



HAL
open science

Analyse Coûts-Avantages et flexibilité des choix techniques en transport public

Laurent Denant-Boèmont

► **To cite this version:**

Laurent Denant-Boèmont. Analyse Coûts-Avantages et flexibilité des choix techniques en transport public. Les Cahiers Scientifiques du Transport / Scientific Papers in Transportation, 1994, 29 | 1994, pp.47-58. 10.46298/cst.11942 . halshs-01481411

HAL Id: halshs-01481411

<https://shs.hal.science/halshs-01481411v1>

Submitted on 2 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - ShareAlike 4.0 International License

ANALYSE COUTS-AVANTAGES ET FLEXIBILITE DES CHOIX TECHNIQUES EN TRANSPORT PUBLIC¹

LAURENT DENANT-BOEMONT

LABORATOIRE D'ECONOMIE DES TRANSPORTS

UNIVERSITE LUMIERE LYON II, ENTPE, CNRS

INTRODUCTION

L'ambition de cet article est de montrer que la montée des incertitudes, inhérente à la crise financière, à la crise de l'évaluation et à l'émergence de systèmes techniques innovants provoque chez les acteurs du transport public une recherche de flexibilité stratégique concernant les choix d'investissements. En effet, l'environnement des transports collectifs urbains, de plus en plus marqué par l'incertitude jette les investisseurs dans une véritable crise de la décision. Nous en présenterons les causes, et tenterons d'en ébaucher les conséquences en termes de comportement pour les décideurs. Nous verrons comment cette montée des incertitudes amène les agents à préserver leur capacité à s'adapter en évitant d'adopter des choix techniques trop irréversibles. Mais ce besoin de flexibilité n'est-il pas alors le signe d'un attentisme et d'une trop grande prudence de la part des décideurs ? Ne revenons nous pas alors sur la vieille question du traitement du risque (et de l'aversion au risque) dans le calcul économique ? Nous verrons qu'il n'en est rien et que cette quête de la position flexible quant aux choix trouve des échos théoriques et des perspectives méthodologiques très importantes pour le spécialiste de l'aide à la décision publique.

¹ Ce sujet est actuellement l'objet d'une thèse au sein du Laboratoire d'Economie des Transports, sous la direction du Professeur Bonnafois.

1. LA MONTEE DES INCERTITUDES

1.1. LE BALANCIER CRISE DE LA MOBILITE-CRISE FINANCIERE

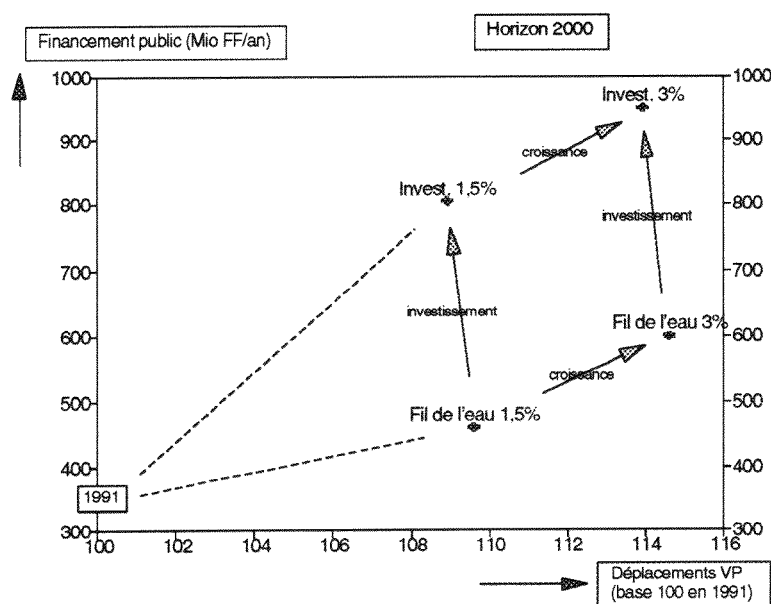
Le phénomène de la crise financière dans les transports urbains constitue un des événements majeurs des années 70 et 80, et les difficultés liées à celle-ci sont loin d'être résolues pour les années 90. Le problème n'est d'ailleurs pas tant lié à la rareté des ressources qu'aux implications du traitement de la crise du financement sur les problèmes liés à l'encombrement en milieu urbain. Selon un phénomène de balancier maintenant bien connu, quand on traite le problème de l'encombrement, on tombe dans la crise de financement, et vice-versa². Le dilemme est en effet cornélien : quand on investit dans les transports collectifs, le report de trafic de la voiture particulière vers le transport public est faible, les conditions d'exploitation ne s'améliorent que très marginalement et le coût financier pour la collectivité est très lourd. Quand on n'investit pas, la mobilité en voiture particulière explose, et les conditions d'exploitation se dégradent très rapidement, provoquant une fuite des usagers. La subvention d'équilibre croît alors en conséquence.

