



**HAL**  
open science

## Exploiter les ressources naturelles sans oublier les générations futures :deux alternatives à l'actualisation

Charles C. Figuières, Mabel M. Tidball

► **To cite this version:**

Charles C. Figuières, Mabel M. Tidball. Exploiter les ressources naturelles sans oublier les générations futures :deux alternatives à l'actualisation. INRA sciences sociales, 2011, 2-3, pp.1-4. hal-00997793

**HAL Id: hal-00997793**

**<https://hal.science/hal-00997793>**

Submitted on 28 May 2020

**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.

## Exploiter les ressources naturelles sans oublier les générations futures : deux alternatives à l'actualisation

*Nos choix présents en matière de lutte contre la déforestation et le dérèglement climatique, contre la surexploitation des ressources naturelles ou encore contre l'érosion du patrimoine écologique, ont des effets qui persisteront longtemps après notre disparition. Devons-nous pour autant consentir des sacrifices immédiats et importants pour le bien-être de nos descendants ? Ils seront de toutes façons mieux lotis que nous si, pour ne parler que des pays développés, la tendance à la croissance observée sur près de deux siècles se poursuit. A moins que, comme le craignent les experts du GIEC et les scientifiques qui travaillent sur la biodiversité et les services éco-systémiques, nous n'approchions de limites naturelles qui engagent dès à présent notre responsabilité vis-à-vis des générations futures. Dans un contexte où les choix actuels ont des effets inégalement distribués au cours du temps, comment arbitrer entre le présent et le futur, entre les intérêts des différentes générations ?*

*Une façon d'envisager le problème est d'incorporer certaines exigences normatives dans un critère de choix social inter-temporel, et d'apprécier la légitimité de futurs alternatifs selon le classement opéré par ce critère. Cette démarche aboutit à un message général aussi important que frustrant : rechercher les trajectoires d'exploitation qui évitent les gaspillages ne peut se faire en général sans privilégier certaines générations. La préoccupation pour nos descendants peut se résumer alors à une question : quels sont les compromis souhaitables entre efficacité et impartialité ? Actualiser les utilités de chaque génération avant d'en faire la somme est une réponse possible. Mais un tel critère, longtemps appliqué par défaut, pratique une discrimination à l'encontre des générations futures d'autant plus attaquable que des alternatives existent. Cette note présente brièvement les travaux des chercheurs du département SAE2 sur deux alternatives à l'actualisation. Le critère de Chichilnisky et le critère mixte Bentham-Rawls (MBR) sont deux réponses possibles au dilemme efficacité-impartialité.*

### Critère de choix inter-temporel et dilemme entre impartialité et efficacité

Dans sa version la plus simple et la plus abstraite, la littérature sur le choix social inter-temporel envisage des générations de taille fixe qui se succèdent à l'infini. Elles ne diffèrent que par leur localisation sur l'axe temporel et, éventuellement, par leurs dotations en ressources naturelles. La génération  $t$ , ( $t = 0, 1, \dots, \infty$ ), consomme de la ressource, disons  $c_t$ , et en retire une satisfaction mesurée par une fonction dite d'utilité  $u_t = u(c_t)$ , supposée croissante avec la consommation.

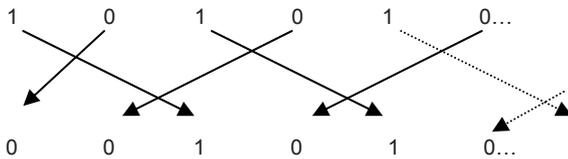
Les scénarios d'exploitation des ressources se résument donc à des chroniques infinies d'utilités  $u_0, u_1, \dots, u_p, \dots$ . Dans la recherche d'un critère de choix social inter-temporel qui permettra de les classer, on s'efforce de respecter les deux axiomes suivants :

1. Axiome d'*efficacité* ou Pareto fort (PF) : un critère vérifie PF quand il déclare une chronique d'utilités meilleure qu'une autre si au moins une génération s'y trouve mieux lotie sans qu'aucune génération n'y soit défavorisée.
2. Axiome d'*anonymat fort* (AF) : un critère vérifie AF quand il déclare également « justes » deux chroniques qui s'obtiennent l'une à partir de l'autre au moyen de permutations des générations sur l'axe du temps. Cette forme d'impartialité procédurale interdit de traiter différemment les générations en raison de leur seule position temporelle.

