

ANALYSE COUTS-AVANTAGES POUR LES DECISIONS D'INVESTISSEMENT,

CHAPITRE 15:

Efficacité Coût Et Analyse Coût-Utilité

Glenn P. Jenkins

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

Chun-Yan Kuo

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

Arnold C. Harberger

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

Document de discussion sur le développement : 2020 -15

ABSTRAIT

Le processus d'évaluation des dépenses d'investissement a jusqu'à présent été présenté dans le cadre d'une analyse coûts-avantages, dans laquelle tous les avantages et les coûts sont exprimés en valeurs monétaires. les qualifications en termes monétaires sont difficiles, voire impossibles. Les exemples courants de tels projets sont la fourniture de services de soins de santé, l'investissement dans la sécurité publique et l'administration de la justice. ou programme, mais une analyse coût-efficacité (CEA) peut être effectuée. Une telle analyse mesure les quantités d'avantages générés en termes de nombre d'unités des articles produits, mais aucune tentative n'est faite pour les convertir en valeurs monétaires. Ce chapitre décrit une méthodologie pour effectuer une analyse coût-efficacité et en discute l'utilité et les limites. . D'autres extensions de la rentabilité sont transformées en sujets d'analyse de l'utilité des coûts et des limitations de la rentabilité.

Être publié comme: Jenkins G. P, C.K Kuo et A.C. Harberger , 'efficacité coût et analyse coût-utilité' Chapitre 15. Analyse coûts-avantages pour les décisions d'investissement. (2019 manuscrit)

JEL codes : H43

Mots Clés : Rapport coût-Efficacité, Analyse d'utilité des coûts, Jour, Budget, Coût marginal

Chapitre 15

Analyse coût-efficacité

15.1 Introduction

Les étudiants de l'analyse coût-bénéfice sont souvent confrontés au problème consistant à accorder une valeur monétaire aux bénéfices d'un projet. Ce problème ne se présente pas quand le prix de l'output d'un projet est directement déterminé sur le marché, quand cet output est relativement homogène et bien défini. À l'autre extrême, le bénéfice lui-même peut être difficile à quantifier (par ex. dans des domaines comme la défense nationale ou les services hospitaliers) et accorder une valeur monétaire à ses composantes (quels sont par exemple les services d'une division armée ou d'un pavillon d'hôpital ?) peut être encore plus difficile.

Pendant plusieurs décades, l'analyse coût-efficacité a été mise en avant comme une alternative potentielle à l'analyse coût-bénéfice, précisément pour les cas où les bénéfices sont difficiles à évaluer. L'idée est simple. Considérons un ensemble de différents projets, chacun d'eux produira le même flux de bénéfices, ensuite choisissons le moins onéreux d'entre eux. L'idée paraît intéressante, mais en pratique elle a de nombreuses limites. La plupart du temps, chaque projet aura des caractéristiques différentes. Il n'est pas toujours recommandé d'acheter les voitures, les camions, les bicyclettes ou les télévisions les moins chères, d'autres articles dans notre ensemble peuvent être préférés vu qu'ils sont plus grands, plus durables, plus confortables etc. Le fait que les deux projets soient similaires en termes de bénéfices produits n'empêche pas qu'ils soient différents sur bien d'autres dimensions.

Par conséquent, cette discussion commence avec un avertissement contre la tentation de voir l'analyse coût-efficacité comme un outil facilement et largement applicable. Elle peut répondre aux besoins des fois, mais pas toujours.

Ayant souligné ce fait, il y a deux façons de calculer les ratios coût-efficacité. Une façon de calculer l'efficacité est d'estimer un ratio des coûts du projet par rapport à ses bénéfices. Une méthode alternative est de calculer l'efficacité en termes de coût. Quand plusieurs options pour une situation existante sont évaluées, il y a toujours nécessité de calculer les ratios coût-efficacité marginal ou incrémentiel.

De plus, les coûts encourus avec chaque option alternative peuvent inclure des dépenses de capital ou d'exploitation répartis sur plusieurs années. Les projets de capital incluent généralement d'importantes dépenses d'investissement au début, avec des dépenses récurrentes et des bénéfices étalés sur plusieurs années subséquentes. Les coûts et bénéfices doivent être tous deux actualisés sur une période commune de façon à réaliser la comparaison des différentes options. Vu que les bénéfices sont mesurés en unités physiques, l'efficacité en termes de quantité doit être actualisée

au même taux que les coûts. Le ratio coût-efficacité adéquat pour chaque option est calculé comme étant le ratio des coûts actualisés par rapport aux bénéfices actualisés sur la durée de vie du projet.

Les sections suivantes de ce chapitre décrivent comment l'analyse coût-efficacité peut être appliquée aux projets en éducation, énergie, santé et eau. Les conclusions sont présentées dans la dernière section.

15.2 Projets en éducation

Le cas suivant traite des stratégies d'expansion de l'offre de salles de classe dans des zones rurales d'Afrique du Sud et représente une application adéquate de l'analyse coût-efficacité. Ce qui fait de ce projet un bon candidat pour l'analyse coût-efficacité est le fait qu'il a été généralement bien établi que les besoins identifiés plus efficacement en construisant des structures standards (appelés blocs), consistant chacun en quatre salles de classe. Par conséquent, il n'est pas nécessaire de traiter du problème des bénéfices hétérogènes résultant de cette source.

Toutefois, il y a une raison importante pour laquelle les bénéfices de nouveaux blocs scolaires identiques seraient grandement différents d'un projet à un autre. Cette hétérogénéité vient du fait que le nombre d'élèves varie substantiellement selon le site potentiel du projet. Ce problème est résolu en définissant l'output du projet comme étant la réduction du nombre d'étudiants par salle de classe, appliqué à chaque étudiant. Dans l'exercice suivant, le nombre d'étudiants dans chaque district scolaire à chaque période est le résultat de forces démographiques et n'est pas influencé par le projet. On suppose que pour l'année 2015, le nombre d'élèves dans un district est de 400 et que le nombre de salles de classe est de 4 en l'absence du projet et de 8 dans le cas de sa réalisation. Le ratio du nombre d'étudiants par salle de classe passerait ainsi de 100 à 50 comme conséquence du projet et les bénéfices pour 2015 seraient calculés tels que $50 \times 400 = 20\,000$. De même, si le nombre d'élèves projetés était de 440 en 2020, le ratio d'élèves par classe passerait de 110 à 55 et les bénéfices du projet pour cette année seraient calculés comme étant $55 \times 440 = 24\,200$.

