

CRITIQUE DE L'INDICATEUR DE RENTABILITE FINANCIERE DU MODELE HDM III DE LA BANQUE MONDIALE

Par

Mohammed SEGHIR

Ingénieur Aéronautique (ENAC Paris) - Directeur du bureau d'études "Gestion Plus"

Résumé

Le présent article fait suite à celui de monsieur Akli Ourad intitulé "Renforcer ou réhabiliter nos routes ? l'avis du HDM III" paru dans Algerie EQUIPEMENT du mois de janvier 1992. Il traite du critère de rentabilité financière utilisé par monsieur Ourad pour le choix des investissements dans les opérations de réparation réhabilitation des routes. Pour ce faire, l'auteur explicite brièvement les notions d'actualisation, de cash-flow et de valeur actuelle nette (V.A.N.). Ensuite il expose le concept de l'indicateur "Taux Interne de Rentabilité" utilisé dans le modèle HDM III de la banque mondiale, son intérêt pour l'analyse économique, les difficultés conceptuelles qui lui sont associées et conclut en donnant un éclairage particulier sur l'applicabilité des indicateurs financiers aux investissements dans les ouvrages publics.

Mots clés : actualisation taux interne de rentabilité - valeur actuelle nette - évaluation de projets - investissement - analyse de projets.

bilitation des routes en utilisant le modèle HDM III de la banque mondiale (1).

On relève dans cet article le poids extrêmement élevé accordé au critère financier du "**Taux Interne de Rentabilité T.I.R.**" (2). S'agissant d'aide à la décision dans un secteur aux dépenses importantes, j'estime que ce critère mérite explication. Cela m'apparaît d'autant plus nécessaire qu'il peut se trouver que cet indicateur conduise à des conclusions aberrantes.

Le présent article est articulé en cinq parties :

- (I) Notions d'actualisation,
- (II) Notions de Cash-Flow,
- (III) La méthode de la Valeur Actuelle Nette,
- (IV) La méthode du Taux Interne de Rentabilité,
- (V) Conclusion.

Les lecteurs familiarisés avec les notions d'actualisation et de cash-flow peuvent sauter cette introduction et passer directement au chapitre relatif au **Taux Interne de Rentabilité**.

1 INTRODUCTION

Dans "Algerie EQUIPEMENT" du mois de janvier 1992, monsieur Akli Ourad a exposé la problématique de la rentabilité de l'investissement routier appliqué à la réha-

Par contre, les ingénieurs, qui constituent la majorité des lecteurs de "Algerie Equipement", peuvent estimer nécessaire de compléter leur culture financière. Aussi leur est-il vivement recommandé de bien s'imprégner des notions d'actualisation, de valeur actuelle nette et de

(1) Il importe de souligner que, personnellement, nous ne connaissons pas cette méthode et que le développement qui suit ne concerne que l'utilisation de l'indicateur de rentabilité que monsieur Ourad retient comme critère exclusif de décision.

(2) Certains l'appellent **Taux de Rentabilité Interne T.R.I.** En fait c'est la traduction française du terme anglais **Internal Rate of Return (I.R.R.)**.

Il est à noter, toutefois, que, dans la littérature française, on rencontre plus souvent la terminologie "**Taux Interne de Rentabilité**" que l'autre. Aussi nous conformons-nous à cet usage.

cash-flow, autrement le développement relatif au Taux Interne de Rentabilité serait difficilement compréhensible.

2 L'ACTUALISATION

L'actualisation est basée sur le fait que l'argent disponible aujourd'hui a plus de valeur que l'argent qui ne sera disponible que demain. Toutes les méthodes dites classiques considèrent que, pour un promoteur, une même somme s représente la même valeur qu'elle soit perçue cette année, dans cinq ans ou dans dix ans.

L'actualisation permet de rendre comparables des sommes dépensées ou gagnées à des dates différentes. Elle traduit le degré de préférence du présent par rapport au futur (3).

La détermination de la "valeur actuelle" d'une somme Y qui ne sera acquise que dans un an, consiste dans le calcul de la somme X qu'il faudra placer aujourd'hui pour obtenir la somme Y au bout d'un an.

L'on sait que pour avoir $Y_1 = 110$ DA l'an prochain, il faudrait, par exemple, $X = 100$ DA placé cette année à 10%. Le taux de $t = 10\%$, dans ce cas, représente le taux auquel il est indifférent pour le décideur de percevoir 100 DA aujourd'hui ou 110 DA dans un an.

Le même raisonnement appliqué à la deuxième année, pour la même somme $X = 100$ DA et le taux $t = 10\%$ permet de déduire la somme correspondante pour l'année 2 $Y_2 = 121$ DA.

