

ANALYSE COUTS-AVANTAGES POUR LES DECISIONS D'INVESTISSEMENT, CHAPITRE 6

*Faire Face À L'incertitude Et Au Risque
Dans L'évaluation Des Investissements*

Glenn P. Jenkins

Queen's University, Kingston, Canada
and Eastern Mediterranean University, North Cyprus
Email: jenkins@econ.queensu.ca

Chun-Yan Kuo

Queen's University, Kingston, Canada
Email: chunyankuo@gmail.com

Arnold C. Harberger

University of California, Los Angeles, USA
Email: harberger@econ.ucla.edu

Document de discussion sur le développement: 2020 -6

ABSTRAIT

Dans l'analyse des flux de trésorerie financiers, un ensemble de valeurs pour les variables du projet est sélectionné pour réaliser l'analyse du cas de base projeté sur la durée du projet d'investissement. Les valeurs de ces variables utilisées dans l'analyse et les résultats obtenus, à partir d'un modèle prédictif sont des valeurs uniques. En réalité, une incertitude qui fait référence à la variabilité de la valeur est toujours présente autour de chacune des valeurs futures des variables clés d'un projet tout au long de sa vie. Dans certains cas, notamment dans le domaine de l'environnement et de la santé, en raison du manque de connaissances scientifiques et de la présence d'innovations technologiques, il serait encore plus difficile de faire des projections. L'incertitude est encore aggravée par le fait que les effets du projet seraient répartis sur une longue période dans le futur. Ce chapitre montre comment passer du monde déterministe développé dans le scénario de base à un monde dynamique et probabiliste dans lequel l'incertitude et le risque de résultats prévalent afin que l'analyse puisse présenter des résultats plus objectifs et plus réalistes pour les décideurs. Il explique également comment il est possible de gérer et d'atténuer les incertitudes et les risques lors de la gestion du projet.

Être publié comme: Jenkins G. P, C.K Kuo et A.C. Harberger , 'faire face à l'incertitude et au risque dans l'évaluation des investissements' chapitre 6, Analyse coûts-avantages pour les décisions d'investissement. (2019 manuscrit)

JEL codes : H43

Mots Clés : Incertitude, Risque, Évaluation des Investissements

CHAPITRE 6

GESTION DE L'INCERTITUDE ET DU RISQUE DANS L'ÉVALUATION DES INVESTISSEMENTS

6.1 Introduction

Dans l'analyse des flux de trésorerie financière, les variables du projet telles que les prix des intrants et des résultats et leurs quantités ont été jusqu'ici basées sur les valeurs déterministes à partir desquelles les analystes émettent la meilleure projection sur la durée de vie du projet d'investissement. Les valeurs de ces variables utilisées dans l'analyse et les résultats obtenus d'un modèle prédictif se révèlent être des valeurs uniques avec une certitude de réalisation de 100%. En réalité, l'incertitude, qui se réfère à la variabilité de la valeur d'un élément tel qu'un prix futur des denrées, est toujours présente entourant chacune des valeurs futures des variables clés d'un projet tout au long de la durée de vie du projet. Dans certains cas, en particulier les projets liés à l'environnement et la santé, en raison du manque de connaissances scientifiques et de la présence de l'innovation technologique, il serait encore plus difficile de faire des projections. L'incertitude est encore aggravée car les effets du projet seront répartis sur une longue période dans le futur.

Ce chapitre montre comment passer du monde déterministe développé plus tôt à un monde dynamique et probabiliste dans lequel l'incertitude et le risque dans les résultats prévalent afin que l'analyse puisse présenter des résultats plus objectifs et réalistes pour les décideurs. Il traite également de la façon dont l'incertitude et le risque peuvent être abordés et atténués tout en gérant le projet. La section 6.2 explique pourquoi l'analyse des risques d'un projet d'investissement devrait être considérée comme faisant partie intégrante de l'exercice d'évaluation. La section 6.3 définit le risque aux fins de l'évaluation des investissements tandis que la section 6.4 traite de la façon dont on peut déterminer les variables de risque d'un projet et de l'analyse des risques du projet. La section 6.5 fournit un cadre conceptuel pour l'utilisation potentielle d'arrangements contractuels pour le déplacement et l'atténuation des risques liés au projet. Les contrats constituent un moyen de redistribuer le risque parmi les participants au projet. Bien que les contrats puissent créer des incitations pour modifier le comportement des participants,

les dites incitations affecteront également le rendement global d'un projet. La section 6.6 décrit une série de risques qui sont souvent rencontrés lors de l'organisation du financement des projets et décrit quelques-uns des arrangements contractuels visant à atténuer et modifier ces risques. Les conclusions sont produites dans la dernière section.

6.2 Importance de l'Analyse des Risques dans l'Évaluation des Investissements

L'analyse traditionnelle des flux de trésorerie financière, similaire à ceux présentés au chapitre 3, est basée sur des valeurs uniques (déterministes) pour toutes les variables du projet. En conséquence, le résultat de l'analyse financière est une estimation ponctuelle de la valeur actuelle nette du projet (VAN), du taux de rendement interne, du ratio de couverture de la vie du prêt et de certaines autres mesures du rendement financier. Les résultats des analyses économiques et des analyses de distribution sont également des estimations ponctuelles du rendement économique et des gains et des pertes pour les différentes parties prenantes du projet. La décision d'accepter un projet ne doit pas être faite uniquement sur la base de ces informations, car les valeurs pour la plupart des variables du projet sont susceptibles de changer. Bien que les valeurs historiques d'une variable particulière soient connues avec certitude, la prédiction des valeurs futures est un exercice tout à fait différent. Il n'y a aucune garantie que les valeurs projetées, quelle que soit la façon dont elles soient déterminées, se concrétiseront réellement. Cela indique que l'incertitude ou la variabilité des variables clés du projet génèrera un résultat unique largement impossible à prévoir ou un résultat "équivalent à la certitude" du projet. En tant que tel, un projet qui aurait semblé acceptable sur la base de l'analyse déterministe peut se révéler beaucoup moins souhaitable une fois que la variabilité des résultats est prise en compte.

Dans l'analyse des flux de trésorerie financière, nous traitons essentiellement des valeurs des éléments de coût et de revenus projetés dans un avenir lointain. Ces valeurs sont rarement connues avec aucun certain degré de certitude. Chacune des variables du projet affectant la VAN d'un projet est soumise à un degré élevé d'incertitude. Par exemple, les coûts de la construction des usines, des prix des machines, du pétrole et d'autres intrants intermédiaires et des ventes des résultats du projet sont tous soumis à des changements de la demande et de

l'offre sur leurs marchés respectifs difficiles à projeter même sur une prochaine année ou deux, encore moins sur les dix prochaines années. De même, les variables macroéconomiques comme le taux d'inflation, le taux de change du marché et le taux d'intérêt sont soumis à des changements dans les conditions économiques et dans les politiques gouvernementales qui vont au-delà du futur prévisible pour l'analyste de projet. Ces variables, cependant, ont un impact sur la rentabilité financière du projet et sur sa viabilité économique.

Tout jugement basé uniquement sur les valeurs futures déterministes des variables du projet et les ratios consécutifs de la VAN et du service de la dette peut être dangereux car il est presque certain que ces ratios ne se produiront jamais dans la réalité. Par exemple, les estimations des économies en temps et en coûts d'exploitation des véhicules résultant de l'amélioration d'une route peuvent être incertaines en raison de l'imprévisibilité du trafic de passagers et du trafic de fret à l'avenir qui sont des facteurs clés qui influent sur la décision d'investissement. Ces phénomènes en effet rendent imprévisible le résultat du projet sur un point précis, ou une valeur unique. Il est donc peu réaliste de s'appuyer sur les valeurs déterministes des variables influençant une décision de projet. Il est préférable de construire l'analyse en fonction des valeurs probabilistes des variables d'entrée du projet qui, à leur tour, présenteront des valeurs moyennes attendues ainsi que des probabilités qui représenteront dans leur totalité, une estimation équivalente de la certitude pour la réalisation des variables de résultat du projet telles que la VAN. De plus, parce qu'une telle analyse révélera le schéma des résultats possibles (sous la forme d'une distribution de probabilité), les décisions peuvent ensuite être formées en fonction de la tolérance individuelle du risque.

L'incertitude et l'analyse des risques sont importantes pour plusieurs raisons. Tout d'abord, nous devons réduire la probabilité d'entreprendre un «mauvais» projet, sans pour autant éviter d'accepter un «bon» projet. Il est peut-être facile d'éviter des projets «mauvais» simplement en faisant des hypothèses très conservatrices sur les valeurs des variables clés, puis en acceptant uniquement les projets qui ont toujours une VAN positive. Par exemple, nous pourrions réduire les estimations des flux de trésorerie nets des activités en augmentant de 100% les dépenses en immobilisations. Si un projet avait toujours une VPN positive après cela, nous serions beaucoup plus enclins à croire qu'il pourrait encore être

viable.

Deuxièmement, une fois que l'incertitude est analysée et que le risque est compris, le projet peut conclure des ententes contractuelles pour réduire le risque au niveau de ses rendements et aider à récupérer des projets potentiellement bons. Par exemple, supposons que la VAN économique d'un projet soit positive en fonction de l'analyse déterministe, mais qu'il existe une grande variabilité dans les rendements qui rendent le projet inacceptable. Il peut être possible d'atténuer le risque global du projet à travers des arrangements contractuels entre les parties prenantes, ce qui permet d'éviter de rejeter un projet potentiellement bon.

Troisièmement, l'une des façons de réduire l'incertitude consiste à recueillir plus de données et d'informations, dans la mesure du possible, sur les variables clés du projet afin d'affiner leur éventail de variation probable et de déterminer plus précisément la distribution de probabilité d'entrée appropriée. Pour ce faire, nous devons d'abord identifier les variables qui sont les principales déterminantes de la VAN d'un projet grâce à une analyse de sensibilité. Sinon, nous risquons de gaspiller nos ressources limitées en évaluant de trop nombreuses variables plutôt que de nous concentrer sur les plus critiques. En outre, tenter d'estimer les distributions de probabilité pour toutes ou plusieurs variables d'entrée plutôt que celles qui comportent le plus grand risque augmentera le niveau de complexité et exagérera le problème des corrélations entre les variables de risque lors de l'application de la Simulation de Monte Carlo.

6.3 Définition et Mesure de l'Incertitude et du Risque

L'analyse des risques englobe l'identification des variables de risque d'un projet et l'incertitude qu'elles représentent, l'analyse des impacts de ces variables de risque sur le projet et l'interprétation des résultats. Une variable de risque doit être incertaine en termes de difficulté à prédire ses valeurs futures tout en étant significative en termes d'impact sur le résultat du projet.¹ Un bon exemple serait le prix d'un produit majeur généré à partir du projet. Assez souvent, le prix d'un extrant d'un projet est incertain dans le futur et a des

¹ Voir, par exemple, Savvides, S.C., « Analyse du Risque dans l'Évaluation des Investissements », Project Appraisal. Vol 9, N° 1, (Mars 1994).

conséquences directes sur la viabilité financière pour les investisseurs de même que pour le bien-être économique pour la nation toute entière.

Les risques peuvent résulter de la nature de l'incertitude englobant une variable particulière et de la disponibilité des données historiques sur lesquelles on peut baser une estimation pour l'éventail des résultats possibles et leurs probabilités respectives. Aux fins d'illustration, considérez le cas d'une marchandise échangeable comme le sucre. Les prix mondiaux historiques sont disponibles. Ainsi, on peut établir un calendrier des prix et des probabilités qui leur seront associées. En dépit de la disponibilité de cette information, il existe encore une incertitude quant aux prix auxquels le projet sera confronté car il n'y a aucune garantie que l'avenir suivra le même modèle que le passé. Un deuxième niveau d'incertitude survient lorsque l'on peut raisonnablement estimer l'éventail des prix possibles attendus, mais nous ne pouvons pas attacher des probabilités à chaque valeur avec aucun degré de confiance. Un troisième niveau d'incertitude survient lorsqu'il est difficile de trouver des données historiques ou un jugement d'expert sur lequel baser une prévision pour l'éventail des valeurs possibles ou de leurs probabilités respectives. Sur la base des définitions ci-dessus, nous pouvons voir que les variables de risque du projet impliquent différents niveaux d'incertitude et de variabilité.

