

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

*Ecole Nationale Supérieure Polytechnique*



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique

*Département Génie Minier*

Mémoire de master en génie minier

Critères de décision en avenir incertain  
probabilisable

Fariza AISSANI

Sous la direction de Dr. A. AIT YAHATENE

Présentée et soutenue publiquement le 20/06/2016

**Composition du jury :**

**Président :** BACHAR ASSAD Mohammed Aguid MCA ENP, Alger

**Promoteur :** A. AIT YAHATENE DR ENP, Alger

**Examinatrice :** Mme.Amira MERCHICHI MBA ENP, Alger

ENP 2016



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

## *Ecole Nationale Supérieure Polytechnique*



المدرسة الوطنية المتعددة التقنيات  
Ecole Nationale Polytechnique

### *Département Génie Minier*

Mémoire de master en génie minier

# Critères de décision en avenir incertain probabilisable

Fariza AISSANI

Sous la direction de Dr. A. AIT YAHIA TENE

Présentée et soutenue publiquement le 20/06/2016

#### **Composition du jury :**

<b>Président :</b> BACHAR ASSAD Mohammed Aguid	MCA	ENP, Alger
<b>Promoteur :</b> A. AIT YAHIA TENE	DR	ENP, Alger
<b>Examinatrice :</b> Mme. Amira MERCHICHI	MBA	ENP, Alger

ENP 2016

# *Dédicace*

*Avec toute ma reconnaissance, je  
dédie ce travail :*

*A mes très chers parents,  
, que Dieu les garde,*

*A mon cher frère et mes chères sœurs,  
A toute ma famille.*

*A tout (es) mes (es) Amis(es)*

*Et à tous ceux que j'aime.*

*Farisa.*

# Remerciements

Arrivée **au terme** de ce travail, je tiens à remercier, énormément, tous ceux qui ont participé à l'élaboration de ce Master. Qu'ils trouvent ici ma profonde gratitude.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance au Dr.A.AIT YAHATENE, mon promoteur, pour ses conseils et son aide tout au long de la préparation de ce travail.

Aussi, je tiens à remercier le Dr.BACHAR ASSAD Mohamed Aguid et Mme.A.MERCHICHI, membres de jury.

Enfin, nous saluons les efforts et la patience des enseignants du département Génie Minier. On vous dit à tous merci, merci de nous avoir transmis votre savoir.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce travail.

## ملخص :

يعد الاستثمار نشاطاً قائماً في أي شركة. وهو عملية معقدة تهدف دائماً إلى خلق القيمة؛ لذلك لا بد من دراستها للحكم على ربحيتها. في المستقبل المحتمل، تستخدم هذه الدراسة معايير محددة لهذا قمتنا بتطوير هذه الوثيقة لدراسة هذه المعايير التي تسمح للمستثمرين باتخاذ القرار الأنسب. **كلمات المفتاحية:** الاستثمار. المستقبل المحتمل. الاحتمالات

## Abstract

Investing is a common act in the life of a company. This is a complex operation whose aim is always to create value; it must be analyzed to rule on its profitability.

In future probabilistic, this study uses specific criteria

For this we have developed this document to study these criteria in order to orient the investorto wards the suitable decision .

**Keywords:** Investment; Probabilisable future; criteria

## Résumé :

Investir constitue un acte courant dans la vie d'une entreprise. Il s'agit d'une opération complexe dont la finalité est toujours la création de valeur ; ce dernier doit être analysé afin de se prononcer sur sa rentabilité.

En Avenir probabilisable, cette étude fait appel à des critères spécifiques

Pour cela nous avons élaboré ce document afin d'étudier ces différents critères qui permettent d'orienter l'investisseur vers la décision qui répond le plus à ses objectifs

**Mots clés :** Investissement ; Avenir probabilisable ; Critères

## Table des matières

### Liste des tableaux

### Liste des figures

<b>Introduction général</b> .....	9
<b>1. Chapitre I : Notions</b> .....	11
1.1 Notions.....	12
1.1.1 Investissement <sup>[3]</sup> .....	12
1.1.2 Le risque.....	15
<b>2. Chapitre II : Avenir incertain</b> .....	19
2.1 Introduction : .....	20
2.2 Prise de décision en avenir aléatoire (probabilisable) : .....	20
2.2.1 Avenir probabilisable .....	20
2.2.2 Approche probabiliste <sup>[2 ; 4]</sup> .....	21
<b>3. Chapitre III : Critères de prise de décision</b> .....	22
3.1 Introduction : .....	23
3.2 Les Flux Net de Trésorerie d'exploitation générés par un projet .....	23
3.2.1 La notion de Flux Net de Trésorerie (cash-flows) <sup>[5]</sup> .....	23
3.2.2 La valeur actuelle nette (VAN) <sup>[5]</sup> .....	24
3.2.3 Actualisation et notion du temps.....	24
3.3 Critères de prise de décision dans l'avenir incertain (probabilisable) <sup>[6]</sup> .....	26
3.3.1 Méthodes probabilistes .....	26

3.3.2 La méthode de l'arbre de décision .....	29
<b>Conclusion</b> .....	<b>37</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>38</b>

## **La liste des tableaux :**

<b>Tableau III. 1 :</b> Exemple d'un tableau de trésorerie.....	20
---	----

## La liste des figures :

<b>Figure I.1</b> : Les déterminants de la décision d'investissement.....	12
<b>Figure III.1</b> : Arbre de décision.....	26

# Introduction général

Les responsables financiers de l'entreprise sont régulièrement confrontés aux deux grandes décisions financières à long terme que sont les choix d'investissement et les choix de financement. La décision d'investissement est seule créatrice de richesse

À l'origine de la création de valeur, le choix d'investissement constitue sûrement la plus grande décision de l'entreprise. Dans son processus de développement, l'entreprise, quel que soit la nature de son activité, cherche à maximiser son profit, elle investit dans des idées nouvelles et de nouvelles installations qui vont renforcer sa croissance économique et assurer sa prospérité, mettant en jeu des capitaux considérables.

À cet égard, toute décision d'investissement doit être précédée par une étude dont le but est de fournir les éléments permettant de se prononcer sur l'opportunité et la faisabilité financière du projet. L'analyse de l'opportunité du projet implique un diagnostic externe et interne de l'entreprise et dépasse le cadre strictement financier, sans oublier que la qualité des informations et des prévisions établies à ce stade est déterminante pour aboutir à une évaluation de projet acceptable.

