

Deuxième Partie

L'évaluation et la prise en considération du risque des projets d'investissement

Titre 1 L'Evaluation et la Prise en considération du Risque d'un projet d'investissement : l'approche managériale

Chapitre 1 Incertitude et risque

Chapitre 2 Les méthodes d'appréciation des projets d'investissement isolés en avenir indéterminé

Chapitre 3 Les méthode d'appréciation des projets d'investissement isolés en avenir probabilisable

Chapitre 4 Les méthodes utilisables en avenir incertain dans le cadre de la sélection d'un programme d'investissement

conclusion Titre 1

Titre 2 L'Evaluation et la Prise en considération du Risque d'un projet d'investissements: l'approche actionnariale

Chapitre 1 Les méthodes de sélection d'un portefeuille de valeurs mobilières et la notion d'efficience des marchés financiers

Chapitre 2 Le prix du risque d'un portefeuille et la notion de taux de rendement requis par le marché d'un portefeuille

Chapitre 3 La mesure du taux de rendement requis associé à une division d'entreprise ou à un projet d'investissement

conclusion Titre 2

Titre 3 Le cas particulier de l'investissement de type stratégique

Titre 1

**L'Evaluation et la Prise en considération du Risque d'un projet d'investissement :
l'approche managériale**

Chapitre1
Incertitude et risque

Section 1 L'incertitude de la vie des affaires

1. L'incertitude quant à la prévision des recettes R_t
 - 1.1 L'incertitude dépend de la nature du produit
 - 1.2 L'incertitude dépend du type d'organisation du marché
2. L'incertitude quant à la prévision des coûts d'exploitation
3. L'incertitude quant à la durée d'utilisation T de l'équipement
4. L'incertitude quant au niveau du taux de rentabilité r_s à attendre du réinvestissement des flux nets de trésorerie des projets

Section 2 La notion de risque d'un projet d'investissement

1. Risque et incertitude:un critère de distinction ambigu ,le critère de Knight
2. Les déterminants du risque d'un projet d'investissement
 - 2.1 L'incertitude des résultats associés au projet d'investissement
 - 2.2 Le caractère non désiré de certains des résultats du projet

Section 3 Les étalons de mesure du risque d'un projet d'investissement

1. Un premier type d'étalon de mesure:un moment de la distribution des rendements attendus
 - 1.1 une formulation générale:l'étalon de B.K.Stone
 - 1.2 Quelques mesures traditionnelles du 'risque' d'un projet:des cas particuliers de la mesure de Stone
- 2.Un second type d'étalon de mesure:une valeur significative estimée à partir des moments de la distribution des rendements attendus d'un projet
 - 2.1 Le coefficient L de Baumol
 - 2.2 Le coefficient de variation

"A parler franc, écrit Keynes, on doit avouer que pour estimer dix ou même cinq ans à l'avance le rendement d'un chemin de fer, d'une mine de cuivre, d'une fabrique de textile, d'une marque pharmaceutique, d'un transatlantique ou d'un immeuble à Londres les données dont on dispose se réduisent à bien peu de choses, sinon à rien¹ ".

La vie économique n'est nullement en effet cet état de "tranquillité²" envisagé par la théorie où le chef d'entreprise voit confirmer constamment ses anticipations.

Cette connaissance inhabituelle du futur par le chef d'entreprise doit bien sûr être remise en question dans des situations se "fondant sur une connaissance encore très imparfaite de l'univers économique: aléas climatiques, événements politiques et sociaux, découvertes scientifiques, sont autant d'inconnues qui soulignent le caractère fondamental de l'incertitude³". Cependant, chaque jour, des décisions d'investissement sont prises dans de telles conditions, et doivent être prises en tout état de cause, le maintien de l'entreprise sur son marché étant à ce prix. Mais par là, nous le savons, le chef d'entreprise assume des risques; le risque d'échec de l'investissement est l'un de ceux-là. C'est ce risque que le chef d'entreprise va s'efforcer de réduire le plus possible⁴ en tentant de prévoir, voire d'influencer, l'évolution future des éléments déterminants de la rentabilité de son investissement.

Section 1 L'incertitude de la vie des affaires

Quatre éléments ont une influence déterminante sur la rentabilité d'un projet d'investissement: le montant de ses recettes annuelles R_t , celui des coûts D_t associés au niveau d'exploitation correspondant, la durée d'utilisation T du bien investi et le niveau de rentabilité r_s associé au réinvestissement des flux de trésorerie du projet. Nous les analyserons successivement.

1. L'incertitude quant à la précision des recettes R_t

Dans une économie de marché, la valeur d'un bien de capital utilisé est liée à l'intensité de la demande pour le produit fabriqué avec l'équipement envisagé. Le succès ou l'échec d'un investissement dépend donc en tout premier lieu, de la façon dont ce produit

¹ 1. J.M. Keynes, Théorie Générale de l'emploi, de l'intérêt, de la Monnaie, cité par P. Massé, *Le choix des investissements*, Dunod 1964, p. 106.

² 2. J. Robinson, Exercices d'Analyse Economique, Paris: Presses Universitaires de France, 1963, p. 59.

³ 3. C. Abraham et A. Thomas, Microéconomie, Décisions optimales dans l'Entreprise et la Nation, Paris: Dunod, 1966, p. 427.

⁴ nous avons vu, dans la deuxième partie, quelques unes des réponses habituelles des chefs d'entreprise: pour certains, la majorité, préférence pour un critère de rentabilité-taux pour la mesure de la rentabilité de leurs investissements; pour d'autres, l'usage du critère du délai de récupération... Il s'agissait toutefois davantage de mesures destinées à *se couvrir* contre un échec éventuel, que de méthodes explicites de prise en considération du risque lors de leurs décisions d'investissement. La troisième partie de cet ouvrage a pour objectif d'étudier les méthodes alternatives permettant d'*intégrer explicitement* le risque des projets lors du processus de décision relatif au choix des investissements.

répond aux attentes des consommateurs. Mais il dépendra aussi, nous le verrons, du type d'organisation du marché du bien en question.

1.1. L'incertitude dépend de la nature du produit

Le plan d'investissement porte sur des équipements durables: aussi, est-il nécessaire de faire des prévisions sur une période équivalente à la durée de vie de l'équipement. Or tout au long des années d'utilisation de celui-ci, la croissance économique s'accompagne de changements dans les goûts et les besoins des consommateurs. L'élévation du niveau de vie a pour conséquence d'aboutir à une saturation de certains besoins, et au contraire à l'amplification de certains autres. C'est ainsi que des produits déclinent et disparaissent, que d'autres ont une demande stationnaire, tandis qu'on assiste par ailleurs au développement continu et rapide de nombreux produits nouveaux. Les analyses de Colin Clark, les lois d'Engel expriment ce changement dans les goûts des consommateurs.