Ainsi, si l'on prend l'exemple du projet d'investissement de 6 milliards de FF dans les transports collectifs de l'agglomération lyonnaise (Plan à Moyen Terme) sur la période 1991-1995 et que l'on en simule les effets à l'horizon 2000 (RAUX, TABOURIN 1992) en définissant deux scénarii, l'un "fil de l'eau" (pas d'investissement TC réalisé sur la période) et l'autre "d'investissement" (PMT de 6 milliards). On constate nettement que, avec une hypothèse de croissance des revenus des ménages de 1,5%, la mobilité en voiture particulière explose dans les deux scénarii, et n'est que faiblement ralentie par un investissement important, alors que ce dernier fait croître le besoin de financement public dans des proportions alarmantes. Cette conclusion est renforcée si la croissance des revenus est plus forte : le report modal est négligeable, alors que le besoin de financement augmente d'autant plus (voir graphique 1).

Tout investissement en transport public est donc problématique en termes d'efficacité socio-économique. Il fragilise l'équilibre financier des collectivités locales et ne provoque que très peu de report modal de la voiture particulière vers les transports collectifs.

² Les modèles QUINQUIN (QUalité INtroduite, QUantité INsolvable) montrent que la mobilité mécanisée croît avec les revenus, alors que la décroissance ou la stagnation des revenus ne fait que ralentir la croissance de la mobilité. Ainsi, quand le revenu croît faiblement, la mobilité mécanisée explose, générant de la congestion et dégradant les conditions d'exploitation des transports collectifs. La subvention des collectivités locales augmente d'autant. Les conditions d'exploitation étant mauvaises (vitesse, régularité, fréquence, etc), les usagers se reportent sur la voiture, baissant les recettes d'exploitation et générant un peu plus de congestion. On est alors dans un cercle vicieux dont il est difficile de sortir. Voir par exemple, BONNAFOUS (1991).

Graphique 1 : Simulation des effets du Plan à Moyen Terme



Source : RAUX, TABOURIN (1992)

1.2. L'INNOVATION EN TRANSPORT PUBLIC

L'émergence de nombreux systèmes techniques innovants au cours des années 80 a multiplié l'univers des choix possibles pour les agglomérations en matière de transport public. Cette profusion de nouveaux modes est issue à la fois de la crise du financement et de la mobilité et des besoins affichés par décideurs et exploitants. A vrai dire, le "cahier des charges" du mode idéal reste ambitieux, celui d'un système aussi performant du point de vue commercial que le métro et aussi peu coûteux financièrement et souple techniquement que l'autobus. Mais, il est vrai que certains modes n'en sont plus si loin...

Il reste que le choix d'un mode dépend de ses potentialités initiales, et surtout de son environnement d'accueil. Ainsi, une définition théorique d'un mode peut se décliner en une infinité d'applications pratiques selon le type d'agglomération, la structure des flux, le dynamisme économique, etc.

La conséquence en est que la gamme des choix possibles devient extrêmement étendue et suscite un besoin d'expertise. Deux problèmes se posent néanmoins. Le premier est de savoir comment évaluer les performances d'un mode innovant, car il est difficile méthodologiquement de le comparer selon la même grille de lecture avec des modes anciens. Le second est que l'incertitude sur la viabilité technique et commerciale des systèmes innovants est grande, et il importe alors de ne pas s'engager dans des impasses technologiques. En bref, la dimension de l'univers des choix augmente, la comparabilité des éléments de cet univers décroît et la viabilité des éléments est plus incertaine. Ne disposant alors d'aucune grille de lecture adaptée, les acteurs ont plutôt intérêt à s'engager le moins possible, c'est-à-dire à adopter des positions flexibles en matière de choix technologiques. Une position parfaitement flexible peut se définir comme un état dans lequel le décideur garde un éventail de choix possibles dans le futur équivalent à celui dont il dispose aujourd'hui, tandis qu'une position parfaitement irréversible serait un état dans lequel, en faisant un choix aujourd'hui, il est contraint d'adopter un choix et un seul dans le futur. Nous verrons un peu plus loin si ce discours sur la nécessité de rester flexible peut être justifié théoriquement et s'observer dans la réalité.

1.3. LA CRISE DE L'AIDE A LA DECISION

Du point de vue de la théorie, les deux modèles d'aide à la décision de référence sont l'Analyse Coûts-Avantages (ou calcul économique)³ et l'Analyse Multi-Critères. Le premier modèle a été fortement critiqué, autant de par la faiblesse de certaines hypothèses internes que par l'aspect monocritériel et agrégé qu'il propose pour l'appréhension des effets d'un projet. De plus, l'image du décideur qui y est sous-jacente est celle d'un "notaire" qui entérine une décision optimale, par conséquent évidente. Le second modèle a été construit en quelque sorte par réaction vis-à-vis du premier, dont il refuse autant la logique monocritériale que la conception de neutralité du processus de décision. Malgré ce débat théorique réel, c'est plutôt une troisième approche qui gagne les faveurs des décideurs, bien qu'elle ne s'appuie au niveau de ses principes sur aucun référent théorique formellement identifié. L'évaluation mobilisatrice s'inscrit dans une logique de légitimation des choix : "Evaluation mobilisatrice puisqu'elle vise à susciter l'adhésion en s'adressant directement à l'usager-citoyen, à créer un consensus autour d'une décision (prise ou à prendre) née de l'aléatoire" (BIEBER et alii, 1987).

