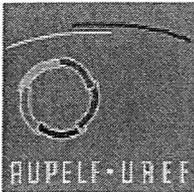


Faisabilité de projets d'électricité rurale décentralisée à partir de la biomasse



liberté • Égalité • Fraternité

**Actes de l'atelier régional du 25 au 30 Septembre 2000
YAOUNDE (CAMEROUN)**



**ORGANISATION ET SUIVI DE L'ATELIER
DE FAISABILITE DE PROJET
D'ELECTRICITE
RURALE DECENTRALISEE
A PARTIR DE LA BIOMASSE**



CIRAD-Forêt



Ecole Nationale Supérieure
de Polytechnique

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
BAILLARGUET

CIRAD-Dist
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE
Baillarguet

YAOUNDE (CAMEROUN)

25 au 30 Septembre 2000

CONCEPTS FONDAMENTAUX DE L'ANALYSE ECONOMIQUE DE PROJETS

Philippe GIRARD

CIRAD-FORET - TA 10/16, 73 rue Jean François Breton - 34398 Montpellier - FRANCE
Tél : 04.67.61.44.90 - Fax : 04.67.61.65.15 - philippe.girard@cirad.fr

Lors de la réalisation de l'analyse financière d'un projet, les responsables de l'évaluation doivent adapter les outils d'analyse à la situation économique existante. L'aspect certain ou incertain de l'environnement économique influence les règles de décision des choix d'investissement. L'existence d'un risque économique, mais aussi politique influence les conclusions des bailleurs de fonds. Quels sont les principaux éléments à prendre en compte lors de l'évaluation financière d'un projet ?

RAPPEL SUR LE TAUX D'ACTUALISATION

Certains instruments financiers qui vont suivre, prennent en compte le taux d'actualisation. Sans chercher à relancer le débat sur l'utilisation qui en est faite, nous pensons qu'il est préférable -compte tenu de ses effets importants - de rappeler ce qu'est un taux d'actualisation. L'actualisation permet de convertir une unité monétaire de demain (ou d'hier) en la même unité monétaire aujourd'hui. Ainsi son utilisation donne la possibilité de comparer des projets portant sur des espaces temporels différents. Le taux d'actualisation est un indicateur de tension entre l'offre et la demande d'argent "prêtable". Le niveau qui sera donné au taux d'actualisation sera fonction de la préférence du décideur vis-à-vis du présent. Plus celle-ci sera forte, plus le taux sera élevé. La différence qui existe entre le niveau du taux d'intérêt sur le marché financier et celui du taux d'actualisation peut donc être interprétée comme un coût d'opportunité. Si la préférence pour le présent est propre à chaque industriel, il existe des taux d'actualisation qui font référence dans les calculs financiers, comme par exemple ceux de la Banque Mondiale. Celle-ci estime que le taux moyen pour l'Afrique est de 12%. Ce taux cache en réalité une grande hétérogénéité. En effet, les pays du Maghreb sont économiquement plus avancés que ceux du reste de l'Afrique. Ainsi le taux d'actualisation qui est utilisé est plus proche de celui des pays industrialisés que de celui des PED. Nous tenons à faire remarquer qu'à lui seul, le taux d'actualisation mériterait une étude exclusive. Nous ne désirons pas traiter ici du débat sur le problème du taux d'actualisation réel ou nominal, car l'analyse qui nous intéresse directement porte sur des projets à investissements relativement modestes.

I LE CHOIX DES INSTRUMENTS D'ANALYSE FINANCIERE

Dans ce paragraphe, nous distinguerons les critères financiers utilisés pour des projets s'inscrivant dans un contexte économique certain, et ceux s'inscrivant dans un contexte incertain.

1.1 Analyse en avenir-certain

Par "avenir certain", nous entendons l'acceptation d'un certain nombre d'hypothèses comme celle portant sur l'évolution supposée connue des prix internationaux, celle un niveau de production donné, etc.... Comme nous pouvons le constater, il s'agit *"d'une certitude toute relative et inévitablement subjective"*¹.

