

Institut Supérieur de Commerce et d 'Administration des Entreprises

Mémoire de fin d'étude Pour l'obtention du diplôme de Mastère Spécialisé en Contrôle de Gestion

Sujet :

Procédure d'évaluation des projets d'investissement chez un opérateur de Télécommunications

présenté par Bargach Mohammed

Année Universitaire 2002/2003

REMERCIEMENTS

Il m'est agréable d'exprimer ma profonde gratitude à l'égard de Maroc Telecom qui m'a permis d'effectuer ce travail dans de très bonnes conditions, mes remerciements vont tout spécialement aux responsables de la Division Contrôle de Gestion qui n'ont pas manqué de me faire profiter de leurs remarques pertinentes .

Mes vifs remerciements vont également à Mr Bendriouch Mon encadrant à l'ISCAE qui m'a guidé au long de ce mémoire.

ABSTRACT

The rapidly increasing competition in the telecommunications markets forces the telecommunications operators to try to optimise their business performance mainly by first trying to minimise their operation cost and secondly by investing in new technology in order to expand their revenue basis. As telecommunication investment projects are in their majority very capital expensive and technology is evolving extremely fast, the risk associated with investments decisions in the telecommunications sector is very high. Thus the main objective of this project is to introduce a modular framework in order to be able to carry out thorough analyses of telecommunications sector.

The methodology framework consist of a set of modules. A module generally receives inputs from other modules and generates outputs to other modules. The specification and requirements of the module, the interfaces between modules and their content in terms of necessary parameters and variables lays the foundation for the modeling work and the generation of results.

Résumé

La croissance rapide de la compétition dans le secteur des télécommunications oblige les opérateurs télécoms à optimiser les performances de leurs activités, principalement en minimisant les coûts d'opération de leur réseau mais aussi en investissant dans la nouvelle technologie à fin d'augmenter leur revenus . Cependant, le risque associé aux investissements dans le secteur des télécoms est très élevé vu d'une part le coût très élevé des investissement et d'autre part l'évolution extrêmement rapide de la technologie. Ainsi, l'objectif de ce mémoire est d'introduire une structure modulaire qui servira d'outil pour une analyse méthodologique de l'opportunité d'un projet d'investissement dans le secteur des télécoms .

Cette structure modulaire consiste en un ensemble de modules chacun recevant des inputs et générant des outputs. La détermination des spécifications, des interfaces entre modules et de leurs contenues en termes de paramètre nécessaires et d'autres variables constituent la base de cette méthodologie modulaire.

SOMMAIRE

Introduction

Partie I: Conception d'une structure d'analyse des projets d'investissement

CHAPITRE I : Procédure d'analyse.....	3
I-1 Choix du projet d'investissement.....	11
I-2 Présentation du model générique	13
I-3 Définitions des modules.....	14
I-3-1 Description du scénario	14
I-3-2 Module Définition du Projet.....	14
I-3-3 Module du coût :inputs.....	15
I-3-4 Module du coût : outputs.....	16
I-3-5 Le module du marché-Les inputs	16
I-3-6 Module du marché-les outputs	17
I-3-7 Le module du risque	17
I-3-8 Dimensionnement du réseau.....	18
I-3-9 Modules revenu et cash flow	19

[CHAPITRE II :Outils d'analyse des projets d'investissement](#)

II-1 Analyse d'un projet d'investissement du point de vue économique	20
II-2 Les critères de décision de l'investissement.....	20
II-2-1 Le taux de rendement comptable	21
Critère de décision.....	21
II-2-2 La valeur Economique ajoutée.....	21
II-2-3 Délais de récupération.....	22
II-2-4 La valeur actualisée net (VAN).....	23
II-2-4-1 La valeur actuelle.....	23
II-2-5 Le taux de rentabilité interne (TRI).....	24
II-2-6 L'index de profitabilité	24
II-3 Rationalisation du Capital	25

[CHAPITRE III : Le Risque](#)

III-1 Définition du risque.....	26
III-1-1 Les types de risque.....	27
III-2 Evaluation du risque	27
III-2-1 Les techniques d'ajustement du risque	28

III-2-1-1 Ajustement du taux d'escomptes	28
III-2-1-2 Ajustement des cash flows	28
III-2-2 Méthode de simulation –Monte Carlo	29
III-2-2-1 Formulation du problème	31
III-2-2-2 Conception du modèle de base	33
III-2-2-3 La détermination des sources de risque significatives.....	34
III-2-2-4 L'établissement des distributions de probabilités.....	34
III-2-2-5 L'établissement de coefficients de corrélation	34
III-2-2-6 Simulation	35
III-2-2-7 L'analyse des résultats.....	35

Partie II: Application de la procédure d'analyse pour l'évaluation de
l'opportunité de l'investissement dans l'alimentation d'un
site GSM par énergie solaire

CHAPITRE IV: Etude de cas réel

IV-1 structure modulaire	37
IV-1-1 Description du scénario	37
IV-1-2 Définition du projet	38
IV-1-3 Le module du dimensionnement.....	39
IV-1-4 Module du coût.....	39
IV-1-5 Module du marché	41
Le trafic	42
IV-1- 6 Module du coût global de l'investissement	42
Calcul de l'OPEX.....	43
IV-1-7 Module revenu.....	45
IV-1-8 Module Cash flow	46
IV-1-10 Module analyse du projet	48
IV-1-10-1 Calcul de la VAN	48
IV-1-10-2 Calcul du TRI.....	49
IV-10-3 Le délai de récupération	49
IV-1-10-4 calcul de l'indice de profitabilité.....	50
IV-1-10-5 Calcul de l'EVA.....	50
IV-2 Evaluation du projet relatif à l'alimentation des sites GSM par GE.....	51
IV-2-2 calcul du Cash Flow	52
IV-10-2-3 Calcul de la VAN	54
IV-10-2-3 calcul du TRI.....	54

IV-10-2-4 calcul du délai de récupération	55
IV-10-2-5 Calcul de l'indice de profitabilité	55
IV-10-6 Calcul de l'EVA	55
IV-3 Analyse des résultats- Etude comparative.....	56
Synthèse	57

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

Introduction

L'utilisation courante du terme "investissement" est souvent source de confusion. Il s'agit cependant dans tous les cas d'une dépense dont on attend qu'elle soit rentable à moyen ou long terme. Le choix des investissements consiste à sélectionner un ensemble de projets parmi tous ceux qui, à moyen ou long terme, s'offrent à l'entreprise. Son importance pour l'entreprise provient du fait qu'une bonne ou mauvaise décision est généralement difficile à modifier et engage l'entreprise pour plusieurs années, d'où son caractère d'irréversibilité.

L'objet de ce mémoire est l'élaboration d'une procédure d'évaluation des projets d'investissement chez un opérateur Telecom, en l'occurrence Maroc Telecom.

La libéralisation du secteur des télécommunications a forcé les opérateurs à optimiser leurs performances en réduisant principalement leurs charges mais aussi en investissant dans des nouveaux projets en vue d'augmenter leurs revenus et leurs parts du marché. Cependant, le risque associé à la décision d'investissement dans le secteur des télécommunications est très élevé, en raison de l'importance du financement qu'ils nécessitent et la rapidité de l'évolution technologique. Par conséquent il est très important de développer et d'introduire des méthodes qui sont capables de quantifier le risque associé aux nouveaux investissements et de déterminer la façon optimale d'implémenter un projet. A défaut de bien déterminer le risque et les opportunités associées à un projet, des implications adverses sur les performances financières de la compagnie en résulteront.

Ces implications seront aussi élevées que le degré d'irréversibilité du coût de l'investissement.

La valeur de création d'une entreprise et la position concurrentielle sont déterminées par l'allocation des ressources de l'entreprise et par l'évaluation adéquate des investissements alternatifs.

La majorité des opérateurs Telecom sont conscients de l'incertitude majeure qu'ils peuvent rencontrer dans le futur. Actuellement la totalité des décisions stratégiques sont prises en se basant sur des prévisions. Tout de même les gestionnaires

rappellent sans cesse qu'à défaut d'inclure des considérations d'incertitudes dans les prévisions conduit à des erreurs très coûteuses.

Dans cet environnement incertain et en constante évolution, la gestion flexible et l'adaptation stratégique sont devenues des éléments clé pour un financement réussi des projets d'investissement avec opportunité de croissance favorable. Un nombre croissant d'académiciens et de gestionnaires sont de plus en plus convaincus que les approches standards de l'allocation des ressources dans l'entreprise ne sont plus adéquates du fait qu'elles ne sont pas en mesure de permettre aux gestionnaires d'adapter et de réviser leur décisions en réponse aux évolutions et au développement imprévisible du marché.

Face aux lacunes de l'approche standard, plusieurs ouvrages et approches ont été proposés ne traitant pas seulement de l'allocation des ressources, mais aussi de la procédure d'évaluation des projets d'investissement. Ce dernier élément (évaluation des projets d'investissement) constitue l'objet de ce mémoire.

Nous allons structurer notre travail en deux parties, la première comportera trois chapitre dans le premier nous introduirons une structure modulaire qui nous permettra d'assembler tous les paramètres nécessaires à l'analyse et à l'évaluation d'un projet d'investissement en tenant compte de l'environnement dans lequel opère l'entreprise, le risque, le marché, la stratégie, et la concurrence.

Dans le deuxième chapitre nous ferons un rappel des outils de l'analyse financière. Le chapitre qui suit, nous le consacrerons à l'analyse du risque et à l'incertitude liée aux projets d'investissement, nous présenterons des méthodes de l'évaluation du risque. Dans la deuxième partie du mémoire du mémoire nous ferons l'étude d'un cas réel, nous appliquerons la procédure définie pour l'évaluation de l'opportunité de l'investissement dans l'alimentation d'un site GSM par énergie solaire.

PARTIE I

Chapitre I

Procédure d'analyse

I-1 Choix du projet d'investissement

Une fois définis, les grands choix de la politique générale ainsi que de la stratégie à mettre en oeuvre pour atteindre les objectifs fixés, l'entreprise« rationnelle» va bâtir son programme d'investissement en procédant par étapes :

- présélection et collecte des projets d'investissements
- analyse de la cohérence entre les projets et la politique générale
- étude commerciale, technique, humaine, financière
- analyse de rentabilité, liquidité, risque
- choix du programme d'investissements, c'est-à-dire d'un ensemble de projet cohérent entre eux dans le temps et l'espace et compatible avec l'enveloppe budgétaire
- plan de financement et prévision de trésorerie
- suivie et contrôle des réalisations

les projets certes naissent au sein des directions mais également dans les centres de recherches, les services commerciaux...etc. A noter que la phase exploratoire tente à être de plus en plus systématiser dans les entreprises : Boite à idée, organisation décentralisée créant un climat propice à l'imagination, cercle de créativité... mais bien sûr toutes les idées ne sont pas retenues, loin s'en faut, ne serait-ce que parce que nombreuses sont celles qui ne sont pas techniquement réalisables ou commercialement réaliste.

Après la vérification de la conformité des projets présélectionnés avec la stratégie qu'ils ont définie, les dirigeants de l'entreprise demandent aux services commerciaux, financiers, techniques et sociaux, d'entreprendre des études préliminaires (surtout s'il s'agit d'un projet de grande taille qui engage la firme à long terme) :

a) Etudes commerciales

Elles portent sur le produit (caractéristiques technologiques, cycle de vie, produit concurrent sur le marché...), la part de marché (marché actuel et marché potentiel), la concurrence, les prix, la distribution. Ces études portent le plus souvent sur des investissements de capacité ou d'innovation.

b) Etudes techniques

Le projet est-il techniquement réalisable ? la réponse à cette question nécessite une étude approfondie sur les terrains et bâtiments (faut-il aménager les locaux existants, acquérir de nouveaux terrains.. ?), les équipements (durée de vie physique, délais de livraison, fiabilité...), l'exploitation/maintenance (temps de mise au point, performances des machines, frais d'entretien et de réparation...).

c) Etudes sociales

Dispose-t-on, en quantité et en qualité, des ressources humaines nécessaires à la réalisation du projet envisagé (problèmes de recrutement et de formation des hommes, sous-traitance) ? Quelles seront les conséquences de l'introduction de nouvelles technologies sur l'organisation du travail et sur la motivation des hommes ? Quelles mesures nouvelles d'hygiène -sécurité et à quel coût ? etc.

d) Etudes financières

Le projet est-il compatible avec les enveloppes budgétaires ? Quel est son impact sur le besoin de financement de la firme ? Où trouver les sources de financement ? (Autofinancement, crédits à long terme, augmentation de capital...) C'est également aux services financiers de déterminer le coût des capitaux. Ces analyses doivent être complétées par des études fiscales (déduction de la TVA sur immobilisations, impact au niveau de l'impôt sur les sociétés...).

