme par exemple le critère de la VAN (qui est le plus utilisé).
- ✓ Il est impossible de déterminer la probabilité de chaque événement.

Ainsi, dans le cas de l'univers d'incertitude absolue, le problème consiste à déterminer parmi un ensemble de projets d'investissement celui qui doit être retenu ou simplement d'établir un classement de ces projets.

Mais le problème qui se pose, c'est que ces critères ne donnent pas le même résultat, donc pour montrer cette convergence de résultats et pour mieux appréhender ces critères de décision, nous allons adopter l'exemple suivant: Soit la matrice donnant les valeurs actuelles nettes de 4 projets possibles selon 4 états de la nature susceptibles de survenir.

Etat Projets /	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
P ₁	4000	3000	2500	6000
P ₂	3000	5800	3000	3500
P ₃	4800	3500	4000	4500
P ₄	5500	5500	3000	3000

(Matrice de performance ou de résultat ou de gain)

A. Critères extrêmes

a) Critère optimiste : MAXIMAX (maximum des maximums)

Pour ce critère, on maximise la plus grande performance c'est-à-dire qu'on choisie pour chaque stratégie le résultat le plus favorable et choisir le projet associé au meilleur de ces résultats.

Ce critère est optimiste puisqu'il laisse espérer le profit maximum. Mais il peut être assorti du risque maximum car il ne tient pas compte des pertes éventuelles associées au projet dans le cadre des autres scénarios.

C'est le critère de l'investisseur optimiste, non averse au risque, qui privilégie le gain au détriment de la sécurité autrement dit c'est un choix offensif. Si on applique ce critère sur notre exemple nous aurons :

Etat Projets /	Maximum	Maximax
P ₁	6000	6000 – P ₁
P ₂	5800	
P ₃	4800	
P ₄	5500	

b) Critère pessimiste de Wald : MAXIMIN (maximum des minimums)

Avec ce critère on cherche à maximiser les performances les plus faibles c'est-à-dire qu'on maximise le résultat minimum obtenu pour chaque projet. D'un autre côté, ce critère nous permet de juger chaque projet sur la base de l'état qui lui est le plus défavorable.

Donc c'est un critère de l'investisseur pessimiste ou prudent et averse au risque, qui limite le risque et privilégie la sécurité. L'application de ce critère sur notre exemple nous donne :

Etat Projets /	Minimum	Maximin
P ₁	2500	
P ₂	3000	
P ₃	3500	3500 – P ₃
P ₄	3000	

B. Critères Intermédiaires

a) Critère de LAPLACE-BAYES (Principe de la raison insuffisante)

Ce critère se base sur la maximisation de la moyenne des performances, pour cela on calcule pour chaque projet la moyenne (ou l'espérance mathématique) des performances conditionnelles et on choisit celui qui fournit la moyenne la plus élevée.

Aussi ce critère se base sur l'hypothèse qui stipule que les états de nature envisagés sont équiprobables c'est-à-dire que la pondération est uniforme pour les différents états de nature. Cette affectation des probabilités aux différents résultats fait sortir le critère de LAPLACE du cadre strict de l'avenir totalement incertain.

Notre Exemple sera :

Etat Projets	Moyenne	Minimum
P ₁	3875	
P ₂	3825	
P ₃	4200	
P ₄	4250	4250 – P ₄

NB : même résultat que si l'on calcule l'espérance mathématique.

b) Critère de HURWICZ - Utilisation d'un Indice d'optimisme

Ce critère maximise la somme pondérée de la meilleure et de la plus mauvaise performance. Pour cela on définit un degré de pessimisme « p » (« p » est compris entre 0 et 1) et un degré d'optimisme « 1-p » en suite, pour chaque projet on sélectionne le pire et le meilleur des résultats. Dans le but de calculer dans une troisième étape la combinaison linéaire de ces performances en pondérant le pire des résultats par le coefficient de pessimisme « p » et le meilleur résultat par le coefficient d'optimisme « 1-p ». Donc le critère de HURWICZ consiste alors à maximiser cette combinaison linéaire.

