

L'objectif de 2°C et sa déclinaison régionale au prisme de Modèles Technico-Economiques

N. Maïzi, S. Selosse et E. Assoumou



CMA, MINES ParisTech, PSL

Chaire Modélisation prospective au service du développement durable

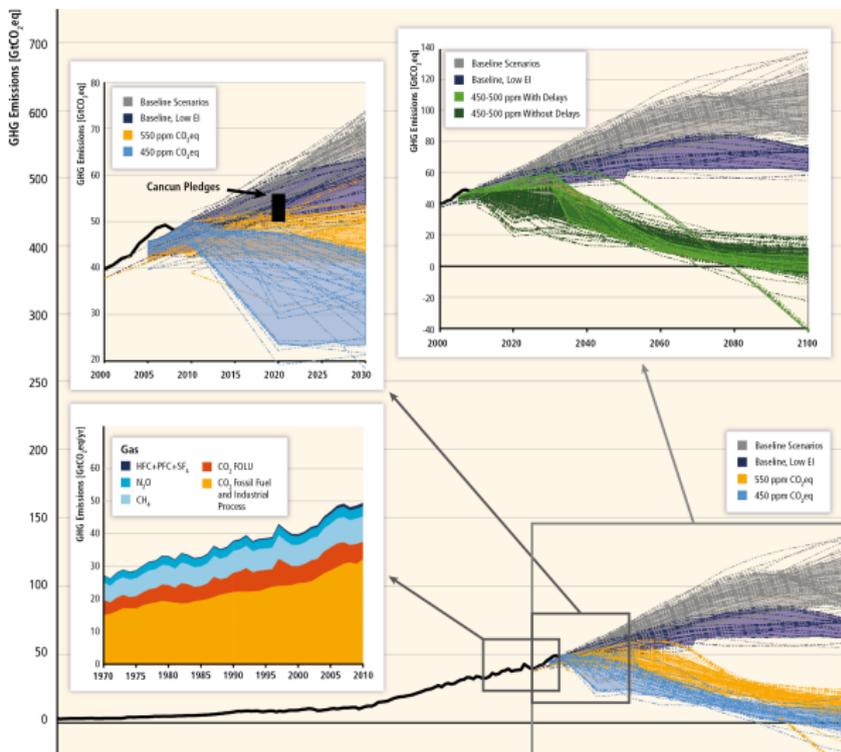


6ème Journée de la Chaire :

COP 21 et les négociations Climat au prisme des modèles de prospective

Ce que nous dit le dernier rapport du GIEC

AR5 WGIII Introductory Chapter p135 : The scale of the mitigation effort needed.



[..] l'approbation du résumé pour décideurs [...] exprime une gamme d'intérêts nationaux divergents (Aykut/Dahan 2014) :

- les pays de l'AOSIS plaident pour l'introduction d'une rhétorique du risque
- les pays producteurs de pétrole plaident pour la mention répétée des incertitudes scientifiques et des autres GES que le CO₂
- les pays en développement veulent mentionner le poids des émissions passées
- les pays du Nord insistent sur les émissions futures
- ...

"There are multiple scenarios with a range of technological and behavioral options, with different characteristics and implications for sustainable development, that are consistent with different levels of mitigation. For this assessment, about 900 mitigation scenarios have been collected in a database based on published integrated models."

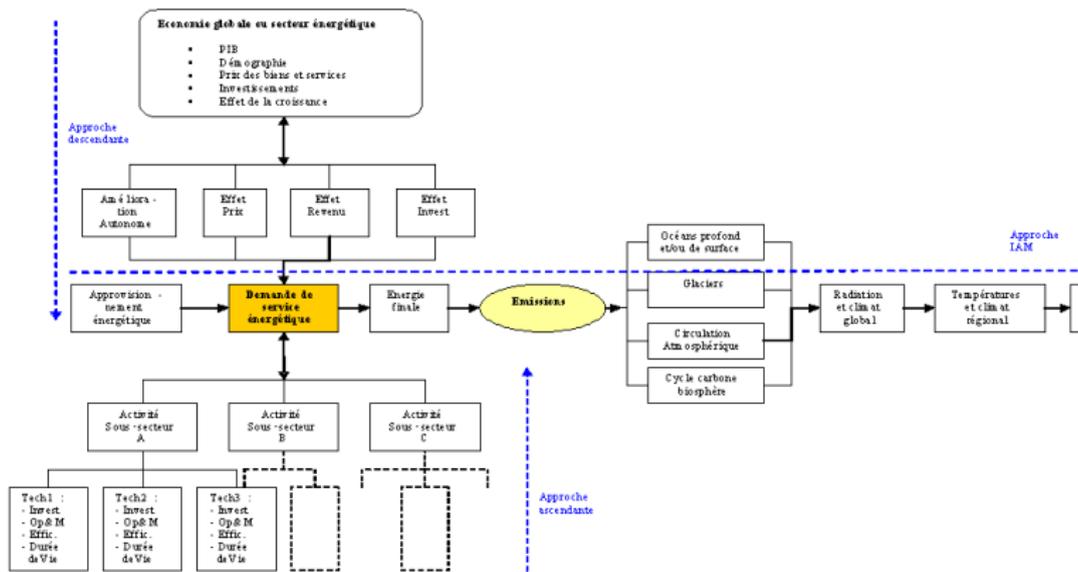
(IPCC, 2014: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.)

