



**HAL**  
open science

# Évaluation de projets d'investissement par une firme multinationale : généralisation du concept de coût moyen pondéré du capital et conséquences sur la valeur de la firme

Axel Pierru, Denis Babusiaux

## ► To cite this version:

Axel Pierru, Denis Babusiaux. Évaluation de projets d'investissement par une firme multinationale : généralisation du concept de coût moyen pondéré du capital et conséquences sur la valeur de la firme : Cahiers de l'Economie, Série Recherche, n° 56. 2004. hal-02468351

**HAL Id: hal-02468351**

**<https://ifp.hal.science/hal-02468351>**

Preprint submitted on 5 Feb 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

ÉCOLE DU PÉTROLE ET DES MOTEURS  
INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE  
228-232, avenue Napoléon Bonaparte  
92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX  
téléphone : 01 47 52 62 80 - télécopieur : 01 47 52 70 36

**Évaluation de projets d'investissement par une  
firme multinationale : généralisation du  
concept de coût moyen pondéré du capital  
et conséquences sur la valeur de la firme**

*Axel PIERRU*

*Denis BABUSIAUX*

*Février 2004*

**Les cahiers de l'économie - n° 56**

**Série Recherche**

La collection "Les cahiers de l'économie" a pour objectif de présenter des travaux réalisés à l'Institut français du pétrole, travaux de recherche ou notes de synthèse en économie, finance et gestion. La forme peut être encore provisoire, afin de susciter des échanges de points de vue sur les sujets abordés.

Les opinions émises dans les textes publiés dans cette collection doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et ne reflètent pas nécessairement le point de vue de l'École du pétrole et des moteurs ou de l'IFP.

Pour toute information complémentaire, prière de contacter :  
Denis **Babusiaux** - Tél. 01 47 52 62 80



## Résumé

L'évaluation des projets d'investissement d'une entreprise multinationale pose des problèmes particuliers liés à des différences de fiscalité et de ratios d'endettement. Nous proposons une formule généralisée du coût moyen pondéré du capital qui autorise une décentralisation non seulement de la décision d'investissement mais également de la décision de financement. Un nouveau théorème d'unicité est démontré, prouvant l'équivalence de différents modes de calcul de la valeur d'une entreprise. L'approche proposée met en évidence que le taux d'actualisation pertinent pour analyser un projet n'est pas nécessairement le même que celui devant être employé pour déterminer la valeur de l'entreprise.

Classification *JEL* : G30, G31, G32

L'évaluation de projets d'investissement est en général réalisée en supposant que l'entreprise s'impose de respecter un ratio d'endettement, tout au moins sur l'ensemble des projets appartenant à une classe de risque donnée. C'est également le cas pour une entreprise multinationale investissant dans différents pays. Ce ratio, que nous appellerons "ratio de référence", contribue notamment à la détermination du coût des capitaux propres de l'entreprise. L'entreprise multinationale peut cependant être incitée à tirer avantage du fait que certaines de ses filiales aient localement accès à des emprunts dont le coût après impôt est plus faible que celui rencontré par ailleurs. Plusieurs auteurs ont montré qu'en présence d'imperfections de marché (par exemple de coûts d'agence), la structure du capital pouvait nettement différer d'une filiale à l'autre (Eiteman *et al.* [1998] ; Singh et Hodder [1999]). Plus généralement, un emprunt représentant proportionnellement plus (ou moins) que la fraction correspondant au ratio de référence peut être affecté à un projet d'investissement donné.

La problématique étudiée, relative à l'évaluation d'un projet présentant un ratio d'endettement différant du ratio de référence, a déjà été abordée<sup>1</sup>, sous un angle différent, par Babusiaux et Pierru [2001a]. Il s'agissait alors d'ajuster le flux de trésorerie du projet étudié de façon à pouvoir conserver un taux d'actualisation unique pour l'ensemble des projets. L'ajustement proposé, décrit sous l'appellation "méthode globale généralisée", a ensuite permis (Babusiaux et Pierru [2001b]) de dériver une formulation unique de l'ensemble des méthodes traditionnelles de calcul de valeurs actuelles (globale, Arditti-Levy, fonds propres et valeur actuelle ajustée). Ce résultat a été interprété comme un théorème d'unicité des méthodes.

L'objectif de cet article est autre. Nous y proposons une formule généralisée du coût moyen pondéré du capital s'appliquant à chaque projet d'investissement et permettant d'actualiser ses flux de trésorerie d'exploitation après impôt. L'emploi de cette formule nécessite de définir, à l'échelle de l'entreprise, un coût marginal après impôt de l'emprunt. Contrairement à l'utilisation d'un coût direct du capital, elle conduit à une évaluation correcte de chaque projet et permet une décentralisation de la décision de financement en réconciliant le point de vue de l'entreprise avec celui du projet. En d'autres termes, le financement maximisant la valeur actuelle nette d'un projet est celui correspondant à une allocation optimale de l'emprunt à l'échelle de l'entreprise. Un nouveau théorème d'unicité est alors démontré : la valeur de l'entreprise (ou, plus précisément, la valeur représentée par l'ensemble des projets appartenant à la classe de risque considérée) est indépendante de la valeur retenue pour le coût marginal de l'emprunt. Ce résultat, fondamental, ouvre un certain nombre de perspectives et permet de dériver un second résultat tout aussi important : la valeur de l'entreprise, déterminée avec la formule généralisée du coût du capital, est égale à celle obtenue en appliquant une formule classique de coût direct du capital à chacun des projets. En d'autres

---

<sup>1</sup> Nous reprendrons d'ailleurs comme point de départ de cet article certains éléments déjà publiés.

termes, l'application de la formule généralisée conduit, pour chaque projet, à une valeur économique généralement distincte de celle déterminée avec la formule classique. La somme des valeurs de l'ensemble des projets reste par contre la même, quelle que soit la formule utilisée. La valeur de l'entreprise est de plus égale à la somme de la valeur des capitaux propres et de celle de la dette, vérifiant ainsi une propriété classique en théorie financière. Cette cohérence constitue une preuve de la pertinence de l'approche proposée. Ces résultats permettent, en outre, de mettre en lumière le fait que le taux d'actualisation pertinent pour l'analyse d'une décision d'investissement (coût marginal du capital) n'est pas nécessairement celui qui peut être utilisé pour calculer la valeur de l'entreprise (coût moyen). Une illustration numérique de l'ensemble de ces résultats est proposée en dernière partie de l'article.

