

Clim'ability  
Jean-Alain Héraud  
6 décembre 2016

Quels outils propose la  
science économique  
pour gérer  
l'environnement  
et les ressources  
à long terme?



Fonds européen de développement régional  
(FEDER)  
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung  
(EFRE)



Association  
de Prospective  
Rhénane

Pour gérer au mieux notre milieu naturel, localement ou globalement, nous avons besoin de rassembler toutes les compétences, y compris celles des économistes. De quoi disposent les économistes (et les financiers) dans leur boîte à outils ?

## Que propose la science économique pour gérer de manière rationnelle les **ressources naturelles**?

Pour répondre à cette question, il faut d'abord préciser de quel type de ressources on parle:

- le *milieu* qui fait l'objet d'externalités négatives : nuisances sonores, encombrement, ...
- *l'écosystème* dont l'équilibre est menacé de manière irréversible : réchauffement à très LT, disparition d'espèces...
- les *matières premières* qui sont *épuisables* par principe (dont le renouvellement ou le recyclage sont impossibles – au moins pas à 100%)

# La gestion environnementale pose, pour un économiste, des questions relativement simples ou au contraire redoutables

*selon la dimension temporelle et le degré d'irréversibilité impliqués*

Les **externalités instantanées** comme le bruit ou les pollutions réversibles peuvent être traitées en appliquant des modèles appropriés: par exemple la mise en place d'un mécanisme pollueur-payeur, ou l'instauration d'un système de marchés de droits d'émission...

Par contre, dès que les **externalités sont inter-temporelles**, cela se complique! Comment comparer des utilités ou désutilités relatives à des *périodes différentes*?

Le pire est quand on cumule **incertitude** et **irréversibilité** : les *modèles de valeur d'option* aident à formaliser le problème sur le plan théorique, mais rarement à le résoudre concrètement. Le *principe de précaution* est une manière extrême et généralement peu claire de trancher

Cette conférence fait suite à celle de Christian Gollier qui a présenté la problématique de la gestion intertemporelle des actifs dans le très long terme

**Conférence 7 novembre 2016 18h30**

organisée par le master Economie et Gestion du Risque de la

faculté des **sciences économiques** et de **gestion**

# En faisons-nous assez pour les générations futures ?



Christian Gollier, Toulouse School of Economics

Quelles sont nos responsabilités envers les générations futures ?

Cette interrogation est liée à différentes questions de société, comme la réduction des dettes publiques, la lutte contre le changement climatique, la préservation des ressources naturelles, le niveau des investissements dans les infrastructures, ou le traitement fiscal de l'épargne...

Ces responsabilités envers le futur sont décentralisées à travers le choix du taux d'actualisation, qui détermine le poids relatif des sacrifices présents par rapport aux bénéfices futurs dans l'évaluation des investissements et des politiques publiques.

Comment définir le niveau socialement désirable de long-termisme des marchés financiers et de ses acteurs ?

A l'occasion de cette conférence, Christian Gollier résumera des progrès scientifiques récents dans l'analyse économique de ces questions, associant des résultats issus de la théorie de la finance, de la théorie de la décision en incertitude, de la théorie des choix sociaux et de la philosophie morale.