Il est important de réaliser que l'incertitude d'une variable ou d'un groupe de variables n'entraîne pas nécessairement un résultat risqué. Par exemple, un projet routier reliant deux villes devrait générer une VAN économique nette de 20 millions de dollars sous de faibles estimations de l'utilisation de la route, et des économies en termes de valeur du temps et des coûts d'exploitation. À l'autre extrémité, selon des estimations élevées de l'utilisation de la route, et des économies en termes de la valeur du temps et des économies de coûts d'exploitation, on s'attend à ce que le projet génère une VAN économique de 100 millions de dollars. Dans ce cas, l'incertitude dans les variables d'entrée a entraîné une variabilité dans le résultat, mais pas nécessairement dans tous les risques, car le projet devrait générer des avantages économiques positifs dans tous les cas naturels attendus. Il est cependant plus fréquent de se retrouver avec une situation selon laquelle le projet peut, avec une certaine probabilité, générer des rendements

négatifs ou des valeurs inférieures à un seuil acceptable.

Il existe plusieurs mesures pour évaluer le risque d'un projet. Nous comptons sur deux mesures: la probabilité pour un projet d'avoir un rendement négatif ou de ne pas respecter une certaine valeur seuil pour un résultat particulier et la perte attendue générée par le projet. Bien que ces deux mesures soient généralement utilisées indépendamment du point de vue de l'intervenant, le résultat réel évalué peut varier d'un intervenant à l'autre. Par exemple, la principale préoccupation du propriétaire d'un projet est l'accroissement de la richesse nette, tel que reflété par la VAN financière, tandis que la préoccupation d'un banquier serait la capacité du projet à payer le service de sa dette, en mettant l'accent sur les probabilités de couvrir les DSCR ciblés. Le gouvernement se préoccupe principalement de la probabilité d'un avantage économique global ou d'un rendement au profit de certains groupes dans la société.

6.4 Étapes dans la Conduite de l'Analyse de Risque

Les variables de risque ne sont pas seulement incertaines par nature mais aussi significatives en termes de leur impact sur le résultat du projet. Ce dernier peut être identifié à partir de l'analyse de sensibilité. L'analyse et la gestion des impacts de risque peuvent être réalisées en utilisant la technique de la simulation de Monte Carlo. Les étapes dans la conduite de l'analyse de risque sont décrites ci-dessous.

6.4.1 Analyse de Sensibilité

La première étape dans la conduite de l'analyse du risque d'un projet est d'identifier les variables de risque. L'analyse de sensibilité est typiquement utilisée pour l'identification de ces variables. Cette analyse est un moyen de tester à quel point les résultats d'un projet (par exemple, la VAN financière, la VAN économique, les DSCR, les gains et les pertes pour les différentes parties prenantes) sont sensibles aux changements dans la valeur d'un paramètre à la fois. On l'appelle souvent l'analyse du "*et si*", parce qu'elle permet à un analyste financier de répondre à des questions telles que "*Qu'est-ce qui se passerait au*

niveau de la VAN si la variable x allait changer par un certain montant ou pourcentage?”²

Il faudrait noter que quelques-unes des variables d'entrées qui ont un impact significatif sur le résultat financier d'un projet peuvent avoir un impact beaucoup plus faible sur l'évaluation économique et vice versa.

Les étapes suivantes sont utilisées pour conduire l'analyse de sensibilité sur les résultats financiers d'un projet:

- a) Développer le modèle déterministe de flux de trésorerie financier d'un projet et estimer sa VAN et ses DSCR tel qu'expliqué aux Chapitres 3 et 4. C'est ce qu'on appelle l'analyse du *cas de base*.
- b) Effectuer une analyse de sensibilité en modifiant les valeurs des variables d'entrée du projet ou les hypothèses qui sous-tendent les valeurs estimées. Les variables peuvent être spécifiques au projet (telles que les prix, les coûts et les quantités vendues) ou les variables macroéconomiques comme la performance de l'économie (par exemple, le taux de croissance du PIB réel).
- c) En maintenant constantes les valeurs des autres variables, laissez la valeur de base d'une variable d'entrée (le prix par exemple) changer de, disons, 10% et calculez la variation en pourcentage de la VAN financière et des DSCR pour certaines années. Les nombres résultants mesurent le degré de sensibilité de chacun des résultats du projet (par exemple la VAN financière et les DSCR) au changement dans une variable d'entrée, tout en maintenant d'autres variables constantes.

Ce processus est répété pour chacune des variables d'entrée qui devraient avoir un certain impact sur les résultats financiers du projet. Pour les variables qui causent le plus grand changement dans les résultats financiers, on peut calculer ce qu'il advient de la VAN financière, car les valeurs d'une variable sont modifiées par rapport à leur fourchette

² La plupart des programmes de tableurs permettent de réaliser des changements au niveau d'une ou deux variables d'entrées à la fois. Il est essentiel de réaliser une analyse de sensibilité avant de conduire une simulation de Monte Carlo. L'une des utilisations de l'analyse de sensibilité est également de vérifier si le modèle du flux de trésorerie financière a été correctement développé puisqu'elle fournit un bon moyen de faire l'audit du modèle et de corriger les erreurs.

probable. Si la VAN devient négative après seulement un petit changement dans une variable, cela peut indiquer que le projet est financièrement risqué pour les investisseurs et devrait être rejeté par eux ou restructuré de manière à atténuer les risques avant que le projet ne soit initié.

Les variables de risque doivent satisfaire deux critères. Premièrement, elles doivent représenter une part importante des rentrées de fonds (prestations) ou des décaissements (coûts). Deuxièmement, leur impact sur les résultats projetés reste significatif dans la fourchette des valeurs probables. Lorsqu'il est possible de réduire les marges d'incertitude en recueillant des informations supplémentaires ou en concluant un accord contractuel approprié, une variable très sensible ne sera pas considérée comme une variable de risque. Par exemple, si des solutions appropriées sous forme d'engagements et de garanties sont fournies par un contractant pour la construction du projet, alors l'escalade des «coûts d'investissement» peut cesser d'être une variable de risque active. De plus, dans certains cas, une variable pourrait avoir un large éventail de valeurs, mais sa variation pourrait ne pas avoir beaucoup d'incidence sur la VAN à moins qu'elle ne représente une part considérable des revenus ou des coûts. Supposons qu'un intrant représente 1% du coût du projet, une forte fluctuation ne risque pas de créer beaucoup d'incertitude dans les résultats financiers du projet. De la même façon, une variable pourrait constituer une grande partie des revenus ou des coûts, mais elle ne constituera pas une source de risque majeure à moins d'être susceptible de varier considérablement. Par exemple, si le tarif de l'électricité reçu par un producteur d'électricité est fixé, le prix de l'électricité ne sera pas une source de risque même si le prix est un déterminant majeur des revenus du projet.

Cela étant dit, l'analyse de sensibilité comporte un certain nombre de limites. Premièrement, même si elle tient compte de l'éventail probable de valeurs pour une variable, il n'y a pas de probabilités attachées aux valeurs dans une plage donnée. En conséquence, l'analyse de sensibilité ne reconnaît pas que certaines valeurs sont plus susceptibles de se produire que d'autres. Deuxièmement, les variables d'entrée sont modifiées une par une sans tenir compte de la relation entre les variables. Lorsque le prix de vente d'un produit varie, par exemple, il est susceptible d'affecter les quantités vendues, de même que les projections de recettes. Cette lacune peut être corrigée en effectuant l'analyse du scénario sur les revenus plutôt que sur les prix de vente ou en spécifiant un

lien de formule ou une certaine corrélation entre les variables dans le modèle déterministe des cas de base. Troisièmement, la façon dont les résultats d'une analyse de sensibilité sont considérés peut dépendre des préférences de risque des investisseurs ou d'autres parties prenantes. C'est-à-dire que ce qu'un individu peut juger indûment risqué, un autre qui a moins d'aversion pour le risque peut le considérer acceptable.³ Pour ces raisons, il est difficile de dériver une règle de décision générale pour accepter ou rejeter un projet basé sur l'analyse de la seule technologie.

6.4.2 Analyse du scénario

Une analyse du scénario modifie simultanément deux variables ou plus pour déterminer l'effet conjoint ou combiné. Elle reconnaît que ces interrelations doivent être modifiées de manière cohérente en même temps. Les scénarios peuvent être basés sur des facteurs macroéconomiques tels que la performance de l'économie (par exemple expansion, normale, récession), des facteurs propres à une industrie comme le comportement d'entreprises concurrentes ou des facteurs spécifiques à un projet comme la possibilité d'une percée technologique.

Les étapes générales pour mener une analyse du scénario d'un projet sont décrites comme suit:

- a) Identifier les ensembles clé de circonstances, généralement basés sur les principales sources d'incertitude, susceptibles de déterminer le succès ou l'échec d'un projet. Par exemple, les scénarios sont parfois définis comme le cas le plus défavorable (scénario pessimiste), le cas attendu (scénario le plus probable) et le meilleur cas (scénario le plus optimiste).
- b) Les valeurs de chacune des variables de l'analyse financière ou économique sont ajustées pour être cohérentes avec chaque scénario.
- c) Calculer les valeurs des différents résultats du projet requis (tels que la VAN financière et la VAN économique) pour chaque scénario.

³ Il convient de noter que la préférence pour le risque des investisseurs affecte tous les aspects des décisions d'investissement et a donc un impact non seulement sur l'analyse de sensibilité, mais aussi sur l'analyse des scénarios et l'analyse des risques de simulation de Monte Carlo.

Dans certains cas, l'interprétation des résultats est facile. Par exemple, si la VAN est positive même dans le pire des cas, on peut accepter le projet; si la VAN est négative même dans le meilleur des cas, le projet doit être rejeté. Cependant, si la VAN est positive dans le meilleur des cas et négative dans le pire des cas, les résultats sont plus difficiles à interpréter, mais une décision peut encore être prise en connaissant le potentiel de risque «à la baisse» et «à la hausse». Si le risque à la baisse est trop grand, d'autres mesures peuvent être nécessaires pour atténuer le risque si le projet doit être entrepris.

La principale lacune de l'analyse du scénario est son incapacité à prendre en compte les probabilités associées à chaque scénario, même si elle permet des interrelations entre les variables. Deuxièmement, les scénarios eux-mêmes sont susceptibles d'être discrets plutôt que continus. Cela ne pose aucun problème dans certains cas où un événement se produit ou n'arrive pas, mais dans d'autres cas, les scénarios définis peuvent ne pas refléter entièrement toutes les situations possibles. Troisièmement, il est plutôt difficile de déterminer les différents scénarios pertinents pour la prise de décision avant de déterminer l'éventail des résultats possibles pour le projet.

6.4.3 L'Analyse de Monte Carlo

L'analyse de Monte Carlo est une extension naturelle de l'analyse de sensibilité et de l'analyse du scénario. Elle utilise un processus aléatoire d'échantillonnage pour établir une approximation des valeurs attendues et de la variabilité inhérente dans les suppositions qui sont exprimées comme des distributions de distribution pour les paramètres les plus sensibles et les plus incertains (variables de risque). Il s'agit d'une méthodologie assistée par ordinateur grâce à laquelle de nombreux scénarios de projet possibles sont générés par une sélection aléatoire des valeurs d'entrée à partir des distributions de probabilité spécifiées. La simulation de Monte Carlo est une technique scientifique (initialement conçue et utilisée dans les sciences physiques) à travers laquelle il est possible de simuler comment le projet peut se développer dans le futur. Elle crée plusieurs versions du futur en fonction de ce qui est considéré comme possible à travers l'étude et la définition de la variabilité attendue des paramètres d'entrée utilisés dans le modèle financier et économique projeté. Ceci est rendu possible par l'expression de l'incertitude des variables d'entrée comme des distributions de probabilité, puis à travers l'utilisation d'un logiciel personnalisé, l'ordinateur est autorisé à sélectionner aléatoirement,

mais selon leurs probabilités spécifiées, des valeurs qui sont insérées dans le tableau des paramètres du modèle de flux financiers pour générer une série de résultats possibles du projet. Ce processus est répété plusieurs fois (de 1 000 à 10 000) afin de produire un certain nombre de distributions de probabilités (et de statistiques) des résultats du projet qui incluent également la variabilité du projet et représentent une vision plus large du risque attendu et du rendement pour les investisseurs, les financiers et les autres parties prenantes du projet. En tant que telle, la technique peut également être utilisée pour évaluer les avantages ou les coûts potentiels des contrats financiers utilisés pour atténuer certains des risques du projet. L'analyse des risques à l'aide de la méthodologie de Monte Carlo est donc un outil utile pour l'élaboration de contrats visant à atténuer et à gérer les risques liés au projet.