Ainsi et afin d'assembler l'ensemble de ces données nous présentons dans la section suivante une structure d'analyse modulaire. Cette structure est composée de plusieurs modules, que nous définirons, chacun des modules reçoit des inputs et génère des outputs. Les spécifications des modules, les interfaces entre eux et leur contenu en terme de paramètres nécessaires et variables constitueront les éléments de base, auxquelles nous appliquerons les méthodes d'analyse des projets d'investissements, méthodes que nous présenterons au chapitre suivants.

I-2 Présentation du model générique

Afin de pouvoir évaluer l'opportunité d'un projet d'investissement, il est essentiel d'assembler un certain nombre d'informations et de paramètres liés au marché , au risque , à la stratégie , à l'infrastructure , aux Objectifs et au cash flow que peut générer cet investissement. Pour cela, nous pressentons dans la figure I.1 une structure modulaire qu'on adoptera tout au long de ce mémoire comme outils qui nous permettra de générer toutes les informations nécessaires pour une évaluation objective des projets d'investissements.

Structure modulaire

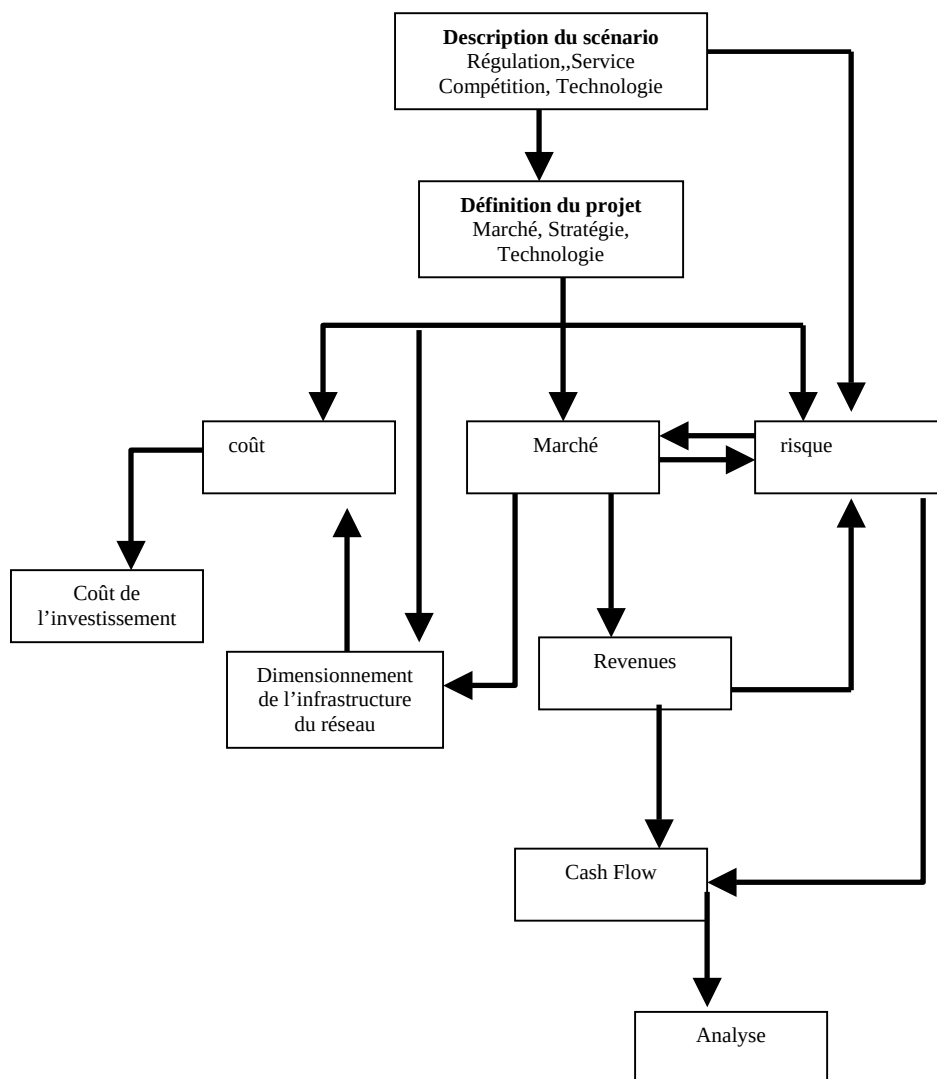


figure 1-1

Nous appelons module chacun des éléments constituant cette structure. Un module reçoit des inputs et génère des outputs vers d'autres modules. Dans la section suivante nous décrirons en détail ces modules, les paramètres les constituant, leurs inputs et leurs outputs.

I-3 Définitions des modules

Après avoir défini la structure du processus d'analyse des projets d'investissement, nous allons maintenant décrire chacun des modules et leurs flux entrant et sortant.

I-3-1 Description du scénario

Le scénario reflète l'environnement dans lequel l'entreprise évolue, dans ce module on définit les paramètres liés à la régulation et lois qui régissent le secteur d'activité de l'entreprise, les Télécommunications dans notre cas, à la concurrence et aux caractéristiques de la technologie. Ainsi les attributs qui en découlent sont les suivants :

- ❑ Paramètres qui décrivent l'évolution et l'obsolescence technologique
- ❑ Paramètres relatifs à la concurrence
- ❑ Paramètres relatifs aux coûts des licences et à la régulation qui régie le secteur

L'identification du scénario est très utile lorsque l'opérateur veut établir une stratégie à long terme (entre 5 et 10 ans en général). La stratégie représente l'ensemble des moyens par lesquels l'opérateur atteint ses objectifs économique et technologique. Elle est basée sur un nombre d'actions et d'initiatives que l'opérateur prévoit entreprendre. Ainsi, et afin de permettre à l'opérateur de prendre les bonnes actions et initiatives, les paramètres suscités identifiant le scénario doivent être assez explicites et doivent quantifier les facteurs influant sur l'investissement.

I-3-2 Module Définition du Projet

Dans ce module nous définissons les paramètres relatifs au marché, à la technologie et la stratégie du service et de la tarification. En effet, dans le secteur des télécommunications un projet d'investissement permet en général la commercialisation de plusieurs services, par conséquent, des études doivent nécessairement être entreprises en tenant compte des services offerts par la

concurrence pour déterminer la stratégie à adopter pour la commercialisation des services et aussi pour la tarification selon les différentes catégories de clients.

Les données relatives à l'équipement à acquérir et intégrer dans le réseau dans le cadre du projet d'investissement doivent être aussi définies dans ce module. Ces équipements dépendent significativement de la technologie choisie, ainsi lorsque plusieurs solutions technologiques sont à évaluer, afin de prendre une décision pour le choix de la technologie la plus avantageuse une méthode, largement utilisée, est la matrice SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats), elle consiste en la construction d'une matrice Quatre colonnes (colonne force, colonne faiblesse, colonne opportunités et colonnes risques). (Voir annexe 1)

A l'aide de cette méthode d'analyse, nous pouvons réduire de façon significative le nombre de solutions technologiques.

Ainsi les outputs de ce module sont :

- ❑ Stratégie du service et de la tarification
- ❑ Durée de vie du projet
- ❑ Caractéristiques techniques des équipements et de la technologie
- ❑ Données relatifs à la maintenance des équipements

Ces données seront utilisées dans le module coût et le module marché pour déterminer le coût de l'investissement, le trafic, la part du marché durant la durée de vie du projet(en se basant sur les moyens disponibles chez la concurrence :capacité technique, financière et humaine)

I-3-3 Module du coût :inputs

Lorsqu'un opérateur entreprend des travaux de construction d'un réseau Télécom ou de mise à niveau d'un autre déjà existant, il est mené à choisir entre un ensemble de technologies. Le coût de la structure varie significativement selon le choix d'une technologie ou d'une autre. D'autre part pour chaque technologie donnée il est essentiel de faire la distinction entre les éléments dédiés (couche application) et d'autre partagés (couche de transport) afin de déterminer le coût exacte de l'investissement.

Pour chaque type de technologie il est cependant nécessaire d'extraire les attributs qui nous permettent de calculer le coût de l'investissement, soit :

1. Le coût de l'équipement
2. le coût de la maintenance
3. l'évolution des prix

D'autre part et pour compléter le coût de l'investissement, on a besoin des inputs, cités ci-après, générés par le module du marché :

1. Pénétration, et par conséquence le nombre d'abonnés prévu pour chaque service.(output module marché)
2. Le trafic pour chaque service , pour des fins de dimensionnement. (output module marché)
3. Les coûts administratifs liés directement au client. (output module marché)

En effet, ces données nous permettrons de dimensionner le réseau et d'évaluer la capacité des équipements nécessaires et par la suite le coût global de l'investissement.

I-3-4 Module du coût : outputs

Le module du coût doit fournir une multitude d'outputs, nécessaires pour le calcul des indices financiers, tel que l'IFC (installed first cost) et LCC(life –cycle cost).

Ainsi, les éléments, cités ci-après, doivent obligatoirement être générés par le module, ils constituent en fait ses output :

1. Le coût annuel de l'investissement
2. Le coût annuel de la maintenance
3. Le coût annuel de l'exploitation

I-3-5 Le module du marché-Les inputs

Le module du marché doit généré des données relatif à la concurrence, la pénétration du produit ou du service et d'autres paramètres nécessaires pour le dimensionnement, ainsi, comme illustré dans la figure I.1 les inputs nécessaires pour le module du marché sont les suivants :

- ❑ Types de services (output module définition du projet)
- ❑ La stratégie du service et de la tarification. (output module définition du projet)
- ❑ Durée de vie du projet. (output module définition du projet)

- ❑ Résultat de la matrice SWOT. (output module définition du projet)

Le type de service définit la gamme de services à être offerte et quand doivent être offerts. Différentes stratégies de tarification doivent être envisagées, dépendamment du type de clients : entreprise ou simple consommateur. La durée de vie du projet a été définie précédemment.

Le résultat de la matrice SWOT relatif à la technologie à adopter, peut être très utile pour une aide à la prise de décision relative à la stratégie du service : Quel produit ou service il est opportun d'introduire vu ce qu'offre la concurrence ?

I-3-6 Module du marché-les outputs

Le module du marché doit générer l'ensemble des outputs suivants :

- ❑ Pénétration et part du marché par service pour chaque année durant toute la durée de vie du projet

Ces paramètres seront utilisés pour le calcul du coût de la structure à intégrer au réseau et les charges administratives.

- ❑ Le trafic annuel généré par chaque service.
- ❑ Le type du trafic(IP, Internet protocol), (ATM, Asynchronous transfer mode), SDH, PDH,etc..

Ces données serviront au dimensionnement du réseau et par conséquent à l'évaluation des coûts. Le trafic généré sera aussi utilisé dans le calcul des revenus.

- ❑ Revenu par service

Il est calculé à partir du nombre d'abonné et le trafic moyen généré par service.

I-3-7 Le module du risque

Nous allons définir le risque associé à l'investissement en terme de risque associé à la technologie, au marché, et par conséquent le risque associé à la diminution des revenus. Les variables liées au risque sont en général incertaines et corrélées . La régulation de l'environnement, l'évolution technologique et le degré de compétition sont autant d'autres variables associées au risque et qui présentent un niveau élevé d'incertitude. Ainsi , et vu la corrélation entre les variables, changer une variable et analyser l'impact de ce changement peut nous induire en erreur. Dans ce mémoire

nous allons adopter la méthode de Monte Carlo pour l'analyse du risque associé aux projets d'investissement.