La projection de la croissance de la population étudiante dans le futur, de même que la dépréciation des blocs de salle de classe crée un problème potentiel dans la mesure où les bénéfices attribués au projet suivant les méthodes décrites plus haut augmenteraient indéfiniment portant le projet à être trop beau sur le papier. Il s'agit là d'un problème courant en analyse coût-bénéfice pour lequel il existe une réponse tout aussi conventionnelle. Quand un investissement devant être réalisé immédiatement ou dans un futur proche est évalué, l'hypothèse doit être que des investissements futurs seront réalisés, suivant des critères coût-bénéfice adéquats similaires à ceux actuellement en usage. Donc si la hausse de la scolarisation ou et/ou la détérioration des vieilles structures atteint un niveau dans le futur où l'investissement dans des salles de classe additionnelles devient nécessaire, cet investissement doit être intégré dans les projets futurs sur lesquels l'expansion actuelle est basée.

Dans l'analyse finale, le critère pour l'investissement dans des blocs de salles de classe additionnels est simple. Tout comme dans le cas de l'amélioration des autoroutes, le fait que le flux de bénéfices d'un nouvel investissement est supposé augmenter à travers le temps transforme

la question de réaliser le projet ou pas en celle du moment adéquat pour son exécution. Le critère qui en résulte est étonnement simple : programmez l'investissement de façon à ce que le bénéfice de la première année soit pour la première fois supérieur ou égal au coût d'opportunité du capital (c.à.d. le rendement en pourcentage sur les coûts accumulés du projet). Si les fonds budgétaires sont insuffisants pour satisfaire ce critère et que les projets concurrents sont indépendants l'un de l'autre, les fonds limités doivent être alloués au groupe de projets avec les plus hauts rendements à la première année.

L'investissement dans des blocs de salle de classe se transforme en un problème de coût-efficacité quand on reconnaît qu'il est difficile d'assigner une valeur monétaire aux bénéfices annuels d'un investissement dans de nouvelles salles de classe. En effet, il n'est pas facile de même décrire précisément ce que sont ces bénéfices. Pour le cas particulier de la province du Limpopo en Afrique du Sud, on a reconnu qu'il y avait une véritable pénurie d'espaces de salles de classe dans les districts scolaires de la province, avec presque tous les districts affichant un nombre d'élèves par classe supérieur à l'objectif officiel de 40. Ceci laisse penser que la mesure des bénéfices du projet doit être liée à a) la magnitude de la réduction du ratio du nombre d'élèves par classe (N/C) et b) le nombre d'étudiants affectés par cette réduction.

Quoiqu'une valeur monétaire (V) ne peut être assignée à cette mesure, on reconnaît que si les fonds sont accordés selon le ratio de la première année de bénéfices au coût du projet (I), le classement des bénéfices quantitatifs par les coûts d'investissement en rands sera le même que le classement des bénéfices monétaires par rand. Ceci est dû simplement au fait que les bénéfices monétaires correspondent aux bénéfices quantitatifs multipliés par la valeur monétaire inconnue (V). Tout ceci fonctionne aussi longtemps que la mesure des bénéfices quantitatifs est appropriée et que les bénéfices secondaires non comptabilisés sont a) uniquement des bénéfices mineurs ou b) des bénéfices répartis de façon similaire sur un ensemble de projets, ce qui ne devrait pas affecter leur classement.

Le tableau 15.1 indique comment ces considérations peuvent être mises en œuvre¹. La colonne (1) indique le niveau de scolarisation de chaque district pour l'année prochaine. La colonne (2) montre le nombre de salles de classe existantes. La colonne (3) est le ratio de (1)/(2), lequel se réalise si aucun projet n'est exécuté. La colonne (4) présente ce même ratio si l'un des blocs de salles de classe (4 salles) est ajouté. La colonne (5) indique la réduction de ce ratio ((3) - (4)), alors que la colonne (6) pondère cette réduction par le nombre d'étudiants affectés. Cette mesure pondérée est une estimation des bénéfices quantitatifs du projet. Supposons que les coûts d'investissement dans chaque bloc de salles de classe additionnels étaient de R 420 000 (rands) au prix de 2004 et que ces derniers ne varient pas de façon significative d'un district scolaire à un autre. La colonne (7) montre le coût incrémentiel d'un bloc de salles de classe. Ces bénéfices sont exprimés comme un ratio des bénéfices du projet par rapport à ces coûts à la colonne (8).

Les écoles doivent être financées selon la colonne (8) du tableau 15.1, avec le bénéfice le plus élevé pour chaque rand de coût en premier, le deuxième plus élevé en deuxième et ainsi de suite.

¹ Les données des colonnes (1) et (2) proviennent de Zeinali (2010).

Toutefois, chaque bloc additionnel viendra modifier le ratio coût-efficacité actuel et le classement des écoles devra être révisé après chaque addition de salles de classe. Ce processus de sélection vise à allouer les fonds limités de la manière la plus efficace qui soit. Les résultats sont présentés au tableau 15.2 pour les priorités de financement des 15 premières écoles basés suivant un ordre décroissant des ratios coût-bénéfice. La colonne finale indique les coûts cumulatifs de construction des écoles jusqu'à ce que le budget de construction de 6 milliards de rands soit épuisé.

Les lecteurs remarqueront que les districts scolaires de Legadimane, Pienaarsrivier, Badimong et Muchuchi apparaissent à deux reprises au tableau 15.2. La raison est que dans chacun de ces cas, il paraît efficace en termes de coût d'ajouter deux blocs de quatre salles de classe au niveau actuel de cinq salles de classe à Legadimane, Pienaarsrivier, et Muchuchi et neuf salles à Badimong. L'analyse de l'opportunité d'ajouter un second bloc devrait être réalisée comme une deuxième étape séparée une fois que les investissements dans le premier bloc aient passé le test. Ceci doit se faire, en principe au moins, pour tous les districts où les investissements dans les blocs additionnels ont été indiqués comme étant nécessaires. Dans le cas de l'exercice de la province du Limpopo, seulement quatre districts inscrits sur la liste ont passé le test avant que tous les fonds ne soient comptabilisés.

Tableau 15.1: Calcul du bénéfice incrémentiel – Ratios de coût pour 20 districts scolaires dans la région du Limpopo, Afrique du Sud, 2004

Source: Les données des colonnes (1) et (2) proviennent de Zeinali (2010).

