

## LES OPTIONS REELLES :

UNE IDEE SEDUISANTE – UN CONCEPT UTILE ET MULTIFORME – UN INSTRUMENT FACILE A CREER  
MAIS DIFFICILE A VALORISER

Delphine LAUTIER, CEREG, Université Paris IX<sup>1</sup>  
1<sup>ère</sup> version : mars 2001

Une option est « un instrument financier basé sur un principe d'application universelle »<sup>2</sup>. D'après Bernstein, la première référence à la notion d'option dans la littérature remonte à l'Antiquité. Aristote, dans son livre I de *La politique*, raconte l'histoire de Thalès, dont la pauvreté était supposée refléter l'inutilité de sa philosophie. Thalès utilisa un jour sa capacité à lire les astres pour faire taire ses détracteurs : anticipant par ce moyen que la prochaine récolte d'olives serait particulièrement abondante, il rendit visite aux principaux propriétaires de pressoirs de la région et leur proposa de payer le droit de pouvoir utiliser en priorité ces pressoirs lors de la prochaine récolte. La somme à verser pour cela fut relativement faible, la récolte étant à cette date éloignée de neuf mois. La fin de l'histoire est intéressante : « Lorsqu'arriva le temps de la récolte, et que plusieurs presses furent soudain demandées toutes en même temps, il les donna au prix qui lui convenait et gagna ainsi une grosse somme d'argent. Il montra ainsi au monde que les philosophes pouvaient être riches s'ils le souhaitaient, mais que leur ambition était d'une autre nature. »<sup>3</sup>

L'histoire contée par Aristote suscite deux remarques. Premièrement, comme le note Bernstein, l'opération réalisée par Thalès peut être interprétée comme un achat d'option. Cette dernière est en effet un actif donnant à son acheteur, moyennant le paiement d'une somme d'argent, le droit et non l'obligation d'acheter ou de vendre un actif support, à un prix fixé à l'avance, à ou avant une date donnée. Or, neuf mois avant la récolte d'olives, en contrepartie du versement de ses économies, Thalès a acquis un droit de priorité sur l'utilisation des pressoirs. Deuxièmement, l'actif support de l'option acquise par Thalès, à savoir les pressoirs, n'est pas un titre financier. C'est un actif réel. Thalès serait ainsi le premier utilisateur d'option réelle.

Si l'évocation d'une opération de cette nature date de l'Antiquité, la notion d'option réelle ne fut cependant élaborée que bien plus tard, dans le dernier quart du vingtième siècle. L'objectif principal de l'analyse par les options réelles est de prendre en considération la flexibilité dont peuvent disposer les dirigeants lorsqu'ils prennent des décisions d'investissement en situation d'incertitude. La flexibilité revêt bien des formes : elle peut correspondre à la possibilité de retarder un investissement, de l'abandonner, de réduire sa taille ou de l'augmenter, de passer d'un système de production à l'autre, *etc.* L'idée centrale des options réelles est d'intégrer le caractère dynamique de la décision d'investissement et de répondre ainsi à l'une des principales limites de l'analyse traditionnelle des projets d'investissement qui, parce qu'elle n'intègre pas ces éléments, présente le risque de sous-estimer la valeur des projets.

---

<sup>1</sup> Delphine.Lautier@ensmp.fr. Ce texte a été présenté à l'Université Paris IX, le 25 janvier 2001, à l'occasion d'un colloque consacré aux options réelles.

<sup>2</sup> Aristote, *La Politique*, Livre I, cité par Bernstein, 1995, chapitre 11, p 205.

<sup>3</sup> Aristote, *op. cit.*

La notion d'option réelle est apparue à la fin des années 1970, suite en particulier aux travaux de Black et Scholes (1973) d'une part et de Merton (1973) d'autre part, qui apportèrent le premier modèle permettant de valoriser une option financière. Myers (1977) utilisa ces travaux pour établir une analogie entre une opportunité de croissance et une option sur action, et pour proposer une méthode de valorisation de cette option réelle. Depuis, la notion d'option réelle connaît un succès croissant. Elle est aujourd'hui appliquée à des domaines aussi variés que l'évaluation de projets d'exploitation miniers, de projets de recherche et développement, d'entreprises de biotechnologies,... investissements qui présentent *a priori* bien peu de points communs. Ce succès est vraisemblablement lié à la conjonction de deux éléments. En premier lieu, les entreprises sont confrontées à un environnement plus incertain dans lequel la possibilité de réagir promptement et efficacement à une modification de l'environnement acquiert une dimension nouvelle. En second lieu, l'augmentation de la capacité de calcul des ordinateurs permet de valoriser des options plus complexes que ne l'étaient celles du modèle de Black et Scholes, plus proches de celles rencontrées dans le cas des options réelles.

Le caractère universel de la notion d'option réelle, fort bien illustré par le foisonnement actuel de travaux consacrés à ce sujet, soulève un certain nombre de questions relatives à la portée pratique de cette notion. Les options réelles peuvent-elles être appliquées dans tous les domaines ou certaines conditions doivent-elles être réunies pour que cette application ait un sens ? Que faut-il attendre de la notion d'option réelle : une méthode fiable de valorisation, comme le mot option pourrait le laisser espérer ou, plus simplement, un outil de réflexion visant à compléter la conception traditionnelle de l'investissement ? C'est à ces questions que ce texte tente de répondre. La notion d'option réelle étant utilisée en établissant une analogie avec les options financières, la portée et les limites de cette analogie sont tout d'abord précisées, en première section. Dans une deuxième section sont exposés, à travers un exemple, les principes de l'analyse traditionnelle des choix d'investissement. L'objectif est d'expliquer les critiques formulées à l'encontre de cette analyse, et de montrer quelle peut être, face à ces limites, l'utilité de la valorisation optionnelle. Cette section se termine en montrant le caractère multiforme de la notion d'option réelle. Sont ainsi présentées les principales catégories d'options citées dans la littérature. La troisième section s'intéresse enfin aux conditions à réunir pour que des options réelles puissent exister, et aux difficultés que présente leur valorisation.

## SECTION 1. UNE IDEE SEDUISANTE

L'option réelle est utilisée par analogie avec les options financières. Cette section définit cette notion, l'illustre à partir de quelques exemples, et montre quelles peuvent être les limites de l'analogie.

### 1.1. DEFINITION

Les options réelles ont une définition proche de celle généralement retenue pour les options financières. Tout comme ces dernières, elles peuvent être distinguées en fonction de leur nature : il existe des options d'achat (*call*) et des options de vente (*put*). De plus, elles peuvent également être définies par leur caractère asymétrique.

Les options réelles d'achat donnent à leur détenteur le droit d'entreprendre un investissement, à un coût fixé à l'avance (le prix d'exercice), à ou avant une date déterminée (l'échéance). Par exemple, posséder un gisement non exploité peut être assimilé à la détention d'une option réelle d'achat. L'actif réel sur lequel l'option est le gisement. Le droit associé à l'option est celui d'exploiter ce gisement. C'est une option d'achat, car l'exploitation permet de s'approprier des revenus de l'actif réel. Son prix d'exercice est le coût à consentir pour initier la production. Le détenteur de l'option peut

enfin décider la mise en exploitation à tout moment tant qu'il en a l'autorisation (soit parce qu'il est le propriétaire, soit parce qu'il a acheté une concession sur le gisement).

Les options réelles de vente offrent quant à elles la possibilité d'abandonner un investissement ou de le revendre à un prix déterminé à l'avance, à ou avant une date déterminée. Une entreprise détenant un parc informatique possède par exemple une option de vente portant sur un ensemble d'ordinateurs. L'option se traduit par la possibilité qu'a l'entreprise, à tout moment, de revendre ce parc sur le marché secondaire, en admettant bien sûr que les ordinateurs ne soient pas obsolètes. Dans ce cas, le prix d'exercice s'identifie à la valeur que représente le parc informatique pour l'entreprise, et cette valeur doit être comparée au prix de revente sur le marché.

Tout comme les options financières, les options réelles sont des actifs dérivés et asymétriques. Une option est un produit dérivé parce que sa valeur dépend de celle d'un autre actif, généralement qualifié d'actif support. Dans le domaine des options réelles, ce dernier est un projet d'investissement. Dans l'exemple du gisement évoqué plus haut, la valeur de l'opportunité d'exploiter dépend fortement de la valeur des réserves souterraines. Une option est de plus un actif asymétrique car elle confère à son acheteur le droit, mais non l'obligation, de l'exercer. Ainsi, un détenteur d'option réelle a le droit d'entreprendre l'investissement ou d'y renoncer. Le caractère asymétrique de l'option provient de ce qu'elle donne la possibilité de bénéficier d'évolutions favorables sans avoir à supporter les situations défavorables. Le détenteur de gisement peut ainsi choisir d'exploiter si la demande pour ce minerai est forte, ou au contraire renoncer à la commercialisation si d'autres gisements de meilleure qualité, à coût d'exploitation réduit, ont été découverts entre-temps.

## 1.2. LES LIMITES DE L'ANALOGIE

Si l'analogie entre les options réelles et les options financières est séduisante, elle n'en est pas moins limitée : l'asymétrie ne joue pas le même rôle dans les deux cas, et les actifs support des options sont fondamentalement différents.

Du point de vue de l'asymétrie, les options réelles présentent une particularité, liée à la nature des transactions qui leur sont associées. En effet, contrairement à ce qui se produit dans le cas des options financières, un acheteur d'option réelle ne fait généralement pas face à un vendeur. L'exemple du parc informatique illustre ce phénomène. L'entreprise détenant ces ordinateurs possède une option réelle de vente. Cette opportunité de revendre le parc sur le marché secondaire n'a pas été acquise en tant que telle : les ordinateurs ont vraisemblablement été achetés à l'état neuf, comme outils de travail, la perspective de les revendre ensuite n'intervenant que de façon marginale dans la décision. Et, à moins que le fournisseur ne se soit engagé à reprendre ultérieurement le parc à un prix fixé d'avance, les ordinateurs seront revendus sur le marché secondaire sans que quiconque se trouve dans l'obligation de prendre réception de ces produits, comme ce serait le cas pour une vente d'option de vente financière. Ainsi, dans le domaine des options réelles, les acteurs considérés sont en grande majorité les détenteurs (acheteurs) d'options. La stratégie de tels opérateurs est peu risquée : dans le pire des cas, la valeur de l'option est nulle à sa date d'expiration, et son détenteur perd ce qu'il a dépensé pour l'obtenir. Si en revanche la situation se révèle être favorable, le profit de l'opérateur peut être illimité.