1.1.1 Le Délai de Récupération des Fonds Investis (D.R.F.I.) :

Le D.R.F.I. permet de déterminer la période de fonctionnement nécessaire à l'égalisation entre les recettes nettes et le niveau d'investissement initial.

Ce critère permet de choisir le(s) projet(s) dont le délai est le plus faible. Avec le Temps de Retour, ce critère représente la principale base de réflexion

des entrepreneurs, qui trouvent une concordance entre la durée de leur mandat et le temps de réponse de l'investissement (attente des résultats financiers de la part des propriétaires).

Cet indicateur, souvent confondu avec le Temps de Retour, présente des limites majeures.

- Il ne prend pas en compte l'intégralité de la période de fonctionnement du projet. Ainsi, ce critère financier ne tient pas compte des difficultés futures une fois l'investissement initial récupéré. Cet aspect temporaire du résultat financier est amplifié par l'absence d'actualisation dans le calcul. La première limite repose donc sur la restriction de la période d'étude, qui ne met pas en valeur ce qui se passe une fois l'investissement récupéré.
- La seconde remarque porte sur le fait que le DRFI est indicateur de très court terme. Il ne permet pas la mise en application de programmes de grandes envergures, même si ces derniers sont facteurs de développements futurs. Cette seconde limite souligne le fait que si le DRFI fait parti des critères financiers prioritaires pour les industriels, celui-ci ne constitue pas pour autant une référence de décision.

¹ Jacques PERCEBOIS "Economie de l'Energie"
ECONOMICA 1989 - 690 pages

1.1.2 Le Temps de Retour (T.R.)

Le principe de base est le même que précédemment, mais on tient compte de l'actualisation. Or, généralement, un industriel raisonne sur une période de 2, 3, parfois 4 ans. Face à ce raisonnement à très court terme, nous pouvons nous poser la question de la nécessité de la prise en compte de l'actualisation.

Dans l'exemple qui va suivre nous allons tenter de souligner l'importance de la prise en compte de l'actualisation en faisant une comparaison entre T.R. et D.R.F.I. pour un même projet.

Pour le D.R.F.I. la formalisation mathématique est la suivante :

$$\text{Trouver } t \text{ tel que : } -I_0 + \sum (R_t) = 0 \quad (1)$$

Pour T.R. la formalisation mathématique est la suivante :

$$\text{Trouver } t \text{ tel que : } -I_0 + \sum (R_t / (1 + a)^t) = 0 \quad (2)$$

Où :

I_0 est le niveau de l'investissement initial.

R_t est la recette nette à la date t .

a est le taux d'actualisation.

En comparant (1) et (2) nous constatons que la prise en compte de l'actualisation a pour effet d'augmenter le dénominateur et donc de diminuer le montant des recettes futures. La minoration des recettes nous oblige à regarder sur une plus longue période, ce qui peut mettre en évidence des dépenses ultérieures occultées par D.R.F.I. C'est ce que nous voulons démontrer avec l'exemple de la page suivante :

Soit un projet dont les flux financiers sur 7 ans sont les suivants :

Flux financiers exprimés en unités monétaires

| | |
|-----------|--------------------|
| Période 0 | Dépense $I_0 = 10$ |
| Période 1 | Recette = 5 |
| Période 2 | Recette = 5 |
| Période 3 | Dépenses = 10 |
| Période 4 | Recette = 2 |
| Période 5 | Recette = 8 |
| Période 6 | Recette = 5 |
| Période 7 | Recette = 4 |

Nous obtenons les résultats suivants :

| METHODE | DELAI |
|----------|-------------------------------|
| D.R.F.I. | 2 ans |
| T.R. | > 6 ans (pour $a = 12\%$) |

Nous pouvons constater qu'en augmentant le temps de récupération, la méthode du Temps de Retour permet de couvrir une période d'activité plus importante. Toutefois, le T.R. reste un indicateur

financier limité. En effet, la critique qui a été faite au D.R.F.I. reste pertinente. Car si l'utilisation du T.R. permet de raisonner sur une plus grande partie de la période d'activité, il ne couvre pas la totalité de la période. Ainsi, si nous reprenons l'exemple précédent passé 6 ans on ne se préoccupe plus de rien.