## VERS UNE CONCEPTION ÉLARGIE DU COÛT DU CAPITAL

### Position du problème

La formule classique permettant de définir le taux d'actualisation d'une entreprise est celle du coût moyen pondéré du capital après impôt. Il convient de rappeler qu'elle est en général compatible avec les raisonnements de la microéconomie qui conduisent à retenir un coût marginal du capital. En effet, dans la mesure où le ratio d'endettement est fixé, le coût marginal du financement est une moyenne des coûts marginaux des différentes sources de financement. Le coût des emprunts  $e$  de l'entreprise peut en général être considéré comme fixe une fois défini son ratio d'endettement  $w$ . En notant  $t$  le taux d'imposition auquel l'entreprise est assujettie et  $c$  le coût de ses capitaux propres, le taux d'actualisation  $i$  de l'entreprise s'écrit ainsi suivant la formule classique :

$$i = w(1-t)e + (1-w)c \quad (1)$$

Considérons maintenant une entreprise présente dans différents pays et qui étudie des projets d'investissement appartenant à une classe de risque donnée. Pour simplifier, nous effectuerons la présentation en supposant que tous les projets de l'entreprise appartiennent à cette même classe de risque. À chaque projet, est associé un échéancier de flux de trésorerie et l'entreprise mesure la création de valeur espérée pour chaque projet au moyen d'un critère de Valeur Actuelle Nette. Nous supposons fixé *a priori* le ratio d'endettement, noté  $w$ , qui devra être respecté sur l'ensemble de ses investissements. Comme précédemment, nous noterons  $c$  le coût des capitaux propres correspondants. Quant aux emprunts, ils peuvent être levés dans différents pays et présenter des taux d'intérêt et surtout, compte tenu des disparités fiscales, des coûts après impôt différents. Ceci est particulièrement vrai dans le secteur Exploration et Production de l'industrie pétrolière soumis à des fiscalités spécifiques. Pour définir un taux d'actualisation pertinent pour l'analyse des décisions d'investissement, le coût des emprunts à considérer est naturellement un coût marginal. De façon plus précise, considérons, une année donnée, l'ensemble des  $p$  projets de l'entreprise appartenant à la classe de risque considérée. Chaque projet  $P_u$  est supposé assujetti au taux d'imposition  $\theta_u$  et avoir accès à l'emprunt au taux d'intérêt  $r_u$ . En théorie, l'entreprise doit allouer les emprunts

par ordre croissant de leur coût après impôt  $(1-\theta_u)r_u$  (remarquons qu'il faut considérer  $\theta_u = 0$  si les frais financiers ne sont pas déductibles du bénéfice imposable). Lorsque le montant total d'emprunts disponible (correspondant au ratio de référence) est entièrement consommé, le coût du dernier emprunt alloué correspond alors au coût marginal de l'emprunt. Si la capacité d'endettement de l'entreprise était augmentée d'un dollar, ce dernier serait contracté à ce coût marginal. Notons  $e$  le taux d'intérêt de ce dernier emprunt,  $t$  le taux d'imposition qui s'applique au bénéfice du projet auquel cet emprunt est alloué. Le coût marginal de la dette après impôt est ainsi  $(1-t)e$ . Remarquons que cette notation est tout à fait cohérente avec celle déjà adoptée en début de section. En effet, dans l'équation (1),  $(1-t)e$  représente le coût marginal après impôt de l'emprunt. La différence réside dans le fait que dans la formule classique les emprunts des différents projets de l'entreprise sont supposés tous être contractés au même coût.

En pratique, cependant, les capacités d'emprunt dans un pays donné sont liées aux investissements qui y sont réalisés. En particulier, le développement de gisements pétroliers fait en général intervenir des financements dédiés. Les règles fiscales, notamment celles relatives à la déductibilité des intérêts, et les taux d'imposition applicables peuvent varier non seulement d'un pays à un autre, mais aussi d'un permis à l'autre. Il arrive alors fréquemment qu'une entreprise affecte à un projet des emprunts représentant plus (ou moins) que la fraction correspondant à son ratio de référence  $w$ . Un objectif est alors de rechercher l'allocation optimale de la dette de l'entreprise.

### **Coût moyen généralisé du capital investi dans un projet**

Pour mesurer la création de valeur d'un projet, auquel est associé un ratio d'endettement différent du ratio de référence  $w$ , nous avons proposé une méthode, dite "globale généralisée". Celle-ci s'appuie sur l'utilisation du taux d'actualisation  $i$  et la définition d'un flux de trésorerie ajusté. Notre objectif ici est un peu différent. Il est de présenter une définition élargie du coût moyen du capital associé à un projet, permettant de déterminer un taux d'actualisation propre au projet. Nous nous poserons ensuite la question de la valeur de l'entreprise qui en découle.

Les ratios d'endettement d'un projet seront définis de façon classique (Boudreaux et Long [1979] ; Chambers *et al.* [1982]), par référence à la valeur économique du projet. Ainsi, le ratio d'endettement  $w_{u,n}$  l'année  $n$  d'un projet  $P_u$  est le rapport de la dette  $B_{u,n}$  associée au projet à la valeur économique du projet  $V_{u,n}$ , laquelle est égale à la valeur actualisée des flux de trésorerie futurs.