<i>Nom de l'école</i>	<i>Nombre d'élèves l'année prochaine N (1)</i>	<i>Nombre de salles de classe existantes C (2)</i>	<i>(N/C) l'année prochaine sans le projet (3)</i>	<i>(N/C) l'année prochaine avec le projet (4)</i>	<i>Réduction dans (N/C) [(3)–(4)] (5)</i>	<i>Bénéfices de la 1^{ère} année du projet [(5)×(1)] (6)</i>	<i>Coût d'investissement dans le projet (I) (milliers de rands) (7)</i>	<i>Bénéfices de la 1^{ère} année/Coût du projet [(6)/(7)] (8)</i>
1. Legadimane Primary	685	1	685	137	548	375,380	420	0.8938
2. Pienaarsrivier	567	1	567	113	454	257,418	420	0.6129
3. Mantsha Primary	876	9	97	67	30	26,280	420	0.0626
4. Muchuchi Primary	531	1	531	106	425	225,675	420	0.5373
5. Badimong Primary	1,028	5	206	114	92	94,576	420	0.2252
6. Marotobane Primary	439	1	439	88	351	154,089	420	0.3669
7. Thomas Ntshaveni	396	2	198	66	132	52,272	420	0.1245
8. Nakgwadi Secondary	780	12	65	49	16	12,480	420	0.0297
9. Segopotje Secondary	347	5	69	39	30	10,410	420	0.0248
10. Mpapalati Primary	772	16	48	39	9	6,948	420	0.0165
11. Mashaha Secondary	333	1	333	67	266	88,578	420	0.2109
12. Rootse Primary	450	3	150	64	86	38,700	420	0.0921
13. Mokwasele	847	10	85	61	24	20,328	420	0.0484
14. MadikotiPutsoa	704	15	47	37	10	7,040	420	0.0168
15. Kulani Primary	275	4	69	34	35	9,625	420	0.0229
16. Nkotobona High	474	3	158	68	90	42,660	420	0.1016
17. Mookamedi Secondary	280	5	56	31	25	7,000	420	0.0167
18. Paulos Primary	852	11	77	57	20	17,040	420	0.0406
20. Sefufule Primary	372	4	93	47	46	17,112	420	0.0407
21. Lefakomo Secondary	901	12	75	56	19	17,119	420	0.0408

Table 15.2: Les 15 écoles avec les ratios coût-bénéfice incrémentiels les plus élevés dans la région du Limpopo, Afrique du Sud, 2004

<i>Nom de l'école dans le classement</i>	<i>Nombre d'élèves l'année prochaine N (1)</i>	<i>Nombre de salles de classe existantes C (2)</i>	<i>(N/C) l'année prochaine sans le projet (3)</i>	<i>(N/C) l'année prochaine avec le projet (4)</i>	<i>Réduction dans (N/C) [(3)-(4)] (5)</i>	<i>Bénéfices de la 1^{ère} année du projet [(5)×(1)] (6)</i>	<i>Ratio coût-bénéfice incrémentiel (7)</i>	<i>Coûts cumulés du projet (en milliers de rands) (8)</i>
1. Legadimane Primary	685	1	685	137	548	375,380	0.8938	420
2. Pienaarsrivier	567	1	567	113	454	257,418	0.6129	840
3. Muchuchi Primary	531	1	531	106	425	225,675	0.5373	1,260
4. Marotobane Primary	439	1	439	88	351	154,089	0.3669	1,680
5. Badimong Primary	1,028	5	206	114	92	94,576	0.2252	2,100
6. Mashaha Secondary	333	1	333	67	266	88,578	0.2109	2,520
7. Thomas Ntshaveni	396	2	198	66	132	52,272	0.1245	2,940
8. Nkoto bona High	474	3	158	68	90	42,660	0.1016	3,360
9. Legadimane Primary*	685	5	137	76	61	41,785	0.0995	3,780
10. Rootse Primary	450	3	150	64	86	38,700	0.0921	4,200
11. Badimong Primary*	1,028	9	114	79	35	35,980	0.0857	4,620
12. Pienaarsrivier*	567	5	113	63	50	28,350	0.0675	5,040
13. Mantsha Primary	876	9	97	67	30	26,280	0.0626	5,460
14. Muchuchi Primary*	531	5	106	59	47	24,957	0.0594	5,880
15. Mokwasele	847	10	85	61	24	20,328	0.0484	6,300

Note: * indique que l'école apparaît une seconde fois dans le tableau.

15.3 Projets d'énergie électrique

In the Limpopo school analysis, the monetary costs of a classroom block did not differ significantly from one school district to another. The differences were on the benefit side, where the benefits of adding a classroom block in Legadimane were 15 times greater than those in Muchuchi when it appears a second time (see Table 15.2). The key to that analysis was finding a quantitative measure of benefits (Column (6) of Table 15.2) that could be estimated for each project and then compared across projects.

Les projets d'énergie électrique sont différents, vu que la minimisation des coûts y joue un rôle central. Dans le cas le plus simple- celui d'amener l'énergie électrique aux régions qui en sont dépourvues - il suffit de rechercher l'option la moins coûteuse. Mais dans la plupart des cas, on ne dispose même pas d'une unité commune pour mesurer les bénéfices. Tel que nous le montrerons au chapitre 18, la valeur économique de l'énergie électrique varie grandement selon le moment de la journée, la saison et d'autres facteurs. Comment peut-on alors trouver une base de comparaison entre les pics d'utilisation en hiver et la saison basse en été ? Le processus de minimisation des coûts peut conduire à une réponse. L'objectif est de trouver la façon la moins chère de satisfaire la demande aux heures de pointe aussi bien qu'en période normale. La méthodologie standard commence par la courbe de durée de charge, lequel montre comment la demande d'énergie par heure varie tout au long de l'année².

La tâche revient alors à trouver les modèles d'investissement actuels et futurs qui minimisent les coûts de satisfaction de la demande donné par la séquence des courbes de durée de charge jusqu'à un certain futur horizon temporel. Cette tâche peut être subdivisée en trouver la façon la moins onéreuse de satisfaire : la demande de base, la demande aux heures de pointe et la demande à différents niveaux intermédiaires. Dans le cas relativement facile utilisé comme exemple au chapitre 18, ce problème est résolu en investissant dans les sources d'énergie thermique pour la demande de base, les turbines de gaz pour les heures de pointe et des cycles combinés pour tous les types de demande intermédiaire. Le chapitre 18 montre comment la combinaison idéale de ces différentes méthodes de génération d'électricité peut être trouvée pour un ensemble donné de coûts. Le même chapitre indique comment procéder avec de nouveaux investissements en électricité quand la combinaison existante de sources d'énergie est différente de la combinaison optimale.