On sait depuis peu qu'imposer à la fois PF, AF et d'autres exigences raisonnables comme la complétude et la représentabilité (un critère de classement est dit complet lorsqu'il permet de hiérarchiser toutes les options ; il est représen-

table lorsqu'il peut être mis en relation bijective avec une fonction définie sur les options et dont les valeurs numériques reproduisent le classement), aboutit à une impossibilité (Zamé, 2007 ; Lauwers, 2010).

A titre illustratif, considérons la chronique d'utilités suivante : (1,0,1,0,1,...). Déplaçons la génération 2 en première position, puis toutes les autres générations paires deux périodes plus tôt et toutes les générations impaires deux périodes plus tard, de la façon suivante :



On obtient une seconde chronique (0,0,1,0,1,...), qui ne diffère de la précédente que par sa première valeur. En vertu de l'axiome AF la seconde chronique est socialement équivalente à la première car elle est obtenue à partir de l'autre par permutations entre générations. Mais le respect de PF devrait la déclarer inférieure, puisque dans la première chronique, la première génération est strictement avantagée tandis que toutes les autres générations sont aussi bien loties.

Ce dilemme illustre l'arbitrage entre impartialité et efficacité auquel est confrontée toute construction d'un critère de choix inter-temporel explicite et complet. Dans ce qui suit, nous présentons deux exemples de critères qui font des concessions sur l'impartialité et discutons de leurs propriétés respectives.

## Une utilisation « satisfaisante » du critère de Chichilnisky

Le critère de Chichilnisky (1996), noté  $J^c$  est défini comme suit :

$$J^c = \theta \sum_{t=0}^{\infty} (1 + \delta)^{-t} * u_t + (1 - \theta) \lim_{t \rightarrow \infty} u_t, \quad \delta, \theta \in ]0,1[. \quad (1)$$

où  $\theta$  est un paramètre de pondération et  $\delta$  représente un *taux d'actualisation*. Il s'écrit comme la moyenne pondérée de deux autres critères de choix inter-temporels.

Le premier, appelé *critère Utilitariste Actualisé* (UA), suit la logique familière et critiquée qui consiste à faire la somme des satisfactions actualisées. Clairement le critère UA ne respecte pas l'impartialité procédurale AF. En effet, actualiser signifie accorder autant moins d'importance à une génération qu'elle est éloignée dans le temps. Plus précisément, on suppose que l'utilité de la génération présente est affectée d'un poids unitaire, que celle de la deuxième génération est affectée d'un poids  $(1+\delta)^{-1}$ , que le poids sur l'utilité de la troisième génération est  $(1+\delta)^{-2}$ , etc. Le taux  $\delta$  mesure la préférence pour le présent. Il indique l'équivalence entre une unité de satisfaction à la génération présente et  $1+\delta$  unités de satisfaction à la deuxième génération, ou  $(1+\delta)^2$  unités de satisfaction à la troisième génération, etc. Si le taux d'actualisation  $\delta$  est nul, il y a indifférence entre la satisfaction d'aujourd'hui et celle de demain. En revanche, un taux d'actualisation strictement positif signifie une préférence pour le présent d'autant plus forte que le paramètre  $\delta$  est élevé. Quelle que soit la valeur de ce dernier, l'avenir est toujours écrasé dans des proportions d'autant plus grandes qu'il est éloigné. Avec une fonction d'utilité

linéaire et un taux d'actualisation de 10 %, le PIB actuel de la France entière ne vaudrait guère plus que le prix d'une maison de luxe aujourd'hui s'il n'était consommé que dans deux cents ans. Parce que l'actualisation rend le critère relativement insensible au sort des générations lointaines, on parle de *dictature du présent*.