Le caractère asymétrique des options réelles ne doit donc rien à l'existence de situations différentes pour l'acheteur et le vendeur d'option. Un tel constat soulève deux questions, qui seront abordées plus en détail en troisième section. La première de ces questions est relative à la valeur d'une option pour laquelle il n'existe pas de marché. La deuxième est liée au processus de création des options réelles. Si le détenteur d'une telle option ne l'a pas acquise, il a fallu qu'il la crée, grâce par

exemple à un investissement antérieur réalisé dans un tout autre but. Ce dernier peut avoir pour conséquence la détention d'une ressource naturelle non exploitée, la possibilité d'utiliser une licence, un brevet, une marque, des compétences organisationnelles, un savoir-faire technologique, une position de domination par les coûts, *etc.*

L'analogie entre une option réelle et une option financière présente une seconde limite, tenant à la nature de l'actif support considéré. Dans le cas des options réelles, cet actif n'est pas un titre financier mais un projet d'investissement, considéré de façon plus ou moins extensive : ce projet peut s'identifier au développement ou à l'abandon d'une activité spécifique (pour un constructeur automobile par exemple, la conception d'un nouveau modèle de voiture), il peut au contraire représenter les activités de la firme dans leur ensemble (la commercialisation de véhicules destinés aux particuliers et aux entreprises) ou bien se situer à un niveau intermédiaire entre ces deux extrêmes (la conception d'une gamme de véhicules spécialement adaptés à un terrain spécifique, tels que la neige ou le sable).

Or, les actifs financiers sont caractérisés par leur fongibilité. A condition que les mêmes droits soient associés aux deux titres, l'action d'une société ne se distingue en rien d'une autre action de la même société. En revanche, deux actifs réels ne sont jamais totalement comparables, et ceci n'est pas sans implication. En premier lieu, il existe le plus souvent un marché secondaire permettant d'échanger facilement les titres financiers sans subir de coûts de transaction prohibitifs. Tel est rarement le cas pour les actifs réels. En deuxième lieu, si les caractéristiques d'un actif financier peuvent être connues simplement, ces informations sont beaucoup plus difficiles à obtenir pour un actif réel. Par conséquent, les modalités de la transaction sont susceptibles d'être affectées par la présence d'asymétries d'information. En troisième lieu, la valeur d'un actif réel peut partiellement au moins provenir de son apport aux activités existantes de la firme, de l'exploitation de synergies industrielles, de la présence de complémentarités entre différents projets. La valeur d'un produit de beauté (sels de bains, lait pour le corps...) peut par exemple provenir, en grande partie, de ce qu'il complète la gamme associée à un parfum renommé. La prise en considération de tels éléments revêt une bien moindre importance dans le domaine financier.

L'analogie entre les options réelles et les options financières, qui augure *a priori* une quantification, n'est donc pas exempte de limites, dues principalement à la nature de l'actif support considéré. Ces limites ne retirent pas pour autant toute pertinence au concept, comme le montre la section suivante.

## SECTION 2. UN CONCEPT UTILE ET MULTIFORME

Le principal avantage du concept d'option réelle provient de ce qu'il pallie les inconvénients de l'analyse traditionnelle de l'investissement. Pour estimer l'attrait d'un projet d'investissement, cette dernière privilégie le critère de la valeur actuelle nette (VAN ou *Net Present Value* dans la terminologie anglo-saxonne). Contrairement à d'autres instruments tels le taux interne de rendement (TIR) ou le délai de retour sur investissement, la VAN apporte une information sur la richesse créée par un projet. Il reste cependant qu'elle n'est pas bien adaptée à la sélection d'investissements productifs, car elle n'intègre pas la possibilité d'adopter une démarche active dans le comportement d'investissement, ni le désir éventuel de modifier la nature ou l'échéancier des décisions lorsque l'environnement évolue.

## 2.1. L'ANALYSE TRADITIONNELLE DE L'INVESTISSEMENT ET SES LIMITES : UNE ILLUSTRATION<sup>4</sup>

La valeur actuelle nette est le critère de sélection des projets d'investissement le plus employé. Bien que les limites de cette méthode soient fréquemment dénoncées, elle reste très largement utilisée, sa simplicité de mise en oeuvre étant son principal atout. Pour montrer quelles peuvent être ces limites, la valeur actuelle nette est utilisée pour la valorisation d'un projet d'investissement, et les résultats ainsi obtenus sont comparés avec ceux résultant d'une démarche optionnelle.

### 2.1.1. Un exemple de projet d'investissement<sup>5</sup>

Une très grosse entreprise agricole, cotée en bourse et bénéficiant d'une grande capacité d'autofinancement, possède des terres actuellement non exploitées représentant une surface de 200 000 hectares. Elle envisage de créer une filiale consacrée à l'élevage de bétail sur ces terres. Pour initier cette activité, il lui faut dépenser aujourd'hui une somme  $I_0$  égale à 35 millions d'euros.

Une étude économique montre que l'exploitation immédiate des terres permettra à la filiale de dégager l'an prochain des revenus s'élevant soit à 51 millions d'euros ( $V^+$ ), soit à 21 millions d'euros ( $V^-$ ). L'hypothèse basse correspond au cas où se développerait, dans la région d'implantation de la filiale, une épidémie de fièvre aphteuse tuant tous les moutons du troupeau mais épargnant les bovins. Cet événement est affecté d'une probabilité  $p$  égale à 0,5.

L'entreprise a-t-elle intérêt à entreprendre cet investissement ? La réponse à cette question sera apportée à l'aide de la méthode d'analyse traditionnelle, puis en recourant à une démarche optionnelle. Deux cas seront distingués : dans le premier, l'entreprise n'a pas d'autre choix que celui d'investir immédiatement ou de renoncer à son projet ; dans le second, elle peut reporter sa décision d'un an.

### 2.1.2. L'utilisation d'une méthode traditionnelle

Supposons que pour des raisons stratégiques, liées à l'entrée possible de nouveaux exploitants sur ce segment du marché, l'entreprise n'ait d'autre choix que d'investir immédiatement ou de renoncer définitivement à son projet. Admettons que l'entreprise fonde sa décision sur le recours à une méthode traditionnelle de choix d'investissement. Ceci la conduit à calculer la valeur actuelle nette de la filiale d'élevage.

La VAN est définie comme la valeur présente des flux nets de trésorerie générés par un projet. Selon ce critère, la rentabilité d'un investissement est évaluée en mesurant la richesse qu'il apporte à l'entreprise<sup>6</sup>. Pour être accepté, il doit dégager un revenu au moins équivalent aux ressources qu'il a mobilisées. Ce surplus futur est estimé à la période présente, ce qui implique la détermination d'un taux d'actualisation. Théoriquement, ce taux doit correspondre au coût moyen pondéré du projet, qui prend en considération le coût des différentes sources de financement et le risque de l'investissement. En supposant que ce taux d'actualisation est constant, la VAN s'exprime de la façon suivante :

$$VAN = \sum_{k=1}^n \frac{F_k}{(1+a)^k} + \frac{V_r}{(1+a)^n} - I_0$$

---

<sup>4</sup> Pour une présentation plus exhaustive, il est possible de se reporter aux ouvrages de Bellalah (1998), Brealey et Myers (2000), Grinblatt et Titman (2001), Vernimmen, Quiry et Ceddaha (2000).

<sup>5</sup> Cet exemple s'inspire de Trigeorgis (1999).

<sup>6</sup> Des projets concurrents peuvent être comparés en utilisant le critère de la VAN, à condition que le montant de leur investissement initial et leur durée de vie soient identiques. Dans ce cas, le projet caractérisé par la VAN la plus importante est privilégié. En revanche, lorsque les projets comparés ne sont pas homogènes, la VAN privilégie ceux ayant la plus grande envergure, et générant de ce fait le maximum de richesse.

- avec :
- $n$  : la durée de vie du projet exprimée en années,
  - $F_k$  : les flux nets de trésorerie anticipés pour l'année  $k$ ,
  - $a$  : le taux d'actualisation,
  - $V_r$  : la valeur résiduelle du projet,
  - $I_0$  : l'investissement initial.

La loi associée au critère de la VAN veut que le seuil de rentabilité exigé pour un projet soit atteint dès que la VAN est égale à zéro. Une VAN nulle signifie que la somme actualisée des recettes nettes futures permet de rembourser le capital investi et de le rémunérer au taux d'actualisation  $a$ , les intérêts étant composés. Dans ce contexte, le taux d'actualisation choisi par la firme est identifié à un taux de rentabilité minimal exigé par les apporteurs de fonds, compte tenu du risque supporté<sup>7</sup>.

Pour calculer la valeur actuelle nette des revenus de la filiale, il est nécessaire de connaître les flux futurs anticipés et le taux d'actualisation associés au projet. L'espérance des revenus futurs,  $E_0[C_1]$ , correspond à la somme des revenus futurs pondérés par leur probabilité d'occurrence  $p$ . Pour déterminer le taux d'actualisation, une hypothèse supplémentaire est formulée : l'exploitation de la filiale est supposée comporter exactement le même risque que celle de l'entreprise agricole. Dans ce cas, le taux d'actualisation au coût du capital  $k$  de l'entreprise (la filiale est supposée être financée sur fonds propres ; la capacité d'autofinancement de l'entreprise le permet). L'entreprise étant cotée en bourse, la détermination de ce coût est relativement aisée. Supposons qu'il soit égal à 12,5%. La valeur actuelle de la filiale est alors :

$$V_0 = \frac{E_0[C_1]}{1+k} = \frac{pV^+ + (1-p)V^-}{1+k} = \frac{0,5 \times 51 + 0,5 \times 21}{1,125} = 32$$

Pour déterminer la valeur actuelle nette du projet, il faut retrancher de ce montant les dépenses initiales à consentir pour développer la filiale, soit 35 millions d'euros :

$$VAN_0 = \frac{E_0[C_1]}{1+k} - I_0 = 32 - 35 = -3$$

Selon les critères de décision associés à la méthode traditionnelle d'évaluation des projets d'investissement, la valeur actuelle nette du projet étant négative, il faut renoncer à investir.

### 2.1.3. L'introduction des options réelles dans l'analyse

Supposons à présent que l'entreprise a la possibilité d'attendre un an avant d'investir. Une telle décision la conduirait à repousser de douze mois ses dépenses d'investissement et l'encaissement des revenus associés à la filiale. Elle sait cependant qu'au terme de cette attente, l'incertitude à laquelle elle est aujourd'hui confrontée aura disparu. En effet, soit l'entreprise disposera à cette date d'un vaccin gratuit permettant d'endiguer toute épidémie, soit elle sera sûre de la propagation future de la maladie. La probabilité associée à chacun de ces événements est égale à 0,5.

Par rapport au cas étudié précédemment, le flux de dépenses initiales est identique :  $I_0 = 35$  millions d'euros. Quant aux résultats possibles, non seulement ils sont les mêmes (51 ou 21 millions d'euros) mais ils sont de plus affectés de la même probabilité ( $p = 0,5$ ). Pourtant, la situation de l'entreprise est tout autre. En effet, si dans un an elle a le vaccin, elle dépensera 35 et aura la certitude

<sup>7</sup> La VAN suppose que le réinvestissement des flux nets de trésorerie est réalisé au taux d'actualisation. Cette hypothèse d'identité entre le taux de prêt et le taux d'emprunt peut cependant être levée. Dans ce cas, on calcule une VAN globale en opérant une distinction entre ces taux.

d'obtenir 51 à l'issue d'une période supplémentaire. Dans le cas inverse, elle saura qu'il vaut mieux renoncer à un investissement de 35 ne permettant de générer que 21.