Amphithéâtre 4

faculté des **sciences économiques** et de **gestion**

61, avenue de la Forêt Noire

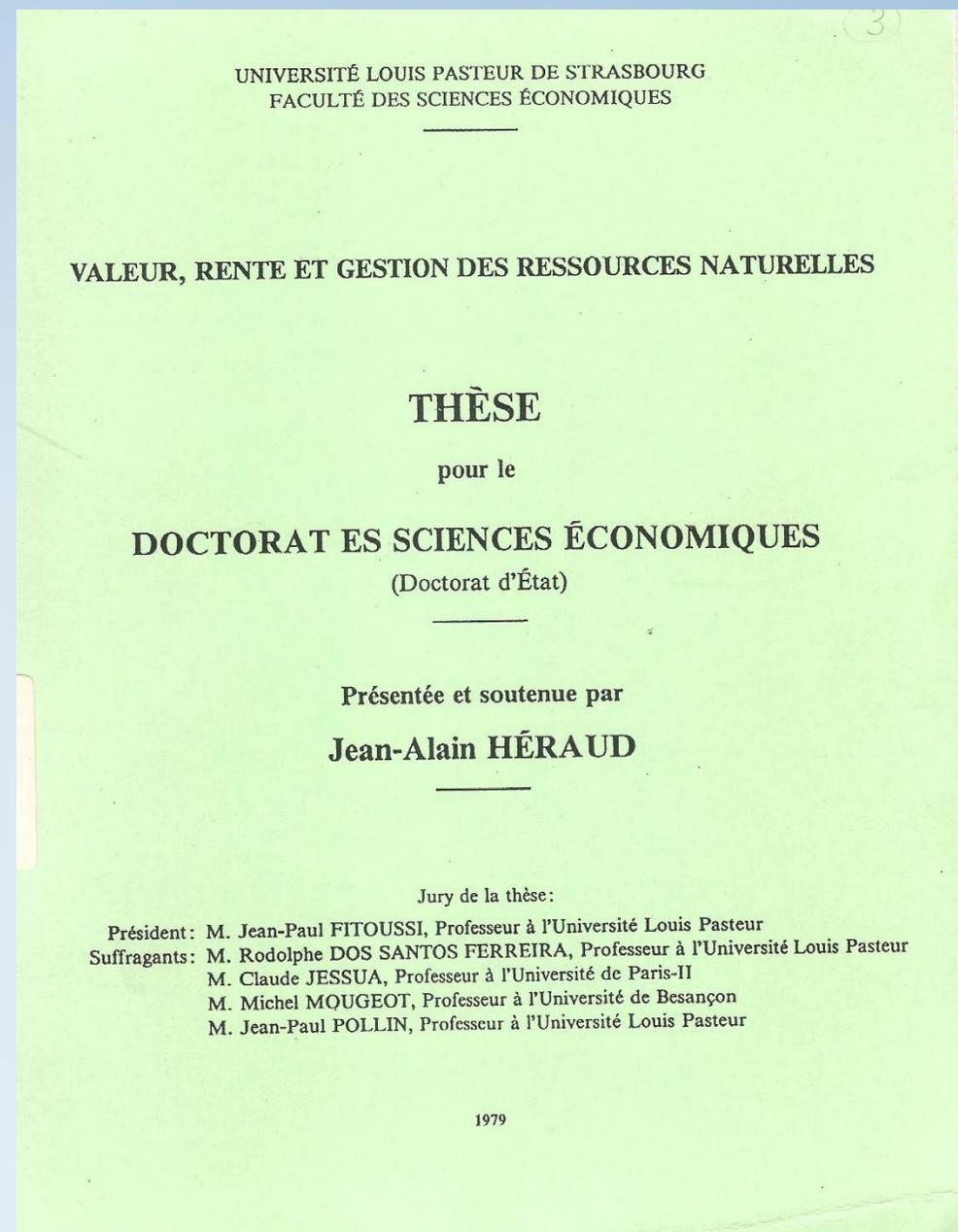
Strasbourg



On pouvait déjà se  
poser la question dans  
les années 1970

(Héraud, 1979)

Est-ce que les choses  
ont beaucoup évolué?



# Une première typologie des **ressources naturelles**

Héraud (1979), beaucoup inspiré par N. Georgescu-Roegen

- Les fonds permanents
  - Exemples: une forêt, un champ
  - En tant que facteur de production cette ressource fournit un **service** calculable par période (par ex: x stères de bois par an, y quintaux de blé par an). *Ce service est pérenne*— sauf destruction du fonds.
- Les stocks épuisables
  - Exemple: un gisement de pétrole
  - En tant que facteur de production cette ressource naturelle intervient sous la forme d'un **flux** dont *l'intensité est arbitraire* (elle dépend seulement de l'équipement installé)...
  - .... mais sans la caractéristique de *pérennité* du service que fournirait un fonds.

