



CENTRE
INTERNATIONAL
DE RECHERCHE
SUR L'ENVIRONNEMENT
ET LE DÉVELOPPEMENT

PRICAPE

Vers une plate-forme de modélisation prospective
Energie/Environnement/Développement

Jean-Charles Hourcade (CIRED), Patrick Criqui (LEPII), Frédéric Gherzi (CIRED), Patrice Dumas (CIRED)

UN PROJET SUR LES CONDITIONS DE LA MODELISATION PROSPECTIVE

- Deux équipes engagées de longue date dans la modélisation prospective
 - Le CIRED (UMR – CNRS – ENPC – EHESS – Agroparistech)
 - Le Lepii (UMR – CNRS – Université de Grenoble)
- Pour fixer les conditions méthodologiques d'une modélisation « hybride » sous-tendant un dialogue ingénieurs-économistes
- L'enjeu: étudier les conditions de viabilité des « paris technologiques »

Le passé de la prospective en traits caricaturaux ... autour de la question 'prédiction'/'optimisation'

- **1950-1970 – l'ambition de la prédiction
et le paradigme de l'optimisation**
- **1973-1985 – échecs des prédictions économiques
et succès des modèles d'ingénieurs**
- **1985-1995 – la 'revanche' inachevée des modèles économiques,
questions de bouclage et de rationalité**
- **1995-2005 – une 'sage' division du travail ?**
- **2005->... – vers des modèles hybrides?**

Premier enjeu intellectuel: ne raisonner ni sur des économies implausibles, ni sur des « shadow » systèmes techniques

Quelles économies derrière des modèles « en équilibre partiel »?

- taille des marchés et localisation de la demande solvable?
- Compétitivité et localisation de la production
- Les coûts de la technologie A par rapport à la technologie B pour quel jeu de prix des facteurs de production, avec quel « capital humain», pour quelle échelle de production etc
- Où est l'épargne? Où va-t-elle ?
- Les risques d'investissements assumés par qui? dans quel mode de management industriel? de régulation publique des réseaux électriques et gaziers ? de politique environnementale

Quels systèmes techniques derrière les équilibres économiques?

- Pessimisme des 'élasticités' économétrisées sur le passé'
- Versus trop grande flexibilité des « calibrages » en équilibre général (attention au lois de la thermodynamique!!!!)

Le jeu des 5 familles

Bottom-Up

Hybride

Top-Down

Edmonds Reilly

AIM
MiniCam
ASF
WEM
TIMER
IPAC
PETRO
POLES
LEAP

Simulation équilibre partiel

SGM
Imaclim-R

Equilibre général récursif

GREEN

EPPA
AMIGA
GEMINI-E3
WORLDSCAN
GTEM

EDGE
WIAGEM

E3MG

MARKAL

MESSAGE
GET
TEESE
LDNE
New Earth 21

Optimisation du système énergétique

Global 2100

MARKAL MACRO
MESSAGE MACRO
MERGE
CETA
DNE21
MARIA
GRAPE

DICE

RICE
RICE-FEEM
DEMETER
ENTICE(-BR)
Connecticut Model
COMBAT
Khana Chapman
MIND

Croissance optimale

Deuxième enjeu intellectuel: questions d'anticipations et de 'transparence' des marchés

Un « résumé pour décideurs » du Giec:

« **The most ambitious pathways [350-450 ppm CO₂] are possible** »