L'analyse de Monte Carlo répond aux principales préoccupations concernant la sensibilité et les analyses de scénarios. En identifiant les distributions de probabilités pour les variables incertaines, nous obtenons une distribution définie pour chacune des variables spécifiées en fonction de données historiques ou de jugements subjectifs d'experts professionnels dans le domaine. La distribution nous indique la valeur attendue du résultat ainsi que les probabilités de valeurs supérieures et inférieures pour le résultat. L'analyse permet de modéliser un grand nombre de scénarios générant une distribution de probabilités aléatoires, donc méthodologiquement objectives, du résultat résultant de l'effet combiné de toutes les distributions de probabilité d'entrée spécifiées.⁴

Les étapes suivantes sont nécessaires pour entreprendre une analyse de risque de Monte Carlo pour un projet:⁵

- a) Identifier les variables de risque qui représentent non seulement une part importante des revenus ou des coûts du projet, mais aussi présentent une nature incertaine.

⁴ Une partie cruciale de tout exercice de Monte Carlo est la mise en place et la manipulation de variables corrélées de risque durant la phase de simulation. Pour plus d'informations sur le traitement des variables corrélées dans la simulation de Monte Carlo, veuillez-vous consulter Poulou, LY, «Analyse des risques dans l'évaluation des investissements», Occasional Papers N° 11 de la Banque Mondiale, John Hopkins University Press, 1970, et Savvides, SC, "Analyse des risques dans l'évaluation des investissements", Project Appraisal, Vol. 9, No. 1, (Mars 1994)

⁵ Au moins trois programmes informatiques sont disponibles dans ce but: *RiskEase*, *Crystal Ball* et *@risk*.

- b) Relier chaque variable de risque au modèle de flux de trésorerie du cas déterministe.
- c) Évaluer la probabilité que le risque se produise et déterminer si des limites de troncature sont nécessaires. La troncature permet à un analyste de définir un plafond pour la valeur d'une variable.
- d) Choisir la distribution de probabilité (uniforme, triangulaire, normale, pas ou discrète) et la plage de valeurs de chaque variable de risque.⁶ La distribution de probabilité appropriée est choisie en fonction d'une série historique de valeurs ou des opinions d'experts dans le domaine.⁷
- e) Identifier et gérer la relation entre les variables corrélées pour éviter des résultats de simulation incohérents.
- f) Sélectionner les résultats du modèle que le programme informatique est supposé surveiller et rapporter pendant la simulation.
- g) Spécifier le nombre d'essais de simulation souhaité (généralement 1 000 à 10 000), puis exécutez les simulations.⁸ Chaque cycle représente un scénario où une valeur particulière est sélectionnée pour chaque variable de risque identifiée en fonction de la distribution de probabilité spécifiée, des corrélations entre les variables, etc.
- h) Présenter une série de mesures statistiques telles que la VAN financière, la VAN économique et la variabilité prévues des résultats.

Les mesures statistiques des résultats du projet générés par les simulations de Monte Carlo sont importantes. Elles sont brièvement décrites ci-dessous.

- a) *Valeur attendue*: La valeur attendue est une moyenne pondérée par les probabilités des résultats des simulations. Puisque la probabilité de chaque cycle est égale à

⁶ Pour les distributions symétriques (uniformes, triangulaires et normales), l'éventail est complété en indiquant les valeurs minimales et maximales. Pour la distribution normale, l'éventail peut également être défini en spécifiant la moyenne et l'écart-type. Pour les distributions par étapes et discrètes, il est nécessaire de définir une série d'intervalles ou de valeurs discrètes avec leurs poids de probabilité. Le total de ces probabilités doit être égal à 1.

⁷ Par exemple, lorsque l'on traite du trafic projeté sur une nouvelle route, du nombre prévu de visiteurs dans une clinique ou du nombre prévu d'élèves dans une classe, les opinions des experts devraient être utilisées pour identifier les distributions de probabilité et les intervalles.

⁸ Il convient de noter que plus le nombre de variables d'entrée de risque est élevé, plus il est difficile de déterminer le nombre minimum de pistes pour obtenir des résultats plausibles, mais compte tenu de la vitesse des ordinateurs, cela ne représente pas un obstacle : nous pouvons nous permettre d'être conservateurs et exécuter un plus grand nombre de simulations.

l'inverse du nombre de tours de la simulation, la valeur attendue est la même que la moyenne arithmétique des résultats (par exemple, la VAN moyenne).

- b) *Variabilité et risque*: La variabilité des résultats peut être mesurée par leur portée (valeur maximale moins valeur minimale), leur variance ou le coefficient de variation qui est l'écart-type divisé par la moyenne.

Le facteur de risque d'un projet peut également être mesuré par la probabilité d'obtenir un résultat négatif, qui est affiché comme la perte attendue provenant du projet. La *perte attendue* et le *gain attendu* fournissent une mesure du coût associé à une mauvaise prise de décision lors de l'approbation ou du rejet d'un projet. La perte attendue est une moyenne pondérée des probabilités de tous les résultats négatifs. C'est la valeur attendue de la perte qui pourrait être encourue suite à une décision d'accepter un projet. C'est important parce que cela donne une indication de ce qui est réellement en jeu (ou à risque) de prendre une décision d'investir dans le projet. En revanche, le gain attendu est une moyenne pondérée par les probabilités de tous les résultats positifs. C'est la valeur attendue des gains perdus suite à une décision de rejet du projet.

Le taux de perte attendu (*el*) définit le risque d'être dépendant à la fois de la forme et de la position de la distribution de probabilité cumulée des rendements (par exemple, les VAN) par rapport à la marque de «coupure» nulle. Le ratio est calculé comme le rapport de la valeur absolue de la perte attendue divisée par la somme du gain attendu et de la valeur absolue comme suit⁹ :

$$el = \frac{| \text{Perte Attendue} |}{\text{Gain Attendu} + | \text{Perte Attendue} |}$$

Le ratio de sinistralité attendu peut varier de 0 lorsqu'il n'y a pas de perte attendue, à 1 lorsqu'il n'y a pas de gain attendu.

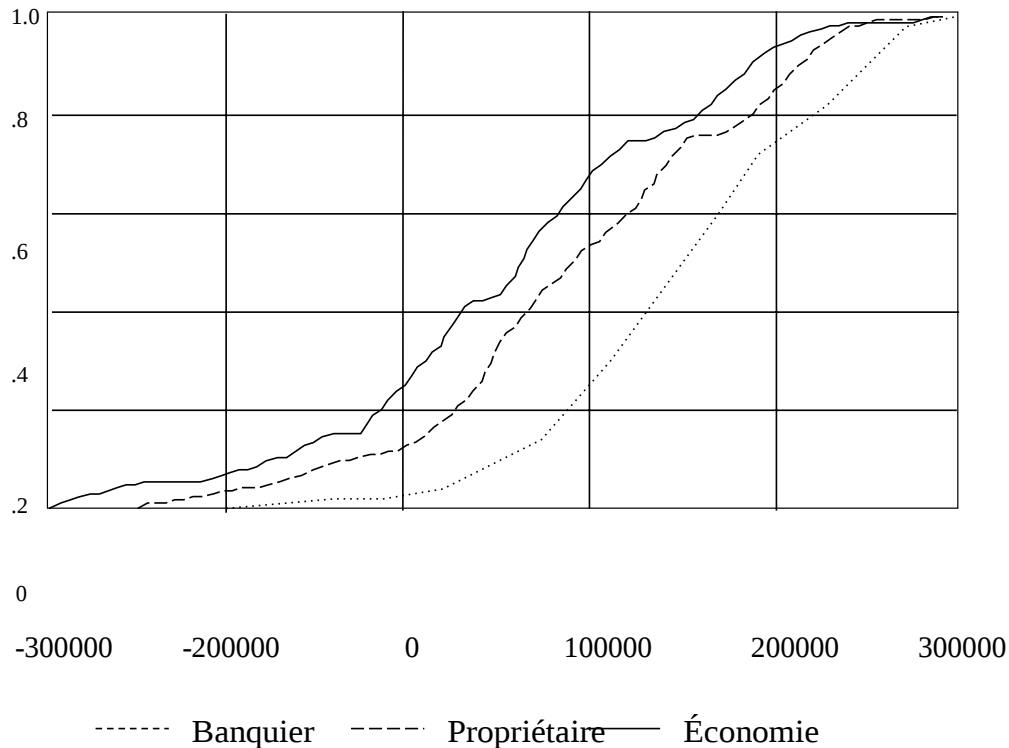
Au lieu d'une seule estimation ponctuelle de la VAN d'un projet, la simulation de Monte Carlo génère une distribution de probabilité des VAN en fonction de l'incertitude sous-

⁹ Ces mesures de risque et les règles de décision relatives à la simulation de Monte Carlo présentées plus bas ont été tirées de Savvides, S.C., "Analyse du Risque dans l'Évaluation des Investissements", *Project Appraisal*, Vol. 9, N° 1, (Mars 1994).

jacente entourant chacune des variables clés de risque. La question principale est de savoir comment cette information supplémentaire modifie nos critères de décision pour accepter ou rejeter des projets.

La distribution des VAN peut être présentée comme une distribution de fréquence ou comme une distribution de probabilité cumulative. La figure 6.1 illustre cette dernière pour les VAN de trois points de vue: celui du propriétaire, celui des banquiers et celui de l'économie. Tout point de la distribution de probabilité cumulative indique la probabilité que la VAN soit égale ou inférieure à la valeur correspondante sur l'axe horizontal. De la même façon, tout point négatif sur la distribution de probabilité cumulative indique la probabilité que la VAN soit supérieure à la valeur correspondante sur l'axe horizontal. Plus la distribution est déplacée vers la droite, plus le projet est attractif. Plusieurs règles de décision peuvent être tracées ci-dessous.

Figure 6.1
Distribution de la Valeur Actuelle Nette: Probabilité
Cumulative



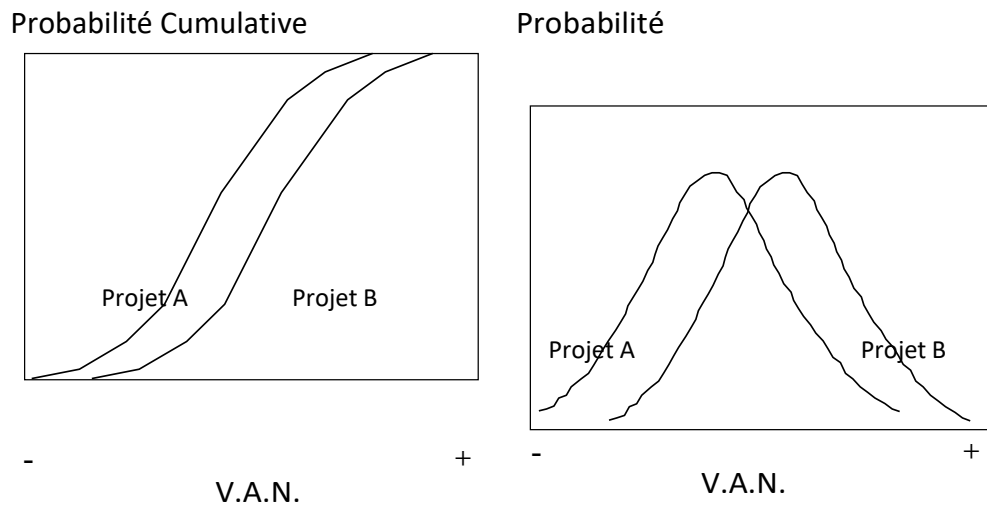
Règle de Décision 1: Si toute la distribution de probabilité cumulative se trouve à la droite de la marque de «coupure» zéro, alors la VAN a une probabilité zéro d'être négative. On devrait donc accepter le projet.

Règle de Décision 2: Si toute la distribution de probabilité cumulative se trouve à gauche de la marque de «coupure» zéro, alors la VAN n'a aucune chance d'être positive. On devrait donc rejeter le projet.

Règle de Décision 3: Si la distribution de probabilité cumulative traverse la marque de «coupure» zéro, il y a un risque d'avoir une VAN négative qui devrait être pondéré par rapport à la probabilité d'obtenir un rendement positif. La décision d'investissement est indéterminée par rapport à des critères purement objectifs. Il repose vraiment sur le profil de risque de l'investisseur. Le coût de faire une erreur à travers l'approbation d'un projet, mesuré par le gain attendu et la perte attendue, et l'ampleur de la probabilité d'une VAN négative sont des facteurs qui devraient être pris en compte pour prendre cette décision.