- 1 urgence et incertitude : 900 scénarios qui gomme la catastrophe
- 2 vision globale pour réalités locales : méthane des rizières et le CO₂ de nos transports

☞ d'où la nécessité d'ouvrir les boîtes noires

900 scénarios qui devraient se lire

☞ selon la prédominance économique, technologique ou climatique des modèles/approches qui les ont générés



Source AIE et Parson & Fisher-Vanden & Assoumou (2005)

Ouvrir la "black-box" et aller plus loin

Choisir une prédominance **technologique** :

☛ **TIMES** (The Integrated MarkAI (market allocation)-EFOM System)

- 1 modèle **ouvert**
- 2 développé dans le cadre de l'**ETSAP** :
Energy Technology Systems Analysis Programme de l'AIE (depuis 1980)
- 3 représentation technologique très **détaillée**
tant pour les technologies existantes que pour les technologies du futur

- Comprendre et Maitriser le modèle ;
- Intégrer ses limites (la béquille) ;
- Chercher à le raffiner en réconciliant les échelles de la complexité (spatiales P. Hugues, S. Postic, temporelles, sociétales F. Briens).

Compétitions, substitutions et cohérences préservées

lorsque l'on parle d'énergie

TIAM-FR

Un modèle technologique d'optimisation linéaire, ouvert, développé dans le cadre de l'ETSAP (AIE)

- piloté par la demande
- sur un horizon certain : moyen ou long terme (50/100 ans)
- dont l'objectif est la minimisation du coût total actualisé du système énergétique

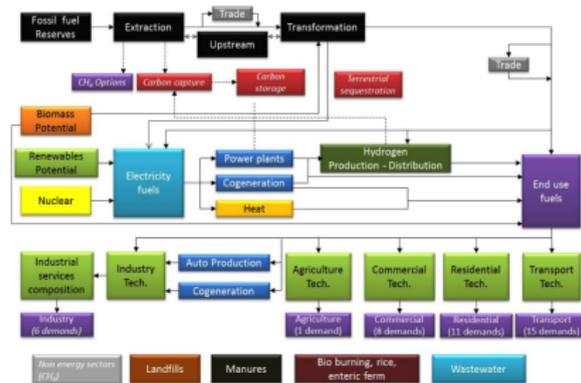
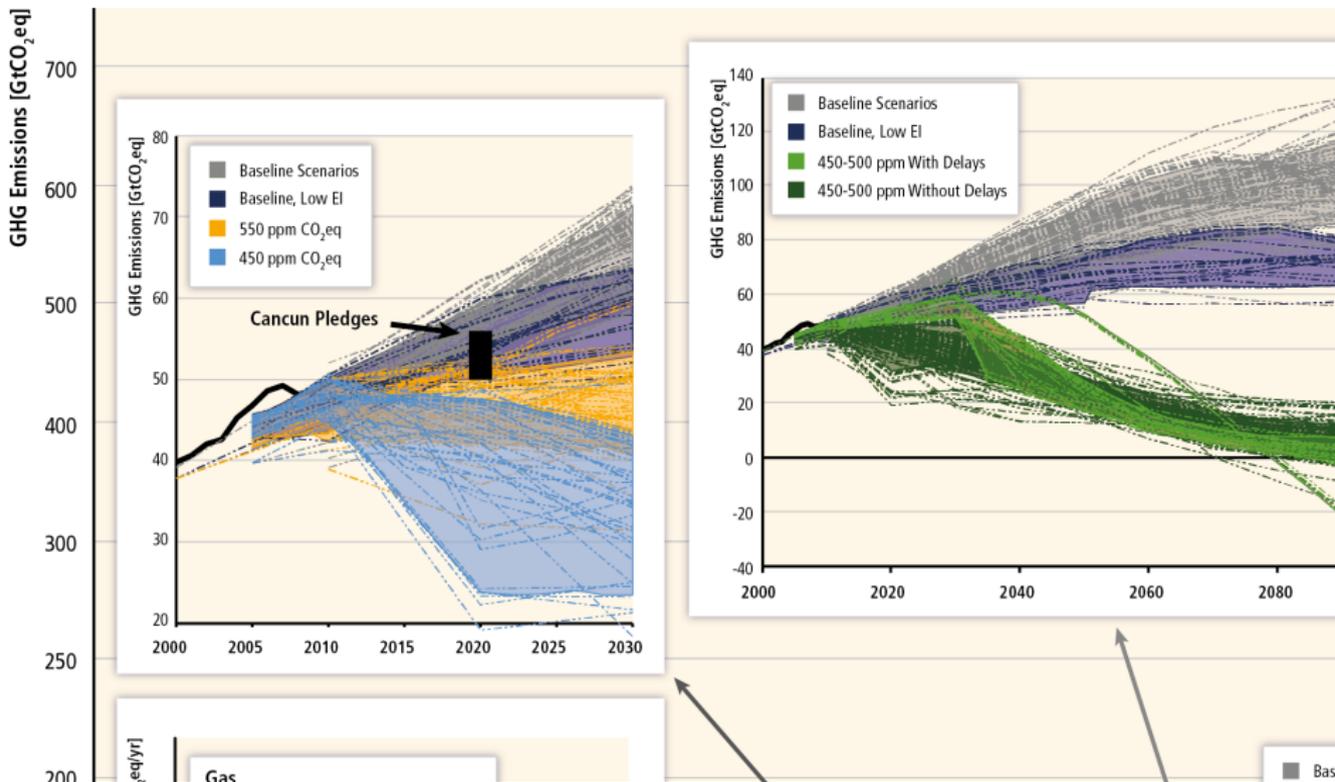