La faisabilité financière, quant à elle, dépend de la rentabilité que le projet est susceptible de générer. Pour apprécier une telle rentabilité, il importe de connaître au préalable les différentes dépenses engagées et flux générés par le projet. Cette connaissance, en particulier future, ne peut être parfaite tant que la décision d'investissement engage l'avenir. Par définition, incertitude et aléas caractérisent cet avenir aux plans économique et financier mais aussi social et politique. En cela, les dirigeants d'entreprise disposent de certains critères financiers, les aidants à prendre une décision de choix d'investissement.

En effet, l'entrepreneur doit, la plupart du temps, prendre ses décisions en faisant des hypothèses sur l'avenir, plus au moins étayées, avec des risques d'autant plus importants d'erreurs ou d'imprévus que cet avenir est plus lointain. Dans ce contexte, on va étudier les

critères de choix d'investissement dans un avenir incertain probabilisable (les recettes et dépenses futures sont incertaines).

# **1. Chapitre I : Notions**

## 1.1 Notions

### 1.1.1 Investissement<sup>[3]</sup>

#### A. Définitions et généralités sur les investissements

Dans un sens large, l'investissement peut être vu comme le sacrifice des fonds de l'entreprise, aujourd'hui dans l'espoir d'obtenir un profit dans un futur incertain, dont le total sera supérieur au décaissement initial correspondant au coût de l'investissement. Ce profit espéré doit se réaliser sur plusieurs années et non sur un seul exercice.

Il vise à augmenter le patrimoine de l'entreprise. Dans certains cas il lui permettra de multiplier de façon très importante la productivité de son travail.

De façon plus précise, l'investissement peut avoir pour objectif :

- Le remplacement ou renouvellement afin de maintenir l'activité à son niveau actuel.
- L'accroissement de la productivité en introduisant des équipements modernes et perfectionnés.
- L'augmentation de la capacité de production de l'entreprise, en ajoutant par exemple des unités de production, que ce soit d'un produit déjà existant, il s'agit d'une extension quantitative ou d'un nouveau produit (on parle ici d'extension qualitative).

❖ **Définition de l'investissement** : La définition d'investissement peut varier selon qu'on adopte une vision comptable, ou celle moins restrictive du gestionnaire d'entreprise ou de l'économiste.

➤ **Vision comptable** :

L'investissement est l'acquisition inscrite à l'actif de l'entreprise, il comprend les biens durables figurant au registre des immobilisations. Quelles soient : corporelles (construction, machines, matériels techniques, ...), incorporelles (formation, publicité, ...) ou financières (prêts, obligations, ...).

Il existe d'autres formes d'investissements qui ne sont pas inscrites dans le bilan :

- Certains investissements immatériels comme la formation du personnel et la recherche par exemple, qui vont augmenter le potentiel futur de l'entreprise.
- Le besoin de financement de l'exploitation qui, au plan financier constitue un besoin permanent.

➤ **Vision financière :**

Investir c'est mettre en œuvre aujourd'hui, des moyens financiers pour générer des ressources financières sur plusieurs périodes ultérieures. Il engage l'entreprise sur le moyen et le long terme. L'entreprise risque de connaître de graves difficultés financières au cas où les profits espérés ne sont pas réalisés, parce que les capitaux engagés ne seront pas remboursés au niveau souhaités, en plus de l'insuffisance de recettes qui peut conduire l'entreprise à l'état de cessation de paiement (échéances d'emprunts).

❖ **Classification d'investissements :** On peut classer les investissements selon

- Leur nature
- Leur objectif
- Leur degré de dépendance des projets

**B. Les déterminants de la décision d'investissement**

L'entreprise qui décide d'investir est amenée à comparer une dépense immédiate, avec des recettes futures obtenues grâce à cet investissement. Cette décision s'intègre à une stratégie globale, et constitue un pari sur l'avenir.

La question que se posent les managers d'entreprise : Quels sont les facteurs qui agissent sur la décision d'investir ? Quelles questions doit se poser l'entreprise, avant d'investir ?

Le niveau d'investissement engagé par l'entreprise, est la résultante de multiples facteurs (FigureI.1) :

**a. La demande anticipée :**

La décision d'investissement qui engage l'entreprise sur plusieurs années, n'est prise que lorsque la croissance des débouchés est assurée en tenant compte du temps nécessaire d'installation, et d'adaptation des équipements, qui introduit un autre délai, entre l'investissement et la croissance effective des capacités de production.

La croissance de la demande, ouvre des perspectives de profits qui incitent l'entreprise à investir. Donc, chaque augmentation de la demande entraînera une augmentation plus importante de l'investissement, et un simple ralentissement de la demande, entraînera une chute de l'investissement.

Cette relation repose sur trois points clés :

- Le taux d'utilisation des capacités de production, doit être au maximum.
- Le coefficient de capital doit être constant sur la période étudiée (coefficient de capital est le rapport entre le stock de capital et la production),
- L'entreprise ne doit pas répondre à l'augmentation de la demande par une hausse des prix.

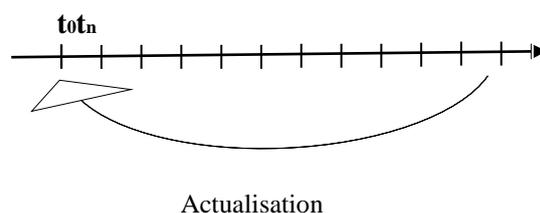
### b. La rentabilité :

La décision d'investissement repose toujours sur une sorte de pari. En effet, l'entreprise va décider d'augmenter son stock de capital, qui est généralement important, alors qu'elle ne sait pas avec certitude de quoi demain sera fait.

Elle parie qu'elle arrivera à rentabiliser son investissement, c'est à dire à augmenter ses profits mais avec le moindre risque, elle essaie donc au maximum de limiter l'incertitude.

Pour cela, elle va essayer de prévoir tout ce qui pourrait avoir des conséquences sur la rentabilité de l'investissement. L'entreprise va procéder à des calculs d'actualisation.