² Il est nécessaire de faire des hypothèses concernant les prix payés par les usagers d'électricité de façon à construire une pareille courbe. Dans le cas idéal, les prix auxquels font face les consommateurs varient de façon à ce qu'à chaque moment ils reflètent le coût marginal de fonctionnement le plus élevé parmi les sources de génération en fonctionnement. Avec un système pareil, une surcharge en période de pointe est généralement nécessaire, de façon à couvrir le coût de capital des équipements (le plus souvent turbines à gaz et moteurs) utilisés uniquement (ou principalement) pour satisfaire les pics de demande. De tels systèmes d'établissement des prix existent rarement en réalité, donc dans les cas réels, la courbe de durée de charge estimée doit être basée sur le calendrier de prix le plus vraisemblable pour chaque année à venir.

Durant ce processus, le principe de minimisation des coûts est d'importance primordiale. Même lorsque les réseaux d'électricité font payer des prix qui ne reflètent pas les coûts, les choix d'investissement doivent être basés sur la minimisation des coûts de satisfaction de la demande attendue. Le principe de base est que le coût marginal du système est toujours le coût marginal de la centrale électrique la plus chère en fonctionnement, excepté durant les heures de pointe où une surcharge est ajoutée au prix.

Un cas présenté au chapitre 19 illustre comment l'analyse coût-efficacité a été utilisée pour évaluer les différentes technologies de génération d'électricité (centrale à cycle combiné et centrale à cycle simple) quand ils fournissent la même quantité d'électricité avec 126 MW de capacité additionnelle au système existant à Adukki en 2010. La centrale à cycle combiné est de 40% plus cher en termes de dépenses de capital que la centrale à cycle simple, alors qu'elle est plus efficace en termes de transformation d'énergie. Comme conséquence, le ratio coût-efficacité – coût de l'énergie mis à niveau – est calculé comme la valeur actuelle du coût économique total encouru sur la durée de vie du projet divisé par la valeur actuelle nette de l'électricité générée par la centrale durant la même période. Les résultats présentés dans le tableau 15.3 indiquent que pour le scénario de base, le coût de l'énergie mis à niveau est de 0,146 roupies par kWh pour la centrale à cycle combiné, ce qui est inférieur aux 0,183 roupies par kWh pour la centrale à cycle simple ; par conséquent, la mise en œuvre de la première devrait être recommandée.

Tableau 15.3: Coût économique de l'énergie mis à niveau (prix de 2008)

<i>Catégorie</i>	<i>Centrale à cycle combiné</i>	<i>Centrale à cycle simple</i>
Valeur actuelle (VA) des coûts économiques (en millions de roupies):		
Coûts de l'investissement	205,57	146,83
Coûts de fonctionnement et de maintenance autres que le carburant	68,95	68,95
Carburant	207,32	388,72
Total	481,84	604,51
VA de l'énergie nette générée (MWh)	3 297 471	3 297 471
Coût de l'énergie mis à niveau exprimé en roupies/kWh	0,146	0,183

Source: Tableau 19.15 du chapitre 19.

15.4 L'utilisation des Années de Vie Corrigées pour Invalidité (AVCI) pour les projets médicaux

15.4.1 La nature des projets de santé³

Peu de types de projets présentent autant de problèmes que ceux dans le domaine de la santé. Les chercheurs sont tout au moins inconfortables avec l'idée d'accorder une valeur économique à la vie humaine, mais les problèmes vont bien au-delà de cette question. Même si on peut montrer qu'une invention médicale peut sauver des vies, ces vies ne dureront pas pour toujours. Ceux dont la mort suite à la Maladie A est évitée par une intervention finiront par mourir d'une autre cause. Par conséquent, les bénéfices de l'intervention doivent se compter plutôt en termes d'extension de la durée de vie des individus qu'en termes de vies sauvées. Ceci a conduit au concept de l'AVCI comme mesure quantitative des bénéfices pondérés des projets médicaux. L'idée de base est simple dans la mesure où une année de parfaite espérance de vie a une valeur de 1, une valeur de 0 est utilisée en cas de décès. Ceci fait aussi référence à une analyse coût-utilité. Le concept peut être utilisé dans une analyse coût-bénéfice complète si les recherches veulent (ou peuvent) assigner un prix économique (une valeur) à l'AVCI. Mais il peut être aussi utilisé en analyse coût-efficacité dans les cas où l'on essaie de minimiser le coût d'un certain nombre d'AVCI ou de maximiser le nombre d'AVCI pouvant être généré en utilisant une allocation budgétaire donnée.

Considérons un système de santé national avec un budget donné pour les médicaments. Supposons également que plusieurs médicaments nouveaux ont été développés et assujettis à des essais cliniques de haute qualité. Ces essais révéleront les taux de survie de ceux qui n'utilisent pas le médicament en question en comparaison à ceux qui l'utilisent. À partir de ces taux de survie, on peut prédire le nombre d'AVCI en mesure d'être générés si le système de santé adopte (c.à.d. achète) le médicament A, le médicament B ou le médicament C. Nous faisons l'hypothèse ici que

³ Les services de santé sont généralement subventionnés, tout au moins dans le cas des soins primaires. Dans presque toutes les situations dans le domaine de la santé, les patients ne paient pas un prix reflétant le coût d'opportunité des ressources utilisées. Les niveaux d'information des médecins et des patients par rapport aux maladies sont asymétriques. Par conséquent, l'offre et la demande de services de santé ne sont pas négociables et pas aussi bien définies que d'autres biens et services régulièrement transigés sur les marchés.

A, B et C s'attaquent à des maladies différentes, ont des coûts différents,⁴ et des quantités différentes en termes d'utilisation probable. Par conséquent, il est possible de choisir une allocation du budget qui soit efficiente en termes de coût, en choisissant d'abord la médication avec le ratio AVIS le plus élevé par rapport à son coût, ensuite le ratio classé en deuxième et ainsi de suite jusqu'à épuisement du budget.

Les années de vie corrigées pour invalidité (AVCI) sont un autre concept considéré comme une mesure générale du poids que constituent les maladies pour un individu. Il combine une mesure du nombre d'années de vie et une mesure des années vécues avec invalidité. Il calcule les années productives perdues sur une durée de vie idéale suite à la morbidité ou à la mortalité prématurée. La réduction des années productives suite à la morbidité est une fonction des années vécues avec invalidité auxquels un poids est assigné. Tout comme les AVIS, cette approche permet de combiner morbidité et mortalité dans une seule mesure.