Ainsi définir les inputs et les outputs du module risque revient à définir ceux nécessaires pour la méthode de Monte Carlo, et qu'on peut résumer par :

1- les inputs (voir chapitre III)

- ❑ Les assumptions incertaines et leurs fonctions de probabilité.
- ❑ Le nombre de corrélation entre les assumptions
- ❑ Les variables de prévision financière : VAN, TRI, DR
- ❑ Critères de sélection propre au projet d'investissement

2- Les outputs

- ❑ Indices de classifications des assumptions. La classification est très utile quand à l'identification des assumptions qui ont un impact majeur sur l'incertitude et le risque
- ❑ Détermination du profil du risque

Nous consacrerons le troisième chapitre à l'étude et l'analyse du risque.

I-3-8 Dimensionnement du réseau

Le dimensionnement du réseau est généralement réalisé à l'aide des outils de planification et de dimensionnement ou directement dans des comités technico-économiques, dépendamment de la complexité de la tâche.

Les inputs du module

Les inputs nécessaires au module du dimensionnement sont :

- ❑ Le nombre d'abonnés pour chaque service
- ❑ La matrice du trafic
- ❑ Le type du trafic (IP,ATM,etc..) et leur attribues principalement le débit, la classe de la qualité de service etc.
- ❑ Densité des abonnés (répartition géographique des abonnés)

Une fois définis, ces éléments permettrons de dimensionner le réseau. L'output du module du dimensionnement est essentiellement constitué de la « Shopping list » la liste des équipements nécessaires pour satisfaire la capacité et la qualité de service requise.

I-3-9 Modules revenu et cash flow

Après avoir déterminé le trafic généré par le service et le nombre estimatif d'abonné et la tarification, qui sont des outputs du module du marché, il est possible à ce stade de calculer les revenus et par la suite les Cash flow générés, sachant que le cash flow est donné par :

Cash flow = Revenu – OPEX - amortissements - impôt

Où l'OPEX représente le coût annuel de la maintenance et de l'exploitation, qui sont des données générées par le module du coût.

Chapitre 2

Outils d'analyse des projet d'investissement

L'objet de ce chapitre est de proposer une méthodologie pour l'analyse d'un projet d'investissement, en utilisant tous les paramètres générés par la structure modulaire présentée au chapitre précédent. Nous présentons les méthodes d'analyse financières et les critères de sélection. L'évaluation du risque fera l'objet du troisième chapitre.

II-1 Analyse d'un projet d'investissement du point de vue économique

Dans cette section nous présentons les concepts généraux de l'analyse des projets d'investissement, d'un point de vue économique. Ainsi et afin de cerner tous les cotés de l'analyse financière d'un projet nous allons analyser les critères d'investissement et les objectifs de l'analyse financière selon l'ordre suivant :

1. Les critères de décision de l'investissement
2. rationalisation du capital

II-2 Les critères de décision de l'investissement

Les critères ou outils d'aide à la prise de décision que nous allons présenter dans cette section, sont en fait les outils, classiques, de l'analyse financière des projets d'investissement soit :

- ❑ Le taux de rendement comptable(TRC)
- ❑ Valeur économique ajoutée (EVA)
- ❑ Le Payback ou le délai de récupération (DRC).
- ❑ Valeur actualisée Nette (VAN)
- ❑ Le taux de rendement interne (TRI)
- ❑ L'indice de profitabilité(IP)

II-2-1 Le taux de rendement comptable

Le taux de rendement comptable est la moyenne prévisionnelle des gains avant intérêts et après taxes sur toute la durée de vie du projet, divisée par l'investissement total du projet.

Critère de décision

Si le taux de rendement comptable est $>$ coût du capital, alors on accepte le projet

Si le taux de rendement comptable est $<$ coût du capital, alors on rejette le projet.

Avantages :

- Méthode très simple et intuitive pour la mesure de la profitabilité d'un projet.

Inconvénients :

- Cette méthode est basée sur le revenu comptable et non sur les cash flow dégagés par le projet. Or, les revenus d'opération peuvent être différents du cash flow généré.

II-2-2 La valeur Economique ajoutée

La valeur économique ajoutée

$EVA = (\text{retour sur capital} - \text{coût du capital}) * \text{Capital investi dans le projet}$.

Ou encore on peut la calculer par la formule suivante :

$EVA = NOPAT - WACC * IC$

Ou :

- NOPAT(Net Operating Profit After Taxes) représente le résultat de la société si elle était totalement financé par fonds propres(pas de gain fiscal)
- WACC représente le coût moyen pondéré des capitaux, pour Maroc Telecom il est fixé à 12%
- IC représente le Capital investi (CAPEX)

Critères de décision :

Le projet est accepté si l'EVA est > 0

Les sociétés qui ont un EVA positif sont celles qui créent un surplus de valeur, celles avec un EVA négatif sont celles qui 'détruisent' la valeur.

Nous désignons par valeur :

Valeur de la firme = Capital investi dans l'actif en place+ VA de l'EVA des actifs en place+ Somme des VA des EVA des nouveaux projets.

Avantages :

- Le principe de l'EVA ressemble à celui de la VAN, du fait qu'elle considère que la valeur de la firme augmente en prenant des projets avec des EVA positives.
- Responsabilise davantage les dirigeants sur des paramètres sur lesquels ils ont contrôle < retour sur capital et coût du capital>, paramètres affectés par leur décision, au lieu de les responsabiliser sur des paramètres qui ne contrôlent pas.

II-2-3 Délais de récupération

Le délai de récupération est défini comme étant la période de temps nécessaire pour le recouvrement du capital investi, en cumulant les cash flow net générés par le projet.

En général un délai maximum acceptable pour la récupération est considéré comme un critère de sélection ou d'aide à la prise de décision relative à un investissement. Les projets qui récupèrent les fonds investis dans une période inférieure à la période maximale acceptable sont acceptés les autres rejetés.

Généralement le délai de récupération est utilisé comme critère de décision secondaire.

Avantages :

- ❑ Se calcule facilement
- ❑ Donne une idée sur la liquidité du projet(Avec quelle allure les capitaux investis seront retournés)
- ❑ C'est un indicateur du risque relatif du projet(puisque les prévisions des cash Flow des dernières périodes sont plus risquer que les premières)

Inconvénient :

- ❑ Ignore les cash flow générés après la période de récupération
- ❑ Ignore la valeur temporelle de l'argent

II-2-4 La valeur actualisée net (VAN)

II-2-4-1 La valeur actuelle

On appelle valeur actuelle (VA) d'un projet d'investissement la valeur résultant de l'actualisation des différents flux de trésorerie qu'il génère.

Soit :

$$VA = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i}$$

où F_i sont les flux de trésorerie générés par l'investissement, t le taux d'actualisation requis et i les années.

En outre, tout projet d'investissement nécessite d'être financé au tout début de son existence : c'est l'investissement de départ, ou autrement dit le montant des liquidités nécessaires pour que le projet devienne réalité.

II-2-4-2 La valeur actuelle nette d'un investissement (VAN)

On appelle valeur actuelle nette (VAN) d'un projet d'investissement la différence entre la valeur actuelle des flux qu'il dégage et l'investissement de départ I_0 .

Soit :

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} - I_0$$

Si la valeur actuelle nette d'un projet d'investissement est positive, les flux de ce projet en valeur d'aujourd'hui sont supérieurs à l'investissement en cash qu'il nécessite : il mérite donc, d'un point de vue financier d'être entrepris. La valeur actuelle nette est alors considérée comme la valeur créée par un investissement, elle représente l'augmentation immédiate de valeur qui revient à l'investisseur. En effet, si l'investissement coûte 100 DH à réaliser et que la valeur actuelle de ses flux futurs est de 110 DH, l'investisseur qui le réalise s'enrichit de 10 DH.

Si, en revanche, l'investissement de départ est supérieur à la valeur actuelle des flux futurs, le projet doit être abandonné sous peine de détruire de la valeur.

Avantages :

- La VAN est additive. En effet, la VAN d'un projet peut être agrégée pour obtenir une VAN cumulative d'un secteur ou d'une activité globale. Aucun autre outil de décision financière n'a cette particularité.
- La VAN peut être calculée en utilisant des taux d'actualisation variant dans le temps.

II-2-5 Le taux de rentabilité interne (TRI)

On appelle taux de rentabilité interne (TRI) d'un investissement le taux d'actualisation qui annule sa valeur actuelle nette.

On utilise la formule de calcul de la VAN en changeant l'inconnue : on cherche en effet le taux t tel que $VAN = 0$, soit :

$$\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} = V_0$$

Autrement dit, le TRI d'un investissement est le taux pour lequel l'investissement de départ du projet est égal à la valeur actuelle de ses flux futurs.

En utilisant le TRI, l'investisseur connaît alors immédiatement sa rémunération pour un niveau de risque donné et peut la comparer au taux de rentabilité qu'il exige. La décision est alors relativement aisée.

Si le TRI de l'investissement est supérieur au taux de rentabilité qu'exige l'investisseur, ce dernier décidera de l'entreprendre. Dans le cas contraire, il y renoncera.

II-2-6 L'index de profitabilité

L'index de profitabilité est la valeur actuelle des cash flow d'un projet divisée par la valeur de l'investissement initial du projet.

Critères de décision :

Accepter le projet si $IP > 1$

Refuser le projet si $IP < 1$

II-3 Rationalisation du Capital

- Si une entreprise a un accès limité au capital et qu'elle rencontre une incertitude significative des cash flows générés par ses projets d'investissement, il est plus attrayant d'utiliser le TRI ou le IP comme critère de décision
- Si une entreprise a des fonds substantiels à sa disposition, accès au capital et plus de certitude dans les cash flow générés par ces projets d'investissement, il est préférable d'utiliser la VAN et l'EVA comme critère de décision.

Une des sources par laquelle émerge la rationalisation du capital est le fait que les firmes ne peuvent avoir accès permanent au fond d'investissement des marchés de capitaux en raison de l'imperfection de ces derniers.

Mais au-delà de cette imperfection des marchés des capitaux, souvent la firme fait face à une situation de rationnement du capital parce qu'elle a choisi par elle-même de limiter le volume de l'investissement qu'elle envisage d'entreprendre. Quand les fonds sont limités, on est dans l'obligation de choisir les projets offrant la VAN la plus élevée.

Chapitre III

Le Risque

Les décisions d'investissement reposent souvent sur des anticipations, entachées d'incertitude et de risque, dans la mesure ou la réalisation et même l'importance des événements ne peuvent être prévus avec certitude. La notion de risque exprime une idée de déviation, d'écart et se traduit par des hypothèses sur l'évolution probable des variables explicatives d'une décision(cash-flow, valeur résiduelle et durée de vie, pour les choix d'investissement).

A partir de ce constat, le problème posé est le suivant : comment prendre en compte le risque de la façon la plus rationnelle possible, c'est à dire gérer l'incertitude de façon optimal.

Pour répondre à cette question nous jugeons utile de consacrer un premier paragraphe pour présenter des définitions et paramètres liés au risque

III-1 Définition du risque

La valeur d'un projet dépend essentiellement de :

- ❑ cash-flow futures
- ❑ Le coût du capital

Une augmentation dans les cash flow future augmentera la valeur du projet seulement si elle n'est pas accompagnée d'une augmentation accentuée du risque. Une augmentation du risque augmentera le coût du capital du projet. Une augmentation significative du coût du capital peut excentrer l'effet positif de l'augmentation des cash flow future.