Pour une ressource épuisable, si l'utilité ne dépend que de sa consommation, la meilleure règle d'extraction selon le critère UA conduit à épuiser le stock à long terme. Cela peut heurter l'exigence « conservacionniste » que beaucoup associent à la notion de soutenabilité.

Le fameux rapport Stern (2007) sur les coûts du changement climatique a ravivé le débat sur la valeur à donner au paramètre  $\delta$ . Les experts ont des avis partagés sur le caractère inéquitable de l'actualisation. De fait, lorsque les générations s'enrichissent l'actualisation permet alors de donner des poids relatifs qui corrigent cette tendance à l'inégalité. L'argument ne tient évidemment plus si la tendance est à l'appauvrissement ou à la stagnation.

Le second terme dans  $J^c$  est parfois appelé critère de la *règle d'or verte* (Chichilnisky, Heal et Beltratti, 1995). On cherche les trajectoires d'exploitation qui aboutissent au plus haut niveau d'utilité stationnaire à long terme. Par construction, la règle d'or verte évite donc la dictature du présent. Mais, afin de maximiser les utilités des générations les plus éloignées, elle préconise une consommation nulle des ressources épuisables et par la suite, le maintien des stocks aux niveaux initiaux. Ainsi, alors que le critère utilitariste actualisé implique une dictature du présent, celui de la règle d'or impose une *dictature du futur*.

Prendre comme critère la moyenne pondérée d'une dictature du présent (le critère UA) et d'une dictature du futur (la règle d'or) aboutit au critère  $J^c$  qui ne souffre d'aucun de ces deux défauts. Si on exige trois autres propriétés – continuité, linéarité et efficacité – c'est même le seul critère qui évite les deux dictatures précitées. Appliqué à la gestion d'une ressource épuisable, le critère de Chichilnisky donne pour optimale une trajectoire qui à long terme conserve le stock à un certain niveau plancher, ce dernier étant plus élevé que le stock minimal que prescrit le critère UA et plus faible que celui qu'il convient de maintenir selon la règle d'or verte.

Le critère de Chichilnisky pose néanmoins un problème. Lorsqu'il est utilisé pour la gestion d'une ressource renouvelable, il n'existe pas de trajectoire qui le maximise. Cette difficulté a donné lieu à une littérature technique qui propose des solutions approchées et en discute les mérites.

Figuières et Tidball (2010) proposent une utilisation « satisfaisante » du critère de Chichilnisky : il s'agit de maximiser  $J^c$  sur un ensemble restreint de trajectoires d'exploitation. Cet ensemble contient toutes les trajectoires qui s'obtiennent comme combinaisons de la chronique d'exploitation optimale pour le critère UA et d'une chronique optimale pour la règle d'or.

On peut alors démontrer l'existence d'une solution qui possède des propriétés éthiques intéressantes. Sous certaines conditions cette solution ne produit aucune perte d'efficacité, aboutit à une moindre exploitation de la ressource que le critère UA et opère une redistribution de bien-être en faveur des générations intermédiaires.

Tout se passe comme si les décisions maximisaient un critère UA construit avec un taux d'actualisation fictif plus

faible que le vrai taux. De plus, la trajectoire optimale dans l'ensemble de contrôles restreint est sensible au paramètre  $\theta$  : plus le critère  $J^c$  exprime un intérêt pour les générations futures – c'est-à-dire plus  $\theta$  est grand – et moins la pression sur la ressource naturelle est forte. Autrement dit, cette approche « satisfaisante » rend opérationnels les arbitrages éthiques entre le présent et le futur qui président à la construction de  $J^c$ . A long terme, une trajectoire « satisfaisante » atteint un stock de ressource d'autant plus élevé que l'importance accordée au futur (le paramètre  $\theta$ ) est grande. Les chroniques de consommation qui parviennent à ce stock sont croissantes (respectivement décroissantes) lorsque le stock initial est situé en dessous (respectivement au-dessus) de celui qui devra être atteint à long terme.