D'une manière générale, on peut dire que l'incertitude des recettes éventuelles du projet est *d'autant plus grande que le produit est jeune et mal connu*. Le cas extrême est celui de produits nouveaux qui doivent se faire une clientèle qui, a priori, existe mais n'est encore que potentielle. Le cas des difficultés rencontrées, il y a vingt cinq ans, par le supersonique Concorde pour trouver un marché en est une bonne illustration.

1.2. L'incertitude dépend du type d'organisation du marché

C'est pour le bénéficiaire d'une situation de monopole que le degré d'incertitude est le moins élevé. La seule difficulté que va rencontrer le monopoleur, concerne l'importance de la demande totale des consommateurs pour le produit. C'est par le biais d'études de marché⁵, d'enquêtes de motivation⁶ ou d'analyses de ses ventes passées que le monopoleur pourra réduire le champ de cette incertitude. Si l'Etat est pour ce monopoleur un client essentiel, l'étude des budgets annuels de celui-ci et l'évolution des lois de programme en cours constitueront d'autres façons de réduire le champ de cette incertitude.

Toutefois, bien peu d'entreprises bénéficient d'une situation aussi privilégiée: le cas le plus fréquent est celui d'une situation de concurrence dont la caractéristique essentielle est d'être évolutive en raison de " l'inlassable activité" des entreprises " chacune essayant de s'accroître au détriment des autres⁷ "

Cette activité revêt plusieurs formes: quelquefois une guerre des prix, le plus souvent une politique de différenciation des produits ou des méthodes de vente... La forme prise par cette activité des entreprises dépendra très largement du nombre et de la taille des entreprises sur le marché. Si elles sont peu nombreuses, de grande taille et puissantes financièrement, elles pourront utiliser massivement, pour conforter leur position, les techniques publicitaires et de promotion des ventes. Si elles sont nombreuses et petites, elles devront se contenter des avantages monopolistiques que leur confèrent, soit leur situation géographique, soit d'autres éléments de nature subjective, tel " le charmant sourire de la vendeuse", ces éléments n'ayant pas bien entendu la portée des mass média.

⁵ Qui lui fourniront une indication de l'importance respective des clients actuels, des nonconsommateurs relatifs et des non-consommateurs absolus, les deux premières catégories constituant le marché potentiel du monopoleur.

⁶ Qui lui permettront d'approfondir la connaissance de ses clients, de préparer l'amélioration des produits, de répondre mieux aux goûts et besoins des non-consommateurs relatifs et s'attacher leur clientèle.

⁷ J. Robinson, L'Accumulation du Capital, London: MacMillan, 1958, pp. 63-66.

Dans tous ces cas, la réussite de la stratégie d'une entreprise en situation de concurrence dépendra dans une large mesure de *la réaction des autres entreprises* du secteur à l'action engagée par cette entreprise. Aussi, à l'incertitude affectant le marché de tout produit, quel qu'il soit, s'ajoute ici l'incertitude concernant l'intensité de la réaction des entreprises concurrentes.

Cette deuxième source d'incertitude est d'autant plus gênante qu'elle concerne une variable échappant totalement, à l'inverse de la première, au contrôle de l'entreprise initiatrice de l'action.

2. L'incertitude quant à la prévision des coûts d'exploitation

Les coûts concernés sont essentiellement des coûts variables.

C'est pour les coûts directs, coûts variables et proportionnels, dont font partie essentiellement les matières premières, les produits consommables et les frais de main-d'oeuvre directe, que la prévision est la plus facile. La quantité de facteurs par unité utilisée dans le passé est une donnée que le chef d'entreprise peu s'attendre à voir se maintenir, à moins que l'investissement envisagé ne soit justement un investissement de modernisation destiné à introduire une nouvelle structure de coûts. L'étude de l'évolution récente des prix des facteurs fournit assez souvent au chef d'entreprise des données de base intéressantes pour asseoir ses prévisions, encore qu'une évolution passée des prix ne constitue nullement en soi une garantie pour l'avenir: la variabilité des cours des matières premières en est un exemple frappant.

Tout ce que nous venons de dire concernait essentiellement la catégorie de coûts variables à laquelle on se réfère généralement sous le nom de coûts variables liés à un produit. Mais ces coûts variables peuvent aussi être des coûts variables communs à plusieurs produits. Dans ce cas, au problème de l'incertitude de l'évolution future des éléments de coûts, se greffe le délicat problème de l'imputation des charges communes que les comptables ont résolu pour leur part par l'établissement de conventions, malheureusement toutes arbitraires, et plus ou moins bien adaptées à l'activité de chaque entreprise.

La volonté des chefs d'entreprise de réduire le champ de l'incertitude des coûts d'exploitation s'est traduite dans de nombreuses entreprises par la mise sur pied d'une comptabilité analytique et d'un strict contrôle budgétaire. Toutefois, même réduite, l'incertitude des évaluations demeure un élément d'appréciation important lors des calculs d'investissement.

3. L'incertitude quant à la durée d'utilisation T de l'équipement

L'analyse théorique antérieure du calcul de la durée optimale d'utilisation d'un équipement supposait que celui-ci pouvait être conservé tant que le coût marginal de l'équipement par unité de temps n'atteignait pas la recette marginale de l'équipement pour la même période. L'égalité de ces deux éléments nous fournissait la durée T , durée optimale d'utilisation de l'équipement.

Le chef d'entreprise qui connaîtrait l'évolution future de ses recettes et la fonction de dépréciation de son équipement, pourrait certes prévoir avec certitude à quel moment il lui faudrait le remplacer. Il n'en est toutefois pas ainsi dans une économie concurrentielle. L'équipement ne se détériore plus seulement à cause de l'usure, mais aussi, et bien davantage, à cause du progrès technique et de sa conséquence, l'apparition sur le marché de machines plus perfectionnées et plus efficaces permettant de produire à des coûts plus bas et donc de baisser

les prix⁸. Pour conserver sa part de marché, le chef d'entreprise devra lui aussi suivre la baisse de prix.

Face à l'innovateur, le chef d'entreprise se trouve soumis à l'alternative suivante: remplacer ou non le matériel en exploitation; dans l'hypothèse d'un maintien du matériel ancien laissant ses coûts inchangés la baisse des prix se traduira immédiatement par une baisse de ses profits futurs. Dans le cas contraire, le remplacement du matériel lui permettra de maintenir sa marge de profit unitaire et ses profits bruts; toutefois au remplacement sera associée une perte en capital si l'équipement remplacé n'est pas totalement amorti.