Le Risque

- Le risque est défini comme étant la variance du rendement actuel autour du rendement anticipé
- Les investissements sont affectés par une composante du risque spécifique à la firme et une autre liée au marché, cette dernière composante ne peut être diversifiée et doit être prise en compte

III-1-1 Les types de risque

Les catégories du risque qu'une firme rencontre sont : risque spécifique au projet, risque lié à la concurrence, risque spécifique à l'industrie, risque spécifique au marché

- Risque spécifique au projet : C'est un risque qui affecte seulement le projet d'investissement et peut provenir de facteurs spécifiques au projet ou de des erreurs d'estimation
- Risque spécifique à la concurrence : Les cash flow que peut générer un projet sont affectés par les actions qu'entreprend les concurrents. Même si dans l'analyse du projet ce facteur est pris en considération, il reste que les actions entreprises effectivement par la concurrence diffèrent des actions prévues
- Risque spécifique à l'industrie : Facteurs qui ont un impact sur les cash flow d'un secteur particulier ont peut les classer en trois catégories :
 - 1) risque technologique qui reflète l'effet d'un changement technologique
 - 2) risque légal : qui reflète l'effet du changement des lois et des réglementations
 - 3)
 - 4) Risque de commodité : reflète le changement des prix de services
- risque associé au marché : l'effet des facteurs macroéconomiques sur les cash flow tel que le changement dans les taux d'intérêt, taux d'inflation, et la croissance économique

III-2 Evaluation du risque

Dans cette section nous présentons les techniques utilisées pour supporter les décisions relatives à l'adoption ou le rejet d'un projet d'investissement. Nous commencerons avec les techniques 'traditionnelles', techniques basées sur le calcul de métriques utilisées pour évaluer un projet puis nous procéderons par l'introduction de méthode d'évaluation du risque par simulation, nous présenterons la méthode dite de Monte-Carlo.

III-2-1 Les techniques d'ajustement du risque

La façon la plus concrète pour incorporer le risque du projet dans le processus de décision est l'ajustement le taux de d'escompte et l'ajustement des cash-flow par le calcul de l'équivalent certain des cash-flow. Dans ce qui suit nous présenterons ces principales approches.

III-2-1-1 Ajustement du taux d'escomptes

Définissons d'abord les termes financiers invoqués :

La valeur actuelle est la somme d'argent équivalente à un paiement ou une série de paiement à être encaissée dans le futur.

Le taux d'escompte est le facteur utilisé pour estimer la valeur présente d'une somme d'argent à être reçue dans le futur.

La méthodologie consiste à contourner la difficulté associée au risque en construisant une métrique alternative qui est supposée refléter la situation d'incertitude, et ce ,en considérant l'influence de tous les facteurs de risques et les exprimés sous forme de taux qu'on additionne au taux d'escompte. La nouvelle valeur ainsi obtenue est appelée le taux d'escompte ajusté par rapport au risque. Plus l'investissement est risqué plus le taux d'escompte ajusté est élevé.

La formule nous permettons donc de calculer le taux d'escompte ajusté est la suivante :

Le taux d'escompte ajusté = le taux d'escompte (sans risque) +valeur reflétant le risque

III-2-1-2 Ajustement des cash flows

A chaque fois qu'un nouveau risque est anticipé la magnitude des cash flows est révisée ceci permet d'incorporer toute les informations disponibles relatives à l'impact d'un risque spécifique sur les revenus futurs d'un investissement. L'ajustement des cash flows consiste en l'ajustement année par année des cash flow attendus en tenant en considération l'effet du risque.

III-2-2 Méthode de simulation –Monte Carlo

Les financiers furent souvent des précurseurs dans l'utilisation de techniques quantitatives dans le domaine de la gestion. Dès 1964, Hertz leur proposait une façon systématique d'étudier le risque dans les décisions d'investissement. Sa méthode, l'analyse du risque, impliquait l'emploi de distributions de probabilités et d'une technique de simulation, la méthode dite simulation de Monte-Carlo. Cette méthode permet de reconstituer la distribution de probabilités d'une variable de sortie à partir d'une variable d'entrée. On commence par tirer au hasard une valeur pour chaque variable d'entrée, selon sa distribution de probabilité. On calcule alors la valeur de la variable de sortie correspondant à ces valeurs d'entrée. On recommence ces deux étapes un grand nombre de fois. On établit alors l'histogramme des valeurs trouvées pour la variable de sortie. Cela voulait dire une quantité considérable de calculs et par conséquent un usage intensif de l'ordinateur. Ainsi il a fallu attendre l'avènement de la micro-informatique pour que se démocratise l'analyse du risque.

Il s'avère cependant, que la méthode originellement proposée par Hertz a une portée beaucoup plus générale que ne le pensait alors son promoteur. Certes, les décisions d'investissement doivent être prises selon des critères de rentabilité et de risque, mais on peut en dire autant de toutes les décisions financières importantes, et même probablement de toutes décisions stratégiques de la firme. Parallèlement, les institutions financières sont devenues de plus en plus conscientes de leur exposition aux risques du marché, elle ont, pour la plupart, adopté la notion de valeur à risque (VAR) qui implique l'application massive de technique de simulation. Dans ce qui suit nous présentons une méthode pour la mise en oeuvre de l'analyse du risque par la méthode de simulation de Monte-Carlo.

La méthode que nous proposons se comporte de sept étapes :

1. Formulation du problème
2. Conception du modèle de base
3. Détermination des sources de risque significatives
4. Établissement des distributions de probabilités
5. Établissement des coefficients de corrélation

6. Simulation(méthode de Monté -Carlo)

7. Analyse des résultat

La première question que l'on doit se poser a trait au problème que l'on veut résoudre. Quelle décision doit-on prendre ? Quelles sont les possibilités qui s'offrent et qui peuvent influencer les résultats de notre décision ? Quels sont nos critères de choix ? Cette formulation systématique de notre problème nous servira de référence tout au long de l'analyse du risque. La deuxième étape est la conception d'un modèle de base. Ce modèle, nécessairement une représentation simplifiée de la réalité, permet de quantifier les variables précisées à l'étape 1, d'établir des relations entre elles, d'estimer la valeur de chacun de nos critères de choix pour chacune des possibilités.

La troisième étape consiste à déterminer chacune des sources potentielles de risque. Elle devrait simplement préciser les variables exogènes de notre problème, les évènements externes évoqués à l'étape 1. Il est possible, cependant, que certaines de ces sources de risque aient très peu d'impact sur nos décisions, ce que devraient révéler les analyses de sensibilité ou de scénario. Pour la suite du processus seules les sources de risque qui ont un impact significatif devraient être prises en considération.

A la quatrième étape, nous nous efforçons de chiffrer l'incertitude correspondante à chaque source de risque. Dans la plus part des cas, une source de risque est présentée par une variable exogène, à laquelle on peut attribuer une distribution de probabilités. Le choix du type de distribution et l'estimation de ses paramètres sont guidés par des données historiques, quand on en dispose. On peut quelquefois recourir à des techniques de prévision. Mais le plus souvent on fait simplement appel à des connaissances expertes et on détermine des distributions de probabilités subjectives. En pratique, les résultats ne sont pas très sensibles à la forme exacte de la distribution. L'estimation d'une valeur pessimiste, d'une valeur probable et d'une valeur optimiste, suivie de l'emploi d'une distribution triangulaire ou bêta , fait souvent l'affaire. Bien entendu, si l'on dispose de plus d'information, il ne faut pas s'en priver.

La cinquième étape tient compte du fait que souvent les sources de risque ne sont pas indépendantes les unes des autres. Si, par exemple, les résultats attendus dépendent de l'inflation prévue et du niveau des taux d'intérêt, ce serait une erreur grave de faire varier ces deux variables aléatoires indépendamment l'une de l'autre.

Dans tel cas, on dispose d'un grand nombre de données historiques, à partir desquelles il est aisé d'estimer un coefficient de corrélation prévisionnel. Dans d'autres cas, les données font défaut, et des hypothèses raisonnables, basées sur l'expérience ou l'avis d'un expert, doivent être posées.

La sixième étape, celle de la simulation, demande beaucoup de calculs et exige l'emploi d'un ordinateur. Elle consiste à effectuer les calculs du modèle de base un très grand nombre de fois, dans divers circonstances probables. On échantillonne au hasard la valeur de chaque variable aléatoire. Chaque combinaison de circonstances correspond à ce qu'on appelle une itération. Au bout d'un nombre raisonnable d'itération, par exemple une centaine, il est possible de tracer un histogramme des valeurs prises par chacun des critères. Quand on augmente le nombre d'itérations, la forme des histogrammes peut changer, mais elle finit toujours par se stabiliser. La simulation peut être alors arrêtée et les décideurs disposent d'une excellente mesure du risque lié à leur décisions. C'est ce qu'on appelle la méthode de Monté-Carlo.

La septième et dernière étape, celle de l'analyse des résultats, mène à la prise de décisions. Elle est compliquée par la surabondance de chiffres qu'on a en main. Comment peut-on les synthétiser de façon significative ? A quoi faut-il attacher de l'importance ? Les résultats sont-ils complets ? Quel compromis doit-on adopter entre rentabilité et risque ? Souvent, alors, des synthèses graphiques sont possibles et souhaitables.

Nous allons revenir maintenant sur chacune de ces étapes, pour mieux comprendre et faire ressortir les enjeux de la mise en oeuvre de l'analyse du risque.

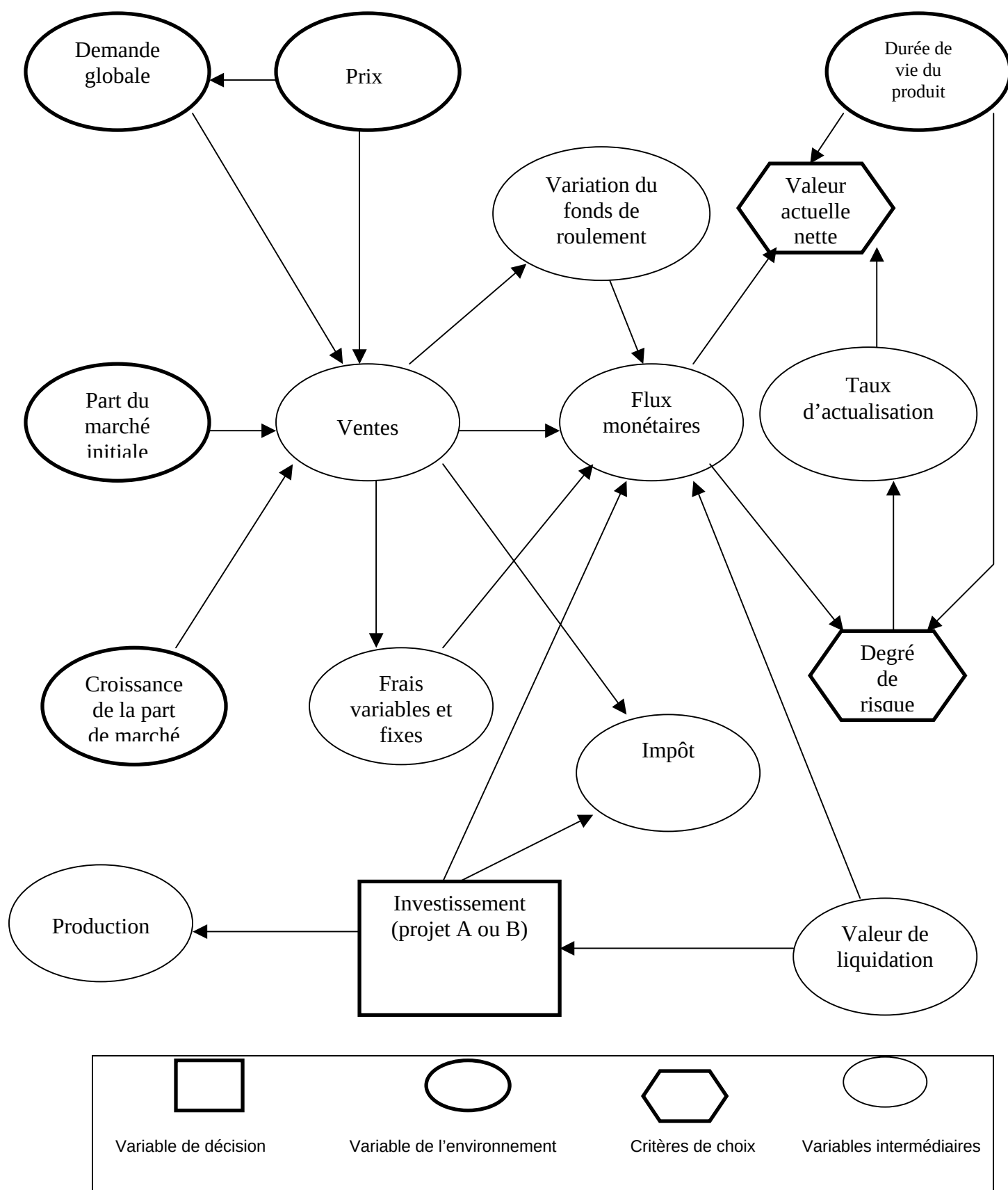
III-2-2-1 Formulation du problème

Pour formuler adéquatement le problème, nous devons répondre de façon complète aux questions suivantes :

1. Quelles sont les décisions possibles ?
2. Quelles sont les sources de risques ?
3. Quels sont nos critères de choix ?
4. Comment les décisions, les sources de risque et les critères sont-ils reliés entre eux ?