Les critères du T.R. et D.R.F.I. sont souvent utilisés par les industriels. Si on parle généralement de la "myopie de court terme", cela s'explique le plus souvent par le dualisme qui peut exister entre le dirigeant d'une entreprise et les propriétaires. En effet, la durée de vie d'un projet peut dépasser de beaucoup celle du contrat du responsable de l'entreprise. Ainsi ce dernier, pour faciliter le renouvellement de la confiance des propriétaires (actionnaires,...), choisira les projets qui du point de vue comptable seront les plus efficaces (Permet de limiter les provisions pour risques et charges,...), et éliminera les projets plus profitables mais sur une période jugée trop longue compte tenu des impératifs de résultat.

1.1.3 La Valeur Actualisée Nette (V.A.N.)

Ce critère prend en compte tous les flux financiers sur la totalité de la période de vie de l'investissement. Le choix porte sur la solution qui fournit le meilleur rapport coûts-avantages. Pour chaque projet, on évalue les recettes R_t et les dépenses D_t qui auront lieu au cours de la période de fonctionnement. Après comparaison des différents projets, le choix se porte sur ceux qui ont le niveau de V.A.N. le plus élevé, dans la limite de la capacité d'investissement. Le calcul de la V.A.N. se fait de la façon suivante

$$VAN = -I_0 + \sum \frac{(R_t - D_t)}{(1 + a)^t} \quad (3)$$

Où :

I_0 = Investissement initial

$(R_t - D_t)$ = Recettes nettes à l'instant t

a = Taux d'actualisation

D'après (3) nous pouvons constater l'influence du taux d'actualisation. Plus le taux est élevé -c'est à dire plus la préférence pour le présent est forte - plus le niveau de la VAN est faible. Ce critère est souvent employé pour les projets longs de niveau d'investissement élevé. Le taux d'actualisation retenu est celui reconnu par les organismes financiers internationaux.

Le critère VAN présente cependant quelques insuffisances puisqu'il ne permet pas de comparer des projets ayant des mises de fond installées ou des durées de vie différentes.

1.1.4 Le Taux de Rentabilité Interne (TRI)

Le TRI est le taux pour lequel la VAN est nulle. Il est souvent utilisé dans une approche de minimisation des pertes éventuelles. En effet,

comparé au niveau du taux d'intérêt bancaire, il indique le niveau en deçà duquel le projet est réalisé à perte. Il garantit la perte minimale et indique le taux d'intérêt maximum auquel on peut emprunter si on ne dispose pas des capitaux nécessaires. Le graphe ci-après nous indique que le TRI et la VAN peuvent aboutir à des conclusions opposées.

Soient A et B deux projets de TRI différents (TRI_a et TRI_b). Le calcul de la VAN en fonction du taux a (voir équation (3)), permet la représentation graphique suivante, d'où le tableau des choix :

| Choix du projet | | |
|-----------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Critères | Pour $a < a^*$ | Pour $a > a^*$ |
| TRI | Choix de B ($TRI_a < TRI_b$). | Choix de A ($TRI_a < TRI_b$). |
| VAN | ($VAN_a > VAN_b$). | ($VAN_a < VAN_b$). |

Dans certains cas, l'incertitude liée au risque est gérée par combinaison de plusieurs critères. Par exemple, la règle du pouce associe le TR au TRI en soulignant qu'un projet doit respecter les relations suivantes

- $TR < 1/3$ de la durée de vie
- $TRI (\%) = 1/TR$

Toutefois, il existe des critères spécifiques à l'analyse en avenir incertain.

1.2 ANALYSE EN AVENIR INCERTAIN

Par souci de précision, nous présentons les critères de choix d'investissement en avenir incertain. Moins fréquemment utilisés que ceux du paragraphe précédent, ces méthodes se divisent en deux catégories en fonction de l'existence ou non d'un avenir probabilisable.