NB : si (p=0) alors l'investisseur est extrêmement optimiste donc on retrouve le critère du Maximax. Si (p=1) alors l'investisseur est extrêmement pessimiste et cela nous fait passer au critère de Wald (Maximin).

Pour notre exemple on choisit $P=0,3$:

Etat Projets	Minimum m	Maximum M	(0,7 M) + (0,3 m)	Maximum
P ₁	2500	6000	4950	
P ₂	3000	5800	4960	4960 – P ₂
P ₃	3500	4800	4410	
P ₄	3000	5500	4750	

c) Critère de SAVAGE : critère des regrets ou Minimax des regrets

Ce critère est basé sur la minimisation du regret maximal que pourrait entraîner un mauvais choix. Ainsi, l'utilisation du critère de SAVAGE nécessite la construction d'une nouvelle matrice que nous appelons la matrice des regrets conditionnels. Dans le but de choisir le projet qui minimise le regret maximum.

Le regret (ou manque à gagner) est la différence entre la performance maximale pouvant être obtenue dans le cadre d'un scénario donné et celle qui est obtenue pour ce même scénario contenu de la décision retenue. Cela résulte du raisonnement suivant :

Supposons que l'investisseur a choisie le projet P1 et que l'événement E4 se réalise donc le manque a gagne et 0, alors que dans le cas ou l'événement E1 se réalise, l'investisseur aura un manque a gagne de 1500 puisque dans cette état de nature le projet le plus bénéfique et P4 qui correspond a 5500.

Contrairement des autres critères celui-ci prend en considération les états de nature. L'application pour notre exemple sera :

Etat	E ₁	E ₂	E ₃	E ₄
Résultat maximum par événement	5500 – P ₄	5800 – P ₂	4000 – P ₃	6000 – P ₁

Etat / Projets	E1	E2	E3	E4	Maximum	Minimax
P ₁	1500	2800	1500	0	2800	
P ₂	2500	0	1000	2500	2500	
P ₃	700	2300	0	1500	2300	2300 – P₃
P ₄	0	300	1000	3000	3000	

C. Autre Critères

a) Critère de PASCAL.

L'utilisation de ce critère suppose que l'investisseur est neutre vis-à-vis du risque et nécessite le calcul de l'espérance mathématique des résultats de chaque projet. Pour ce calcul, il est nécessaire d'associer chaque état de nature avec une probabilité de réalisation. PASCAL choisit le projet qui maximise l'espérance mathématique

b) Critère de BERNOULLI.

Ce critère cherche à maximiser la moyenne du logarithme népérien des performances. Donc pour ce critère il faut calculer pour chaque projet la moyenne de l'utilité des performances conditionnelles. Pour BERNOULLI, l'utilité est définie par la fonction logarithmique népérienne.

Pour l'utilisation de ce critère il faut calculer « $B_i = \sum P_i \ln R_i$ » avec « \ln » fonction logarithmique, « P_i » probabilité de réalisation associée à chaque état de nature, « R_i » résultat du projet selon l'état de nature. En suite on choisit le projet qui maximise B_i .

Chapitre III : choix d'investissement en avenir aléatoire

Comme on a déjà vu dans le chapitre précédent, la notion d'incertitude présente deux formes une incertitude relative pour laquelle la probabilité que tel événement se produise est connue, et une incertitude absolue dans laquelle la probabilité que tel événement se produise est inconnue.

En matière d'investissement et dans un univers incertain, contrairement à l'avenir non probabiliste, l'avenir probabilisable est une situation dans laquelle il est possible de déterminer toutes les valeurs que peut prendre le cash-flow relatif à un exercice donné et d'affecter une probabilité déterminée à chacune de ces valeurs. En d'autres termes, en avenir probabilisable, chaque cash-flow d'un projet d'investissement est une variable aléatoire dont on connaît la loi de probabilité.

Dans une telle situation plusieurs critères d'évaluation et de choix peuvent être utilisés.

1. Le critère « Espérance-Variance »

En avenir probabilisable, il est possible de calculer l'espérance mathématique de la VAN, $E(VAN)$, ainsi que sa variance, $V(VAN)$, et son écart-type, ... σ_{VAN}

$E(VAN)$ permet d'évaluer la rentabilité, tandis que $V(VAN)$ ou ... σ_{VAN} donnent une mesure du risque.