Figure : système énergétique de référence de TIAM-FR

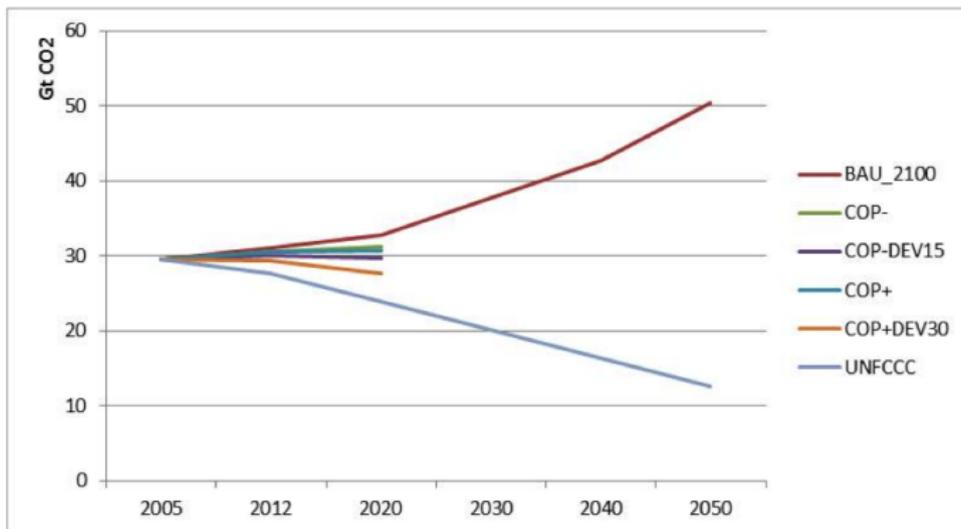
Décrypter au delà du dernier rapport du GIEC



Regional Post-Copenhagen pledges scenario by 2020

Trajectoires d'émission de CO₂ du secteur énergétique à 2050 : le BAU, et la contrainte climatique UNFCCC (division par 2 à 2050)

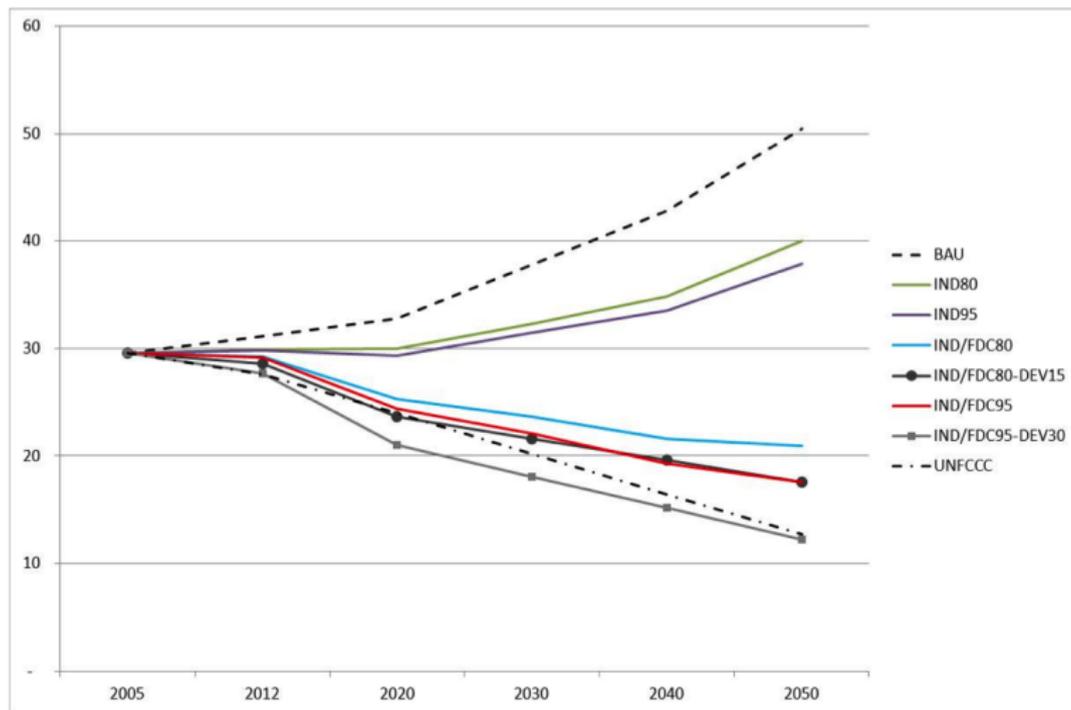
Trajectoires d'émission de CO₂ du secteur énergétique à 2020 : reflètent les niveaux d'engagement de l'accord de Copenhague, variations dans une fourchette COP-, COP, COP+ et avec adhésion éventuelle DEV15, DEV30 des pays non engagés (pays en développement)