Cette formulation du problème est donc naturelle et facile à faire. Elle permet de spécifier les variables de décision, les variables de l'environnement et les critères de choix. Elle peut être résumée par un diagramme d'influence, que nous présentons dans le schéma suivant :

Figure 3-1- Diagramme d'influence



Dans ce diagramme, on remarque la présence de quatre catégories de variables :

- ❑ Les variables de la décision, représentées par un rectangle à traits épais
- ❑ Les variables de l'environnement, représentées par un ovale à trait épais
- ❑ Les critères de choix, représentés par un hexagone à trait épais.
- ❑ Les variables intermédiaires, représentées par un ovale à trait mince : ces variables sont nécessaires à la bonne compréhension du diagramme et seront utiles à l'élaboration d'un modèle, c'est-à-dire à la spécification des variables de l'environnement et les critères.

Ces relations entre les variables sont symbolisées par des flèches ; ce sont des relations d'influence. Dans le schéma 1, on remarquera par exemple que les ventes sont déterminées par les prix, la demande globale, la part du marché initiale et la croissance de cette part du marché. Ces quatre variables, qui sont toutes des variables de l'environnement, permettent de calculer la demande en monnaie. Pour déterminer les ventes, il n'y a plus qu'à comparer cette demande à la production. On notera aussi la flèche qui va du prix à la demande globale, et qui se traduira éventuellement dans le modèle par un coefficient de corrélation entre ces deux variables. Les ventes à leur tour, influencent les flux monétaires, soit directement soit indirectement par les revenus qu'elles génèrent, soit indirectement par les variations du fonds de roulement, les frais variables et l'impôt.

Ce diagramme n'a pas besoin d'être exhaustif. Il doit avant tout être clair et faire ressortir les principaux enjeux et les principaux risques associés à l'investissement. Il sert avant tout de moyen de communication et discussion entre les décideurs et analystes.

III-2-2-2 Conception du modèle de base

Il s'agit de calculer les flux monétaires générés par chacun des projets proposés, puis de les actualiser, pour estimer leurs valeur actuelle nette. Il faut cependant faire ressortir à ce stade toutes les variables d'environnement, celles déterminées comme telles dans le diagramme d'influence et que l'on voudrait faire varier selon toutes sortes de scénarios.

Une liste d'hypothèses doit être établie, elle servira de référence lors de l'analyse des projets.

III-2-2-3 La détermination des sources de risque significatives

Parmi les variables de l'environnement voyons lesquelles ont un impact important sur notre décision. Le modèle de base devra nous permettre de répondre à cette question. Il suffit de l'utiliser, de façon systématique, pour faire des analyses de sensibilité pour chacune de ces variables. Le management doit tout d'abord se prononcer sur les valeurs extrêmes que peut prendre chacune d'entre elles. On calcul par la suite la VAN pour chacune de ces valeurs extrêmes.

Le problème majeur de ces analyses de sensibilité, c'est que, même si de nombreux scénarios peuvent ainsi être étudiés, nous n'avons aucune idée de l'importance relative qu'il faudrait accorder à chacun. D'où la nécessité de donner à chaque valeur des variables incertaines une probabilité de réalisation. Comment faire ? C'est ce que nous allons maintenant examiner.

III-2-2-4 L'établissement des distributions de probabilités

Pour établir la distribution de probabilités d'une variable incertaine, on peut faire appel à une ou plusieurs des trois catégories de méthodes suivantes :

- ❑ L'analyse statistique de données historiques
- ❑ Les méthodes de prévision
- ❑ Le jugement d'expert.

Lorsqu'on dispose de données historiques, il est précieux d'étudier leur variabilité. On peut simplement établir un histogramme des valeurs accessibles et se servir de cet histogramme comme distribution des probabilités futures de cette variable.

Certaines variables peuvent être estimées grâce à des méthodes de prévision, par exemple des modèles de régression. L'erreur résiduelle d'un modèle de régression linéaire suit, par hypothèse, une loi normale de moyenne nulle. La régression permet d'en estimer l'écart type. Enfin, Certaines variables, plus difficiles à prévoir, doivent être estimées par des experts.

III-2-2-5 L'établissement de coefficients de corrélation

Les analystes et les décideurs ont souvent tendance, lors de la première approximation, à négliger les relations de dépendance entre variables aléatoires. C'est une faiblesse que l'on observe couramment dans les analyses du risque. Pourtant, de telles relations existe et peuvent avoir un impact considérable sur les résultats. Ignorer des corrélations négatives entre les variables de même signe a

pour effet de surestimer la variabilité des résultats, donc le risque du projet d'investissement étudié. Ignorer des corrélations positives a l'effet inverse.

Les coefficients de corrélation que nous devons estimer sont des nombres compris entre -1 et $+1$. Un coefficient positif est attribué si les deux grandeurs qu'il relie varient généralement dans le même sens et un coefficient négatif est attribué si ces deux grandeurs varient généralement es sens inverse. Plus le coefficient est proche de $+1$ et plus les deux grandeurs varient de la même façon.

III-2-2-6 Simulation

Dés lors que le décideur a fait ces diverses estimations, il ne lui reste plus qu'à faire les calculs pour un grand nombre de scénarios. Le principe est simple. Pour chaque variable incertaine, on tire au hasard une selon sa distribution de probabilités. Cela détermine un scénario parmi la multiplicité des scénarios possibles. La valeur actuelle nette de chaque projet selon ce scénario est alors calculée. Et on recommence pour un deuxième scénario, puis pour un troisième, et ainsi de suite. Au bout d'un assez grand nombre de scénarios, chaque variable incertaine a été reproduite, selon des fréquences qui ressemblent de plus en plus à la distribution de probabilité qui lui a été spécifiée. Et on dispose également d'un grand nombre d'observations des flux monétaires correspondants et des valeurs actuelles nettes de chaque projet. Il suffit d'arrêter les calculs quand des résultats, comme la moyenne et l'écart type des variables de sortie, commencent à se stabiliser.

III-2-2-7 L'analyse des résultats

La puissance d'une étude de simulation est grande. On peut obtenir ainsi une foule de résultats. La difficulté est précisément de choisir, parmi ces résultats, ceux qui permettront de prendre des décisions éclairées.

PARTIE II

Chapitre IV

Etude de cas réel

Dans les chapitres précédents nous avons présenté une procédure d'analyse des projets d'investissement basée sur une structure modulaire constituée de plusieurs modules chacun reçoit des inputs et génère des outputs vers d'autres modules. L'ensemble des paramètres ainsi générés constitue les éléments de base de l'étude de l'opportunité du projet d'investissement.

Dans ce chapitre nous appliquerons cette procédure d'analyse pour l'évaluation de l'opportunité de l'investissement dans l'alimentation d'un site GSM par l'énergie solaire.

Par ailleurs et vue la diversité des moyens d'alimentation des sites GSM(Groupe électrogène, électrification-ONE) et vu l'importance de l'investissement engendré par cette alimentation il est primordial de noter que même dans le cas où l'investissement est rentable il est ordonné de faire une étude économique comparative avec les autres moyens d'alimentation afin d'arrêter le choix de la solution la plus favorable et la moins onéreuse.

Il est à noter que dans notre étude nous ne considérerons pas le risque vu que nous ne disposons pas d'outils de simulation nous permettons d'obtenir des résultats fiables.

IV-1 structure modulaire

Dans cette section nous allons reprendre notre structure modulaire et pour chaque module nous allons générer les inputs et les outputs correspondant afin de pouvoir assembler tous les paramètres qui nous permettront d'étudier l'opportunité du projet.

IV-1-1 Description du scénario

L'alimentation des sites GSM impose à l'opérateur de faire un choix judicieux entre plusieurs moyens d'alimentation . cependant, pour le cas de Maroc Telecom si le site à alimenter se trouve dans un rayon inférieure ou égale à 30 KM du réseau de l'ONE on choisit automatiquement l'alimentation par secteur. Autrement, si le réseau est à une distance supérieure à 30 KM le choix était jusqu'à ce jour le groupe électrogène.

Ainsi, pour faire face à la concurrence qui implante de plus en plus des sites GSM dans des régions rurales lointaines du réseau de l'ONE, Maroc Telecom a vu son parc en groupe électrogène alimentant les sites GSM augmenté de façon significative. De ce fait émerge le besoin de considérer d'autres sources d'alimentation pourvu qu'elles soient plus rentables et bénéfiques à l'entreprise. Le choix a été porté sur l'alimentation par énergie solaire comme source alternative. Dans la suite de ce mémoire nous évaluerons l'opportunité de ce choix d'investissement et nous le comparerons en terme de rentabilité et de rendement par rapport à la solution actuelle. (Groupe électrogène)

Autres les données suscitées relatives à la concurrence , le choix de l'alimentation par énergie solaires a été porté par le soucie environnemental lié à l'exploitation des groupe électrogène, et au risque de régulation qui peuvent restreindre le taux acceptable de pollution et par conséquent engagé Maroc Telecom à des dépenses additionnelles.

Définissons à présent les paramètres liés à l'évolution et l'obsolescence technologique relatives à la solution alternative.

On utilisera des panneaux à photo voltaïques dont l'évolution suit une courbe logarithmique quant à l'obsolescence elle est supérieur à huit ans .

IV-1-2 Définition du projet

Ce module contient trois paramètres à savoir, le marché, la stratégie et la technologie. Ainsi avant de déterminer les inputs et les outputs associés a ce module définissons d'abord ces trois paramètres.

Le marché :

Comme mentionné dans le module description du scénario, la concurrence implante de plus en plus de sites GSM dans des régions non couvertes par le réseau ONE, ce- ci impose à Maroc Telecom de suivre et trouver des solutions pour alimenter ses sites à moindre coût.

La stratégie :

Le projet en question ne permet pas la commercialisation de façon direct d'un service donné. Il est en fait une composante de l'investissement global qui consiste en l'exploitation et la mise en service d'un site GSM. Donc la stratégie est de choix géographique et non de commercialisation . En effet pour garder une bonne qualité

de service , il est judicieux de choisir des sites ensoleillés qui permettrons de garantir une alimentation 7/7 durant toute l'année. Pour cette fin il est impératif d'avoir une autonomie de batterie de 7jours minimum pour faire face aux différents risques liés aux conditions climatiques.

La technologie :

Les solutions alternatives à l'alimentation des sites GSM par groupes électrogènes ne sont pas nombreuses, en fait elle sont limitées à la solution des énergies renouvelables , nous traiterons dans notre cas les cellules photovoltaïque, autrement dit l'énergie solaire. Et c'est pour cette raison qu'on n'as pas utilisé la méthode matrice SWOT qui sert à réduite le nombre de solutions technologiques

IV-1-3 Le module du dimensionnement

Vue que le choix des sites susceptibles à être alimenter par énergie solaire porte sur des régions fortement ensoleillées, comme précisé dans le module Définition du projet, une autonomie des batteries de 7 jours est nécessaire. D'autres parts et vue que les stations GSM doivent être obligatoirement climatisées, nous supposerons dans notre calcul de dimensionnement que les stations GSM doivent être climatisée. Dans le même contexte, et vue que la consommation des climatiseurs est de 3 KVA, nous utiliserons des onduleurs d'une puissance de 4 KVA. Dans le tableau suivant nous résumons l'étude de dimensionnement :

Item	Alimentation avec climatisation (Autonomie de 7 jours)
Nombre de modules solaires	205
Capacité du parc batterie	4200 AH (Ampère Heure)

Tableau IV-1 : Dimensionnement de l'atelier solaire

Ces données représentent les outputs du module de dimensionnement et les inputs du module du coût

IV-1-4 Module du coût

L'estimation du coût de l'investissement qui consiste en l'alimentation d'un site GSM par énergie solaire, revient à estimer le coût de l'atelier solaire(panneaux, batteries, régulateur et onduleur) Ainsi que le coût des prestations(génie civil, mise en service et installation). Le module du coût a besoin des inputs générés par le module de dimensionnement et du module Définition du projet.(Voir Fig I-1)

Les outputs du module Définition du projet relatifs à la technologie sont les suivants :

Coût du module solaire : 3500 DH

Coût du régulateur :15 000DH

Coût de l'onduleur :11 727 DH

Par ailleurs le coût des prestations est estimé à 10 % du coût total des équipements de l'atelier solaire.

