

INNOVATION VERTE ET CROISSANCE DURABLE

Introduction

- Dans les années 1970, prise de conscience sur l'épuisement des ressources naturelles
- Vingt ans plus tard, prise de conscience de la gravité du réchauffement climatique
- Sommes nous condamnés à la décroissance?
- Ou bien est-il possible de concilier croissance et lutte contre le réchauffement climatique?

Depasser Malthus?

- Pourquoi serions nous condamnés à la décroissance ?
- Voici un plaidoyer possible

Depasser Malthus?

- Considerons une economie dont la croissance repose entierement sur l'accumulation de capital....
- et dans laquelle la production de biens de consommation necessite a la fois du capital et l'extraction de ressources naturelles

Depasser Malthus?

- L'accumulation de capital resulte de l'épargne et l'épargne represente une fraction de la production finale, le reste etant consommé

Depasser Malthus?

- « Theoreme »: Une telle economie est condamnée a stagner dans le long terme

Depasser Malthus?

- Preuve par l'absurde:
- Supposons que l'économie continue à croître indéfiniment à un taux supérieur à $x\%$ ou x est un nombre strictement positif;
- Cela signifie que la production de biens de consommation ne tend pas vers zéro au cours du temps

Depasser Malthus?

- Pour cela il faut maintenir l'extraction de ressources naturelles au dessus d'un certain niveau en permanence
- Par consequent le stock de ressources naturelles va s'épuiser au bout d'un certain temps
- Mais une fois que ce stock est epuise, la production de bienn final tombe a zero, ce qui contredit notre hypothese d'une production finale qui croit indefiniment

Depasser Malthus?

- Le seul taux de croissance de long terme d'une telle économie est donc le taux zéro!
- La seule façon de prolonger la durée de vie d'une telle économie, c'est de ralentir la croissance ce qui permet d'économiser les ressources naturelles, donc d'extraire ces ressources pendant une période plus longue.

Depasser Malthus?

- Comment s'extraire de cette logique Malthusienne?
- Par l'innovation!

Depasser Malthus?

- Seule l'innovation permet de reculer les frontieres du possible
- Seule l'innovation rend possible une croissance durable de notre qualite de vie en utilisant de moins en moins de ressources naturelles et en emettant de moins en moins de CO2

Depasser Malthus?

- La destruction creatrice permet non seulement de remplacer une technologie polluante par une technologie propre, mais également de changer de mode de production
- Elle permet de changer notre mix énergétique vers des technologies plus vertes
- Question: les entreprises choisissent-elles spontanément l'innovation verte?

Plan du cours

- Partie 1: Introduction
- Partie 2: L'effet de dependance au sentier
- Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?
- Partie 4: Penser la transition energetique
- Partie 5: Le role de la societe civile
- Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

PLAN DU COURS

Partie 1: Introduction

Partie 2: L'effet de dependance au sentier

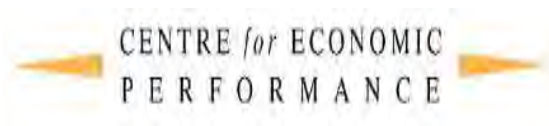
Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?

Partie 4: Penser la transition energetique

Partie 5: Le role de la societe civile

Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

PARTIE 2 : *PATH* *DEPENDENCE* ET INNOVATION PROPRE CONTRE INNOVATION SALE



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

QUESTIONS

- Quelle est l'importance du *lock-in*, de la ***path dependence*** sur les **technologies propres et sales** ?
- (Comment) les firmes répondent-elles aux politiques en modifiant la “direction” de leur innovation ?
- Étude de cas : la **marché de l'automobile**
 - Distinction par l'OCDE entre les brevets dans l'énergie sale (moteur à combustion interne) et dans l'énergie propre (véhicules électriques)
 - Possibilité de substitution entre les deux types de moteurs
 - Transports responsables à hauteur d'environ 25% des émissions de CO₂

LITTERATURE

- **Popp (2002, AER)**
 - Données de brevets américaines (1970-1994)
 - Effet positif des prix de l'énergie sur les innovations concernant les économies d'énergie (Focus sur les technologies génératrices d'énergie)
 - Données macroéconomiques
- **Newell, Jaffe and Stavins (1999, QJE)**
 - Étude de l'air conditionné après la hausse des prix de l'énergie