De nombreuses recherches ont été menées sur la définition d'un état de santé. Habituellement, l'état de santé est défini selon un indice composite couvrant la plupart des conditions psychologiques et physiques. Chaque aspect sanitaire inclus dans l'indice est classé sur une échelle appropriée allant du pire au meilleur état. Un indice unique peut être construit à partir de tous ces aspects. Par exemple, l'une des classifications les plus complètes est basée sur quatre dimensions : la fonction physique (mobilité et activité physique), la fonction de rôle (capacité à prendre soin de soi), la fonction socio-émotionnelle (bien-être émotionnel et activités sociales) et les problèmes de santé (incluant les difformités physiques) (Torrance et al., 1982). Par conséquent, l'utilité de l'AVCI ou de l'AVIS en analyse coût-utilité dépend de la confiance qu'on peut placer dans les méthodes de mesure de l'état de santé.

15.4.2 Un exemple d'analyse coût-utilité

Les projets et programmes en santé ont généralement des bénéfices multiples, même lorsqu'ils ont un objectif unique au départ. En utilisant une analyse coût-bénéfice simple on oublie souvent un côté important des bénéfices. Par conséquent, de tels problèmes peuvent être adressés à travers l'analyse coût-utilité.

Supposons que les décideurs veulent concevoir un programme d'immunisation pour maximiser l'amélioration en santé pour un budget donné dans une région en particulier.⁵ Trois options alternatives sont identifiées et doivent être évaluées. Il s'agit de la DPT (une combinaison des vaccins pour enfants contre la diphtérie, la coqueluche et le tétanos), du BCG (la Bacille Calmette-Guérin utilisée pour prévenir la tuberculose) et une combinaison de la DPT et du BCG.

Les effets de ces options alternatives peuvent être obtenus à partir de simulations d'un modèle épidémiologique conçu et basé sur un certain nombre de vaccinations, l'efficacité des vaccins, l'incidence des taux de mortalité, la durée de la morbidité et les années de vie perdues en se basant sur un tableau pour la population en question. L'efficacité de l'immunisation est mesurée par la

⁴ Étant donné les bénéfices, l'analyste doit identifier les coûts incrémentiels de chaque option alternative. Ces coûts incluent les dépenses en capital pour l'hôpital, la Clinique, les ordinateurs, l'équipement médical etc., et les coûts de fonctionnement liés au matériel de bureau, l'administration et les salaires des médecins, infirmières, techniciens de laboratoire et autres employés. Dans l'analyse économique, le coût doit aussi inclure le coût d'opportunité des déplacements, de l'attente et les revenus perdus par les patients et parents d'enfants malades.

⁵Cet exemple est tiré de Belli et al. (2001).

réduction des taux de morbidité et de mortalité, et les deux peuvent être exprimés en termes d'années de vie.

Supposons que trois individus aient été sauvés par un programme d'immunisation : le premier a évité la perte de 5 années de vie, en se basant sur son espérance de vie, le second a gagné 8 années et le 3^{ème} a pu en épargner trois. La mortalité totale évitée par le programme est donc de 16 années. Un calcul similaire peut être réalisé pour la morbidité, laquelle suppose qu'une personne avec un état de santé plus faible vivra moins longtemps, alors qu'un individu avec un meilleur état de santé bénéficiera de beaucoup plus d'années de vie. Le modèle épidémiologique fait une projection pour la population dans une région en particulier et rapporte l'impact du programme d'immunisation en termes de total d'années de vie gagnées. Il s'agit là du type d'analyse coût-utilité le plus simple, vu qu'il tient compte à la fois de la mortalité et de la morbidité, les deux étant mesurées en termes d'années de vie sauvées.

Chacune des trois options alternatives décrites plus haut donnerons des résultats différents en termes de nombre d'années de vie gagnées. Ces résultats sont présentés dans le tableau 15.4. L'utilisation de la DPT à elle seule conduira à une réduction de la mortalité totale de 209 années et à une réduction de la morbidité de 21 401 années. Le coût de cet option est de 1,97 million de dollars US. La deuxième option, utilisant le BCG, réduirait la mortalité de 129 années et la morbidité de 2 735 ans à partir d'un budget de 0, 585 millions de dollars. Cette option n'est pas efficace en termes de coût pour le nombre d'années de mortalité et de morbidité épargnées. Cependant, le programme BCG est meilleur en termes de réduction de prévention de mortalité alors que l'option DPT est plus efficace dans la réduction de la morbidité. La troisième option, laquelle est une combinaison des deux premiers, inclut uniquement les impacts de chaque méthode d'immunisation prises séparément.

Tableau 15.4: Coût-Efficacité des différents programmes d'immunisation

Options	Coût (\$000)	Vies sauvées			Coût de la mortalité (\$/année)	Coût de la morbidité (\$/année)	Ratio Coût - Utilité (\$/année)
		Mortalité (années)	Morbidité (années)	Total (années)			
DPT	1 970	209	21 401	21 610	9 408	92	91,2
BCG	585	129	2 735	2 865	4 521	214	204,2
DPT and BCG	2 555	339	24 136	24 475	7 542	106	104,4

Globalement, le programme DPT est le plus efficace en termes de coût vu qu'il permet de sauver une année de vie additionnelle au coût le plus faible de \$91, 2 par année de vie. L'utilisation de la vaccination BCG uniquement est la façon la plus chère de gagner des années de vie additionnelles. Une combinaison de DPT et de BCG a un coût de \$104,4 par année de vie, lequel est moindre que l'option BCG à elle seule et seulement un peu plus cher que la vaccination DPT. Si la décision doit être prise uniquement sur la base d'une règle coût-utilité, la stratégie d'utiliser la DPT uniquement doit être choisie puisqu'il est le programme le plus efficace en termes de coût par unité. Toutefois, s'il y a suffisamment de financement pour mettre en œuvre la DPT et le BCG en même temps, il s'agit là d'une meilleure option parcequ'elle permet de sauver plus de vies que la DPT ou le BCG à eux tout seuls.

Cet exemple prend en considération deux aspects de l'état de santé : le nombre d'années de vie additionnelles (réduction dans la mortalité) et la condition d'invalidité (morbidité). La réduction de la mortalité et de la morbidité est exprimée en nombre d'années de vie additionnelles gagnées. On suppose simplement que les années additionnelles bénéficieront du même état de santé. Il s'agit d'une mesure des différentes formes de résultats en santé en termes d'années de vie gagnées : AVIS (Années de Vie Saine).

15.4.3 Problèmes liés à l'application de ce type d'analyse

La précaution est de mise en utilisant l'analyse coût-utilité. Une telle analyse surmonte la limite inhérente à l'analyse coût-efficacité consistant à prendre en compte uniquement un type de bénéfice. D'autres sujets nécessitent de l'attention et des recherches additionnelles.