Les outputs du module Dimensionnement sont les suivants :

Pour une autonomie de 7 jours, le besoin est le suivant :

205 modules solaires

un parc de 4200 AH

un onduleur de 4 KVA

un régulateur

La durée de vie du projet est de 8 ans.

Ainsi, on obtient les résultats suivants, que nous résumons dans le tableau ci-dessous :

Alimentation avec climatisation			
Composants	coût unitaire estimé en DH	Qté	Coût total en DH
Modules	3500	205	717 500
Batteries	264 000	2	528 000
Régulateur	15 000	1	15 000
Onduleur	35 000	1	35 000
Prestations			129 580
Total			1 425 080

Tableau IV-2 : Coût des équipements de l'atelier solaires

Ainsi, le coût de l'investissement en l'alimentation d'un site GSM par énergie solaire est de : 1425 KDH.

Maintenant est conformément à la procédure nous pouvons déterminer les outputs du module du coût, soit, les coût annuelles de l'investissement (le CAPEX) et les coûts annuelles de la maintenance et l'exploitation (l'OPEX).

Vue que les composants de l'atelier solaire ont une durée de vie qui dépasse 8 ans, le CAPEX est donc de 1425 KDH pour la première année est nulle pour le reste des années.

Quant à l'OPEX les charges de maintenance et d'exploitation d'un atelier solaire sont estimées à environ 1.5% du coût de l'investissement, sauf pour la première année ou l'atelier solaire est sous garantie.

Le résultat des calculs est donné dans le tableau suivant :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CAPEX(KDH)	1425	0	0	0	0	0	0	0
OPEX(KDH)	0	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3

Tableau IV-3 : Estimation du CAPEX et de l'OPEX engendré par l'alimentation d'un site GSM par énergie solaire

IV-1-5 Module du marché

Le module du marché, est selon la procédure génère comme outputs les paramètres liés au trafic et à la part du marché. Les inputs que reçoit le module sont générés par le module Définitions du projet, dans notre cas se sont les paramètres liés à la technologie. En effet, l'investissement dans un atelier solaire est obligatoirement accompagné par un investissement supplémentaire lié à la création du site. Cet investissement représente le coût d'acquisition des éléments suivants :

- ❑ La BTS « technologie Motorola 12 TRX »
- ❑ Le Shelters
- ❑ Un pylône auto-stable « support d'antennes, hauteur de 40 m »
- ❑ Les éléments de transmission FHN « liaison 4X2 , 23 GHz , sans relais»
- ❑ Les détecteurs d'incendie,
- ❑ Les climatiseurs.

Les outputs du module :

Le trafic

L'unité internationale du trafic est l'erlang. L'expérience montre que le trafic sortant d'une BTS est estimé à 25 % du trafic total. Ainsi on peut obtenir le trafic sortant hors trajet GSM-GSM, et qui représente les appels provenant des clients Maroc Telecom et reçus par des clients de son concurrent. Les statistiques montrent que ce trafic peut être estimé à 36% du trafic sortant.

Une étude marketing relative à l'évaluation du trafic dans un site GSM situé dans une zone non électrifiée par l'ONE a donné les résultats suivants :

Trafic total estimé en erlang	30
Trafic estimé en min(sortant+entrant)	4 678 128
Trafic sortant estimé en min	1 169 532
Trafic hors trajet GSM-GSM estimé en min	421 032

Tableau IV-4 Estimation du trafic d'un site GSM

La part du marché de Maroc Telecom est évaluée à 70% .

Ces données représentent l'output du Module du marché et sont des inputs au module Coût global de l'investissement et au module revenus.

IV-1- 6 Module du coût global de l'investissement

Ce module reçoit les outputs générés par le module du coût et ceux générés par le module du marché qui sont des données essentielles pour le calcul du coût global de l'investissement.

En effet, à partir du module du coût nous avons la donnée suivante :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CAPEX(KDH)	1425	0	0	0	0	0	0	0
OPEX(KDH)	0	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3

Tableau IV-5 Estimation du CAPEX et l'OPEX engendré par l'alimentation d'un site GSM par énergie solaire

C'est le coût de l'investissement lié à l'atelier solaire, auquel doit être ajouté le coût de l'acquisition des éléments constituant le site GSM soit :

CAPEX :

Désignation	Nombre	Montant MDH
Acquisition BTS	1	0,6
Shelter	1	0,1
Pylone	1	0,29
Transmission FHN	1	0,28
Clim+Di	1	0,16
Total		1,43

Tableau IV-6 Estimation du CAPEX relatif à l'intégration d'un site GSM

Calcul de l'OPEX

L'OPEX est calculé suivant trois étapes :

- ❑ Calcul des coût d'interconnexion
- ❑ Calcul du coût de maintenance et d'entretien
- ❑ Calcul des frais de transmission

Le coût d'interconnexion est le produit du coût de la minute soit 1,28 DH par le trafic hors trajet GSM-GSM en minute, qui est un output du module du marché. Il à été estimé à 421 032 minutes.

Donc le coût annuel d'interconnexion est 538 920 DH.

Le coût de maintenance et d'entretien annuel est estimé selon les statistiques à 1.5% du CAPEX, sauf pour les deux premières années où les équipements sont sous garantie.

Pour calculer les frais de transmission, nous avons besoin des valeurs des coûts des liaisons louées et de la distance interurbaine qui sépare la BTS du site à étudié au BSC le plus proche. Ainsi et vu la stratégie adoptée : le site doit être dans une zone non électrifiée par l'ONE nous estimons cette distance à 80 KM.

Coût des liaisons louées :

Frais d'accès	10 485 (DH)
Coût annuel fixe	8 609 (DH)
Coût annuel variable	908 (DH)
Distance interurbaine	80 (KM)

Tableau IV-7 Estimation des frais annuels de transmission

Le calcul des frais de transmission, sauf pour la première année ou on doit ajouter les frais d'accès, se fait de la manière suivante :

Coût annuel fixe + coût annuel variable * distance interurbaine

Ainsi on obtient les résultats, résumés dans le tableau ci dessous relatif aux trois etapes du calcul de l'OPEX

OPEX :

Désignation	OPEX 2003	OPEX 2004	OPEX 2005-2010
Coût d'interconnexion	538 920	538 920	538 920
Coût de la maintenance et de l'entretien	0	0	21 600
Frais de transmission	89 010	78 525	78 525
Total	627 930	617 445	639 045

Tableau IV-8 Estimation de l'OPEX relatif à l'exploitation d'un site GSM

Après avoir calculé les deux variantes CAPEX et OPEX relatifs aux deux investissements : mise en service d'une station GSM et alimentation de la station GSM par énergie solaire, et pour obtenir les CAPEX et l'OPEX engendrés par l'investissement global, données nécessaires pour le calcul du cash flow dégagé par cet investissement, nous devons additionner les deux CAPEX et de même pour les deux OPEX, nous obtenons les résultats résumés dans le tableau suivant :

Désignation	Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Atelier Solaire	CAPEX(KDH)	1425	0	0	0	0	0	0	0
	OPEX(KDH)		21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3	21,3
Site GSM	CAPEX(KDH)	1430	0	0	0	0	0	0	0
	OPEX(KDH)	628	617	639	639	639	639	639	639
Atelier + site GSM	CAPEX(KDH)	2855	0	0	0	0	0	0	0
	OPEX(KDH)	628	639	660	660	660	660	660	660

Tableau IV-9 Estimation du CAPEX et de l'OPEX relatif à l'exploitation d'un site GSM alimenté par énergie solaire

Ces données sont les outputs du module du coût global de l'investissement, et se sont des inputs au module analyse de l'opportunité de projet. Rappelons-le, selon la structure, ce dernier module<Analyse> reçoit aussi des inputs input du module Cash Flow.

IV-1-7 Module revenu

Les paramètres qui nous permettront de calculer le revenu d'un site GSM , sont essentiellement les paramètres relatif au trafic. Ces données précédemment calculées sont générées par le module du marché :

Trafic total estimé en erlang	30
Trafic estimé en min(sortant+entrant)	4 678 128
Trafic sortant estimé en min	1 169 532
Trafic hors trajet GSM-GSM estimé en min	421 032

Tableau IV-10 Estimation du trafic

Or sachant que le tarif appliqué à une minute de trafic hors trajet est de 1,28 DH et celui appliqué à une minute de trafic entrant ou sortant est de 1,24 DH, le revenu d'un site GSM est :

Revenu= Trafic hors trajet * 1,28 +Trafic sortant estimé*1,24+ 0,7 *Trafic entrant* 1,24

Il est à noter cependant que pour le calcul des revenus futurs l'hypothèse considérée par Maroc Telecom est l'augmentation du trafic par 5% annuellement. Pour le calcul de ce taux il à été pris en compte le niveau de la qualité de service relative à l'alimentation par énergie solaire . D'autres parts le revenu de la première année est considéré à 50%.

Nous obtenons les résultats suivants :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2,252,432	4,734,306	4,971,022	5,219,573	5,480,551	5,754,579	6,042,308	6,344,423

Tableau IV-11 Estimation des revenus dégagés par l'exploitation d'un site GSM

Ces données et ceux calculées au par-avant, générées par le module Coût global de l'investissement, sont des inputs au module Cash Flow.

IV-1-8 Module Cash flow

Le but du cash flow est de mesurer la marge de manœuvre de l'entreprise d'une part, et de calculer sa valeur après actualisation d'autre part. Cette dernière est une mesure qui va permettre de se prononcer sur la rentabilité du projet.

Le free cash flow représente ainsi le cash, que nous devons actualiser par la suite, afin d'obtenir la valeur réelle, que l'entreprise a à sa disposition une fois que les investissements nécessaires ont été payés. Ce qui revient à dire que le free cash flow est exactement égal à :

$$\text{EBITDA} - \text{impôt} - \text{CAPEX}$$

Où l'EBITDA est earning before interest, taxes, depreciation and amortization, elle permet de calculer la richesse avant toutes charges calculées.

Ainsi, de par sa définition l'EBITDA est donnée par:

$$\text{EBITDA} = \text{Revenu} - \text{OPEX}$$

Dans le tableau suivant, nous récapitulons les valeurs annuelles de l'EBITDA :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2 252 432	4 734 306	4 971 022	5 219 573	5 480 551	5 754 579	6 042 308	6 344 423
EBITDA	1624432	4095306	4311022	4559573	4820551	5094579	5382308	5684423

Tableau IV-12 EBITDA relatif à l'exploitation d'un site GSM

Ainsi, et après le calcul de l'EBITDA, et afin de calculer les cash flow, il nous reste à calculer les impôts et les amortissements.

Or, toutes les entreprises marocaines sont soumises à l'impôt des sociétés qui est pris au Maroc égal à : IS= 35,9% de l'EBITDA après soustraction de la valeur de l'amortissement.

D'autre part l'amortissement, c'est la constatation comptable de la perte de valeur subie par un bien du fait de son utilisation ou sa détention par l'entreprise. Il recouvre deux phénomènes distincts : l'usure due à l'utilisation et l'usure due à

l'obsolescence. Son calcul consiste à diviser le CAPEX qui représente l'investissement sur la durée de vie du projet qui représente la durée de l'usure des équipements.