Au niveau de la pratique, le bilan reste très mitigé. Historiquement, la volonté de standardiser l'allocation des ressources publiques et d'optimiser leur utilisation est venue des Etats-Unis, notamment avec les procédures P.P.B.S. (Planning Programming Budgeting System) impulsées par R. Mac Namara dès 1961. Leur équivalent français fut la R.C.B. (Rationalisation des Choix Budgétaires) développée à la fin des années 60 : ces procédures consistaient à contraindre (PPBS) ou à proposer (RCB) des méthodes d'analyses de projets basées sur l'efficacité au regard de certains objectifs.

Le cas des transports collectifs urbains est symptomatique de cet échec, et ce pour plusieurs raisons. Eliminons tout de suite un possible problème de compréhension, qui est dans tous les cas une fausse explication. Les facteurs que nous avançons nous semblent plus fondamentaux, et par conséquent plus ennuyeux pour le calcul économique : tous sont liés à une inadéquation de l'outil aux besoins et au cadre du transport public. Le premier élément renvoie à la multiplicité des acteurs intervenant dans le choix en transport collectif urbain : exploitants, élus, Autorités Organisatrices, usagers, producteurs de matériel technique, etc. Ainsi, le cadre de l'évaluation analytique y paraît probablement le plus inadapté, car on se situe bien dans un cadre très conflictuel. Le second élément est que le poids de l'Etat central est moins important en milieu urbain qu'en interurbain, du fait de la multiplicité des intervenants, issus notamment des collectivités locales. L'Etat joue plus un rôle de "conseiller" que de "décideur"⁴. Ceci paraît de plus en plus vrai et est amené à se généraliser, du fait de la décentralisation. Ceci explique que les méthodes de RCB n'aient pas (ou peu) trouvé d'écho dans les transports collectifs urbains, excepté le cas de la RATP⁵.

Le cadre de référence du choix d'investissements en transport public ne renvoie pas vraiment à un paradigme identifié. Un peu d'analyse multicritère (souvent de façon peu rigoureuse), un peu de marketing stratégique et un zeste d'analyse financière ont fait des procédures d'évaluation en transport collectif une spécialité quelque peu indigeste, généralement peu probante, bien qu'elle

³ « Ce que s'efforce de faire le calcul économique, c'est de transformer tous ces avantages ou inconvénients en équivalents-monnaies dont la somme représente en quelque sorte le gain ou la perte pour la collectivité ». (LESOURNE, LOUE, 1985).

⁴ Ce qui ne veut pas dire que l'Etat central n'a aucun pouvoir et ne joue aucun rôle dans la décision ! Mais il n'est pas l'acteur unique de la décision, contrairement à ce qui se passe dans certains secteurs, comme les infrastructures ferroviaires et routières.

⁵ Les procédures furent parfois assez proches de ce qui fut réalisé à la SNCF. Et comme par hasard, c'est à la RATP que le rôle de l'Etat central est et demeure un des plus significatifs !

possède souvent un cachet local très prononcé. Ce dernier point n'est pas sans inconvénients, car il devient impossible ou très difficile de se faire une idée sur l'efficacité de l'allocation des ressources, la grille de lecture étant fluctuante d'une ville à l'autre, d'un exploitant à l'autre, voire d'un mode à l'autre dans le même réseau ! Mais cette confusion des méthodes, des critères et des objectifs ne contribue en rien à rendre les choix techniques moins incertains, et le problème de la flexibilité se repose alors.

En effet, tout choix technique devient par conséquent extrêmement risqué, dans la mesure où son efficacité socio-économique n'est pas évidente (crise du financement), sa viabilité technologique incertaine et l'évaluation de ses composantes soumises à caution. Dans ses conditions, les acteurs du transport public sont enclins à rechercher des positions flexibles, c'est-à-dire des positions qui leur permettent de conserver un éventail de choix futurs le plus large possible, et évitent ainsi de les contraindre à suivre des voies trop étroites, qui pourraient se révéler être des impasses d'un point de vue technique et commercial.

2. LES APPROCHES DE LA FLEXIBILITE-IRREVERSIBILITE EN ECONOMIE

2.1. LE PROBLEME DE LA FLEXIBILITE DES CHOIX : VALEUR D'OPTION ET EFFET D'IRREVERSIBILITE

Historiquement, le débat sur l'irréversibilité des choix a été initié il y a une vingtaine d'années dans le cadre des "défaillances du marché" sur les problèmes de biens environnementaux, lors de la controverse Friedman-Weisbrod. Le premier soutenait qu'il fallait confier au secteur privé les parcs nationaux qui n'équilibraient pas leur budget. Le second répliqua alors que « Tant que le parc est ouvert au public, la fourniture de l'option de (consommer ses services dans le futur) est un bien collectif pur de type standard : tout le monde peut en bénéficier, et son utilisation par quelqu'un ne diminue pas les possibilités d'utilisation par d'autres »⁶. La conclusion était qu'il fallait faire figurer du côté des avantages d'un parc une "valeur d'option" issue du consentement à payer pour le maintien de l'option, du fait de l'incertitude. Toutefois, les théoriciens avaient tendance à assimiler cette préférence pour la flexibilité à une aversion pour le risque jusqu'à ce que ARROW-FISHER (1974), et HENRY (1974) montrent qu'on pouvait faire apparaître une valeur d'option avec l'hypothèse d'un agent neutre vis-à-vis du risque.