[S. Selosse, E. Assoumou, N. Maïzi, V. Mazauric, Post-Kyoto policy implications on the energy system: A TIAM-FR long-term planning exercise, XXI^e World Energy Congress, Montreal, Canada, September 12-16, 2010]

Quels prolongements potentiels à 2050

Sandrine Selosse avec TIAM-FR



Les engagements sont déclinés par groupes de pays

3 groupes de pays : IC, FDC, DC

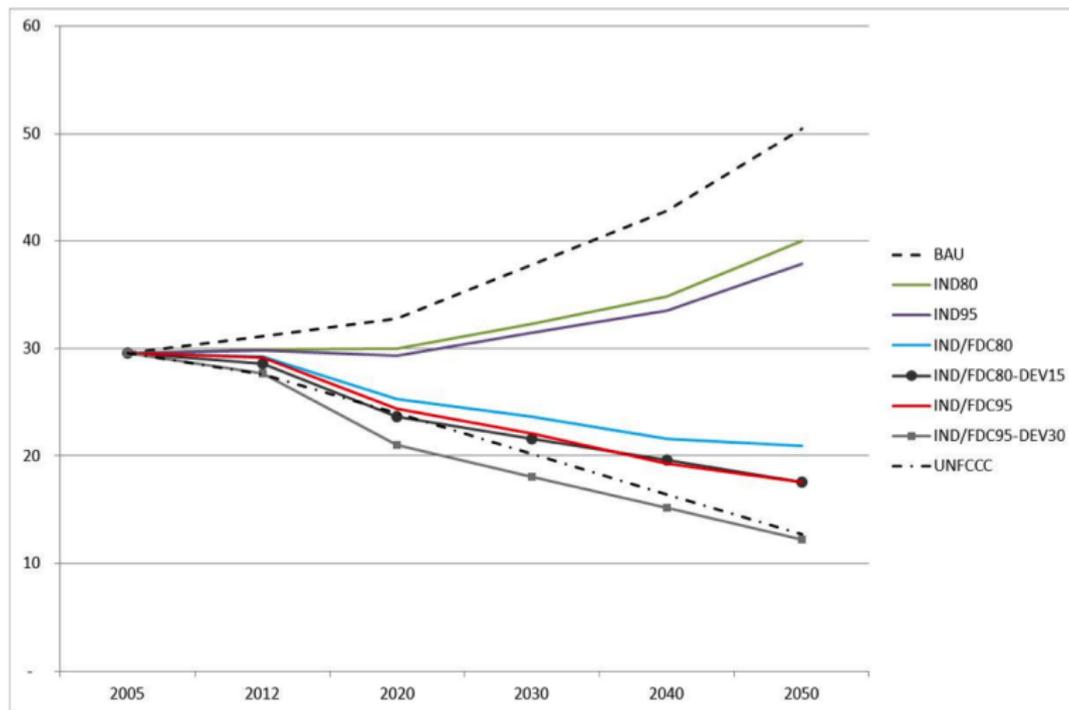
- 1 IC = AUS, CAN, WEU-EEU, JPN, USA (Australie-Nouvelle Zélande, Canada, Europe (est + ouest), Japon, USA)
- 2 FDC = IND + CHI (Chine et Inde)
- 3 DC = AFR, CSA, FSU, MEA, MEX, ODA, SKO (Afrique, Amérique Latine, ex-Urss, Moyen-orient, Mexique, autres pays en développement asiatiques, Corée du sud)

Les engagements contraignants impliquent successivement

- IC : 80% puis 90% de réduction à 2050 par rapport au niveau de 2000
- IC + FDC : 80% puis 90% de réduction à 2050 par rapport au niveau de 2000
- IC + FDC + DV : les pledges pour le groupe DV sont évalués par rapport au niveau atteint par le BAU en 2050 : 15% puis 30%

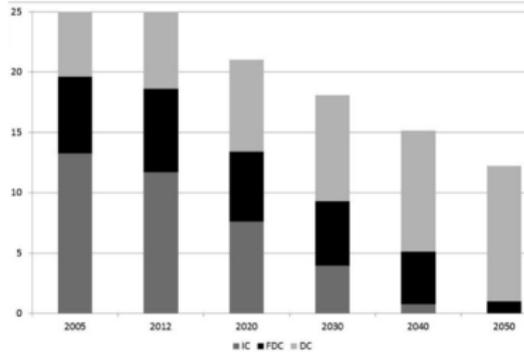
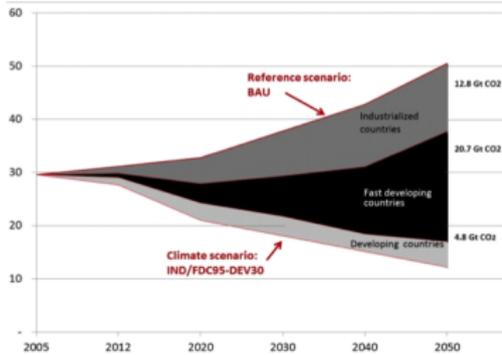
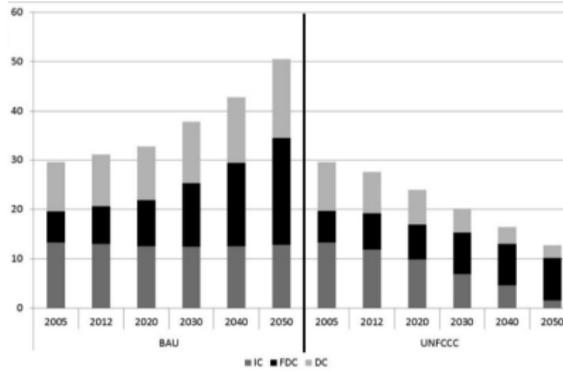
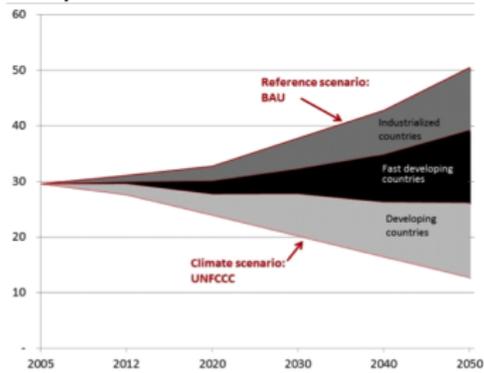
Plusieurs options pour atteindre le 2°C : pledges ou target