Règle de Décision 4: Si les distributions de probabilités cumulatives des rendements de deux projets mutuellement exclusifs ne se coupent en aucun point, il faut toujours choisir le projet dont la courbe de distribution de probabilité est la plus à droite (figure 6.2). En effet, étant donné la même probabilité, le rendement du projet B est toujours supérieur au rendement du projet A.

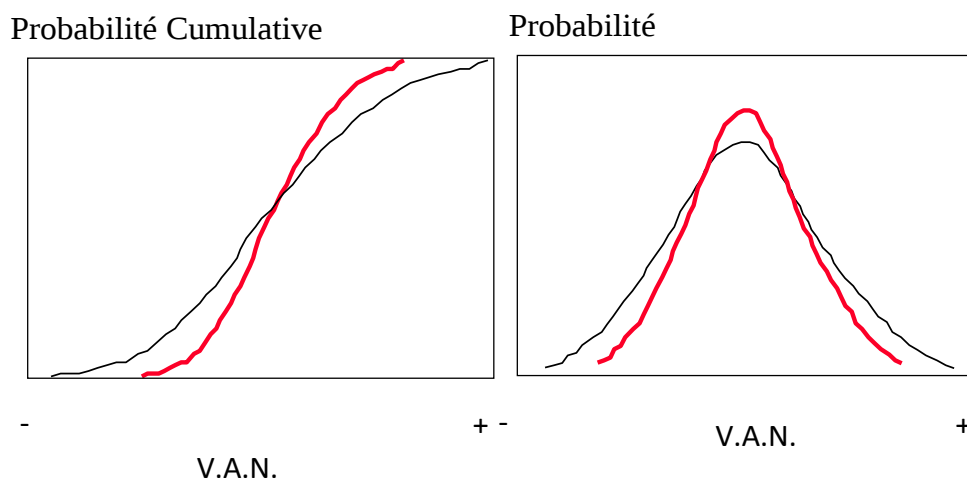
Figure 6.2
Projets Mutuellement Exclusifs: Un Projet avec un
Rendement plus Élevé



Règle de Décision 5: Si les distributions de probabilités cumulées des rendements de deux projets mutuellement exclusifs se croisent en un point quelconque, la décision repose sur la prédisposition au risque des investisseurs. Dans la figure 6.3, le projet B est moins risqué que le projet A. Cependant, la valeur attendue de la VAN du projet A pourrait être supérieure à celle du projet B. La possibilité que le rendement supplémentaire du projet A puisse justifier la prise de risque supplémentaire dépend en grande partie du degré de l'aversion au risque des investisseurs. Les règles, tenant compte de la prédisposition au risque de l'investisseur, sont présentées ci-dessous:

- (i) Si l'investisseur est neutre par rapport au risque, alors le meilleur projet est incertain.
- (ii) Si l'investisseur est allergique au risque, alors le projet B peut être préféré au projet A.
- (iii) Si l'investisseur aime le risque, alors le projet A peut, dans ce cas, être préféré au projet B.

Figure 6.3
Projets Mutuellement Exclusifs: Rendement élevé contre
Une Perte Faible



6.5 Gestion des Risques au Moyen de Contrats

Toute mesure qui peut être prise pour réduire la variabilité des rendements d'un projet contribuera généralement à réduire son risque. Une façon de réduire l'exposition au risque d'un projet est de conclure des ententes contractuelles. Dans le cas de certaines matières premières, des contrats à terme et futurs peuvent être achetés ou vendus pour couvrir les risques. Les producteurs d'or ou de platine, par exemple, peuvent vendre des contrats à terme pour garantir un prix aujourd'hui pour une livraison à un moment donné dans le futur. Bien que ces marchés à terme soient très utiles pour une société d'exploitation, la durée de ces contrats est généralement courte et leur obtention peut être coûteuse. De ce fait, ils ne fournissent souvent pas le genre de contrats à long terme et d'une durée suffisante pour permettre l'établissement d'une nouvelle société minière. C'est pourquoi les entreprises cherchent à obtenir des contrats à long terme, leur permettant d'organiser leur financement, d'investir dans le capital physique nécessaire, d'embaucher des travailleurs et de commencer leurs activités dans un environnement stable. La clé d'un environnement stable est la gestion des risques de manière à ce que les parties à un contrat soient incitées à respecter les termes d'un contrat et à éviter les actions qui le mineraient.

6.5.1 Réallocation du Risque

Afin de gérer les risques, il faut trouver un moyen de concevoir ou de réorganiser un projet afin de réaffecter les risques de manière efficace. L'objectif n'est pas seulement de réduire les risques pour une partie en la transférant à d'autres - un jeu à somme nulle - mais plutôt d'adopter une perspective d'efficacité où, avec le bon contrat, une partie peut bénéficier de manière substantielle sans entraîner des coûts correspondants pour les autres parties. L'objectif est de réallouer les risques à ceux qui peuvent le mieux les supporter. Cette section examine comment les contrats (c'est-à-dire les contrats avec les acheteurs, les fournisseurs et les travailleurs qui régissent l'exploitation d'un projet) peuvent être utilisés et mis en œuvre pour partager les risques efficacement.

L'efficacité d'un contrat a un certain nombre d'attributs. L'un d'entre eux est le degré d'aversion au risque. Les clients ou les fournisseurs qui sont peut-être plus optimistes ou qui

sont simplement moins réticents à prendre des risques sont plus disposés à accepter les risques; ils assigneront un coût de risque plus faible à une situation incertaine que d'autres moins disposés à «partir à l'aventure». Un autre attribut de l'efficacité est l'avantage comparatif des différents participants au projet de diversifier les risques. Par exemple, les grands entrepreneurs internationaux de minéraux sont en mesure de diversifier les risques géologiques à travers la mise en œuvre d'activités d'exploration dans de nombreux sites à travers le monde¹⁰. Ils sont plus à même de réduire ce risque qu'un gouvernement ou une organisation qui possède une seule réserve potentielle.

(a) Contrats de Partage des Risques qui Limitent la Éventail des Valeurs

Si le niveau de risque d'un projet est considéré comme inacceptable, il faut d'abord identifier et isoler les principales sources de risque. Par exemple, supposons qu'un projet de construction d'une canalisation d'eau ait été proposé. L'eau va être utilisée pour des activités minières. Un pipeline nécessite d'importantes dépenses en capital et, à tout le moins, il est probable que les prêteurs exigeront que le service de la dette pour la canalisation soit respecté. Pour être économique, le pipeline doit être utilisé à un taux élevé d'utilisation de la capacité pour justifier ses coûts.

- i) Un type de contrat courant pour ce type de projet est un contrat de prise ferme qui obligerait les utilisateurs potentiels de l'eau (dans ce cas, les entreprises minières) à prendre livraison d'un certain volume d'eau lorsque le produit serait disponible ou à effectuer des paiements minimaux suffisants pour couvrir le service de la dette sur le pipeline. Les sociétés minières qui utiliseront l'eau offrent des garanties aux fournisseurs d'eau et garantissent indirectement le service de la dette pour les prêteurs. Les sociétés minières pourraient être disposées à conclure un tel contrat afin de faire avancer le projet de pipeline.¹¹

¹⁰ Blitzer, C.R., Lessard, D.R. et Paddock, J.L., "La Prise de risque et le Choix des Formes de Contrat pour l'Exploration et le Développement du Pétrole", *The Energy Journal*, Vol.5, No.1, (1984) fournissent une comparaison de contrats alternatifs pour l'exploration de pétrole sous-marin en Équateur.

¹¹ Dans certaines situations, l'arrangement beaucoup plus strict de «coût-total-et-complet-du-service, quelques-soient-les-événements» peut être utilisé. Dans le cadre d'un tel arrangement contractuel, les clients sont tenus de payer en toutes circonstances, c'est-à-dire que le produit soit disponible ou non. Ce type de contrat est parfois appelé un contrat «Qu'il pleuve, qu'il tonne ou qu'il vente», parce que les acheteurs doivent payer "quel que soit le cas de figure."

- ii) Supposons, au lieu d'un pipeline d'eau, que le projet soit un pipeline pour le transport de gaz naturel destiné à des fins industrielles. Un arrangement contractuel possible pour assurer le chiffre d'affaires ininterrompu du gaz naturel au niveau requis pourrait être une clause d'indexation de prix spécifiques qui indexerait le prix du gaz naturel sur les prix de substituts proches, par exemple le charbon ou le pétrole. Cette disposition inciterait les fournisseurs de gaz et les clients à partager le risque lié au prix du pétrole, ce qui aiderait à protéger le gazoduc contre une baisse drastique du débit.
- iii) Une autre approche qui pourrait être utilisée pour attirer et fidéliser les clients consisterait à offrir aux clients un éventail limité de produits. Dans ce scénario, les fournisseurs de gaz offriraient à leurs clients un plafond sur les prix du gaz. Les fournisseurs assumeraient ainsi le risque que les prix du gaz naturel dépassent le plafond. Typiquement, un tel contrat devra être approuvé par les prêteurs afin de s'assurer qu'il ne présente pas une pression démesurée sur la capacité du projet à rembourser sa dette.

Une autre source de risque pourrait être la disponibilité de gaz naturel pour le pipeline. Les fournisseurs peuvent devoir être incités à donner des facilités à ce projet d'oléoduc à travers des mesures telles que des *garanties de quantité minimale*. Si un *prix minimal du gaz naturel* est utilisé pour induire l'offre, les acheteurs indiqueraient leur volonté d'assumer une plus grande part du risque de prix. Des *primes* pourraient être offertes pour maintenir l'uniformité de l'approvisionnement et des *pénalités* pourraient être imposées pour les interruptions d'approvisionnement. Lorsque la qualité des marchandises livrées est un problème, les contrats d'approvisionnement devraient également inclure des conditions qui indiqueraient clairement la qualité minimale acceptable.¹²

Ces types d'arrangements peuvent être analysés en intégrant les termes du contrat dans un modèle de tableur. Par exemple, les *contrats à prise ferme* peuvent être modélisés à l'aide de la fonction "Si" dans Excel. *Les clauses d'indexation des prix* peuvent être introduites

¹² Il convient de noter que lors de la réallocation des risques à travers des accords de partage des risques, il est important de maintenir la viabilité à travers la chaîne d'intermédiaires qui est cruciale pour acheminer le produit au consommateur final. Un contrat de partage des risques qui met un intermédiaire vital dans une position précairement non viable risque de contrarier le succès et la viabilité de toutes les parties prenantes du projet.

comme des équations reliant les prix du gaz aux prix du pétrole ou du charbon; les prix du pétrole et/ou du charbon peuvent eux-mêmes être des variables de risque à des fins de simulation. Les limites contractuelles qui établissent des prix planchers, des prix plafonds ou des quantités minimales peuvent être saisies lors de la modélisation de l'analyse des risques.

L'effet de ces dispositions contractuelles est de changer la valeur attendue et/ou la variance de la distribution des résultats du projet. Une augmentation de la valeur attendue ou une diminution de la variabilité des résultats du projet rendrait un projet plus attrayant pour les investisseurs. Par exemple, l'introduction d'un prix plafond sur le gaz naturel pourrait être modélisée à travers une distribution tronquée des prix du gaz à ce plafond. Cette distribution tronquée a pour effet de prendre les probabilités d'un prix supérieur au plafond et de les affecter à cette valeur.¹³ Les résultats sont doubles: le prix attendu du gaz naturel serait plus bas, et la variance des revenus du gaz serait plus faible parce que l'éventail des valeurs possibles est réduit. Cette disposition contractuelle rendrait le projet plus attrayant pour les clients et moins attrayant pour les fournisseurs de gaz. À condition que les fournisseurs de gaz continuent de remplir leurs contrats, les investisseurs pourraient trouver le projet de gazoduc plus attrayant parce que les clients du gaz seraient davantage incités à ne pas changer de combustible. Bien que le projet pourrait avoir abandonné une partie de ses rendements grâce à ce contrat, il réduirait également la variabilité et le risque de ces rendements.