La possibilité d'attendre un an correspond pour l'entreprise à la détention d'une option réelle d'achat sur son projet d'investissement. Cette option de reporter lui donne le droit de bénéficier des flux futurs associés au projet si la situation se révèle favorable, ou d'y renoncer dans le cas inverse. Pour obtenir ces flux futurs, il faut exercer l'option, c'est-à-dire « acheter » l'actif support et payer 35 millions d'euros. L'existence de l'option provient de ce qu'il est possible d'attendre, et surtout de ce que l'attente permet d'acquérir une information pertinente. Cette possibilité d'attente modifie-t-elle la valeur de la filiale ? Affecte-t-elle la décision d'investissement ? Le recours à la méthode optionnelle permet de répondre à cette question.

#### 2.1.4. L'utilisation de la méthode optionnelle

Le principe de la méthode optionnelle consiste à transposer la démarche de valorisation employée pour les options financières dans le contexte des actifs réels<sup>8</sup>.

Une option financière est considérée comme un actif dont les mouvements de prix sont totalement spécifiés par un ensemble de facteurs sous-jacents. Ces derniers représentent les sources d'incertitude affectant l'évolution du prix de l'actif dérivé. Dans le cas des options financières les plus simples, le prix de l'actif support est le seul facteur sous-jacent retenu. La première étape de la valorisation d'une option consiste donc à déterminer le comportement dynamique du prix de l'actif support, pour représenter la façon dont celui-ci va évoluer entre la date d'acquisition de l'option et sa date d'exercice. Généralement, ce comportement est exprimé comme la somme de deux éléments : une composante déterministe (la tendance) qui représente le taux de croissance anticipé du prix de l'actif support, et une composante aléatoire, exprimant le caractère au moins partiellement imprévisible de la trajectoire suivie par le prix. L'évolution du prix du titre est indépendante de ses évolutions passées.

Dans notre exemple, il est possible de considérer que la valeur de l'actif dérivé (l'option de reporter) dépend d'un actif support unique (le projet). La dynamique du prix du support peut être représentée simplement car le projet, à l'échéance de l'option, ne peut avoir que deux valeurs. Si la firme obtient le vaccin, elle investira 35 dans un projet lui permettant de dégager, de façon certaine, un bénéfice de 51 un an plus tard. Dans ce cas, la valeur optionnelle  $C_1^+$  du projet dans un an est la suivante :

$$C_1^+ = \text{Max} \left( 0; \frac{V^+}{1+r} - I_0 = \frac{51}{1+5\%} - 35 \right) = 13,57$$

Les revenus futurs du projet, devenus certains, sont actualisés au taux d'intérêt sans risque,  $r$ . Ce dernier est supposé constant et égal à 5%.

Un raisonnement similaire montre que si l'épidémie se déclare, la valeur optionnelle du projet  $C_1^-$  devient nulle :

$$C_1^- = \text{Max} \left( 0; \frac{V^-}{1+r} - I_0 = \frac{21}{1+5\%} - 35 \right) = 0$$

Une fois cette première étape franchie, pour obtenir la valeur optionnelle  $C_0$  du projet, il faut déterminer la probabilité de réalisation des événements  $C_1^+$  et  $C_1^-$ , ainsi que le taux d'actualisation qui leur est associé. Pour cela, il est possible de recourir à un raisonnement d'arbitrage et construire un portefeuille de couverture. Brièvement résumé, le raisonnement est le suivant : dans un univers où les transactions sont réalisées en continu et dans un marché complet, un actif dérivé peut être répliqué par

<sup>8</sup> Les limites d'une telle transposition sont exposées au paragraphe 3.3.

une combinaison d'actifs existants. Pour une option sur action, ces actifs sont l'action elle-même et une position sur le marché obligataire. A condition qu'ils soient suffisamment échangés pour être évalués en l'absence d'opportunité d'arbitrage, ils peuvent constituer un portefeuille de couverture dont le comportement réplique celui de l'actif dérivé. Leurs proportions sont déterminées afin que la stratégie soit non risquée et que la condition d'absence d'opportunité d'arbitrage soit respectée. Si tel est le cas et si le marché est équilibré, le rendement du portefeuille doit être égal au taux sans risque. Ainsi, la valorisation est réalisée dans un univers neutre au risque : elle est indépendante des attitudes vis-à-vis du risque des opérateurs.

Supposons que les différentes hypothèses sous-tendant la valorisation soient respectées et considérons, comme dans le cadre de l'analyse traditionnelle, que la valeur de l'entreprise et les prix de ses actions ont les mêmes perspectives d'évolution que les revenus de la filiale. Il est alors possible de considérer l'option réelle sur la filiale d'élevage comme un actif dérivé dont le comportement peut être répliqué à l'aide des actions de la société mère et d'une position sur le marché obligataire. Plus précisément, le portefeuille de couverture correspond à l'achat au prix  $S$  d'un nombre  $N$  d'actions de l'entreprise, cet achat étant financé par l'emprunt d'une somme  $B$  sur le marché obligataire au taux d'intérêt sans risque. Lors de sa constitution, un an avant la date d'expiration de l'option, la valeur  $E$  du portefeuille est la suivante :

$$E_0 = NS_0 - B$$

La valeur des actions doit évoluer de la même façon que les revenus de la filiale. En particulier, les facteurs multiplicatifs appliqués aux revenus du projet en cas de hausse ou de baisse peuvent également être utilisés pour savoir quelles sont les deux valeurs possibles du prix des actions à l'échéance de l'option réelle. La valeur du projet passe de 32 à 51 millions d'euros dans l'hypothèse haute, de 32 à 21 millions d'euros dans le cas contraire. Le facteur multiplicatif à la hausse  $u$  est donc égal à 1,6, tandis que le facteur multiplicatif à la baisse  $d$  est de 0,66. Les deux prix possibles pour les actions à l'issue d'une période sont donc :  $S^+ = Su$  et  $S^- = Sd$ , chacun de ces deux événements ayant une probabilité d'occurrence de 0,5. Par ailleurs, l'emprunt de la somme  $B$  au taux  $r$  sur le marché obligataire donnera lieu au remboursement de la somme  $B(1+r)$ .

Les valeurs possibles du portefeuille à l'expiration de l'option sont donc les suivantes :

$$E_1^+ = NS_1^+ - (1+r)B$$

$$E_1^- = NS_1^- - (1+r)B$$

Il est possible, grâce à ces deux équations, d'exprimer le nombre  $N$  d'actions et le montant  $B$  à emprunter, en fonction de la valeur à l'échéance des actions, de la valeur du portefeuille, et du taux d'intérêt sans risque. Un tel calcul permet de déterminer les proportions  $N$  et  $B$  correspondant à un portefeuille non risqué, dont le comportement réplique exactement celui du projet, en l'absence d'opportunité d'arbitrage :

$$N = \frac{E_1^+ - E_1^-}{S_1^+ - S_1^-}$$

$$B = \frac{E_1^+ S_1^- - E_1^- S_1^+}{(1+r)(S_1^+ - S_1^-)}$$

En remplaçant ces variables par leur expression dans  $E_0 = NS_0 - B$ , on obtient la valeur du portefeuille en fonction de ses valeurs possibles à l'échéance et du taux d'intérêt sans risque :

$$E_0 = \frac{qE_1^+ + (1-q)E_1^-}{1+r}$$

$$\text{où : } q = \frac{(1+r)S_0 - S_1^-}{S_1^+ - S_1^-}$$

Cette expression est la valeur actualisée des flux futurs anticipés pour le portefeuille. Elle s'apparente à celle utilisée dans le cadre de l'analyse traditionnelle, à ceci près que l'actualisation est effectuée au taux d'intérêt sans risque  $r$  et non au coût du capital  $k$ , et que la probabilité  $q$  associée aux flux futurs, appelée probabilité risque-neutre, diffère de la probabilité historique  $p$  employée précédemment. Cette probabilité  $q$  est telle que :

$$q = \frac{(1+r)S_0 - S_1^-}{S_1^+ - S_1^-} = \frac{(1+r) - d}{u - d} = 0,41$$

En appliquant ce taux d'actualisation et cette probabilité risque neutre au projet, il est possible d'obtenir sa valeur :

$$C_0 = \frac{qC_1^+ + (1-q)C_1^-}{1+r} = \frac{0,41 \times 13,57 + 0,59 \times 0}{1,05} = 5,3$$

Ainsi, la prise en considération de la possibilité d'attendre permet de modifier la décision d'investissement. Le projet n'est plus rejeté : sa valeur devient positive parce que l'attente permet d'obtenir une information pertinente<sup>9</sup>.

Bien sûr, les défenseurs de la tradition peuvent toujours arguer du fait que la valeur actuelle nette est tout à fait à même de capter, elle aussi, la valeur informationnelle associée à l'attente. Dans ce contexte, la valeur du projet n'est cependant pas identique à celle obtenue à partir de la méthode optionnelle : les flux futurs associés au projet sont les mêmes, mais la probabilité qui leur est affectée est la probabilité historique  $p$ , et le facteur d'actualisation est le coût du capital  $k$  :

$$V = \frac{pV^+ + (1-p)V^-}{1+k} = \frac{0,5 \times 13,57 + 0,5 \times 0}{1,125} = 6,03$$

La méthode traditionnelle permet d'aboutir à une valeur du projet plus élevée que la valeur optionnelle. Dans un univers caractérisé par la possibilité de réaliser des transactions en continu, une telle valorisation constitue une opportunité d'arbitrage. Il est possible de vendre le projet à 6,03 millions d'euros, et de construire, à l'aide d'actions sur la société et de positions sur le marché obligataire, un portefeuille dont le comportement réplique celui du projet, mais dont le coût est de 5,3 millions d'euros seulement... Une telle possibilité de gains non risqués sera sans doute éphémère... à condition bien sûr qu'un investisseur soit suffisamment complaisant pour acheter 6,03 ce qui, de toute évidence, ne vaut que 5,3.

Précisons enfin que la méthode traditionnelle et la méthode optionnelle ne sont pas toujours en opposition. En effet, en appliquant la méthode optionnelle au projet d'investissement d'origine, sans prendre en considération la possibilité d'attendre, la valeur du projet est :

$$V_0' = \frac{qV_1^+ + (1-q)V_1^-}{1+r} = \frac{0,41 \times 51 + 0,59 \times 21}{1,05} = 32$$

En l'absence d'option réelle, la méthode traditionnelle et la méthode optionnelle aboutissent au même résultat. La valeur du projet étant inférieure aux dépenses à consentir pour le mettre en œuvre, il vaut mieux renoncer à l'investissement.

---

<sup>9</sup> Pour être tout à fait rigoureux, il aurait fallu prendre en considération le fait que l'attente permet, pendant la durée de vie de l'option, de disposer librement de la somme de 35 millions. Cette somme peut par exemple être placée au taux sans risque pendant un an, et le résultat de ce placement peut encore être placé un an supplémentaire. L'introduction de cet élément ne modifie cependant en rien la comparaison établie entre les deux méthodes.