Nous appelons coût moyen généralisé du capital associé au projet  $P_u$  l'année  $n$  le coût :

$$g_{u,n} = (1-w)c + (w-w_{u,n})(1-t)e + w_{u,n}(1-\theta_u)r_u \quad (2)$$

Cette formule (2) définissant  $g_{u,n}$  peut être justifiée de la manière suivante :

*Premier cas :  $w_{u,n} \leq w$*

Dans ce cas,  $g_{u,n}$  est clairement le coût moyen du capital investi dans le projet. Comme l'emprunt associé au projet –dont le coût est  $(1-\theta_u)r_u$ – représente une fraction  $w_{u,n} \leq w$ , satisfaire le ratio de référence  $w$  implique de financer une part complémentaire  $w - w_{u,n}$  à l'aide d'un emprunt effectué au coût marginal  $(1-t)e$ .

*Second cas :  $w_{u,n} \geq w$*

Un raisonnement similaire est encore valide. La différence réside dans le fait que le terme  $(w - w_{u,n})(1-t)e$  est maintenant de signe négatif. Le taux d'actualisation peut être réécrit de la manière suivante :  $(1-w)c + w(1-\theta_u)r_u - (w_{u,n} - w)[(1-t)e - (1-\theta_u)r_u]$ . L'emprunt associé au projet permet à l'entreprise de financer non seulement une part  $w$  du projet, au coût  $(1-\theta_u)r_u$ , mais également une part supplémentaire  $w_{u,n} - w$  qui pourra être affectée à d'autres projets. En d'autres termes, le projet est une source d'emprunt, effectué à un coût égal à  $(1-\theta_u)r_u$ , qui se substitue à une part équivalente d'endettement qui serait sinon contractée au coût marginal (plus élevé)  $(1-t)e$ . Le gain  $(1-t)e - (1-\theta_u)r_u$  ainsi réalisé (sur la part  $w_{u,n} - w$ ) vient en réduction du coût du capital du projet.

La valeur du projet est alors donnée par la formule de récurrence :

$$V_{u,n} = \frac{V_{u,n+1} + F_{u,n+1}}{1 + g_{u,n}} = \frac{V_{u,n+1} + F_{u,n+1}}{1 + (1-w)c + (w - w_{u,n})(1-t)e + w_{u,n}(1-\theta_u)r_u} \quad (3)$$

En particulier, la valeur actuelle nette du projet peut être calculée comme une somme de flux d'exploitation  $F_{u,n}$  actualisés, le taux d'actualisation étant le coût moyen généralisé du capital investi dans le projet.

La valeur du projet ainsi obtenue est égale à celle que donne la méthode globale généralisée (cf. Babusiaux et Pierru [2001a]). La démonstration en est immédiate. La formule (3) peut s'écrire :

$$(1 + (1-w)c + w(1-t)e)V_{u,n} = V_{u,n+1} + F_{u,n+1} + ((1-t)e - (1-\theta_u)r_u)w_{u,n}V_{u,n}$$

En remplaçant  $w_{u,n}V_{u,n}$  par  $B_{u,n}$  et en remarquant d'après (1) que  $(1-w)c + w(1-t)e = i$ , il vient :

$$V_{u,n} = \frac{V_{u,n+1} + F_{u,n+1} + ((1-t)e - (1-\theta_u)r_u)B_{u,n}}{1 + i}$$



ce qui est bien la formule de définition de la valeur d'un projet avec la méthode globale généralisée (flux de trésorerie ajusté et actualisé au coût marginal du capital de l'entreprise).

Remarquons que la généralisation proposée de la formule du coût moyen pondéré du capital permet, en théorie, une décentralisation des décisions de financement (en faisant abstraction du projet auquel est affecté l'emprunt marginal). Le point de vue du projet et celui de l'entreprise sont tout à fait cohérents : maximiser la valeur actuelle nette du projet, c'est-à-dire faire le choix du financement permettant de minimiser le coût moyen généralisé du capital investi dans le projet, conduit bien au même choix que celui permettant de maximiser la valeur de l'entreprise.

## VALEUR DE L'ENTREPRISE

Avant d'analyser la valeur d'une entreprise multinationale faisant appel à des emprunts liés à ses projets, nous ferons une observation de portée plus générale.

### **Première observation sur la valeur d'une entreprise multinationale**

Revenons au cas évoqué en première section en considérant une entreprise faisant appel à des emprunts de coûts différents, mais non affectés à des projets spécifiques. L'entreprise s'impose de respecter un ratio d'endettement  $w$ . Le taux d'actualisation pertinent pour analyser un projet d'investissement, en particulier pour calculer sa valeur actuelle nette, est naturellement le taux d'actualisation de l'entreprise  $i$ , donné par la relation (1), défini comme un coût marginal du capital selon les bons principes de la microéconomie. Il convient de bien remarquer cependant que la valeur de l'entreprise n'est pas égale à la somme des valeurs des différents projets (somme des valeurs actualisées des flux d'exploitation futurs) calculées au taux  $i$ . En effet, ceci est vrai dans le cadre traditionnel de la théorie financière (par exemple Brealey et Myers [2002]) où le taux d'actualisation est égal au coût marginal, mais aussi au coût moyen du capital de l'entreprise. Ce n'est plus vrai lorsque coût marginal et coût moyen du capital sont différents.

Comment définir alors la valeur d'une entreprise ? Nous verrons (proposition 4 ci-dessous) qu'elle peut être obtenue comme la valeur actualisée de ses flux d'exploitation futurs, l'actualisation étant effectuée non au taux  $i$ , coût marginal du capital de l'entreprise, mais à un taux égal au coût moyen du financement de l'entreprise (en considérant un coût après impôt moyen des emprunts). Il s'agit *a priori* d'une remarque très banale. En effet, le raisonnement est semblable à celui employé pour analyser un problème de base en microéconomie, celui du niveau de production d'une firme fabriquant un seul produit dont le prix de vente est fixé. Le volume optimal de production est déterminé par comparaison du prix de vente et du coût marginal de production, tandis que c'est la différence entre le prix et le coût moyen qui définit le bénéfice de l'entreprise. Nous démontrerons la proposition 4 dans le cas où les

emprunts effectués par l'entreprise sont affectés à ses différents projets d'investissement. Il est clair cependant que la valeur de l'entreprise n'est pas modifiée par cette hypothèse. Dans le cas d'emprunts liés aux projets, nous montrerons de plus qu'elle peut être calculée de plusieurs façons équivalentes.