Cette désuétude n'est pas forcément brutale. Cela arrive quelquefois lorsqu'une découverte vient bouleverser l'état des techniques, entraînant une dépréciation massive des installations existantes⁹ Cette éventualité n'est pas fréquente; il faut plutôt envisager le cas général où la désuétude est progressive, où "l'infériorité de service"¹⁰ des outils en activité s'accroît au fur et à mesure que de nouvelles améliorations de détail sont intégrées aux outils nouveaux.

Certes « de plus en plus souvent des services spécialisés dans l'étude de la concurrence potentielle, sont créés au sein des entreprises pour connaître précisément cette dépréciation périodique¹¹ » il n'en demeure pas moins vrai toutefois qu'une large incertitude subsiste sur le rythme d'évolution de cette désuétude des équipements des entreprises, et partant sur leur durée probable d'utilisation.

4. L'incertitude quant au niveau du taux de rentabilité r_s à attendre du réinvestissement des flux nets de trésorerie des projets

Précédemment nous avons émis l'opinion qu'il était indispensable pour pouvoir mesurer correctement la rentabilité prévisionnelle d'un projet d'investissement, de tenir compte du taux r_s que l'entreprise pourra tirer du réinvestissement de ses flux nets de trésorerie. En suggérant deux nouveaux critères, le taux interne de rendement intégré (T.I.R.I.) et la valeur actuelle nette intégrée unitaire (V.A.N.I.U.) nous faisons l'hypothèse que les utilisateurs potentiels avaient une idée très précise du niveau du taux r_s à utiliser lors des calculs d'investissement . Or nous avons montré que cette évaluation du taux r_s était entachée d'incertitude ,ce qui nécessite d'en tenir compte lors de l'évaluation des projets.

Une façon approximative d'établir r_s ,avons-nous dit,était de partir de la rentabilité brute d'exploitation moyenne constatée au cours des récentes dernières années et de la corriger en hausse ou en baisse en fonction de l'évolution attendue de la conjoncture.

De ces deux éléments, le second de nature subjective, pourrait paraître grevé d'une plus large incertitude que le premier pour lequel, on dispose généralement d'indications assez fiables. C'est sans doute vrai; il convient toutefois de faire remarquer que la variabilité des taux de rentabilité annuels sectoriels est déjà suffisamment forte pour ne nous permettre l'estimation de ce taux moyen qu'à quelques points près (voir plus haut le tableau présentant des informations issues de la Centrale de Bilans de la Banque de France); a fortiori doit-on

⁸ 1 C'est ce type de dépréciation que A. Cotta appelle la dépréciation < fonctionnelle > par opposition à la dépréciation physique correspondant à l'usure des équipements. (A. Cotta, Le Sujet Economique et la Dépréciation du Capital, Paris: S.E.D.E.S., 1958)

⁹ Il suffit de se rappeler quelles ont été les conséquences de l'apparition, dans les années soixante, du nouveau procédé du 'float-glass' dans le processus de fabrication du verre

¹⁰ A. Cotta, ouvrage cité, p. 202.

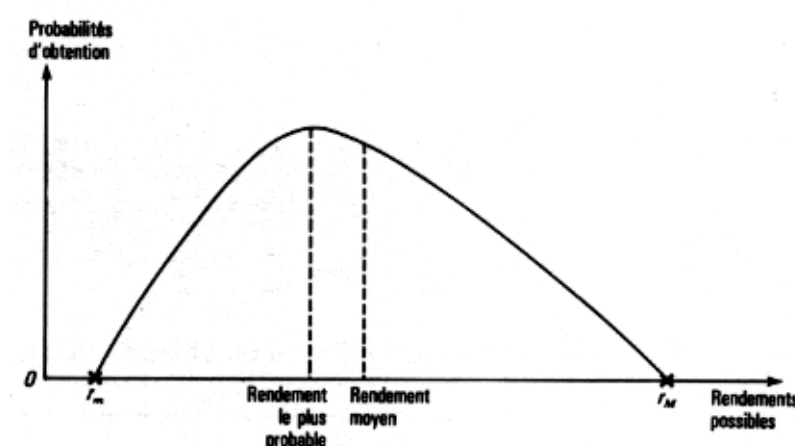
¹¹ Rentabilité brute de l'ensemble des actifs engagés par la firme.

tenir compte d'un niveau d'incertitude plus grand encore lorsque l'on raisonne comme c'est le cas ici, au niveau d'entreprises *individuelles*.



Quelles peuvent être les conséquences de cette incertitude de la vie des affaires sur le rendement attendu d'un projet d'investissement? La conséquence essentielle nous paraît être une variabilité potentielle de ce rendement attendu: selon les hypothèses retenues en matière de prévisions de recettes, de coûts d'exploitation et de durée d'utilisation de l'équipement, on pourrait obtenir des estimations de rendements s'étalant à l'intérieur d'un certain intervalle de variation r_m r_M , r_m correspondant au rendement attendu du projet dans le cadre des hypothèses les plus défavorables et r_M étant le rendement attendu du projet dans le cadre des hypothèses les plus favorables. De plus, si l'on admet que, quoique incertaines, certaines hypothèses sont plus probables que d'autres, certains niveaux de rendement auront plus de chances d'être obtenus que d'autres niveaux de rendement. La résultante de tout ceci est qu'une distribution des niveaux de rendement¹² du type de celle présentée ci-dessous, pourrait fournir une bonne représentation de l'influence de l'incertitude de la vie des affaires sur la rentabilité d'un projet d'investissement.

Graphique 1.1 Distribution des niveaux de rendement possibles d'un projet d'investissement



La notion d' "incertitude associée à un projet d'investissement " étant éclaircie, il nous reste à présenter celle de " risque d'un projet d'investissement ".

Section 2 La notion de risque d'un projet d'investissement

Ce souci de distinguer les deux notions d' "incertitude associée à un projet " et "risque d'un projet" n'est pas nouveau: ce thème des critères distinctifs des notions de risque et d'incertitude a même été l'un des thème favoris de la littérature économique et financière du XXe siècle. Pourtant paradoxalement, avec une quasi-unanimité, les auteurs des principaux

¹² Notons que nous raisonnons ici dans un cadre probabiliste.

manuels de finance d'entreprise, après une analyse serrée de ces deux notions concluent généralement en ces termes: " la distinction est intéressante du point de vue théorique: toutefois dans le cadre de nos raisonnements ultérieurs. nous utiliserons indifféremment les expressions risque et incertitude¹³" Cette situation mérite quelques explications.