Premièrement, quoique l'analyse coût-utilité présente plusieurs bénéfices clés, il dépend de la construction d'un indice d'utilité composite et de son importance sous-jacente relative dans l'indice. L'attribution de poids relatifs aux différents types de bénéfices est généralement basée sur une enquête et des consultations avec les officiels du gouvernement, les communautés locales et les experts dans le domaine du projet. Néanmoins, ces poids ne sont pas basés sur les prix du marché ou la propension à payer des consommateurs. Différentes méthodes de dérivation d'utilité peuvent conduire à l'estimation de poids différents et générer des résultats différents (Hornberger et al., 1992).

Deuxièmement, des précautions doivent être prises en ce qui concerne le processus de classement des différents types de bénéfices à cause du choix de l'échelle sur lequel les bénéfices sont mesurés ou des interactions entre les résultats. Par exemple, un programme visant à soigner les toxicomanes conduira non seulement à une réduction de leur mortalité et de leur morbidité mais aussi à une réduction de la criminalité dans les rues. Vu que différents types de bénéfices sont mesurés dans des unités différentes, le choix d'une échelle commune de classement doit être compatible avec tous bénéfices.

Un autre problème apparaît quand différents types de bénéfices sont classés. Si un type de bénéfice est classé à 80 sur une échelle de 100 alors qu'un autre bénéfice est classé à 40, il ne s'ensuit pas que le premier résultat soit deux fois plus préférable.

Une autre précaution à prendre concerne l'agrégation des préférences individuelles. Une sommation simple peut sembler être la bonne façon de combiner des choix individuels pour aboutir aux préférences collectives. Toutefois, cette procédure n'est pas appropriée s'il y a des interactions entre individus qui nécessiteraient une autre méthode de calcul de leur score total en termes d'utilité (Arrow, 1963).

Troisièmement, des préoccupations sont souvent exprimées en ce qui concerne l'actualisation de l'état de santé et des années de vie. L'actualisation des coûts n'est pas remise en question, mais le des fois le questionnement concerne la nécessité d'actualiser ou pas les années de vie additionnelles et l'état de santé. Si les coûts sont actualisés alors que les bénéfices ne le sont pas, le ratio coût-efficacité devient de plus en plus petit. Le timing des décisions sera donc biaisé vers les périodes futures vu que le ratio s'améliore (Keeler and Cretin, 1983).

Quand les années de vie additionnelles et la qualité de la santé sont actualisées, le taux d'actualisation est souvent sujet à débat. Un consensus général est nécessaire pour actualiser l'amélioration de la santé et les années de vie additionnelles gagnées parceque les individus préfèrent avoir une bonne santé maintenant plutôt que dans un avenir distant. De plus, une vie

sauvée aujourd'hui vaut plus qu'une vie sauvée demain. Néanmoins, d'importantes controverses continuent de persister sur la théorie, les méthodes de mesure et le taux d'actualisation approprié (Gafni, 1995).

Actuellement, un taux de 3 ou 4 % est utilisé par diverses institutions pour actualiser les flux de bénéfices et de coûts des projets de santé, de façon à comparer différentes alternatives. Ce taux est basé sur le taux de préférence temporelle en termes de consommation présente et future. Cependant, des préoccupations existent concernant le fait qu'un tel taux d'actualisation ne capture pas tout à fait ce que à quoi la société renonce en terme de rendement avant-taxe sur l'investissement déplacé. Un taux d'actualisation tenant compte du coût d'opportunité des investissements auxquels on a du renoncer serait bien supérieur au taux de préférence temporelle pour la consommation. Notons que dans le cas de la plupart des interventions sanitaires, où les coûts sont répartis sur la durée de l'intervention, lorsque les bénéfices se matérialisent, le taux d'actualisation peut ne pas être très important. Toutefois, la taille du taux d'actualisation est extrêmement importante quand les dépenses en capital tel que celles liées à la construction d'hôpitaux et de cliniques ou l'achat d'équipement coûteux sont encourus au début du projet. Par conséquent une approche raisonnable du taux d'actualisation est d'utiliser une moyenne pondérée du taux de rendement économique sur l'investissement privé et le taux de préférence temporelle pour la consommation, tel que présenté au chapitre 8.

15.5 Projet dans le domaine de l'eau

L'analyse coût-efficacité peut aussi être appliquée à d'autres domaines. Par exemple, la croissance de la demande d'eau à travers le temps par les différents utilisateurs à Polokwane, Capricorn District et Sekhukhune Cross Border District en Afrique du Sud est en train de rapidement utiliser toutes ressources en eau disponibles⁶. Six groupes d'utilisateurs ont été identifiés: Polokwane, Lebalelo Water User Association (WUA), les compagnies minières, les petits centres urbains, les demandes d'irrigation, et les communautés rurales (Shand, 2001).

L'Olifants-Sand Water Transfer Scheme (OSWTS), incluant l'immeuble du barrage de Rooipoort Dam est proposé comme nouvelle source majeure d'eau potable pour la région. Trois stratégies alternatives sont en train d'être considérées.

- Hausser le barrage de Flag Boshielo de 5 mètres, mais ne pas construire le barrage de Rooipoort.
- Construire le barrage de Rooipoort et ne pas augmenter la hauteur du barrage de Flag Boshielo.
- Construire le barrage de Rooipoort Dam tout en augmentant la hauteur du barrage de Flag Boshielo de 5 mètres.

Une autre question importante se rattachant à ce problème est la taille du barrage de Rooipoort. Techniquement, deux sites alternatifs sont disponibles : un site en amont (avec un réservoir à volume moindre) et un site en aval (réservoir à plus grand volume). Aussi bien en amont qu'en aval, les sites ont trois hauteurs de murs possibles (full supply levels, ou FSL), conduisant à des capacités différentes pour le réservoir. Le mur de la location en amont a trois hauteurs possibles : FSL724 (le plus bas), FSL728 (moyen) et FSL731 (le plus haut). Le site en aval a trois hauteurs possibles également : FSL720 (le plus bas), FSL725 (moyen) et FSL731 (le plus haut). Vu qu'un

⁶Cette section est tirée de Cambridge Resources International, Inc. (2003).

seul mur de barrage sera construit, les six options sont mutuellement exclusives. Les coûts d'investissement pour chacune des options sont différents. Nul besoin de dire que chacune de ces hauteurs alternatives conduisent à des capacités différentes pour le réservoir et à des volumes différents en ce qui a trait à la quantité d'eau fournie.

