

Options réelles et investissements : une présentation simplifiée

Marc Chesney

Professeur département économie et finances
Doyen associé, responsable du doctorat
Groupe HEC

Erwan Morellec

Professeur département économie et finances
Groupe EDHEC

Avec le développement de la littérature sur les options réelles, la recherche théorique et pratique se rapportant à l'évaluation de projets a réalisé des progrès substantiels. L'analogie entre opportunités d'investissement et options permet de prendre en compte la flexibilité inhérente à tout projet ainsi que les choix disponibles aux investisseurs. Nous montrons dans cet article les avantages de cette approche et présentons un exemple simple d'application.

Les décisions d'investissement correspondent au processus permettant de transformer une opportunité d'investissement, actif intangible, en un actif réel de l'entreprise. Face à la diversité des opportunités dont elles disposent, les entreprises ont besoin de règles afin de savoir s'il est rentable d'investir dans telle opportunité ou de pouvoir sélectionner les opportunités les plus profitables.

La méthode traditionnellement enseignée et utilisée en matière de sélection des investissements est celle de la valeur actuelle nette (VAN) qui peut s'exprimer dans d'autres versions équivalentes comme l'analyse de point mort ou le taux interne de rentabilité. Cette méthode consiste à comparer, à une date t donnée, les coûts engendrés par une décision d'investissement aux gains qu'elle génère. Bien sûr, pour que cette comparaison ait un sens, il faut que tous ces flux soient exprimés en une même unité monétaire, le numéraire de la date t . Il faut donc que tout flux réalisé à une date s , $s > t$, soit actualisé entre les dates s et t . On obtient donc la formule suivante :

$$VAN = F_0 + F_1/(1+r(1)) + \dots + F_T/(1+r(T))$$

où T est la durée du projet dans lequel on peut investir, $r(i)$ est le taux d'actualisation permettant

d'exprimer des flux de la date $t+i$ en numéraire de la date t et F_i est le flux engendré par l'exploitation de ce projet à la date $t+i$. Le calcul de la VAN permet de savoir si l'on doit investir dans un projet (VAN positive) et, en cas de ressources financières limitées, d'établir une hiérarchie entre les différentes opportunités d'investissement dont dispose une entreprise, une VAN plus élevée rendant le projet plus désirable.

Cette approche est souvent critiquée car elle ignore la flexibilité inhérente aux projets d'investissement. Cette flexibilité est liée à trois caractéristiques essentielles de la dépense d'investissement : l'incertitude concernant les *cash-flows* futurs, l'irréversibilité, au moins partielle, de cette dépense et la possibilité de la repousser dans le temps. Elle peut s'analyser en fonction de deux dimensions principales : la flexibilité managériale et les caractéristiques inhérentes à l'opportunité d'investissement.

Flexibilité managériale

Notons tout d'abord que l'investisseur dispose du droit et non de l'obligation d'investir dans un projet. Il dispose ainsi d'une option américaine écrite sur un projet économique et dont le prix d'exercice est le coût direct d'investissement. Il peut donc, comme le détenteur d'une option classique, procéder à un calcul de la date optimale d'exercice de son option d'investissement. En effet, contrairement à ce que laisse supposer la VAN, tout investissement peut être repoussé dans le temps afin d'acquérir plus d'informations sur le projet concerné, la présence éventuelle de concurrents ou encore l'importance des débouchés. De ce fait, on n'est pratiquement jamais soumis à la simple règle : investir maintenant ou jamais et pour chaque projet, on peut comparer la rentabilité associée à un investissement immédiat à celle résultant d'une décision d'investissement ultérieure. Dans un tel contexte, utiliser la méthode de la VAN revient à exercer une option américaine dès que le cours de l'actif sous-jacent est supérieur au prix d'exercice. L'incertitude et l'importance des fonds nécessaires à la mise en œuvre de cet investissement rend désirable l'optimisation de la date d'investissement sur un horizon de temps en partie déterminé par la pression des concurrents ou l'environnement juridique (1) ou législatif.



Caractéristiques du projet

Les caractéristiques d'un projet d'investissement sont rarement figées. Au-delà de celui de la date de cet investissement, l'investisseur dispose de plusieurs choix à réaliser concernant la taille de cet investissement, la localisation de l'outil de production ou encore la technologie de production (flexible ou dédiée). Par ailleurs, en investissant, l'entreprise acquiert diverses options attachées à l'actif de base. Parmi celles-ci, sont citées le plus fréquemment (2) l'option d'abandon de cet actif, l'option d'expansion ou de contraction de la capacité de production, l'option d'allonger la durée de vie du projet, l'option de mise en suspension de l'exploitation, ou encore l'option de changement de technologie. Chacune de ces options apporte de la valeur ajoutée au projet d'investissement. Cette valeur ajoutée peut complètement modifier la perception que l'on a de la rentabilité d'un projet et doit donc être prise en compte lors de la décision d'investissement.