L'évaluation et le choix des projets s'effectuent sur la base de ces deux critères et sont fonction de l'attitude du décideur face au risque.

Dans la réalité, on simplifie le problème en ramenant tous les événements possibles à 3 hypothèses seulement :

- ✓ Une hypothèse optimiste,
- ✓ Une hypothèse moyenne,
- ✓ Une hypothèse pessimiste,

Auxquelles on affecte une probabilité (plus ou moins subjective).

Exemple :

Pour réduire la longueur de calculs répétitifs, nous considérons deux projets très simples, nécessitant le même capital investi (100) et ayant la même durée (2 ans).

Chaque cash-flow a fait l'objet de 3 évaluations à chacune desquelles a été affectée une probabilité.

On suppose que les cash-flows sont indépendants les uns des autres et que le coût du capital est de 10%.

C1	P (C1)	C2	P(C2)
60	0,3	50	0,4
70	0,4	60	0,3
80	0,3	70	0,3

C1	P (C1)	C2	P(C2)
30	0,3	50	0,4
62	0,5	80	0,4
90	0,2	100	0,2

Pour chacun des projets, nous allons calculer l'espérance mathématique de la VAN : $E(VAN)$, la variance de la VAN : $V(VAN)$ et l'écart type : $\sigma(VAN)$

Premier projet

✓ *Observation préalable :*

C_1 et C_2 désignent, respectivement, le premier et le deuxième cash-flow. C_1 et C_2 sont deux **variables aléatoires**.

✓ *L'expression de la VAN est :*

$$VAN = C_1 (1.1)-1 + C_2 (1.1)-2 - 100 \quad (1)$$

Les quantités (1.1)-1 et (1.1)-2 sont des constantes, il en résulte que les expressions $C_1 (1.1)-1 + C_2 (1.1)-2$ sont des variables aléatoires leur somme est aussi une variable aléatoire et par conséquent, la VAN elle-même est une variable aléatoire.

□ *Calcul de $E(VAN)$ et de $V(VAN)$*

La relation (1) permet d'écrire :

$$E(VAN) = (1.1)-1 E(C_1) + (1.1)-2 E(C_2) - 100 \quad (1)$$

$$V(VAN) = (1.1)-2 V(C_1) + (1.1)-4 V(C_2)$$

$E(C_1)$ = Esperance mathématique du premier cash-flow.

$E(C_2)$ = Esperance mathématique du deuxième cash-flow.

$V(C_1)$ = variance du premier cash-flow.

$V(C_2)$ = variance du deuxième cash-flow.

Il faut donc déterminer la valeur des expressions ci-dessus, nous ne détaillerons les calculs que pour $E(C_1)$ et $V(C_1)$.

C1	P (C1)	$C_1 \times P(C_1)$	C_1^2	$C_1^2 \times P(C_1)$
60	0,3	18	3600	1080
70	0,4	28	4900	1960
80	0,3	24	6400	1920
Σ	1	70	-	4960

Pour C2 on trouve :

$$E(C_1) = \sum C_i P(C_i) = 70$$

$$V(C_1) = \sum C_i^2 P(C_i) - [E(C_1)]^2 = 4960 - (70)^2 = 60$$

Pour C2 on trouve :

$$E(C_2) = 59$$

$$V(C_2) = 69$$

On a alors :

$$E(VAN) = [(1.1)^{-1} \times 70 + (1.1)^{-2} \times 59] - 100 = 12.40.$$

$$V(VAN) = (1.1)^{-2} \times 60 + (1.1)^{-4} \times 69 = 96.71$$

$$\sigma_{VAN} = \sqrt{96.71} = 9.83$$

Deuxième projet

Une démarche identique a la précédente conduit aux résultats suivants :

$$E(VAN) = 12.23$$

$$V(VAN) = 627.06$$

$$\sigma_{VAN} = 25.04$$

Conclusion :

Les deux projets ont des E(VAN) très voisines, mais le deuxième projet est beaucoup plus risqué que le premier (VAN : 9.83 et σ 25.04). Par conséquent, le premier projet surclasse le second. Généralement si les valeurs de l'un de ces critères sont presque les mêmes le choix se base sur les valeurs de l'autre. Mais, en cas contraire l'arbitrage se fait sur la base du coefficient de variation associé à la distribution des rendements attendus d'un projet d'investissement.