La taille de la pénurie d'eau peut être calculée à partir de l'offre disponible d'eau moins la demande totale d'eau. Le tableau 15.5 résume la taille des pénuries d'eau suivant chaque stratégie de développement alternative et ainsi que l'échelle du projet tout au long de la période 2002-2020 en termes de valeur actuelle du montant de la pénurie.⁷ The amount of water deficit, expressed in million m³, is discounted to 2002, the starting point of the analysis.

Table 15.5: Valeur actuelle des pénuries d'eau suivant chaque stratégie de développement alternative et ainsi que l'échelle du projet (million de m³ en 2002)

	Site de Rooipoort	Amont			Aval		
	Hauteur du mur de Rooipoort	FSL724	FSL728	FSL731	FSL720	FSL725	FSL731
A	Flag Boshielo+5m (Rooipoort non construit)	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7	85,7
B	Rooipoort (Flag Boshielo n'est pas réhaussé)	56,4	31,9	19,7	56,4	28,7	15,6
C	Flag Boshielo+5m et Rooipoort	12,2	3,6	1,7	12,2	2,8	1,7

La pénurie d'eau la plus importante est de 85 millions de m³. Elle se réalise seulement quand le mur de Flag Boshielo est réhaussé alors que le barrage de Rooipoort n'est pas construit. La stratégie incluant à la fois le réhaussement de Flag Boshielo et la construction de Rooipoort conduit à la valeur actuelle la plus faible de la pénurie d'eau, soit 1,7 millions de m³. Si un niveau minimum d'efficacité devrait être utilisé pour classer les trois stratégies alternatives de développement des ressources hydrauliques, la stratégie A serait exclue des évaluations à venir vu qu'elle ne fournit pas suffisamment d'eau aux usagers.

Cependant, l'analyse d'un tel projet vise à assurer un niveau minimal de coût-efficacité à la distribution d'eau en ce qui a trait à la réduction de la pénurie à travers les années. Par conséquent le critère de sélection de la meilleure politique de développement des ressources hydrauliques et de la taille des projets correspond à l'efficacité du projet en termes de réponse à certains « besoins de base » au niveau de la région et pour le fonctionnement de son économie de manière durable. Les ratios coût-efficacité doivent être calculés comme étant la valeur actuelle de tous les coûts d'investissement, d'exploitation et de maintenance de chaque stratégie et de chaque échelle du projet divisé par la valeur présente de l'eau fournie en gros aux usagers suivant la configuration alternative de l'OSWTS :

$$\text{Coût financier marginal unitaire de l'eau} = \frac{VA_{\text{investissement+O\&M}}}{VA_{\text{quantité_eau_fournie}}}$$

⁷Le taux d'actualisation utilisé à la fois pour les coûts et le montant de la pénurie d'eau dans ce projet ont été estimés à 11% en termes réels pour l'Afrique du Sud. Voir Kuo et al. (2003).

Le critère représente le coût unitaire financier marginal de l'eau fournie en gros aux usagers. Le tableau 15.6 indique les coûts de l'eau ainsi obtenus exprimés comme le nombre de rands par mètre cube d'eau (R/m³) pour chacune des alternatives en question.

Table 15.6: Coût unitaire financier marginal de l'eau fournie en gros aux usagers (R/m³ d'eau, aux prix de 2002)

<i>Site de Rooipoort</i>		<i>Amont</i>			<i>Aval</i>		
	<i>Hauteur du mur de Rooipoort</i>	<i>FSL724</i>	<i>FSL728</i>	<i>FSL731</i>	<i>FSL720</i>	<i>FSL725</i>	<i>FSL731</i>
A	Flag Boshielo+5m (Rooipoort non construit)	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
B	Rooipoort (Flag Boshielo n'est pas réhaussé)	3,00	2,49	2,29	3,15	2,50	2,20
C	Flag Boshielo+5m et Rooipoort	2,17	2,06	2,05	2,26	2,10	2,04

Premièrement, nous déterminons quelle stratégie vaut la peine d'être poursuivie. Si le niveau maximal acceptable de pénurie d'eau a été déterminé, la stratégie A n'est pas une option viable pour le développement économique vu qu'elle ne fournit pas suffisamment d'eau aux usagers. Dans ce cas, l'analyste aura à comparer les stratégies B et C en termes de ratios coût-bénéfice. Le tableau 15.6 montre que la stratégie C est meilleure que la stratégie B à toutes les échelles du projet car le coût marginal de l'eau avec la stratégie C est moindre. Par conséquent, C'est la façon « optimale » de développer les ressources hydrauliques. Finalement, en choisissant la hauteur du mur du site de Rooipoort, le barrage conçu en aval avec le mur le plus haut et le plus cher (FSL731) a le coût financier marginal de l'eau le plus faible à 2,04 rands/m³ aux prix de 2002.

Tournons-nous maintenant vers l'évaluation de l'OSWTS. Le coût économique marginal par unité d'eau est calculé comme étant la somme de tous les coûts économiques de l'OSTWS incluant l'impact du déficit d'eau sur l'économie divisé par la quantité total d'eau en gros livrée aux utilisateurs, le tout exprimé en valeur actuelle (VA) :

$$\text{Coût}_{\text{écon. marg. unitaire}} = \frac{VA(\text{coûts}_{\text{écon. investissement+O\&M}}) + VA(\text{coût}_{\text{écon. déficit eau}})}{VA(\text{qté}_{\text{eau livrée}}) + VA(\text{volume}_{\text{déficit eau}})}$$

$$\text{del' eau}(R_{2002} / m^3) = \frac{VA(\text{coûts}_{\text{écon. investissement+O\&M}}) + VA(\text{coût}_{\text{écon. déficit eau}})}{VA(\text{qté}_{\text{eau livrée}}) + VA(\text{volume}_{\text{déficit eau}})}$$

En supposant que le coût d'opportunité d'un déficit d'eau pour le pays serait de 3 rands/m³, ce coût peut être calculé en appliquant la valeur de chaque unité d'eau non délivrée aux usagers. Le coût d'opportunité le plus élevé serait encouru avec la stratégie A et résulterait alors en une pénurie d'eau massive par rapport aux autres options.

