

Études & documents

n° 42
Mai
2011

Taux d'actualisation et politiques environnementales : un point sur le débat

ÉCONOMIE ET ÉVALUATION



Ministère
de l'Écologie,
du Développement
durable,
des Transports
et du Logement

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

www.developpement-durable.gouv.fr

Présent
pour
l'avenir

**Collection « Études et documents » du Service de l'Économie, de l'Évaluation et de
l'Intégration du Développement Durable (SEEIDD) du Commissariat Général au Développement
Durable (CGDD)**

Titre du document : « Taux d'actualisation et politiques environnementales : un point sur le
débat »

Directrice de la publication : Françoise Maurel

Auteur(s) : Julien Hardelin, François Marical

Date de publication : Mai 2011

Ce document n'engage que ses auteurs et non les institutions auxquelles ils appartiennent.
L'objet de cette diffusion est de stimuler le débat et d'appeler des commentaires et des critiques.

SOMMAIRE

Résumé	2
Introduction.....	3
1. Rappel sur le taux d'actualisation.....	3
2. Comment déterminer les paramètres du taux d'actualisation ?	5
2.1. Approche descriptive et approche prescriptive.....	5
2.2. Multiplicité des choix et sensibilité aux paramètres	5
3. Les prix relatifs : le cœur du problème ?.....	6
3.1. Les prix relatifs des biens environnementaux	6
3.2. Exemples de l'effet potentiel des prix relatifs sur la valeur actuelle nette.....	7
3.3. Quelle hypothèse de prix relatifs retenir en pratique ?.....	9
4. Prendre en compte des risques	9
4.1. Risques sur la croissance	9
4.2. Risques sur le projet.....	10
Conclusion	12
Bibliographie.....	13

Résumé

La dégradation de l'environnement peut avoir des conséquences à court terme mais surtout à long, voire à très long terme. Pour être en mesure d'additionner des gains ou des pertes à différentes dates, il est nécessaire d'actualiser les valeurs futures. L'objectif de ce document est d'exposer les fondements théoriques qui sous-tendent l'actualisation, dont la bonne compréhension paraît indispensable étant donné les débats réguliers sur ce thème. En particulier il convient de bien distinguer les différentes notions qui sous-tendent l'actualisation.

Ainsi s'il existe un taux d'actualisation qui reflète un arbitrage entre générations actuelles et générations futures, celui-ci ne résout pas à lui seul le problème de la prise en compte du long terme dans l'évaluation économique. Un aspect tout aussi crucial réside dans le choix des prix relatifs des biens environnementaux et de leur évolution dans le temps. Un autre aspect est la prise en compte de l'incertitude, qui constitue également un facteur susceptible de modifier le processus d'actualisation.

Introduction

L'analyse coûts-bénéfices (ACB) constitue dans de nombreux pays un outil d'aide à la décision à l'usage des pouvoirs publics, utilisé notamment dans la préparation de projets d'infrastructure, de projets de lois, etc. L'ACB a été également utilisée ces dernières années, sur le plan mondial, pour évaluer le coût de l'inaction dans le domaine du changement climatique (Stern, 2006) et de la biodiversité (TEEB, 2008)¹. Un des paramètres essentiels à fixer lors d'une analyse coûts-bénéfices est le taux d'actualisation. Une dépense réalisée aujourd'hui devant permettre un bénéfice ultérieur, il est en effet nécessaire de comparer les coûts et bénéfices sur différentes périodes de temps et donc de les actualiser.

L'objectif de ce document est d'exposer les fondements théoriques qui sous-tendent l'actualisation, dont la bonne compréhension paraît indispensable étant donné les débats réguliers sur ce thème, notamment depuis la publication du rapport Stern sur le changement climatique (2006). S'il est légitime de s'interroger sur l'actualisation, il convient de bien distinguer les différentes notions qui la sous-tendent. Par exemple, la préférence pour le présent compte généralement moins dans la valeur du taux d'actualisation que le goût pour la redistribution entre les générations.

Par ailleurs, le taux d'actualisation ne peut refléter à lui seul les évolutions de la valeur future des différents biens et services, marchand ou non marchand. Ceci requiert de faire des hypothèses concernant les scénarios d'évolution des prix relatifs des biens et services concernés par le projet soumis au calcul économique. Il en va de même pour la prise en compte des risques, également abordée ici.

Ce document ne vise pas à développer de façon exhaustive l'ensemble du débat théorique sur le choix du taux d'actualisation dans les travaux appliqués à l'évaluation des politiques publiques. Un ensemble de travaux microéconomiques récents a en effet porté sur l'approfondissement des conséquences de l'incertitude sur le choix du taux (controverse Gollier-Weitzman notamment). D'autres, également de nature théorique, se sont attachés à la formulation de critères alternatifs de développement durable qui seraient compatibles avec un ensemble de principes éthiques jugés *a priori* désirables : règle d'or verte, critère de Chichilnisky, etc. (cf. Rotillon, 2005 pour un résumé). Ces recherches récentes ne sont pas abordées directement dans cette note qui vise à rappeler les fondamentaux de l'exercice d'actualisation.

1. Rappel sur le taux d'actualisation

Établir un « taux de change » explicite entre le présent et l'avenir constitue l'essence même du processus d'actualisation. Formellement, il s'agit de fixer le niveau de consommation $1 + \rho > 1$ que la société désire dans le futur en échange de la réduction d'une unité de consommation dans le présent, où ρ est le taux d'actualisation. Dans le cas le plus simple, sur deux périodes où un investissement de coût C (en euros) réalisé aujourd'hui permet de dégager un bénéfice B dans le futur, l'investissement public augmentera le bien-être social par rapport à l'inaction si $B > (1 + \rho) \cdot C$. On introduit alors la *valeur actuelle nette* de l'investissement, V :

$$V = -C + \frac{B}{(1 + \rho)}$$

L'investissement conduit à une augmentation du bien-être social par rapport à l'inaction si la valeur actuelle nette V de l'investissement est positive. En pratique le choix du taux d'actualisation ρ par la puissance publique, désireuse de maximiser le bien-être des populations présentes et à venir, n'est pas un exercice trivial. Il implique, comme nous allons le voir, des choix à la fois éthique (poids donnés aux différentes générations...) et prospectifs (croissance future...). L'analyse économique ne peut donc à elle seule fixer le taux d'actualisation même si elle contribue à éclairer les implications des différentes hypothèses. Le taux d'actualisation renvoie donc plus à un choix social qu'à un choix technique.