La possibilité de choisir optimalement la date d'investissement et l'existence de ces options attachées ont pour effet d'invalider la méthode de calcul de la VAN. On peut donc élargir le concept de la VAN en définissant une valeur actuelle nette augmentée de la manière suivante :

$$\text{VANA} = \text{VAN} + \text{valeur options attachées}$$

Néanmoins, il s'avère très difficile en pratique d'évaluer séparément toutes ces options attachées car elles sont le plus souvent liées les unes aux autres. Il est généralement plus simple de calculer directement la valeur actuelle nette augmentée.

Une autre faiblesse évidente de la méthode de la VAN est son inapplicabilité aux projets d'investissement ne générant pas de revenus directs comme la recherche et développement ou la gestion des marques par les firmes. La recherche assure la pérennité de certaines firmes en leur offrant de futures opportunités d'investissement. On peut penser ici aux développements de nouvelles molécules par les laboratoires pharmaceutiques ou encore aux nouvelles technologies permettant la création de nouveaux marchés comme le mini-disque de Sony. La gestion de la marque, quant à elle, permet de conserver ou de développer la part de marché d'une entreprise ou lui assure la réussite du lancement de nouveaux produits. Il est évident que ces deux types de dépenses ont des retombés financières qui ne sont pas directement quantifiables. Ces dépenses doivent donc être évaluées comme des options sur des opportunités d'investissement futures. On emploiera ici le terme d'options composées.

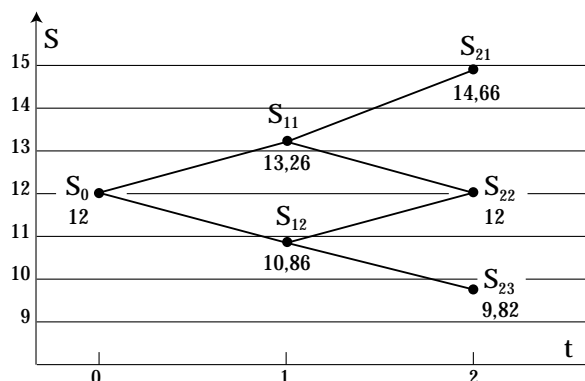
L'application suivante montre comment l'analyse optionnelle permet d'évaluer de manière cohérente les projets d'investissement tout en fournissant des indications claires quant à la date

optimale d'investissement. Parallèlement, nous mettrons en évidence les limites de la VAN comme critère de décision.

Exemple d'application : les concessions pétrolières

Nous présentons ci-dessous un exemple simple permettant d'illustrer notre propos. Considérons une entreprise disposant d'une concession sur un champ pétrolifère ; elle peut entreprendre l'exploitation de ce champ soit à une date initiale donnée, soit trois mois plus tard.

A la date initiale, le prix «S» du baril de pétrole est supposé être égal à 12 dollars, il évolue pendant les deux périodes comme le graphique suivant l'indique :



Le cours du pétrole à une probabilité «p» de monter et d'atteindre «uS» et une probabilité «1-p» d'atteindre dS. «u», «d», «p» prennent les valeurs suivantes :

$$u = \exp(\sigma(\Delta t)^{1/2}) = 1,105$$

$$d = 1/u = 0,905$$

$$p = [\exp((r-\delta)\Delta t) - d] / u - d = 0,576$$

avec : r : taux d'intérêt = 10 %

δ : rate (3) of convenience yield = 2 %

σ : volatilité = 20 %

Δt : 3 mois = 1/4

La question est de savoir si l'entreprise va procéder à l'investissement à la date initiale ou si elle va attendre trois mois.

Dans les sous-sols, les quantités «X» sont incertaines. Avec la probabilité «q = 0,25», elles sont de 40 millions de barils qui peuvent être extraits comme suit : 10 millions (X₁) à la fin de la première période (après trois mois) et les 30 derniers millions (X₂), six mois après la date initiale. Avec la probabilité «1-q», les quantités se limitent à 10 millions de barils extraits trois mois après la date initiale.

Les réserves sont connues à la fin de la première période. Si l'investissement est entrepris à l'instant initial alors les coûts de forage et d'extraction se

montent à : $K_1 = 150$ millions de dollars dans le premier cas et de $K_2 = 120$ millions dans le second cas payables à la fin de la première période. Si l'investisseur attend trois mois, ses coûts sont plus élevés, ils sont respectivement de $K_1' = 170$ et de $K_2' = 125$ millions de dollars.

Nous allons utiliser successivement la valeur actuelle nette et le concept d'option pour déterminer si cet investissement est profitable, et si tel est le cas, la date optimale de l'investissement.

