



C.I.R.E.D.

CENTRE
INTERNATIONAL
DE RECHERCHE
SUR L'ENVIRONNEMENT
ET LE DÉVELOPPEMENT

L'interface activités humaines changement climatique

Quel agenda ... vingt ans après?

Jean-Charles Hourcade

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE
EHESS ET CNRS - UMR 8568

JARDIN TROPICAL

45 BIS AVENUE DE LA BELLE GABRIELLE
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

Des questions rémanentes jusqu'ici traitées de façon séparée

- **Scénarios d'émission de GES**
 - Input des modèles climatiques
- **Evaluation des coûts de décarbonisation**
 - Input des modèles climatiques (scénarios bas)
 - Faisabilité économique de plafonds de concentration
 - Outils de politique économique
- **Evaluation des dommages du CC**
 - Des impacts aux dommages, les feedbacks
 - Questions d'adaptation
- **Arbitrage coût/bénéfice (global et local)**

Un schéma idéal d'analyse intégrée

Objective function

$$\text{Max}_{C_t, I_t, Ab_t, Ad_t} \sum_t \sum_i \alpha_t \frac{U(C_t, E_t)}{(1 + \rho)^t}$$

Production function

$$Q_t = F(K_t, L_t, t) \cdot \Phi(\theta_t, Ad_t, t)$$

Production-Consumption-Equilibrium

$$Q_t = C_t + I_t + Ab_t + Ad_t$$

Capital dynamics

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t + \Psi(\theta_t, Ad_t, t) \cdot K_t$$

GHGs Emissions

$$em_t = G(Q_t, Ab_t, t)$$

Concentrations dynamics

$$\begin{aligned} M_{t+1} &= h(M_t, em_t) \\ &= H(M_t, Q_t, Ab_t, t) \end{aligned}$$

Climatic Change

$$\theta_{t+1} = L(\theta_t, M_t, t)$$

Environnemental quality

$$E_{t+1} = J(E_t, \theta_t, Ad_t)$$

Remarques triviales souvent négligées

- **L'écriture du scénario de référence pré-détermine l'évaluation des coûts**
- **Les scénarios de référence et de mitigation peuvent-ils être écrits 'à climat constant'?**
- **Dans les choix de 'couplages' ou 'dialogue' entre modèles, la maîtrise commune des incertitudes est un enjeu central**
- **L'arbitrage mitigation/adaptation/dommages pose des problèmes d'intégration d'échelle spatiale et temporelle**



C.I.R.E.D.