with a macroeconomic impact comprised between +0.5 and -3% of the GDP in 2030

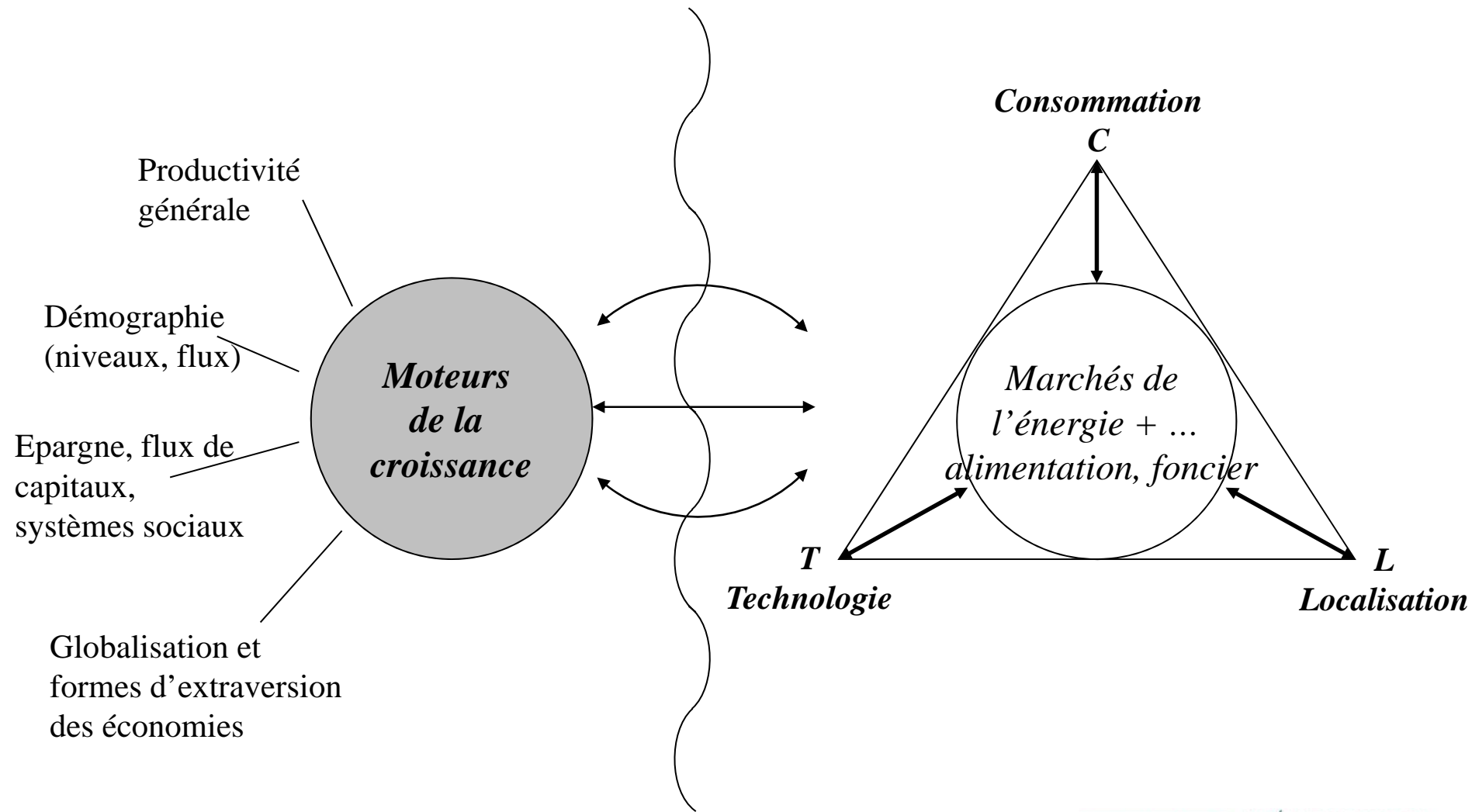
with technologies currently known and a uniform carbon price between 5 and 80 \$/tCO₂.

... accompagné d'un 'caveat' trop souvent négligé

« Most models use a global **least cost approach** to mitigation portfolios with universal emissions trading, assuming **transparent markets, no transaction cost**, and thus **perfect implementation** of mitigation measures throughout the 21st century. »
(AR4 WGIII SPM Box 3)

*Without forgetting a **widespread benevolence**
to compensate the losers during the transition period*

Ce que nous voudrions représenter



Vers des modèles comme outils du dialogue interdisciplinaire

Sciences
Politiques
Sociologie

'Récits' prospectifs, gouvernance et rationalités locales

Institutions économiques et politiques
Cultures et paramètres éthiques
Routines de comportements individuels et collectifs

Analyse
et
modélisation
économique

Modèles de croissance et interdépendances économiques

Epargne, flux de capitaux et de main d'œuvre, productivité, compétition industrielle et flux commerciaux