En effet, pour déterminer si un projet est rentable ou pas, il faut comparer son coût initial, aux revenus futurs qui seront issus de cet investissement. Donc, pour comparer des montants exprimés à des dates différentes, le calcul d'actualisation est indispensable.



### C. Le taux d'intérêt :

Dans le cas où le financement est externe, le coût d'investissement dépend du niveau des taux d'intérêt. Plus il s'élève plus la masse des investissements rentables est faible, et inversement (certains projets deviennent non rentables et donc éliminés du plan d'investissement).

Ce taux d'intérêt représente le coût d'opportunité des capitaux propres réinvestis par l'entreprise, par rapport à leurs placements sur le marché financier.

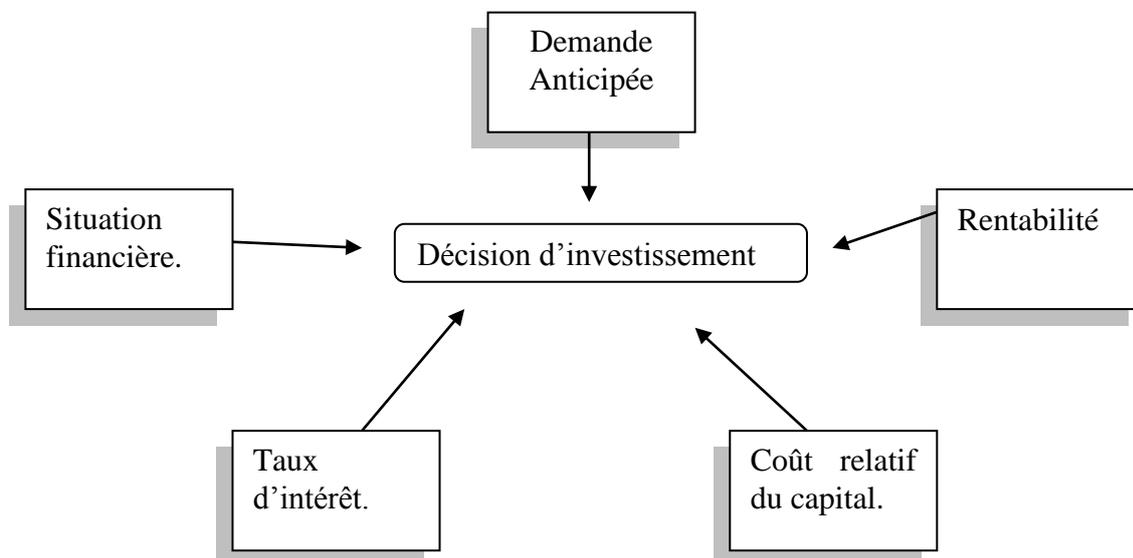
Certaines entreprises préfèrent s'endetter, que de retarder leurs projets d'investissements, à cause de l'augmentation du taux d'inflation, qui déprécie les charges de remboursement, et réduit le taux réel de l'endettement, c'est pourquoi les économistes ont introduit la notion de taux d'intérêt réel (Taux d'intérêt réel = Taux d'intérêt nominal – Taux d'inflation). Donc, plus le taux d'intérêt réel ou d'inflation diminue, plus l'investissement devient encourageant, car il devient moins coûteux.

### D. Situation financière :

L'entreprise ne peut pas s'endetter de manière illimitée. L'importance des fonds propres et le poids de l'endettement antérieur, sont pris en compte dans la décision d'investir. Lorsque l'entreprise se rapproche du seuil d'insolvabilité, elle préfère utiliser les profits réalisés pour se désendetter plutôt que pour investir.

### E. Coût relatif du capital :

Prenons le coût du travail, par exemple, qui peut être comparé à celui du capital, à condition que ces deux facteurs de production doivent être substituables. Dans le cas où le coût de travail est jugé trop élevé, relativement au capital, l'investissement est encourageant. Est-il plus intéressant d'employer des travailleurs supplémentaires, ou d'investir dans des machines ?



**Figure I.1 :** Les déterminants de la décision d'investissement.

## 1.1.2 Le risque

### 1.1.2.1 Notion du risque <sup>[1]</sup>

En effet, les flux monétaires utilisés ne sont que des prévisions qui sont susceptibles de se modifier substantiellement dans le temps. Dans ce contexte, l'analyse de la rentabilité d'un projet d'investissement devra introduire le facteur risque.

### 1.1.2.2 Définition du risque <sup>[1]</sup> :

Le risque est un phénomène aléatoire correspondant à une situation où le futur n'est prévisible qu'avec des probabilités par opposition à l'incertitude qui correspond à un futur totalement imprévisible (échappant au calcul) et à la certitude qui permet une prédiction c'est-à-dire une prévision affectée d'une probabilité égale à 1.

La *rentabilité* et le *risque* sont les deux notions essentielles qui permettent de caractériser un actif, la connaissance de l'un étant indispensable pour porter un jugement sur l'autre. Ainsi que le montre la théorie financière, les gains en termes de rentabilité ne sont souvent que la contrepartie d'un accroissement du risque. Si la définition de la rentabilité ne pose pas problème, il est montré que l'appréciation du risque peut se faire à partir de plusieurs indicateurs mesurant le *risque total* et le *risque systématique* d'un titre, chacun ayant une interprétation bien définie

### 1.1.2.3 Mesurer le risque <sup>[1]</sup>

La valeur d'un actif financier est fonction de ses revenus futurs : Pour un *immeuble*, il s'agira des loyers et du prix de revente, pour une *action*, des dividendes et du prix de cession. De même la valeur d'un projet d'investissement est fonction de ses flux futurs. Si le principe est simple à comprendre, il est plus difficile d'établir les flux prévisionnels de revenus. Si ces derniers étaient connus à l'avance de manière précise et immuable, la décision d'achat se prendrait en avenir certain. Mais si cela n'est pas le cas, la décision se fera dans un contexte risqué et incertain. Il s'agit alors d'anticiper les différents événements pouvant survenir et leur attacher une probabilité de réalisation.

### 1.1.2.4 Les composantes du risque <sup>[1]</sup>

Le risque recouvre donc une situation où les flux de revenus d'un actif, physique ou financier, peuvent être affectés par la réalisation d'événements, dont la probabilité de survenance sera calculée.

En finance, trois catégories de risque sont distinguées.