CENTRE
INTERNATIONAL
DE RECHERCHE
SUR L'ENVIRONNEMENT
ET LE DÉVELOPPEMENT

1. Scénarios de référence et de mitigation

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE
EHESS ET CNRS - UMR 8568

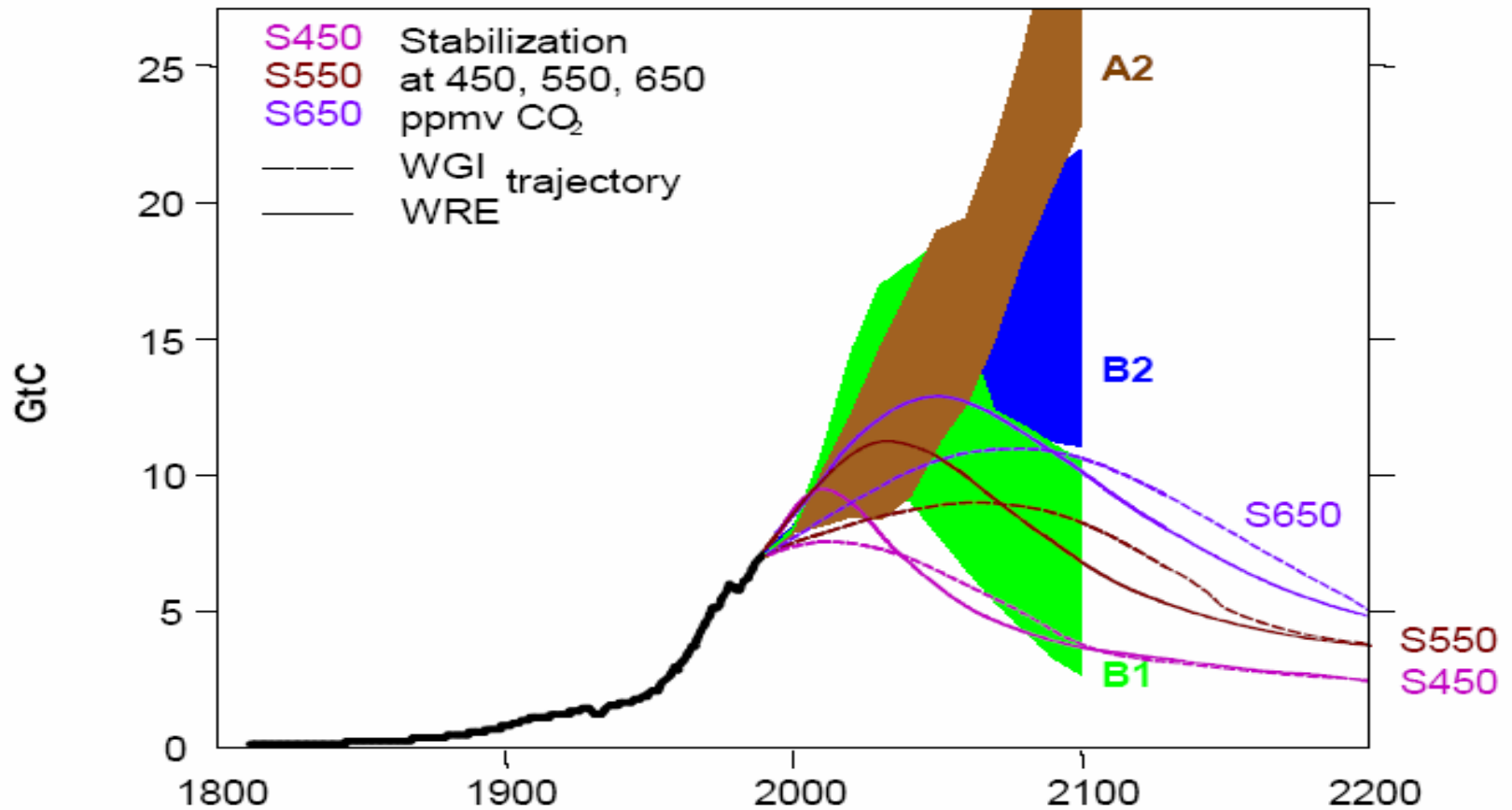
JARDIN TROPICAL

45 BIS AVENUE DE LA BELLE GABRIELLE