L'assimilation entre ces deux notions a longtemps été la conséquence logique d'une définition ambiguë de la notion de risque présentée à l'origine par F.H. Knight¹⁴ Il n'en est plus de même aujourd'hui: chacun perçoit bien que risque et incertitude, bien que liées. sont des notions distinctes; liées en ce sens que le risque d'un projet d'investissement est la conséquence de l'incertitude associée à ce projet; distinctes dans la mesure où un projet d'investissement aux résultats incertains n'est risqué que s'il est susceptible de fournir des résultats non désirés; l'assimilation demeure cependant: à l'incapacité de distinguer risque et incertitude s'est substituée la recherche d'une plus grande commodité d'usage des outils de la théorie financière.

Nous présenterons successivement ces différents points

1. Risque et incertitude: un critère de distinction ambigu ,le critère de F.H. Knight

F.H. Knight fait reposer sa distinction entre risque et incertitude sur les éléments suivants:

-une situation "risquée" est définie comme une situation pour laquelle une distribution de probabilités objectives¹⁵ peut être associée aux résultats;

-une situation " incertaine " est au contraire une situation aux résultats de laquelle ou bien on ne peut associer aucune distribution de probabilités ou bien on ne peut associer qu'une distribution de probabilité subjectives¹⁶.

Cette distinction n'est pas sans poser quelques problèmes dès lors que l'on entend se situer dans le cadre réel de la vie des affaires: en effet, la notion de risque de Knight n'est guère valable que pour des décisions de type répétitif prises dans le cadre d'une économie relativement stable. Or. la majorité des décisions des chefs d'entreprises ne sont pas de ce type: accepter cette distinction équivaldrait en fait,comme le remarque C.G. Hoskins. à « éliminer toute référence à la notion de « risque » dans le cadre de la vie des affaires¹⁷ » conclusion difficilement acceptable.

Par ailleurs l'opposition de Knight entre distribution de probabilités objectives et distribution de probabilités subjectives est aussi difficilement acceptable. On observe souvent¹⁸ en effet, que la qualité des prévisions concernant les résultats possibles d'un projet d'investissement, de médiocre qu'elle est initialement en raison de l'absence de données de références objectives, devient bonne lorsqu'il est fait appel à des jugements d'experts. Or. La

¹³ 1. Deux exemples-types nous sont fournis par J.C. Van Horne([Financial Management and Policy,Englewood cliffs,New Jersey:Prentice-Hall,1971,p. 123) et par W.F. Sharpe (Portfolio Analysis and Capital Markets,New York:Mc Graw-Hill,1970,p. 26.). Parfois même ,d'autres,sans aucune justification ,considèrent purement et simplement les deux notions comme totalement interchangeables.(H.Levy,M.Sarnat ,Capital Investment and Financial Decisions,New York:Prentice-Hall ,1994,5ème édition,p..216..)

¹⁴ 2. F. H . Knight,Risk,Uncertainty and Profit,Cambridge,,Mass.:Harvard University Press,1921.

¹⁵ . Y compris probabilités a priori établies sur la base d'observations antérieures de même nature.

¹⁶ . Au sens de probabilités obtenues sur la base de jugement d'experts en l'absence d'éléments de références antérieurs.

¹⁷ . C. G. Hoskins,Distinctions between Risk and Uncertainty,Journal of Business Finance,Spring 1973,pp.10-12

¹⁸ J. H. Norton,On Subjectives Probabilities,Chemical Engineering Symposium,n°42,1959,pp.49-54

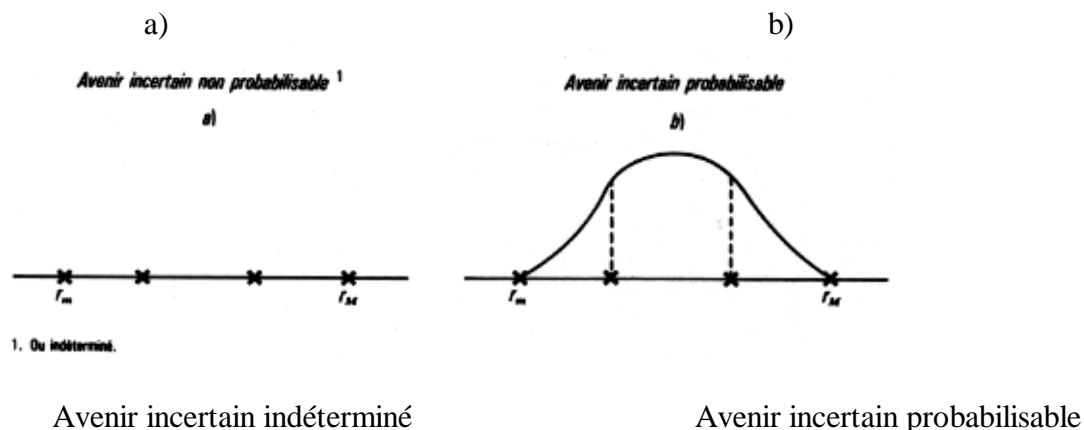
distribution de Knight ne permet absolument pas de tenir compte de ce progrès dans la connaissance du phénomène étudié.

Aussi de plus en plus d'auteurs ont jugé que devrait être considérée comme situation risquée toute situation pour laquelle une distribution de probabilités, quelle qu'en soit la nature, objective ou subjective, pouvait être associée à ses résultats, une situation «incertaine» étant inversement une situation pour laquelle aucune distribution de probabilités n'a pu être élaborée. Ainsi, par exemple, J.C. Van Horne écrit: « the distinction between risk and uncertainty is that risk involves situations in which the probabilities of a particular event occurring are known, whereas with uncertainty these probabilities are not known¹⁹ ».

Cet élargissement du critère de Knight n'élimine cependant pas toute l'ambiguïté attachée à ce critère: supposons un instant qu'à un projet ne puisse être tout d'abord associée aucune distribution de probabilités, puis ultérieurement au terme d'une analyse supplémentaire faisant appel à un jugement d'expert, que l'on puisse lui associer une telle distribution de probabilités subjectives. La situation qualifiée initialement d'« incertaine » est devenue « risquée ». Cet exemple montre que la distinction de Knight entre risque et incertitude ne distingue que des degrés différents de la connaissance du phénomène étudié. Aussi les auteurs raisonnant dans le cadre de cette distinction sont-ils tout naturellement conduits à considérer pratiquement les termes « risque » et « incertitude » comme des synonymes.

Cette ambiguïté disparaît au contraire si l'on prend comme hypothèse que ce critère de Knight élargi est un critère distinguant deux niveaux de l'incertitude associée à un projet d'investissement: l'un, le plus élevé, correspondant à un *avenir incertain non probabilisable* ou *indéterminé*, l'autre, le plus faible, correspondant à un *avenir incertain probabilisable*.