MODÈLE ÉCONOMÉTRIQUE

Nombre de brevets *triadiques* (EPO, JPO, USPTO)
propres par l'entreprise i à l'année t

Externalités propres (C) et sales (D)

$$PAT_{CLEAN,it} = \exp(\beta_{C,P} \ln FP_{it} + \beta_{C,1} \ln SPILL_{C,it} + \beta_{C,2} \ln SPILL_{D,it}$$

$$+ \beta_{C,3} \ln K_{C,it} + \beta_{C,4} \ln K_{D,it}$$

$$+ \beta_{C,w} w_{it} + \ln \eta_{C,i} + T_{C,t}) + u_{C,it}$$

Lag des innovations
de la firme

Contrôles (PIB,
PIB/tête,
Etc.)

Effet de la firme

Indicatrice
temporelle

Erreur



COLLÈGE
DE FRANCE
—1530—

THEORY

ECONOMETRICS

DATA

RESULTS

SIMULATIONS



**COLLÈGE
DE FRANCE**
—1530—

DONNÉES

- Données de brevets internationaux (Patstat)
 - Ensemble des brevets déposés dans 80 pays du monde depuis 1965
- Identification des brevets se rapportant à des technologies *propres* et *sales* dans l'industrie automobile
- Identification des firmes concernées



INTERNATIONAL PATENT CLASSES (IPC)

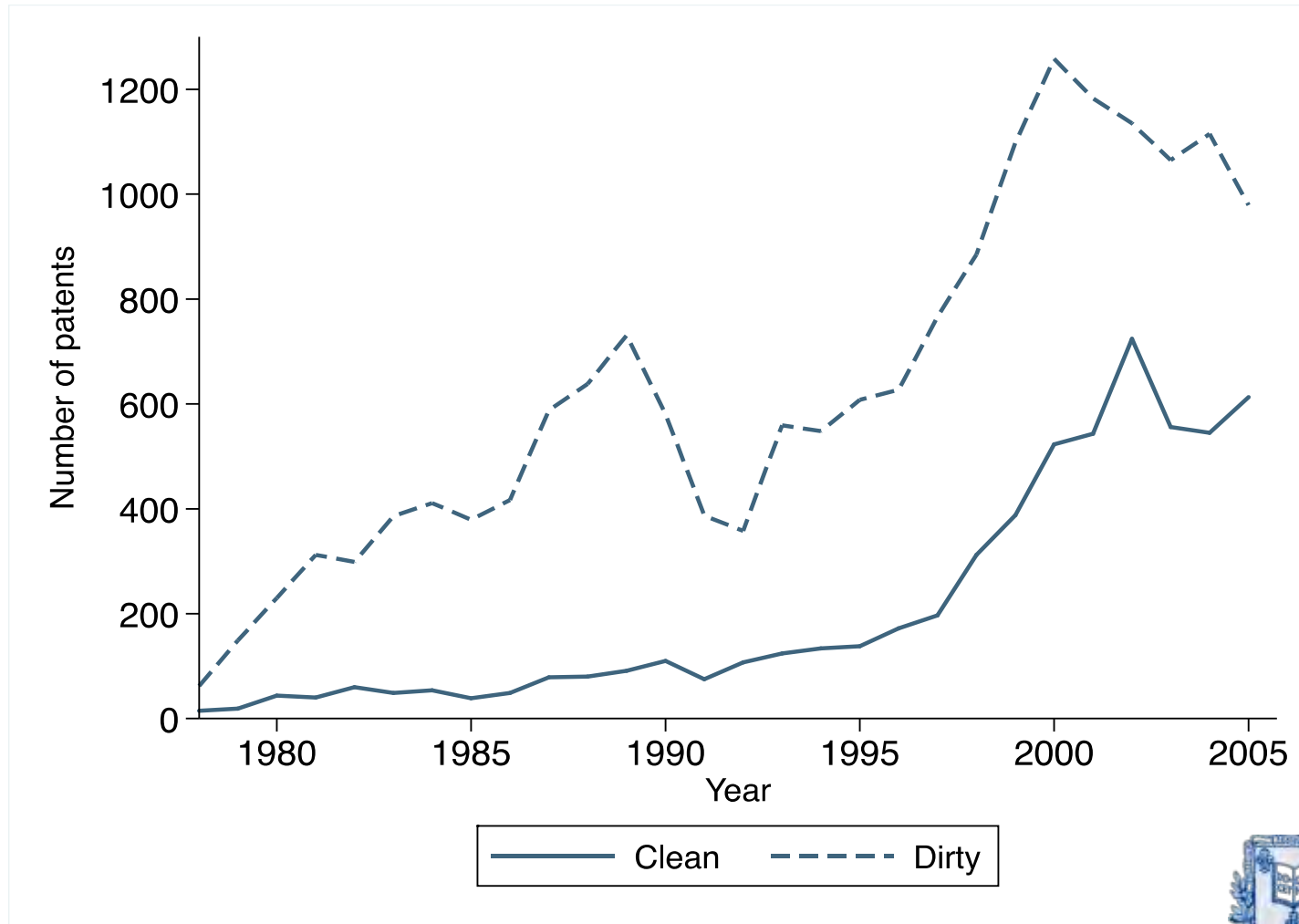
	Description	IPC code	
Electric vehicles	Electric propulsion with power supplied within the vehicle Electric devices on electrically-propelled vehicles for safety purposes; Monitoring operating variables, e.g. speed, deceleration, power consumption Methods, circuits, or devices for controlling the traction- motor speed of electrically-propelled vehicles Arrangement or mounting of electrical propulsion units Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function / including control of electric propulsion units, e.g. motors or generators / including control of energy storage means / for electrical energy e.g. batteries or capacitors	B60L 11 B60L 3 B60L 15 B60K 1 B60W 10/08, 24, 26	“Propres”
Hybrid vehicles	Arrangement or mounting of plural diverse prime-movers for mutual or common propulsion, e.g. hybrid propulsion systems comprising electric motors and internal combustion engines Control systems specially adapted for hybrid vehicles, i.e. vehicles having two or more prime movers of more than one type, e.g. electrical and internal combustion motors, all used for propulsion of the vehicle Regenerative braking Dynamic electric regenerative braking Braking by supplying regenerated power to the prime mover of vehicles comprising engine -driven generators	B60K 6 B60W 20 B60L 7/1 B60L 7/20	
Fuel cells	Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function; including control of fuel cells Electric propulsion with power supplied within the vehicle - using power supplied from primary cells, secondary cells, or fuel cells Fuel cells; Manufacture thereof	B60W 10/28 B60L 11/18 H01M 8	
Combustion engines	Combustion engines	F02 (excl. C/G/ K)	“Sales”