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

Une identité simple, pour cadrer la discussion

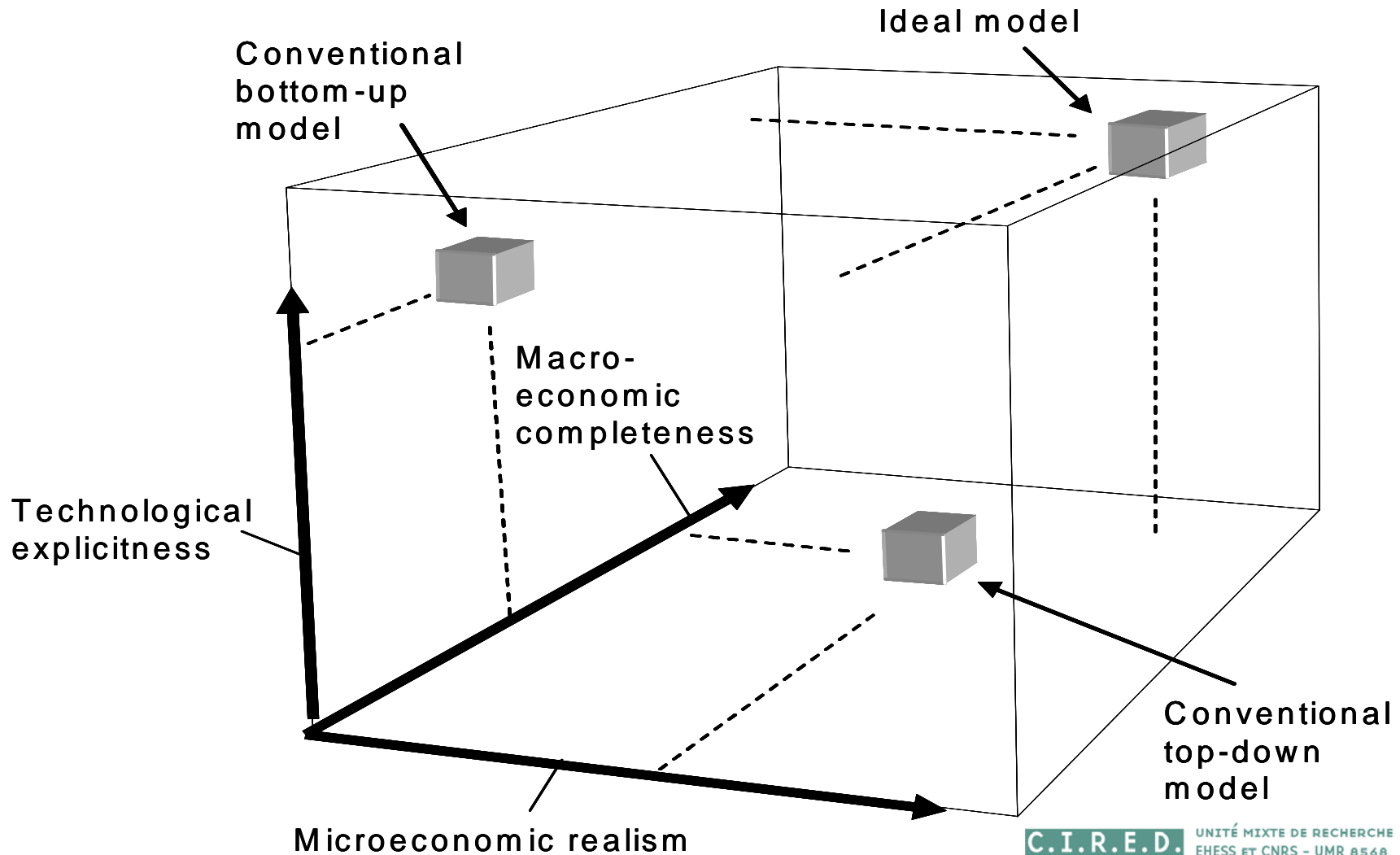
$$E_{CO_2} = POP \cdot \frac{PIB}{POP} \cdot \frac{Energie}{PIB} \cdot \frac{E_{CO_2}}{Energie}$$

Les pièges de l'explosion combinatoire entre hypothèses d'ingénieurs et d'économistes