- La première est constituée par le **risque de prix** : Quelle est la possibilité pour une valeur mobilière de ne pas procurer les revenus envisagés ? Il s'agit non seulement de la réalisation du revenu nominal, mais aussi du *pouvoir d'achat de ce revenu*. Ainsi,

envisager des niveaux différents de chiffre d'affaires, de charges et de bénéfices constitue une illustration du risque de prix d'une action, au même titre qu'envisager de fortes variations de taux d'intérêt pour une obligation. Les différentes inconnues concernant le prix de revente d'un actif sont constitutives de son risque de prix.

- La deuxième composante du risque est un **risque de signature** : Il recouvre l'incapacité de l'émetteur de l'actif financier de payer la rémunération ou d'assurer le remboursement (cas des dettes). La faillite d'une entreprise est la réalisation de ce risque de signature.
- Enfin, le troisième niveau de risque est lié à **la liquidité de l'actif** : Plus le marché d'un actif est liquide et plus il sera aisé de le vendre, et inversement. Acquérir des actifs financiers dont le marché est faiblement liquide est un facteur d'accroissement du risque, car pour pouvoir le vendre il faudra peut-être accepter une forte baisse de son prix ou attendre longtemps.

#### 1.1.2.5 *Type de risque* <sup>[2]</sup> :

L'entreprise évolue dans un contexte incertain. Tous ces projets sont exposés aux risques agissant à l'encontre de leur viabilité, donc de son existence même.

On distingue deux types d'incertitudes :

- a-** les incertitudes liées à l'environnement économique, politique, social, technologique...de l'entreprise.
- b-** les incertitudes liées à l'entreprise concernant son adaptation aux changements dictés par l'environnement.

Concernant le risque on peut distinguer :

- la nature du projet (remplacement, extension, innovation...)
- sa taille relative par rapport à la taille de l'entreprise.

#### 1.1.2.6 *Le couple rentabilité-risque* <sup>[1]</sup> :

Dans le cadre de la théorie financière traditionnelle, l'investisseur est rationnel. Cela signifie qu'il est capable de :

- ∞ hiérarchiser des possibilités d'actions et leurs résultats,

- ∞ choisir entre les différentes possibilités d'action,
- ∞ maximiser son utilité.

Il est donc admis que l'investisseur rationnel va chercher à maximiser sa rémunération, mais il ne le fera pas à n'importe quel niveau de risque. Les exigences de rémunération des investisseurs seront d'autant plus fortes que les possibilités d'encaisser des revenus annuels et de récupérer le capital investi sont plus faibles.

Ainsi, toute augmentation du risque (accroissement de l'amplitude des rémunérations envisageables) devra se traduire par une augmentation de la rentabilité attendue. Par suite, il y aura amélioration de la performance financière dès qu'à rentabilité identique le niveau de risque diminue ou qu'à même niveau de risque la rentabilité augmente. Par contre, la performance financière diminue si l'augmentation du niveau de risque est plus forte que celle de la rentabilité et si la rentabilité diminue à risque identique.

## **2. Chapitre II : Avenir incertain**

## 2.1 Introduction :

L'activité d'investissement consiste à employer un capital dans une opération dont on attend un profit dans l'avenir sur plusieurs années .Et comme l'avenir est toujours entaché d'incertitude, l'évaluation des projets peut être faite :

- En avenir certain
- En avenir incertain

L'avenir certain c'est l'avenir où à chaque projet on peut attacher une suite déterminée de cash-flows. Une telle situation rend le choix plus aisée et immédiat

Dans un univers incertain, 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.

La décision d'investissement est la plus importante dans la vie de l'entreprise par ce qu'elle est quasi-irréversible et met en jeu des capitaux énormes ainsi elle nécessite une stratégie bien adaptée aux besoins et aux exigences environnementaux de l'entreprise.

A cet égard une étude minutieuse doit être faite, plusieurs critères dans le cas d'avenir incertain permettent de répondre à cet objectif, à savoir :

- méthodes probabilistes
  - Espérance mathématique
  - Le coefficient de Variance
  - L'écart type
- arbres de décision

## 2.2 Prise de décision en avenir aléatoire (probabilisable) :

### 2.2.1 Avenir probabilisable

On parle d'avenir probabilisable lorsque la probabilité de réalisation d'un événement futur existe, donc est située entre 0 et 1. Selon le caractère de la probabilité, on distingue les sous-ensembles suivants de l'avenir probabilisable : l'avenir risqué dans lequel les probabilités sont émises sur la base d'analyses objectives et l'avenir incertain dans lequel les probabilités

sont fonction d'impressions subjectives. La limite entre ces deux méthodes de collecte de probabilités sur lesquelles le travail s'attardera plus tard n'est pas toujours très claire et plusieurs méthodes se basent en fait sur un mélange des deux, donc sur une notion d'avenir probabilisable en général.

### 2.2.2 Approche probabiliste <sup>[2 ; 4]</sup>

#### ❖ Définition des probabilités <sup>[2]</sup>

- probabilités empiriques : pour certaines variables aléatoires, des valeurs statistiques peuvent être disponibles, afin que nous déterminions leur probabilité objective. ceci détermine le modèle d'investissement optimal.
- probabilités subjectives : lors de l'évaluation des paramètres tels que le prix du marché du pétrole brut, le taux de croissance d'une économie, ou les futurs changements politiques dans un pays donné, nous ne pouvons pas compter exclusivement sur les dernières fréquences observée de l'événement. dans de tels cas, on peut assigner des probabilités subjectives.

#### ❖ Notion d'incertitude<sup>[4]</sup>

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, 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 que nous allons introduire dans le chapitre suivant.

# **3. Chapitre III : Critères de prise de décision**

### 3.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous présenterons les différents critères d'évaluation d'un projet d'investissement en avenir incertain (le cas probabiliste)

### 3.2 Les Flux Net de Trésorerie d'exploitation générés par un projet

#### 3.2.1 La notion de Flux Net de Trésorerie (cash-flows)<sup>[5]</sup>

L'analyse d'un investissement conduit à étudier les flux de trésorerie strictement liés à cet investissement, en ignorant l'activité d'ensemble de l'entreprise. C'est pourquoi, on parle d'analyse marginale des flux monétaires, C'est un élément très important pour l'analyse d'une société.

$$FNT = (\text{Recettes imputables au projet}) - (\text{Dépenses totaux -amortissements})$$

*Equation III. 1 : Formule de calcul des FNT (Cash-flow)*

Nous allons voir après dans l'exemple qui suivra, plus de détail sur les calculs (TableauIII.1).