L'actualisation est donc la réciproque de la capitalisation. Si V_0 est la valeur actuelle recherchée d'une somme V_n encaissable dans n années, sa valeur actuelle au taux d'actualisation t (exprimé sous la forme décimale) est donnée par la formule :

$$V_0 = V_n (1+t)^{-n}$$

Tableau n°1

	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7
Bénéfices	B_1	B_2	B_3	B_4	B_5	B_6	B_7
Valeur actuelle	$\frac{B_1}{(1+t)}$	$\frac{B_2}{(1+t)^2}$	$\frac{B_3}{(1+t)^3}$	$\frac{B_4}{(1+t)^4}$	$\frac{B_5}{(1+t)^5}$	$\frac{B_6}{(1+t)^6}$	$\frac{B_7}{(1+t)^7}$

Tableau n°2

Années N	Taux d'actualisation t								
	10%	12%	14%	15%	16%	17%	18%	19%	20%
1	0,909090	0,892857	0,877192	0,869565	0,862068	0,854700	0,847457	0,840336	0,833333
2	1,735537	1,690051	1,646660	1,625708	1,605231	1,585214	1,565642	1,546500	1,527777
3	2,486851	2,401831	2,321632	2,283225	2,245889	2,209584	2,174272	2,139916	2,106481
4	3,169865	3,037349	2,913712	2,854978	2,798180	2,743235	2,690061	2,638585	2,588734
5	3,790786	3,604776	3,433080	3,352155	3,274293	3,199346	3,127171	3,057634	2,990612
6	4,355260	4,111407	3,888667	3,784482	3,684735	3,589184	3,497602	3,409777	3,325510

(3) L'actualisation ne doit pas être confondue avec l'inflation (qui, elle aussi fait préférer le présent au futur).

Si une entreprise considère qu'elle ne doit pas investir à moins de 15% de taux de rendement, ce taux de 15% est le taux auquel elle doit actualiser les flux financiers des projets étudiés. Un tel taux est appelé le **taux de placement marginal** de l'entreprise ou encore le **taux de rendement minimum des investissements**.

Le taux de placement marginal de l'entreprise traduit une position d'indifférence de l'entreprise par rapport à l'investissement. En d'autres termes, c'est le taux d'intérêt pour lequel il est indifférent pour l'entreprise de choisir tel ou tel emploi pour ses ressources.

Considérons un investissement qui permet de dégager la série de bénéfices du tableau 1 actualisée au taux t .

Comme on définit le taux d'intérêt dans le cas de la capitalisation, on définit le taux d'actualisation pour l'actualisation simple et pour l'actualisation composée.

Le tableau n°2 donne la valeur en début de première année d'une série de recettes annuelles d'un montant unitaire de 1 DA réalisées à la fin de chaque année durant N années.

On appelle "Valeur Actuelle Brute" (V.A.B.) la somme des valeurs actuelles des sept années de durée de vie du projet.

$$V.A.B = \frac{B_1}{(1+t)} + \frac{B_2}{(1+t)^2} + \dots + \frac{B_7}{(1+t)^7}$$

Soit :

$$V.A.B = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{B_i}{(1+t)^i}$$

3 LE CASH-FLOW

Lorsque l'on fait intervenir l'actualisation, les flux à prendre en considération sont les **cash-flows nets** c'est-à-dire le bénéfice après déduction de l'impôt sur les sociétés (BIC auparavant et IBS aujourd'hui) auquel on ajoute le montant des amortissements (car ce ne sont pas des décaissements bien qu'étant des charges) puis on déduit les remboursements d'emprunts éventuels. De même, si des produits ou charges correspondent à des encaissements ou décaissements différés dans le temps, il est nécessai-

re de tenir compte des seuls montants effectivement encaissés ou décaissés à la date ou période considérée. Un exemple est donné par le tableau 3 ci-après.

Tableau n°3

	RUBRIQUES	MONTANTS
+	Bénéfice Brut	4 000
-	Impôt sur les Bénéfices	2 000
=	Bénéfice Net	2 000
+	Amortissements	1 000
=	Cash Flow Brut	3 000
-	Remboursements emprunts	1 000
=	Cash-Flow Net	2 000

Dans le développement qui suit, nous appellerons cash-flow, le cash-flow net.

De même, si le décaissement du coût de l'investissement est étalé sur plusieurs années (réalisation du projet s'échelonnant sur plusieurs années par exemple), il est nécessaire de retrancher ces décaissements partiels des cash-flows nets des années concernées.

4 LA METHODE DE LA VALEUR ACTUELLE NETTE

La "Valeur Actuelle Nette" (V.A.N.) est la Valeur Actuelle Brute (V.A.B.) à laquelle on retranche le montant du capital investi C_0 .

$$V.A.N. = V.A.B. - C_0$$

qui devient :

$$V.A.N. = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{B_i}{(1+t)^i} - C_0$$

En d'autres termes, si la somme des valeurs actuelles d'un projet (V.A.B.) est supérieure au coût du projet, cela signifie que ce dernier présente une rentabilité supérieure à un placement d'une somme égale au coût du projet au taux d'actualisation retenu et pour la durée de vie du projet.