Ainsi et afin d pouvoir calculer les impôts nous devons évaluer les dotations aux amortissements afin de les déduire de l'EBITDA, nous obtenons ainsi l'EBIT, soit earning befor interest and taxes.

Le CAPEX est un input, fourni par le module Coût de l'investissement global ; il est égal à : 2855KDH.

Donc les dotations aux amortissements annuelles sont 2855/12 KDH soit 237 916 DH

On peut maintenant calculer l'EBIT et par la suite les impôts

Les résultats de calcul sont récapitulés dans le tableau suivant :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2 252 432	4 734 306	4 971 022	5 219 573	5 480 551	5 754 579	6 042 308	6 344 423
EBITDA	1624432	4095306	4311022	4559573	4820551	5094579	5382308	5684423
EBIT	1386516	3857390	4073106	4321657	4582635	4856663	5144392	5446507
Impôt	497759,2	1384803	1462245,1	1551475	1645166	1743542	1846837	1955296
Dotations aux amortissements	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916

Tableau IV-13 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

A ce stade, nous avons toutes les données nécessaires pour le calcul du cash flow généré par l'exploitation d'un site GSM alimenter par énergie solaire.

Ainsi en appliquant la formule : Cash flow= EBITDA- Impôt –CAPEX

On procède ensuite au calcul de la valeur de la somme relative à chacune des huit années de la durée de vie du projet en actualisant avec un taux de 15%

Nous obtenons les résultats que nous récapitulons dans le tableau suivant :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Free Cash Flow	-1728327	2710503	2848776,9	3008098	3175385	3351037	3535471	3729127
Cash Flow actualisé	-1502893	2049529,7	1873117,1	1719890	1578728	1448746	1329115	1219058
Cash Flow actualisé cumulé	-1502893	546636,42	2419753,5	4139643	5718371	7167117	8496231	9715290

Tableau IV-14 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

Dans le tableau ci-dessous, nous récapitulons toutes les valeurs déjà calculées, qui sont les outputs du module, paramètres nécessaires pour l'étude de l'opportunité du projet.

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2 252 432	4 734 306	4 971 022	5 219 573	5 480 551	5 754 579	6 042 308	6 344 423
OPEX	628000	639000	660000	660000	660000	660000	660000	660000
CAPEX	2 855 000							
EBITDA	1624432	4095306	4311022	4559573	4820551	5094579	5382308	5684423
EBIT	1386516	3857390	4073106	4321657	4582635	4856663	5144392	5446507
Impôt	497759,244	1384803	1462245,1	1551475	1645166	1743542	1846837	1955296
Dotations aux amortissements	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916
Free Cash Flow	-1728327,2	2710503	2848776,9	3008098	3175385	3351037	3535471	3729127
Cash Flow actualisé	-1502893,3	2049529,7	1873117,1	1719890	1578728	1448746	1329115	1219058
Cash Flow actualisé cumulé	-1502893,3	546636,42	2419753,5	4139643	5718371	7167117	8496231	9715290

Tableau IV-15 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

IV-1-10 Module analyse du projet

L'établissement de l'analyse financière de tout projet avant son établissement revêt une grande importance, dans la mesure où elle permet d'évaluer sa rentabilité.

Dans le deuxième chapitre nous avons décrit en détail, les différentes méthodes d'évaluation financière d'un projet. Dans ce module nous appliquerons ces méthodes d'analyse au projet de l'alimentation d'un site GSM par énergie solaire. Nous utiliserons comme données les outputs du module revenu.

IV-1-10-1 Calcul de la VAN

La valeur actuelle nette comme définie au chapitre 2 représente le montant de la création de valeur anticipée sur l'investissement.

D'un point de vue purement financier, un investissement peut être entrepris dès lors que sa VAN est positive, puisqu'il créera normalement de la valeur

La VAN est donnée par :

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} - I_0$$

Ou :

- I_0 est le CAPEX
- F_i les free cash flow
- T le facteur d'actualisation
- n le nombre d'année de la durée de vie du projet.

Ainsi, le CAPEX étant égal à 2 855 000 DH et les free cash flow égaux à :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Free Cash Flow	-1728327,2	2710503	2848776,9	3008098	3175385	3351037	3535471	3729127

Tableau IV-16 Cash flow dégagé par l'exploitation d'un site GSM alimenté par énergie solaire

Donc Par simple calcul on obtient, la VAN égale à :

$$VAN = -2\,855\,000 + 971\,5290 = 6\,577\,645 \text{ DH}$$

La VAN est >0 alors le projet du point de vue financier est rentable

IV-1-10-2 Calcul du TRI

Le taux de rendement interne d'un actif financier est le taux d'actualisation qui annule la valeur actuelle nette de l'actif. Un investissement est rentable si le taux de rentabilité interne est supérieur au taux de rentabilité exigé par l'investissement, dans notre cas 15%

Calculons donc le seuil r pour lequel on a :

$$\sum_{i=1}^n \frac{F_i}{(1+t)^i} = V_0$$

On obtient, après calcul $t = 169\%$ valeur qui est supérieur au taux d'actualisation , on peut conclure encore une fois que le projet est rentable.

IV-10-3 Le délai de récupération

Le délai de récupération , ou pay back période, mesure le temps nécessaire à la récupération du montant initial d'un investissement en cumulant les free cash flow. C'est un indicateur du risque puisque la prédiction des cash flow futures est plus risquée.

Pour obtenir ce délai, on représente sur un graphique les valeurs des cash flow cumulés pour les huit années de la durée de vie du projet. L'intersection de la courbe avec l'axe des abscisse permet de déduire le délai de récupération du montant initial.

Dans notre cas le délai de récupération est 1 année et 9 mois

IV-1-10-4 calcul de l'indice de profitabilité

L'indice de profitabilité est donné par :

IP= valeur actuelle des cash flow divisé par le CAPEX

Or la valeur des cash flow actualisée, précédemment calculée est égal à :

$$VA \text{ des cash flow} = \sum_{i=1}^n \frac{Fi}{(1+t)^i} = 9\,715\,290 \text{ DH}$$

Et le CAPEX étant égal à : 2 855 000 DH

Donc on a IP= 9 715 290/2 855 000 = 3,4 >1

L'IP étant supérieur à 1 le projet est encore acceptable du point de vue financier.

IV-1-10-5 Calcul de l'EVA

Selon la formule de l'EVA donnée par :

EVA= VA NOPAT – (CAPEX* WACC)

Or

NOPAT étant donné par:

NOPAT= EBIT+amortissement – Impôt

Donc

$$VA \text{ NOPAT} = \sum_{i=1}^n \frac{NOPAT_i}{(1+t)^i}, \text{ ou } NOPAT_i = \text{EBIT(année } i) + \text{amortissement (année } i) -$$

impôt (année i)

Dans le tableau ci-dessous nous reprenons les valeurs déjà calculées de l'EBIT, l'amortissement et des impôt afin de calculer la valeur actualisée sur les huit année de durée de vie du projet du NOPAT

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EBIT	1386516	3857390	4073106	4321657	4582635	4856663	5144392	5446507
Impôt	497759,2	1384803	1462245	1551475	1645166	1743542	1846837	1955296
Dotations aux amortissements	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916	237 916
NOPAT	1 126 673	2 710 503	2 848 777	3 008 098	3 175 385	3 351 037	3 535 471	3 729 127

Tableau IV-17 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

Donc après calcul on obtient :

$$VA\ NOPAT = \sum_{i=1}^n \frac{NOPAT_i}{(1+t)^i} = 12\,197\,898 \text{ DH}$$

D'où l'EVA= 12 197 898- WACC* CAPEX

$$EVA = 12\,197\,898 - 0,12 * 2\,855\,000 = 11\,855\,298 > 0$$

Le projet est acceptable du point de vu financier.

Ainsi, et après avoir calculer les indices financiers relatifs à l'investissement en l'alimentation des sites GSM par énergie solaire, et afin de pouvoir faire une étude comparative de l'opportunité du projet par rapport à l'alimentation par groupe électrogène, nous devons maintenant procéder au calcul des indice financier relatifs à l'alimentation par GE.

IV-2 Evaluation du projet relatif à l'alimentation des sites GSM par GE

Il s'agit d'abord de calculer les coûts d'investissement et d'exploitation représentés par les indicateurs CAPEX et OPEX .

Dans ce cas le CAPEX comprend le coût du groupe électrogène et des batteries, quand à l'OPEX il correspond aux charges d'exploitation, qui comprennent :

- Achat et approvisionnement en gasoil : 127 000 DH
- Déplacement et interventions : 24 000 DH
- Gardinage : 48 000 DH
- Entretien du GE : 17 000 DH

Il est à noter que l'entretien du GE n'est pas pris en charge par IAM durant la première année de fonctionnement du groupe, du fait que celui ci est sous garantie durant cette période.

D'autres parts le coût de l'investissement initial est composé comme suit :

- Groupe électrogène : 129 300 DH
- Régulateur : 15 000 DH
- Onduleur : 35 300 DH
- Prestation : 15 000DH
- Batteries : 30 671 DH

Ainsi à partir des données suscitées on peut calculer les CAPEX et l'OPEX pour les huit années de durée de vie du projet , on obtient ainsi les résultats résumés dans le tableau suivant :

Année	2003	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2010
CAPEX(KDH)	225 271		30 671			30 671		
OPEX(KDH)	199 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000	220 000

Tableau IV-18 Estimation du CAPEX et de l'OPEX relatif à l'alimentation par GE

Dans le paragraphe précédent nous avons calculé le CAPEX et l'OPEX relatif à l'investissement dans un site GSM. Dans une même logique et afin de calculer le coût global engendré par l'investissement de l'alimentation d'un site GSM par groupe électrogène nous devons additionner les deux CAPEX et les deux OPEX, nous obtenons les résultats résumés dans le tableau ci-dessous :

Investissement	Année	2003	2204	2205	2206	2207	2208	2209	2010
GE	CAPEX(KDH)	225, 271		30, 671			30, 671		
	OPEX(KDH)	199	220	220	220	220	220	220	220
Site GSM	CAPEX(KDH)	1430							
	OPEX(KDH)	628	617	639	639	639	639	639	639
GE+ Site GSM	CAPEX(KDH)	1 655	0	30, 671	0	0	30, 671	0	0
	OPEX(KDH)	827	837	859	859	859	859	859	859

Tableau IV-19 Estimation du CAPEX et de l'OPEX relatif à l'alimentation par GE et l'exploitation d'un site GSM

IV-2-2 calcul du Cash Flow

Nous savons d'après la définition que le cash flow est donné par :

$$\text{Cash flow} = \text{EBIDTA} - \text{Impôt} - \text{CAPEX}$$

Ainsi nous suivrons la même démarche utilisée lors de l'étude précédente relative l'investissement en atelier solaire

Nous savons que l'EBITDA est donnée par :

$$\text{EBIDTA} = \text{Revenues} - \text{OPEX}$$

Or les revenus d'un site GSM sont déjà calculés, la différence est que pour l'alimentation par groupe électrogène le taux d'augmentation du revenu est seulement de **3%** annuellement en raison de la qualité de service qui est inférieure à

celle lorsque l'alimentation est par énergie solaire, on obtient les valeurs résumées dans le tableau suivant :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2252432	4640009,9	4779210,2	4922587	5070264	5222372	5379043	5540415

Tableau IV-20 Estimation du revenu de l'exploitation d'un site GSM

Donc en soustrayant l'OPEX du revenus nous obtenons l'EBIDTA

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2252432	4640009,9	4779210,22	4922587	5070264	5222372	5379043	5540415
EBIDTA	1425432	3803009,9	3920210,218	4063586,52	4211264,1	4363372	4520043,2	4681414,5

Tableau IV-21 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

Ainsi, et après le calcul de l'EBIDTA , et afin de calculer les cash Flow il nous reste à calculer les impôts et les amortissements :

Le CAPEX global évalué précédemment vaut : 1 655 KDH

Donc les dotations aux amortissements annuelles sont 1 655 KDH / 8 soit 206 875 DH

On peut maintenant calculer l'EBIT et par la suite les impôts

Les résultats de calcul sont résumés dans le tableau suivant :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Revenu	2252432	4640009,9	4779210	4922587	5070264	5222372	5379043	5540415
EBIDTA	1425432	3803009,9	3920210	4063586	4211264	4363372	4520043	4681414
EBIT	1 218 557	3 596 135	3713335	3 856 712	4 004 389	4 156 497	4 313 168	4 474 540
Impôt	437461,9	1291012,4	1333087	1384559	1437576	1492182	1548427	1606360
Dotations aux amortissements	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875

Tableau IV-22 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

A ce stade, nous avons toutes les données nécessaires pour le calcul du cash flow généré par l'exploitation d'un site GSM alimenté par groupe électrogène.