Figure 1.2



C'est cette thèse que nous défendons ici. Mais il faut noter que dans le cadre de cette nouvelle interprétation du critère de distinction étudié, il n'est plus fait *aucune référence à la notion de risque*: il convient dès lors de préciser quels sont cette fois les déterminants du risque d'un projet d'investissement.

¹⁹ . J. C. Van Horne, [Financial Management and Policy, Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1971, 2ème édition, 1971, p. 123.

2. Les déterminants du risque d'un projet d'investissement

Nous en identifierons deux, qui pris conjointement donnent une idée assez juste de la notion de risque d'un projet d'investissement: l'incertitude des résultats associés au projet d'investissement d'une part, le caractère non désiré de certains de ses résultats d'autre part.

2.1. L'incertitude des résultats associés au projet d'investissement

Un projet d'investissement n'est risqué *que si* ses résultats sont incertains; il est évident que dans le cas d'un projet d'investissement dont on connaîtrait à l'avance le niveau de rentabilité futur, il n'y aurait aucune place pour la notion de risque: si ce niveau de rentabilité était supérieur à la norme minimale de rentabilité traditionnellement exigée par le chef d'entreprise de ses investissements, le projet d'investissement serait mis en oeuvre et rapporterait le niveau de rentabilité tel qu'il avait été préalablement évalué; si ce niveau de rentabilité était au contraire inférieur à cette même norme, le projet serait tout simplement abandonné.

Le problème est de savoir si l'existence d'une incertitude des résultats associés à un projet *suffit* pour conférer à ce projet la nature de projet risqué .

A cette question J.F. Weston et E.F. Brigham répondent affirmativement; la citation suivante est à cet égard particulièrement significative²⁰: « Si l'on achète pour un million de \$ de bons du Trésor à court terme devant rapporter 5 1/2 %, on peut évaluer le revenu de l'investissement, 5 1/2 %, avec une grande précision, et l'on considère que ce placement présente un risque pratiquement nul. Mais si le million de \$ est investi dans le capital d'une société qui vient de se créer, afin de prospector des gisements d'uranium en Afrique Centrale, il est impossible d'en estimer le revenu probable avec précision. Le taux de rendement de cet investissement peut se situer dans un éventail de -100 % à des chiffres extrêmement grands; *en raison de cette grande variabilité*²¹, on peut dire que le projet est relativement risqué» et les auteurs ajoutent encore: « plus le revenu escompté est susceptible de varier plus le projet est risqué ».

Incontestablement le projet d'investissement sur la base duquel raisonnent Weston et Brigham est un projet risqué: toutefois l'accent mis par eux sur l'aspect « variabilité potentielle » de l'investissement concerné nous paraît discutable: une autre interprétation aurait pu être de dire que le projet était risqué en raison de la possibilité qu'il présentait de faire perdre à la firme l'intégralité du capital (-100%) engagé dans ce projet; selon cette nouvelle interprétation, l'incertitude relative au rendement attendu d'un projet, condition nécessaire à l'apparition du risque pour un projet d'investissement, n'est pas *en soi* une condition suffisante à l'apparition d'un tel risque: pour qu'il y ait risque cette incertitude doit s'accompagner d'un caractère non désiré de certains des résultats du projet.

2.2. Le caractère non désiré de certains des résultats du projet

Cet élément apparaît nettement lorsqu'il est demandé à des dirigeants d'entreprises de définir ce qu'ils entendent par risque d'un investissement: nous nous appuyerons ici sur les

²⁰ J. F. Weston et E. F. Brigham, La Finance et le Management de l'Entreprise, Paris:Technic Union,1973,p. 234.

²¹ c'est nous qui soulignons

résultats d'une série d'interviews effectués par J.C.T. Mao auprès de dirigeants canadiens²², Les résultats essentiels de ces interviews sont les suivants:

-quand l'engagement de fonds, qui résulterait de la réalisation d'un d'investissement est modéré, relativement aux ressources totales de l'entreprise, au risque du projet est associée la possibilité de ne pas atteindre un certain niveau objectif de rentabilité.

-quand l'engagement de fonds qui résulterait de la réalisation d'un projet d'investissement est important, par rapport aux ressources totales de l'entreprise, au risque du projet est associée l'éventuelle insolvabilité de la firme que pourrait entraîner une mauvaise performance de l'investissement.

Dans tous les cas, ceci équivaut à distinguer parmi les écarts à un certain niveau objectif de rentabilité, les écarts négatifs et les écarts positifs, les premiers seuls, non désirés,, étant générateurs de risque pour le projet d'investissement.

C'est ce concept de risque d'un projet d'investissement, intégrant directement le caractère non désiré de certains des résultats potentiels d'un projet d'investissement, et d'ailleurs conforme au sens qu'il a généralement dans le langage commun, qui ,à notre sens, répond le mieux aux besoins des dirigeants d'entreprise lors de l'évaluation de leurs projets d'investissement .

Ce concept de risque étant précisé,il reste à montrer comment on peut *mesurer* le degré de risque d'un projet d'investissement.

Parmi les diverses mesures du risque habituellement proposées dans la littérature financière. un certain nombre d'entre elles correspondent parfaitement à la conception du risque telle qu'elle vient d'être précisée, d'autres moins. Nous allons avoir l'occasion de le constater en analysant les principales d'entre elles.

Section 3 Les étalons de mesure du risque d'un projet d'investissement

Préalablement à toute mesure du risque d'un projet s'impose l'adoption *d'un étalon de mesure*. C'est à l'identification d'un tel étalon de mesure que se sont intéressés nombre d'auteurs au cours des dernières années. Nous nous efforcerons de restituer l'essentiel de l'argumentation développée en faveur de chacun des critères analysés.

Les étalons proposés s'avèrent être le plus souvent, soit l'un des moments de la distribution des rendements attendus du projet d'investissement, soit une valeur significative estimée à partir de ces moments.

1. Un premier type d'étalon de mesure: un moment de la distribution des rendements attendus

La formulation la plus générale de ce type d'étalon de mesure a été donnée par B.K. Stone²³: la présentation de celle-ci constituera le point de départ de notre analyse des mesures concurrentes du risque d'un projet. Nous montrerons ensuite que la plupart de celles qui sont proposées dans la littérature économique et financière n'en sont que des cas particuliers.

²² J.C.T.Mao, Survey of Capital Budgeting: Theory and Practice, Journal of Finance, May 1970, pp.349-360

²³ I. B. K. Stone, A General Class of Three-Parameter Risk Measures, Journal of Finance, June 1973, pp.675-685.