2.2. QUELQUES OBSERVATIONS EMPIRIQUES

Plusieurs exemples nous permettront de montrer que cette préférence pour la flexibilité n'est pas une vue de l'esprit et se traduit concrètement chez les agents.

Le premier (et seul cas) d'observation directe de la Valeur d'Option est celui de la "South Plate River Bassin" en 1981⁷. Les enquêteurs essayaient de faire révéler le consentement à payer d'un certain nombre de ménages dans l'hypothèse d'une pollution irréversible de ce bassin par extension de l'activité minière. Une des composantes du consentement à payer était par conséquent la Valeur d'Option, « définie par la capacité de paiement pour la possibilité de choisir, dans le futur, parmi des usages alternatifs d'un environnement naturel » (GREENLEY et alii, 1981). La conclusion était qu'une valeur d'option moyenne de 23\$ par an et par ménage était observée.

Le second cas est un cas d'observation indirecte (RICHARD, 1982). Le problème était de savoir pourquoi les décideurs utilisaient plutôt le critère du Délai de Récupération (DR) plutôt que

⁶ WEISBROD (1964), p.126, cité par FAVEREAU (1989).

⁷ L'exemple est repris de FAVEREAU, op. cit.

celui de la Valeur Actuelle (VA) ou du Taux de Rendement Interne en matière de décisions financières. Le problème est que cet état de fait renvoyait en grande partie à la préférence pour la flexibilité : « On attribue trop souvent le choix du DR à sa simplicité d'emploi. Je crois plus volontiers que l'investisseur suit son intuition, et manifeste ainsi sa préférence pour les avantages procurés par une rotation rapide des capitaux, dans un environnement évolutif. L'insatisfaction qu'il ressent à l'égard de la VA (...) est *a contrario* symptomatique de cette préférence : l'importance de l'effet irréversibilité, perçue de manière intuitive, lui fait douter de la validité de ce critère » (RICHARD, 1982:14).

Le dernier cas d'observation indirecte concerne le transport public. En 1980, la ville de Essen, en République Fédérale d'Allemagne, faisait le choix d'un système dit "d'autobus guidé" qui était en quelque sorte intermédiaire entre l'autobus et le métro léger. L'argument principal avancé était la flexibilité du choix de ce mode, flexibilité statique (souplesse d'exploitation) et dynamique (souplesse et réversibilité de l'investissement). De même, la ville de Bruxelles a progressivement "transformé" son tramway de surface en métro léger souterrain, révélant *a posteriori* une préférence pour la flexibilité et une valeur d'option...

2.3. QUELLES APPLICATIONS ?

Nous avons vu que les acteurs recherchaient les positions dites flexibles. Mais ceci est plutôt un palliatif à un manque des méthodologies de l'évaluation. L'application qui vient immédiatement concerne alors bien sûr les problèmes de calcul économique public et de choix des investissements. Un des objectifs de l'économiste peut alors consister à révéler clairement cette "valeur" de la flexibilité et à l'intégrer dans la comparaison des rentabilités socio-économiques des modes, afin que les choix se fassent en toute transparence.

3. VERS UN MODELE DE CHOIX FLEXIBLE EN TRANSPORT COLLECTIF URBAIN

3.1. UNE FORMALISATION GENERALE

La modélisation que nous développerons pour le transport public se fonde sur une formalisation simple et ingénieuse de RICHARD (1982). Rappelons là brièvement :

Si l'on considère un modèle à deux périodes ($t=1,2$), on peut définir un ensemble $D = \{d, \bar{d}\}$ de décision, avec d : la décision réversible et \bar{d} : la décision irréversible.

Les utilités du décideur sont considérées additives et actualisées, et D^t représentant d ou \bar{d} à la période t , $U^t(D^t)$ matérialisera l'utilité associée à la décision pour chaque période.

Si on considère en outre que les états du monde $S = \{s_1, s_2\}$ en seconde période sont probabilisables avec $P(s_1)=p$ et $P(s_2)=(1-p)$, l'utilité globale s'écrira (U_1^2 sera l'utilité de telle ou telle décision en période 2 si s_1 ; U_2^2 l'utilité en période 2 si s_2) :

$$U(D) = U^1(D^1) + p * U_1^2(D^2) + (1-p) * U_2^2(D^2) \quad (1)$$

Or, si $D^1=d$, le choix de D^2 reste ouvert (d ou \bar{d}), alors que la décision est contrainte si $D^1=\bar{d}$ (implique que $D^2=\bar{d}$). Par conséquent, il faut déterminer les utilités globales des deux décisions d et \bar{d} . Soient :

$$U(\bar{d}) = U^1(\bar{d}) + p \cdot U_1^2(\bar{d}) + (1 - p) \cdot U_2^2(\bar{d}) \tag{2}$$

$$U(d) = U^1(d) + p \cdot \text{Max} \left[U_1^2(d), U_1^2(\bar{d}) \right] + (1 - p) \cdot \text{Max} \left[U_2^2(d), U_2^2(\bar{d}) \right] \tag{3}$$

Alors que le critère de la VA traditionnelle aurait donné :

$$U'(d) = U^1(d) + p \cdot U_1^2(d) + (1 - p) \cdot U_2^2(d) \tag{4}$$

Or l'utilité de la décision flexible est forcément supérieure à l'utilité de la même décision sans prise en compte de sa flexibilité ((3) > (4)) si l'information n'est pas parfaite (existence d'incertitude). La différence entre l'utilité de la décision irréversible et l'utilité de la décision flexible, (3) - (2), caractérise l'importance de l'effet irréversibilité (positif ou négatif), alors que la Valeur d'Option est mesurée par la différence entre (3) et (4), positive ou nulle.