### 2.1.5. Les limites de la valeur actuelle nette

L'exemple présenté montre que l'intégration d'une dimension optionnelle dans l'analyse des projets d'investissement rend le critère de la VAN peu pertinent. En effet, ce dernier repose fondamentalement sur l'hypothèse que l'investissement, lorsqu'il est irréversible, doit être réalisé « maintenant ou jamais ». Cela conduit, en particulier, à utiliser un taux d'actualisation n'intégrant pas le caractère asymétrique de la valeur d'une option. De plus, la VAN suppose que l'échéance de placement des flux futurs est parfaitement connue à la date d'évaluation du projet, et que le taux d'actualisation est unique et constant.

En pratique, la VAN n'est pas utilisée comme elle le devrait. En effet, la loi d'investissement associée à ce critère n'est pas souvent respectée : soit les entreprises exigent une VAN très largement positive pour investir, soit elles calculent la VAN en retenant un taux d'actualisation supérieur au taux théorique (Porter, 1992). Ou encore, toutes celles appartenant à un même secteur utilisent un taux identique, bien que le coût de leurs ressources ne soit pas le même, et bien que l'investissement ne les expose pas au risque de façon identique. Ces pratiques peuvent se révéler dommageables car lorsque le critère de la VAN est utilisé, la mesure de la richesse créée par un investissement est extrêmement sensible au taux d'actualisation retenu.

La majorité de ces pratiques révèlent une forte aversion au risque de la part des opérateurs, et/ou une difficulté à estimer le coût moyen pondéré du capital associé à un projet. De ce point de vue, la notion d'option réelle est utile, car elle incite à une perception plus positive du risque (un détenteur d'option a des possibilités de pertes limitées, tandis que ses gains éventuels sont illimités), et elle propose l'utilisation d'un taux d'actualisation simple à déterminer : le taux d'intérêt sans risque. Malheureusement, cela ne signifie pas pour autant que l'analyse optionnelle résolve toutes les difficultés. A la limite, elle pourrait même être accusée d'en introduire de nouvelles, tant le concept d'option réelle est multiforme.

## 2.2. LES DIFFERENTES CATEGORIES D'OPTIONS REELLES

La littérature distingue généralement sept catégories d'options réelles. Cette section a pour objectif de les présenter et de montrer ce qui les distingue les unes des autres, qu'il s'agisse de la nature de ces options, de leur impact sur la décision d'investissement, ou de l'influence prépondérante d'un déterminant spécifique sur leur valeur. Ces options sont classées par degré de complexité croissante. D'autres revues de la littérature ont également été réalisées par Bellalah (2001), Copeland et Antikarov (2001), Goffin (2001), Grinblatt et Titman (2001), Trigeorgis (1999).

### 2.2.1. L'option de reporter

L'option réelle de reporter l'investissement (« *option to delay* ») est sans doute celle la plus fréquemment invoquée<sup>10</sup>. Dans ce cas, la flexibilité est uniquement due à la possibilité, pour l'investisseur, d'attendre avant de s'engager. L'investissement est reporté dans l'espoir d'obtenir ultérieurement des informations pertinentes quant à la mise en oeuvre du projet, et concernant par exemple les coûts, les prix, ou les conditions du marché. Contrairement à la théorie traditionnelle de l'investissement, l'option de reporter prend en considération la capacité d'apprentissage des investisseurs.

---

<sup>10</sup> Pour une présentation de cette option, il est possible de consulter Mc Donald et Siegel (1986), Ingersoll et Ross (1992), Laughton et Jacoby (1993), Madj et Pindyck (1987).

L'option de reporter est une option d'achat. Lorsqu'il exerce son droit, le détenteur de cette option s'approprie la valeur actuelle nette du projet d'investissement servant de support à l'actif dérivé. Inversement, l'opérateur qui reporte son investissement suppose implicitement que le bénéfice retiré de l'attente (la possibilité d'obtenir des informations nouvelles) est supérieur à son coût. Ce dernier a diverses origines. Premièrement, l'investisseur renonce aux revenus retirés d'un investissement immédiat. Deuxièmement, il subit le coût d'opportunité associé à la détention de l'option. Troisièmement, attendre expose au risque de laisser une opportunité s'échapper : de nouvelles sociétés peuvent s'introduire sur le marché, de nouvelles technologies peuvent être développées, *etc.* Ce dernier élément permet de souligner que la valeur de cette option varie selon la structure de l'industrie. Elle est une fonction de l'éventuelle présence de barrières à l'entrée et à la sortie.

La définition même de cette option permet de comprendre que celle-ci sera particulièrement importante dans les industries caractérisées par une réelle possibilité d'attendre, comme celle des ressources naturelles, de l'immobilier, de l'agriculture, et de la production de bois. Mais cette définition suscite également deux questions : combien de temps faut-il attendre ? Et que faut-il attendre ?

La théorie financière apporte une réponse à ces questions. Elle enseigne en effet qu'une option d'achat américaine (une telle option peut être exercée à tout moment précédant son échéance) ayant pour support un actif ne versant pas de dividendes ne doit pas être exercée avant son expiration. Dès lors, si l'on considère qu'une option de reporter s'apparente à un *call* américain (à condition, bien sûr, que l'opérateur ait le choix d'investir quand il le souhaite), et qu'un gisement non exploité, un champ ou une forêt en friche ne procurent aucun revenu, de nouvelles questions surgissent : que faire lorsque la date d'expiration de l'option n'existe pas, parce que la durée de vie de cette dernière est infinie ? Faut-il renoncer à exploiter un champ, un gisement, une forêt, existant pour certains depuis la nuit des temps et susceptibles d'exister longtemps encore ?

Pour répondre à ces questions, il est possible de considérer que la possibilité d'exploiter l'actif support est limitée dans le temps, comme c'est le cas lorsque l'investisseur éventuel n'est pas le propriétaire du terrain ou du champ. Il faut alors détenir une autorisation d'exploitation, et celle-ci n'est pas permanente. Cependant, une telle réponse n'est pas vraiment satisfaisante. Elle manque en effet de généralité (quelle décision le propriétaire de l'actif doit-il prendre ?). De plus, le renouvellement d'une concession peut tout à fait être considéré comme un coût d'investissement supplémentaire. Enfin, cette réponse incite de façon mécanique à attendre l'expiration des droits d'exploitation pour investir.

Une réponse plus satisfaisante est apportée si l'on considère que l'actif support, de la même façon qu'une action, verse un revenu s'apparentant à un dividende, mais ne se concrétisant pas par un versement monétaire<sup>11</sup>. Dans ce cas, la théorie financière explique que l'attente n'est pas l'attitude optimale. Le critère de décision de l'investissement n'est pas représenté par une durée spécifique. Ce qui importe, c'est la valeur critique du support à partir de laquelle il devient optimal d'investir. L'investisseur doit observer l'évolution de la valeur de l'actif support, jusqu'à ce que cette valeur parvienne au seuil voulu. Tant que ce dernier n'est pas atteint, mieux vaut rester passif.

En raisonnant ainsi, une réponse est également apportée à la deuxième question formulée précédemment : ce qu'il faut attendre, c'est une information décisive quant à la valeur de l'actif support. Cette information est simple à définir dans le domaine financier : elle est synthétisée dans les prix des titres. De plus, elle est abondante et de bonne qualité. Tel n'est cependant pas toujours le cas

---

<sup>11</sup> Dans le domaine des matières premières, le revenu associé à la détention de stocks est par exemple appelé *convenience yield*, ou rendement d'opportunité, et le concept d'option réelle est un moyen (parmi d'autres) de souligner l'importance d'une telle variable pour la valorisation de cette catégorie d'actifs réels.

dans le domaine des actifs réels. L'information peut être de qualité discutable, en particulier si elle est sujette à diverses interprétations et si elle émane simultanément de sources diverses (les informations relatives à un secteur industriel dépendent par exemple de nombreuses variables, telles que l'évolution de la demande, les performances des concurrents, la conjoncture économique d'ensemble, etc).

Lorsque l'information relative à la valeur d'un actif réel ne peut être obtenue simplement, la valeur de l'option de reporter est donc difficile à établir. De plus, l'étude de cette option ne permet pas d'aboutir à des recommandations limpides en termes de décisions d'investissement. Elle peut en effet conduire soit à reporter, soit au contraire à accélérer la réalisation d'un projet. L'investissement réalisé par un concurrent peut par exemple augmenter la valeur de l'option d'attendre, du fait des externalités informationnelles susceptibles d'être retirées d'une telle action. Au contraire, une firme redoutant l'entrée d'un nouveau concurrent sur son marché peut être conduite à accélérer son investissement pour renforcer sa position stratégique. Autre exemple, une forte probabilité de hausse future des prix incite à l'investissement immédiat, puisque la probabilité d'un mauvais résultat est réduite.

Malgré ces limites, l'option de reporter présente un avantage : elle conduit à souligner qu'une valeur temps est bien souvent associée aux projets d'investissement. De plus, elle met en évidence le fait qu'il est peu réaliste de négliger certaines opportunités, même si leur valeur n'est pas très clairement quantifiée. Enfin, d'un point de vue plus strictement financier, elle confirme l'idée selon laquelle la détention d'un actif réel, même s'il n'est pas exploité, permet de bénéficier d'un revenu. Faute d'intégrer cet élément dans l'analyse, la démarche optionnelle peut fort bien aboutir à une impasse.

### 2.2.2. L'option d'abandonner

Cette option est associée à la possibilité de renoncer définitivement à un investissement et, éventuellement, de le revendre sur le marché secondaire<sup>12</sup>. C'est une option de vente.

Exercer le droit conféré par l'option d'abandonner permet, soit de recueillir les revenus issus d'une revente du projet, soit d'annuler les coûts associés à son maintien. Il est donc particulièrement intéressant de prendre en considération cette option dans deux cas. Premièrement, lorsque la spécificité de l'actif considéré est faible, sa revente dans des conditions avantageuses est envisageable, et l'option d'abandonner peut difficilement être ignorée. Deuxièmement, lorsque le projet exige de continuelles mises de fonds pour être maintenu en état de fonctionnement (c'est le cas par exemple des industries soumises à de stricts impératifs de sécurité, telles que les transports), les économies résultant de l'abandon peuvent être substantielles.

Inversement, conserver un projet, c'est révéler l'attrait qu'il possède aux yeux de son détenteur. Cet attrait peut être matérialisé par des recettes ou correspondre à des éléments plus difficiles à quantifier mais néanmoins susceptibles d'atteindre une grande valeur, tels que le savoir-faire technologique ou les compétences organisationnelles.

La démarche optionnelle, en soulignant l'existence de l'option d'abandonner, permet de souligner que ce choix s'offre en permanence et suscite une réflexion sur les conséquences possibles d'un tel acte. Dans le cadre de l'analyse traditionnelle, l'abandon d'un projet est plutôt considéré comme une fatalité, se manifestant une fois que le terme de la durée de vie d'un projet est atteint.