1.1. Une formulation générale: l'étalon de B.K. Stone

Lors de la discussion précédente relative à la notion de risque nous avons mis en évidence les caractéristiques d'un projet que devrait prendre en considération tout étalon de mesure du risque:

- ainsi tout d'abord devrait-on pouvoir y faire apparaître une référence à la *nature de la norme de rentabilité prise en considération* dans l'évaluation du projet: est-ce la rentabilité moyenne attendue du projet ou la rentabilité minimale traditionnellement exigée de tout projet d'investissement, ou la rentabilité minimale faute de laquelle la survie de l'entreprise ne serait plus assurée?

- de même, devrait-on pouvoir y faire apparaître une référence à *la nature des écarts à la norme choisie*;:s'agit-il de l'ensemble des écarts à cette norme(positifs et négatifs), comme c'est le cas par exemple lorsque le risque d'un projet se réduit au risque de voir les réalisations ne pas confirmer exactement les prévisions, ou s'agit-il des seuls écarts négatifs par rapport à la norme, comme c'est le cas lorsque seul le fait de ne pas atteindre cette norme est générateur de risque pour le dirigeant d'entreprise...

- enfin devrait-on pouvoir y trouver une référence à la façon dont la dimension de ces écarts par rapport à la norme est *appréciée* par le chef d'entreprise: accordera t-on la même importance à tout écart à la norme quelle que soit la dimension de cet écart ou aura t-on au contraire tendance à attribuer une importance proportionnellement plus grande aux grands écarts qu'aux petits écarts.

L'étalon proposé par Stone a l'intérêt de faire appel à l'ensemble de ces caractéristiques.

Sa formulation est la suivante²⁴

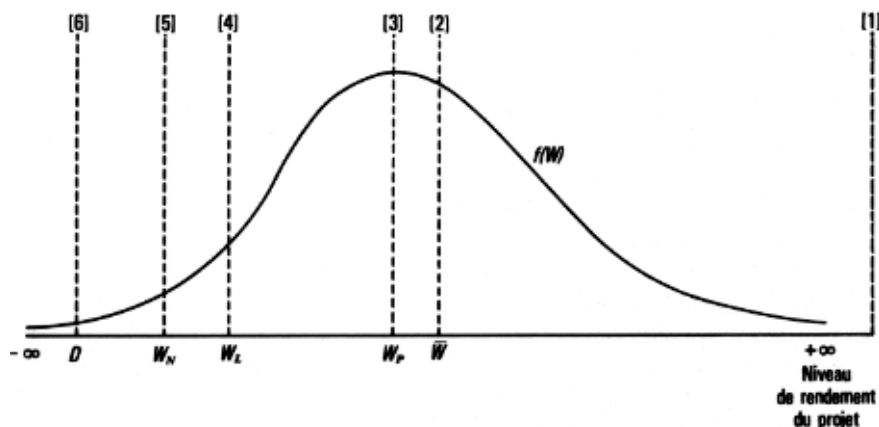
$$L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^A |W_i - W_0|^k dF(W) \quad \text{avec } k \geq 0$$

W_j correspondant à l'un quelconque des niveaux de rendements potentiels d un projet d'investissement.

$F(W)$ correspondant à la fonction de répartition associée à la densité de probabilité $f(W)$ représentée ci-dessous:

²⁴ B. K. Stone propose en fait deux mesures: nous n'en avons retenu qu'une, l' autre correspondant à la racine $k^{\text{ième}}$ de la mesure ici présentée.'

Figure 1.3



W_0 , A et k étant trois paramètres de l'étalon de mesure du risque qui, une fois spécifiés, permettent la mesure du risque d'un projet d'investissement.

W_0 concerne le problème de la *nature de la norme* de rentabilité utilisée lors du calcul des écarts: parmi ces normes éventuelles possibles, notons particulièrement \bar{W} la rentabilité moyenne attendue, W_p la rentabilité la plus probable²⁵, W_L la rentabilité minimale que l'on exige, préalablement à sa réalisation, de tout projet d'investissement, W_N la rentabilité nulle, D la rentabilité en-deçà de laquelle la survie de l'entreprise est compromise.

A concerne le problème de la *nature des écarts* à la norme qu'il convient de prendre en considération; un niveau A quelconque est représenté sur le graphique ci-dessus par une perpendiculaire à l'axe des abscisses²⁶ au point d'abscisse A . ($-\infty < A < +\infty$) Ainsi: si $A = +\infty$ cela signifie que l'on entend tenir compte de l'ensemble des observations W_i , que ces dernières soient supérieures ou inférieures à la norme choisie (position [1] de A); si $A = W_0$ cela signifie au contraire qu'on n'entend tenir compte que des observations se situant en deçà de la norme choisie (position [2], [3] [4] [5] [6] selon que la norme retenue est \bar{W} , W_p , W_L , W_N ou D)

k , enfin, concerne le problème de l'*importance relative* à donner aux écarts retenus selon la dimension de ces écarts:

à $k = 1$ correspond la volonté de donner le *même poids* à tous les écarts retenus quelle que soit leur dimension;

à $0 < k < 1$ est associé un type de comportement équivalent à donner *un plus grand poids aux petits écarts*;

à $1 < k < +\infty$ est associé au contraire un type de comportement équivalent à donner *un plus grand poids aux grands écarts*.

A chaque combinaison de W_0 , A , k correspond une mesure possible du risque d'un projet d'investissement donné. C'est au choix de la combinaison correspondant le mieux à son comportement à l'égard du risque que devrait s'attacher le chef d'entreprise. Un tel choix est sans doute difficile: il est intéressant cependant de constater que la plupart des mesures

²⁵ Identique à la précédente si la fonction de densité de probabilités est symétrique.

²⁶ Par exemple l'une des six positions indiquées sur la figure 1.3.

traditionnelles du risque d'un projet d'investissement sont des cas particuliers de l'étalon de Stone et sont donc implicitement associés à certains types particuliers de comportement.

1.2. Quelques mesures traditionnelles du « risque » d'un projet : des cas particuliers de la mesure de Stone

Parmi les mesures du risque d'un projet les plus fréquemment proposées dans la littérature financière notons la variance, la semi-variance, l'écart moyen absolu, la perte moyenne attendue, la probabilité de perte et la probabilité de ruine associées à la distribution des rendements attendus de ce projet.

Le tableau ci-dessous, présentant brièvement les caractéristiques de ces diverses mesures montre aussi que *chacune* d'elles n'est qu'un cas particulier de l'étalon de Stone, *une combinaison particulière des trois paramètres* de base de celui-ci.