La méthode de la VAN permet d'obtenir les résultats suivants :

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= \text{flux espérés} - \text{coûts d'investissements} \\ &\quad \text{attendus} \\ &= 70,322 \text{ millions de dollars} \\ &\text{(voir l'annexe pour le détail du calcul)} \end{aligned}$$

Cette valeur étant positive, il convient donc selon cette approche de procéder à l'investissement à la date initiale.

Le concept d'option que nous allons maintenant utiliser introduit l'idée selon laquelle la décision d'investissement peut être repoussée de manière à acquérir de plus amples informations. En l'occurrence, si cette décision intervient trois mois après la date initiale, l'investisseur est confronté à quatre cas de figures. En effet, le cours du baril peut être de :

$$S_{11} = 13,26 \$ \text{ ou de } S_{12} = 10,86 \$.$$

Quant aux réserves, à cette date leurs quantités seront connues : 10 ou 40 millions de barils.

L'investissement ne sera entrepris que dans trois des quatre cas de figures. En effet si le cours du baril baisse et si les réserves n'atteignent que 10 millions de barils, alors le coût de l'investissement : $K_2 = 120$ millions de dollars est supérieur aux gains générés : $S_{12} X_1 = 108,6$ millions de dollars.

On peut donc penser qu'il est souhaitable d'attendre avant d'investir, de manière à lever cette incertitude et à savoir si l'investissement est rentable. Le concept d'option corrobore cette idée. Si l'investisseur attend trois mois avant de prendre une décision, la théorie des options fournit un prix de 81,633 millions de dollars, à la date initiale (**annexe**). Ce prix supérieur à la VAN indique donc qu'il est «impératif d'attendre» avant de procéder à l'investissement, malgré une attente qui génère des surcoûts. En effet, les espérances de gains nets actualisées sont plus élevées après trois mois qu'à la date initiale.

Analyse de l'application

Le calcul de la VAN ne prend pas en compte le coût d'opportunité lié à l'investissement immédiat, c'est-à-dire la possibilité d'attendre une période supplémentaire afin que l'incertitude concernant les quantités à extraire soit levée et l'évolution du prix connue. Notons que si le choix était investir en $t = 0$ ou ne jamais investir, alors on choisirait

d'investir. En effet, dans ce cas il n'y a pas d'option à attendre plus d'information. De la même manière, s'il est possible de quitter le marché à la fin de la première période en cas d'une évolution par trop défavorable des caractéristiques du projet, alors la firme a intérêt à investir à la date initiale. Deux éléments sont nécessaires pour qu'il y ait un coût d'opportunité à investir tout de suite : l'irréversibilité de la dépense d'investissement et la possibilité d'acquérir de l'information dans le futur.

Dans l'exemple précédent, le coût d'opportunité à investir tout de suite est donné par la différence entre la valeur de l'option d'investissement et la VAN c'est-à-dire 11,3 millions de dollars. Cette valeur est celle de la flexibilité associée à la possibilité de repousser un investissement irréversible dans un environnement aléatoire. Si l'on poursuit l'analogie avec la théorie des options alors on voit que l'opportunité d'investissement est *in the money* à la date initiale : un exercice immédiat de cette option génère un flux positif. Cependant il n'est pas optimal d'investir tout de suite.

Enfin, on peut voir qu'en $t = 1$ seulement une partie de l'incertitude est levée. Néanmoins l'investisseur ne dispose plus à cette date de l'opportunité de repousser la dépense d'investissement. De ce fait, en $t = 1$ on peut appliquer le calcul traditionnel de la VAN aux quatre situations possibles à cette date pour se rendre compte que l'on doit investir seulement dans trois cas.

Extensions

Notre exemple met en évidence les limites du critère de la VAN et montre les avantages de la théorie des options. L'analyse présentée ci-dessus correspond évidemment à une représentation simplifiée de la réalité. Cet exemple peut être facilement étendu au cas comportant n périodes, et au cas où l'incertitude sur les flux générés par le projet est plus importante, ou s'exprime de manière différente... Pour une application plus développée de la théorie des options à l'évaluation des projets d'investissements, nous renvoyons le lecteur à Paddock, Siegel et Smith (voir aussi Gibson).