---

<sup>12</sup> Des références à cette option peuvent être trouvées dans les travaux de Brennan et Schwartz (1985), Myers et Majd (1990).

### 2.2.3. L'option de renoncer à l'investissement en cours

L'option de renoncer à l'investissement en cours de réalisation (« *time to build option* ») relève d'un raisonnement similaire à celui développé pour l'option d'abandonner, mais elle insiste sur le fait que bien souvent, un investissement est effectué en procédant par étapes successives<sup>13</sup>. Dans ce contexte, la flexibilité résulte de l'alternative qui se présente à chaque étape : renoncer à poursuivre le développement du projet si de nouvelles informations défavorables se révèlent ou consentir aux dépenses permettant de passer à l'étape suivante dans le cas inverse. Pindyck (1980) considère cette situation comme un type particulier des « *cake-eating problems* » : « *Both the size of the cake and the consumer's appetite are changing randomly as the cake is being eaten* ».

Le champ d'application de cette option est particulièrement vaste. Il couvre en effet tous les domaines où les investissements sont séquentiels, tels ceux réalisés dans les industries intensives en recherche et développement, et celles caractérisées par une forte intensité capitalistique, comme la pharmacie et l'aéronautique. Cette option concerne également les projets à grande échelle.

L'option de renoncer à un investissement en cours est une option de vente. La décision de l'exercer ou non dépend de facteurs similaires à ceux évoqués au paragraphe 2.2.2. L'option de renoncer à l'investissement en cours est exercée lorsque l'investissement requis pour parvenir à l'étape suivante est supérieur à la valeur accordée à la poursuite du projet. Dans ce cas, mieux vaut considérer une autre allocation pour les fonds initialement affectés au développement du projet. En revanche, ne pas exercer cette option revient à manifester un intérêt soutenu et des anticipations positives quant à l'évolution future de l'investissement entrepris antérieurement.

L'option de renoncer à l'investissement en cours est beaucoup plus complexe que la précédente. En effet, si chaque étape du projet peut être considérée comme une option sur l'étape suivante, cela signifie que l'étape suivante est elle-même une option... sur l'étape à venir. Une forme imparfaite de construction en abîme peut être ainsi aisément mise en évidence... Faut-il souligner que si son champ d'application est très large, les possibilités de valorisation d'une telle option apparaissent en revanche comme assez restreintes ?

### 2.2.4. Les options de modifier l'intensité de l'exploitation

Les options de modifier l'intensité de l'exploitation (« *options to alter operating scale* ») recouvrent la possibilité d'augmenter, de réduire ou de fermer temporairement une exploitation<sup>14</sup>. Elles consistent donc à passer d'un état de production à l'autre, ce changement étant soit continu (dans le cas d'une montée en puissance de l'intensité d'utilisation des capacités) soit discret (dans le cas d'une fermeture temporaire de certaines unités de production). La valeur de ces options est élevée dans toutes les industries caractérisées par une demande ou une offre cyclique, telles que les ressources naturelles, la mode, certains biens de consommation.

La flexibilité peut être liée à un outil de production offrant une possibilité d'adaptation face aux évolutions de l'environnement. Dans ce cas, le coût à consentir pour bénéficier de la flexibilité est celui de l'investissement dans des capacités de production sophistiquées. L'arbitrage entre le coût et les bénéfices de la flexibilité doit souvent être réalisé dès la construction de l'outil de production. Le coût peut être lié aux dépenses initiales entreprises pour profiter de technologies plus performantes, aux coûts d'ajustement supportés lors du passage d'un état de production à l'autre ou au fait de renoncer à

---

<sup>13</sup> Des références à cette option peuvent être trouvées dans les travaux de Trigeorgis (1993) et Majd et Pindyck (1987).

<sup>14</sup> Des références à ces options peuvent être trouvées dans les travaux de Trigeorgis et Mason (1987), Pindyck (1988), Mc Donald et Siegel (1985), Kulatikala (1988), Abel *et al* (1995).

bénéficier d'économies d'échelle. La flexibilité peut également être créée à partir de relations établies avec des partenaires commerciaux, permettant par exemple de recourir à la sous-traitance pour ajuster la production aux fluctuations de la demande.

#### 2.2.5. Les options d'échange

Les options d'échange (« *option to switch use* ») résident dans la possibilité de modifier les produits finis ou les facteurs de production<sup>15</sup>. La flexibilité est dans ce cas apportée par le processus de production.

La valeur de l'option d'échange associée aux facteurs de production est élevée pour toutes les industries qui recourent à des inputs ayant un substitut proche. C'est le cas, en particulier, dans le domaine des matières premières. Une centrale électrique ayant la possibilité de fonctionner soit avec du gaz naturel soit avec du charbon offre une série d'options d'échange. Le choix de recourir à l'un ou l'autre dépend des fluctuations relatives de leur prix. Compte tenu de leur caractère substituable, ces fluctuations sont relativement corrélées. Des écarts de prix peuvent cependant se manifester momentanément et être exploités par les détenteurs d'options d'échange, qui utilisent dans ce cas la matière première la moins coûteuse.

Les options d'échange de produits finis sont quant à elles importantes dans les industries caractérisées soit par une demande saisonnière (agriculture), soit par une demande fortement segmentée (jouets, composants de machines, automobiles). La possibilité d'utiliser la terre pour cultiver différents fruits et légumes selon la période de l'année est une option d'échange de produits finis offerte au jardinier. La conception et l'instauration d'une chaîne de montage permettant de produire plusieurs types de voitures différentes est une série d'options d'échange créée par un constructeur automobile.

Comme dans le contexte de la modification de l'intensité de production, le coût de passage d'un facteur de production à l'autre ou d'un produit fini à l'autre est un élément déterminant de la valeur d'un projet. Chaque possibilité de changement d'état représentant une option, un projet s'identifie alors à une somme d'options ayant chacune une échéance différente, et une difficulté peut surgir si les coûts d'ajustement de la production diffèrent en fonction de l'état dans lequel on se trouve (il peut être par exemple plus coûteux de passer du gaz au charbon que du charbon au gaz). La valeur d'une option d'échange donnée dépend dans ce cas des options précédemment exercées ou abandonnées. La valorisation est d'autant plus délicate que le nombre d'options est important, et la complexité croît naturellement avec les alternatives.

#### 2.2.6. Les options de croissance

Le champ d'application des options de croissance (« *growth options* ») est extrêmement vaste<sup>16</sup>. Elles s'intéressent en effet à la stratégie de développement de la firme et regroupent de ce fait plusieurs options réelles. En premier lieu, elles proviennent de ce qu'une entreprise a très souvent la possibilité de renoncer à une activité ou au contraire d'en développer une nouvelle. De ce point de vue, la notion d'option de croissance s'apparente à celle de l'abandon en cours de réalisation, car le processus d'investissement comporte plusieurs stades successifs. Chaque étape correspond cependant à un projet et non à une partie de celui-ci, et chaque projet constitue le maillon d'une chaîne permettant

---

<sup>15</sup> Des références à ces options peuvent être trouvées dans les travaux de Margrabe (1978), Kensinger (1987), Kulatilaka (1988), Kulatilaka et Trigeorgis (1996).

<sup>16</sup> Des références à cette option peuvent être trouvées dans les travaux de Myers (1977), Kester (1984), Trigeorgis 1988, Pindick 1988.

à la firme de se situer sur un sentier de croissance ou d'améliorer sa position stratégique dans l'industrie. En deuxième lieu, les options de croissance reflètent la possibilité pour une entreprise de choisir entre plusieurs projets concurrents, mutuellement exclusifs. Sur ce point, elles se rapprochent des options d'échange. En troisième lieu, si elles prennent en considération la capacité de fermer temporairement une ou plusieurs unités de production, les options de croissance peuvent être enfin apparentées aux options de modifier l'intensité de l'exploitation.

Dans la mesure où la décision d'investissement est considérée à long terme, et dans tous ses aspects, la théorie des options réelles offre ici plutôt un cadre conceptuel qu'un instrument de valorisation et de décision. Dans ce contexte, la réflexion peut par exemple porter sur la taille optimale de la firme ou de certaines de ses entités. Faut-il entreprendre immédiatement un investissement de grande capacité, permettant de bénéficier d'économies d'échelle mais pouvant se révéler coûteux si la demande a été mal évaluée ou initier une séquence d'investissements plus réduits permettant d'exercer ou d'abandonner des options de croissance ? La réflexion peut également porter sur la nature des relations contractuelles à entretenir avec les partenaires commerciaux. Faut-il établir une relation contractuelle forte et durable ou privilégier la sous-traitance, qui donne la possibilité d'adapter le niveau de la production aux fluctuations de la demande ? Elle peut aussi s'intéresser à la possibilité de créer ou de s'approprier des rentes, momentanément au moins, le temps que dure un brevet par exemple. Elle peut enfin conduire à s'engager dans des projets dont la valeur nette présente est négative, mais qui ont une valeur optionnelle positive car ils peuvent servir de tremplin pour développer des productions futures à moindre coût, de meilleure qualité, ou même de nouveaux produits.

### 2.2.7. *Les options interactives*

La prise en considération d'options interactives (« *multiple interacting options* ») suppose d'effectuer un pas supplémentaire vers le caractère universel de l'application des options réelles, en reconnaissant explicitement que la décision d'investissement recouvre la possibilité d'exercer, simultanément ou non, plusieurs options de différentes catégories. Soit ces options sont insérées au sein d'un même projet (l'exploitation d'une mine de cuivre comporte par exemple à la fois une option de reporter, une option de fermer temporairement, une option de renoncer à l'investissement en cours, une option d'abandon...), soit elles appartiennent à plusieurs projets (la recherche en vue de tester la résistance des matériaux est une option d'abandonner l'investissement en cours dont la valeur affecte celle de tous les projets associés aux différentes marques commercialisées par un constructeur automobile). De même, ces options réelles peuvent être la propriété d'une seule firme (le propriétaire de la mine de cuivre) ou au contraire se répartir entre plusieurs concurrents (c'est le cas pour les produits non protégés par une licence ou un brevet - les vêtements de mode et les innovations financières par exemple - ou qui sont facilement substituables).

Ces options sont qualifiées d'interactives car elles peuvent exercer une influence les unes sur les autres<sup>17</sup>. Dans ce contexte émergent deux questions. La première est relative à l'additivité de la valeur. La réunion de plusieurs options réelles constitue-t-elle un actif de valeur égale à la somme des valeurs individuelles ? Childs, Ott et Triantis (1998) apportent des réponses à ce problème en proposant un modèle qui intègre l'effet de l'interdépendance entre différents projets sur les décisions d'investissement. Les relations entre les projets se manifestent sous diverses formes : ils peuvent être mutuellement exclusifs ou au contraire complémentaires. Les auteurs montrent que les valeurs des

---

<sup>17</sup> Voir sur ce point Kutilaka (1995) et Trigeorgis (1993).

options s'additionnent en général lorsque les options sont de nature différente (une option d'achat est plutôt exercée dans un contexte de hausse des prix, tandis qu'une option de vente est exercée plus souvent en cas de baisse), lorsque leurs dates d'exercice sont rapprochées, et lorsqu'elles sont profondément en dehors de la monnaie. La seconde question porte sur la valeur additionnelle de chaque option. Trigeorgis (1993) montre que celle-ci est une fonction inverse du nombre d'options.