1.2.1 En avenir probabilisable

Lorsque l'incertitude est probabilisable, on peut utiliser le critère de la VAN, que l'on pondère de la probabilité de réalisation. Le projet sélectionné sera celui qui présentera la meilleure combinaison (VAN/PROBA.). Comme nous pouvons le supposer, généralement la probabilité est plus une notion subjective qu'objective. Ainsi le décideur peut se donner sa propre loi de probabilité et par la méthode de la Théorie des jeux choisir son projet.

1.2.2 En avenir non probabilisable

Dans ce cas deux grands critères sont utilisés, le maximin (ou le minimax) et le minimax-regret. Dans un premier temps, nous vous proposons la démarche générale de chacun de ces deux critères, suivi d'une application à un cas fictif.

1.2.2.1 Le minimax-maximin

Un ensemble de projets est proposé au décideur. De plus il existe des hypothèses de réalisation de

l'état environnant (scénarios) qui sera plus ou moins favorable à la réalisation des projets. Le principe consiste à déterminer - dans les conditions les plus défavorable - les projets qui donnent la meilleure VAN (maximiser le gain minimum) ou bien la perte la plus faible (minimiser la perte maximale).

Prenons le cas d'utilisation du maximin :

- Soit I_i un ensemble de projets d'investissement avec $i=[1;N]$
- Soit H_j un type de scénario, avec $j=[1;k]$

Chaque projet I_i aura une configuration différente selon le scénario H_j (Cette configuration peut être aussi bien le niveau de VAN que la perte). Nous obtenons ainsi le tableau suivant :

Tableau I - VAN en monnaie constante

| | H_1 | H_2 | ... | H_j | ... | H_k |
|-------|-------|-------|-----|----------|-----|-------|
| I_1 | | | | | | |
| I_2 | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| I_i | | | | a_{ij} | | |
| ... | | | | | | |
| I_N | | | | | | |

Puis, pour un investissement I_i donné, on regarde les réalisations en fonction des scénarios H_j et nous sélectionnons les a_{ij} minimum. D'où le tableau ci-après :

| I_i | Min $\{a_{ij}\}$ |
|-------|------------------|
| I_1 | $a_{1,j,\min}$ |
| ... | |
| I_i | $a_{i,j,\min}$ |
| ... | |
| I_N | $a_{N,j,\min}$ |

De ce dernier tableau, on retient le projet qui donne la VAN minimale la plus élevée.

Exemple d'application : Le décideur dispose du tableau de réalisations suivant et il choisit la méthode du maximin.

Tableau des VAN en unité monétaire (Monnaie constante)

| | H_1 | H_2 | H_3 | H_4 | H_5 | 10 | Maxi Min |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----|-------------|
| I_1 | 25 | 13 | 38 | 14 | 45 | 18 | 13 |
| I_2 | 9 | (15) | 21 | (2) | 25 | 50 | (15) |
| I_3 | 3 | 18 | 33 | 30 | 24 | 29 | 3 |
| I_4 | 29 | 35 | 28 | 9 | 50 | 30 | 9 |
| I_5 | 31 | 30 | 10 | 15 | 38 | 42 | 10 |

D'où le choix va porter sur le projet le plus rentable et dans ce cas, on choisit le projet I_1 , car c'est celui qui présente le gain minimum le plus élevé.

1.2.2.2 La méthode du minimax -regret

Le principe consiste à déterminer à partir du tableau des VAN (cf tableau 1) le niveau minimum des regrets maximum que l'on a sur l'ensemble des projets. La première étape consiste à calculer les regrets associés à chaque projet. Le regret est obtenu par différence -- pour un scénario H_j , donné - entre la meilleure VAN des projets I est celle du projet étudié. Nous obtenons le tableau suivant :

Tableau 2 : Tableau des regrets

| | H_1 | H_2 | | H_j | H_k |
|-------|-------|-------|--|----------|-------|
| I_1 | | | | | |
| I_2 | | | | | |
| I_i | | | | R_{ij} | |
| I_N | | | | | |

Le tableau est obtenu par soustraction entre la meilleure solution pour une hypothèse donnée, solution de référence, et les autres possibilités. Puis on établit un tableau des regrets maximums (cf tableau 3), et on choisit parmi les R_{ij} .max celui qui est le plus faible, soit, le $\text{Min}\{R_{ij}.\text{max}\}$

En reprenant l'exemple du maximin précédent (tableau 1), nous pouvons comparer les conclusions de ces deux méthodes portant sur un même énoncé de base.