(b) Contrats de Partage des Risques Établissant une Corrélation entre les Revenus et les Coûts

Une réduction du risque peut découler de l'établissement d'une corrélation entre les revenus des ventes et les coûts. Ce résultat est basé sur le même principe que la diversification de portefeuille dans laquelle la variance de la somme de deux variables aléatoires qui sont combinées dans certaines proportions est égale à la somme pondérée

¹³ Si, dans le processus de simulation, le prix du gaz naturel était supérieur au plafond, le modèle insérerait le prix plafond; si le prix du gaz naturel était inférieur au prix plafond, le modèle utiliserait le prix du marché. Glenday, G., "Techniques de Simulation de Monte Carlo dans l'Évaluation des Distributions Tronquées dans le Contexte de l'Évaluation de Projet", papier présenté à la 64^{ème} Conférence Annuelle de l'Association Économique de l'Ouest, (Juin 1989); et Glenday, G., "Contrats de Partage du Risque dans l'Évaluation des Projets", Journal Canadien de l'Évaluation de Programme, (1997).

de leurs variances individuelles plus un terme de covariance:

$$V(ax+by)=a^2V(x)+b^2V(y)+2abCov(x,y) \quad (6.1)$$

Dans ce cas x et y sont deux variables aléatoires, et a et b sont deux constantes qui pourraient être des facteurs d'échelle ou des proportions.

Dans le contexte des flux de trésorerie nets à risque, prenons x comme la valeur des revenus des ventes (R), et y comme la valeur des coûts (C), $a = 1$ et $b = -1$. L'équation (6.1) devient alors:

$$V(R-C)=V(R)+V(C)-2Cov(R,C) \quad (6.2)$$

La variance des flux de trésorerie nets, $R-C$, est égale à la variance des encaisses plus la variance des coûts *moins* deux fois la covariance entre les encaisses et les coûts. Si un contrat peut être établi, qui créera une corrélation positive et donc une covariance positive entre les encaisses et certains éléments de coût et si, dans le processus, la variance des coûts n'augmente pas de plus de deux fois la covariance, alors la variance des flux de trésorerie nets sera inférieure à la somme de la variance des recettes et des coûts. Autrement dit, lorsque les revenus et les coûts évoluent en tandem, il y aura moins de variabilité dans les rendements du projet.¹⁴

Des exemples de tels contrats incluent des obligations indexées¹⁵ et des accords de participation aux bénéfices au profit des salariés. Dans le cadre d'un accord de participation aux bénéfices, prenons g comme une proportion des coûts totaux (C) qui sont encore payés aux travailleurs en tant que salaire et h la proportion du profit des salariés après le paiement des dits salaires. Ainsi, le coût total deviendra: $C = gC + h(R - gC)$ avec R représentant le revenu

¹⁴ La variabilité réduite crée un plafond sur les "avantages des risques" qui sont la possibilité des rendements excessifs.

¹⁵ Il y a quelques années, Pemex, la compagnie pétrolière publique mexicaine, a émis des obligations dont le taux d'intérêt était indexé sur le prix du pétrole. Lorsque le prix du pétrole augmenterait, les taux d'intérêt seraient plus élevés, mais alors Pemex serait mieux en mesure de payer ces taux plus élevés; lorsque le prix du pétrole diminuerait et que la société aurait des problèmes de liquidité, les taux d'intérêt seraient plus bas, ce qui contribuerait à maintenir positif le ratio flux net de trésorerie contre capitaux propres.

brut. Le bénéfice net sera égal à : $R - C = R - gC - h(R - gC)$. La variance du profit net sera:

$$v(\text{bénéfice net}) = (1-h)^2 v(R) + g^2 (1-h)^2 v(C) - 2g(1-h)^2 \text{cov}(R,C) \quad (6.3)$$

Si $0 < g < 1$ et $0 < h < 1$, alors la variance du bénéfice net sera plus basse que ce qu'elle aurait été sans l'accord. De ce fait, tout contrat qui crée une corrélation positive entre les coûts des revenus et des offres aurait probablement un effet similaire.

(c) *Autres Techniques de Réallocation des Risques*

L'analyse des réclamations éventuelles peut être utilisée pour évaluer les options disponibles pour les gestionnaires de projet ou pour les investisseurs afin de gérer les risques. Il est clairement avantageux qu'une entreprise soit en mesure de changer de gamme de produits, de techniques de production ou de fournisseurs d'intrants pour accroître sa capacité si les ventes augmentent rapidement (au cas où le manque d'expansion pourrait résulter en une perte de ventes à de plus grandes entreprises) ou pour arrêter sa production si les revenus ne couvrent pas les coûts variables. Le problème de l'évaluation quantitative de la flexibilité globale d'un projet dépasse le cadre de ce manuel, mais il convient de garder à l'esprit les principes sous-jacents.

6.5.2 Le Risque Contractuel

Le risque contractuel fait référence aux abandons potentiels unilatéraux des termes d'un contrat par une partie qui peuvent mettre en danger la position de l'autre partie.¹⁶ Si un contrat est unilatéral ou si des circonstances font qu'une partie prenne des mesures en vertu des termes d'un contrat, il est probable que cette partie prendra des mesures défensives ou évasives ou simplement abandonnera le projet.

Par exemple, si un fournisseur a accepté un plafond de prix pour les matériaux utilisés comme intrants dans un projet, mais en raison de pénuries, le prix du marché de ces matériaux a dépassé le plafond, le fournisseur est incité à prendre des mesures qui affaibliraient l'impact du plafond des prix. Ces actions pourraient inclure la substitution

¹⁶ Blitzer, C.R., Lessard, D.R. and Paddock, J.L., "La Prise de Risque et le Choix des Formes de Contrat pour l'Exploration et le Développement du Pétrole", *the Energy Journal*, Vol.5, No.1, (1984).

de matériaux de qualité inférieure ou des livraisons retardées. L'effet de ces mesures serait de réduire la qualité globale des produits ou de perturber les cycles de production réguliers à un point tel que les gestionnaires de projet seraient disposés à renégocier la clause de plafonnement des prix dans le contrat de matériaux. De telles négociations peuvent prendre du temps et perturber les opérations normales d'un projet. C'est pourquoi un contrat efficace n'impute pas trop de risques, compte tenu de la compensation, à une seule partie. Un contrat efficace est un contrat stable qui est capable de résister à des chocs imprévus sans nécessiter des postures et des comportements coûteux ou des renégociations fréquentes.

6.5.3 Effets Incitatifs

Des contrats efficaces peuvent parfois non seulement offrir une meilleure répartition des risques, mais aussi une structure d'incitation qui encouragera les participants au projet à modifier leur comportement de manière à améliorer les résultats du projet. Alors que le partage des risques prend les distributions des variables de risque comme données et tente de réaffecter le risque à ceux qui peuvent le mieux supporter, la gestion des risques fournit des incitations aux participants afin de les porter à modifier leur comportement de façon à changer les probabilités des résultats. Le défi consiste à concevoir un contrat dont les motivations soient compatibles avec les objectifs du projet.

Un grand nombre des problèmes d'incitations liés à un projet est dû à des informations imparfaites et/ou asymétriques. Cela donne lieu à ce que l'on appelle le problème de l'agent et du principal dans lequel le principal (le propriétaire) des actifs aimerait que l'agent (le gestionnaire, l'employé) gère les biens dans le meilleur intérêt du propriétaire. Le problème est que l'agent peut mieux comprendre les opérations du projet que le propriétaire, et l'agent a probablement de meilleures données et informations sur la progression du projet. Il est très difficile pour le propriétaire de surveiller à fond les activités et la performance du gestionnaire, et le gestionnaire a donc une marge de manœuvre pour poursuivre ses propres objectifs plutôt que ceux du propriétaire. Le résultat est une opération qui se révèle moins que totalement efficace.

Par exemple, les travailleurs qui concluent un accord de partage des bénéfices et qui peuvent avoir des représentants au conseil d'administration de l'entreprise auront plus

d'informations sur la situation financière de l'entreprise et connaîtront un ensemble d'incitations différent de celui des simples salariés. D'une part, les travailleurs qui partagent les bénéfices ne partageront pas seulement les risques d'une part, mais ils seront aussi plus enclins à s'engager dans des activités qui contribueront à augmenter les profits. Par contre, les employés salariés ou rémunérés à l'heure seraient plus enclins à poursuivre leurs propres intérêts (par exemple, de plus longues heures de repas, une durée plus longue des vacances, etc.), qui ne sont probablement pas les mêmes que ceux du propriétaire.

Les incitations managériales peuvent également être affectées par les risques contractuels, mentionnés dans la section précédente. Si les gestionnaires se méfient des intentions du propriétaire (le gouvernement), ils prendront des actions qui seront à leur avantage et aux dépens des propriétaires. Cela peut par exemple entraîner de faire fonctionner l'équipement plus longtemps que le nombre optimal d'heures, de ne pas respecter les horaires d'entretien ou de ne pas maintenir de bonnes relations avec la clientèle.

6.6 Risques et Mesures d'Atténuation dans le Financement de Projets

6.6.1 Introduction

L'utilisation par les gouvernements du financement de projets en tant que source de capitaux pour des projets de développement à moyen et à grande échelle a considérablement augmenté au cours des deux dernières décennies. Le financement de projets a également évolué, et continue de le faire, au fil du temps, sous différentes formes structurelles en matière de propriété, d'exploitation et de financement. Une caractéristique commune dans le financement de projet est que le projet est structuré en tant qu'entité juridique indépendante. La propriété du projet peut prendre plusieurs formes. Par exemple, le projet peut appartenir à une entreprise du secteur privé, à une entreprise gouvernementale, à une multinationale, à une coentreprise entre entreprises privées ou à un partenariat entre le secteur privé et le gouvernement. Certains des partenariats public-privé de plus en plus populaires qui utilisent le financement de projets sont du type «construire, exploiter et transférer» (BOT) et « construire, exploiter et posséder » (BOO).

Le financement de projet se réfère généralement au *Financement à Recours Limité* lorsque

les prêteurs du projet ont recours aux propriétaires dans certaines situations seulement. En d'autres termes, certains des risques du projet sont supportés par les prêteurs tandis que d'autres sont supportés par les sponsors ou d'autres tierces parties solvables. Par exemple, les prêteurs pourraient avoir pleinement recours aux propriétaires jusqu'à ce que le projet soit terminé, après quoi leur seul recours devient limité aux actifs et aux flux de trésorerie du projet. Le financement à recours limité se situe entre deux extrêmes: le financement à recours complet qui est semblable aux prêts corporatifs (basés sur des collatéraux) et le financement sans recours où le seul recours des prêteurs concerne les actifs et les flux de trésorerie du projet.¹⁷

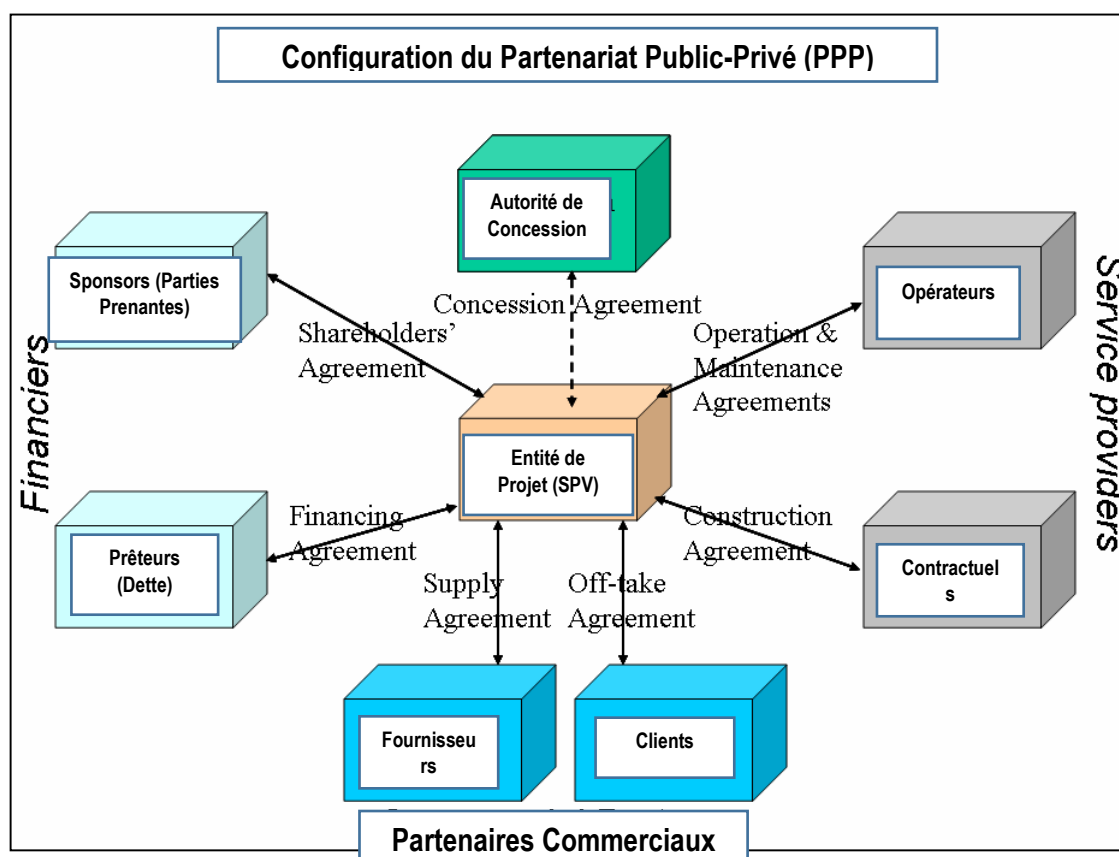
Le financement de projets a débuté dans l'industrie pétrolière et gazière où les promoteurs voulaient réduire leur exposition au risque et préserver leur capacité d'emprunt, et les prêteurs étaient protégés par les importantes marges bénéficiaires de cette industrie. Depuis lors, la portée et l'utilisation du financement de projets ont augmenté et continuent de le faire. À l'heure actuelle, ce financement est largement applicable dans le financement des infrastructures, car les banques internationales et régionales encouragent l'investissement de ces types d'infrastructures par des entreprises du secteur privé ou par le biais de partenariats public-privé (PPP). Le financement de projets ne se limite plus aux projets d'investissement à grande échelle, car les projets de taille moyenne dont les coûts d'investissement sont aussi bas que 5 millions de dollars US ont commencé à utiliser le financement de projets pour mobiliser des capitaux. De nombreux projets industriels sont financés de cette manière.