# Les fonds naturels



Cela correspond au concept économique d'**actif**.

> Un actif est un facteur qui n'est pas consommé par le processus de production (terrain, bâtiment, brevet...). Le travailleur formé est aussi un actif de ce point de vue.

Un *actif naturel* est cependant assez particulier: il n'a pas été produit par l'homme

L'activité économique amène à détruire ou modifier de manière irréversible les fonds naturels sans qu'on soit sûr de pouvoir les reconstruire

Quelle aide à la décision peut fournir l'économiste dans le choix irréversible de modifier ou détruire un fonds naturel?

La question est redoutable car on ne connaît pas l'ensemble des conséquences présentes et surtout futures de cet acte, ni la valeur attribuable à cet actif dans le futur

# Les stocks naturels



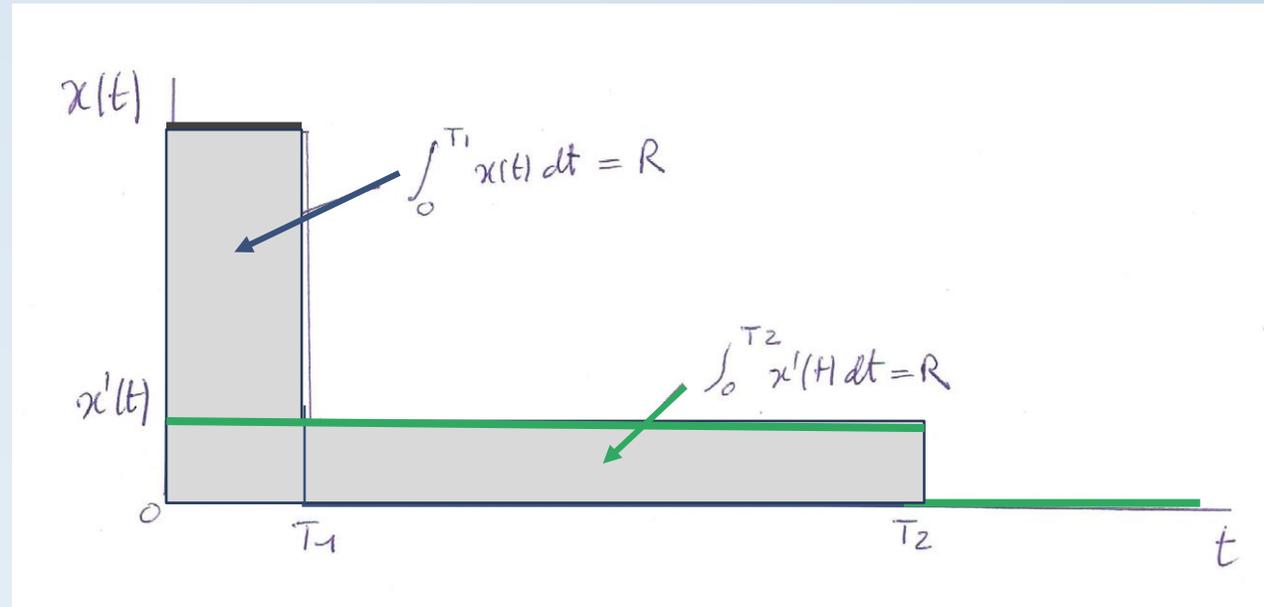
La situation n'est pas plus simple

On n'a même pas l'option de ne toucher à rien (principe de précaution), car cette ressource naturelle *doit* être consommée, sinon ce n'est pas une ressource