3.2. LE CALCUL DE LA RENTABILITE SOCIO-ECONOMIQUE ET LA VALEUR ACTUELLE NETTE

Soit une demande globale ayant deux composantes :

- i) une composante certaine X1 de t=1,...,n
- ii) une composante aléatoire wX2 de t=k,...,n

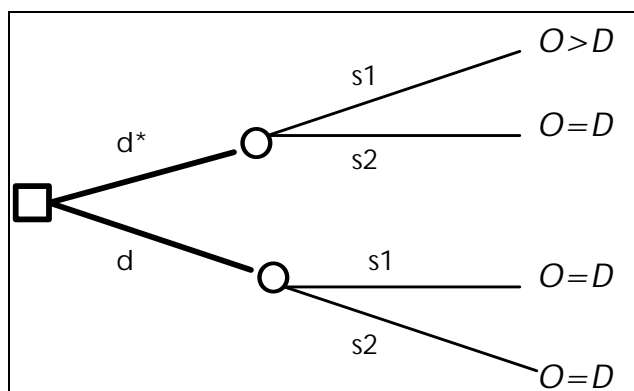
Avec Pr(w=0) = p (état s1) et Pr(w=1) = 1-p (état s2). Nous n'avons donc que deux possibilités. Soit la demande reste au niveau connu en t=0 (X1), soit elle augmente à concurrence de X2 à partir de t=k (D=X1+X2), et le décideur le sait en t=(k-1). En t=0, il ne dispose que d'une distribution de probabilités, définie plus haut.

Soient deux décisions d et d*, respectivement réversible (choix d'une capacité X1 en t=0) et irréversible, (choix d'une capacité X1+X2 en t=0).

Les implications des états de la nature (s1 et s2) seront différentes selon qu'il ait adopté la décision réversible ou irréversible en première période (voir graphique 2) :

1. Si en (k-1), on sait que D=X1 (s1) :
 - Le choix de (d*) implique que l'offre est supérieure à la demande (⇒ O > D),
 - le choix de (d) implique que l'offre est égale à la demande (⇒ D = O).
2. Si en (k-1), on sait que D=X1+X2 (s2) :
 - le choix de (d*) implique que l'offre est égale à la demande (⇒ D = O)
 - le choix de (d) en t=0 permet de répondre à cette augmentation de la demande en réalisant un nouvel investissement afin d'accroître la capacité de l'offre (ΔD ⇒ ΔO) et ainsi l'offre est à nouveau égale à la demande (⇒ D = O).

Graphique 2 : Arbre de décision



Si l'on calcule maintenant les différentes espérances de valeurs actuelles de chaque décision, il faut également considérer la possibilité que l'on a, ayant décidé d , de réinvestir en $(k-1)$ pour répondre éventuellement à la demande supplémentaire, c'est-à-dire qu'on est amené à calculer l'espérance de la VAN pour la décision flexible dite d_F ⁸. On obtient alors, avec :

I_1 : l'investissement correspondant à X_1

I_2 : l'investissement correspondant à X_2

a : le taux d'actualisation public

S_t : le surplus collectif en t ($= A_t - C_t$)

$$(4') \quad VAN(d) = -I_1 + \sum_{t=1}^{t=n} \frac{S_t}{(1+a)^t}$$

$$(2') \quad E[VAN(d^*)] = \left[-(I_1 + I_2) + \sum_{t=1}^{t=k} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right] + p \cdot \left[\sum_{t=k}^{t=n} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right] + (1-p) \cdot \left[\sum_{t=k}^{t=n} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right]$$

$$(3') \quad E[VAN(d_F)] = \left[-I_1 + \sum_{t=1}^{t=k} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right] + p \cdot \left[\sum_{t=k}^{t=n} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right] + (1-p) \cdot \left[\left[- \sum_{t=k-1}^{t=k} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right] + \left[\sum_{t=k}^{t=n} \frac{S_t}{(1+a)^t} \right] \right]$$