Le tableau 15.7 présente le coût marginal unitaire de l'eau livrée en gros aux utilisateurs selon les différentes stratégies de développement et l'échelle du projet. Il est intéressant de noter que si on ne tient pas compte des pénuries d'eau, la stratégie A offre le coût unitaire le plus faible pour l'eau livrée en gros aux usagers. Toutefois, quand le coût économique du déficit d'eau est supposé être de 3 rands/m³, la stratégie A conduit au coût le plus élevé de l'eau comparativement aux deux autres stratégies. La conclusion de l'analyse coût-efficacité de l'OSWTS est que la meilleure stratégie de développement est C, lequel comprend le rehaussement du barrage de Flag Boshielo et la construction de celui de Rooipoort suivant une hauteur de mur FSL731. Le coût unitaire est le même en amont et en aval de la meilleure option de barrage.

Table 15.7: Coût marginal unitaire de l'eau livrée en gros aux utilisateurs (rands/m³, aux prix de 2002)

	Site de Rooipoort	Amont			Aval		
	Hauteur du mur de Rooipoort	FSL72 4	FSL72 8	FSL73 1	FSL72 0	FSL72 5	FSL731
A	Flag Boshielo+5m (Rooipoort non construit)	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19
B	Rooipoort (Flag Boshielo n'est pas réhaussé)	3,40	2,43	2,07	3,53	2,39	1,95
C	Flag Boshielo+5m et Rooipoort	2,12	1,91	1,87	2,21	1,94	1,86

15.6 Conclusion

Vu les difficultés de la quantification des résultats en termes monétaires pour les projets en sécurité publique, éducation, santé et autres projets sociaux, l'analyse coût-bénéfice ne peut être utilisée pour évaluer les différentes options. Ce chapitre a présenté une approche, à savoir l'analyse coût-efficacité pour traiter ces types de projet à la fois dans les domaines de l'éducation, de l'énergie, de la santé et de l'eau. La procédure générale nécessite le calcul des impacts incrémentiels d'un projet spécifique associé au coût incrémentiel. Les ratios coût-efficacité marginaux qui en résultent sont utilisés pour classer les différentes options.

Quand seulement un aspect des bénéfices d'un projet importe, l'analyse coût-efficacité offre un outil de sélection des différentes options en termes d'efficacité technique. Cependant, l'approche ne couvre pas un bénéfice unique, d'autres bénéfices peuvent être également importants et doivent être pris en compte dans la sélection du projet.

Un ratio coût-efficacité pondéré ou une analyse coût-utilité est généralement utilisée quand des bénéfices multiples doivent être évalués. Il est mesuré par un indice composite incluant des facteurs importants affectant la sélection du projet. L'avantage principal de cette approche est qu'elle peut capturer l'effet d'un grand nombre de bénéfices dans une mesure unique permettant de classer les différentes options. Ceci est particulièrement utile dans le cadre des projets en éducation et en santé puisqu'ils génèrent souvent de multiples bénéfices. En ce qui concerne les coûts, ils doivent être mesurés en termes de coût des ressources sur la durée de vie du projet ou du programme.

Alors que l'analyse coût-efficacité et l'analyse coût-utilité offrent toutes deux des méthodes pratiques de sélection entre différents programmes ou projets, elles ont des limites vu que leur résultat n'est pas vendu sur le marché et qu'il est difficile de mesurer la propension à payer des consommateurs dans ces cas. Par conséquent, des jugements subjectifs doivent être réalisés dans la quantification de l'efficacité composite des options alternatives sous considération, même si les enquêtes et exercices de consultation avec les experts dans le domaine sont fréquemment employés pour minimiser les biais potentiels. D'autres questions tels que le niveau approprié du taux d'actualisation continuent de faire l'objet de controverses, particulièrement dans les projets de santé. La recherche continue de faire avancer la méthodologie en vue d'applications pratiques de l'analyse coût-efficacité dans un grand nombre de domaines.

Références

- Adhikari, R., P. Gertler, and A. Lagman. 1999. "Economic Analysis of Health Sector Projects – A Review of Issues, Methods, and Approaches", Economic Staff Paper. Manila: Asian Development Bank (March).
- Arrow, K.J. 1963. *Social Choice and Individual Values*. New York: Wiley.
- Belli, P., J.R. Anderson, H.N. Barnum, J.A. Dixon, and J.P. Tan. 2001. *Economic Analysis of Investment Operations: Analytical Tools and Practical Applications*, Chapters 7–9. Washington, DC: The World Bank.
- Belli, P., Q. Khan, and G. Psacharopoulos. 1999. "Assessing a Higher Education Project: A Mauritius Feasibility Study", *Applied Economics* 31(1), 27–35.
- Cambridge Resources International, Inc. 2003. "Evaluation of the Olifants-Sand Water Transfer Scheme in the Northern Province of South Africa", report prepared for the Northern Province of South Africa. Cambridge, MA (January).
- Gafni, A. 1995. "Time in Health: Can We Measure Individuals' Pure Time Preference?" *Medical Decision Making* 15(1).
- Garber, A.M. and C.E. Phelps. 1997. "Economic Foundations of Cost-effectiveness Analysis", *Journal of Health Economics* 16(1), 1–31.
- Hornberger, J.C., D.A. Redelmeier, and J. Peterson. 1992. "Variability among Methods to Assess Patients' Well-Being and Consequent Effect on a Cost-effectiveness Analysis", *Journal of Clinical Epidemiology* 45(5), 505–512.
- Keeler, E.B. and S. Cretin. 1983. "Discounting of Life-Saving and Other Nonmonetary Effects", *Management Science*, 29 (3), 300–306.
- Kuo, C.Y., G.P. Jenkins, and M.B. Mphahlele. 2003. "The Economic Opportunity Cost of Capital in South Africa", *South African Journal of Economics* 71(3).
- Psacharopoulos, G. 1994. "Returns to Investment in Education: A Global Update", *World Development* 22(9), 1325–1343.
- Shand, N. 2001. "Olifants-Sand Water Transfer Scheme: Feasibility of Further Phases", Interim Report, prepared for the Department of Water Affairs and Forestry, Government of the Northern Province, P B500/00/2499.
- Torrance, G.W., M.H. Boyle, and S.P. Horwood. 1982. "Application of Multi-attribute Utility Theory to Measure Social Preferences for Health Status", *Operations Research* 30(6), 1043–1069.
- Viscusi, W.K. 1993. "The Value of Risks to Life and Health", *Journal of Economic Literature* 31(4), 1912–1946.
- Viscusi, W.K. and J.E. Aldy. 2003. "The Value of Statistical Life: A Critical Review of Market Estimates throughout the World", *Journal of Risk and Uncertainty* 27(1), 5–76.
- Zeinali, A., 2010. *Infrastructure Choices in Education in South Africa: Location, Build or Repair*, An essay submitted to the Department of Economics in partial fulfilment of the requirements for the degree of Master of Arts.