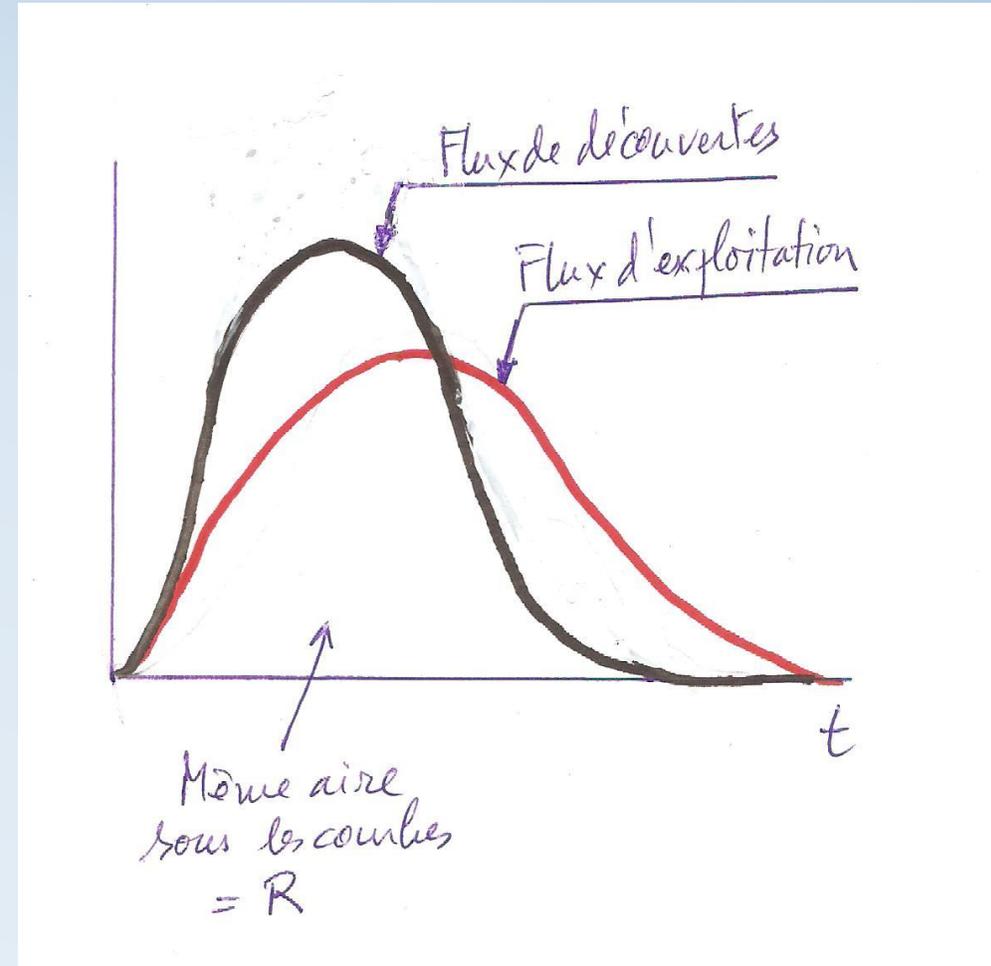
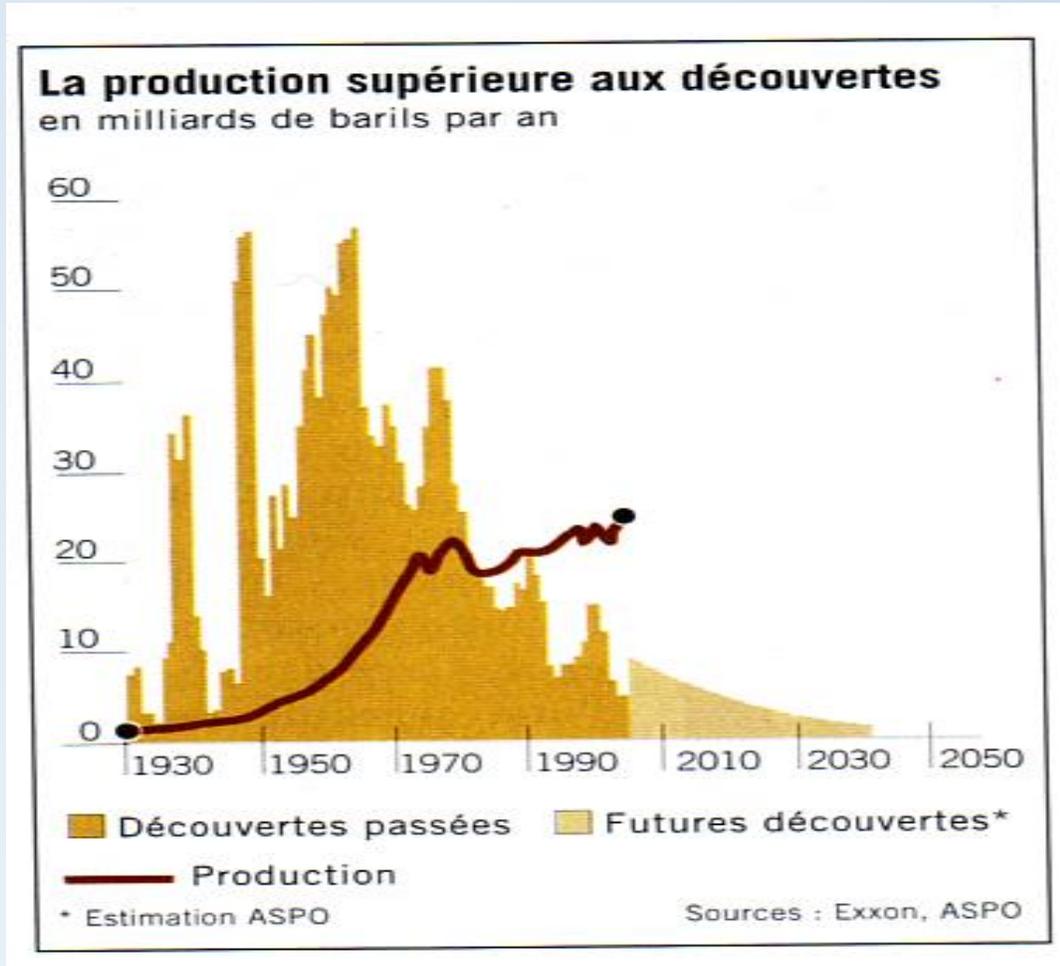
La question est alors de définir un flux optimal intertemporel d'extraction