Sandrine Selosse avec TIAM-FR



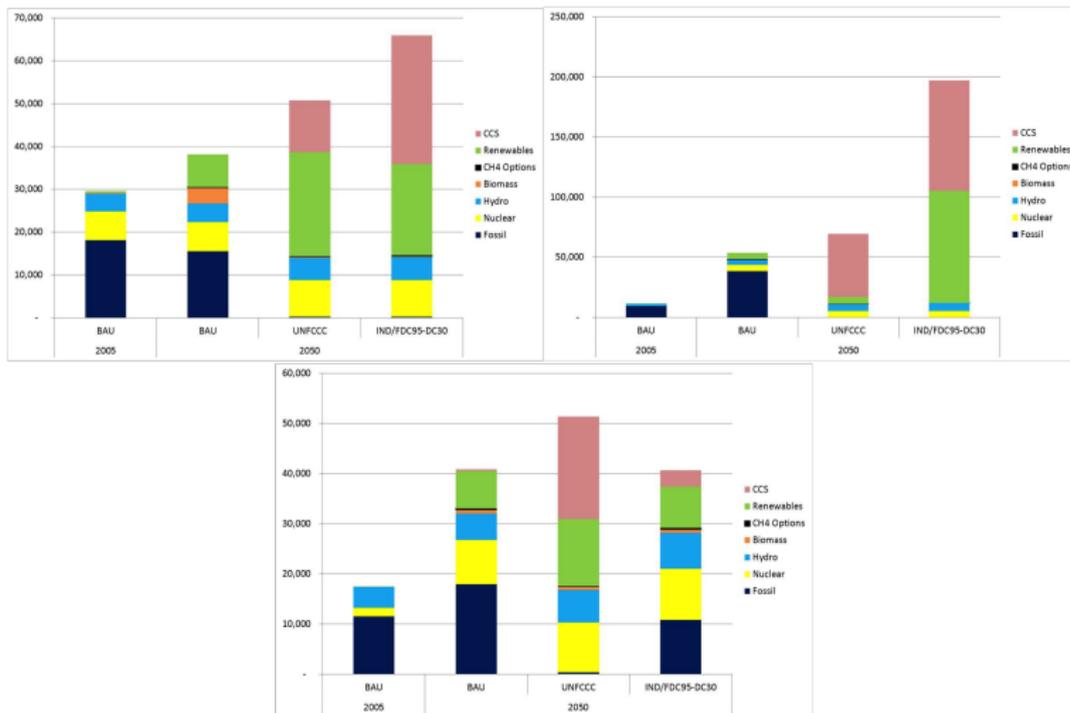
Pledges ou Target : Conséquences régionales

pour les PVD : en haut diminution de 84% en bas 30% Sandrine Selosse avec TIAM-FR



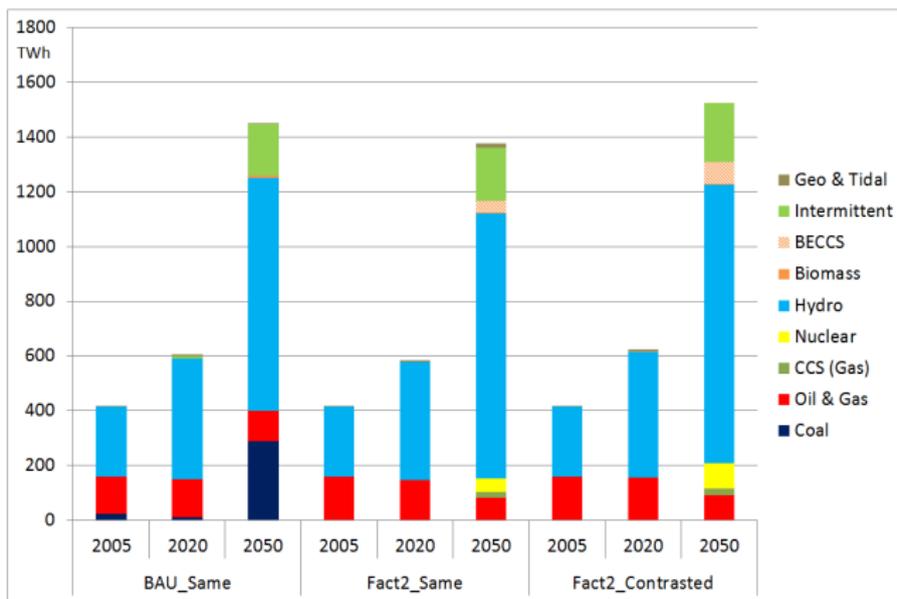
Réalisme des options technologiques régionales