Une configuration typique de financement de projet est présentée dans la Figure 6.4 ci-dessous. L'entité du projet - les véhicules à usage spécial (SPV) - conclut des accords contractuels appropriés avec les fournisseurs de services, les partenaires commerciaux et les financiers. Ces derniers s'assurent que les accords sont en place pour que le projet représente un risque bancable. Une structure de financement de projet devient un «partenariat public-privé» lorsqu'une autorité publique est directement impliquée et met à la disposition du projet des actifs du secteur public et d'autres ressources par le biais

¹⁷ Voir Beale, C.S., "Tendances dans le Financement Limité et Sans Recours", un discours prononcé dans une conférence sur le financement de projet, (1984); et Niehuss, J.M., "Une Introduction au Financement International de Projet", édité par Hellawell et Wallace, D. Jr., *Comment Négocier les Investissements Étrangers: un Manuel pour le Tiers Monde*, International Law Institute.

d'un accord de concession en vue d'entreprendre et d'exécuter un projet de développement économique, (tel qu'un aéroport, une autoroute ou un port ou un développement de port de plaisance).

**Figure
6.4**



Les gouvernements des pays en développement utilisent de plus en plus le financement de projets comme principale source de financement pour de grands projets. L'utilisation du financement de projets dans le cadre d'accords BOT en particulier est devenue très populaire pour les grands projets d'infrastructure dans les secteurs de l'énergie, de l'eau et des transports. L'utilisation de BOT permet aux gouvernements de faire appel à des sources de capital qui n'étaient pas disponibles autrement, d'attirer l'expertise requise ou peut-être d'améliorer le processus de transfert de technologie.

Le financement de projets n'est pas sans inconvénients et peut être un moyen de financement plus coûteux que l'emprunt corporatif (fondé sur des garanties). Le coût plus élevé des prêts de financement de projet est attribué à des taux d'intérêt plus élevés et à d'autres frais et honoraires qui ne sont appliqués qu'aux prêts de projets. Les taux d'intérêt plus élevés sont en partie attribuables au risque additionnel auquel les prêteurs

sont exposés et en partie à la compensation de certaines des dépenses engagées dans la réalisation des différentes études et dans la conclusion de l'entente. Ces frais et honoraires comprennent également les frais d'engagement, les frais de gestion payés au chef de file leader du financement, les frais de participation versés aux autres banques si le prêt est syndiqué, les frais de vente, les frais juridiques, etc. De plus, la clôture de l'accord de financement du projet est un processus long qui prend souvent plusieurs années et les sponsors des projets finissent souvent par encourir des coûts supplémentaires pour la réalisation de l'accord.¹⁸ Néanmoins, les principaux risques associés au financement de projet sont mieux compris à la fois par les prêteurs et les propriétaires du projet et, par conséquent, les contrats et autres mécanismes sont utilisés de manière appropriée pour atténuer, répartir et gérer les risques.

6.6.2 Arrangements Contractuels et Autres mécanismes d'Atténuation des Risques Liés au Projet

Les risques du projet et les mécanismes d'atténuation sont communément abordés du point de vue des prêteurs. Bien que les risques appartiennent au projet, les mécanismes d'atténuation et les contrats envisagés visent généralement à éliminer ou à réduire le risque pour les prêteurs d'un projet. Il est impératif que les promoteurs de projets analysent les risques et proposent des contrats pour faire en sorte que les risques soient transférés de la façon la plus efficace afin que les participants au projet soient mieux à même de les assumer.

Une des idées fausses associées au risque dans le financement de projets est que les prêteurs prennent beaucoup plus de risques lorsqu'ils sont impliqués dans le financement de projets que dans les prêts aux entreprises classiques. Ce n'est pas forcément vrai. Les banques ont amélioré leurs capacités d'analyse des projets en embauchant l'expertise nécessaire. Par conséquent, leur compréhension de la nature des risques d'un projet et de leur ampleur s'est considérablement améliorée. Cela permet aux prêteurs d'accepter certains risques faibles qu'ils n'auraient peut-être pas acceptés dans le passé s'ils n'avaient

¹⁸ Par exemple, la réalisation d'études indépendantes pour l'évaluation des réserves et de certains risques, la négociation et la préparation des différents contrats, la mise en place de certains fonds, etc. contribuent à augmenter le coût du financement des projets pour les sponsors d'un projet.

pas effectué d'études détaillées de projet. Étant donné que ces analyses détaillées ne sont généralement pas entreprises pour des projets utilisant des prêts aux entreprises, il peut sembler que les prêteurs supportent beaucoup plus de risques avec le financement de projets.

La période critique pour la plupart des projets est l'achèvement du projet et sa préparation à la mise en œuvre. Les prêteurs divisent généralement les risques en deux grandes catégories, les risques avant l'achèvement et les risques après l'achèvement. Ces risques et les moyens de les gérer sont brièvement discutés ci-dessous.¹⁹

(a) *Risques de Pré-Achèvement*

Les risques avant l'achèvement comprennent le risque d'achèvement et le risque lié aux participants. Le risque d'achèvement est le risque qu'un projet ne soit pas terminé. L'achèvement est défini en termes physiques, mécaniques et financiers. Le risque d'achèvement physique est le risque que la construction ne soit pas terminée dans le temps et le budget spécifié, ou ne sera pas complétée du tout. Les retards se traduisent généralement par des dépassements de coûts dus, entre autres, aux intérêts encourus pendant la construction et à l'augmentation du niveau général des prix. Le risque mécanique ou technique est le risque que le projet ne puisse pas maintenir la production à une capacité spécifiée pendant une période de temps spécifiée. Le risque d'achèvement financier est le risque que le projet ne peut pas produire en dessous d'un certain coût unitaire ou qu'il ne peut pas respecter certains ratios financiers pour une période donnée de temps.

Les prêteurs acceptent rarement les risques d'achèvement et cherchent une sorte de garantie d'achèvement des sponsors. Ces garanties peuvent prendre plusieurs formes. Si le projet n'est pas terminé à temps ou s'il y a des dépassements de coûts, les propriétaires de projet peuvent être tenus de rembourser la dette. Alternativement, les propriétaires de projet peuvent être invités à absorber la dette du projet en tant que passif de la société mère et à le payer selon un calendrier spécifié à partir des flux de trésorerie de l'entreprise.

¹⁹ Des discussions plus approfondies sur les différents risques peuvent être trouvées dans diverses références telles que Nevitt, P.K. et Fabozzi, F., *Le Financement de Projet*, Rochester: Euromoney Publications, (1995), Chapitres 10 et 11; Finnerty, J.D., *Financement de projets - Ingénierie financière fondée sur les actifs*, New York, John Wiley and Sons, (1996), Chapitre 3.

Une troisième alternative est que les promoteurs du projet garantissent l'achèvement en finançant les dépassements en utilisant de nouvelles actions. Il est clair que l'une des garanties ci-dessus implique que, avant l'achèvement, la dette du projet soit traitée comme une dette sans recours ou essentiellement comme la dette des promoteurs. Dans le cas de grands projets de développement qui dépassent la capacité financière des promoteurs, le gouvernement peut être appelé à fournir une garantie d'achèvement.

N'importe laquelle des garanties ci-dessus réduit grandement le risque que le projet ne soit pas complété. En d'autres termes, en vertu de l'une de ces garanties, les banquiers ont transféré l'intégralité du risque d'achèvement aux promoteurs du projet ou à un tiers solvable. Les propriétaires du projet d'autre part ne devraient pas être indifférents par rapport à ces garanties.²⁰

Les promoteurs du projet doivent également tenter de se protéger du risque d'achèvement ou d'une partie de celui-ci, si possible en le transmettant ou en le partageant avec d'autres parties prenantes. L'un des moyens d'y parvenir est un arrangement clé en main ou un contrat à prix fixe avec l'entrepreneur qui entreprend la construction du projet.²¹ Les analystes du projet doivent évaluer si les coûts supplémentaires occasionnés par la mise en service d'un projet clé en main sont nécessaires ou non. En d'autres termes, est-ce que l'entrepreneur a déjà réalisé des projets similaires dans le temps et dans les limites du budget? Y a-t-il eu des retards? Est-ce qu'ils justifient un contrat à prix fixe? Les prêteurs seront-ils prêts à accepter le contrat clé en main comme garantie d'achèvement?

Dans certaines situations, les prêteurs du projet peuvent accepter de partager les dépassements de coûts de construction avec les sponsors du projet. Les propriétaires peuvent pré-organiser d'autres sources de financement de dépassement de coûts telles que les lignes de crédit de réserve. Cela dépendra de la fiabilité des flux de trésorerie du projet et de la capacité de couvrir ou non des remboursements supplémentaires de la dette.

²⁰ Par exemple, accepter la dette du projet en tant que dette de la société mère peut implicitement invoquer la première garantie, qui est de rembourser la dette, offrant ainsi plus de flexibilité. En garantissant de compléter le projet par des capitaux propres, le sponsor engagera-t-il des fonds illimités ou existe-t-il un plafond? Une garantie qui a certains éléments de chacune des trois garanties mentionnées ci-dessus fonctionnera peut être mieux pour les sponsors sans compromettre les prêteurs. Une autre question qui devrait être abordée est de savoir comment les cas de force majeure seront gérés pendant la phase d'achèvement.

²¹ Le plus commun de ces contrats sont connus sous le nom de contrat EPC. EPC fait référence à un contrat couvrant les obligations d'ingénierie, d'approvisionnement et de construction.

Les prêteurs peuvent être prêts à partager les risques liés à l'achèvement financier s'ils semblent relativement faibles. Diverses conditions doivent être remplies avant que les prêteurs s'engagent à accepter totalement ou partiellement les risques d'achèvement. Par exemple, le projet doit utiliser une technologie éprouvée. Les prêteurs accepteront rarement le risque d'achèvement dans le cas d'une nouvelle technologie. Les prêteurs exigeront également que l'entrepreneur ait suffisamment d'expérience pour entreprendre des projets similaires et pour les achever à temps; que les flux de trésorerie attendus soient suffisamment robustes pour résister à des dépassements de coûts importants; que la direction du projet et le personnel sont compétents; que les achats aient été assurés rapidement et que le climat politique soit stable. Dans quelques cas et lorsque toutes ces conditions sont réunies, certains projets ont réussi à obtenir un financement sans recours des prêteurs. Ces financements sans recours sont plus courants dans les projets de production de pétrole et de gaz que dans les projets d'autres secteurs.