# Exemples de flux d'extraction

Ici les flux sont constants sur un intervalle de temps



## Autre exemple



## Les éléments du choix

Les flux ne sont pas nécessairement constants dans le temps: il s'agit de comparer toutes les trajectoires possibles  $x(t)$  qui vérifient la contrainte (somme =  $R$ )

Quel horizon de planification ( $T$ ) ?

Quelle est la valeur attribuée à  $x(t)$  ?

Dans l'hypothèse où l'on sait donner une valeur  $U(x)$ , c'est-à-dire que l'on peut comparer  $U(x)$  et  $U(x')$ , sait-on pour autant comparer les valeurs de  $x(t_1)$  et  $x(t_2)$  ?

## Le cas des actifs financiers

La question précédente trouve une solution dans le cas des *actifs financiers*:

Si  $r$  est le taux d'intérêt (observé ou anticipé), alors on peut faire le raisonnement suivant:

1€ investi aujourd'hui rapporte  $(1+r)$  € dans un an et  $(1+r)^n$  € dans  $n$  années

inversement, 1€ dans  $n$  années vaut  $1 / (1+r)^n$  aujourd'hui

En temps continu, cela donne: **valeur actualisée de  $x(t) = x(t)e^{-rt}$**

## Le principe d'actualisation

### *Peut-on appliquer le raisonnement financier à une ressource naturelle?*

L'actualisation c'est bien pratique, parce que si l'on cherche à optimiser la somme des revenus d'un actif jusqu'à l'infini *sans actualisation*, cela donne comme solution:  $x(t)=0$  pour toutes les valeurs de  $t$

Interprétation si on appliquait la formule à un **stock naturel**:

- Le programme optimal d'extraction de la ressource est proche de zéro si on donne la même valeur à la consommation d'une unité pour toutes les périodes futures jusqu'à une date très éloignée (la recommandation est alors de laisser le pétrole en terre!)
- Si on arrive à justifier de déprécier les utilités futures  $U[x(t)] e^{-rt}$   
alors le programme donne une solution plus présentable...