#### *Exemple de tableaux de Flux Net de Trésorerie (FNT) d'un Projet :*

Le tableau des flux de trésorerie explique les changements de liquidité au cours de l'année écoulée

Nous allons voir un exemple qui résume la structure de tableau de trésorerie et les différents éléments qui le composent.

#### Chiffre d'affaire CA :

Il est déterminé comme le produit de la quantité produite et vendue par le prix unitaire de vente.

#### Dépense :

C'est l'ensemble des charges effectuées par l'entreprise lors de ses activités.

**Amortissement :**

L'amortissement est la constatation comptable de la dépréciation irréversible des emplois (Actif) suite à l'usage ou l'obsolescence, ou de tout autre cause possible.

**3.2.2 La valeur actuelle nette (VAN) <sup>[5]</sup>**

Elle est définie comme la somme algébrique de tous les flux de trésorerie actualisés associés au projet.

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{FNT_t}{(1 + i\%)^n}$$

**Equation III. 2:** La valeur actuelle nette

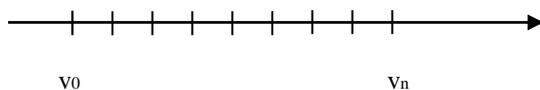
**3.2.3 Actualisation et notion du temps**

Actualiser une somme future, c'est déterminer sa valeur d'aujourd'hui, que l'on appelle valeur actuelle, compte tenu de l'exigence de rentabilité de l'investisseur. L'actualisation, en calculant la valeur actuelle d'une somme future, permet de rendre comparables des flux qui ne sont pas perçus à la même date.

Le taux d'actualisation est «le coût d'opportunité du capital investi c'est à dire le rendement qu'il serait possible d'obtenir en investissant ailleurs le même capital».

L'actualisation est déduite de la relation suivante :

tot<sub>n</sub>



on a :

$$V_n = V_0 (1 + i)^n \dots \dots \dots (\text{capitalisation})$$

i : Taux d'actualisation

n : le nombre d'année

V<sub>i</sub> : les flux de trésorerie correspondants à chaque année.

Donc 
$$V_0 = \frac{V_n}{(1+i)^n}$$

Tableau III. 2 : Exemple d'un tableau de trésorerie

<b>FNT</b>	$RApI + A$	.....	$RApI + A$
<b>RApI</b>	$RAI - ImRApI$	.....	$RAI - Imp$
<b>Imp</b>	$RAI \times TImp\%$	.....	$RAI \times TImp\%$
<b>RAI</b>	$RBE -$	.....	$RBE - A$
<b>A</b>	$\frac{I_0}{1}$	.....	$\frac{I_0}{n}$
<b>RBE</b>	$CA - Dp$	.....	$CA - Dp$
<b>P</b>	$\sum Dp$	.....	$\sum Dp$
<b>CA</b>	$Q \times Pu$	.....	$Q \times Pu$
<b>N</b>	1	.....	n

Avec :

**FNT** :Flux Net de Trésorerie

**RAI** :Résultat avant impôt

**RApI** : Résultat Après Impôt

**A** :Amortissement

**Imp** :Impôt

**RBE** :Résultat Brut d'Exploitation

**DP** : Dépenses**TImp** : Taux d'Impôt**CA** : Chiffre d'affaire**I0** : Investissement initial**n** : nombre d'année**Q** : quantité d'un produit

### 3.3 Critères de prise de décision dans l'avenir incertain (probabilisable)<sup>[6]</sup>

La résolution des problèmes de choix d'investissement dans l'avenir incertain se fait par le recours :

- soit aux méthodes probabilistes
- soit aux arbres de décision

#### 3.3.1 Méthodes probabilistes

En avenir risqué, les cash-flows futurs éventuels sont associés à des probabilités de réalisation, formant des distributions de probabilités qui permettent de disposer de plusieurs critères de mesure de la rentabilité et du risque d'un projet. Classiquement, on calcule l'espérance mathématique et l'écart type (ou la variance) de la VAN. On peut également calculer à partir de ces deux indicateurs, un critère synthétique, appelé coefficient de variation

##### 3.3.1.1 La Valeur Actuelle Nette Espérée (Espérance) :

La valeur Actuelle Nette Espérée (EVAN) ou Espérance du projet est le montant vers lequel les valeurs observées auraient tendance. C'est la somme des VAN associées à leurs probabilités  $P_j$ .

$$EVAN = \sum_{i=1}^N P_i VAN_i$$

**Equation III.3:** La Valeur Actuelle Nette Espérée

Avec :

**VAN** : Valeur Actuelle Net

**$P_i$**  : Probabilité associé à chaque VAN

Selon ce critère, le projet, considéré indépendamment, est retenu s'il présente une espérance  $E(VAN)$  positive. En présence de plusieurs projets concurrents, est sélectionné le projet caractérisé par l'espérance la plus élevée. Et dans le cas, ce critère n'est valable que si ces projets remplissent certaines conditions :

- Leurs tailles sont relativement faible ;
- Leurs résultats possible sont à faible dispersion ;
- et ils sont indépendants les uns des autres ;

Cette méthode pourrait conduire à des résultats erronés en choisissant le projet ayant la plus grande VAN espérée mais entraînant, en cas d'échec, un risque de faillite de l'entreprise

A cet effet, elle est complétée par l'étude des dispersions des projets.

#### Exemple <sup>[7]</sup> :

Un entrepreneur hésite entre deux investissements. Dans les deux cas, L'immobilisation de départ (l'année 0) est de 300 UM. Les projets présentent les caractéristiques suivantes :

#### **Le projet A :**

L'année 1, il peut dégager un FNT de 160 UM avec une probabilité de 0,6, ou un FNT de 175 UM avec une probabilité de 0,4 ; l'année 2, il peut dégager un FNT de 150 UM avec une probabilité de 0,4 ou un FNT de 160 UM avec une probabilité de 0,6.