Prospective
Technologique

Dynamiques sectorielles et mutations technologiques

Innovation et diffusion des systèmes techniques
Dématérialisation de l'économie

Modélisation du cycle du
carbone

Flux d'émissions et perturbation des cycles naturels

Quantification des flux régionaux, observations et compréhension des processus, couplages modèles climatiques modèles d'économie

Modèles
Climatiques

Mécanismes climatiques, non-linéarités, régionalisation et extrêmes

Processus et transitions du système Terre, scénarios globaux de moyen et long terme, modèles régionaux et impacts

Les défis méthodologiques

- **Pour l'ingénieur, intégrer**
 - les **interdépendances** (effets d'équilibre général)
 - les différents types d'**incertitudes**

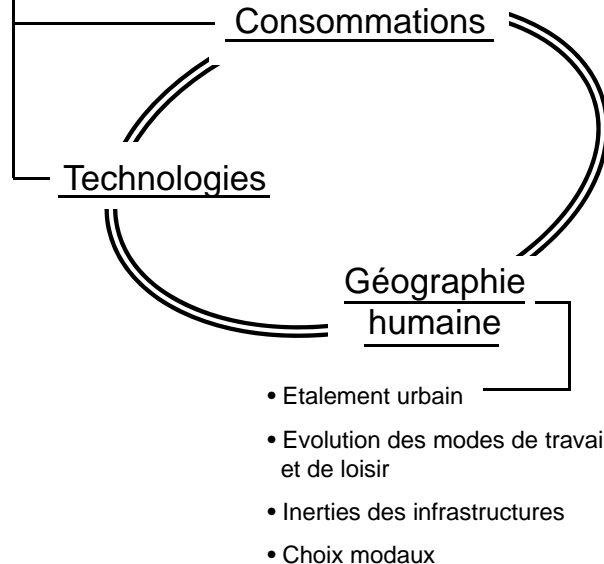
- **Pour l'économiste, travailler sur**
 - le '**substrat matériel**' des flux économiques
 - les **déséquilibres** dus aux frictions entre systèmes de temps caractéristiques différents
 - les **comportements réels**
au-delà de l'optimisation en anticipation parfaite

- **Pour tous, intégrer**
 - l'**inscription géographique** des mécanismes et les 'effets de système' qui en résultent
 - les **dynamiques intersectorielles**:
énergie, agriculture, habitat, transports

Développement d'un cadre prospectif intégré: l'exemple de l'hybridation Poles/Imaclim

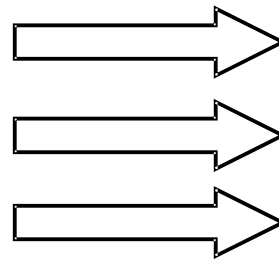
Modèle **POLES** (LEPII-EPE)

- Horizon 2050
- Monde en 38 zones
- 24 productions d'électricité
- 11 usages finaux de l'énergie
- Marchés mondiaux endogènes
- 6 gaz à effet de serre