Il suffit donc que la Valeur Actuelle Nette soit positive pour que la rentabilité du projet soit meilleure que celle du placement de la même somme initiale au taux d'actualisation retenu pour une période égale à la durée de vie du projet.

Pour comparer des projets entre eux, il suffit donc de comparer leurs Valeurs Actuelles Nettes calculées

avec un même taux d'actualisation. Les projets seront d'autant plus rentables qu'ils présenteront une Valeur Actuelle Nette positive élevée.

Cette méthode suppose que les bénéfices dégagés sont immédiatement réinvestis au taux d'actualisation retenu.

La méthode de la V.A.N. permet de tenir compte de la nécessité pour le décideur de récupérer sa mise (solde de fin de période nul). De ce fait, on comprend la nécessité de réintégrer les amortissements dans les sommes à actualiser.

Les économistes considèrent que les fondements théoriques de la méthode V.A.N. sont corrects car, si le but poursuivi par l'investisseur est de maximiser les gains de l'entreprise, cette méthode permet, dans tous les cas, d'effectuer un choix correct parmi les projets analysés.

5 LE TAUX INTERNE DE RENTABILITE

Le "Taux Interne de Rentabilité" (T.I.R.) est le taux d'actualisation pour lequel la Valeur Actuelle Nette (V.A.N.) s'annule.

Le T.I.R. est donc la racine de l'équation suivante équivalente à $V.A.N. = 0$:

$$V.A.N. = \sum_{i=1}^{i=n} \frac{B_i}{(1+t)^i} - C_0 = 0$$

Dans l'exemple 2 ci-dessus, la V.A.N. s'annule pour un taux d'actualisation de 14,42%. Le taux de 14,42% est le Taux Interne de Rentabilité.

Certes le calcul du taux t qui satisfait l'équation ci-dessus peut être fastidieux. Autrefois il était calculé par la méthode "essais et erreurs" (4). Aujourd'hui, tous les tableurs utilisables sur micro-ordinateur comportent cette fonction.

Une des méthodes de calcul approché est expliquée à travers l'exemple suivant.

Supposant un investissement d'un coût de 100 000 DA dont les cash-flows annuels sont indiqués dans le tableau n°4.

Tableau n°4

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6
Cash-Flows	-100 000	10 000	20 000	50 000	30 000	30 000	10 000

Le cash-flow annuel durant la période de six ans à partir de l'année 1 est de 25 000 DA.

(4) Voir l'ouvrage de A. M. Alfred & J. B. Evans intitulé "Discounted cash Flow : Principles and Some Short-Cut Techniques" (Chapman & Hall, London 1965).

Nous recherchons le rapport :

$$\frac{\text{Investissement}}{\text{Cash-flow annuel moyen}} = \frac{100\,000}{25\,000} = 4$$

Nous recherchons dans la table d'actualisation donnée par le tableau n°2 sur la ligne de l'année 6, une valeur qui approche le chiffre 4. Nous faisons que cette valeur est située entre la colonne de 12% et celle de 14%.

$$\begin{aligned} \text{si } t = 12\%, & \quad \text{rapport} = 4,111407 \\ \text{si } t = 14\%, & \quad \text{rapport} = 3,888667 \end{aligned}$$

Une interpolation linéaire nous donne un taux d'actualisation d'environ 12,9%.

On calcule ensuite la V.A.N. en essayant des taux autour de la valeur 12,9 jusqu'à trouver une V.A.N. nulle.

C'est ainsi que nous trouverons :

$$\begin{aligned} \text{V.A.N. à } 12\% &= 1,614 \text{ DA} \\ \text{V.A.N. à } 13\% &= -3,945 \text{ DA} \\ \text{V.A.N. à } 12\% - \text{V.A.N. à } 13\% &= 1,614 - (-3,945) \\ &= 5,559 \text{ DA} \end{aligned}$$

L'interpolation linéaire permet de trouver le taux qui annule la V.A.N., soit :

$$12\% + 1\% \times \frac{1,614}{5,559} = 12,29\% = \text{T.I.R.}$$

Il importe de préciser que cette méthode assez rapide est d'un degré d'approximation d'autant plus précis que les cash-flows annuels sont peu différents les uns des autres.

L'autre méthode utilisée est la méthode itérative qui est plus fastidieuse. Fort heureusement, de nos jours, les tableurs permettent un calcul à la fois rapide, précis et pratique.

6 INTERET DU T.I.R.

La méthode du T.I.R. est appréciée par certains analystes car elle leur évite la problématique du choix du taux d'actualisation comme dans la méthode de la V.A.N.