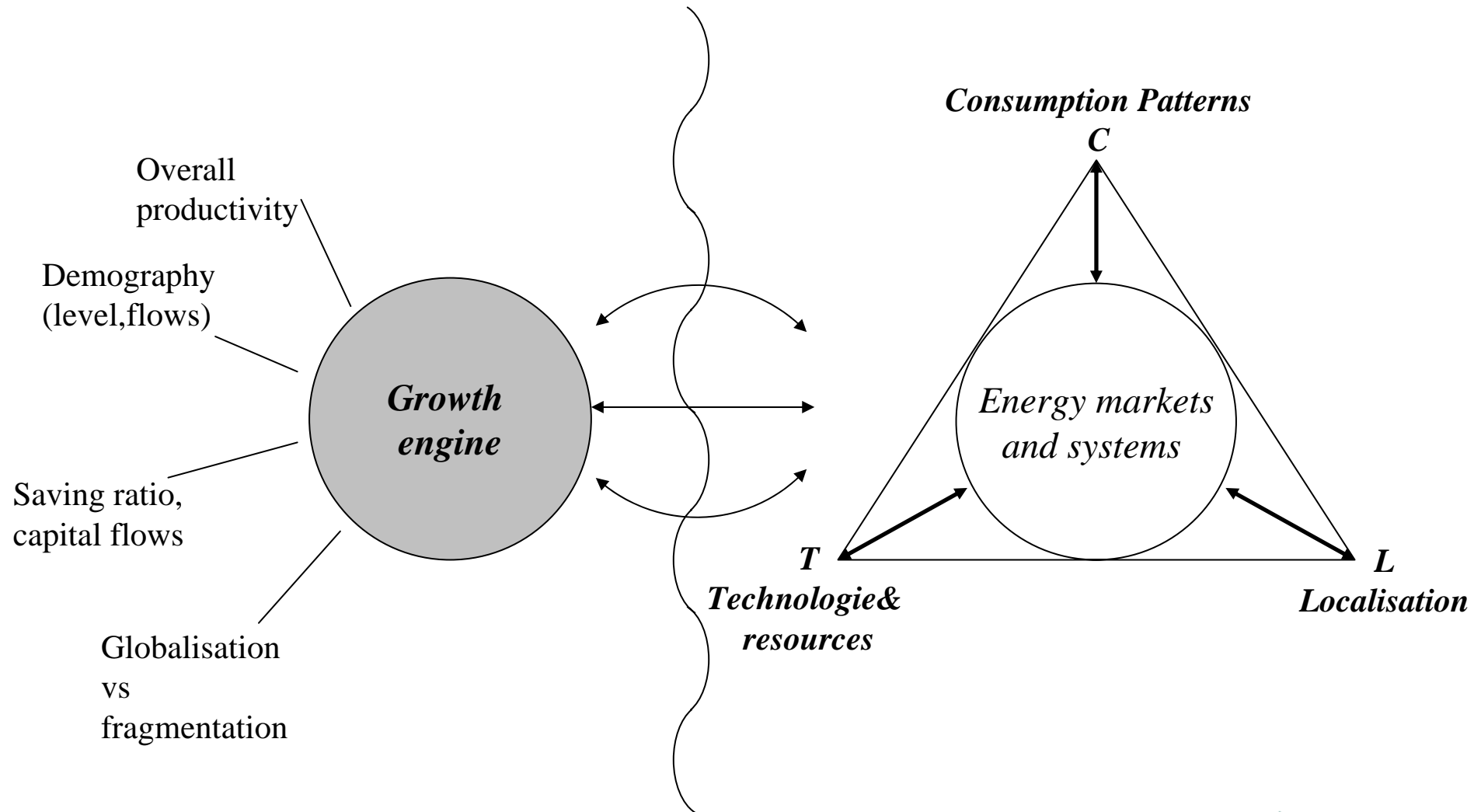


Source : IIASA, Nakicenovic

Un dialogue imparfait entre ingénieurs et économistes



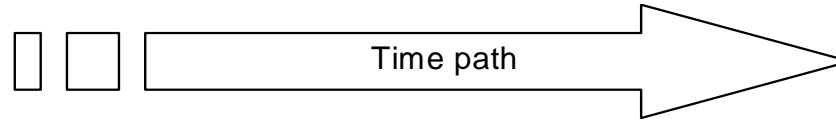
What would we like to represent?