### Propriétés du critère mixte Bentham-Rawls (MBR) et principe rawlsien de juste épargne

Autre construction mixte, le critère MBR :

$$J^{mbr} = \theta \sum_{t=0}^{\infty} (1 + \delta)^{-t} * u_t + (1 - \theta) \min(u_0, u_1, \dots, \infty), \quad \delta, \theta \in ]0,1[ \quad (2)$$

propose une moyenne pondérée du critère utilitariste actualisé UA et du critère *Maximin*. Ce dernier, parfois improprement appelé *critère rawlsien*, déclare optimales les trajectoires pour lesquelles le sort des générations les plus défavorisées est le meilleur. Utiliser un tel critère dans le modèle simple de croissance avec une ressource épuisable aboutit à une croissance nulle. Tant que la croissance est positive, il est en effet toujours possible d'accroître l'utilité de la génération la moins favorisée, en l'occurrence la première, en réduisant son taux d'épargne pour élever sa consommation au niveau de celles des autres générations. La même logique prévaut pour la génération suivante et ainsi de suite jusqu'à ce que toutes les générations consomment la même chose. L'optimum n'est atteint que lorsque la croissance est nulle. Avec un tel critère, une économie pauvre le reste indéfiniment, même lorsque les conditions initiales permettraient sa croissance dans le temps. Ce critère s'apparente encore à une dictature, en quelque sorte celle de la génération la plus défavorisée qui pourtant avec une épargne finie, même faible, produirait un surcroît de consommation pour l'infinité de ses descendants.

On aboutit au critère mixte  $J^{mbr}$  lorsqu'on écarte la dictature des générations les plus défavorisées, ainsi que les dictatures du présent et du futur, sans toutefois exiger la linéarité comme le fait Chichilnisky (Alvarez-Cuadrado et Long, 2009). Trouver la meilleure trajectoire pour le critère  $J^{mbr}$  s'apparente à maximiser le critère UA sous une nouvelle contrainte qui force à prendre en compte le sort des générations les moins bien loties.

Les autres propriétés de ce critère mixte Bentham-Rawls, notamment la forme des trajectoires optimales, sont établies dans Alvarez-Cuadrado et Long (2009) et Figuières, Long et Tidball (2010). Pour une ressource renouvelable, dans une économie « riche » au départ, c'est-à-dire avec un stock initial supérieur au stock de long terme sous le critère UA, la consommation de la ressource par la première génération peut-être importante, avant de se stabiliser à un niveau inférieur.

Mais si au contraire l'économie est initialement pauvre, la règle d'exploitation est conforme avec le principe Rawlsien

de *juste épargne*, qui défend une logique à « deux temps ». Durant une première phase, chaque génération doit épargner de sorte à transférer plus à la génération suivante qu'elle n'a hérité de la précédente jusqu'à ce que, dans une seconde phase, « une fois que les institutions justes sont fermement en place et que toutes les libertés de base sont effectivement mises en oeuvre, l'accumulation nette exigée tombe à zéro » (Rawls, 1971). La position de Rawls se démarque néanmoins du critère MBR en ce qu'il ne défend pas la métrique de l'utilité comme valeur sur laquelle faire reposer la réflexion éthique.

L'idée est donc celle d'une phase d'accumulation pendant laquelle l'épargne est requise si les conditions initiales sont mauvaises, suivie d'une phase de croisière où l'épargne est éventuellement autorisée, mais la désépargne interdite. En outre, si le principe d'égalité qui prévaut en seconde phase rappelle la logique du Maximin, il est subordonné à la nécessité d'un décollage minimal par rapport à la condition de sous-développement. Cette logique ne demande donc pas de sacrifices exorbitants aux générations intermédiaires par rapport aux premières.