"Il est supposé que l'on n'actualise pas les jouissances futures en comparaison des précédentes, une pratique qui est éthiquement indéfendable et provient simplement de la faiblesse de l'imagination ; nous incluerons cependant, dans la Section II, un tel taux d'actualisation dans certaines de nos investigations"

F.P. RAMSEY (1928)

« A mathematical theory of savings », *Economic Journal*

# Calcul du flux d'extraction optimal

(modèle de Hotelling, 1931)

Le problème

2.2. Mathématiquement, l'objectif consiste à maximiser l'intégrale du flux d'utilité :

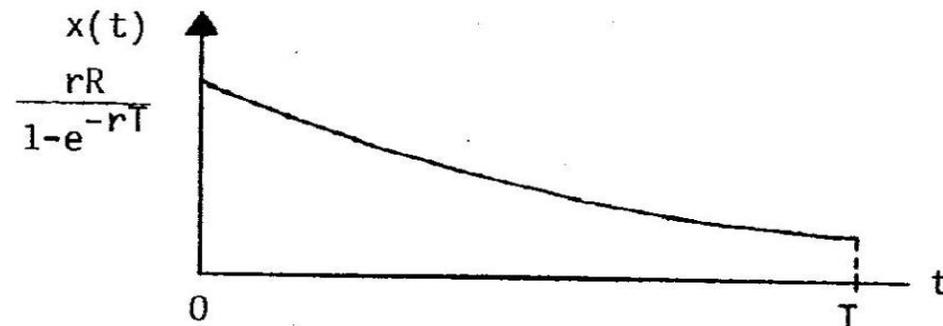
$$I = \int_0^T U(x(t)) e^{-rt} dt$$

sous la contrainte de stock :

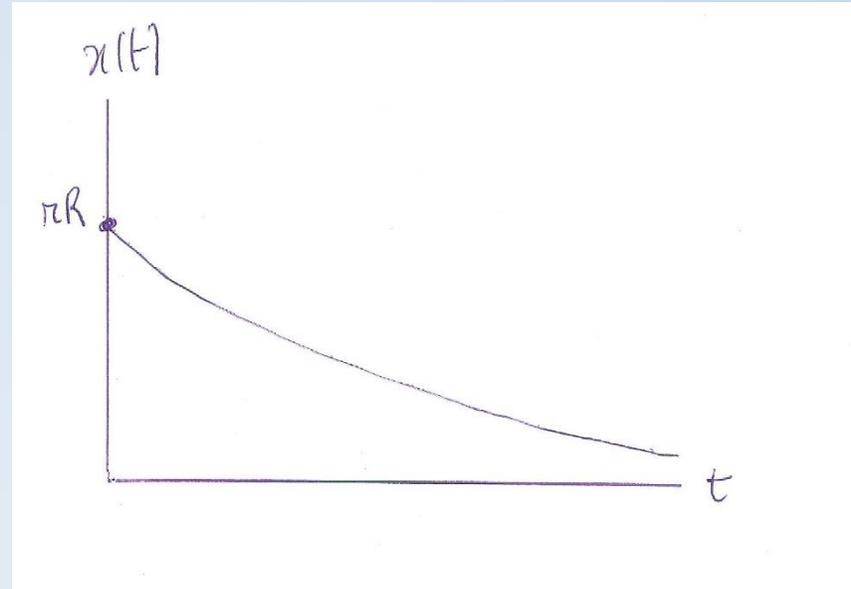
$$R = \int_0^T x(t) dt$$

La solution

Le flux d'extraction est une exponentielle décroissante :



## En faisant tendre $T$ vers l'infini....



Exemple: si les taux d'intérêt à long terme sont de 4% alors on extrait 4% de la ressource la première année, puis on va en diminuant exponentiellement.