#### **Le projet B**

L'année 1, il peut dégager un FNT de 170 UM avec une probabilité de 0,5, ou un FNT de 200 UM avec une probabilité de 0,5 ; l'année 2, il peut dégager un FNT de 125 UM avec une probabilité de 0,4 ou un FNT de 145 UM avec une probabilité de 0,6.

On suppose que le taux d'actualisation est nul.

**Correction :****Projet A**

$$E(\text{FNT})_0 = -300 \times 1 = -300$$

$$E(\text{FNT})_1 = (160 \times 0,6) + (175 \times 0,4) = 166$$

$$E(\text{FNT})_2 = (150 \times 0,4) + (160 \times 0,6) = 156$$

$$\Sigma = E(\text{VAN})_A = -300 + 166 + 156 = 22$$

$$\text{Donc: } E(\text{VAN})_A = 22$$

**Projet B**

$$E(\text{FNT})_0 = -300 \times 1 = -300$$

$$E(\text{FNT})_1 = (170 \times 0,5) + (200 \times 0,5) = 185$$

$$E(\text{FNT})_2 = (125 \times 0,4) + (145 \times 0,6) = 137$$

$$\Sigma = E(\text{VAN})_B = -300 + 185 + 137 = 22$$

$$\text{Donc: } E(\text{VAN})_B = 22$$

Les deux projets présentent la même espérance mathématique de VAN, positive :

Ils sont donc tous deux éligibles. Pour les départager, on doit calculer l'écart type des VAN possibles.

### 3.3.1.2 La variance et L'écart type <sup>[6]</sup>

Le risque d'une distribution de probabilités se mesure traditionnellement par l'écart type ( $\sigma$ ) ou la variance (V). En matière de choix d'investissement, il donne une indication sur le degré de variation des cash-flows :

$$V(\text{VAN}) = \sum_{i=1}^n [\text{VAN}_i - E(\text{VAN})]^2 * P_i$$

#### Equation III.4: La Variance

Avec :

**VAN** : Valeur Actuelle Net

**P<sub>i</sub>** : Probabilité associé à chaque VAN

L'écart-type est un coefficient permettant de mesurer la dispersion d'une série statistique. Pour l'estimer, on commence par calculer la variance.

$$\sigma = \sqrt{V(VAN)}$$

**Equation III.5:**L'écart type

∞ Plus l'écart type est petit plus le projet est moins risqué.

3.3.1.3 *Le coefficient de variance (risque) :*

On définit le coefficient de variance par la relation suivante :

$$C = \frac{\sigma(VAN)}{E(VAN)}$$

**Equation III.6:**Le coefficient de variance

- ❖  $C < 1 \rightarrow$  le risque n'est pas élevé
- ❖  $C > 1 \rightarrow$  le projet est risqué
- ❖ Le coefficient de risque constitue ainsi, une mesure relative de degré de risque de l'activité. En matière de comparaison de projet, le coefficient de variance et l'écart type aboutissent au même résultat quand on considère 2 projets avec une même espérance de VAN
- ❖ Ce critère est parfois préférable à l'écart type, car il présente l'avantage de ne pas comporter d'unité de mesure et donc de permettre des comparaisons entre des séries de donnée d'unité différentes. Il pose par contre deux problèmes :
  - ◆ quand la moyenne est proche de zéro, il tend vers l'infinie et devient très sensible aux légères variations de la moyenne.
  - ◆ quand on compare deux projets avec des espérances mathématiques différentes, un coefficient de variance plus élevé ne provient pas nécessairement d'un risque absolu plus élevé : il suffit que la moyenne soit plus faible.

### 3.3.2 La méthode de l'arbre de décision

Le model de l'arbre de décision est le model le plus complet en matière de décision d'investissement face au risque, car il permet de tenir compte du fait que la décision

d'investissement peut être étalé dans le temps et qu'à mesure qu'un projet évolue, l'investisseur peut être amené à le développer, le modifier ou à l'arrêter.

Les arbres de décision se concentrent sur les décisions de gestion. Ils tiennent également compte de l'incertitude dans les paramètres importants. Il s'agit d'une méthode adaptée pour les investissements aux décisions séquentielles.

Ainsi, à long terme les investissements de l'entreprise apparaissent comme une suite de décisions dépendantes les unes des autres qui sont fonction de la demande future et de la prise de décision s'ordonne par conséquent, fréquemment, selon un processus séquentiel que l'on peut schématiser par des arbres de décision.

#### 3.3.2.1 *Elaboration de l'arbre de décision*

L'arbre de décision est un graphe orienté qui représente la succession des décisions et des événements, l'arbre de décision est composé de nœuds et de branches :

- Chaque nœud indique soit le moment de la prise de décision (nœud décisionnel), soit celui de l'événement d'un état de la nature (nœud événementiel).
- chaque branche représente les différentes lignes d'action possible résultant d'une décision ou les différents états de la nature susceptible d'effectuer les conséquences de décision. Chaque état de la nature est défini par un cash-flow net possible et sa probabilité d'occurrence.