### Quelles conséquences pour les taux d'intérêts ?

En guise de conclusion, discutons à présent de la portée pratique de ces travaux conceptuels.

L'actualisation, ou plus généralement la distribution des poids sur les générations que nous avons envisagée jusqu'ici concerne les utilités. Comment se traduit-elle dans le monde matériel, par exemple pour exprimer le rapport entre une unité de consommation pour une génération à venir et une unité de consommation aujourd'hui ?

En principe, à toute trajectoire d'exploitation qui aura été jugée souhaitable au regard d'un critère comme  $J^c$  ou  $J^{mbr}$ , il est possible d'associer une chronique de taux d'actualisation de la consommation qui permettraient de lui donner corps. Le passage du taux d'actualisation de l'utilité au taux d'actualisation pour la consommation se fait selon la formule Keynes-Ramsey (voir l'encadré).

#### Encadré : la formule de Keynes-Ramsey

$$r_t = \delta + g_t * \mu_t \quad (3)$$

Cette expression indique que le taux d'actualisation  $r_t$  de la consommation de la génération  $t$  est égal à la somme du taux d'actualisation de l'utilité  $\delta$  et du produit du taux de croissance de la consommation,  $g_t$ , par l'élasticité de l'utilité marginale  $\mu_t$ . Le second terme manifeste une forme d'aversion à l'inégalité : l'actualisation de la consommation est d'autant plus forte (faible) que sa croissance est positive (négative).

On aboutit à cette relation Keynes-Ramsey quand, par exemple, on cherche à quelle condition une baisse de la consommation  $\Delta C_t$  à une date  $t$  pourrait s'échanger contre une hausse de la consommation  $\Delta C_{t+1}$  en  $t+1$ . Ces deux variations sont équivalentes lorsqu'elles sont dans le rapport  $1 + r_t$  qui laisse la valeur du critère UA inchangée. Formellement cette question trouve sa réponse dans une expression qui relie le rapport  $1 + r_t = -\frac{\Delta C_{t+1}}{\Delta C_t}$  aux fondamentaux de l'économie que sont le taux d'actualisa-

tion de l'utilité  $\delta$  et l'élasticité de l'utilité marginale  $\mu_t$ . La règle Keynes-Ramsey est une approximation de cette expression. Sous certaines conditions, cette règle vaut aussi pour la solution « satisfaisante » au critère de Chichilnisky, comme pour la solution au critère MBR.

En pratique, pour de nombreux investissements c'est le rendement du capital privé qui indique si et dans quelle mesure il est intéressant d'épargner pour une plus grande consommation future. Parfois ce peut-être aussi le résultat d'un calcul d'experts, comme c'est le cas en France pour les projets sur lesquels le Conseil d'Analyse Stratégique doit se prononcer. Ces prix, formés sur les marchés ou calculés, pourraient-ils répliquer ceux, théoriques, issus de l'expression (3) ?

En ce qui concerne les prix sur les marchés, c'est peu probable. On peut observer pour commencer que, pour le critère de Chichilnisky comme pour le critère MBR, si les conditions initiales de l'économie sont trop favorables, c'est-à-dire supérieur au stock de long terme sous le critère UA, le taux de croissance de la consommation peut-être négatif avant de devenir nul. Dans de tels cas, les taux d'intérêt à la consommation sont plus bas que le taux d'actualisation de l'utilité, et ils peuvent même être provisoirement négatifs ! On observe rarement des marchés de taux qui indiquent qu'un euro de consommation demain vaut plus qu'un euro de consommation aujourd'hui. Même en-dehors des marchés, les travaux d'experts soucieux d'éthique intergénérationnelle mais extrapolant une croissance positive pour la consommation, aboutissent systématiquement à des taux positifs. Le fameux rapport Stern sur le changement climatique avance un taux de 1,4 % par an, ce qui est déjà significativement plus faible que les propositions des autres travaux de référence, où les taux pour les choix

d'investissements publics peuvent évoluer entre 4 % pour un horizon de 30 ans et 2 % au-delà de 60 ans.