Vision régionale du mix électrique de gauche à droite IC et FDC, en bas DC



[S. Selse, O. Ricci, Achieving negative emissions in the power sector: New insights from the TIAM-FR model]

Accès à l'électricité en Afrique sub-saharienne



Niveaux contrastés d'évolution du système électrique suivant l'accès à l'électricité

[A long-term analysis of access to electricity in Africa in a climate context, Side event European Pavilion "The challenges of applying intelligent solutions in the energy and climate revolution", UNFCCC-COP 19, Warsaw, Poland, November 12, 2013]

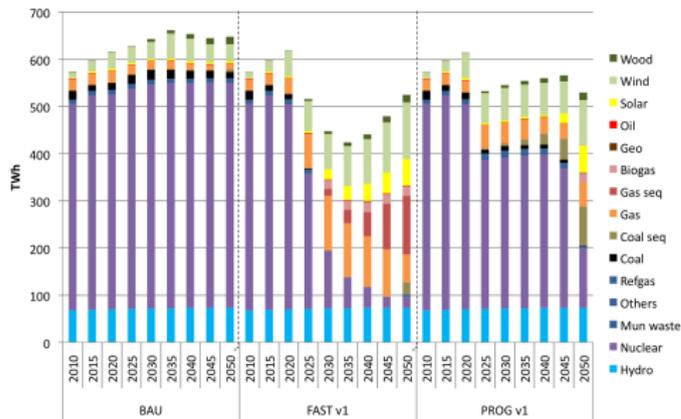
Mix électrique : Réconcilier les échelles de temps

Thèse M. Drouineau

[N. Maïzi, V. Mazauric, M. Drouineau, S. Bouckaert, Brevet Schneider Electric FR 11 661087, 2010]

[M. Drouineau, V. Mazauric, N. Maïzi, Impacts of intermittent sources on the quality of power supply: The key role of reliability indicators, Applied Energy 2014]

[N. Maïzi, E. Assoumou, Future prospects for nuclear power in France, Applied Energy (2014), pp. 849-859]



☞ Quid de la pertinence et la plausibilité des mix de production électrique évalués via les exercices de prospective long terme

Production électrique taxe et contrainte en volume



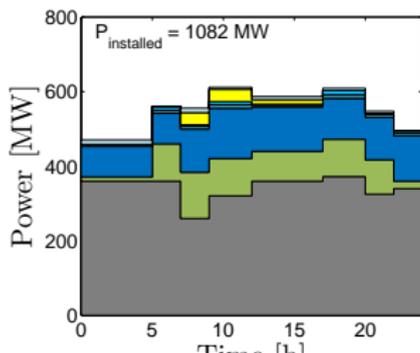
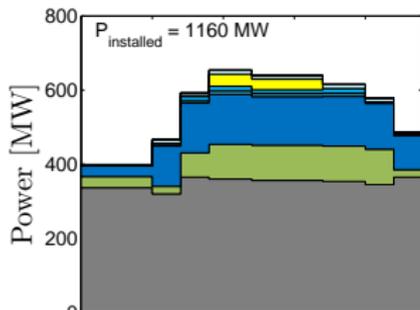
Figure : L'Europe pendant le blackout de l'Italie (28 Sept. 2003). Source: RTE.

Impact des Smart Grids

Thèse S. Bouckaert

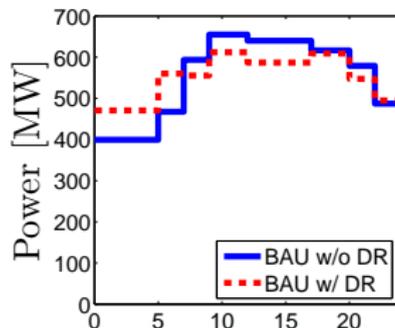
[S. Bouckaert, V. Mazauric, E. Assoumou, N. Maïzi. Smart grid and reliability of power supply: Demand response impact on future power mixes. 2013 ISBN 978-1-4673-5667-1]

Questionner l'apport de combinaisons: Demand response, stockage, EE pour le long terme



Dynamique et Smart Grids

- des gains en capacité installée long terme
- gestion de la demande et "unit commitment" court terme