### **Théorème d'unicité de la valeur de l'entreprise**

Le théorème que nous allons présenter met en avant des résultats théoriques nouveaux. Il constitue également une preuve de la validité de la formule généralisée du coût du capital d'un projet.

Rappelons tout d'abord que nous disposons déjà de deux modes de calcul de la valeur d'un projet. Le premier consiste à appliquer la méthode globale généralisée, le deuxième à actualiser les flux d'exploitation du projet à un taux égal au coût moyen généralisé du capital investi dans le projet. Nous ferons quatre propositions complémentaires relatives à la valeur de l'entreprise<sup>2</sup> Celle-ci est indépendante de la valeur retenue pour le paramètre initialement défini comme le coût marginal après impôt de l'emprunt (*proposition 1*) et égale à celle qui serait obtenue :

- en considérant, pour chaque projet, un taux d'actualisation reflétant son coût direct de financement (*proposition 2*) ;
- en sommant la valeur des capitaux propres et celle de la dette (*proposition 3*) ;
- en actualisant les flux d'exploitation de chaque projet au coût moyen du capital de l'entreprise (*proposition 4*).

Remarquons que l'égalité n'est en général assurée qu'entre sommes de valeurs, et non pour chaque valeur de projet.

Dans la mesure où nous allons utiliser différents concepts du coût du capital, il convient de préciser les définitions correspondantes. En reprenant les notations déjà adoptées, nous appelons l'année  $n$  :

- coût moyen généralisé du capital investi dans le projet  $P_u$  :

$$(1-w)c + (w-w_{u,n})(1-t)e + w_{u,n}(1-\theta_u)r_u$$

- coût direct du capital investi dans le projet  $P_u$  :

$$(1-w_{u,n})c + w_{u,n}(1-\theta_u)r_u$$

---

<sup>2</sup> Ou, plus précisément, la somme des valeurs de l'ensemble des projets de l'entreprise appartenant à la classe de risque considérée.

- coût marginal du capital de l'entreprise :

$$w(1-t)e + (1-w)c$$

- coût moyen du capital de l'entreprise :

$$(1-w)c + wr_{M,n} \text{ avec } r_{M,n} = \frac{\sum_{u=1}^p (1-\theta_u) r_u B_{u,n}}{\sum_{u=1}^p B_{u,n}}$$

### Démonstration de la proposition 1

Considérons qu'il y ait au sein de l'entreprise  $p$  projets appartenant à la classe de risque considérée et dont la réalisation a été décidée. En fin d'année  $n$ ,

la valeur totale de ces projets est égale à  $\sum_{u=1}^p V_{u,n}$

Or d'après (3) nous avons  $(1+g_{u,n})V_{u,n} = F_{u,n+1} + V_{u,n+1}$ , ce qui nous permet d'écrire :

$$\sum_{u=1}^p (1+g_{u,n})V_{u,n} = \sum_{u=1}^p (V_{u,n+1} + F_{u,n+1}) \quad (4)$$

En faisant appel à l'équation (2), le terme de gauche de l'équation (4) devient :

$$\sum_{u=1}^p V_{u,n} + \sum_{u=1}^p (1-w)cV_{u,n} + \sum_{u=1}^p (w-w_{u,n})(1-t)eV_{u,n} + \sum_{u=1}^p w_{u,n}(1-\theta_u)r_uV_{u,n}$$

Comme le ratio de référence est respecté, le troisième terme de cette expression est nul :

$$\sum_{u=1}^p (w-w_{u,n})(1-t)eV_{u,n} = (1-t)e \left( \sum_{u=1}^p wV_{u,n} - \sum_{u=1}^p w_{u,n}V_{u,n} \right) = 0 \quad (5)$$

En outre, pour la même raison :

$$\sum_{u=1}^p (1-w)cV_{u,n} = \sum_{u=1}^p (1-w_{u,n})cV_{u,n} \quad (6)$$

En combinant les équations (4), (5) et (6) nous obtenons finalement :

$$\sum_{u=1}^p (1+g_{u,n})V_{u,n} = \sum_{u=1}^p (1+(1-w_{u,n})c + w_{u,n}(1-\theta_u)r_u)V_{u,n} \quad (7)$$

En utilisant l'équation (7), l'équation (4) peut donc s'écrire :

$$\sum_{u=1}^p (1 + (1 - w_{u,n}) + w_{u,n} (1 - \theta_u) r_u) V_{u,n} = \sum_{u=1}^p (V_{u,n+1} + F_{u,n+1}) \quad (8)$$

En reprenant la notation  $B_{u,n}$  pour le montant d'emprunt affecté au projet en fin d'année  $n$ , on a:  $B_{u,n} = w_{u,n} V_{u,n}$ . L'équation (8) s'écrit alors :

$$(1 + c) \sum_{u=1}^p V_{u,n} = \sum_{u=1}^p V_{u,n+1} + \sum_{u=1}^p (F_{u,n+1} + (c - (1 - \theta_u) r_u) B_{u,n}) \quad (9)$$

L'équation (9) prouve par récurrence que  $\sum_{u=1}^p V_{u,n}$  est indépendant de  $(1-t)e$ .

La valeur de l'entreprise ne dépend donc pas de la valeur retenue pour le paramètre initialement défini comme le coût marginal après impôt de l'emprunt.