## Quelle justification pour l'actualisation?

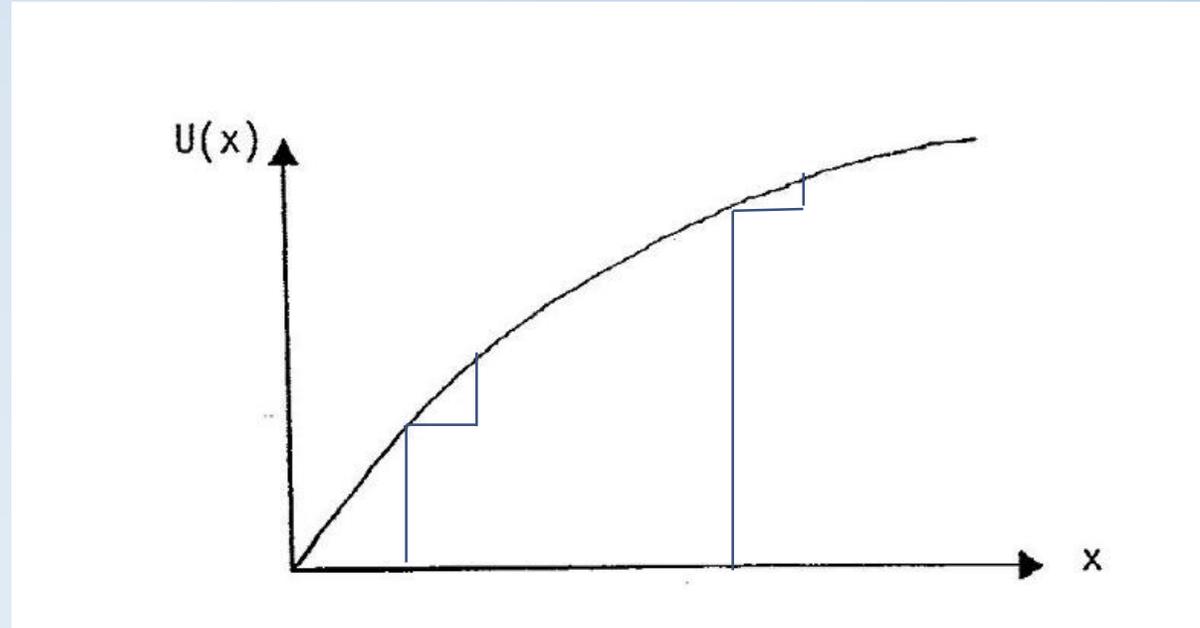
Pourquoi les revenus et autres variantes de l'*utilité* (économique) devraient-ils être vus avec une optique qui dégrossit?

Il y a des justifications qui se fondent sur la forme de la courbe d'utilité...

... et qui reviennent en fait toujours à une forme d'hypothèse de croissance à long terme

NB: même en finance, l'existence d'un taux d'intérêt non nul à LT est en rapport avec le postulat que l'économie est en croissance

## Une explication par la fonction d'utilité



L'utilité n'est pas proportionnelle à la quantité consommée (utilité marginale décroissante). Une meilleure répartition en termes de bien être collectif consiste à prendre un peu aux riches pour le redistribuer aux pauvres.

## Une application inter-temporelle bien pratique

Sous l'hypothèse d'une économie en croissance, les générations futures sont plus riches que nous.

Donc ce n'est pas à nous de leur donner mais au contraire à eux de nous subventionner.

Il est donc naturel d'appliquer un taux d'actualisation sur les bénéfices futurs.

## Quels sont les échanges intergénérationnels?

Pour les théories macroéconomiques standard, nous léguons des actifs à nos descendants: équipements et connaissances

En échange ils nous cèdent une partie des ressources épuisables

Problème: on leur « lègue » aussi des déchets, des fonds naturels dégradés, etc. Et la connaissance nouvelle est peut-être contrebalancée par la destruction de l'information biologique (espèces disparues).