Un ou plusieurs des sponsors du projet peuvent être financièrement faibles. Dans ce cas, un sponsor financièrement faible peut ne pas être en mesure de faire face à ses obligations financières. Dans le cadre de certaines structures légales de propriété, chaque promoteur est responsable de sa part des obligations financières et de la dette du projet. Si les prêteurs craignent qu'il y ait des participants faibles parmi les parrains, ils peuvent exiger des clauses de défaillance croisée de la part des emprunteurs non défaillants afin de couvrir la défaillance éventuelle d'un autre emprunteur. Une alternative à laquelle les prêteurs peuvent recourir est de rechercher un soutien de crédit tiers pour le(s) sponsor(s) faible(s). La forme la plus courante de ce soutien est une lettre de crédit. Si les prêteurs sont préoccupés par l'engagement de l'un des promoteurs, ils peuvent avoir besoin de capitaux propres pré-engagés et/ou supplémentaires, ce qui réduira leur exposition globale au projet en réduisant le ratio dette/capitaux propres.

Du point de vue des promoteurs, la défaillance croisée pourrait alourdir le fardeau financier des emprunteurs non défaillants et, par conséquent, ne pas être souhaitable pour tous les promoteurs. Il peut toutefois être possible dans certains cas que les sponsors non défaillants assument la dette du sponsor défaillant et achètent sa part dans le projet. Si la

défaillance croisée n'est pas acceptable pour les promoteurs, un soutien par un tiers ou par des capitaux pré-engagés peut représenter une solution préférable.²²

(b) Risques Après Achèvement

Les risques après l'achèvement comprennent le risque des matières premières, le risque lié aux ressources, le risque opérationnel, le risque de marché, le risque politique, le risque de force majeure, le risque d'abandon, etc.

(1) Le Risque des Matières Premières

Le risque lié aux matières premières est le risque que le projet ne soit pas en mesure de garantir un approvisionnement suffisant de ses matières premières pour assurer la production en temps voulu du produit final du projet. Cette perturbation peut à son tour mettre en péril la capacité du promoteur à effectuer le service de la dette du projet. Le risque des matières premières comprend le risque d'indisponibilité et le risque de coût. Si les sponsors du projet ne possèdent pas les sources des principales matières premières du projet, les prêteurs exigent souvent que le projet ait des contrats fermes avec les fournisseurs des principales matières premières du projet.

De tels contrats ne sont pas seulement bénéfiques pour les prêteurs mais aussi pour les sponsors du projet. Premièrement, l'obtention de ce contrat aide à sécuriser le financement du projet. Tout aussi important, cela incite fortement le fournisseur à respecter le calendrier de livraison spécifié. Ces contrats peuvent prendre la forme d'un contrat *offre ou rémunération*. Dans le cadre de ce type de contrat, un fournisseur solvable s'engage à livrer la quantité requise de matière première au projet ou à payer le projet afin qu'il puisse rembourser sa dette. La manière par laquelle ces fournisseurs pourront récupérer ces paiements, voire pas du tout, pourra être spécifiée dans le contrat.

Ces contrats n'ont pas besoin d'être des contrats à somme nulle, où un intervenant doit

²² La structure juridique de l'entité de projet et les problèmes de défaillance doivent être examinés attentivement afin d'éviter toute perturbation inattendue du projet et la détresse de n'importe lequel de ses sponsors avant l'achèvement.

perdre pour que l'autre gagne. Les contrats à long terme avec les fournisseurs du projet peuvent être bénéfiques tant pour les propriétaires du projet que pour les fournisseurs de matières premières. Par exemple, le prix d'approvisionnement spécifié dans le contrat peut être basé sur le prix à long terme de la matière première et peut être indexé pour refléter les variations du niveau général des prix ou lié au prix d'un substitut proche. Alternativement, le prix de l'intrant peut être lié au prix de la production elle-même.

Les propriétaires de projet gagneront en assurant l'approvisionnement de la matière première à un prix à déterminer selon une formule déjà spécifiée. Le fournisseur de la matière première peut également gagner en sécurisant un flux de revenu stable. Tant les propriétaires que les fournisseurs sont susceptibles d'en tirer profit en raison d'une plus faible variabilité dans le temps de leurs flux de trésorerie en raison du contrat. Dans certains cas, il peut être avantageux pour les propriétaires du projet de payer une prime pour conclure un contrat d'approvisionnement ou de paiement à long terme avec leurs fournisseurs de matières premières. La disponibilité d'un marché au comptant pour la matière première peut généralement réduire le besoin d'un contrat pour assurer l'approvisionnement à long terme.

(2) Le Risque Lié aux Ressources

Le risque lié aux ressources est limité aux projets miniers. C'est le risque que la mine ne dispose pas de réserves récupérables suffisantes. Pour faire face à ce risque, les prêteurs réalisent souvent leurs propres études et analyses géologiques, ou exigent que les promoteurs réalisent des études indépendantes pour déterminer la quantité et la qualité des réserves exploitables. En règle générale, les prêteurs envisageront de fournir un financement de projet à un projet minier si la quantité de réserves à exploiter est au moins deux fois supérieure à la production prévue. En d'autres termes, la période de remboursement du prêt ne devrait pas dépasser la moitié de la durée de vie de la mine. Que les prêteurs aient le personnel technique pour mener leur propre analyse ou que les propriétaires du projet commandent une enquête indépendante, cela impose un coût supplémentaire aux sponsors du projet. Ce coût supplémentaire se manifeste soit par des taux d'intérêt plus élevés facturés par les prêteurs, soit par des dépenses accrues pour payer

l'étude. Pour les projets qui se révèlent avoir des réserves satisfaisantes, les prêteurs peuvent être disposés à assumer le risque d'achèvement ou au moins le partager avec les promoteurs du projet.

(3) Le Risque Opérationnel

C'est le risque que le projet se heurte à des difficultés d'exploitation, ce qui entrave sa capacité à générer des flux de trésorerie suffisants pour financer la dette du projet. Dans le cas d'une technologie éprouvée et d'opérateurs et de gestionnaires expérimentés, les prêteurs sont généralement disposés à assumer le risque opérationnel. Si la technologie est relativement nouvelle, les prêteurs auront besoin de garanties de performance de la part des fournisseurs d'équipement. Avec une technologie non éprouvée, on peut dire avec certitude que le financement de projet, s'il est disponible, approchera le financement à recours complet, puisque les prêteurs devront au moins obtenir des garanties d'achèvement et des garanties d'exploitation du fournisseur d'équipement ou du fournisseur de la technologie. Les garanties seront seulement acceptées si le fournisseur de la technologie est solvable.

(4) Le Risque de Marché

Le risque de marché est le risque que le projet ne soit pas en mesure de générer suffisamment de revenus et de flux de trésorerie pour assurer le service de sa dette en raison de faibles prix du marché ou de l'impossibilité de vendre le volume prévu ou une combinaison des deux. Le risque d'un prix de marché trop bas est connu sous le nom de risque de prix et le risque de ne pas vendre des volumes suffisants est connu sous le nom de risque de volume.

Il convient cependant de noter que cette façon standard de décrire le risque de marché consiste à simplifier à l'excès ce qui est généralement la principale cause d'échec des grands projets.²³ Le risque de marché est en fait à la fois la partie la plus critique et la plus

²³ Flyvbjerg, B., Bruzelius, N. et Rothengatter, W., *Mega Projets et Risque*, Presses de l'Université de Cambridge, (2003).

difficile à calculer et à évaluer dans l'analyse coûts-avantages. C'est parce qu'il tourne autour du sujet plus large et plus profond de ce qui constitue la compétitivité d'un projet.²⁴

Les prêteurs seront à la recherche de garanties pour que la production du projet soit vendue. Cela nécessite des contrats de vente à long terme pour la production du projet. Plusieurs types de contrats de vente existent. Dans le cadre d'un contrat de *prise-et-paiement*, les clients du projet s'engagent à acheter un certain montant de la production du projet si celui-ci est mis à disposition par le projet. En d'autres termes, le client du projet devra prendre et payer le montant convenu même si le client n'en a pas besoin. C'est peut-être le type le plus souvent utilisé des contrats de vente à long terme, mais pas le type préféré par les prêteurs. De tels contrats devraient en principe être évités comme étant unilatéraux, mais peuvent être nécessaires dans certaines situations pour rendre le projet financièrement viable. Par exemple, un producteur d'énergie indépendant exigera un tel contrat de la part du service public pour assurer des ventes continues et suffisantes.

Le contrat de *prise-ou-paiement* est une variation du contrat de *prise-et-paiement*. Selon les dispositions de ce contrat, les clients du projet paieront une quantité fixe du produit, qu'il soit disponible ou non. Une forme plus radicale de prise et de paiement est le contrat «*qu'il pleuve, qu'il tonne ou qu'il vente*» en vertu duquel les clients paient même si l'usine tombe en panne ou si l'arrêt est lié à un cas de force majeure.

Les ententes de débit et de déficit de trésorerie sont généralement associées aux projets de pipeline. Un accord de débit stipule qu'une quantité spécifiée de gaz ou de pétrole devra être expédiée à travers le pipeline pendant une certaine période de temps. Le montant spécifié est déterminé afin de générer des revenus suffisants afin que le projet puisse payer toutes ses dépenses et assurer le service de la dette. Un accord de compensation de trésorerie complète l'accord de débit en exigeant des compagnies de transport d'effectuer des paiements en espèces au projet si, pour une raison quelconque, le projet n'a pas assez d'argent pour effectuer le service de sa dette. Ce paiement par l'expéditeur peut être traité comme une avance au projet et réglé à l'avenir de manière à ne pas nuire à la viabilité du

²⁴ Pour une introduction au sujet de l'analyse de marché et l'évaluation de la compétitivité du risque de marché d'un projet, voir Savvides, S.C., "Analyse de Marché et Compétitivité dans l'Évaluation du Projet", Institut Harvard pour le Développement International, Papier de Discussion sur le Développement N° 755, (Février 2000).

projet ou à sa capacité d'effectuer le service de sa dette.

Tous les contrats mentionnés ci-dessus garantissent principalement des niveaux de ventes spécifiés (en volume), mais peuvent aussi être utilisés pour fixer les prix. Par exemple, les promoteurs du projet peuvent s'entendre avec leurs clients sur un prix de vente initial et une formule pour indexer ce prix au fil du temps. La formule peut inclure des changements dans les niveaux généraux de prix, les prix des intrants, les coûts des substituts, etc. Bien que l'inclusion d'un grand nombre de variables puisse sembler séduisante sur le plan conceptuel, elle risque de compliquer l'estimation des prix. Dans certains cas, des prix minimaux peuvent être spécifiés dans le contrat.

Lors de la conception et de l'analyse de ces contrats, toutes les parties contractantes devraient être solvables et les contrats devraient être raisonnables et équitables de tous les points de vue. Sinon, les contrats pourront être et seront violés. Il est également souhaitable d'introduire une certaine souplesse dans les contrats afin d'éviter les infractions involontaires causées par des ruptures minimales qui sont le résultat de clauses trop rigides dans les contrats.

La conception de ces contrats peut devenir plus pointue et compliquée lorsqu'elle traite de plusieurs problèmes. Supposons, par exemple, que nous ayons deux projets, un projet de production de pétrole et un projet de raffinerie de pétrole. La raffinerie pourrait vouloir poursuivre des accords de débit et de trésorerie avec le projet de production de pétrole pour assurer un approvisionnement continu. Dans le même temps, le projet de production de pétrole pourrait vouloir conclure un contrat de prise ferme avec la raffinerie pour assurer la vente de sa production. Alors que la première série d'accords protège les prêteurs de la raffinerie contre certains risques, le second contrat augmenterait les risques de la raffinerie et aurait ainsi un impact négatif sur la capacité de la raffinerie à assurer le service de sa dette.

Une autre considération lors de la conception des contrats est de savoir si la totalité du produit du projet devrait être soumise ou non à un contrat. L'objectif est que les flux de trésorerie garantis par contrat couvrent le service de la dette. Si cela est réalisé en ne disposant que d'une partie de la production du projet sous contrat, les prêteurs peuvent être facilement disposés à accepter des contrats de vente à long terme qui ne couvrent

qu'une partie de la production du projet.

(5) Le Risque de Force Majeure

Le risque de force majeure est le risque que quelque chose hors du contrôle des prêteurs et des sponsors entrave les opérations du projet. Cela comprend les catastrophes naturelles telles que les tremblements de terre et les inondations, et les situations autres que les catastrophes naturelles telles que les grèves. Les prêteurs peuvent exiger que les promoteurs recherchent une assurance contre les risques de force majeure ou établir un fonds de réserve pour le service de la dette qui servirait à rembourser la dette dans une telle éventualité. Les dispositions de financement peuvent également être structurées de manière à permettre une certaine restructuration en cas de force majeure.