#### 3.3.2.2 *Structure des arbres de décision* <sup>[2]</sup> :

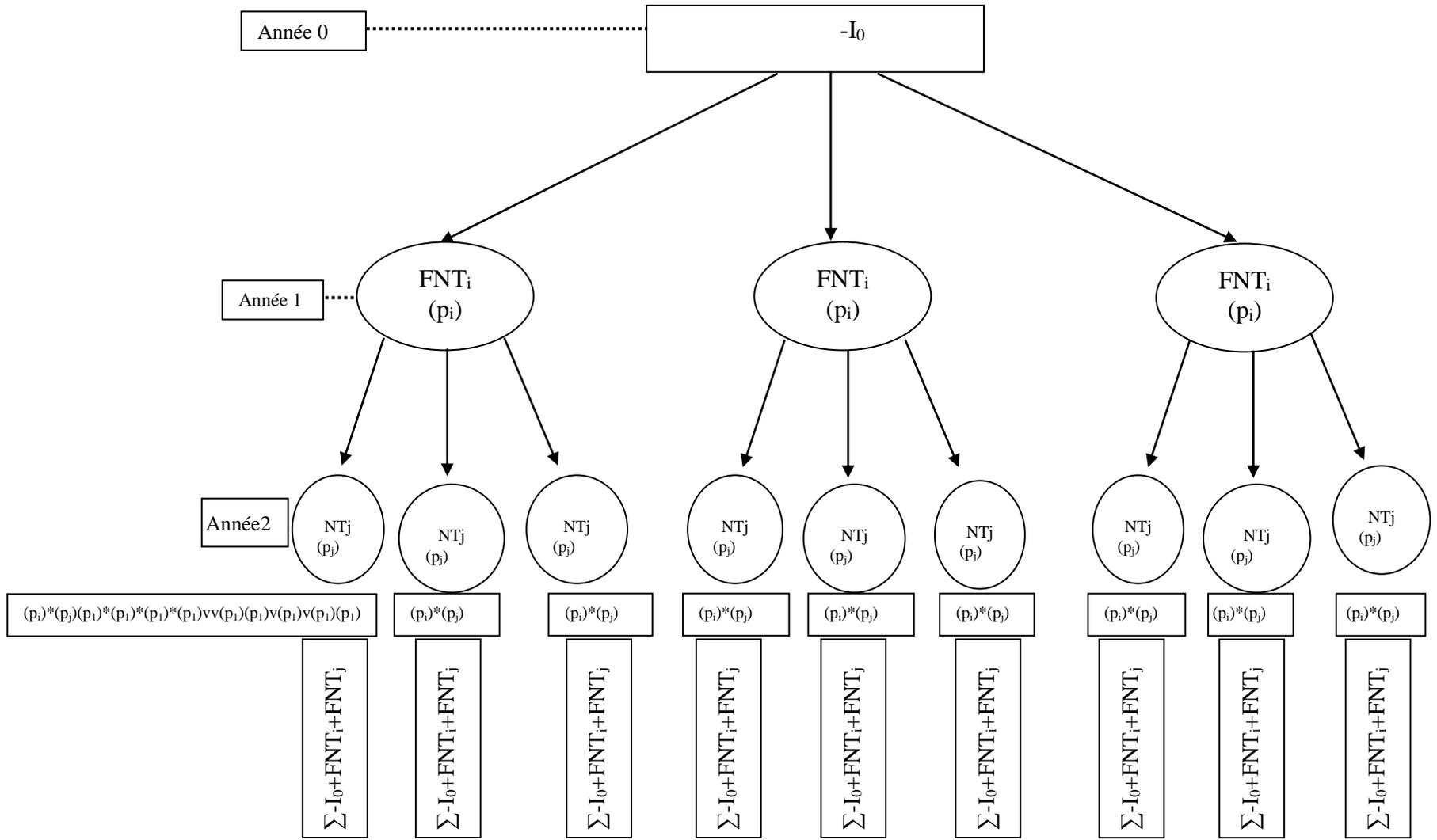
Les sommets correspondent à des états des faits. On distingue :

- Le nœud de décision représente un choix entre plusieurs décisions. Il est représenté par un carré.
- Chaque décision conduit à un nœud d'événement. La racine de l'arbre de décision est toujours un nœud de décisions.
- Un nœud d'événements représente une alternative entre plusieurs événements. Il est représenté par un cercle. À chaque événement sont attachées une VAN et une probabilité.

La somme des probabilités affectées aux événements d'un nœud égale à 1. Pour chaque nœud, on calcule l'espérance mathématique de la VAN (et, éventuellement, la variance).

A chaque nœud de décision, la décision qui a la préférence est celle qui conduit au nœud d'évènement pour lequel  $E(VAN)$  est maximale.

Figure III.1 : Arbre de décision



Avec :

$FNT_i$  : Flux Net de Trésoreries correspondants à l'année 1

$p_i$  : probabilité affecté a chaque FNT de l'année 1

$FNT_j$  : Flux Net de Trésoreries correspondants à l'année 2

$p_j$  : probabilité affecté a chaque FNT de l'année 2

Calculs :

$$E(VAN) = \sum [(\sum -I_0 + FNT_i + FNT_j) * (p_i * p_j)]$$

$$\sigma^2 = \sum [(\sum -I_0 + FNT_i + FNT_j) - E(VAN)]^2 * (p_i * p_j)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2}$$

### 3.3.2.3 Résolution du problème de l'arbre de décision [6]

La résolution du problème représenté par l'arbre de décision se fait en autant d'étapes qu'il n'y a de nœuds décisionnel ou événementiels. Pour cela, il faut a chaque fois calculer les E(VAN) liée aux différents nœuds et n'en garder que le plus élevé au niveau d'un même nœud, puis réitérer ce processus autant de fois que nécessaire, jusqu'a l'atteinte du premier nœud de décision .Si la VAN espérer obtenue est positive le projet est accepter sinon, il est rejeté. On remarquera enfin que si le critère utilisé est l'espérance mathématique, cette technique ne permettra pas de tenir compte de risque

#### Exemple <sup>[7]</sup>

Un entrepreneur peut réaliser un investissement de 150 UM qui générerait les distributions de marges brutes (MB) ci-dessus pour les 2 années à venir (Durée d'exploitation supposée du projet); la valeur résiduelle nette d'impôt est estimée à 20 UM.

Sachant que le taux d'actualisation est de 9%; calculez l'Esperance, la variance et l'écart type de la VAN et mesurez le risque.