Ainsi en appliquant la formule : Cash Flow= EBITDA-Impôt-CAPEX

On procède ensuite au calcul de la valeur de la somme relative à chacune des huit années de la durée de vie du projet en actualisant avec un taux de 15%

Nous obtenons les résultats présentés dans le tableau suivant :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CAPEX(KDH)	1 655	0	31	0	0	31	0	0
OPEX(KDH)	628 199	617 220	639 220	639 220	639 220	639 220	639 220	639 220
Revenu	2252432	4734306	4971022	5219573	5480551	5754579	6042308	6344423
EBIDTA	1624 233	4 117 086	4 331 802	4 580 353	4 841 331	5 115 359	5 403 088	5 705203
EBIT	1417 358	3 910 211	4 124 927	4 373 478	4 634 456	4 908 484	5 196 213	5 498 328
Impôt	496075,3	1368573,9	1443724,5	1530717,3	1622059,6	1717969,4	1818674,6	1924414
Dotations aux mortissements	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875
Free Cash Flow	-667030	2511997	2587123	2679027	2773688	2871190	2971616	3075055
Cash Flow actualisés	-580026	1899431	1701075	1531742	1379013	1241294	1117140	1005241
Cash Flow actualisés cumulés	-580026	1319405	3020480	4552223	5931236	7172531	8289671	9294912

Tableau IV-23 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

IV-10-2-3 Calcul de la VAN

Comme définie précédemment la VAN est donnée par la formule suivante :

Or le CAPEX étant égal à 1 655 KDH et les Cash Flow égaux à :

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Free Cash Flow	-667030	2511997	2587123	2679027	2773688	2871190	2971616	3075055
Free Cash Flow actualisés	-580026,087	1899430,62	1701075,37	1531742,38	1379013,14	1241294,67	1117140,52	1005240,93
FCF Cumulés	-580026,087	1319404,54	3020479,9	4552222,29	5931235,43	7172530,1	8289670,62	9294911,56

Tableau IV-24 Cash Flow dégagés par l'exploitation d'un site GSM alimenté par GE

Donc on obtient après calcul :

$$VAN = -1\,655\,000 + 929\,4912 = 7\,639\,912 \text{ DH}$$

La VAN est > 0 alors le projet du point de vue financier est rentable.

IV-10-2-3 calcul du TRI

Cherchant le taux d'actualisation qui annule la valeur actuelle nette, afin de le comparer au taux de rentabilité de 15% exigé par Maroc Telecom,

On obtient après calcul $t=378,5\%$, valeur qui est supérieure au taux d'actualisation

IV-10-2-4 calcul du délai de récupération

Comme défini précédemment ce délai est obtenu par interpolation, grâce à la formule suivante :

$$DRC = n + (-CFC_n / CFC_{n+1}) * 365$$

Où n est le nombre d'années pour lesquelles le cash flow est négatif

CFC_n le free cash flow actualisé cumulé de l'année n

CFC_{n+1} le free cash flow actualisé de l'année n+1

Ainsi nous obtenons :

$$DRC = 1 \text{ ans} + (-(-580026 / 1899431) * 365) \text{ jours} = 1 \text{ ans} + 111 \text{ jours}$$

Donc le Délai de récupération est de une année et 4 mois.

IV-10-2-5 Calcul de l'indice de profitabilité

L'indice de profitabilité est donné par :

IP = valeur actuelle des cash flow divisée par le CAPEX

Or la valeur des cash flow actualisée, précédemment calculée est égale à :

$$VA \text{ des cash flow} = \sum_{i=1}^n \frac{Fi}{(1+t)^i} = 9\,294\,912 \text{ DH}$$

Et le CAPEX étant égal à : 1 655 000 DH

Donc on a IP = 9 294 912 / 1 655 000 = 5,61 > 1

L'IP étant supérieur à 1 le projet est encore acceptable du point de vue financier.

IV-10-6 Calcul de l'EVA

L'EVA est donnée par :

$$EVA = VA \text{ NOPAT} - (CAPEX * WACC)$$

Or

NOPAT étant donné par:

$$NOPAT = EBIT + \text{amortissement} - \text{Impôt}$$

Donc

$$VA \text{ NOPAT} = \sum_{i=1}^n \frac{NOPAT_i}{(1+t)^i}, \text{ ou } NOPAT_i = EBIT(\text{année } i) + \text{amortissement}(\text{année } i) - \text{impôt}(\text{année } i)$$

Dans le tableau ci-dessous nous reprenons les valeurs déjà calculées de l'EBIT, l'amortissement et des impôts afin de calculer la valeur actualisée sur les huit années de durée de vie du projet du NOPAT

Année	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
EBIT	1 218 557	3 596 135	3 713 335	3 856 712	4 004 389	4 156 497	4 313 168	4 474 540
Impôt	437462	1291012,4	1333087,3	1384559,4	1437575,7	1492182,4	1548427,4	1606359,7
Dotations aux amortissements	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875	206 875
NOPAT	987 970	2 511 997	2 587 123	2 679 027	2 773 688	2 871 190	2 971 616	3 075 055

Tableau IV-25 Variantes nécessaires pour le calcul de la rentabilité du projet

Donc après calcul on obtient :

$$VA\ NOPAT = \sum_{i=1}^n \frac{NOPAT_i}{(1+t)^i} = 10\ 734\ 042\ DH$$

Donc l'EVA= 10 734 042 - WACC* CAPEX

$$EVA = 10\ 734\ 042 - 0,12 * 1\ 655\ 000 = 9\ 074\ 042 > 0$$

Le projet est acceptable du point de vu financier

IV-3 Analyse des résultats- Etude comparative

Après avoir calculer tous les indices financiers permettant le choix de l'investissement le plus rentable ou le plus bénéfique pour l'entreprise, en intégrant dans les calculs de revenu et de cash flow des paramètres spécifique à chacun des projets, tel que la qualité de service et son impact sur le nombre d'abonnés, On peut à présent faire une étude comparative afin de choisir entre les deux projets.

Dans le tableau suivant nous présentons tous les indices financiers calculés précédemment pour chacun des projets.

Tableau comparatif

Indice financier	Investissement	
	alimentation par énergie solaire	alimentation par groupe électrogène
	Projet A	Projet B
VAN	6 577 645	7 639 912
DRC	1,9	1,4
TRI	169%	378,5%
EVA	11 855 298	9 07 042
IP	3,92	5,61

A partir du tableau on constate que la VAN relative au projet de l'alimentation du site GSM par GE est supérieure à celle relative au projet d'alimentation par énergie solaire, et ce ci bien que les revenus relatifs au premier projet augmentent par hypothèse de 3% annuellement alors que pour le second ils augmentent de 5%.

Mais la VAN n'est pas un critère satisfaisant pour notre cas, car c'est un indice financier pour les projets qui ont le même montant d'investissement. On notera cependant que la VAN pour les deux projets est nettement supérieure à zero.

Pour ce qui est du DRC, il ne convient pas non plus à notre cas, c'est un indice utilisé pour comparer des projets à haut risque de vieillissement, il est donc plutôt employé par des entreprises opérantes dans des secteurs de pointe (Industrie des équipements de télécommunications, aéronautique, Industrie microélectronique).

L'indice de profitabilité (IP) et le TRI sont significatifs dans notre cas, car ils permettent d'éliminer les conséquences des différences de taille du projet (capital investit), mais non du niveau de risque et pas entièrement de la durée d'exploitation.

Ils sont retenus si l'entreprise a pour objectif de maximiser son taux de profit. En se basant sur cette logique et a partir des valeurs extraites du tableau comparatif on peut dire que le projet B est plus attrayant du point de vue financier que le projet A.

Pour ce qui est de l'EVA c'est indice financier fortement liée à la VAN elle est essentiellement significative lorsque les deux projets ont le même montant investit,

on notera tout de même que l'EVA est nettement supérieur à zéro pour les deux projets.

Conclusion

Consciente que le secteur des télécommunications au Maroc est capital pour le progrès technique et le développement économique du pays, Maroc Télécom poursuit une politique de développement pour renforcer son rôle comme principal opérateur et pour promouvoir son rayonnement.

Cette orientation stratégique a permis à Maroc Telecom de devenir une entreprise performante, et d'accompagner l'essor des télécommunications sur tous les segments (fixe, mobile, transmission texte, voix, image, Internet etc..). Ainsi, et pour maintenir sa politique de l'introduction des nouvelles technologies tout en gardant un bon équilibre financier, Maroc Telecom est confrontée chaque jour au problème du choix d'investissements, quel projet retenir est sous quels critères sélectionner les projets. Dans ce mémoire nous avons voulu présenter une procédure, aussi générale que possible, qui prends en considération tout les paramètres influant sur l'investissement tel que le risque , la stratégie ou l'évolution du marché. Cette procédure permettra au contrôleur de gestion des différents Pôle de Maroc Télécom d'assembler de façon méthodique toutes les informations et données permettant de se prononcer sur l'opportunité d'un projet d'investissement donné.

Nous avons présenté un cas réel :le choix de l'investissement pour l'alimentation des sites GSM dans les zones rurales éloignées du réseau de l'ONE.

Le résultat de notre analyse favorise l'alimentation par groupe électrogène en se basant sur l'IP et le TRI comme critères d'analyse. On note cependant que l'EVA relative au projet d'alimentation par énergie solaire est fortement supérieure à celle du projet d'alimentation par GE et que la VAN est sensiblement égale pour les deux projets. En considérant une durée de vie du projet supérieure à celle retenue (8 ans) la VAN et l'EVA favoriseraient le choix du projet relatif à l'énergie solaire.

On peut se demander maintenant, est ce que les résultats de l'analyse financière sont suffisants pour nous permettre de faire un choix définitif entre les deux projets ? Manifestement non, ayant les résultats en vu, le comité d'investissement pourrait choisir le projet A s'il juge important de garantir un certain niveau de la qualité de service et un investissement à long terme à forte valeur économique ajoutée, comme il pourrait choisir le projet B s'il juge d'un point vu financier pure. Donc on

peut dire que la vision stratégique de l'entreprise a un poids aussi important et déterminant que les indices de rentabilité financier dans le choix de l'investissement.

Bibliographie :

- F-X.GODRON, B.BOUUCROT “ Methods for ATM network planning” 7th International Network planning symposium, Sydney , 1996
- J.DRESSLET, J.A COMES “European research project, flexible procedure for minimising the cost of a switched Network taking into account mixed technology” ITC X Montreal, June 1983
- OFTEL, “The pricing of telecommunication services from 1997”
- “ Cost allocation in Telecom”, Vision in business, London
- Bodily,” The practise of decision and risk analysis” Volume 22Schlosser M,Corporate finance: A modelbuilding approach, Prentice Hall,1989.

ANNEXE I

Matrice SWOT

	Paramètres	Coefficient	Force	Faiblesse	Opportunité	Risque
Commerciales	Caractéristiques technologiques					
	Cycle de vie					
	Produit concurrent sur le marché					
	Autres					
Techniques	Fiabilité					
	Performances					
	Frais d'entretien et de réparation					
	Autres					
Sociales	Recrutement et formation					
	Sous-traitance					
	Sécurité					
	Autres					
Financières	Respect du budget					
	Sources de financement					
	Autres					
Total						

“Pour chaque paramètre on attribue un coefficient qu'on multiplie par sa cote relative au risque, à la faiblesse, à l'opportunité et à la force,

Les coefficients sont établis en fonction, des données propres à l'entreprise

Cette opération est effectuée pour chacun des projets, afin de réduire le nombre de possibilités techniques