En théorie des probabilités et statistiques, le coefficient de variation est une mesure de la dispersion relative : il se calcule comme le rapport entre l'écart type et l'espérance mathématique de la rentabilité.

A ce coefficient de variation, correspond une mesure de la dispersion relative des rendements d'un projet d'investissement. Ce nombre est sans unité ; c'est une des raisons pour lesquelles il est parfois préféré à la variance pour traiter les choix d'investissement.

Ainsi pour les deux projets ;

$$CV_1 = \sigma_{VAN_1} / E(VAN_1) = 0.793$$

$$CV_2 = \sigma_{VAN_2} / E(VAN_2) = 2.047$$

Le premier projet surclasse le second, car ici il a le CV le plus faible.

2. Utilisation du MEDAF

Nous savons que le MEDAF (modèle d'équilibre des actifs financiers) permet de déterminer le taux de rentabilité requis d'un actif financier ayant un risque systématique donné. Ce taux de rentabilité (R_i) est donné par la relation :

$$E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_m) - R_f]$$

R_f = taux sans risque,

β_i = beta du projet considéré,

$E(R_m)$ = espérance mathématique de la rentabilité du marché.

Le problème consiste à calculer R_i puis à le comparer à la rentabilité (r_i) du projet étudié ou à l'utiliser pour calculer la VAN.

Si : $r_i > R_i$ ou si : $VAN > 0$, le projet est acceptable et inversement.

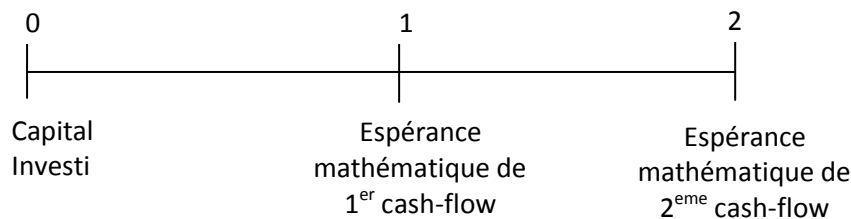
Le calcul de R_i nécessite l'estimation de β_i et de $E(R_m)$ ce qui constitue la phase la plus compliquée.

L'estimation de β_i peut être effectuée à partir de données relatives à des projets analogues déjà réalisés, ou à partir de données sectorielles pertinentes, ou encore, à partir d'un actif financier qui aurait les mêmes caractéristiques que le projet considéré.

$E(R_m)$ peut, par exemple, être à partir des données historiques.

Exemple :

Soit le projet d'investissement décrit par le schéma suivant :



On a estimé le β de cet investissement à 1.75 et l'espérance mathématique de la rentabilité du marché à 8% ($E(R_m) = 8\%$).

Le taux sans risque est de 4%.

Le projet est-il acceptable ?

- ✓ Calculons la rentabilité requise R_i :
 - $E(R_i) = R_f + \beta_i [E(R_m) - R_f]$
 - $E(R_i) = 4 + 1.75 (8 - 4) = 11\%$

- ✓ Calculons le TRI (x) du projet :
 - $100 = 55 (1 + x)^{-1} + 60.5 (1 + x)^{-2} \quad ; \quad x = 10\%$

Conclusion : La rentabilité du projet est inférieure à la rentabilité requise : le projet n'est pas acceptable.

Vérifions en calculant la VAN au taux de 11% :

$$VAN = 55 (1.11)^{-1} + 60.5 (1.11)^{-2} - 100 = -5.85$$

La VAN étant négative, la conclusion précédente est confirmée.

3. Arbre de décision

L'arbre de décision est un schéma établi lorsque l'entreprise est confrontée à des décisions multiples et séquentielles en matière d'investissement. Il permet de visualiser l'ensemble des choix possibles et facilite leur évaluation financière.