Conséquences méthodologiques pour la prochaine génération de modèles

- Une **modélisation hybride** en flux physiques et monétaires
 - Un dialogue cohérent entre macro-économistes, technologues et experts sectoriels
 - La projection du contenu « réel » de la croissance: PPP vs MER, explicitation des modes de consommation
- **Un moteur de croissance avec déséquilibre ...**
 - Anticipations imparfaites, routines et chocs endogènes
 - Volatilité des prix (énergie, carbone)
 - Déséquilibres structurels (endettement, chômage, économie informelle)
- **Endogénéisation** changements structurels, changements techniques, régime de croissance et prix relatifs

Une architecture modulaire et récursive: succession d'équilibres statiques + modules dynamiques sectoriels

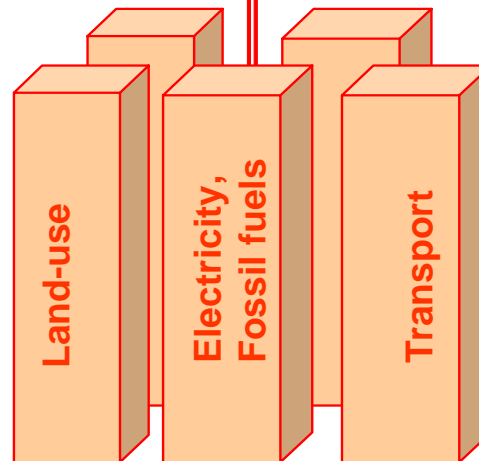


Static Equilibrium t

Static equilibrium $t+1$

Équilibre statique sous contraintes de court-terme

Updated parameters
(tech. coef., stocks, etc.)



Bottom-up sub models (reduced forms)
Marco economic growth engine

Price-signals, rate of return
Physical flows

Évolutions des contraintes

Les principaux chantiers: une liste qui n'est pas 'à la Prévert'

- **Logiques d'investissement dans le secteur de l'énergie (offre et demande)**
- **'Qualité' des hypothèses technologiques**
- **Dynamiques d'occupation des sols (forêts, agriculture)**
- **Dynamiques urbaines, transports et mobilité**
- **Endogénéisation démographie, épargne et flux de capitaux**
- **Economies informelles et développement par inégalité**
- **Questions de délocalisation industrielle**



C.I.R.E.D.

CENTRE
INTERNATIONAL
DE RECHERCHE
SUR L'ENVIRONNEMENT
ET LE DÉVELOPPEMENT

2. Dommages et adaptation

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE
EHESS ET CNRS - UMR 8568

JARDIN TROPICAL

45 BIS AVENUE DE LA BELLE GABRIELLE
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

C'est quoi un dommage?

Objective function

$$\text{Max}_{C_t, I_t, Ab_t, Ad_t} \sum_t \sum_i \alpha_t \frac{U(C_t, E_t)}{(1 + \rho)^t}$$

Production function

$$Q_t = F(K_t, L_t, t) \cdot \Phi(\theta_t, Ad_t, t)$$

Production-Consumption-Equilibrium

$$Q_t = C_t + I_t + Ab_t + Ad_t$$

Capital dynamics

$$K_{t+1} = (1 - \delta)K_t + I_t + \Psi(\theta_t, Ad_t, t) \cdot K_t$$

GHGs Emissions

$$em_t = G(Q_t, Ab_t, t)$$

Concentrations dynamics

$$\begin{aligned} M_{t+1} &= h(M_t, em_t) \\ &= H(M_t, Q_t, Ab_t, t) \end{aligned}$$

Climatic Change

$$\theta_{t+1} = L(\theta_t, M_t, t)$$

Environnemental quality

$$E_{t+1} = J(E_t, \theta_t, Ad_t)$$

Une guerre mondiale ou 2% du PIB en 2100?