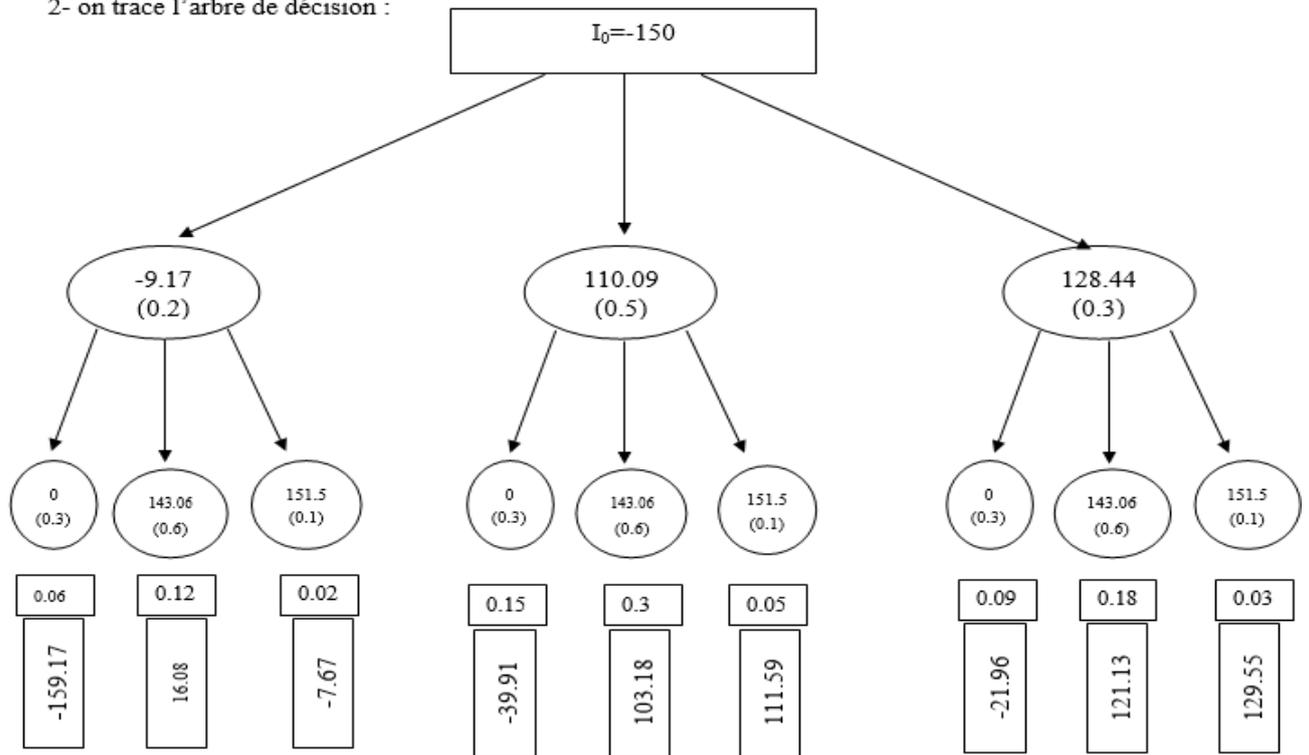
Année 1		Année 2	
MB <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>	MB <sub>i</sub>	P <sub>i</sub>
-10	0.2	-20	0.3
120	0.5	150	0.6
140	0.3	160	0.1

Solution :

1-on trace le tableau de trésorerie :

Année	Inves	Recup	recette	charges	amortis	MB	Impots	FNT	Coefact	FNT Act	Prob	
0	150							-150	1	<b>-150</b>	<b>1</b>	
1							-10	0	-10	0.9174	<b>-9.17</b>	<b>0.2</b>
							120	0	120	0.9174	<b>110.09</b>	<b>0.5</b>
							140	0	140	0.9174	<b>128.44</b>	<b>0.3</b>
2		20					-20	0	0	0.8417	<b>0.00</b>	<b>0.3</b>
		20					150	0	170	0.8417	<b>143.06</b>	<b>0.6</b>
		20					160	0	180	.08417	<b>151.5</b>	<b>0.1</b>

2- on trace l'arbre de décision :



❖ Calcul de l'espérance de la VAN :

$$E(VAN) = -159.17 \times 0.06 - 16.08 \times 0.12 - 7.67 \times 0.02 - 39.91 \times 0.15 + 103.18 \times 0.3 + 111.59 \times 0.05 - 21.96 \times 0.09 + 121.13 \times 0.18 + 129.54 \times 0.03$$

$E(VAN) = 43$

❖ Calcule de la variance et de l'écart type :

$VAN_i$	$VAN_i - E(VAN)$	$[VAN_i - E(VAN)]^2$	$p_i$	$[VAN_i - E(VAN)]^2 * p_i$
-159.17	-200.8	40723.24	0.06	2443.39
-16.08	-58.71	3446.86	0.12	413.62
-7.67	-50.30	2530.09	0.02	50.60
-39.91	-82.54	6812.85	0.15	1021.93
103.18	60.55	3666.30	0.3	1099.89
111.59	68.95	4755.48	0.05	237.77
-21.96	-64.59	4171.87	0.09	375.47
121.13	578.5	6162.25	0.18	1109.21
129.54	86.91	7553.35	0.03	226.60

$$\sigma^2 = \sum [VAN_i - E(VAN)]^2 * p_i = 6978.5$$

$$\sigma = \sqrt{6978.5} = 83.54$$

Le coefficient de variation (risque) est déterminé comme :

$$C = \frac{\sigma(VAN)}{E(VAN)} = \frac{83.54}{42.62} = 1.96$$

Le coefficient de risque est supérieur à 1, le risque est donc élevé.

# Conclusion

Ce travail a permis de distinguer et de mettre en évidence les différents risques et incertitudes liés à un investissement.

Enfin, on peut dire que la décision d'investissement est assez large et fait l'objet de plusieurs études.

L'objet de notre travail était de faciliter la prise de décision d'investissement, et parer au problème d'évaluation de projet dans un avenir incertain (probabilisable) qui est effectué à l'aide de certains critères à savoir :

- Espérance mathématique
- Le coefficient de Variance
- L'écart type
- L'arbre de décision

A travers ces points nous espérons avoir apporté un plus.

# Bibliographie

[1] : Fadi Paul YAZIGI, 2005, Projet de fin d'études : La décision d'investissement en avenir incertain, Beyrouth.

[2] : M. KOSSEIR, Aboubakre, 2013, Projet de fin d'études : Optimisation d'un portefeuille de projets en exploration production, Ecole supérieure de Gestion de Paris Groupe PGSM France.

[3] : H. KACED, 2012, Contribution à l'amélioration de la prise de décision d'investissement industriel, Ecole nationale polytechnique.

[4] : [file:///C:/Users/acer/Downloads/537ddc63cbf30%20\(8\).pdf](file:///C:/Users/acer/Downloads/537ddc63cbf30%20(8).pdf), Vu le 08/06/2016

[5] : Mouna Boujelbène Abbas, 2012, Cours : financement et budgétisation, Université virtuelle de Tunis.

[6] : A. HACHICHIA, Septembre 2013, Cours : Choix d'investissement et de financement.

[7] : A. AIT YAHIA TENE, 2014, Cours : Pourquoi les intérêts, Ecole nationale polytechnique d'Alger.