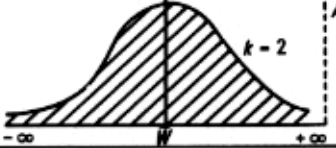
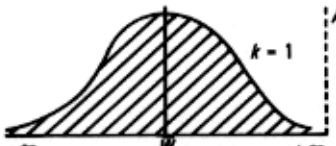

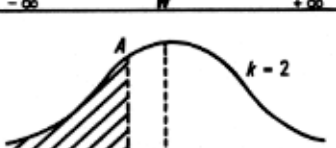

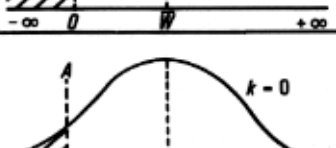
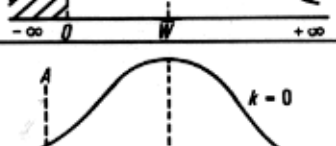
Cette analyse de B.K. Stone est intéressante à plusieurs titres:

- en premier lieu elle a l'intérêt de mettre parfaitement en évidence la *relativité* des mesures de risque, chacune d'entre elles n'étant qu'une combinaison de paramètres dont la supériorité par rapport à une autre combinaison n'est pas toujours facile à justifier. Notons incidemment que la pratique financière n'a en fait retenue comme mesures du risque que des mesures associées à des valeurs de k entières d'une part, et comprises entre 0 et 2 d'autre part.

- en second lieu, elle a le mérite de rendre *explicites* les hypothèses de comportement des dirigeants d'entreprise sous-jacentes au choix par ceux-ci d'une des mesures traditionnelles du risque d'un projet, et nous permet par là de tester la cohérence de chacune de ces mesures avec la conception qu'ont du risque les dirigeants d'entreprise. Elle nous montre que des mesures traditionnelles présentées, les quatre dernières correspondent le mieux aux observations faites par Mao auprès des dirigeants canadiens et aux caractéristiques de la notion présentée précédemment.

Toutefois, des étalons de mesure autres que l'un des moments d'une distribution ont également été proposés: il convient maintenant d'y faire référence.

Tableau 1.2 Quelques cas particuliers de l'étalon de mesure du risque proposé par B.K.Stone

Mesure du risque	Représentation graphique	Paramètres de $L(W_0, A, k)$
Variance		$W_0 = \bar{W}$ $A = +\infty$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^{+\infty} W_i - \bar{W} ^2 dF(W)$ $k = 2$
Ecart moyen absolu		$W_0 = \bar{W}$ $A = +\infty$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^{+\infty} W_i - \bar{W} ^1 dF(W)$ $k = 1$
Semi-variance (au sens de Markowitz)		$W_0 = \bar{W}$ $A = \bar{W}$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^{\bar{W}} W_i - \bar{W} ^2 dF(W)$ $k = 2$
Semi-variance (au sens de Mao)		$W_0 = W_L \neq \bar{W}$ $A = W_L$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^{W_L} W_i - W_L ^2 dF(W)$ $k = 2$
Perte moyenne attendue		$W_0 = W_N = 0$ $A = 0$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^0 W_i - 0 ^1 dF(W)$ $k = 1$
Probabilité de perte		$W_0 = 0$ $A = 0$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^0 W_i - 0 ^0 dF(W)$ $k = 0$
Probabilité de ruine		$W_0 = D$ $A = D$ $L(W_0, A, k) = \int_{-\infty}^D W_i - D ^0 dF(W)$ $k = 0$

1. Avec $W_L < \bar{W}$ ou $W_L > \bar{W}$ indifféremment.

2. Un second type d'étalon de mesure: une valeur significative estimée à partir des moments de la distribution des rendements attendus d'un projet d'investissement

Nous nous limiterons ici à la présentation de deux d'entre eux: l'un est le coefficient L de Baumol, l'autre, plus connu, est le coefficient de variation associé à la distribution des rendements attendus du projet

2.1. Le coefficient L de Baumol²⁷

Proposé à l'origine comme mesure du risque d'un placement en valeurs mobilières, l'usage de ce coefficient peut sans dommage *être étendu* à la mesure du risque d'un projet d'investissement quelconque.

Ce coefficient est le fruit, comme la semi-variance, d'une volonté de remplacer la variance par une mesure plus conforme à la notion du risque telle qu'elle est ressentie par les investisseurs: à savoir la possibilité d'obtenir un résultat non désiré.

W.J.Baumol est, à ce sujet, très explicite: il écrit en effet: « ce n'est pas tant le fait que la variance soit grande qui est craint, mais qu'une grande variance puisse entraîner une rentabilité faible voire négative. Ce qui est important, c'est le niveau potentiel de cette rentabilité négative. Plus basse elle sera, plus risqué sera le projet en question ».

La résultante de ce changement d'optique est le coefficient L.

Envisageons par exemple le cas d'un projet d'investissement dont la distribution des rendements possibles serait normale de moyenne μ et d'écart-type σ La conséquence immédiate de cette hypothèse est alors la suivante: la probabilité d'obtenir effectivement un taux de rentabilité du projet se situant entre

$$\mu \pm 1\sigma \text{ serait de } 68 \%$$

$$\mu \pm 2\sigma \text{ serait de } 95 \%$$

$$\mu \pm 3\sigma \text{ serait de } 99 \%$$

Toutefois à cette présentation usuelle on peut substituer la suivante: la probabilité d'obtenir un taux de rentabilité de l'investissement se situant en-deçà de

$$\mu - \sigma \text{ serait de } 16 \%$$

$$\mu - 2\sigma \text{ serait de } 2,5 \%$$

$$\mu - 3\sigma \text{ serait de } 0,5 \%$$

C'est à l'une de ces valeurs limites $\mu - k\sigma$ que correspond le coefficient L de Baumol. A un certain niveau d'aversion α ²⁸ à l'égard du risque, correspondra une valeur de k_α qui, unique pour tous les projets étudiés, conduira à l'estimation pour chacun d'eux d'une valeur limite $L_i = \mu_i - k_\alpha \sigma_i$ indice du risque de ce projet i . Plus L_i sera faible, plus le projet i sera risqué.²⁹

²⁷ I. W. J. Baumol, [2].

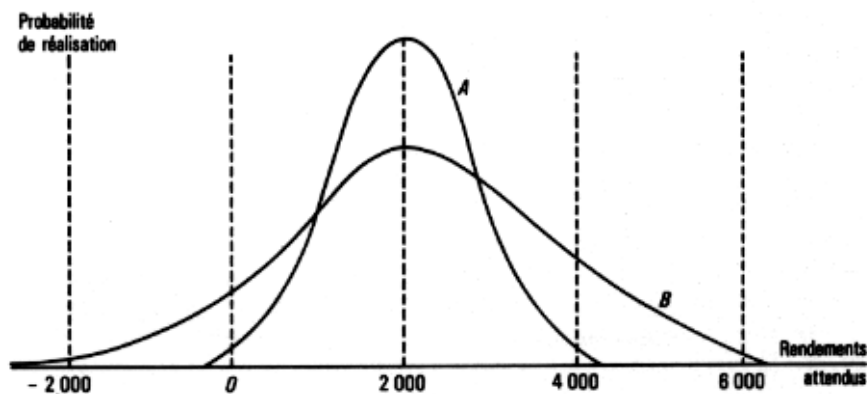
²⁸ correspondant à l'acceptation d'un risque de se tromper : à l'acceptation d'un risque d'erreur de 1% correspond le choix de $k=3$, à l'acceptation d'un risque de se tromper de 5% correspond le choix de $k = 2$...