### Démonstration des propositions 2, 3 et 4

La proposition 2 découle directement de la proposition 1. En effet, puisque  $\sum_{u=1}^p V_{u,n}$  (somme des valeurs de l'ensemble des projets appartenant à la classe de risque considérée) est indépendante de la valeur choisie pour  $(1-t)e$ , n'importe quelle valeur peut être affectée à ce paramètre. Prenons  $(1-t)e = c$ . D'après l'équation (2), pour chaque projet  $P_u$  le taux d'actualisation  $g_{u,n}$  devient :

$$g_{u,n} = (1 - w)c + (w - w_{u,n})c + w_{u,n}(1 - \theta_u)r_u = (1 - w_{u,n})c + w_{u,n}(1 - \theta_u)r_u \quad (10)$$

L'équation (3) devient alors :

$$V_{u,n} = \frac{F_{u,n+1} + V_{u,n+1}}{1 + (1 - w_{u,n})c + w_{u,n}(1 - \theta_u)r_u} \quad (11)$$

(remarquons que nous avons conservé jusqu'à maintenant les mêmes notations pour  $V_{u,n}$  et  $w_{u,n}$  -défini par référence à  $V_{u,n}$ -, or ces deux valeurs dépendent de celle choisie pour  $(1-t)e$ ; pour  $(1-t)e = c$ , elles seront ainsi notées  $V'_{u,n}$  et  $w'_{u,n}$  dans l'illustration numérique figurant en fin de cet article).

Pour chaque projet  $P_u$ , le taux d'actualisation  $g_{u,n}$ , donné par l'équation (10), correspond à la formule du coût direct du capital investi dans le projet. Il s'agit du taux d'actualisation qui serait pertinent pour évaluer le projet si on utilisait le coût de son financement en ignorant l'impact de ce dernier sur le ratio d'endettement de l'entreprise. La valeur de chacun des projets, donnée par l'équation (11), est celle calculée en utilisant un taux d'actualisation ne

dépendant que de paramètres propres au projet. La somme des valeurs obtenues est bien égale à  $\sum_{u=1}^p V_{u,n}$ . La proposition 2 est démontrée.

La démonstration de la proposition 3 découle directement de celle de la proposition 2. En effet, comme le démontre Babusiaux [1990] (en généralisant la démonstration de Chambers et *al.* [1982]), pour un projet donné, l'actualisation des flux d'exploitation au coût direct du capital investi dans le projet conduit à une valeur de projet égale à la somme de la valeur des fonds propres et du montant emprunté.

La démonstration de la proposition 4 est similaire à celle de la proposition 2.

Introduisons  $r_{M,n}$ , le coût après impôt moyen des emprunts de l'entreprise

$$\text{l'année } n : \quad r_{M,n} = \frac{\sum_{u=1}^p (1-\theta_u) r_u B_{u,n}}{\sum_{u=1}^p B_{u,n}}$$

Il suffit de poser :  $(1-t)e = r_{M,n}$

Après simplifications, nous obtenons :

$$(1+(1-w)c + wr_{M,n}) \sum_{u=1}^p V_{u,n} = \sum_{u=1}^p (V_{u,n+1} + F_{u,n+1})$$

La valeur de l'entreprise peut donc être évaluée comme la somme des flux d'exploitation actualisés au coût moyen du capital de l'entreprise.

Soulignons que la prise en compte, dans la formule généralisée, d'un coût marginal de l'emprunt rend possible une évaluation correcte, non seulement de l'entreprise dans son ensemble, mais aussi de chaque projet, ce qui n'est pas le cas si l'on utilise un coût moyen direct du capital investi dans le projet.

## ILLUSTRATION NUMÉRIQUE

Une entreprise décide d'investir dans trois projets dont les caractéristiques sont présentées par le tableau 1. Ces trois projets représentent l'ensemble des projets de l'entreprise appartenant à la classe de risque considérée. L'entreprise s'est fixée un ratio de référence  $w$  de 40 % qu'elle doit respecter sur l'ensemble de ces projets. Le coût des capitaux propres correspondant ( $c$ ) est égal à 13 %. Pour les trois projets, les emprunts sont effectués à un taux d'intérêt  $r$  de 6 % (seules les économies d'impôt associées aux frais financiers diffèrent d'un projet à l'autre).

Tableau 1: Caractéristiques des trois projets étudiés

Pour chaque projet, l'investissement est effectué l'année 0. Le flux d'exploitation après impôt est supposé constant sur une période de durée infinie. Le taux d'imposition et la déductibilité des frais financiers dépendent des règles fiscales auxquelles le projet est assujéti.

Projet	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>
Investissement (M\$)	60	42	47
Flux d'exploitation après impôt (M\$)	8	4	5
Taux d'imposition	30 %	40 %	80 %
Déductibilité des frais financiers	non	oui	(oui pour des emprunts représentant jusqu'à 85 % de l'investissement)

Le remboursement de l'emprunt est supposé s'étendre sur une durée infinie. Cette hypothèse, associée à celle d'un flux d'exploitation constant sur une durée infinie, nous permettra de manipuler des taux d'actualisation, des valeurs de projet et des ratios d'endettement demeurant constants au cours du temps. Nous allons déterminer la valeur de l'entreprise, représentée par la somme des valeurs des trois projets, en employant d'abord pour taux d'actualisation associé à chaque projet la formule généralisée du coût moyen du capital. Nous retrouverons ensuite ce résultat en utilisant la formule du coût direct du capital investi dans chacun des projets. La valeur de l'entreprise sera également calculée en employant un taux d'actualisation égal au coût moyen du capital de l'entreprise.

### Valeur de l'entreprise déterminée avec la définition généralisée du coût moyen du capital

Commençons par examiner l'allocation de la dette à laquelle l'entreprise va procéder. Pour cela, déterminons le coût après impôt de l'emprunt pour chacun des projets :

Projet  $P_1$  : 6 % (non-déductibilité des frais financiers)

Projet  $P_2$  :  $(1-0,4) \times 6 = 3,6$  %

Projet  $P_3$  :  $(1-0,8) \times 6 = 1,2$  %

L'entreprise doit en priorité allouer des emprunts au projet  $P_3$  qui présente le coût après impôt de l'emprunt le plus faible. Au maximum, un emprunt de 40 M\$ (85 % de l'investissement) sera affecté à ce projet. Nous allons faire l'hypothèse que le montant total d'emprunts disponible à l'échelle de l'entreprise excède 40 M\$ (hypothèse que nous vérifierons par la suite). Ce montant total, égal au ratio de référence appliqué à la somme des valeurs des trois projets, est une variable endogène du modèle qui sera déterminée par la suite. La partie restante de ce montant est allouée au projet  $P_2$ . Le coût marginal après impôt de l'emprunt est donc égal au coût de l'emprunt affecté à  $P_2$ , c'est-à-dire 3,6 %.