Les conséquences de ce choix sont particulièrement importantes dans le domaine de l'environnement, car celui-ci se caractérise souvent par des coûts immédiats et des bénéfices potentiellement importants mais à plus long terme. Ceci est à l'origine des critiques formulées à l'encontre du taux d'actualisation : en "écrasant l'avenir", il ne conduirait pas à sélectionner des politiques en faveur du développement durable. L'actualisation a cependant de solides fondements économiques qui justifient son usage, alors que la prise en compte de phénomènes tels que les prix relatifs des biens environnementaux et l'incertitude apportent des éléments de réponse à ces critiques.

Le taux d'actualisation ρ est en réalité la somme de deux composantes bien distinctes. Pour les faire apparaître, il est nécessaire de faire un détour par la théorie économique. L'analyse pour les choix d'investissements publics consiste à se

¹ Pour une revue récente sur l'analyse coût-bénéfice, on pourra se référer au rapport réalisé pour l'OCDE par Pearce, Atkinson et Mourato (2006). Le chapitre 13 porte sur le taux d'actualisation, le chapitre 16 sur le développement durable.

mettre à la place d'un planificateur bienveillant virtuel dont l'objectif est de maximiser le bien-être social des agents économiques sur plusieurs périodes². Dans le cas de T périodes, une décision publique consiste à choisir un profil intertemporel de consommation $(c_0, c_1, \dots, c_T)$, c'est-à-dire à répartir la consommation entre les différentes périodes sous les contraintes technico-économiques de l'économie (taux de croissance, contrainte de budget intertemporelle). Ce bien-être social s'écrit typiquement comme la somme des utilités de la population chaque année, somme pondérée par le poids relatif $1/(1+\delta)^t$ de chaque période t par rapport à l'année de référence pour le décideur :

$$U = u(C_0) + \frac{u(C_1)}{(1+\delta)} + \frac{u(C_2)}{(1+\delta)^2} + \frac{u(C_3)}{(1+\delta)^3} + \dots$$

où u est une fonction croissante et concave du niveau de consommation d'un bien unique (ou bien agrégé). Le paramètre $\delta > 0$ est le taux de préférence pour le présent (tppp). Dans cette formulation, l'utilité de la consommation décroît avec le temps. L'ampleur de cette décroissance est donnée par le paramètre δ (nous reviendrons en détails sur ce point). On peut montrer qu'à l'optimum, maximiser le bien-être social est équivalent à maximiser la somme des consommations pondérées par le taux d'actualisation (pour une démonstration consulter Dasgupta (2008)) :

$$C_0 + \frac{C_1}{(1+\rho_1)} + \frac{C_2}{(1+\rho_2)^2} + \frac{C_3}{(1+\rho_3)^3} + \dots$$

Le lien entre le taux d'actualisation à l'instant t et ses composantes est défini par la formule de Ramsey (1928) :

$$\rho_t = \delta + \eta g(C_t)$$

où : ρ_t représente le taux d'actualisation social à l'instant t ,

δ est le taux de préférence pure pour le présent (tppp),

$\eta(C_t) = -C_t \frac{u''(C_t)}{u'(C_t)}$ est l'élasticité de l'utilité marginale, mesurant la courbure de la fonction d'utilité, qui est

positive ; pour simplifier il est généralement fait l'hypothèse qu'elle est indépendante de C_t .

$g(C_t)$ est le taux de croissance de la consommation par tête entre la période t et $t + 1$

Choisir un taux d'actualisation ρ_t revient donc en fait à choisir deux paramètres : δ et η , ainsi que de faire une hypothèse sur le taux de croissance $g(C_t)$. À ce stade, l'analyse se limite à un seul bien agrégé, qui recouvre donc aussi bien des biens de consommation courante que des biens environnementaux marchands et non marchands. L'importance relative de ces différents biens dans la consommation C_t évolue dans le temps tout comme leurs valeurs relatives. Nous reviendrons sur ce point dans la partie qui concerne les prix relatifs.

On peut déjà noter ici que la présence du terme $g(C_t)$ peut justifier en lui même une décroissance du taux d'actualisation avec le temps sous l'hypothèse d'une réduction du taux de croissance dans l'avenir. L'argumentaire en faveur de cette hypothèse repose souvent sur l'idée qu'il existe une "limite finie" à la croissance en raison des ressources naturelles limitées et difficilement substituables. En réalité, d'autres arguments peuvent également justifier la décroissance du taux d'actualisation dans le temps, en particulier l'incertitude sur la croissance future, phénomène sur lequel nous reviendrons dans la section consacrée à la prise en compte des risques.

Les paramètres δ et η ont des significations précises et distinctes :

1 - Le paramètre δ détermine le poids relatif $(1+\delta)^{-n}$ de chaque période n dans le bien-être social.

Par construction de la fonction U , ce poids diminue à mesure de l'éloignement dans le temps. L'utilité d'une génération future vaut ainsi moins que l'utilité de la génération actuelle, d'où l'expression de préférence sociale pure pour le présent. Il s'agit en quelque sorte d'une impatience sociale qu'il est nécessaire de distinguer de l'impatience au sens individuel, car il s'agit d'individus différents. Par exemple, prendre $\delta = 0$ revient à donner un poids égal à toutes les générations quelle que soit leur distance dans le temps. Dans ce cas, on est indifférent à ce qu'une perte de bien-être,

² Dans la suite du texte, une période correspondra à une année ou à une « génération », selon les exemples présentés. Cependant la logique reste la même.

³ L'utilité est dans ce cas de la forme $u(c) = A \cdot c^{(1-\eta)} + B$.

mesurée en utilité, affecte notre propre génération ou celle de nos arrière-arrière-arrière-petits enfants. Cependant, ceci n'implique pas un taux d'actualisation nul : c'est là qu'intervient le second terme de la formule de Ramsey.

2 - Le paramètre η peut s'interpréter comme une mesure de l'aversion à l'inégalité de consommation entre les générations.