Par ailleurs, le critère ici, ayant une expression en forme de pourcentage, est davantage conforme aux usages des financiers.

Il n'est pas non plus exclu que les difficultés de son calcul, lui aient conféré un caractère d'implacable rigueur et de rationalité.

Le principal avantage de ce critère demeure l'identification du taux maximum auquel le décideur acceptera d'emprunter des capitaux. En effet si ce taux est égal au T.I.R. dans le cas où le projet est financé en

totalité sur emprunt et si les cash-flows générés sont destinés au remboursement du crédit, on peut conclure que, pour le décideur, la réalisation de l'investissement aura été une opération nulle.

7 DIFFICULTES CONCEPTUELLES DE LA METHODE DU T.I.R.

La méthode du T.I.R. présente trois difficultés conceptuelles majeures :

- ◆ la multiplicité des racines,
- ◆ le problème du cash-flow négatif,
- ◆ le concept de réinvestissement virtuel.

a) La multiplicité des racines

L'équation qui permet de déterminer le T.I.R. est rappelée ci-dessous :

$$\sum_{i=1}^n \frac{B_i}{(1+t)^i} - C_0 = 0$$

Pour un projet sécrétant des cash-flows pendant n années cette équation peut s'écrire :

$$\frac{B_1}{(1+t)} + \frac{B_2}{(1+t)^2} + \dots + \frac{B_n}{(1+t)^n} - C_0 = 0$$

ou encore en multipliant les deux termes de l'égalité par $(1+t)^n$:

$$-C_0(1+t)^n + B_1(1+t)^{n-1} + B_2(1+t)^{n-2} + \dots + B_n = 0$$

Cette équation est celle d'un polynôme en $(1+t)$ de degré $x - 1 = n$. Si la durée de vie du projet x est de 3 ans, nous avons alors l'équation quadratique :

$$-C_0(1+t)^2 + B_1(1+t) + B_2 = 0$$

qui, comme chacun sait, accepte deux racines (celles-ci pouvant être réelles, complexes - comme la racine carrée d'un nombre négatif - ou confondues).

D'une manière générale, un polynôme de degré n a n racines. De nombreux programmes de résolution de polynôme de degré n existent sur le marché tant pour les micro-ordinateurs que pour les machines plus importantes.

Cependant, ayant affaire à une multiplicité de racines, laquelle retenir comme T.I.R. dans les calculs pratiques ?

Cette difficulté a été soulignée pour la première fois par Lorie et Savage (5). Pour illustrer leur propos, ces auteurs ont pris l'exemple d'une compagnie pétrolière qui envisageait de remplacer une pompe de forage usagée en la remplaçant par une nouvelle pompe plus perfectionnée et plus performante. Le tableau des cash-flows pour cette opération se présente comme suit :

(5) Voir l'article de J. H. Lorie & L. J. Savage intitulé "Three Problems in Rationing Capital" dans Journal of Business (Oct. 1955).

Tableau n°5

	Année 0	Année 1	Année 2
Nouvelle pompe	-1 600	20 000	0
Ancienne pompe	0	10 000	10 000
Investissement différentiel	-1 600	10 000	-10 000

La recherche du T.I.R. revient à résoudre l'équation :

$$-1\,600 + \frac{10\,000}{1+t} - \frac{10\,000}{(1+t)^2} = 0$$

c'est-à-dire :

$$4t^2 - 17t + 4 = 0$$

Ce polynôme admet deux racines :

$$t_1 = 25\% \\ t_2 = 400\%$$

De même l'exemple suivant aboutit à des racines multiples :

Tableau n°6

	Année 0	Année 1	Année 2
Cash-Flow	-3 000	20 000	-18 000

La recherche du T.I.R. revient à résoudre l'équation :

$$-3\,000 + \frac{20\,000}{1+t} - \frac{18\,000}{(1+t)^2} = 0$$

c'est-à-dire :

$$3t^2 - 14t + 1 = 0$$

Ce polynôme admet deux racines :

$$t_1 = 7,256\% \\ t_2 = 459,42\%$$

Certains auteurs préconisent, quoique ce soit discuté, d'écarter les racines qui semblent irréalistes. De ce fait si l'équation pour un projet de trois ans par exemple, donne les résultats 500% et 15%, ce serait le taux de 15% qui serait retenu. Selon ce même principe, les racines négatives et les racines complexes seraient exclues. Il reste cependant que ces dispositions pratiques ne trouvent pas de justification théorique, d'une part, et, d'autre part, ne permettent pas de choisir entre des taux pouvant tous être réalistes comme, par exemple, 15% et 18%.

Si l'on admet que les racines négatives et les nombres complexes peuvent être écartés, le problème du choix parmi les racines positives reste entier.

Pour cela plusieurs techniques ont été développées (6).

(6) Voir l'article de C. S. Soper "The Marginal Efficiency of Capital : A Further Note" dans Economic Journal (Mars 1959).