Nous pouvons dès maintenant déterminer la valeur des projets  $P_1$  et  $P_2$  (ceci même si la valeur du ratio d'endettement  $w_2$  du projet  $P_2$  n'est pas connue). En

effet, d'après l'équation (2), le taux d'actualisation  $g_2$  devant être utilisé pour actualiser le flux d'exploitation après impôt du projet  $P_2$  est tel que :

$$g_2 = (1-0,4) \times 13 + (0,4 - w_2) \times 3,6 + w_2 \times 3,6 = 9,24\%$$

La valeur  $V_2$  du projet  $P_2$  est donnée par l'équation (3) (qui conduit dans cet exemple à un calcul très simple du fait que les projets considérés génèrent un flux constant sur une durée infinie) :

$$V_2 = \frac{4}{0,0924} = 43,29 \text{ M\$}$$

Le ratio d'endettement  $w_1$  du projet  $P_1$  est nul (aucun emprunt n'est alloué à ce projet). Le taux d'actualisation  $g_1$  devant être utilisé pour ce projet est donc :

$$g_1 = (1-0,4) \times 13 + (0,4 - 0) \times 3,6 + 0 \times 6 = 9,24\%$$

La valeur  $V_1$  du projet  $P_1$  est donc :

$$V_1 = \frac{8}{0,0924} = 86,58 \text{ M\$}$$

En ce qui concerne le projet  $P_3$  nous avons :

$$w_3 V_3 = 40 \text{ et } V_3 = \frac{5}{(1-0,4) \times 0,13 + (0,4 - w_3) \times 0,036 + w_3 \times 0,012}$$

Ce qui nous donne :  $V_3 = 64,5 \text{ M\$}$ ,  $w_3 = 0,62$  et  $g_3 = 7,75\%$

La valeur de l'entreprise, donnée par la somme des valeurs des trois projets, est donc :  $V_1 + V_2 + V_3 = 194,37 \text{ M\$}$

Nous pouvons en déduire le montant d'emprunt alloué au projet  $P_2$  :

$$(0,4 \times 194,37) - 40 = 37,76 \text{ M\$}$$

(l'hypothèse initialement faite d'une capacité d'endettement totale supérieure à 40 M\$ est bien vérifiée)

### **Valeur de l'entreprise déterminée avec la formule du coût direct du capital investi dans un projet**

Nous allons noter  $V'_1$ ,  $V'_2$  et  $V'_3$  les valeurs respectives des projets  $P_1$ ,  $P_2$  et  $P_3$  calculées en employant un taux d'actualisation correspondant au coût direct du capital investi dans le projet. Nous noterons  $w'_1$ ,  $w'_2$  et  $w'_3$  les ratios d'endettement correspondants. Les taux d'actualisation -déterminés suivant l'équation (10)- seront respectivement notés  $i_1$  et  $i_2$  et  $i_3$ .

Aucun emprunt n'étant alloué au projet P<sub>1</sub>, nous avons  $w'_1 = 0$  et  $i_1 = 13\%$ . Le calcul de la valeur  $V'_1$  du projet est immédiat :

$$V'_1 = \frac{8}{0,13} = 61,54 \text{ M\$}$$

La calcul de  $V'_2$  est rendu possible par les deux équations suivantes :

$$w'_2 V'_2 = 37,76 \text{ et } V'_2 = \frac{4}{(1-w'_2) \times 0,13 + w'_2 \times 0,036}$$

Nous en déduisons :  $V'_2 = 58,06 \text{ M\$}$ ,  $w'_2 = 0,65$  et  $i_2 = 6,89\%$

De la même manière, nous avons :  $w'_3 V'_3 = 40$  et  $V'_3 = \frac{5}{(1-w'_3) \times 0,13 + w'_3 \times 0,012}$

Ce qui nous donne :  $V'_3 = 74,77 \text{ M\$}$ ,  $w'_3 = 0,53$  et  $i_3 = 6,69\%$

La valeur de l'entreprise est donc :

$$V'_1 + V'_2 + V'_3 = 194,37 \text{ M\$}$$

Les deux approches conduisent bien à la même valeur de l'entreprise :

$$V_1 + V_2 + V_3 = V'_1 + V'_2 + V'_3$$

L'ensemble des résultats obtenus sont présentés dans le tableau 2.

*Tableau 2: Évaluation des trois projets et valeur de l'entreprise*

	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	P <sub>3</sub>	Entreprise	
Définition généralisée du coût moyen du capital	Ratio d'endettement	0	0,87	0,62	0,4
	Taux d'actualisation	9,24 %	9,24 %	7,75%	
	Valeur (M\$)	86,58	43,29	64,5	194,37
Coût direct du capital investi dans le projet	Ratio d'endettement	0	0,65	0,53	0,4
	Taux d'actualisation	13 %	6,89 %	6,69 %	
	Valeur (M\$)	61,54	58,06	74,77	194,37