Transition des secteurs d'usage traditionnels du gaz

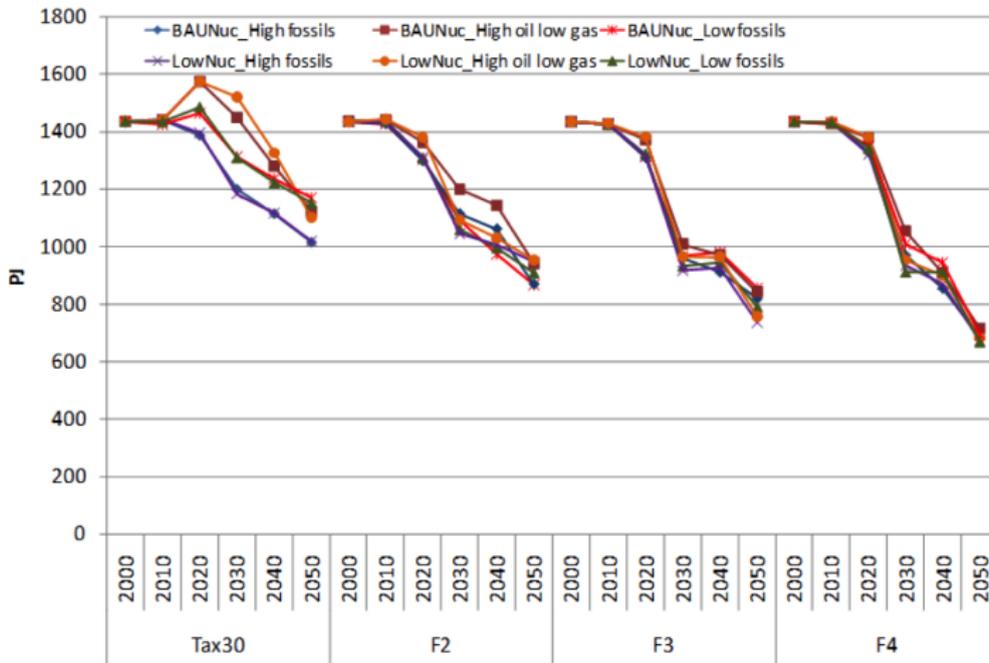
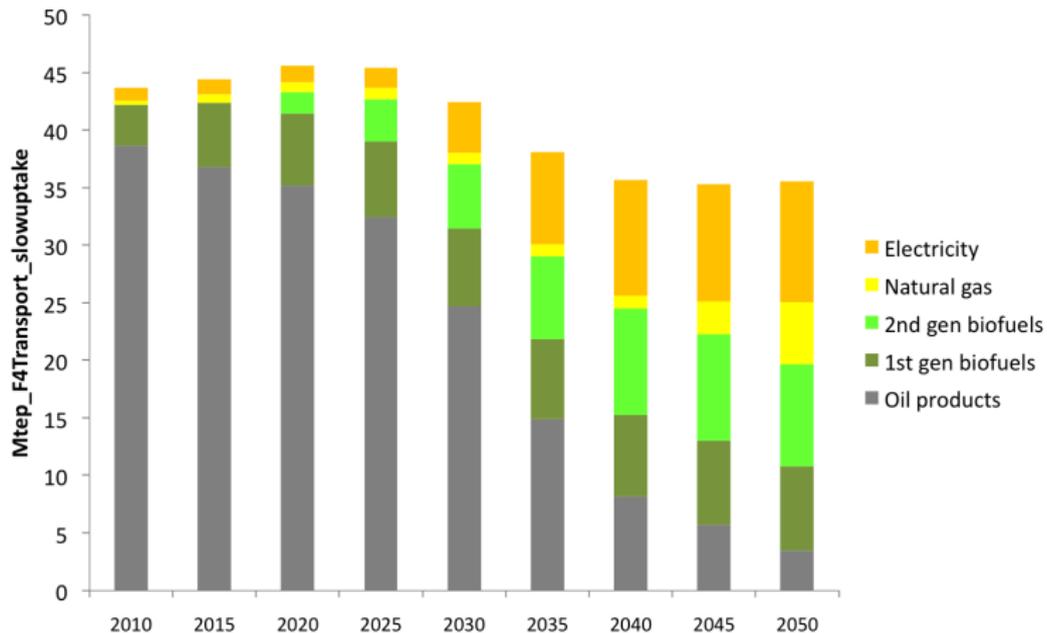


Figure : Evolution de la consommation de gaz : résidentiel et industrie

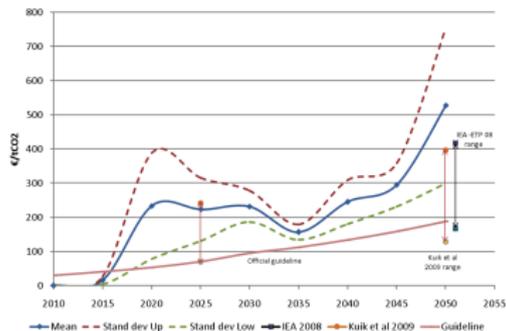
Substitution du gaz dans le secteur des transports



Le Carbone et sa valeur

[E. Assoumou and N. Maïzi. Carbon value dynamics for France: a key driver to support mitigation pledges at country scale. Energy Policy, 39(7): 4325-4336. 2011]

[N. Maïzi, M. Bossy, O. Pourtallier, Carbon pricing in the european carbon market context ; an indifference pricing approach. Rapport de Recherches ADEME. N0805 C 0098., 2011.]