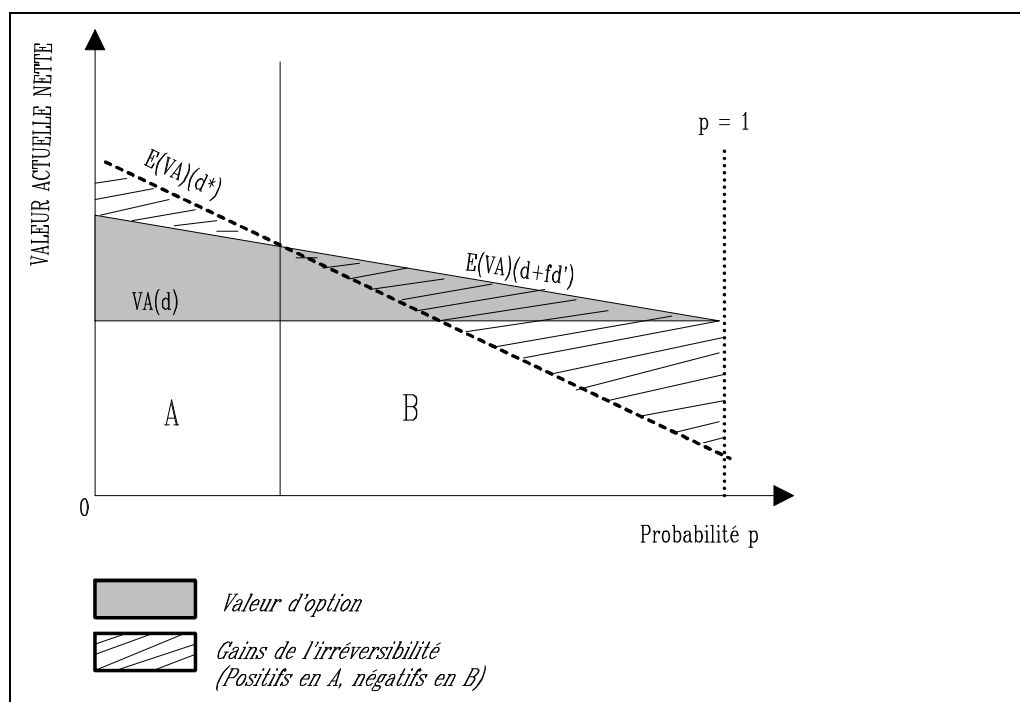
Sous certaines hypothèses (niveau de connaissance parfaite en $t=0$ pour $t=1$, probabilisable pour $t=2$, deux états de l'environnement possibles, rendements moyens croissants...)⁹ et en construisant une petite application fictive, on peut représenter graphiquement ces différents résultats, ce qui permet de bien distinguer la valeur d'option de l'effet irréversibilité (voir graphique 3).

Sur le graphique, la Valeur d'Option est figurée par l'espace situé entre l'espérance de VA de la décision flexible ($d+fd'$) et la VA de la décision (d) réversible (dans ce cas réversible n'est bien sûr pas synonyme de flexible). Celle-ci est d'autant plus faible que la probabilité que n'apparaisse pas une demande supplémentaire en période 2 est forte. Quand il n'y a aucune chance qu'une demande supplémentaire intervienne en période 2, l'avantage d'être flexible est nul, car aucune rémunération supplémentaire n'est à espérer d'une possible adaptation à la demande (ce qui est logique, puisque dans ce cas là, la certitude est totale). La Valeur d'Option (VO) représente clairement une prime à la flexibilité, c'est-à-dire un surplus rémunérant les potentialités d'ajustement d'un investissement donné dans un environnement incertain.

⁸ La difficulté vient du fait qu'il faut comprendre que la décision d et d_F représentent la même décision vue sous deux angles différents, l'un traditionnel, l'autre intégrant l'aspect flexible de cette décision.

⁹ Nous ne rappelons que très brièvement les résultats de RICHARD. Pour consulter les hypothèses de base, on se reportera aux pages 6 et 10 de l'article précédemment cité. Notons que l'application que propose l'auteur de l'effet irréversibilité pose une hypothèse particulièrement intéressante, celle de rendements moyens croissants. Or, les transports, du fait des fortes indivisibilités de l'usage de l'infrastructure, sont souvent considérés comme l'exemple même d'activités à rendements croissants, notamment les transports publics.

Graphique 3 : Comparaison des valeurs actuelles des projets en fonction de (p)



Source : d'après RICHARD (1982).

Le coût net de l'irréversibilité représente lui la différence entre l'espérance de la VA de la décision flexible et l'espérance de VA de la décision irréversible. Ce coût devient positif à partir du moment où les gains potentiels en termes de rendements d'échelle de la production (probabilité $(1-p)$ de demande supplémentaire forte, donc niveau de production potentiellement plus important) est contrebalancé par le coût global de l'irréversibilité. Le coût net mesure par conséquent le niveau de l'effet d'irréversibilité. Il ne faut donc pas confondre irréversibilité et valeur d'option. Le second concept mesure une prime de flexibilité à accorder à chaque investissement, alors que le premier renvoie à des degrés de flexibilité différents entre les investissements. Comme l'écrit FAVEREAU (1989:128), la V.O. représente en quelque sorte un correctif lié au biais du critère de l'espérance d'utilité dans le cadre de la rationalité substantielle.