Selon la règle du changement de signe de Descartes, il y a autant de racines positives pour $(1+t)$ qu'il y a de changements de signe dans le flux des cash-flows annuels durant la vie du projet. Le tableau n° 7 donne un exemple de ce cas.

Tableau n°7

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Nombre de racines pour $(1+t)$
Cash-flows	-100	10	20	50	30	30	10	1
Cash-flows	-100	10	20	50	30	30	-10	2
Cash-flows	-100	10	-20	50	30	30	10	3

Il est important de noter que le fait qu'il existe deux racines positives pour $(1+t)$ ne signifie nullement que t également possède automatiquement deux racines positives. Si par exemple, nous avons $(1+t) = 1,3$ et $(1+t) = 0,3$, t prend les valeurs suivantes : $t = 0,3$ et $t = -0,7$.

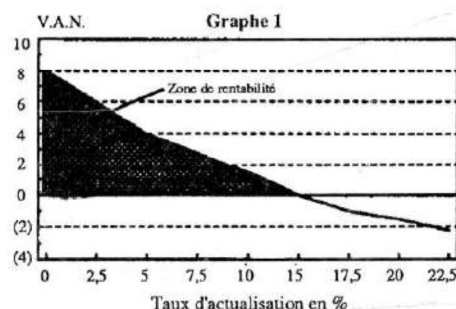
La condition nécessaire (mais non suffisante) pour l'existence de racines positives multiples est l'existence de cash-flows négatifs.

Or l'existence de cash-flows négatifs dans la vie d'un projet est elle même une source de difficultés.

Une façon très pratique et sûre de déterminer le T.I.R. significatif à prendre en considération serait de calculer la V.A.N. pour plusieurs hypothèses de taux d'actualisation et de tracer la courbe de la V.A.N. en fonction du taux d'actualisation. Chaque point d'intersection de cette courbe avec l'axe des abscisses correspond à un T.I.R. il y a autant de racines multiples distinctes qu'il y a de points d'intersection avec l'axe des abscisses.

Trois cas remarquables peuvent se présenter représentés par les graphes ci-après.

Dans le cas du graphe n°1, la racine est unique. Le T.I.R., est égal à 15%, tant que le taux d'actualisation retenu par le décideur est inférieur à 15%, la rentabilité du projet est assurée.

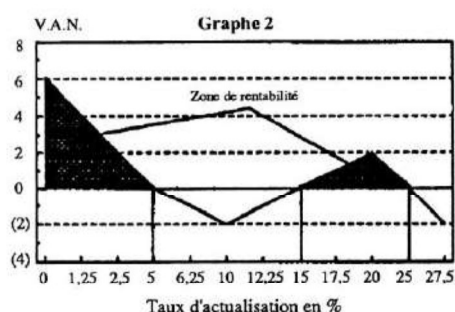


Dans le cas du graphe n°2, la racine est triple. Les T.I.R. sont respectivement 5%, 15% et 25%.

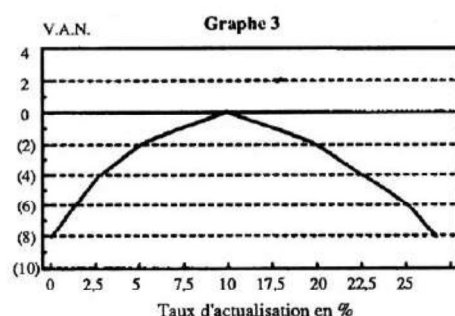
La rentabilité du projet est assurée tant que le taux

d'actualisation du décideur demeure dans les limites suivantes :

- ♦ soit entre 0% et 5%
- ♦ soit entre 15% et 25%.



Dans le cas du graphe n°3, le T.I.R. est unique (10%), cependant il n'existe pas de zone où la V.A.N. est positive. C'est un cas de rejet du projet car économiquement non viable. Cette éventualité, qui n'apparaît pas lorsque l'on ne vérifie pas l'existence de racines multiples alors que des cash-flows sont négatifs, ne peut pas être détectée par le calcul itératif ou par les formules des tableaux.



Cela montre que dans le cas où le flux des cash-flows présente des valeurs négatives en plus de celle de l'année 0 (ou, en d'autres termes, si tout le flux des cash-flows présente plus d'une valeur annuelle négative), la méthode du T.I.R. ne peut être utilisée dans sa forme simple décrite jusqu'ici.

b) Le problème du cash-flow négatif

Supposons un projet réalisable en deux étapes c'est-à-dire un investissement initial dans l'année 0, puis un investissement complémentaire quelques années plus tard soit dans l'année 4, qui transforme le cash-flow de cette année 4 pour le rendre négatif (voir exemple tableau 8).