Valeurs du carbone évaluées avec TIMES-FR

Marché spot 2008-2011

Une valeur du carbone dans les questions liées au climat :

- quelle dynamique : de court terme ou de long terme
- approches différenciées : valeur d'indifférence, jeux, coût marginal

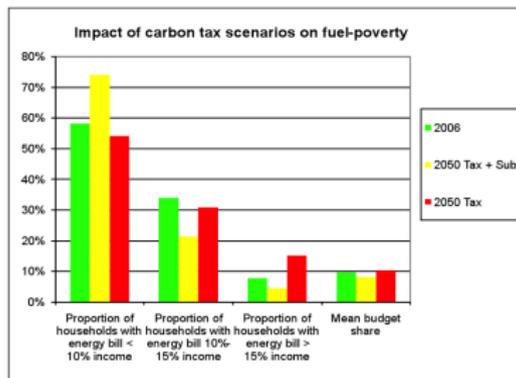
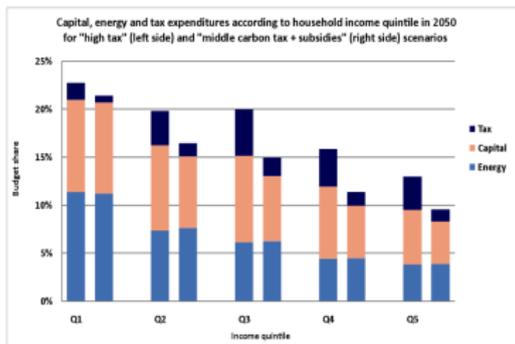
Comportement et Modes de vie

[J.-M. Cayla, C. Marchand, and N. Maïzi. The role of income in energy consumption behaviour : Evidence from french households data. Energy Policy, 39(12) :7874-7883, 2011.]

[J.-M. Cayla and N. Maïzi. Integrating behavior and heterogeneity into the TIMES-households model. Applied Energy (2015) vol. 139 pp 56-67.]

[T. Le Gallic, E. Assoumou, N. Maïzi, P. Strosser, Les exercices de prospective énergétique à l'épreuve des mutations des modes de vie, VertigO, 2015.]

Comprendre la consommation d'énergie des ménages



Households budget share dedicated to energy, capital and carbon tax according to their income for "high carbon tax" and "middle carbon tax + subsidies"

Impact of two policy tools on "fuel poverty"

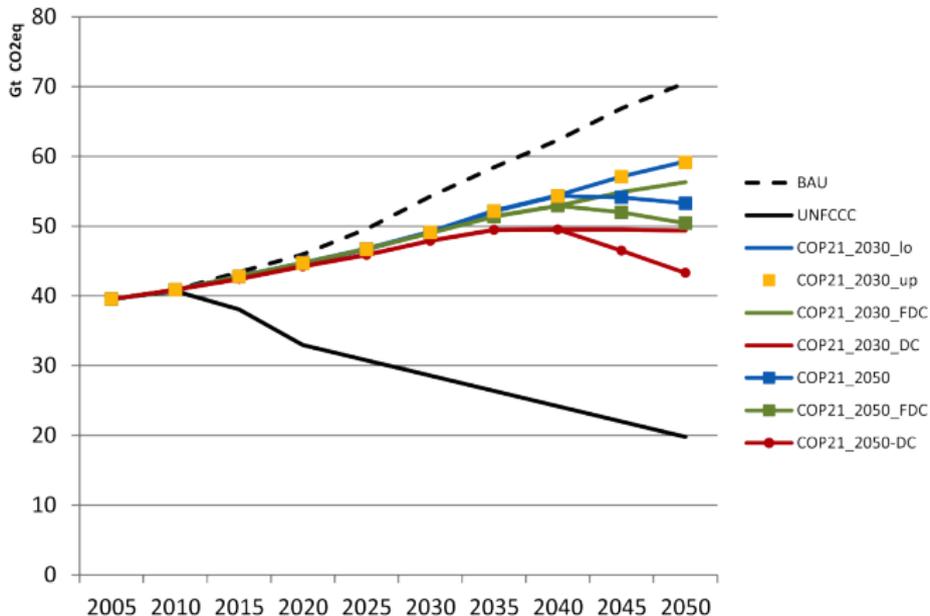
Après Lima, quid de l'objectif de 2°C ?

S. Selosse avec TIAM-FR, avec les premières annonces : Europe, USA et China et un peu plus ...

Scenarios	EUROPE	USA	CHINA	Other
COP21_2030_lo	40% by 2030 Peak 2030	26% by 2025 Peak 2025	Peak 2030	No
COP21_2030_up	40% by 2030 Peak 2030	28% by 2025 Peak 2025	Peak 2030	No
COP21_2030_FDC	40% by 2030 Peak 2030	28% by 2025 Peak 2025	Peak 2030	Peak 2030 in India
COP21_2030_DC	40% by 2030 Peak 2030	28% by 2025 Peak 2025	Peak 2030	Peak 2030 in developing countries
COP21_2050	40% by 2030 80% by 2050	28% by 2025 80% by 2050	Peak 2030	No
COP21_2050_FDC	40% by 2030 80% by 2050	28% by 2025 80% by 2050	Peak 2030	Peak 2030 in India
COP21_2050_DC	40% by 2030 80% by 2050	28% by 2025 80% by 2050	Peak 2030	Peak 2030 in developing countries

Si les engagements allaient au delà

Impact sur les trajectoires des émissions de CO₂ du système énergétique :



Alors, attendre de la COP21 d'autres éléments de succès ?