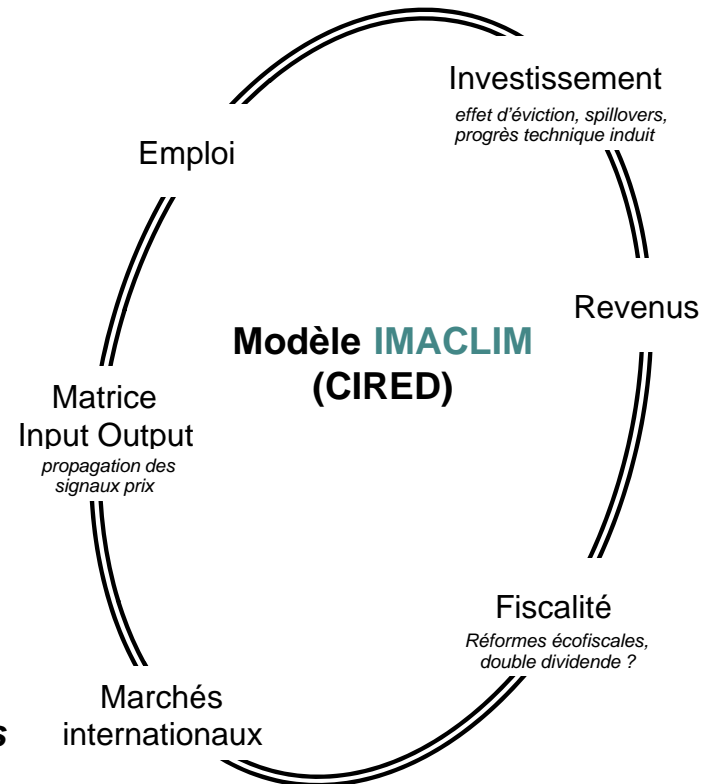


Prospective énergétique

**Mise en cohérence
quantités/prix**

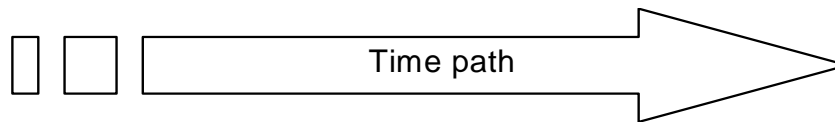


**Calibrage des
fonctions
comportementales**
(demandes de biens
et de facteurs)



Prospective macroéconomique

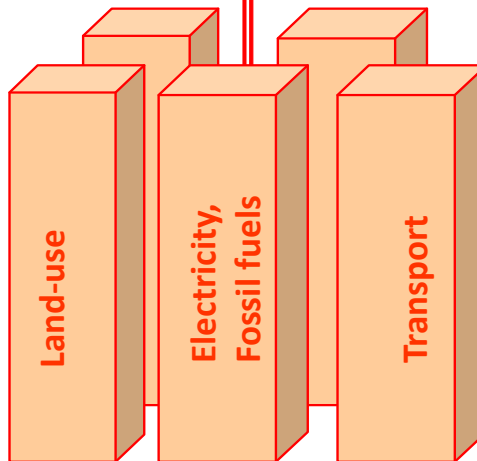
Un exemple de solution: une architecture récursive et modulaire et des relations dynamiques informées par une expertise d'ingénieur



Static Equilibrium t

Static equilibrium $t+1$

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



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

Price-signals, rate of return
Physical flows

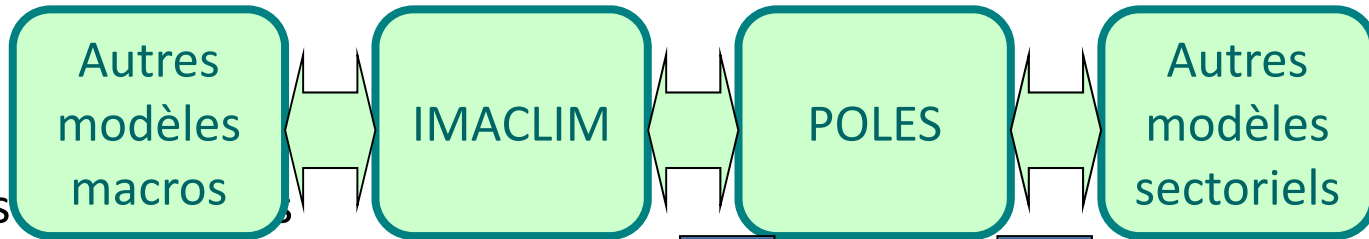
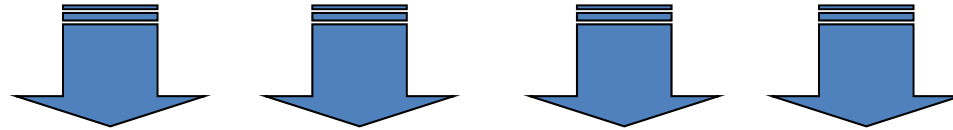
Moving the production frontier, back to a
'putty' world

Une proposition de plate-forme de modélisation intégrée dans le cadre de ANCRE ... un leadership 'naturel' du CNRS

1. Bases de données



2. Modèles



3. Bases