B. Construction de l'arbre :

- les nœuds décisionnels sont figures par des carres.
- les nœuds d'événement pouvant intervenir sont figures par des cercles. (Un événement est un phénomène externe à l'entreprise, mais qui influence ses résultats : intensité de la demande, expansion/ récession, etc.)

La probabilité de tout événement possible doit être estimée, ce qui n'est pas chose aisée... Cette probabilité est indiquée sur l'arbre.

C. Exploitation de l'arbre :

- le critère de sélection des décisions est l'espérance mathématique de la VAN.
- les nœuds décisionnels sont analysés, les un après les autres, en allant du sommet vers la racine ; les branches hautes correspondant à des décisions non retenues sont éliminées.

Exemple : Une entreprise doit choisir entre 3 projets, évalués sur une durée de 4 ans, en tenant compte des 2 événements suivants :

- E1 : l'activité reste stable ou en légère progression (probabilité: 0,6).
- E2 : l'activité a tendance à régresser (probabilité : 0,4).

1er projet : investissement limité au départ, avec extension éventuelle au bout d'un an : investissement de 6000 K euro à la date 0 et de 3000 K euro à la date 1 si l'hypothèse E1 est vérifiée.

Cash-flow estimé à la fin de la 1^{ère} année : 2000 K euro ; cash-flows annuels suivants :

- si extension : 3500 si E1 et 3000 si E2 ;
- si non extension : 2300 si E1 et 2000 si E2 ;

Si, à la date 1, l'hypothèse E1 n'est pas vérifiée, cash-flows annuels prévus : 2000.

2^e projet : investissement global dès le départ : I= 8000 K euro. Cash-flows annuels prévus : 2800 si E1 et 2500 si E2.

3^e projet : renoncer à tout investissement.

Coût du capital : 10%

Question : déterminer le choix à faire.

ARBRE de Décision

D. Analyse des nœuds décisionnels

* D2 : doit réaliser l'extension ? Pour répondre à cette question, calculons la valeur actuelle des cash-flows à la date 1 :

- si extension :

$$3500 - (1,1)^{-3} / 0,1 \times 0,6 + 3000 \times 1 - (1,1)^{-3} / 0,1 \times 0,4 - 3000 = 5206,61$$

- si non-extension :

$$2300 \times 1 - (1,1)^{-3} / 0,1 \times 0,6 + 2000 \times 1 - (1,1)^{-3} / 0,1 \times 0,4 = 5421,34$$

On doit renoncer à l'extension (la branche correspondante est éliminée – entourée en pointilles sur le schéma).

- D1: 6000? 8000?

$$I = 6000 \rightarrow E(\text{VAN}) = (5421,34 + 2000)(1,1)^{-1} \times 0,6 + 20100 \times 1 - (1,1)^{-4} / 0,1 \times 0,4 - 6000 = 583,90$$

$$I = 8000 \rightarrow E(\text{VAN}) = 2800 \times 1 - (1,1)^{-4} / 0,1 \times 0,6 + 2500 \times 1 - (1,1)^{-4} / 0,1 \times 0,4 - 8000 = 495,24.$$

$$I = 0 \rightarrow E(\text{VAN}) = 0$$

On doit donc réaliser un investissement de 6000 K euro à la date 0, sans extension à la date 1.

Conclusion

Tous les investissements susceptibles d'être réalisés par une entreprise ne peuvent faire l'objet d'une évaluation quantitative, les calculs de rentabilité ne concernent donc que l'investissement dit productifs (techniques et financiers) pour lesquels il est possible d'estimer les gains attendus.

La mise en œuvre d'une politique efficace d'investissement suppose que l'entreprise soit en mesure de traiter correctement un certain nombre de problèmes communément rencontrés comme à titre d'exemple, la comparaison des projets ayant des durées de vie différentes.

Certes les critères de choix d'investissement ne sont pas des barèmes prêts et figures, mais au contraire, dépend des caractéristiques de l'entreprise, du point de vue du manager et de l'arbitrage rentabilité risque. Pour cela le bon choix exige une intuition scientifique plus consciente en la matière.