Étant donné que l'utilité marginale de la consommation diminue avec le niveau de consommation (plus on est riche, plus un euro supplémentaire apparaît comme négligeable), il y a là une motivation à redistribuer de la consommation entre les générations afin d'augmenter le bien-être collectif, de celles qui en ont le moins besoin (les plus riches, à l'utilité marginale faible) à celles qui en ont le plus besoin (les plus pauvres, à l'utilité marginale élevée). Dans une économie en croissance, les générations futures ont une consommation supérieure à la génération présente, et le « transfert » s'opère donc vers les générations présentes. Le niveau de ce transfert dépend directement du taux de croissance, qui détermine le degré des inégalités intergénérationnelles, d'où sa présence dans la formule de Ramsey.

2. Comment déterminer les paramètre du taux d'actualisation ?

2.1. Approche descriptive et approche prescriptive

Selon la formule de Ramsey, choisir un taux d'actualisation équivaut à choisir les paramètres δ et η , et une hypothèse sur le taux de croissance et son évolution dans le temps. Deux grandes approches existent pour déterminer les valeurs prises par ces paramètres : l'*approche descriptive* et l'*approche prescriptive* (Dietz, 2008).

L'*approche descriptive*, défendue par des économistes tels que Nordhaus et Dasgupta, consiste à estimer ces paramètres à partir de comportements observables. Cette approche a l'avantage de se fonder sur des préférences révélées. Ainsi, l'analyse du marché de l'épargne peut servir à estimer le taux d'actualisation. Cette approche a des limites : d'abord la courbe des taux d'intérêt ne dépasse guère 30 ans, horizon insuffisant pour juger de la pertinence de certains projets en particulier pour tout ce qui touche au développement durable. Ensuite, le sens des paramètres décrit plus haut n'est pas le même : les comportements individuels d'épargne reflètent un comportement individuel, alors qu'il s'agit en réalité de décrire des générations différentes, ou imbriquées. De la même manière, la structure des systèmes fiscaux et de sécurité sociale, voire les niveaux de redistribution entre régions et États peuvent apporter de l'information sur l'aversion à l'inégalité intra et/ou intergénérationnelle, et ainsi fournir une inférence de l'aversion à l'inégalité η . Cette inférence souffre d'objections : peut-on confondre équité intra et intergénérationnelle ? Quels sont les groupes de référence entre lesquels on mesure les inégalités ?

L'*approche prescriptive* consiste en revanche à déterminer les valeurs des paramètres sur la base d'un ensemble de principes éthiques. Ainsi Ramsey considère-t-il comme impensable de fixer δ différent de zéro, au motif qu'il ne voit aucun argument autorisant à donner un moindre poids au bien-être des générations futures. Stern (2006) suit également cette approche, et fixe $\delta = 0,1\%$ qui ne représente pas selon lui une pondération de bien-être intergénérationnelle en tant que telle, mais la probabilité d'extinction de l'espèce humaine.

L'approche prescriptive peut même aller plus loin, en proposant de remettre en cause la forme même de la fonction de bien-être social. Ceci a conduit au développement d'un important champ de recherche en théorie économique sur les critères de durabilité. Une démarche peut alors être de définir un critère de durabilité et d'en déduire les conséquences économiques. On peut par exemple choisir de maximiser l'utilité de la génération la moins favorisée ou de maximiser l'utilité des populations les plus éloignées de nous dans le temps. Ces critères, aussi attrayants qu'ils puissent paraître, sont en réalité extrêmement rigides et conduisent de fait à des choix drastiques qui ignorent certaines générations au profit des autres. D'autres propositions ont été formulées sur la base de contraintes plus souples de durabilité qui conduisent à une situation intermédiaire entre l'approche utilitariste « à la Ramsey » et celles évoquées précédemment donnant tout le poids à certaines générations au détriment de toutes les autres. Pour un exposé clair de ces différentes approches le lecteur pourra se référer à Rotillon (2005).

2.2. Multiplicité des choix et sensibilité aux paramètres

Comme le montre le tableau suivant, il existe ainsi dans la littérature une grande variété de choix des paramètres δ et η . Ceci n'est pas surprenant puisque dès qu'on s'écarte d'une approche descriptive, les paramètres dépendent de choix éthiques.

Tableau 1 : Exemples de choix de paramètres

	δ	η	ρ (avec une croissance à 2 %)
Cline (1993)	0 %	1,5	3 %
Nordhaus (1994)	3 %	1	5 %
Stern (2006)	0,1 %	1	2,1 %
Gollier (2005)	1 %	2	5 %
CAS (2005)	0-1 %	2 %	4% puis décroissant au-delà de 30 ans

Ces différents choix peuvent avoir des effets quantitativement importants. Pour les interpréter, le plus facile est de les analyser séparément. En l'absence de croissance, le taux d'actualisation ρ est égal à δ . C'est le cas où toutes les générations ont le même niveau de richesse. Pour les valeurs strictement positives, nous pouvons comparer le poids de notre génération, c'est-à-dire des trente prochaines années, et de la prochaine, c'est à dire des trente années suivantes. Si $\delta = 0,1$ %, notre génération se donne un poids de 3 % supérieur à la génération suivante dans les arbitrages qu'elle fait aujourd'hui, l'écart est déjà de 35 % pour $\delta = 1$ %, puis monte à 81 % pour $\delta = 2$ % et enfin à 143 % pour $\delta = 3$ %. Ces chiffres illustrent bien les conséquences que peuvent entrainer des différences apparemment bénignes alors même que le choix de ce paramètre s'avère difficile en pratique.

Pour donner une idée de la sensibilité du paramètre η , qui reflète un niveau d'aversion aux inégalités, considérons deux personnes, une avec 6 000 euros de revenus annuels et l'autre avec 30 000 euros de revenus annuels. Si la valeur retenue pour η est 1, une perte de 10 % du revenu du plus pauvre est jugée équivalente, en terme du bien être agrégé des deux personnes, à une perte de 10 % du revenu du plus riche. La perte de 10 % du revenu du plus pauvre est équivalente à la perte de 20 % du revenu du plus riche si $\eta = 1.5$, à la perte de 36 % du revenu du plus riche si $\eta = 2$ et à la perte de 62 % du revenu du plus riche si $\eta = 3$. Là encore, le choix du paramètre est une question d'appréciation. Les exemples donnés faussent d'ailleurs quelque peu la perception du paramètre η puisqu'on a naturellement tendance à les replacer dans le contexte actuel alors que ce paramètre quantifie l'aversion aux inégalités intergénérationnelles et non pas aux inégalités intragénérationnelles, les deux concepts ne coïncidant pas *a priori*.