La recherche du T.I.R. à partir de l'équation polynomiale suivante :

$$-100(1+t)^7 + 20(1+t)^6 + 30(1+t)^5 + 40(1+t)^4 - 70(1+t)^3 + 70(1+t)^2 + 60(1+t) + 50 = 0$$

(7) En fait la solution mathématique donne six racines complexes et une réelle qui est reproduite ici.

(8) Ici également, la solution mathématique donne six racines complexes et une réelle qui est reproduite ici.

(9) Voir l'ouvrage de A. J. Merrett & A. Sykes intitulé "The finance an Analysis of Capital Projects" (Longmans, London, 1963).

Tableau n°8

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7
Cash-flows 1	-100	20	30	40	30	30	10	10
Cash-flows 2					-100	40	50	40
Cash-flows Totaux	-100	20	30	40	-70	70	60	50

La résolution de cette équation donne six racines complexes et une racine réelle qui est $t = 16,59993\%$ qui est le T.I.R. exact (7).

En d'autres termes, durant la vie du projet, qui est ici de sept ans, le décideur aura récupéré sa première mise décaissée à l'année 0, mais aussi des intérêts de 16,60% sur le capital investi.

Si nous prenons en considération le projet sans sa deuxième phase, soit la première ligne de cash-flows, la recherche du T.I.R. correspondant revient à la résolution de l'équation ci-après :

$$-100(1+t)^7 + 20(1+t)^6 + 30(1+t)^5 + 40(1+t)^4 + 30(1+t)^3 + 30(1+t)^2 + 10(1+t) + 10 = 0$$

Le T.I.R. trouvé est de 17,33943% (8).

Dans ce cas il apparaît que la première phase du projet est plus rentable que le projet complet dans ses deux composantes.

Est-ce à dire que la vie d'un projet doit être arrêtée à la dernière année dont le cash-flow est positif avant de devenir négatif ?

En fait, tant que le taux de rentabilité est supérieur au taux que l'entreprise promotrice considère marginal pour ses investissements, l'intérêt de celle-ci commande de réaliser l'investissement projeté dans toutes ses composantes.

Pour pallier la difficulté des cash-flows négatifs, cette méthode a été ajustée (9) de manière à utiliser deux taux d'actualisation, l'un pour les cash-flows positifs et l'autre pour les cash-flows négatifs. Pour ce faire on modifie le flux des cash-flows de la manière illustrée par le tableau n°9.

Tableau n°9

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7
Cash-flows	-100,00	30,00	40,00	45,00	-50,00	30,00	40,00	50,00
Ajustement				-43,48	50,00			
Cash-flows ajustés	-100,00	30,00	40,00	1,52	0,00	30,00	40,00	50,00

Dans ce tableau, le cash-flow de l'année 4, actualisé à l'année 3, est déduit du cash-flow de cette même année 3, tandis que celui de l'année 4 devient, par conséquent, nul.

Cette opération peut être interprétée comme si le décideur investit dans l'année 3 la somme de 43,48 DA au taux de 15% ; ce qui lui procure la somme de 50,00 DA dans l'année 4.

La ligne des cash-flows ajustés ne présentant plus qu'un seul changement de signe, le problème de la multiplicité des racines ne se pose plus.

Si le cash-flow de l'année 3 n'avait pas été suffisant pour absorber le cash-flow négatif de l'année 4, il aurait fallu décaler la ponction d'un cran vers la gauche et ainsi de suite jusqu'à résorber le cash-flow négatif de l'année 4. Il va de soi que ce décalage doit s'accompagner du même décalage de l'actualisation.

Le calcul du T.I.R. pour la ligne de cash-flows non modifiés est de : 17,78% tandis que celui de la ligne de cash-flows ajustés est de 17,57%. La différence entre ces deux taux n'est pas significative.

c) Le concept du réinvestissement virtuel

La méthode du T.I.R. repose sur le concept du réinvestissement virtuel des flux de liquidités au taux interne de rentabilité trouvé, au fur et à mesure de leur sécrétion.

Cette hypothèse peut s'avérer dangereuse dans le cas, par exemple, où le T.I.R. trouvé est de l'ordre de plusieurs dizaines de pour cent car on imagine difficilement qu'une telle rémunération soit possible. Les cash-flows générés par le projet sont destinés soit à entreprendre de nouveaux investissements, soit à alimenter le fonds de roulement de l'entreprise promotrice. Par conséquent, le taux de réinvestissement des cash-flows sécrétés sera le taux de rendement des nouveaux investissements ou le taux de rentabilité de l'entreprise. Dans les deux cas, il est hautement improbable que l'un de ces taux puisse égaler le T.I.R.

Ainsi, dans l'article de monsieur Akli Ourad, le fait de faire apparaître des T.I.R. de 70% par exemple signifie que l'évaluateur considère qu'il a la possibilité de placer tous les surpluses de trésorerie à ce taux d'intérêt.