La présentation des options réelles les plus fréquemment invoquées dans la littérature illustre aisément le caractère multiforme de ce concept. Son principal attrait est de montrer que, à la limite, chaque projet peut être considéré comme un « gisement d'options » (Goffin, 2001). Cependant, la complexité de certaines options réelles est parfois telle que leur valorisation semble relever du défi. Et leur caractère polymorphe peut laisser rêveur : la théorie des options réelles, parce qu'elle semble *a priori* susceptible d'être appliquée dans bien des circonstances, ne risque-t-elle pas de perdre toute utilité ?

### SECTION 3. UN INSTRUMENT FACILE A CREER MAIS DIFFICILE A VALORISER

Le caractère multiforme des options réelles et l'étendue apparente de leur domaine d'application soulèvent essentiellement deux questions : y a-t-il ou non des conditions à respecter pour que les options réelles puissent être employées ? Ces actifs peuvent-ils être quantifiés, ou doivent-ils plutôt être considérés comme des outils de réflexion ? C'est à ces questions qu'est consacrée la troisième section de cet article.

#### 3.1. LES CONDITIONS D'EXISTENCE DES OPTIONS REELLES

Les options réelles, concept utile mais polymorphe, peuvent-elles être appliquées dans tous les domaines ? Une réponse peut être apportée en s'interrogeant sur les conditions à réunir pour qu'une option réelle existe. Ces conditions sont l'incertitude, la flexibilité et l'irréversibilité.

##### 3.1.1 L'incertitude

Les options réelles partagent avec les options financières la condition première de leur existence : l'incertitude. Celle-ci n'est cependant pas de même nature dans les deux cas.

L'incertitude associée à une option financière présente deux caractéristiques. En premier lieu, elle peut être intégrée dans l'analyse assez simplement car elle est représentée par la probabilité d'occurrence d'événements dont la nature est supposée être connue à l'avance. En général, ces événements sont des prix, évoluant dans un intervalle de variation relativement réduit. En second lieu, l'incertitude est exogène : l'investisseur, considéré individuellement, n'a pas d'influence sur la formation des prix des actifs financiers. Et l'environnement (le marché financier) n'est pas altéré par l'exercice d'une option.

En revanche, l'incertitude associée aux options réelles, peut se manifester sous des formes variées. De plus, elle n'est pas toujours exogène.

L'incertitude peut tout d'abord être liée à l'environnement dans lequel les entreprises évoluent. Des fluctuations imprévisibles de la demande, des modifications de la production des concurrents appartenant au même secteur ou des variations inattendues des taux d'intérêt sont autant d'événements susceptibles d'augmenter ou réduire la valeur anticipée de l'investissement. Dans ce contexte, l'incertitude est entièrement subie par l'investisseur. Cependant, tel n'est pas toujours le cas. Il est en

effet possible que l'investisseur puisse agir afin de résoudre, partiellement ou totalement, l'incertitude à laquelle il est exposé. Ceci correspond souvent aux situations dans lesquelles cette dernière est majoritairement associée au projet d'investissement lui-même, lorsque par exemple les résultats d'exploitation et le prix du produit fini ne peuvent être prévus de façon précise, ou encore lorsqu'il est impossible de déterminer à l'avance le montant des dépenses initiales d'investissement. L'incertitude n'est alors plus nécessairement exogène : la réalisation d'une première étape de l'investissement peut en effet apporter des informations précieuses pour la poursuite du projet ; quant à l'aléa associé aux dépenses initiales d'investissement, il disparaît dès que le projet débute.

Si les options réelles et les options financières partagent l'une des conditions de leur existence, l'incertitude, celle-ci ne se caractérise donc pas de la même façon dans les deux cas. Dans le premier, elle est conçue de façon extensive, et les actes de l'investisseur peuvent la modifier. Dans le second, elle est en grande partie résumée dans l'évolution des prix des titres financiers, et l'investisseur n'a aucun moyen d'action.

### *3.1.2. La flexibilité*

La deuxième condition d'existence des options réelles est la flexibilité. Celle-ci représente la possibilité offerte à l'investisseur d'exercer son option réelle (investir dans un projet, ou consentir aux dépenses correspondant à la première étape du projet...) ou de l'abandonner. C'est la flexibilité qui confère à l'option réelle son caractère asymétrique : la flexibilité a soit une valeur positive, qui vient augmenter la valeur actuelle nette du projet, soit une valeur nulle.

Dans le cas des options financières, la flexibilité s'identifie à la possibilité de transférer, en contrepartie d'un versement monétaire, un droit de propriété sur l'actif support. Dans le cas des options réelles, elle est plus difficile à analyser, pour deux raisons. Premièrement, elle peut prendre des formes extrêmement disparates. Dans son expression la plus simple, elle se résume à la possibilité d'attendre avant d'investir, comme dans le cas de l'option de reporter. Mais elle peut également apparaître sous un aspect plus complexe, et être liée, par exemple, à la possibilité de choisir entre plusieurs équipements pour produire, ou entre plusieurs matières premières...Deuxièmement, ces différents aspects de la flexibilité peuvent se manifester simultanément. Le cas de l'exploitant minier illustre bien ce type de situation. Cet opérateur peut en effet être confronté à la fois à la possibilité de fermer temporairement, à celle de diminuer l'intensité d'exploitation, ou d'abandonner, ou encore de revendre la mine....

La particularité des options réelles tient à ce que la flexibilité peut tout aussi bien résulter d'un état de fait, d'actions passées, qu'être consciemment créée par l'investisseur. Cette flexibilité a un coût, en contrepartie duquel un opérateur acquiert le droit de bénéficier d'une évolution favorable dans les résultats futurs d'un projet, sans subir une éventuelle évolution défavorable. Le coût de la flexibilité présente deux caractéristiques : en premier lieu, son niveau peut être extrêmement variable. En second lieu, il peut se manifester de façon plus ou moins concrète selon le contexte. En effet, il peut aussi bien être matérialisé par un versement monétaire (c'est le cas, par exemple, lorsqu'un producteur consent des coûts d'équipement supplémentaires pour se donner la possibilité d'utiliser plus tard, non pas un seul facteur de production mais plusieurs) que se présenter sous la forme d'un coût d'opportunité (c'est le cas, par exemple, lorsqu'un opérateur conserve une terre en friche pour éventuellement l'exploiter ultérieurement).

La prime d'une option réelle, c'est donc la flexibilité dont dispose son détenteur pour entreprendre ou non un investissement. Elle tire toute sa valeur de l'incertitude dans laquelle se situe l'investisseur.

### 3.1.3. L'irréversibilité

La dernière condition pour qu'une option réelle ait une valeur réside dans le caractère irréversible de l'investissement. L'irréversibilité est définie par Henry (1974) de la façon suivante : « *A decision is considered irreversible if it significantly reduces for a long time the variety of choices that would<sup>18</sup> be possible in the future* ». Cette phrase permet de préciser, dès ce stade, que l'irréversibilité (tout comme la flexibilité), doit son importance à l'existence d'une situation d'incertitude.

Dans le cas des options financières, l'irréversibilité se concrétise par le versement d'une prime. Cette dernière est en effet définitivement acquise au vendeur, quoi qu'il advienne par la suite. Par contre, les marchés financiers étant généralement caractérisés par une liquidité satisfaisante, il est le plus souvent relativement simple d'échanger l'actif financier servant de support à l'option. De ce fait, le caractère irréversible de l'exercice d'une option financière est relativement peu prononcé.

Par analogie, il semblerait naturel que dans le contexte des options réelles, l'irréversibilité provienne du fait que l'acheteur de l'option accepte de payer pour l'acquérir. Ce serait cependant oublier d'une part, qu'il n'existe pas de vendeur d'option réelle et d'autre part, que la prime (la valeur de la flexibilité) ne donne pas forcément lieu à un versement monétaire, parce que les options réelles ne sont pas toujours créées consciemment ou volontairement. L'accent est donc plutôt porté sur le caractère irréversible de l'exercice de l'option, et donc sur l'irréversibilité de l'investissement lui-même<sup>19</sup>. Appliquée à l'investissement, l'irréversibilité se réfère aux conséquences de l'absence de marché secondaire pour les actifs réels. Une fois prise la décision d'investir, il est en effet difficile de revenir en arrière sans perdre au moins une partie des dépenses consenties.

L'irréversibilité d'un projet industriel est essentiellement liée à la structure de l'industrie. L'investissement peut constituer une dépense irréversible sous forme de coût d'entrée et/ou de coût de sortie. Les premiers se manifestent par exemple dans les secteurs caractérisés par la présence d'économie d'échelle. Pour entrer dans ce secteur, un nouveau concurrent devra mettre en oeuvre, dès le départ, des capacités de production comparables à celles des firmes en place. L'initiation de l'activité de production sera plus coûteuse du fait de l'existence de concurrents. Quant aux coûts de sortie, ils proviennent de ce qu'un projet peut être difficile à revendre ou à utiliser dans un contexte différent de celui pour lequel il avait été initialement conçu. La décision d'investissement est d'autant plus affectée par l'irréversibilité que la somme des dépenses initiales à consentir est élevée, et que les coûts fixes représentent une part importante des coûts totaux. Dans ce dernier cas en effet, l'arrêt de la production ne permet pas d'éliminer tous les coûts associés à l'investissement.

L'étude des conditions d'existence des options réelles conduit à formuler un certain nombre de remarques. En premier lieu, malgré l'intense développement qu'elle a connu, malgré la grande diversité des situations auxquelles elle peut sembler se prêter, l'analyse par les options réelles ne peut être appliquée à toutes les situations. Elle ne couvre que les décisions prises en situation d'incertitude, dans lesquelles l'opérateur dispose de flexibilité. Or, même réduite à sa plus simple expression, à savoir la possibilité d'attendre avant de s'engager, la flexibilité n'est pas toujours présente. En deuxième lieu, l'incertitude joue un rôle bien particulier dans le domaine des options réelles, et ouvre

---

<sup>18</sup> C'est moi qui souligne.

<sup>19</sup> Voir sur ce thème Dixit et Pindyck (1994), Pindyck (1991) et Pindyck (1998).

une voie de recherche absente de la théorie des options financières, à savoir l'étude de l'impact, sur la valeur des options, de la possibilité qu'ont les firmes d'agir sur l'incertitude à laquelle elles sont confrontées. En troisième lieu, la flexibilité n'est pas toujours explicitement valorisée, et l'un des avantages de l'analyse par les options réelles est de mettre l'accent sur son existence, et sur les opportunités d'actions qu'elle offre. En quatrième lieu, l'irréversibilité augmente la valeur optionnelle des investissements. Elle affecte le prix à payer pour bénéficier de la flexibilité.