3. Les prix relatifs : le cœur du problème ?

3.1. Les prix relatifs des biens environnementaux

Le taux d'actualisation qui permet de « transformer » un euro 2050 ou 2100 en euro d'aujourd'hui repose comme nous l'avons vu sur une mesure *agrégée* de la croissance, résumée par la consommation d'un bien unique G faisant office de numéraire. Cette mesure agrégée ne reflète en rien l'évolution de la *composition* de ce panier et en particulier l'évolution des prix relatifs. S'il s'avère que certains biens environnementaux (ressources naturelles, biodiversité...) prennent de la valeur dans le futur en raison de leur raréfaction couplée à une demande sociale croissante, leur valeur relativement aux autres biens de consommation augmentera en conséquence⁴. Dans ce cas, les bénéfices B_i associés au bien environnemental augmenteront avec le temps⁵.

Sur un projet particulier, il y a donc peu de chance que le bénéfice puisse *stricto-sensu* se calculer en bien agrégé. Par exemple, si un homme des cavernes cherchait à évaluer la valeur actuelle nette d'un projet permettant de produire un silex taillé par an, produit extrêmement valorisé de son temps, il serait bien inspiré d'intégrer à son calcul le peu de valeur accordée à ce silex dans les sociétés qui lui ont succédé. Ce problème ne se pose pas uniquement pour les services rendus par l'environnement : par exemple, pour les projets d'infrastructures, il n'est pas évident qu'une minute de transports épargnée aura la même valeur dans 100 ans qu'aujourd'hui.

⁴ L'usage du mot « prix » ne sous-entend pas nécessairement l'existence d'un marché pour le bien environnemental considéré. Il peut s'agir de la valeur du bien hors marché estimée par les méthodes usuelles de révélation des préférences.

⁵ En outre, le calcul du bénéfice pour les années proches est en général réalisable mais aux horizons plus lointains de nombreuses incertitudes émergent.

Par conséquent, avoir résolu ou admis la valeur des taux d'actualisation aux différentes dates, par exemple en se référant aux valeurs de référence du CAS (4 % à court terme et 2 % à long terme) ne suffit pas : il est également nécessaire de faire une hypothèse sur l'évolution des prix relatifs des biens et services considérés dans l'analyse coûts-bénéfices.

S'agissant de la prise en compte des prix relatifs, le récent rapport du TEEB (2010) va dans ce sens en recommandant un traitement différencié des biens publics et des patrimoines naturels et écologiques dans la procédure d'actualisation : *"Différents taux d'actualisation, y compris un taux zéro ou des taux négatifs peuvent être utilisés selon la nature du patrimoine évalué, la période dont il est question, le degré d'incertitude et l'étendue du projet ou de la politique évaluée. [...] Des taux d'actualisation différents doivent être utilisés pour des types de patrimoines et de services différents, en prenant en compte leur nature en tant que biens publics ou patrimoine privé et selon s'ils peuvent être manufacturés ou non (c'est-à-dire des taux d'actualisation sociaux pour les biens publics et le patrimoine naturel contre des taux d'actualisation de marché pour les biens privés et le patrimoine manufacturé) (TEEB, 2010).*

Le terme "taux d'actualisation" indiqué dans le rapport TEEB doit être compris non pas au sens classique (formule de Ramsey à un bien unique) mais comme un paramètre agrégé incluant les différentes forces à l'œuvre (préférence pour le présent, aversion aux inégalités intergénérationnelles, évolution des prix relatifs, scénarios de croissance, le cas échéant incertitude). Cela ne remet pas en cause l'unicité du taux d'actualisation au sens strict, c'est-à-dire de la valeur en euros actuels d'un bénéfice de 1 euro réalisé dans 50 ou 100 ans, mais implique une agrégation au taux d'actualisation d'effets complémentaires entrant en compte dans le calcul d'une valeur actuelle nette, agrégation traduite, par abus de langage, en plusieurs taux d'actualisation. De la même façon, Gollier (2010) introduit l'idée d'un « taux d'actualisation écologique » agrégeant le taux d'actualisation proprement dit et des effets liés aux prix relatifs et à l'incertitude propres aux biens et services environnementaux.

Le TEEB recommande également d'analyser systématiquement l'ampleur des conséquences du choix du taux dans l'analyse coût-bénéfice : *"Il est toujours recommandé de présenter une analyse de sensibilité des rapports bénéfice/coût en utilisant différents taux d'actualisation, afin de souligner différentes perspectives éthiques et leurs implications pour les générations futures. [I, F6]"*

3.2. Exemples de l'effet potentiel des prix relatifs sur la valeur actuelle nette

Exemple 1

Pour bien mesurer les effets des prix relatifs, nous allons reprendre ici un exemple proche de celui présenté dans le rapport du CAS (2005). Nous considérons un projet qui pour chaque année produit 200 euros de biens de consommation (assimilables au bien agrégé dont l'évolution est mesurée par la croissance) et détruit 100 euros de biens environnementaux en valeur 2010. Nous allons calculer les effets des prix relatifs sur la valeur actuelle nette du projet. Pour ce faire, on décompose la valeur actuelle nette en faisant apparaître la production de biens de consommation et la destruction de biens et services environnementaux, destruction dont la valeur est amenée à évoluer *a priori* relativement plus vite que l'ensemble des prix des biens et services, par exemple du fait de la raréfaction des biens et services concernés (ressources non renouvelables...). Ce facteur d'évolution des prix relatifs est noté p_e .