Mais de façon moins anecdotique, un marché synthétise de l'information, agrège les préférences d'intervenants qui ont une existence physique et juridique. Les générations futures, forcément absentes de ces marchés où des décisions qui les concernent sont pourtant prises, ne peuvent y faire valoir leurs préoccupations. Les taux d'intérêt qui en résultent sont nécessairement biaisés en faveur de la génération courante. Dans le meilleur des cas, au prix d'hypothèses héroïques sur la complétude et la perfection des marchés, on peut s'attendre à ce que ceux-ci répliquent la chronique de taux d'intérêts associés à la trajectoire UA, mais sans doute pas celles des trajectoires pour  $J^c$  ou  $J^{mbr}$ , pour lesquelles les taux sont probablement plus bas.

Des alternatives à l'actualisation, avec des fondations éthiques qui expriment un réel souci pour les générations futures, existent bel et bien. Mais nos sociétés ne sont pas vraiment organisées, tant dans le domaine économique que juridique, pour suivre les exigences d'équité entre générations incorporées dans des critères comme  $J^c$  ou  $J^{mbr}$ . Pour leur donner corps, il est tentant de suggérer une posture résolument tutélaire ou des innovations institutionnelles qui permettraient de créer des marchés où se détermine le « prix du temps », pour des périodes allant au-delà de quelques décennies et sur lesquels l'intérêt des générations non encore nées puisse se manifester.

**Charles Figuières** (auteur de correspondance) INRA, UMR 1135 LAMETA, F-34000 Montpellier, France

[Charles.Figuieres@supagro.inra.fr](mailto:Charles.Figuieres@supagro.inra.fr)

**Mabel Tidball** INRA, UMR 1135 LAMETA, F-34000 Montpellier, France

[Mabel.Tidball@supagro.inra.fr](mailto:Mabel.Tidball@supagro.inra.fr)

#### Pour en savoir plus

**Alvarez-Cuadrado F. et Van Long N. (2009).** A mixed Bentham-Rawls criterion for intergenerational equity: theory and implications. *Journal of Environmental and Economic Management*, 58, 154-168.

**Chichilnisky G. (1996).** An Axiomatic approach to sustainable development. *Social Choice and Welfare*, 13, 219-248.

**Figuières C., Guyomard H. et Rotillon G. (2010).** Sustainable Development: Between Moral Injunctions and Natural Constraints, *Sustainability*, 2, 3608-3622; doi: 10.3390/su2113608.

**Figuières C., Guyomard H. et Rotillon G. (2007).** A brief and orthodox analysis of the concept of sustainable development. *Economie Rurale*, n°300, 7-12.

**Figuières C. et Tidball M. (2010).** Sustainable exploitation of a natural resource: a satisfying use of Chichilnisky criterion, à paraître dans *Economic Theory*. DOI 10.1007/s00199-010-0579-1.

**Figuières C., Van Long N. et Tidball, M. (2010).** The MBR criterion and Rawls' view of intergenerational equity. Proceedings of the Fourth World Congress on Environmental and Resource Economics, Montréal June-July 2010.

**Lauwers L. (2010)** Ordering infinite utility streams at the cost of a non-Ramsey set, *Journal of Mathematical Economics*, 46, 32-37

**Rawls J. (1971).** *A Theory of Justice*; Belknap Press of Harvard University Press: Cambridge, MA, USA.

**Stern N. (2007).** *The economics of climate change: The Stern review*. Cambridge University Press.

**Zame W.R. (2007).** Can utilitarianism be operationalized?, *Theoretical Economics* 2007, 2: 187—202.