8 LA METHODE DU T.I.R. MODIFIE

Pour pallier l'inconvénient du réinvestissement virtuel qui caractérise le T.I.R. simple, on a conçu le **T.I.R. Modifié**. Dans cette méthode on actualise les cash-flows selon deux taux d'actualisation, l'un dit **sûr** pour les cash-flows négatifs, l'autre dit **risqué** pour les cash-flows positifs susceptibles de réinvestissement. On calcule ensuite la V.A.N. pour ces taux d'actualisation et le T.I.R. modifié est donné par la formule :

$$\left(\frac{V_1 \times (1+i_1)^n}{V_2 \times (1+i_2)} \right)^{\frac{1}{n-1}} - 1$$

où :

- V1 est la V.A.N. des flux positifs calculée au taux d'actualisation risqué,
- V2 est la V.A.N. des flux négatifs calculée au taux d'actualisation sûr,
- i1 est le taux d'actualisation risqué,
- i2 est le taux d'actualisation sûr,
- n est la durée de vie du projet.

9 CONCLUSION

Généralement le décideur se trouve confronté à trois types de décision en matière d'analyse de la rentabilité des projets :

● Décisions d'acceptation ou de rejet du projet

Ce type de décision concerne les décideurs disposés à entreprendre tout projet dont la rentabilité est égale ou meilleure que le seuil de rentabilité des investissements arrêté ou taux de placement marginal.

● Décisions de classement de projets concurrents

Ce type de décision est fréquemment rencontré par les décideurs dont les ressources sont limitées. Aussi sont-ils intéressés par le classement des projets en fonction de l'attrait de chacun. Si un décideur dispose d'une somme **M** à investir, son problème n'est pas de savoir si tel ou tel projet est rentable mais de choisir, parmi les projets rentables, celui qui présente la meilleure rentabilité pour les ressources disponibles. C'est le cas le plus général.

● Choix mutuellement exclusifs

C'est un cas de classement indépendant de la limitation des ressources. Il se présente lorsque, par exemple, un décideur à le choix entre réaliser le projet **A** et le projet **B** qui, tous deux, ne peuvent pas coexister pour des raisons autres que financières.

Considérons l'exemple suivant concernant deux projets **A** et **B** d'une durée de vie égale et d'un même coût.

Tableau n°10

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5
Projet A	-100	20	25	30	40	40
Projet B	-100	25	30	40	20	30

Soumettons ces projets aux critères passés en revue ci-dessus.

Tableau n°11

	V.A.N. à 12%	Taux Interne de Rentabilité
Projet A	6,48	14,54%
Projet B	3,97	13,77%

Nous observons que les deux projets présentent une V.A.N. positive et un T.I.R. supérieur au taux d'actualisation. Tous deux seraient éligibles pour un choix. Le projet A présente une rentabilité meilleure.

Cet exemple montre que, pour des projets comparables en termes de durée et de coût de l'investissement, la méthode de la V.A.N. comme la méthode du T.I.R. permettent de prendre les décisions du premier type comme celles du second.

Comparons ces deux projets à un troisième (projet C) qui n'a ni le même coût ni la même durée de vie (Tableau 12).

Tableau n°12

	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	Année 6	Année 7
Projet C	-1.000	100	175	225	250	300	350	350

Les trois flux de cash-flows donnent les résultats suivants :

Tableau n°13

	V.A.N. à 12%	Taux Interne de Rentabilité
Projet A	6,48	14,54%
Projet B	3,97	13,77%
Projet C	47,94	13,38%

Pour le projet C les critères ont été calculés sur la base d'une durée de vie de sept ans alors qu'elle n'est que de cinq ans pour les deux autres projets.

Le projet C, comme les deux autres, présente une V.A.N. positive mais très largement supérieure tandis que son T.I.R. est le plus faible des trois projets.

Pour la décision du premier type (*Acceptation/Rejet*), ces trois projets permettent de répondre affirmativement.

Les classements possibles de ces trois projets sont les suivants en fonction du critère retenu :

Tableau n°14

Classement	V.A.N. à 12%	Taux Interne de Rentabilité
PREMIER	PROJET C	PROJET A
SECOND	PROJET A	PROJET B
TROISIEME	PROJET B	PROJET C

Monsieur Ourad adopte une position très tranchée puisqu'il considère qu'un investissement donnant un T.I.R. inférieur à 20% comme étant non rentable et entraînant une perte quand le T.I.R. est négatif.

Or il s'agit de l'entretien des routes qui est financé sur concours définitif du trésor. Pour le décideur le coût du capital n'apparaît pas. D'autre part, l'utilisation du T.I.R. suppose que l'investisseur a la libre disposition des crédits pour les affecter à l'opération la plus rentable financièrement. Or en gestion administrative il n'est pas évident que les crédits affectés à une opération puissent être réorientés vers une autre en fonction de la seule rentabilité financière.