(6) Le Risque Politique

Le risque politique couvre un éventail de questions allant de la nationalisation, l'expropriation, l'inconvertibilité monétaire et d'autres contrôles sur le capital, les changements dans les lois fiscales et ainsi de suite. Certains de ces risques peuvent être motivés par des préoccupations environnementales dont l'importance continue d'augmenter dans le monde entier et dans les pays en développement en particulier. Le risque politique est une préoccupation pour les coentreprises et les multinationales qui entreprennent des projets dans les pays en développement.

Il existe plusieurs façons de protéger les prêteurs du projet contre ces types de risques. Les gouvernements peuvent fournir des garanties que le projet ne sera soumis à aucun de ces risques politiques. Alternativement, les gouvernements peuvent garantir qu'ils assumeront la dette du projet si le projet est affecté par l'une de ces actions politiques. Les promoteurs de projets peuvent également assurer le projet contre les risques politiques. L'assurance peut être sollicitée auprès de sources officielles telles que l'Agence multilatérale de garantie des investissements (MIGA) du groupe de la Banque Mondiale et l'Overseas Private Investment Corporation (OPIC) aux États-Unis. Les promoteurs de projets peuvent également solliciter une assurance privée auprès d'organismes d'assurance tels que Lloyds de Londres, qui couvrent de tels risques.

Le risque politique peut également être atténué si de grandes agences financières internationales et régionales (telles que la Banque Mondiale, la Banque Africaine de Développement, la Banque Asiatique de Développement et la Société Financière Internationale) sont impliquées. En fait, il peut être avantageux pour le projet dans le pays d'accueil d'impliquer un ou plusieurs de ces organismes financiers pour signaler le sérieux et l'engagement du pays dans le projet.

Certains risques politiques peuvent être évités en établissant des comptes séquestre en dehors du pays (offshore) dans des institutions financières solides. Dans de tels cas, un fonds fiduciaire est généralement créé en dehors du pays du projet. L'acheteur de la production du projet s'engage à déposer le produit des ventes directement dans le fonds. Les gestionnaires du fonds sont obligés de rembourser la dette, de maintenir des réserves, puis de transférer la balance aux promoteurs du projet. Ce mécanisme est plus facilement applicable si la production du projet est exportée et que les recettes sont générées à l'étranger. Ce système peut être plus difficile à mettre en œuvre si la production du projet est non échangeable et ne génère pas de devises étrangères. En d'autres termes, il peut être difficile d'utiliser un compte séquestre offshore pour des projets d'infrastructure tels que l'énergie, l'eau et le traitement des eaux usées et les projets routiers.

(7) Le Risque d'Abandon

Le risque d'abandon est le risque que les propriétaires du projet abandonnent le projet avant que toute la dette du projet ait été remboursée. Les prêteurs du projet sont préoccupés par le fait que les promoteurs du projet peuvent abandonner le projet au cours de sa phase d'exploitation s'il n'est plus rentable pour eux mais continue d'être capable de générer des fonds (au moins partiellement) pour le service de la dette. Pour se protéger contre l'abandon, les prêteurs formulent un «test d'abandon» basé sur les recettes et coûts historiques et projetés. Si le test est couvert, les sponsors peuvent être autorisés à abandonner le projet, sinon ils doivent continuer à le faire fonctionner pour couvrir le service de la dette. Si l'abandon a lieu seulement dans des conditions difficiles, les sponsors ne peuvent avoir d'autre recours que de rembourser la dette. Par exemple, si le test prévoit que le projet doit être exploité aux frais des promoteurs alors que les revenus sont utilisés pour assurer le service de la dette, les propriétaires ne peuvent avoir d'autre

recours que de rembourser la dette. En d'autres termes, des tests d'abandon rigoureux peuvent finir par convertir le prêt de ce qui semble être un financement à recours limité à un financement à recours complet.

(8) Le Risque du Taux d'Intérêt

Les taux d'intérêt flottants peuvent être risqués. Une augmentation des taux d'intérêt peut nuire à la capacité du projet de rembourser sa dette. Ce risque peut être réduit en concluant des échanges de taux d'intérêt selon lesquels un projet empruntant à un taux d'intérêt variable peut conclure un accord en vertu duquel il accepte de payer un taux d'intérêt fixe et de recevoir un taux d'intérêt variable. Les porteurs de projet peuvent également choisir un plafond de taux d'intérêt qui protège l'emprunteur (le projet) contre des augmentations des taux d'intérêt en obligeant une autre partie à payer la différence entre le taux d'intérêt du marché et le taux plafond chaque fois que le taux d'intérêt du marché est supérieur au taux de capitalisation. Pour réduire les coûts du dérivé, l'emprunteur peut choisir un contrat de «collier» qui prévoit à la fois, une condition de plafond qu'une condition de plancher. Dans un tel arrangement, le coût de la limitation du risque de taux d'intérêt élevés est compensé par la possibilité de gains dans le cas où le taux de base tombe en dessous d'un certain point.

(9) Risque de change des Devises

Il peut y avoir un risque de change si les recettes du projet sont perçues dans une devise et que ses coûts sont facturés dans une autre devise. Les variations du taux de change peuvent avoir des effets préjudiciables sur la capacité du projet à rembourser sa dette. Ces risques peuvent être réduits ou partiellement couverts en souscrivant un emprunt dans la devise dans laquelle le projet recevra ses encaissements. Alternativement, les sponsors peuvent utiliser les marqueurs dans un futur proche ou à moyen terme, ou organiser des trocs de devises.

(10) Service Rigide de la Dette et Défauts Automatiques Causés par des Failles Minimales

Les termes de la période de remboursement du prêt devraient tenir compte de la durée de vie économique du projet et ne pas exercer une pression non nécessaire sur les flux de trésorerie du projet dans les premières années. Un service rigide de la dette peut entraîner la défaillance d'un projet pendant un ralentissement même s'il est encore viable. Pour éviter ces défauts non nécessaires, le service de la dette doit être structuré de manière flexible et éviter les défauts automatiques de déclenchement causés par des failles minimales. Par exemple, le service de la dette peut être positivement lié à un indice convenu à l'avance (tel que les prix de vente) ou aux revenus des ventes; de ce fait, le service augmente lorsque les revenus des ventes sont supérieurs à un budget convenu et vice versa. Dans de tels cas, il est également fréquent que la banque de financement demande également un certain effet de levier sur la décision de la direction de vendre dans une certaine fourchette de prix.

(11) Le Risque de Syndication

Il est assez fréquent que les promoteurs de projets de grande envergure organisent leur financement par l'intermédiaire d'un souscripteur principal qui dirige un groupe de banques. Ce groupe est connu sous le nom de syndicat. Il y a toujours le risque que le souscripteur principal ne soit pas en mesure de sécuriser le financement après avoir négocié les termes et conditions de base avec les sponsors du projet. Cela peut retarder les projets pendant de longues périodes. Pour éviter de tels retards, les sponsors peuvent tenter d'obtenir un engagement ferme de la part du ou des principaux souscripteurs. Si cette approche ne réussit pas, le sponsor peut approcher un groupe de souscripteurs pour financer le projet sans vraiment créer un syndicat (chaque banque cofinancera le projet sur la base d'accords de prêt négociés séparément). Ceci est communément connu sous le nom de financement de club ou d'accords de cofinancement de projets où le facteur commun est généralement le fait que les banques de cofinancement concluent un accord séparé entre elles pour partager les garanties de projet disponibles et la sécurité disponible.

6.7 Conclusion

Un projet dure généralement plusieurs années et est confronté à de nombreuses incertitudes, y compris pour chacune des valeurs futures des apports du projet et des résultats du projet, des modalités de financement du projet ainsi que de l'environnement macroéconomique et politique. L'analyse du projet serait loin d'être terminée si elle se termine au stade de l'évaluation déterministe. Ce chapitre a montré comment on peut et doit passer de l'analyse d'un monde déterministe à un monde probabiliste.

Nous avons expliqué que les analystes de projet doivent d'abord identifier les variables clés de risque du projet en question en utilisant les analyses traditionnelles de sensibilité et de scénario; puis estimer la corrélation entre les variables de risque avec des données historiques dans la mesure du possible ou avec l'aide d'experts dans ce domaine. Cela prend en compte les différentes plages de valeurs possibles et différentes distributions de probabilités pour les variables de risque utilisées dans une simulation de Monte Carlo du projet. L'analyse présentée dans ce chapitre fait en effet partie de notre approche d'analyse de projet intégrant les variables clés de risque dans l'analyse financière, économique et des parties prenantes du projet. Les principaux critères d'évaluation des projets pour l'évaluation financière et économique peuvent tous être résumés et présentés en fonction de la fréquence ou des distributions cumulatives des éléments d'intérêt tels que la VAN financière, la VAN économique, la couverture du service de la dette et le ratio de perte attendu.

Avec la compréhension de cette technique, nous avons présenté un cadre conceptuel utilisant de nombreux contrats pour gérer les risques du projet de la manière la plus efficace. Comme le financement du projet est également un élément clé pour une mise en œuvre réussie du projet, nous avons identifié les risques possibles avant la complétion et les risques post-achèvement et présenté certains des mécanismes et contrats d'atténuation pour éliminer ou réduire les risques pour les prêteurs, les sponsors et autres participants au projet.

REFERENCES

- Arrow, K.J. and Lind, R.C., "Uncertainty and the Evaluation of Public Investment Decisions", *American Economic Review*, Vol. 60, No. 3, (June 1970), pp. 364-378.
- Balcombe, K.G. and Smith, L.E.D., "Refining the Use of Monte Carlo Techniques for Risk Analysis in Project Planning", *The Journal of Development Studies*, Vol. 36, No. 2, (December 1999), pp. 113-135.
- Beale, C.S., "Trends in Limited and Non-Recourse Financing", a speech delivered to a project financing conference, (1984).
- Blitzer, C.R., Lessard, D.R. and Paddock, J.L., "Risk-Bearing and the Choice of Contract Forms for Oil Exploration and Development", *the Energy Journal*, Vol.5, No.1, (1984), pp. 1-28.
- Finnerty, J.D., *Project Financing: Asset-Based Financial Engineering*, New York: John Wiley and Sons, (1996), Chapter 3.
- Flyvbjerg, B., Bruzelius, N. and Rothengatter, W., *Mega Projects and Risk*, Cambridge University Press, (2003).
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. and Buhl, S.L., "Underestimating Costs in Public Works Projects: Error or Lie", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 68, No. 3, (Summer 2002), pp. 279-295.
- Flyvbjerg, B., Skamris Holm, M. and Buhl, S.L., "How (In) accurate are Demand Forecasts in Public Works Projects?", *Journal of the American Planning Association*, Vol. 71, No. 2, (Spring 2005), pp. 131-146.
- Glenday, G., "Monte Carlo Simulation Techniques in the Valuation of Truncated Distributions in the Context of Project Appraisal", paper presented at 64th *Annual Conference of the Western Economic Association*, (June 1989).

- Glenday, G., "Risk Sharing Contracts in Project Appraisal", *Canadian Journal of Program Evaluation*, (1997).
- Mun, J., *Applied Risk Analysis: Moving Beyond Uncertainty*, John Wiley & Sons, Inc., (2004).
- Nevitt, P.K. and Fabozzi, F., *Project Financing*, Rochester: Euromoney Publications, (1995), Chapters 10 and 11.
- Niehuss, J.M., "An Introduction to International Project Financing", edited by Hellawell and Wallace, D. Jr., *Negotiating Foreign Investments: A Manual for the Third World*, International Law Institute, (1982).
- Pouliquen, L.Y., *Risk Analysis in Project Appraisal*, Baltimore, MD: the John Hopkins University Press, (1970).
- Savvides, S.C., "Market Analysis and Competitiveness in Project Appraisal", Harvard Institute for International Development, Development Discussion Paper No. 755, (February 2000).
- Savvides, S.C., "Risk Analysis in Investment Appraisal", *Project Appraisal*, Vol. 9, No. 1, (March 1994).
- Schuyler, J., *Risk and Decision Analysis in Projects*, Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., Second Edition, (2001).
- Vega, A.O., "Risk Allocation in Infrastructure Financing," *The Journal of Project Finance*, Vol. 3, No. 2, (Summer 1997).