La valeur actuelle nette du projet s'écrit :

$$V = \sum_{t=0}^{+\infty} \frac{B_t}{(1 + \rho_t)^t}$$

où ρ_t est le taux d'actualisation correspondant à l'année t . En décomposant le bénéfice B_t à la date t on obtient :

$$V = \sum_{t=0}^{+\infty} \frac{1}{(1 + \rho_t)^t} \left(\text{Biens de consommation}_t - (1 + p_e)^t \cdot \text{Destruction de biens environnementaux}_t \right)$$

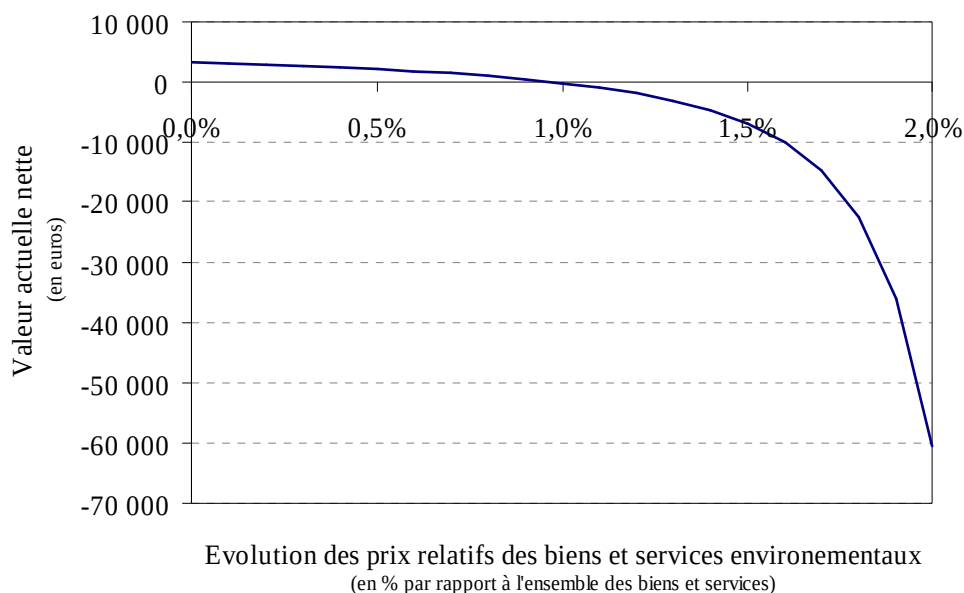
Puis en remplaçant par les valeurs des biens produits et détruits :

$$V = \sum_{t=0}^{+\infty} \frac{1}{(1 + \rho_t)^t} \left(200 - (1 + p_e)^t \cdot 100 \right)$$

Pour cet exemple, les valeurs du taux d'actualisation proposées dans le rapport du CAS (2005) ont été retenues (4 % sur 30 ans puis décroissance progressive pour tendre vers 2 %). Si on suppose que les prix des biens et services

environnementaux suivent les prix de l'ensemble des biens de consommation (c'est-à-dire si $p_e=0$), le projet est rentable. Sa rentabilité se détériore avec l'augmentation des prix relatifs des biens et services environnementaux et le projet n'est plus rentable dès que l'on dépasse une valeur seuil du prix relatifs des biens environnementaux (1 %/an dans notre exemple). Autrement dit, décider de mettre en place ce projet suppose que les biens et services environnementaux ne devraient pas voir leurs prix augmenter de plus de 1 % de plus par an que l'ensemble des biens et services.

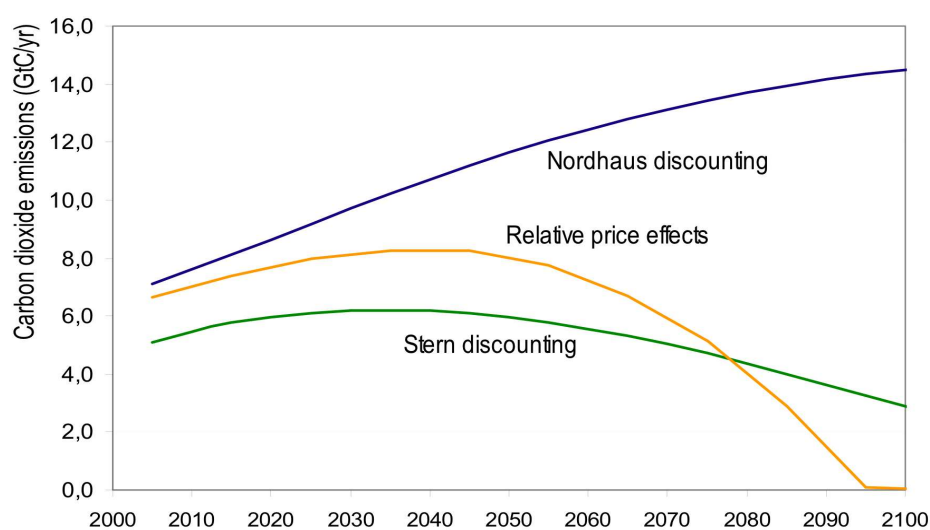
Illustration 1 : Valeur actuelle nette en fonction de l'évolution des prix relatifs des biens et services environnementaux



Exemple 2

Sterner et Persson (2008) illustrent l'importance des prix relatifs dans le cas du changement climatique, en montrant que ceux-ci ont un effet extrêmement important sur le scénario d'émissions de carbone socialement optimal. La prise en compte des prix relatifs peut en effet nettement compenser un taux d'actualisation élevé, tel que celui proposé par Nordhaus. La figure suivante résume les résultats issus de la simulation menée par Sterner et Persson :

Illustration 2 : Sentier optimal d'émissions selon les choix retenus pour l'actualisation



Source : Sterner et Persson (2008)

Ce graphique est issu d'une simulation sur une version modifiée par Sterner et Persson du modèle DICE (Dynamic Integrated model of Climate and the Economy) développé par Nordhaus⁶. DICE détermine le profil temporel d'émission de carbone qui maximise le bien-être total actualisé. La modification de Sterner et Persson consiste à intégrer au bien agrégé unique de la version de Nordhaus un second bien environnemental, imparfaitement substituable au premier, et dont la quantité disponible décroît avec l'augmentation de la température. Le graphique présenté ci-dessus représente les scénarii optimaux d'émissions de carbone dans le temps en fonction de différentes valeurs de taux d'actualisation et de prix relatif. Les scénarii "Nordhaus discounting" (taux d'actualisation élevé) et "Stern discounting" sont calculés sans tenir compte de l'évolution des prix relatifs. En les comparant, on observe bien que le taux plus faible choisi par Stern conduit à des émissions toujours inférieures à celles obtenues avec le taux de Nordhaus, plus faiblement croissantes au début et qui décroissent à partir d'une certaine date (alors qu'elles restent croissantes avec le taux de Nordhaus). La troisième courbe, "Relative price effect", est le résultat d'une simulation avec un taux d'actualisation élevé à la Nordhaus mais corrigé par une augmentation dans le temps du prix relatif du carbone. Cette introduction de l'augmentation du prix relatif du carbone conduit à un scénario proche de celui de Stern, avec cependant un taux d'actualisation à la Nordhaus. Bien que davantage croissant dans les premières périodes comparé à Stern, la courbe des émissions devient très fortement décroissante au delà de 2060-70. Cet exemple illustre l'importance des prix relatifs dans l'analyse coûts-bénéfices. Sterner et Persson ne remettent pas nécessairement en cause le taux choisi par Stern, mais veulent montrer que le cœur du problème ne porte pas nécessairement sur ce taux mais sur la valorisation des biens environnementaux et son évolution dans le temps.