### 3.2. LES DETERMINANTS DE LA VALEUR DES OPTIONS REELLES

La valeur d'une option financière reflète son caractère asymétrique : à la date d'exercice, cette valeur est soit nulle, soit positive. Plus précisément, elle dépend de cinq facteurs : la valeur de l'actif support, le prix d'exercice, la volatilité de l'actif support, l'échéance de l'option, et le niveau des taux d'intérêt. A condition de les adapter, ces cinq déterminants sont également susceptibles d'être utilisés pour montrer de quels éléments dépend la valeur d'une option réelle.

Dans le contexte des options réelles, le prix  $S$  de l'actif support est celui d'un actif réel. Ce prix est déterminé sur le marché secondaire, ou il est calculé en faisant la somme des flux nets futurs actualisés associés au projet.

Le prix d'exercice  $K$  d'une option réelle d'achat correspond aux dépenses à consentir pour bénéficier des flux futurs associés au projet. Pour une option de vente, il correspond au profit retiré de l'abandon ou de la revente de l'actif réel. Ce profit peut s'identifier au prix de revente du projet sur le marché secondaire ou à l'économie des frais associés à sa détention et à sa maintenance. Ainsi, contrairement à ce qui se produit dans le domaine financier, l'exercice de l'option de vente ne se matérialise pas nécessairement par un versement monétaire. Par ailleurs, pour le *call* comme pour le *put*, l'éventuel versement monétaire n'est pas nécessairement unique : les dépenses d'investissement ou le profit du désinvestissement peuvent s'étaler dans le temps. Enfin, le prix d'exercice n'est pas forcément connu de façon précise. Il est par exemple susceptible d'évoluer sous l'effet du progrès technologique.

Le troisième facteur explicatif est la volatilité  $\sigma$  de l'actif support<sup>20</sup>. Celle-ci représente l'incertitude concernant les flux futurs que l'investissement va générer. La valeur d'une option réelle est une fonction croissante de cette incertitude : une forte incertitude quant à l'évolution du support implique en effet une probabilité élevée pour que la valeur de l'actif réel soit très éloignée du prix d'exercice à la date d'échéance. Or, le détenteur d'option ne peut que bénéficier d'une telle situation. En effet, si cette évolution lui est favorable, il exercera l'option et recevra un gain, d'autant plus important que l'actif aura fortement varié. Dans le cas contraire, il abandonnera l'option et ses pertes resteront limitées. Dans le domaine des options réelles, l'incertitude est donc perçue comme un phénomène positif. Sur ce point, l'analyse optionnelle se démarque totalement de l'analyse traditionnelle des choix d'investissement. Dans le cadre de cette dernière, une plus forte incertitude sur le niveau des flux futurs associés à un projet a bien souvent pour conséquence pratique d'augmenter le taux d'actualisation et donc de diminuer la valeur du projet. Elle peut conduire à renoncer à l'investissement. Dans le cadre des options réelles, le projet est plutôt reporté qu'abandonné.

Le quatrième déterminant est l'échéance  $T$ , c'est-à-dire la date à laquelle l'opportunité d'investissement disparaît. Cette date peut correspondre à l'expiration de droits d'exploitation sur une concession minière, à la modification des préférences des consommateurs, à l'apparition d'un progrès technique rendant le projet d'investissement obsolète, à l'émergence de nouveaux concurrents

---

<sup>20</sup> Margrabe (1978) a montré que la valeur de l'option réelle d'échange dépendait non seulement de la volatilité de l'actif support, mais également de la volatilité du prix d'exercice.

menaçant la situation d'une firme sur un marché, etc. Par rapport à l'échéance d'une option financière, celle d'une option réelle présente deux caractéristiques : elle n'est pas toujours connue, et peut atteindre des durées très élevées. Or, plus l'échéance est éloignée, plus grande est l'incertitude quant à l'évolution future du support.

Le cinquième et dernier déterminant est le niveau et la volatilité du taux d'intérêt  $r$ . En repoussant l'investissement, le détenteur d'une option réelle d'achat conserve la disponibilité des fonds qu'il désire consacrer à cet investissement jusqu'à la date d'exercice. Plus le taux d'intérêt est élevé, plus la valeur de l'option d'achat est forte. Inversement, en repoussant la date de désinvestissement, l'acheteur de l'option réelle de vente renonce à un encaissement ou à une économie immédiats. Plus le taux d'intérêt est élevé, plus la valeur de l'option de vente est faible. L'influence de ce facteur explicatif sur la valeur d'une option réelle a été étudiée par Ingersoll et Ross (1992).

L'analogie entre les options réelles et les options financières peut être menée relativement loin. En effet, au-delà de la seule définition des options, présentée en première section, les déterminants de la valeur d'une option financière semblent pouvoir être utiles, au prix d'une adaptation assez modeste, à la compréhension des facteurs explicatifs de la valeur des options réelles. Si elle prenait fin à ce niveau, une telle analogie serait cependant insuffisante, car ces facteurs agissent rarement isolément. Pour prendre en considération ce phénomène, il faut franchir une étape supplémentaire, celle de la valorisation. A ce stade, de réelles difficultés surgissent, et même si le terme « options réelles » peut *a priori* laisser espérer que les méthodes quantitatives récemment apparues dans le domaine financier peuvent être appliquées à celui des actifs réels, la valorisation des options réelles reste un champ relativement peu exploré.

### 3.3. LES PRINCIPES SOUS-TENDANT LA VALORISATION D'UNE OPTION REELLE

Les principes sous-tendant la valorisation des options réelles peuvent s'inspirer de ceux utilisés dans le cas des options financières, à conditions toutefois de le faire avec beaucoup de précautions. En effet, les hypothèses sur lesquelles repose la valorisation des options financières ne sont pas vraiment respectées dans le domaine des options réelles et la démarche permettant d'aboutir à leur valorisation est délicate à mettre en œuvre.

Pour valoriser une option financière, un certain nombre d'hypothèses sont posées. Celles-ci se réfèrent en particulier au type de marché sur lequel cet actif est échangé et à la nature des transactions réalisées : le marché est supposé parfait, c'est-à-dire exempt de toutes frictions, que celles-ci se présentent sous forme de coûts de transactions, de taxes ou d'impôts ; aucune contrainte institutionnelle ne vient par ailleurs restreindre les ventes à découvert ; les taux de prêt et d'emprunt sont égaux ; tous les actifs sont parfaitement divisibles et chaque individu accède sans coût à toute l'information relative aux prix et aux caractéristiques des titres ; les actifs sont échangés en continu, de telle sorte que les opérateurs peuvent en permanence rééquilibrer leur portefeuille ; il n'y a pas d'opportunité d'arbitrage.

La transposition d'un tel cadre théorique dans le domaine des options réelles n'est pas immédiate. Il est difficile en effet d'affirmer que l'hypothèse des marchés parfaits reste parfaitement adéquate. En premier lieu, la conception de la structure du marché qui en découle ne peut être considérée comme réaliste lorsque l'analyse est centrée sur les actifs réels. Plus encore, l'imperfection du marché peut être vue comme une condition nécessaire à l'apparition et à l'exploitation d'opportunités d'investissement. Ainsi que le souligne Myers (1977), certaines options réelles se manifestant sous forme d'opportunités de croissance doivent leur existence à celle de pouvoirs de

marché, de rentes ou de quasi rentes dans le domaine des actifs réels. A la limite, il n'y a pas d'opportunités d'investissement offrant une valeur nette présente positive si les marchés des produits et des facteurs sont parfaitement compétitifs et en situation d'équilibre continu. Triantis et Hodder (1990) prennent d'ailleurs explicitement en considération cet élément, et étudient les options réelles dans un contexte de marché imparfait, voire de nature oligopolistique. En second lieu, au-delà de la structure du marché lui-même, l'hypothèse des marchés parfaits n'est pas respectée, dans le domaine des options réelles, parce qu'elle suppose une parfaite divisibilité des actifs. Or, une partie au moins de la valeur d'un actif réel est bien souvent due à sa complémentarité avec d'autres activités.

Au-delà des hypothèses sur lesquelles elle repose, la méthode adoptée pour valoriser une option financière, brièvement présentée en deuxième section, doit être utilisée avec précaution dans le cas des options réelles. En effet, les actifs réels ne sont pas l'objet de transactions aussi fournies que les titres financiers.

Des difficultés surgissent dès la première étape de la valorisation, consistant à déterminer la principale source d'incertitude affectant le prix de l'option réelle. Rien ne permet en effet de penser, *a priori*, que cette source d'incertitude s'identifie aux seules fluctuations de la valeur de l'actif support. Elle peut par exemple être de nature purement technique ou dépendre des stratégies des concurrents. Et quand bien même la valeur de l'actif support constituerait l'incertitude majeure, de nouveaux obstacles apparaissent. Comment modéliser le comportement dynamique de ce prix ? La valorisation externe de l'actif support par le marché, implicite dans le cas des options financières, peut se révéler tout simplement impossible avec des actifs réels ou lorsque l'actif considéré est spécifique et n'a de valeur que pour la firme qui le détient. Dans le meilleur des cas, s'il existe effectivement un marché pour cet actif réel, il est fort probable que celui-ci est étroit et imparfait et que la transaction sera effectuée dans des conditions d'incomplétude et d'asymétrie d'information. Pour cette raison, le raisonnement d'arbitrage qui constitue la seconde étape de la valorisation et qui repose sur l'existence d'actifs échangés en l'absence d'opportunité d'arbitrage doit être mené avec précaution. En particulier, il est fort probable que la valorisation ne peut être réalisée dans un univers neutre au risque ou que plusieurs probabilités risque-neutre coexistent. Quand bien même un modèle de valorisation satisfaisant serait élaboré, le problème de l'estimation des paramètres de ce modèle resterait entier.

L'étude des principes de valorisation des options montre ainsi que cette dernière ne peut raisonnablement être envisagée que dans des conditions relativement restrictives : une structure de marché compétitive dans laquelle l'incertitude joue de façon exogène, un marché suffisamment liquide pour l'actif support, et la prise en considération d'une option réelle simple.

Fort heureusement pour les options réelles, les hypothèses élaborées pour valoriser des options financières sont elles aussi des hypothèses. L'écart entre le cadre théorique et la réalité observée est sans doute moins important dans le domaine financier, mais il existe néanmoins. Par conséquent, nombreux sont les travaux ayant pour objet de se dégager des contraintes théoriques et de se rapprocher de la réalité empirique. Ces travaux constituent autant de champs d'exploration pour les options réelles.

## SECTION 4. CONCLUSION

En termes de décisions d'investissement, la théorie des options réelles présente au moins deux avantages. Premièrement, cette démarche incite les opérateurs à modifier leur comportement par rapport à l'incertitude en prenant en considération ses avantages éventuels : la possibilité de résultats fortement positifs associés à des projets risqués. Deuxièmement, la théorie des options réelles conduit à valoriser la flexibilité et à identifier des opportunités qui ne l'étaient pas auparavant.