²⁹ pour une application de ce critère L de Baumol se reporter au chapitre ultérieur consacré au choix d'un programme d'investissement optimal en situation d'incertitude.

2.2. Le coefficient de variation associé à la distribution des rendements attendus d'un projet d'investissement

A ce coefficient de variation mesuré par le rapport entre l'écart-type de la distribution σ des rendements attendus, et l'espérance mathématique μ de cette dernière $CV = \frac{\sigma}{\mu}$ correspond une mesure de la dispersion relative des rendements d'un projet d'investissement. Ainsi aux deux projets A ($\mu_A = 2\ 000, \sigma_A = 1\ 000$) et B ($\mu_B = 2\ 000, \sigma_B = 2\ 000$) dont les distributions de rendements attendus sont représentées graphiquement ci-dessous, correspondent des coefficients de variation $CV_A = 0.50$ et $CV_B = 1$, laissant entrevoir un projet B plus risqué que le projet A.

Figure 1.4



Sous-jacent à l'adoption de cet étalon de mesure, est le raisonnement suivant: étant donnée la valeur de la moyenne attendue μ la probabilité d'obtenir des résultats indésirables est d'autant plus élevée, toutes choses égales par ailleurs, que la variance (ou l'écart-type σ de la distribution) est grande. En conséquence le coefficient de variation constitue, de ce point de vue, une mesure *relative* du risque d'un projet, que beaucoup jugeront suffisante pour avoir une idée du degré de risque que présente un projet d'investissement, au point de la préférer aux mesures *directes* antérieures.

Nous venons de présenter quelques-unes des « mesures » du risque les plus fréquemment suggérées dans la littérature financière: pour Mao, le concept de semi-variance répondant le mieux à l'idée qu'ont du risque les dirigeants financiers, c'est à la semi-variance (au sens où il l'a défini³⁰) que devraient se référer les dirigeants dans le cadre de l'analyse de leurs projets d'investissements.

Utile au niveau de l'appréciation d'un projet, comme l'est également la référence à la probabilité de perte ou de ruine, cette mesure n'est toutefois pas sans entraîner certaines complications de calcul tant au niveau d'un projet qu'au niveau d'un programme d'investissement..

Aussi à l'heure actuelle, en dépit d'une insatisfaction justifiée à l'égard de la variance (ou de l'écart-type) comme mesure *directe* du risque d'un projet ou d'un programme d'investissement, cette dernière demeure-t-elle, avec le coefficient de variation, « la » mesure la plus fréquemment utilisée en théorie financière. En dépit des insuffisances de cette dernière, il

³⁰ c'est-à-dire la semi-variance par rapport au taux minimum de rentabilité que s'impose le chef d'entreprise avant de retenir un projet d'investissement

convient, à ce stade du développement de la théorie financière, en première approximation, de s'en accommoder.

Lors de la présentation des conséquences de l'incertitude sur les divers paramètres d'un projet d'investissement donné, nous avons mis en évidence deux sources essentielles de cette incertitude. La première concernait certaines variables de décision dont l'entreprise possédait un certain contrôle: de ce type était par exemple l'incertitude de la fonction de coût associée à une organisation de la production choisie par elle. La seconde source d'incertitude concernait d'autres variables non contrôlables par l'entreprise elle-même et dépendant essentiellement de son environnement, par exemple la réaction de la concurrence face à une politique commerciale agressive de l'entreprise...

C'est souvent à des situations du premier type que correspond la notion d'avenir incertain probabilisable. A l'inverse lorsqu'un chef d'entreprise est capable d'énumérer les différents futurs possibles consécutifs à une décision et de chiffrer leurs conséquences, sans cependant être en mesure d'associer à chacun d'eux une quelconque probabilité de réalisation, à la situation concernée correspond plutôt la notion d'avenir indéterminé.

C'est à l'analyse des méthodes utilisables *dans l'un et l'autre cas* lors de la procédure d'évaluation des projets d'investissement d'une entreprise que nous allons nous intéresser maintenant.

.

Bibliographie

- Abraham C., Thomas A. *Microéconomie, décisions optimales dans l'entreprise et la Nation*, Paris, Dunod, 1966.
- Baumol W.J. « An Expected Gain-Confidence Limit Criterion for Portfolio Slection », *Management Science*, October 1963, pp. 174-182
- Cotta A. *Le sujet économique et la dépréciation du capital*, Paris, S.E.D.E.S.,1958.
- Hoskins C.G. « Distinctions between Risk and Uncertainty », *Journal of Business Finance*, Spring 1973, pp. 10-12.
- Keynes J.M. *Théorie générale de l'emploi, de l'intérêt, de la monnaie*, traduction française Paris, Payot, 1971.
- Knight F.H. *Risk, Uncertainty and Profit*, Cambridge, Mass., Harvard University Press, 1921.
- Mao J.C.T. « Survey of Capital Budgeting : Theory and Practice », *Journal of Finance*, May, 1970, pp. 349-360.
- Moore P.G. « The Managers' Struggle with Uncertainty », *Journal of the Royal Statistical Society*, volume 140, part. 2, 1977, pp. 129-165.
- Nickell S.J. « The Influence of Uncertainty on Investment », *Economic Journal*, March 1977, pp. 47-70.
- Norton J.H. « On Subjective Probabilities », *Chemical Engineering Program Symposium*, n° 42, 1959, pp. 49-54.
- Robinson J. *Exercices d'analyse économique*, Paris, Presses Universitaires de France, 1963.
- Robinson J. *L'accumulation du capital*, London, Macmillan 1958.
- Sharpe W.F. *Portfolio Analysis and Capital Markets*, New York, Mc Graw-Hill, 1970.
- Stone B.K. « A General Class of Three-Parameter Risk Measures », *Journal of Finance*, June 1973, pp. 675-685.
- Van Horne J.C. *Financial Management and Policy*, Englewood Cliffs N.J., Prentice Hall, 1971, 2e édition.
- Weston J.F., Brigham E.F. *La finance et le management de l'entreprise*, Paris, Technic Union. 1973.