### **Valeur de l'entreprise déterminée avec un taux d'actualisation égal au coût moyen du capital de l'entreprise**

Le calcul faisant appel au coût moyen du capital de l'entreprise conduit à la même valeur que celle obtenue suivant les deux approches précédentes. Déterminons le coût moyen de l'emprunt :

$$(1,2\% \times 40 + 3,6\% \times 37,76) / 77,76 = 2,37\%$$

Le coût moyen du capital de l'entreprise est alors :

$$0,6 \times 13\% + 0,4 \times 2,37\% = 8,75\%$$

La valeur de l'entreprise est donc :

$$(8 + 4 + 5) / 0,0875 = 194,37 \text{ M\$}$$

### **CONCLUSION**

La généralisation de la formule classique du coût moyen du capital prend en compte l'existence implicite d'un marché de l'emprunt, interne à la firme multinationale, autorisant des prêts entre projets. La formule généralisée, qui nécessite de déterminer à l'échelle de l'entreprise un coût marginal après impôt de l'emprunt, permet d'évaluer (en actualisant des flux classiques d'exploitation) des projets présentant un ratio d'endettement différent du ratio de référence défini par l'entreprise. Un nouveau théorème d'unicité est démontré : la valeur de l'entreprise est indépendante de la valeur du paramètre initialement défini comme le coût marginal de l'emprunt. La démonstration de ce théorème a conduit à un deuxième résultat particulièrement intéressant: la valeur totale de l'entreprise, déterminée en appliquant la formule généralisée du coût du capital, est la même que celle obtenue en actualisant les flux d'exploitation de chacun des projets au coût direct du capital investi dans le projet. Ce résultat peut être interprété de la façon suivante : une fois l'allocation de l'emprunt effectuée, en respectant globalement le ratio de référence, chaque projet bénéficie d'un montant d'emprunt et peut alors être évalué sur cette base. Il implique également que la valeur de l'entreprise est bien égale à la somme de la valeur des capitaux propres et de celle de la dette. Ces résultats mettent également en lumière le fait que le taux d'actualisation pertinent pour l'analyse d'une décision d'investissement (coût marginal du capital) n'est pas nécessairement celui qui peut être utilisé pour calculer la valeur de l'entreprise (coût moyen).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BABUSIAUX D., [1990], « Décision d'investissement et calcul économique dans l'entreprise », Ed. Economica, Paris.
- BABUSIAUX D., PIERRU A. [2001a], « Capital budgeting, investment project valuation and financing mix : methodological proposals », *European Journal of Operational Research*, 135, p. 326-337.
- BABUSIAUX D., PIERRU A. [2001b], « De la solution d'un problème concret (projet d'investissement soumis à une fiscalité spécifique) à une avancée théorique (unicité des méthodes de calcul de valeurs actuelles) », *Revue Economique*, 52, p. 717-727.
- BOUDREAUX K.J., LONG H.W. [1979], « The weighted average cost of capital as a cutoff rate : a further analysis », *Financial Management*, 8, p. 7-14.
- BREALEY R.A., MYERS S.C. [2002]. « Principles of Corporate Finance », McGraw-Hill.
- CHAMBERS D.R., HARRIS R.S., PRINGLE J.J. [1982], « Treatment of financing mix in analyzing investment opportunities », *Financial Management*, 8, p. 24-41.
- EITEMAN D.K., STONEHILL A.I., MOFFET M.H. [1998], « Multinational Business Finance », Addison-Wesley Publishing Company.
- SINGH K., HODDER J.E. [1999], « Multinational Capital Structure and Financial Flexibility », cahier de recherche (<http://www.ssrn.com>).



## **Déjà parus**

**CEG-1. D. PERRUCHET, J.-P. CUEILLE,**

Compagnies pétrolières internationales : intégration verticale et niveau de risque.  
Novembre 1990

**CEG-2. C. BARRET, P. CHOLLET,**

Canadian gas exports: modeling a market in disequilibrium.  
Juin 1990

**CEG-3. J.-P. FAVENNEC, V. PREVOT,**

Raffinage et environnement.  
Janvier 1991

**CEG-4. D. BABUSIAUX,**

Note sur le choix des investissements en présence de rationnement du capital.  
Janvier 1990

**CEG-5. J.-L. KARNIK,**

Les résultats financiers des sociétés de raffinage distribution en France 1978-89.  
Mars 1991

**CEG-6. I. CADORET, P. RENO,**

Élasticités et substitutions énergétiques : difficultés méthodologiques.  
Avril 1991

**CEG-7. I. CADORET, J.-L. KARNIK,**

Modélisation de la demande de gaz naturel dans le secteur domestique : France, Italie, Royaume-Uni 1978-1989.  
Juillet 1991

**CEG-8. J.-M. BREUIL,**

Émissions de SO<sub>2</sub> dans l'industrie française : une approche technico-économique.  
Septembre 1991

**CEG-9. A. FAUVEAU, P. CHOLLET, F. LANTZ,**

Changements structurels dans un modèle économétrique de demande de carburant.  
Octobre 1991

**CEG-10. P. RENO,**

Modélisation des substitutions énergétiques dans les pays de l'OCDE.  
Décembre 1991

**CEG-11. E. DELAFOSSE,**

Marchés gaziers du Sud-Est asiatique : évolutions et enseignements.  
Juin 1992

**CEG-12. F. LANTZ, C. IOANNIDIS,**

Analysis of the French gasoline market since the deregulation of prices.  
Juillet 1992

**CEG-13. K. FAID,**

Analysis of the American oil futures market.  
Décembre 1992

**CEG-14. S. NACHET,**

La réglementation internationale pour la prévention et l'indemnisation des pollutions maritimes par les hydrocarbures.  
Mars 1993

**CEG-15. J.-L. KARNIK, R. BAKER, D. PERRUCHET,**

Les compagnies pétrolières : 1973-1993, vingt ans après.  
Juillet 1993

**CEG-16. N. ALBA-SAUNAL,**

Environnement et élasticités de substitution dans l'industrie ; méthodes et interrogations pour l'avenir.  
Septembre 1993

**CEG-17. E. DELAFOSSE,**

Pays en développement et enjeux gaziers : prendre en compte les contraintes d'accès aux ressources locales.  
Octobre 1993

**CEG-18. J.P. FAVENNEC, D. BABUSIAUX\*,**

L'industrie du raffinage dans le Golfe arabe, en Asie et en Europe : comparaison et interdépendance.  
Octobre 1993

**CEG-19. S. FURLAN,**

L'apport de la théorie économique à la définition d'externalité.  
Juin 1994

**CEG-20. M. CADREN,**

Analyse économétrique de l'intégration européenne des produits pétroliers : le marché du diesel en Allemagne et en France.  
Novembre 1994