L'étude des différentes options réelles mentionnées dans la littérature permet de montrer que sous réserve de se situer en situation d'incertitude, et dans la mesure où la flexibilité peut provenir à la fois de la structure du marché, de l'outil de production, et des compétences techniques et organisationnelles, l'analyse par les options réelles semble bien pouvoir prétendre à une application dans tous les domaines, dans toutes les situations. Mais le caractère universel des options réelles risque d'être remis en question si l'analyse se donne pour objectif de quantifier la valeur de ces options.

Les principales difficultés liées à la transposition de la théorie des options au domaine des actifs réels résident en effet dans la quantification et même dans l'identification des options. L'identification peut s'avérer délicate car de nombreux projets comportent plusieurs options, et l'éventuelle sélection de celle(s) qui sont les plus importantes n'est pas nécessairement simple. Par ailleurs, la valeur additionnelle apportée par une nouvelle option n'est pas connue. Quant à la quantification, elle se heurte à plusieurs obstacles : en premier lieu, les options réelles peuvent être partagées entre plusieurs opérateurs. La question de savoir comment cette valeur se distribue entre les différents détenteurs n'est pas élucidée. En second lieu, la valorisation peut être difficile parce que le raisonnement d'arbitrage sur lequel elle repose ne peut être mené à bien. Ceci peut être lié au fait que l'actif réel sous-jacent n'est pas négociable, provenir de l'absence (ou de l'ambiguïté) des données nécessaires à l'élaboration des paramètres du modèle de valorisation. Enfin, ces options peuvent en elles-mêmes être suffisamment complexes pour que leur valorisation constitue un véritable défi sur le plan mathématique. Pour ces différentes raisons, dans bien des cas, il est certainement préférable de considérer les options réelles comme un outil de réflexion plutôt qu'une méthode fiable de valorisation.

## BIBLIOGRAPHIE

- Andrew B. ABEL, 1983, « Optimal investment under uncertainty », *American Economic Review*, vol. 73, n°1, pp 228-233.
- Andrew B. ABEL, Avinash K. DIXIT, Janice C. EBERLY, and Robert S. PINDYCK, 1995, « *Options, the value of capital, and investment* », MIT, Center For Energy and Environmental Policy Research, Working Paper n°95-006, June.
- E.I. ALTMAN and M.G. SUBRAHMANYAM, 1985, « The role of contingent claim analysis in corporate finance » in *Recent Advances in Corporate Finance*, Homewood IL, Irvin.
- R.R. BHAPPU and J. GUZMAN, 1995, « Mineral investment decision making : a study of mining company practices », *Engineering and Mining Journal*, pp 36-38, July.
- Mondher BELLALAH, 1998, *Gestion financière : diagnostic, évaluation et choix des investissements*, Economica, Paris.
- Mondher BELLALAH, 2001, « Le choix des investissements, les options réelles et l'information : une revue de la littérature », à paraître.
- Ben S. BERNANKE, 1983, « Irreversibility, uncertainty, and cyclical investment », *The Quarterly Journal of Economics*, pp 85-106, February.
- Peter L. BERNSTEIN, 1995, *Des idées capitales*, Puf, Quadrige, Paris, 318 p.
- Fisher BLACK and Myron SCHOLES, 1973, « The pricing of options and corporate liabilities », *Journal of Political Economy*, vol 81, pp 637-659, May-June.
- R. BREALEY and S. MYERS, 2000, *Principles of corporate finance*, McGraw Hill, New York, 6° Ed.

- Michael J. BRENNAN and Eduardo S. SCHWARTZ, 1985, «Evaluating natural resources investments », *The Journal of Business*, vol 58, n°2.
- Michael J. BRENNAN and Lenos TRIGEORGIS, 1999, *Project flexibility, agency, and product market competition : new developments in the theory and application of real options analysis*, Oxford University Press.
- Paul D. CHILDS, Steven H. OTT and Alexander J. TRIANTIS, 1998, « Capital budgeting for interrelated projects : a real option approach », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol 33, n°3, pp 305-334, September.
- Tom COPELAND, Vladimir ANTIKAROV, 2001, *Real options : a practitioner's guide*, Texere, 372 p.
- G. CORTAZAR and Eduardo S. SCHWARTZ, 1998, « Monte-carlo evaluation model of an undeveloped oil field », *Journal of Energy Finance and Development*, vol. 3, n°1, pp 73-84.
- J.C. COX and S. ROSS, 1976, « The valuation of options for alternative stochastic processes », *Journal of Financial Economics*, vol 3, pp 145-166.
- J.C. COX and S. ROSS and M. RUBINSTEIN, 1979, « Option pricing : a simplified approach », *Journal of Financial Economics*, vol 7, pp 229-263, September.
- Avinash DIXIT and Robert PINDYCK, 1994, *Investment under uncertainty*, Princeton University Press.
- Avinash DIXIT and Robert PINDYCK, 1995, « The options approach to capital investment », *Harvard Business Review*, pp 105-115, May-June.
- Avinash DIXIT and Robert PINDYCK, 1995, « *The new option view of investment* », MIT, Center for Energy and Environmental Policy Research, Working Paper n° 92-002, February.
- Rodolphe DURAND and Pierre-Yves GOMEZ and Philippe MONIN, 2001, « Real options strategies », *Cahier de recherche de l'E.M. Lyon*, volume 1.
- S. FRIMPONG and J.M. WHITING, 1997, « Derivative mine valuation : strategic investment decisions in competitive markets », *Resources Policy*, vol 23, n°4, pp 163-171.
- Hélyette GEMAN, Nicole EL KAROUI et Jean-Charles ROCHET, 1995, « Changes of numeraire, changes of probability measure and option pricing », *Journal of Applied Probability*, n°32, pp 443-458.
- J. GUZMAN, 1991, « Evaluating cyclical projects », *Resources Policy*, pp 114-123, June.
- Robert GOFFIN, 2001, *Principes de finance moderne*, Economica, 3<sup>e</sup> édition, 655 p.
- Robert GOFFIN, 1996, « Evaluation d'options sur maximum ou minimum avec prix d'exercice risqué », *Banque et Marchés*, vol 22, Mai-Juin.
- Steven GRENADIER and Allen WEISS, 1997, « Investment in technological innovations : an option pricing approach », *Journal of financial Economics*, vol 44, pp 397-416.
- Mark GRINBLATT and Sheridan TITMAN, 2001, *Financial markets and corporate strategy*, 2<sup>nd</sup> edition, Mc Graw Hill, 880 p.
- R. HAYES and D. GARVIN, 1982, « Managing as if tomorrow mattered », *Harvard Business Review*, vol 60, n°3, pp 71-79.
- Hua HE and Robert PINDYCK, 1992, « Investments in flexible production capacity », *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol 16, pp 575-599.
- Claude HENRY, 1974, « Investment decisions under uncertainty : the "irreversibility effect" », *American Economic Review*, vol. 64, n°6, pp 1006-1012, December.
- Jonathan E. INGERSOLL and Stephen A. ROSS, 1992, « Waiting to invest : investment and uncertainty », *Journal of Business*, vol 65, n°1, pp 1-29.

- H. JOHNSON, 1987, « Options on the maximum or the minimum of several assets », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol 22, n°4, pp 277-283.
- J. KENSINGER, 1987, « Adding the value of active management into the capital budgeting equation », *Midland Corporate Finance Journal*, 5.
- W.C. KESTER, 1984, « Today's options for tomorrow growth », *Harvard Business Review*, vol 62, n°2, pp 153-160, March-April.
- N. KULATILAKA, 1988, « Valuing the flexibility of flexible manufacturing systems », *IEEE Transactions in Engineering Management*, vol 35, n°4, pp 250-257.
- N. KULATILAKA, 1995, « Operating flexibilities in capital budgeting : substitutability and complementarity in real options » in L. Trigeorgis (éd.), *Real options in capital investment*, Praeger, chapitre 7.
- N. KULATILAKA and Lenos TRIGEORGIS, 1996, « The general flexibility to switch : real options revisited », *International Journal of Finance*, vol. 2, pp 778-798.
- David G. LAUGHTON and Henry D. JACOBY, 1993, « Reversion, timing options, and long term decision-making », MIT, Center For Energy and Environmental Policy Research, Reprint Series Number 115.
- T. LUEHRMAN, 1997, « What's worth ? », *Harvard Business Review*, May-June.
- T. LUEHRMAN, 1998, « Strategy as a portfolio of real options ? », *Harvard Business Review*, July-August.
- Saman MAJD and Robert S. PINDYCK, 1987, « Time to build, option value, and investment decisions », *Journal of Financial Economics*, vol 18, pp 7-27.
- W. MARGRABE, 1978, « The value of an option to exchange one asset for another », *Journal of Finance*.
- R. MCDONALD and D. SIEGEL, 1985, « Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down », *International Economic Review*.
- R. MCDONALD and D. SIEGEL, 1986, « The value of waiting to invest », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 101, pp 707-727.
- Robert MERTON, 1973, « Theory of rational option pricing », *Bell Journal of Economics*, vol. 4, pp. 141-183
- Franco MODIGLIANI and Merton MILLER, 1958, « The cost of capital, corporation finance and the theory of investment », *American Economic Review*, vol. XLVIII, n°3, pp 261-297, June.
- Stewart C. MYERS, 1977, « Determinants of corporate borrowing », *Journal of Financial Economics*, vol 5, pp 147-175.
- Stewart C. MYERS, 1987, « Finance theory and financial strategy », *Midland Corporate Finance Journal*, vol. 5, n°1, pp 6-13.
- Stewart C. MYERS and Saman MAJD, 1990, « Abandonment value and project life », *Advances in Futures and Options Research*, 4.
- Robert PINDYCK, 1980, « Uncertainty and exhaustible resource markets », *Journal of Political Economy*, vol. 88, n°6, pp 1203-1225.
- Robert PINDYCK, 1988, « Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm », *American Economic Review*, vol 78, n°5, pp 969-985.

- Robert PINDYCK, 1991, « Irreversibility, uncertainty, and investment », *Journal of Economic Literature*, vol 29, pp 1110-1148, September.
- Michael E. PORTER, 1992, « Capital disadvantage : america's falling capital investment system », *Harvard Business Review*, sept-oct, pp 65-82.
- Eduardo S. SCHWARTZ and M.MOON, 2000, « Rational pricing of internet companies », *Financial Analysts Journal*, May-June.
- Alex TRIANTIS and J. HODDER, 1990, « Valuing flexibility as a complex option », *Journal of Finance*, vol 45, pp 549-565.
- Lenos TRIGEORGIS and S.P. MASON, 1987, « Valuing managerial flexibility », *Midland Corporate Finance Journal*, vol 5, n°1, pp 14-21.
- Lenos TRIGEORGIS, 1988, «A conceptual options framework for capital budgeting », *Advances in Futures and Options Research*, 3.
- Lenos TRIGEORGIS, 1993, « The nature of option interactions and the valuation of investments with multiple real options », *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol 28, n°1, pp 1-20.
- Lenos TRIGEORGIS, 1999, *Real options*, MIT Press.
- Pierre VERNIMMEN, Pascal QUIRY et Franck CEDDAHA, 2000, *Finance d'entreprise*, 4<sup>ème</sup> édition, Dalloz, 983 pages.