De surcroît, l'article ne donne aucune explication de la manière selon laquelle les cash-flows ont été calculés. On aimerait savoir comment ont été estimées les recettes et les dépenses s'agissant de l'utilisation de routes. Ces prévisions sont nécessaires de même que leur échelonnement dans le temps puisque la méthode retenue est basée sur l'actualisation.

A mon sens, en supposant levées les réserves faites sur le concept et l'utilisation du T.I.R., cet indicateur est le moins adapté pour l'analyse de la rentabilité des investissements publics de l'état.

Au demeurant l'on serait bien en peine de trouver un seul pays parmi les nations développées qui recourt à cet indicateur pour décider des investissements dans les ouvrages de travaux publics et d'infrastructure.

Dans ces pays on a plutôt tendance à utiliser la méthode dite "Analyse Coûts Bénéfices" (Cost Benefit Analysis) et, depuis une décennie, la méthode dite "Analyse Coûts Bénéfices Sociaux" (Social Cost Benefit Analysis).

Selon ces outils d'analyse, au chapitre des coûts l'on fait apparaître toutes les dépenses directes et sociales associées à l'investissement (coûts de construction, coûts de maintenance, coûts de l'usure - due à l'état de la route - des véhicules des usagers, coûts de la consommation supplémentaire de carburant du fait de l'état de la route, coût social du ralentissement de la vitesse, coût social des accidents dus à l'état de la route etc...).

Au chapitre des bénéfices l'on fait ressortir tous les avantages directs et sociaux chiffrés dus à l'amélioration de l'état de la route (gain de vitesse, réduction des accidents, diminution des coûts de maintenance des véhicules des usagers etc...).

Certes cette approche est complexe et repose sur des données statistiques sociales et économiques non encore disponibles en Algérie.

A notre sens, pour un décideur, il importe de bien vérifier les fondements théoriques de l'outil à utiliser, de vérifier qu'il est adapté à la nature du problème traité et d'en évaluer les limites même si le promoteur de la méthode est aussi prestigieux que l'institution auteur du modèle HDM III.

En tout état de cause la recommandation consiste à ne pas succomber aux charmes du *scientisme* sans prendre des précautions élémentaires.

Dans bien des domaines une bonne dose de bon sens conjuguée à un effort d'analyse valent bien mieux qu'une méthode soit-disant *scientifique*.

Sans doute monsieur Ourad a voulu privilégier une méthode qu'il pense rationnelle et objective car fondée sur l'application de critères financiers. Mais ce faisant, il a négligé ces aspects fondamentaux :

1) L'investissement routier implique une décision à moyen et long terme au triple plan :

- ❖ économique
- ❖ technique
- ❖ social

à l'échelle de toute une région du pays.

2) Il peut être un moyen de développement économique et social privilégié de la région desservie.

3) La décision fournit une occasion d'anticiper l'avenir de la région desservie.

4) Le financement d'un investissement routier ne se conçoit pas comme l'investissement d'une entreprise industrielle ou commerciale.

Ainsi présenté, l'investissement routier devient un des instruments de la politique régionale. Par conséquent la problématique du choix d'investissement et de sélection de projets prend une tout autre dimension que l'analyse de la rentabilité financière.

Cela revient à dire que les indicateurs quantitatifs fondés sur la rentabilité économique ou faisant appel à d'autres considérations financières - en supposant qu'ils soient adaptés et justifiés théoriquement - seront loin d'être exclusifs.

Cette manière de voir les choses implique, pour le décideur, d'avoir une vision ordonnée d'un programme d'actions nécessaires cohérentes avec les objectifs, politiques et finalités de la région.

Dans ce contexte il apparaît clairement que le besoin concerne moins une technique de calcul qu'une méthode d'approche d'un problème complexe ayant des ramifications dans tous les secteurs d'activité de la région ④



L'ECOLE NATIONALE DES TRAVAUX PUBLICS

O R G A N I S E

Les 29 et 30 Novembre 1992

Des Journées d'Etudes

Sur la Mécanique des Chaussées

O B J E C T I F S

- ✓ Faire le point sur les méthodes expérimentales et les méthodes rationnelles de dimensionnement des chaussées.
- ✓ Evaluer à partir d'un large débat entre concepteurs et constructeurs la situation actuelle en Algérie en matière de conception et calcul de chaussées.
- ✓ Cibler les actions à entreprendre en vue d'améliorer la situation actuelle en matière de recherche, développement expérimental, formation et normalisation.

⇒ Pour communiquer ou participer prendre contact avec :

Mr O. KADRI

Ecole Nationale des Travaux Publics

Rue Sidi Garidi 16051 Kouba-Garidi (Alger)

Tél : (02) 58.50.37 - (02) 58.69.69

Fax : (02) 58.80.48

Telex : 62550