"Lorsqu'on s'occupe de l'allocation des ressources à travers le temps, il est clair que la question de l'équité intergénérationnelle est inévitablement soulevée. L'essentiel de la discussion de ce chapitre évite la considération directe de ce problème que le soigneux travail de quelques uns des plus distingués auteurs du domaine n'a pas réussi à résoudre"

Baumol, Oates (1975) p.57  
*The theory of environmental policy*

## Débats théoriques

Dans un monde à la Robert Solow (*modèle de croissance exogène*) on peut considérer que le progrès technique se substitue dans le long terme aux ressources épuisées: la technoscience va nous sauver.

Nicholas Georgescu-Roegen était très opposé à cette vision car il considérait que l'accroissement de l'information ne peut pas compenser l'accroissement de l'entropie physique.

Dans un monde à la Paul Romer (*modèle de croissance endogène*), le « progrès » ne tombe pas du ciel: il est un sous-produit de l'activité économique qui stimule des apprentissages (théorie du capital humain) et favorise d'une manière générale l'innovation.

La vision de la croissance endogène lie donc fondamentalement économie et savoir: le compromis intergénérationnel ressource contre connaissance apparaît donc acceptable. Stopper la croissance est vu comme une mauvaise stratégie.

# Si l'on doit actualiser (par exemple pour les investissements publics), quels taux choisir?

- On peut revenir ici sur la conférence de Christian Gollier
- La question des choix budgétaires et de leur rationalité impose de clarifier le débat
- Il n'y a pas que l'impatience des citoyens présents ou leur myopie pour justifier l'actualisation... il y a le problème du *coût d'opportunité du capital*
- Si on réalisait toutes les actions dont le coût présent est inférieur aux bénéfices futurs, on ne consommerait rien (et si on meurt tous de faim, il n'y aura pas de descendants!)

# Les effets de l'actualisation à LT

(source: Ch. Gollier)

## Introduction

The positive approach to discounting  
The normative approach to discounting  
Applications  
Climate change

## What is *your* valuation of the future?

- How much should we be ready to pay today to eliminate a sure loss of 1 million dollars in 200 years?
- Present value =  $10^6 \times \exp(-rt)$ .

Present value	discount rate
\$ 1,000,000	0.00%
\$ 100,000	1.16%
\$ 10,000	2.33%
\$ 1,000	3.51%
\$ 100	4.71%
\$ 10	5.93%
\$ 1	7.15%

# Les taux à LT

(source: Ch. Gollier)

## Introduction

The positive approach to discounting  
The normative approach to discounting  
Applications  
Climate change

## Term structures in public discount rates

- Public institutions in the U.S. use a single rate of 3% or 7% to discount the future impacts of a policy.
- U.K.: Decreasing term structure of discount rates
  - from 3.5% (0-30 years)
  - to 1% ( $\geq 300$  years).
- France: Lebegue report (2005), Gollier report (2011), Quinet report (2013):
  - Risk free rate: 2.5% (less than 50 years) to 1.5% (LT).
  - Risk premium: 1.5% (less than 50 years) to 3% (LT).

## Le taux d'intérêt doit-il être le même à LT qu'à CT ?

Non: on peut faire du calcul financier en distinguant les taux selon les termes.

Il y a donc une solution (suggérée dans la présentation de Ch. Gollier) qui consiste à prendre des taux positifs raisonnables à CT, mais des taux tendant vers zéro pour les termes éloignés.

Problème majeur: c'est plus facile de comprendre et gérer une structure de termes pour des actifs monétaires/financiers que pour des actifs physiques - objets des politiques publiques en matière de biens environnementaux et de ressources épuisables.

[heraud@unistra.fr](mailto:heraud@unistra.fr)

<http://www.apr-strasbourg.org/>

Merci de votre attention