3.3. Quelle hypothèse de prix relatifs retenir en pratique ?

Le choix des prix relatifs se heurte à des problèmes similaires à ceux du choix du taux d'actualisation, en particulier l'existence de données susceptibles d'en fournir une estimation. Dans son rapport n°18 "Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes", le Centre d'analyse stratégique propose de supposer une augmentation du prix relatif des services liés aux écosystèmes de 1%/an, en soulignant la nécessité de "choisir l'évolution des prix relatifs de façon transparente et pertinente" (CAS, 2009). Il s'avère en pratique difficile, projet par projet, de déterminer la part des biens environnementaux dans la "consommation" des individus, les élasticités de substitution, ainsi que les impacts quantifiés que le projet pourrait avoir sur le niveau de bien environnemental (Sterner et Persson, 2008).

Une approche possible serait d'effectuer, dans la mesure du possible, des tests de sensibilité autour d'une valeur raisonnable d'augmentation des prix relatifs des biens et services environnementaux (par exemple 1 %/an comme proposé par le CAS) afin, lors de l'interprétation, de disposer d'une information plus complète et plus transparente sur le sujet. Ainsi, si comme dans l'exemple 1 présenté plus haut, le projet étudié n'est viable qu'en supposant une augmentation des prix relatifs des biens et services environnementaux inférieure à 1 %/an, cela pourrait conduire à le remettre en cause.

4. Prendre en compte des risques

Une autre caractéristique fondamentale à prendre en compte est le risque, qui constitue une caractéristique inhérente à la problématique du développement durable. Pour un examen de la prise en compte du risque dans les politiques de développement durable le lecteur pourra consulter Bureau (2010). Nous revenons ici sur deux sources d'incertitude : celle qui pèse sur la croissance globale de l'économie d'une part et celle qui pèse sur les projets évalués d'autre part. Il existe bien entendu d'autres sources d'incertitudes, par exemple sur les prix relatifs futurs des biens environnementaux, que nous n'évoquons pas ici.

4.1. Risques sur la croissance

Les travaux de Weitzman (2001) et Gollier (2010) analysent les conséquences de l'introduction du risque sur le profil du taux d'actualisation⁷. Comme le révèle la formule de Ramsey, la croissance joue un rôle essentiel dans le calcul du taux d'actualisation. Toutefois, les perspectives de croissance sont d'autant plus incertaines que l'on regarde loin. Cette incertitude est en principe un encouragement à mener plus d'actions en faveur d'un avenir où on sera peut-être moins riche que ne le laisse à penser les prévisions. En faisant intervenir la variance σ_t^2 de la croissance de la consommation par habitant, on peut montrer que la formule de Ramsey peut être corrigée de la façon suivante :

$$\rho_t = \delta + \eta \cdot g_t - 0,5 \cdot \eta^2 \cdot \sigma_t^2$$

Il est à noter ici que le coefficient η mesure une aversion relative au risque si on considère plusieurs états de nature à une période donnée mais peut également s'interpréter, comme vu précédemment, comme une aversion aux inégalités

⁶ Voir : http://nordhaus.econ.yale.edu/Balance_2nd_proofs.pdf

⁷ Weitzman fait intervenir l'incertitude dans le niveau futur des taux d'intérêt, Gollier l'introduit de façon plus générale dans l'état de l'économie.

entre générations si on considère plusieurs périodes. A court terme, l'incertitude n'affecte que d'une légère décote le taux d'actualisation, de l'ordre de 0,5 point si on prend $\delta = 1$ et $\eta = 2$ (Gollier, 2005). A très long terme, les incertitudes sur la croissance sont grandes et plusieurs scénarii peuvent être envisagés. Que l'on se place dans le cas d'un retour à une croissance très faible ou dans un scénario de croissance qui resterait soutenue mais qui serait continuellement traversée par des chocs, le taux d'actualisation diminue avec le temps.

Le rapport du CAS (2005) intègre ces résultats de la théorie économique et l'applique à un calibrage du taux. En considérant que le taux de croissance g à long terme puisse prendre une des N valeurs $g_1, \dots, g_N$ avec les probabilités $p_1, \dots, p_N$, le taux d'actualisation ρ_t à la date t , introduit ici en notation exponentielle⁸, se déduit de :

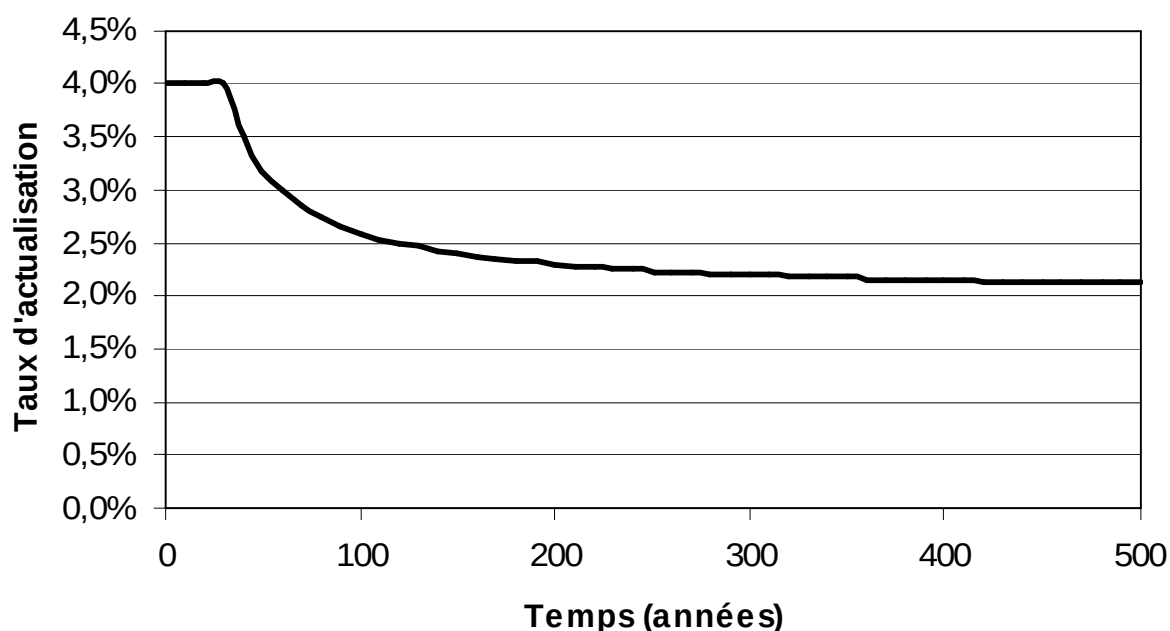
$$e^{-\rho_t \cdot t} = \sum_{i=1}^N p_i \cdot e^{-(\delta + \eta \cdot g_i) \cdot t}$$