De la même manière il peut s'appliquer à toute autre opportunité d'investissement, quel que soit le secteur d'activité concerné (voir Dixit et Pindyck 1994). La théorie des options s'avérera être plus performante que le critère de la VAN à chaque fois que l'entreprise évolue dans un environnement aléatoire et qu'une partie au moins de la dépense d'investissement est irrécouvrable, c'est-à-dire dans tous les cas. Enfin, nous n'avons pas considéré les options imbriquées dans le projet d'investissement. La prise en compte de ces options ne ferait qu'accentuer la supériorité de la théorie des options vis-à-vis de la VAN. ■



(1) On peut penser ici aux concessions pétrolières qui sont accordées pour une durée déterminée T. Si en T la firme n'a pas exploré la concession dont elle dispose alors celle-ci revient de droit au bailleur.
 (2) Voir par exemple Allaz et Dumas (1994) chapitre 7 paragraphe 4.1. Notons que l'ouvrage de Brealey et Myers (1991), destiné à des élèves de niveau MBA, consacre le chapitre 21 à l'évaluation des options inhérentes aux projets d'investissements.
 (3) Il peut être interprété comme un revenu proportionnel continu (taux de dividende). Dans notre application, ce revenu peut être associé à une gestion facilitée des stocks et de la production. Ce dividende positif fait que l'exercice anticipé de l'option d'investir puisse être optimal.

Annexe

Par définition :

$$\begin{aligned} \text{VAN} &= E(\text{flux}) - E(\text{coûts}) \\ &= \exp(-(r-\delta)\Delta t) [p S_{11} + (1-p) S_{12}] X_1 + \exp(-2(r-\delta)\Delta t) [p^2 S_{21} \\ &\quad + 2p(1-p) S + (1-p)^2 S_{23}] q X_2 \\ &\quad - \exp(-(r-\delta)\Delta t) (q K_1 + (1-q) K_2) \\ &= 70,322 \text{ millions de dollars} \end{aligned}$$

Quant au calcul de la valeur de l'option :

$$\begin{aligned} C &= \exp(-(r-\delta)\Delta t) [pq(S_{11} X_1 - K_1') + p(1-q)(S_{11} X_1 - K_2')] \\ &\quad + (1-p) q (S_{12} X_1 - K_1') \\ &\quad + \exp(-2(r-\delta)\Delta t) [p^2 S_{21} + p(1-p) S + (1-p)(p S + (1-p) S_{23})] q X_2 \\ &= 81,633 \text{ millions de dollars} \end{aligned}$$

On voit ainsi que l'on actualise les flux générés par une politique d'investissement optimale à la date 1 pour les exprimer en numéraire de la date 0.

Bibliographie

B. Allaz et B. Dumas, 1995, «Les titres financiers : équilibre du marché et méthodes d'évaluation», coll. Finance, PUF.

R. Brealey et S. Myers, 1991, «Principles of Corporate Finance», Fourth Edition, McGraw-Hill Series in Finance, New York, McGraw-Hill.

M.-A. Dias, «The Timing of Investment in E&P : Uncertainty, Irreversibility, Learning, and Strategic Considerations», Society of Petroleum Engineers Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium, March, Dallas (Petrobras SA).

A. Dixit et R. Pindyck, 1994, «Investment Under Uncertainty», Princeton, NJ : Princeton University Press.

R. Gibson, 1993, «La décision d'investissement des entreprises sous l'angle de la théorie des options», Institut de gestion bancaire et financière, Ecole des HEC, Université de Lausanne.

J. Paddock, D. Siegel, et J. Smith, 1987, «Valuing Offshore Oil Properties with Option Pricing Models», Midland Corporate Finance Journal 5, Printemps, 22-30.



JEUDI 6 NOVEMBRE 1997



L'approche quantitative de la gestion du risque de crédit

Débat animé par **Bernard Nivollet**, associé, Ernst & Young

Introduction

Jean-François Boulter, directeur de la recherche et de l'innovation, CCF

9 h 00-11 h 00 *Évaluation d'obligations risquées*

Pierre de La Noue et **Étienne Rouzeau**, ingénieurs financiers, CCF

11 h 15-13 h 00 *L'apport de Raroc dans la gestion du risque de crédit*

Véronique Ormezzano, responsable du secteur optimisation risques et rentabilité, Paribas

14 h 30 *La gestion d'un portefeuille de prêts*

Scott Stover, directeur gestion actifs et investissements, WestLB

15 h 15 *Le marché des dérivés de crédit*

Yves Raymond, directeur, IFF

16 h 15 *Le provisionnement a priori des crédits*

Bruno Dathis, associé banque et finance, Ernst & Young

17 h 00 *Le point de vue des régulateurs*

Kong-Khan Tran, cellule de contrôle des risques de marché, Commission bancaire

Le 6 novembre 1997 de 9 h 00 à 18 h 00

■ Participation : 4 000 francs TTC

■ Bulletin et règlement (à l'ordre de Banque) à retourner à :

■ La Revue Banque, Monique Souci 18, rue La Fayette - 75009 Paris, Tél. : 01 48 00 54 04 - Fax : 01 48 24 12 97

Mme Mlle M.

Nom

Prénom

Fonction

Société

Service et département

Adresse

Code postal Ville

Téléphone Fax

Assistera au séminaire N'assistera pas au séminaire

La conférence a lieu à l'Étoile Saint-Honoré 21-25, rue Balzac 75008 Paris