- Source de coûts “marchands” : le jeu entre rapidité du changement et inertie des systèmes humains,
- Coûts d'un climat changé < coûts d'un climat “changeant”
- Rôle des anticipations et de la ‘volatilité’ du climat, les coûts de la maladaptation
- Effets de propagation des chocs en l'absence de compensation immédiate -> migrations, conflits
- Non linéarités dans le déploiement temporel de la fonction dommage; impacts et/ou fragilité des économies pré-existantes
- Qualité/stabilité de l'environnement comme composante “non marchande” du bien-être
- Valeur d'option/valeur de legs

Modéliser les dommages; pbs de méthode

- **Entre climatos et économistes une longue chaîne de disciplines**
- **Une cascade croissante d'incertitudes ... qui fait partie du problème**
- **Un premier obstacle au dialogue: les questions d'intégration d'échelle spatiale**
- **Un deuxième obstacle, le rapport à la modélisation et aux données manquantes**
- **Une issue: "nommer" un problème partagé, la détection des vulnérabilités et des trappes à pauvreté**

Décrire, modéliser les dommages, les chantiers

- **Evènements extrêmes; questions de reconstruction, d'effet de propagation**
- **Basculements catastrophiques?**
- **Les tensions sur l'eau; l'agriculture ... et au-delà**
- **La vulnérabilité des espaces urbains et dévalorisation du capital**
- **Autres dossiers (santé, écosystèmes,?)**



C.I.R.E.D.

CENTRE
INTERNATIONAL
DE RECHERCHE
SUR L'ENVIRONNEMENT
ET LE DÉVELOPPEMENT

3. L'action et l'arbitrage coût-bénéfice

C.I.R.E.D. UNITÉ MIXTE DE RECHERCHE
EHESS ET CNRS - UMR 8568

JARDIN TROPICAL

45 BIS AVENUE DE LA BELLE GABRIELLE
94736 NOGENT-SUR-MARNE CEDEX - FRANCE

Un peu de sagesse

- **“Along the economically efficient emission path, the long-run global average temperature rises sharply. After 500 years, it is projected to increase 6.2 °C over the 1900 global climate. While we have only the foggiest idea of what this would imply in terms of ecological, economic, and social outcomes, it would make most thoughtful people even economists nervous to induce such a large environmental change. Given the potential for unintended and potentially disastrous consequences, it would be sensible to consider alternative approaches to global warming policies?” (Nordhaus)**

Coût-efficacité vs coût-bénéfice; folie de l'évaluation monétaire face à un Pari Faustien?

- **Eviter le sacrifice du présent au nom des lendemains qui déchantent,**
- **Eviter la « dictature de la minorité?**
- **Une question d'attitude face à l'incertain....**
- **Qui, comme chez la Fontaine, varie avec la perception du coût ... tout ceci est trop cher et bon pour des peureux**

Deux visions de l'évaluation monétaire

- Chiffrage **item par item** ou disponibilité à payer **globale** pour $<2^\circ$, $<4^\circ$, $<6^\circ$
- le choix dépend
 - de **jugements de valeur**: refus catégorique ou suspicion pragmatique vis-à-vis de la valorisation (cf. enquête Nordhaus)
 - du **degré d'optimisme** sur l'arrivée 'à temps' des informations nécessaires
 - d'un arbitrage entre ***précision et pertinence***

Pour conclure ... trois chantiers communs?

- **Les prochains scénarios Ipcc**
- **Entre Stern et Nordhaus 'visualiser' un monde 'changeant'**
- **Evaluation, questions de perception, d'attitudes vis-à-vis de l'incertain et de controverses**
- **Concrètement un « atelier d'automne » pour dresser un cadre commun et un agenda**

Vers une nouvelle articulation des projections économiques et climatiques

- Une découverte: « eux » et « nous » ne sommes pas intéressés aux mêmes incertitudes
- Une réalité: rendements décroissants des simulations de scénarios de référence
- Une solution en deux étapes:
 - Co-définition de quelques profils d'émission contrastés pour encadrer les dynamiques de montée des concentrations
 - Transformation du cycle du carbone via les usages des sols
 - Insistance profils d'émissions sur les deux prochaines décennies
 - Liberté aux économistes de définir les différents scénarios de développement pouvant correspondre à chacun des ces profils