Tableau des regrets : (en monnaie constante)

Si H_j se réalise, quel est le regret (la différence) si on a choisi le projet I_i ?

| | H_1 | H_2 | H_3 | H_4 | H_5 | H_6 | Max Regret |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------------|
| I_1 | 6 | 22 | 0 | 16 | 5 | 32 | 32 |
| I_2 | 22 | 50 | 17 | 32 | 25 | 0 | 50 |
| I_3 | 28 | 17 | 5 | 0 | 26 | 21 | 28 |
| I_4 | 2 | 0 | 10 | 21 | 0 | 20 | 20 |
| I_5 | 0 | 5 | 28 | 15 | 12 | 8 | 28 |

On minimise le regret maximum, c'est à dire que l'on préférera le projet I_4 car il présente le regret le plus faible.

Comme nous pouvons le constater, les deux méthodes ont donné des résultats différents alors que toutes les deux portaient du même tableau de VAN. De la même manière, nous aurions pu choisir un autre critère de sélection, celui qui maximise le gain minimum, "Maxi-min", c'est à dire celui qui garantit un minimum de résultat. Que l'on soit en avenir certain ou non, probabilisable ou pas, nous constatons que le choix d'un instrument financier n'est pas neutre sur l'élaboration de la conclusion finale. Sans remettre en cause l'importance de ces critères il semble nécessaire de rappeler les limites de ce type d'évaluation.

2 LES LIMITES DE L'APPROCHE UNI DIMENSIONNELLE

L'analyse coûts-avantages peut-être considérée comme une analyse partielle.

2.1 Une limite dans le temps

Le principe qui correspond à tout ramener à la vie du projet fait oublier les hypothèses sous-jacentes à l'analyse. Sans revenir trop longtemps sur le problème de la prise en compte du temps par le taux d'actualisation, il nous semble important de rappeler que la quasi-totalité des industriels raisonnent en D.R.F.I., peu d'entre-eux vont avoir recours aux corrections temporelles car leur espace de raisonnement est limité au futur proche, généralement 2 ou 3 ans. Pour ceux qui tiennent compte de la dimension temporelle - via le taux d'actualisation - si cela peut favoriser certains projets, se sont souvent les organismes publics ou les très grosses entreprises qui sont concernés du fait du niveau d'investissement que nécessite ce type de projet. Quant à ceux qui utilisent le critère du taux de rentabilité interne, ce calcul permet d'effectuer une comparaison immédiate avec le taux d'emprunt sur le marché monétaire, sans tenir compte directement du taux d'actualisation. Se contenter exclusivement d'une analyse financière pour évaluer un projet ne peut donner qu'une vue de court terme, et occulter ainsi les autres aspects qui ne sont pas moins importants. Ainsi les analyses sociales des conséquences d'un projet sont elles assez souvent oubliées. Nous pouvons facilement nous rendre compte du biais introduit par la non prise en compte des coûts externes lors du calcul de la rentabilité financière du projet.

2.2 Une limite dans l'espace

Si - toutes choses égales par ailleurs - l'apport de l'actualisation a permis de prendre en compte le L.T., cela est resté dans une optique exclusivement financière. D'autres critiques importantes peuvent être formulées. En effet, nous pouvons penser que ce qui est valable à C.T. et localement peut devenir, au delà d'un certain seuil, un obstacle majeur pour la collectivité².