Soit :

$$\rho_t = \frac{1}{t} \log \left(\sum_{i=1}^N p_i \cdot e^{-(\delta + \eta \cdot g_i) \cdot t} \right)$$

Le rapport présente ensuite des simulations avec différentes valeurs retenues pour les taux de croissances possibles et les probabilités correspondantes. Dans le cas où l'incertitude est forte, le taux d'actualisation sera d'autant plus faible que l'horizon temporel est lointain. Le rapport du CAS propose finalement un taux de 4 % sur 30 ans qui décroît ensuite progressivement vers un plancher fixé à 2 %.

Illustration 3 : Le taux d'actualisation retenu dans le rapport du CAS



4.2. Risques sur le projet

Les bénéfices peuvent n'être connus qu'avec une part d'incertitude. Par exemple dans le cas d'une infrastructure, des catastrophes naturelles peuvent endommager l'ouvrage, réduisant tout ou partie des bénéfices pour une certaine durée. La prise en compte du risque dans l'évaluation des projets n'est pas chose aisée.

⁸ L'actualisation peut en effet s'écrire en notation exponentielle, puisque si le taux est suffisamment petit :

$$\frac{1}{(1 + \rho_t)^t} = \exp(-t \cdot \log(1 + \rho_t)) \approx \exp(-\rho_t \cdot t)$$

Deux arguments sont souvent avancés pour ne pas tenir compte des risques dans le cas d'investissements publics :

1. L'État peut diversifier ses investissements et les risques correspondants et il peut en quelque sorte s'auto-assurer. Cet argument est peu recevable dans une analyse coûts bénéfices qui vise justement à évaluer un projet donné et non l'ensemble des actions de l'État. Une mutualisation des risques avec d'autres projets ne rentre pas dans le cadre d'une évaluation à la marge d'un projet.
2. L'État peut mutualiser le risque en le faisant reposer sur l'ensemble de la population. Pour un projet donné, chaque personne ne pouvant percevoir un risque sur des montants extrêmement faibles une fois rapportés à l'ensemble de la population, le risque peut donc être ignoré. Concernant cet argument, on peut noter que si à la fois les bénéfices et les risques sont négligeables il est peu utile de faire des évaluations.

On peut montrer que le bénéfice à prendre en compte dans l'évaluation est :

$$B_t = \text{Espérance}(\text{Bénéfice en } t) - \eta \cdot \frac{\text{cov}(\text{Bénéfice réel en } t, \text{Niveau de richesse en } t)}{\text{Niveau de richesse espéré en } t}$$

Où η est le coefficient relatif d'aversion au risque, d'autant plus élevé que les risques nuisent au bien-être de la population et le Niveau de richesse est le niveau de la consommation par habitant. Le bénéfice B_t à prendre en compte est donc d'autant plus faible que l'aversion au risque est importante et que l'incertitude pesant sur les bénéfices est liée positivement à l'incertitude sur le niveau de richesse.

Le premier point n'est pas très informatif : moins on aime le risque plus on le prend en compte et moins on valorise les choix discrets. Le deuxième point a par contre des implications importantes. En premier lieu (théorème d'Arrow et Lind, 1970), si les incertitudes sur les bénéfices du projet ne sont pas corrélés au risque macroéconomique, le deuxième terme s'annule. Le bénéfice B_t à prendre en compte dans le calcul d'une valeur actuelle nette est alors égal au bénéfice moyen attendu et le risque sur le bénéfice peut en quelque sorte être neutralisé.

Toutefois, en pratique, les bénéfices d'un projet sont souvent corrélés au niveau de richesse. Dans le cas d'infrastructures par exemple, on peut considérer que le bénéfice dépend de leur intensité d'utilisation et donc du niveau de richesse. Si les risques, et donc les variations potentielles du bénéfice réel, consistent en une réduction relative, par exemple de 50 % de la capacité des infrastructures, les bénéfices et le niveau de richesse seront fortement corrélés. Intuitivement, si les risques suivent le niveau de richesse, ils font planer un risque constant en terme relatif et diminuent à toute date de façon similaire le bénéfice. Si les risques sont faibles, les incertitudes sur les bénéfices seront faibles et la décote sur les bénéfices sera limitée.

En guise de conclusion, le risque intervient donc à la fois dans la définition du taux d'actualisation, du fait d'une incertitude sur la croissance, et dans la définition du bénéfice du fait des aléas touchant ce dernier. Ces résultats sont à mettre en parallèle du passage du taux « officiel » d'actualisation au niveau national de 8 % à 4 % à court et moyen terme. Cette modification ne résulte pas tant d'un coup de baguette magique que d'une désolidarisation des risques sur les bénéfices des incertitudes sur la croissance. Un taux de 8 % tenait implicitement compte d'une prime de risque dans l'actualisation, prime de risque supposée homogène pour l'ensemble des projets à évaluer. Le passage à 4 % ne signifie pas, bien sûr, que cette prime de risque est supprimée mais uniquement qu'elle n'est pas considérée comme uniforme et que le risque sur les bénéfices doit être considéré et évalué à part. Sur ce point, il est tout aussi efficace de citer directement Christian Gollier (2007) dont on reprend ci-dessous un paragraphe complet :

« L'abandon de la règle consistant à imposer un taux d'actualisation élevé pour tenir compte du risque a été rendu nécessaire pour des raisons à la fois de transparence et d'efficacité, étant donné la diversité des incertitudes des différents projets d'investissement public. Par contre, cet abandon complique singulièrement la tâche des évaluateurs. Il est maintenant nécessaire dans le calcul économique d'estimer les relations statistiques entre le rendement social du projet et le risque macroéconomique. En outre, il peut être nécessaire de modéliser la résolution dans le temps de l'incertitude sur ce rendement. Face à cette complexité et aux enjeux du calcul économique public, il est probablement nécessaire aujourd'hui de réfléchir à la constitution d'une capacité d'expertise et de contre-expertise dans ce domaine. »

La prise en compte du risque lié au projet fait appel à des techniques de calcul complexes (Gollier, 2007) et nécessite des bases d'observation suffisamment longues et documentées. Les résultats du groupe du CAS Risques qui devraient être rendus publics en 2011 permettront d'en savoir un peu plus sur les possibilités d'intégration du risque dans le calcul économique dédié aux choix publics.