**CEG-21. J.L. KARNIK, J. MASSERON\*,**

L'impact du progrès technique sur l'industrie du pétrole.  
Janvier 1995

**CEG-22. J.P. FAVENNEC, D. BABUSIAUX,**

L'avenir de l'industrie du raffinage.  
Janvier 1995

**CEG- 23. D. BABUSIAUX, S. YAFIL\*,**

Relations entre taux de rentabilité interne et taux de rendement comptable.  
Mai 1995

**CEG-24. D. BABUSIAUX, J. JAYLET\*,**

Calculs de rentabilité et mode de financement des investissements, vers une nouvelle méthode ?  
Juin 1996

**CEG-25. J.P. CUEILLE, J. MASSERON\*,**

Coûts de production des énergies fossiles : situation actuelle et perspectives.  
Juillet 1996

**CEG-26. J.P. CUEILLE, E. JOURDAIN,**

Réductions des externalités : impacts du progrès technique et de l'amélioration de l'efficacité énergétique.  
Janvier 1997

**CEG-27. J.P. CUEILLE, E. DOS SANTOS,**

Approche évolutionniste de la compétitivité des activités amont de la filière pétrolière dans une perspective de long terme.  
Février 1997

**CEG-28. C. BAUDOUIN, J.P. FAVENNEC,**

Marges et perspectives du raffinage.  
Avril 1997

**CEG-29. P. COUSSY, S. FURLAN, E. JOURDAIN, G. LANDRIEU, J.V. SPADARO, A. RABL,**  
Tentative d'évaluation monétaire des coûts externes liés à la pollution automobile : difficultés méthodologiques et étude de cas.  
Février 1998

**CEG-30. J.P. INDJEHAGOPIAN, F. LANTZ, V. SIMON,**  
Dynamique des prix sur le marché des fiouls domestiques en Europe.  
Octobre 1998

**CEG-31. A. PIERRU, A. MAURO,**  
Actions et obligations : des options qui s'ignorent.  
Janvier 1999

**CEG-32. V. LEPEZ, G. MANDONNET,**  
Problèmes de robustesse dans l'estimation des réserves ultimes de pétrole conventionnel.  
Mars 1999

**CEG-33. J. P. FAVENNEC, P. COPINSCHI,**  
L'amont pétrolier en Afrique de l'Ouest, état des lieux  
Octobre 1999

**CEG-34. D. BABUSIAUX,**  
Mondialisation et formes de concurrence sur les grands marchés de matières premières énergétiques : le pétrole.  
Novembre 1999

**CEG-35. D. RILEY,**  
The Euro  
Février 2000

**CEG-36. et 36bis. D. BABUSIAUX, A. PIERRU\*,**  
Calculs de rentabilité et mode de financement des projets d'investissements : propositions méthodologiques.  
Avril 2000 et septembre 2000

**CEG-37. P. ALBA, O. RECH,**  
Peut-on améliorer les prévisions énergétiques ?  
Mai 2000

**CEG-38. J.P. FAVENNEC, D. BABUSIAUX,**  
Quel futur pour le prix du brut ?  
Septembre 2000

**ECO-39. S. JUAN, F. LANTZ,**  
La mise en œuvre des techniques de Bootstrap pour la prévision économétrique : application à l'industrie automobile  
Novembre 2000

**ECO-40. A. PIERRU, D. BABUSIAUX,**  
Coût du capital et étude de rentabilité d'investissement : une formulation unique de l'ensemble des méthodes.  
Novembre 2000

**ECO-41. D. BABUSIAUX,**  
Les émissions de CO2 en raffinerie et leur affectation aux différents produits finis  
Décembre 2000

**ECO-42. D. BABUSIAUX,**  
Éléments pour l'analyse des évolutions des prix du brut.  
Décembre 2000

**ECO-43. P. COPINSCHI,**

Stratégie des acteurs sur la scène pétrolière africaine (golfe de Guinée).  
Janvier 2001

**ECO-44. V. LEPEZ,**

Modélisation de la distribution de la taille des champs d'un système pétrolier, LogNormale ou Fractale ? Une approche unificatrice.  
Janvier 2001

**ECO-45. S. BARREAU,**

Innovations et stratégie de croissance externe : Le cas des entreprises parapétrolières.  
Juin 2001

**ECO-46. J.P. CUEILLE,**

Les groupes pétroliers en 2000 : analyse de leur situation financière.\*  
Septembre 2001

**ECO-47. T. CAVATORTA,**

La libéralisation du secteur électrique de l'Union européenne et son impact sur la nouvelle organisation électrique française  
Décembre 2001

**ECO-48. P. ALBA, O. RECH,**

Contribution à l'élaboration des scénarios énergétiques.  
Décembre 2001

**ECO-49. A. PIERRU\*,**

Extension d'un théorème de dualité en programmation linéaire : Application à la décomposition de coûts marginaux de long terme.  
Avril 2002

**ECO-50. T. CAVATORTA**

La seconde phase de libéralisation des marchés du gaz de l'Union européenne : enjeux et risques pour le secteur gazier français.  
Novembre 2002

**ECO-51. J.P. CUEILLE, L. DE CASTRO PINTO COUTHINO, J. F. DE MIGUEL RODRÍGUEZ\***

Les principales compagnies pétrolières indépendantes américaines : caractéristiques et résultats récents.  
Novembre 2002

**ECO-52. J.P. FAVENNEC,**

Géopolitique du pétrole au début du XXI<sup>e</sup> siècle  
Janvier 2003

**ECO-53. V. RODRIGUEZ-PADILLA, avec la collaboration de T. CAVATORTA et J.P. FAVENNEC\***

L'ouverture de l'exploration et de la production de gaz naturel au Mexique, libéralisme ou nationalisme  
Janvier 2003

**ECO-54. T. CAVATORTA, M. SCHENCKERY,**

Les majors pétroliers vers le multi énergies : mythe ou réalité ?  
Juin 2003

**ECO-55. P.R. BAUQUIS**

Quelles énergies pour les transports au XXI<sup>e</sup> siècle ?  
Janvier 2004

---

\* une version anglaise de cet article est disponible sur demande