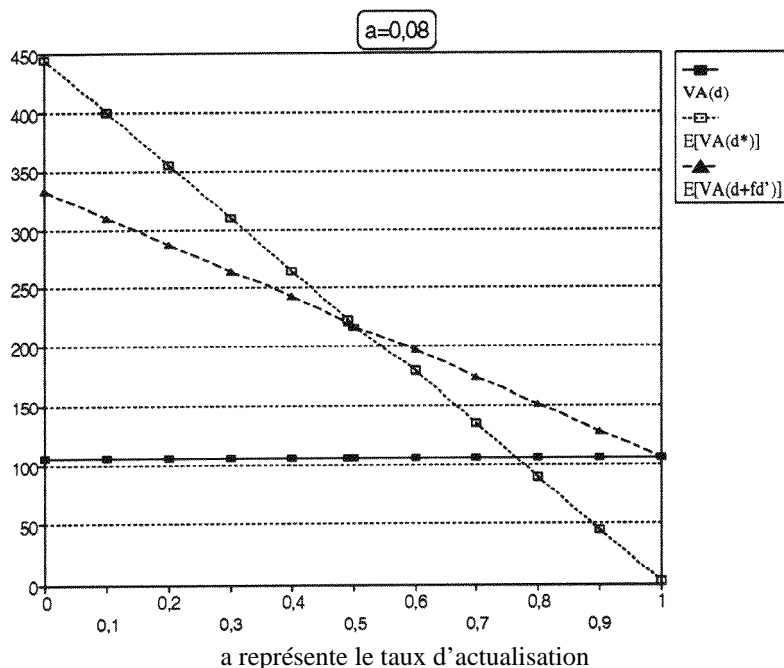
La conclusion fort remarquable est que la décision dite flexible ($d+fd'$) devient plus rentable que la solution irréversible (d^*) pour des niveaux de probabilité de non-occurrence d'une demande aléatoire bien inférieurs à ceux qu'ils fallait atteindre pour rendre la décision (d) préférable à la décision irréversible (d^*): « Selon le critère de la VA, il existe un très large domaine de p [probabilité de non apparition d'une demande supplémentaire en k , la période de référence étant $t=1, \dots, k, \dots, 10$ (NDLA)] où la décision ($d+fd'$) est la meilleure. Elle assure en outre une dispersion des résultats beaucoup plus faible que celle relative à la décision (d^*) » (RICHARD, 1982:13).

3.3. QUELQUES SIMULATIONS

En reprenant la formalisation de RICHARD, et en l'appliquant au transport public comme décrit ci-dessus, on prend l'exemple de deux variantes techniques contrastées envisagées pour un projet d'investissement de transport public. On fait alors apparaître de la même façon l'effet d'irréversibilité. Si l'on considère une variante "autobus en site propre" et "tramway", et qu'on

possède l'état des prévisions de la demande sur la ligne à mettre en oeuvre, avec une probabilité de non apparition d'une demande supplémentaire en k (on passe de 4500 personnes par heure par sens en heure de pointe à 9000 p/h/s en $k=3$), on peut également mesurer la rentabilité de la variante flexible, celle de l'autobus en site propre. On fait donc l'hypothèse qu'en $(k-1)$ (un an avant l'apparition ou non de cette demande supplémentaire, connaissance certaine), on peut investir à nouveau dans un tramway cette fois, avec par conséquent les mêmes coûts et avantages financiers que pour la variante "tramway". Il faut simplement ôter du coût de l'investissement le coût des opérations d'acquisition foncière, qui a déjà été comptabilisé lors de la réalisation de l'infrastructure. On fait l'hypothèse que ce coût d'acquisition ne représente que 25% du coût total de l'infrastructure (ce qui est une part "plancher"). De plus, on suppose que $k=3$, et que l'on ne pourra pas avoir d'exploitation en $(k-1)$. Enfin, le taux d'actualisation est de 8%, comme défini dans le Xème Plan. De la même façon, on observe que la variante flexible ($d+fd'$) devient plus rentable (voir graphique 4) que la variante irréversible (d^*) bien plus tôt que dans le cas où l'on compare les deux variantes selon la méthode classique (d par rapport à d^*). Toutefois, la différence est que le coût d'investissement en $(k-1)$ pour la variante flexible représente quasiment la même somme que celui de la variante rigide (la différence est donc le coût foncier), et, par conséquent, les niveaux de probabilité à atteindre pour que la variante flexible devienne plus rentable que la variante rigide sont plus élevés que lorsque l'on peut investir graduellement (probabilité de non apparition de 0,51). En effet, dans l'exemple, il n'est pas possible de conserver le bus plus longtemps car nous avons fait l'hypothèse que l'offre était saturée en pointe dès la première période. En outre, il n'est pas possible d'exploiter simultanément autobus et tramway sur un même site propre. Si la demande supplémentaire apparaît, on fait table rase et on recommence, et dès lors, le coût en investissement de la décision flexible devient bien plus important que celui de la solution rigide si la demande apparaît. Toutefois, la probabilité qu'il fallait atteindre selon le critère de la valeur actualisée traditionnelle pour rendre la variante "bus" plus rentable que la variante "tramway" était proche de 0,77 (graphique 4).

Graphique 4 : Evolution des valeurs actuelles espérées en fonction de p



Il est bien évident que si l'on faisait varier les hypothèses de départ, le résultat serait différent. Par exemple, si l'on considère maintenant que le coût de l'acquisition foncière représente 50% du coût total de l'infrastructure (ce qui représente un plafond), la probabilité (p) à atteindre pour que la décision flexible (d+fd') soit préférée à la décision irréversible (d*) se situe autour de 0,36 (contre 0,51 ci-dessus). On pourrait encore jouer sur le taux d'actualisation, qui défavorise d'autant la décision irréversible qu'il est fixé à un niveau élevé (d'autant que le XI^{ème} Plan envisage de l'augmenter), car le coût d'investissement est très important et en première période, ce qui dégrade d'autant la valeur actuelle espérée. Enfin, la période k pourrait être plus lointaine, ce qui défavoriserait d'autant l'investissement tramway et augmenterait l'intérêt de demeurer flexible.