Conclusion

Cette note a pour objectif de rappeler les fondements de la technique d'actualisation, et d'en montrer les conséquences pratiques sur l'évaluation économique, en insistant sur le sens et la sensibilité des paramètres constitutifs du taux. Si la technique d'actualisation repose sur de solides fondements économiques, ses paramètres constitutifs (taux de préférence pour le présent et aversion aux inégalités intergénérationnelles dans la formule de Ramsey) s'avèrent difficiles à choisir en pratique. D'autres aspects sont également à prendre en compte en dehors du taux au sens strict (formule de Ramsey) : l'évolution des prix relatifs et la prise en compte du risque, dont les conséquences sur le calcul économique peuvent être importantes. En d'autres termes, choisir un taux d'actualisation consiste à faire des hypothèses sur les préférences des agents et sur les scénarios futurs, exercice qui par nature ne peut être que délicat et nécessite à tout le moins un consensus de plusieurs acteurs. Ceci justifie le besoin de lignes directrices pour fixer les valeurs prises par les paramètres, car l'unicité du taux est une condition de l'allocation efficace des ressources. De façon complémentaire à ces lignes directrices, des tests de sensibilité, en particulier sur l'évolution des prix relatifs, permettraient d'éclairer de façon transparente les résultats de l'analyse coût-bénéfice sans remettre en cause l'unicité du taux.

Bibliographie

- Bureau D. (2010), « La prise en compte du risque dans l'évaluation des politiques de développement durable », *Références économiques pour le développement durable n°16*, MEEDDM.
- Cline W. R. (1993), « The economics of global warming », *Finance and development*, March, 3-5.
- Centre d'analyse stratégique (2005), « Révision du taux d'actualisation des investissements publics », Rapport du groupe d'experts présidé par D. Lebègue.
- Centre d'analyse stratégique (2009), « Approche économique de la biodiversité et des services liés aux écosystèmes », Mission présidée par B. Chevassus-au-Louis, Rapport n°18, La Documentation Française
- Dasgupta P. (2006), « Comments on the Stern review's economics on climate change », *Document de travail*.
- Dasgupta P. (2008), « Discounting climate change », *Journal of risk and uncertainty*, Springer, vol. 37(2), pages 141-169, December.
- Dietz, S. (2008), « A long-run target for climate policy : the Stern Review and its critics », Part of a Consultancy project for the Committee on Climate Change Secretariat.
- Gollier C. (2005), « Quel taux d'actualisation pour quel avenir ? », *Revue française d'économie*, Volume 19 n°4.
- Gollier C. (2007), « Comment intégrer le risque dans le calcul économique ? », *Revue d'économie politique*, Dalloz, vol. 117 (2), pages 209-223.
- Gollier C. (2010), « Ecological discounting », *Journal of Economic Theory*, Elsevier, vol. 145(2), pages 812-829, March.
- Kast R. et Lapied A. (2002), « L'évaluation des risques dans les projets publics », *Revue de l'Institut d'économie publique*, n°10.
- Nordhaus W. D. (1994), « Managing the global commons : the economics of climate change », *Cambridge, MA : MIT*.
- Pearce D., Atkinson G. et Mourato S. (2006), « Cost-benefits analysis and the environment - Recent developments », *Rapport de l'OCDE*.
- Ramsey, F. (1928), « A mathematical theory of savings », *Economic journal*, vol. 38, pp. 543-559.
- Rotillon, G. (2005), « Économie des ressources naturelles », *Repères, La découverte*.
- Stern, N. et al. (2006), « The Stern review of the economics of climate change », *The Cambridge university press*.
- Sterner T. et Persson M. (2008), « An Even Sterner Review : Introducing Relative Prices into the Discounting Debate », *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 2(1), pages 61-76, Winter.
- TEEB (2010) « L'Économie des écosystèmes et de la biodiversité : Intégration de l'Économie de la nature », une synthèse de l'approche, des conclusions et des recommandations de la TEEB.
- Weitzman, M. L. (2001), « Gamma Discounting », *American Economic Review*, American Economic Association, vol. 91(1), pages 260-271, March.

Commissariat général au développement durable

Service de l'économie, de l'évaluation et de l'intégration du développement durable

Tour Voltaire

92055 La Défense cedex

Tél : 01.40.81.21.22

Retrouver cette publication sur le site :

<http://www.developpement-durable.gouv.fr/developpement-durable/>, rubrique « Publications »

Résumé

La dégradation de l'environnement peut avoir des conséquences à court terme mais surtout à long, voire à très long terme. Pour être en mesure d'additionner des gains ou des pertes à différentes dates, il est nécessaire d'actualiser les valeurs futures. L'objectif de ce document est d'exposer les fondements théoriques qui sous-tendent l'actualisation, dont la bonne compréhension paraît indispensable étant donné les débats réguliers sur ce thème. En particulier il convient de bien distinguer les différentes notions qui sous-tendent l'actualisation.

Ainsi s'il existe un taux d'actualisation qui reflète un arbitrage entre générations actuelles et générations futures, celui-ci ne résout pas à lui seul le problème de la prise en compte du long terme dans l'évaluation économique. Un aspect tout aussi crucial réside dans le choix des prix relatifs des biens environnementaux et de leur évolution dans le temps. Un autre aspect est la prise en compte de l'incertitude, qui constitue également un facteur susceptible de modifier le processus d'actualisation.



Dépôt légal : Mai 2011
ISSN : 2102 - 4723