L'évaluation financière est caractérisée par une réflexion uni-critère qui occulte partiellement, voire totalement les autres dimensions du projet (macro-économiques et sociales). Ce point nous semble important à souligner dans la mesure où il met en évidence le mode de raisonnement de ceux qui utilisent ces critères. En effet, classifier certains postes comme mineurs, revient à les écarter du mode de calcul. Ainsi, la réflexion qui porte sur le résultat, ne tient pas compte de ces éléments. Cette constatation se retrouve dans d'autres domaines d'activité. On peut remarquer qu'il existe dans des bilans en énergies primaires de certains

² Par exemple dans le domaine de l'énergie, si le produit importé est économiquement plus rentable pour l'industriel que l'énergie nationale, une trop forte pénétration de ce produit provoquera une augmentation du taux de dépendance énergétique du pays vis à vis de l'extérieur.

pays, un poste "résidu" de 80%, car l'utilisation considérable du bois pour ces pays est peu voire jamais prise en compte dans la structure des bilans occidentaux.

La recherche de la maximisation du profit associée au développement du concept du libéralisme semble provoquer une déconnexion quasi-totale entre l'intérêt privé et l'avantage collectif. Ceci semble avoir pour conséquence un renforcement des tendances oligopolistiques ou monopolistiques. Ainsi la position dominante de certains acteurs leur donne la possibilité d'imposer sur le marché leurs innovations, et provoque le rejet systématique des solutions alternatives jugées non rentables à C.T.. Pour ces différentes raisons, il nous semble important de compléter l'analyse financière par une autre analysé plus économique et par conséquent un peu plus qualitative.

Le dualisme apparent entre le secteur privé et l'intérêt collectif est-il incontournable ? Nous pensons que l'intérêt particulier et celui du collectif peuvent trouver des avantages mutuels lors de l'élaboration de projets. Si la production est de la responsabilité des industriels, leurs activités s'inscrivent dans un cadre réglementaire que les autorités sont chargées de faire respecter. Ainsi, nous pouvons facilement imaginer qu'un projet peu rentable micro-économiquement pour un industriel mais très rentable pour la collectivité car il initie un développement local, peut trouver auprès des autorités locales ou nationales des subventions modifiant sensiblement l'analyse financière.

3 COMPARAISON DES PROJETS : CLASSEMENT DES PROJETS PAR RENTABILITE CROISSANTE

On ne retiendra tout d'abord que les projets dont la Valeur Actuelle Nette, actualisée au coût d'opportunité des capitaux, est supérieure à zéro ; c'est à dire les projets ayant un Taux Interne de Rendement supérieur au coût d'opportunité des capitaux investis.

On choisira le projet dont la VAN et le TIR sont les plus grands, ceci pour des projets de mises de fond initiales et de durées de vie identiques.

Pour des investissements initiaux différents on préférera les comparer :

- en classant les projets selon l'indice de rentabilité.

$$\text{Indice de Rentabilité} = \frac{\text{Valeur Actuelle Nette du proie}}{\text{Valeur actualisée des investissements successifs}}$$

- en calculant le TIR et la VAN d'un tiers projet fictif dont le montant investi correspond à la différence des montants des deux projets et dont les flux sont constitués également par les flux différenciés.

Dans le cas de durées de vie différentes on pourra les comparer :

- sur la base du plus petit commun multiple (PPCM) des durées de vie des différents projets : soit un projet A d'une durée de vie de 10 ans et un projet B de 8 ans, ils ne peuvent être comparés que sur une base de 40 ans (8x5 et 4x10). On considère dans ce cas que l'on réalise à nouveau chaque projet une fois celui-ci parvenu à son terme, ceci jusqu'à atteindre l'année du PPCM des durées de vie. C'est la méthode la plus satisfaisante, pour comparer des projets de durée de vie différentes.
- selon la durée de vie la plus courte. On prend alors en compte la valeur résiduelle des investissements pour les projets les plus longs.
- selon la durée de vie la plus longue. On considère alors, pour les projets les plus courts, que les flux libérés par l'investissement comme réinvestis à son propre TIR.
- selon la méthode de l'annuité moyenne À permettant d'obtenir la même VAN :

$$V.A.N = \sum_{t=1}^n \frac{A}{(1+a)^t} = A \cdot \frac{(1+a)^{-n} - 1}{-a}$$