CONCLUSION

Si les résultats de ces simulations restent encore caricaturaux du point de vue du calcul économique public, les perspectives méthodologiques de l'irréversibilité apparaissent fondamentales dans une éventuelle réforme de celui-ci au vu des préoccupations actuelles des acteurs du transport public. D'autre part, du point de vue du débat qui oppose parfois les modèles d'aide à la décision, l'Analyse Coûts-Avantages prouve sa capacité à intégrer les problèmes de l'incertitude, bien que le paradigme de départ décline des hypothèses très lourdes. Mais si l'on considère que le calcul économique doit être un éducateur des choix, un langage permettant de faire avancer la procédure de négociation, alors les théories de l'irréversibilité pourraient renforcer sa légitimité en lui donnant de nouveaux fondements. En lui permettant de mettre en avant les procédures d'apprentissages des acteurs et l'incertitude sur l'information disponible lors du choix d'investissement, il dépasserait enfin le cadre étriqué de décisions caractérisées par l'hyper-rationalité. En collant aux comportements et aux discours des acteurs du transport public, le calcul économique prouverait par là-même qu'il demeure un outil d'aide à la décision souple et pertinent.

BIBLIOGRAPHIE

- ARROW K. J., FISHER A. C. (1974), Environmental preservation, uncertainty and irreversibility, *Quarterly Journal of Economics*, May, pp. 312-319.
- BIEBER A., OFFNER J.-M. (1987), *Les grands projets de transport - Langage de l'évaluation, discours de la décision*, Synthèse I.N.R.E.T.S. n°10, INRETS, Arcueil.
- BLOY E., BONNAFOUS A., CUSSET J.-M., GERARDIN B. (1977), *Evaluer la politique des transports*, PUL-Economica, Lyon.
- BOITEUX M. (1986), Faut-il renoncer au calcul économique ?, in BOITEUX, DE MONTBRIAL et MUNIER (sous la dir. de), *Marchés, Capital et incertitude - Essais en l'honneur de Maurice Allais*, Economica, Paris, pp. 81-87.
- BONNAFOUS A. (1991), *Les effets comparés des investissements de transport urbain*, Rapport OCDE-CEMT, Paris.
- COHENDET P., LLERENA P. (1989), Flexibilités, risque et incertitude dans la théorie de la firme : un survey, in COHENDET, LLERENA (éds.), *Flexibilité, information et décision*, Economica, Paris, pp. 7-71.
- COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN (1992), *Transport 2010*, Rapport du Groupe présidé par le Commissaire au Plan, Paris.

- COMMISSARIAT GENERAL DU PLAN(1994), *Transports : pour un meilleur choix des investissements*, La Documentation Française, Paris.
- DENANT-BOEMONT L. (1991), *Première évaluation d'un système innovant en transport : l'autobus guidé*, Mémoire de D.E.A. d'Economie des Transports, L.E.T., Lyon.
- FAVEREAU O. (1989), Valeur d'option et flexibilité, in COHENDET, LLERENA (éds), *Flexibilité, information et décision*, op. cit., pp. 121-182.
- GREENLEY D.A., WALSH R.G., YOUNG R.A. (1981), Option value : empirical evidence from a case study of recreation and water quality, *Quarterly Journal of Economics*, nov., pp. 657-673.
- GUILLAUME H. (1972), L'analyse coûts-avantages et la préparation des décisions publiques, *Revue Economique*, vol. 23, n°3, mai, pp. 358-409.
- HENRY C. (1974a), Option values in the Economics of Irreplaceable Assets, *Review of Economic Studies*, Symposium on the economics of exhaustible resources, pp. 89-104.
- HENRY C. (1974b), Investment Decisions under Uncertainty : the "Irreversibility Effect", *American Economic Review*, déc., pp. 1004-1012.
- LESOURNE J. (1972), *Le calcul économique, théorie et applications*, Dunod, Paris.
- LESOURNE J., LOUE R. (1985), *La gestion des villes - Analyse des décisions*, Dunod, Paris.
- LITTLE I., MIRLEES J.A. (1969), *Manuel d'analyse des projets industriels dans les pays en voie de développement -Vol. II : L'analyse coûts-avantages du point de vue de la collectivité*, Etudes du Centre de Développement de l'O.C.D.E., Paris.
- MASSE P. (1959), *Le choix des investissements, critères et méthodes*, Dunod, Paris.
- RAIFFA H. (1973), *Analyse de la décision*, Dunod, Paris.
- RAUX C., TABOURIN E. (1992), *Congestion et crise du financement des transports à Lyon : vers un péage urbain ?*, Programme Rhône-Alpes Recherches en Sciences Humaines, Lyon, pp. 41-63
- RICHARD A. (1982), Eléments de synthèse entre valeur actualisée et délai de récupération : "l'effet irréversibilité", *Revue d'Economie Politique*, n°1, pp. 1-15.
- ROY B. (1985), *Méthodologie multicritère d'aide à la décision*, Economica, Paris.
- SIREYJOL F. (1986), *Pratiques et théories du calcul économique (évolutions récentes)*, Ministère de l'Equipement, du Logement, de l'Aménagement du Territoire et des Transports, Rapport final, S.E.R.T., Paris.