DONNÉES

- On se limite aux brevets *triadiques*, c'est-à-dire déposés dans les 3 offices principaux (EPO, JPO, USPTO)
- Période 1978-2005 :
 - 18 652 brevets dans des technologies « sales » (moteur à combustion)
 - 6 419 brevets dans des technologies « propres » (électrique, hybride, etc.)
 - 3 423 différents dépositaires de brevets (2 427 firmes et 996 individus)



BREVETS TRIADIQUES PROPRES ET SALES PAR ANNÉE

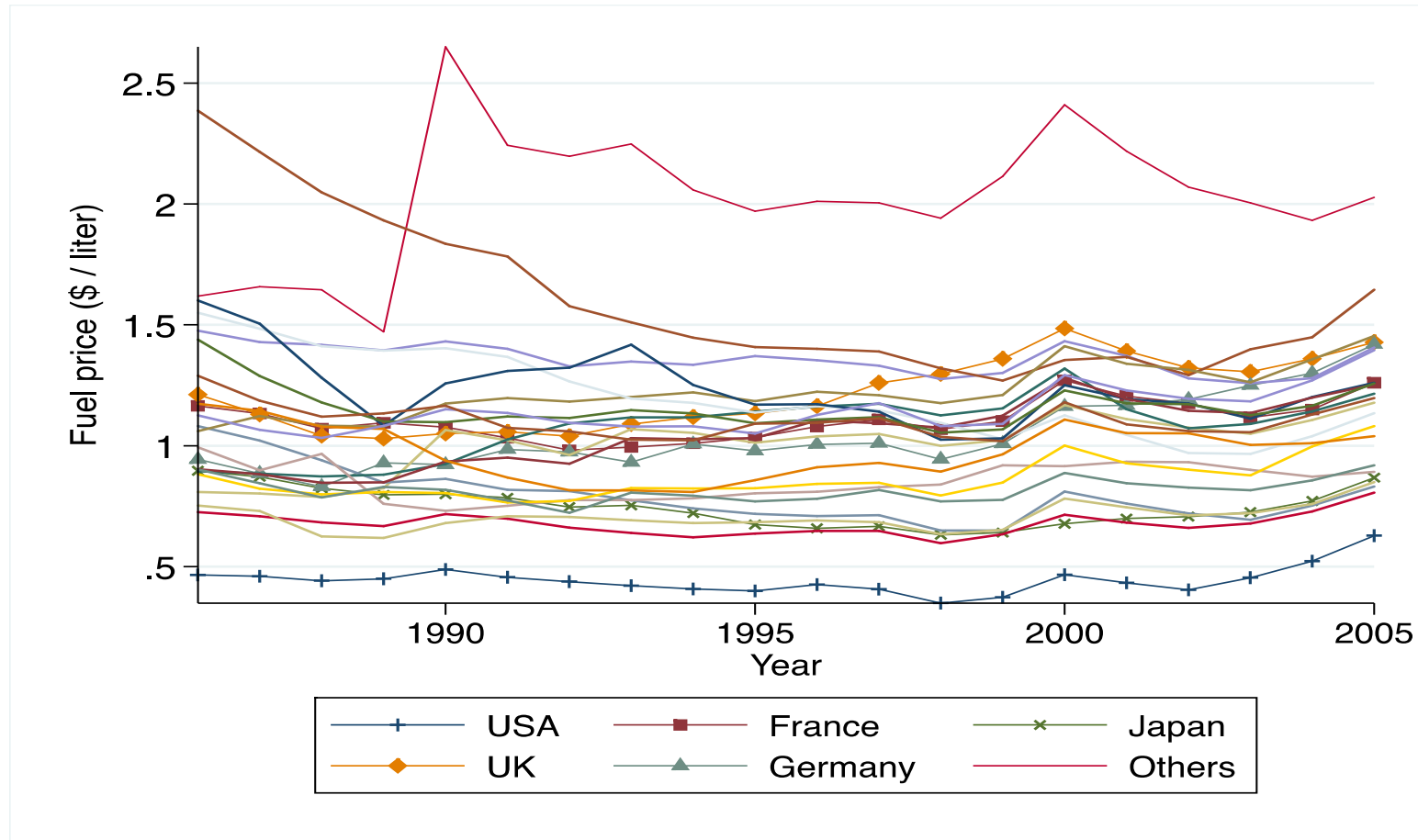


VARIABLES POLITIQUES : PRIX DU CARBURANT & TAXES

- Le prix du carburant varie selon le pays et le temps (surtout à cause des différents systèmes fiscaux)
- Les firmes sont susceptibles d'être affectées différemment par les prix du carburant selon les différences de parts de marché (espérées) entre les pays
 - Idée : pondérer les prix du carburant dans les différents pays par les parts de marché espérées par la firme dans ces pays
 - Utiliser l'information sur le pays de dépôt de brevet
 - Comparer avec les ventes par pays



ÉVOLUTION DES PRIX DU CARBURANT



Source: International Energy Agency, 25 countries



COLLÈGE
DE FRANCE
—1530—

Corrélation raisonnable (0,95) entre les parts de marché géographiques et les dépôts de brevets dans les différents pays chez Ford

1992-2002	Car Sales shares	Patent Weights
US	0.59	0.59
Canada	0.04	0.01
Mexico	0.02	0.00
UK	0.08	0.08
Germany	0.06	0.15
Italy	0.03	0.03
Spain	0.02	0.02
France	0.02	0.04
Australia	0.02	0.00
Japan	0.01	0.05

Source: Annual Company Accounts

Corrélation raisonnable (0,95) entre les parts de marché géographiques et les dépôts de brevets chez les vendeurs principaux

		Car Sales shares	Patent Weights
Toyota	2003-2005		
	Japan	0.43	0.42
	North America	0.40	0.34
	Europe	0.17	0.23
VW	2002-2005		
	Germany	0.35	0.57
	UK	0.13	0.08
	Spain	0.11	0.03
	Italy	0.09	0.05
	France	0.09	0.09
	US	0.13	0.15
	Mexico	0.05	0.00
	Canada	0.04	0.00
	Japan	0.02	0.02
Ford	1992-2002		
	US	0.66	0.61
	Canada	0.04	0.01
	Mexico	0.02	0.00
	UK	0.09	0.08
	Germany	0.07	0.15
	Italy	0.03	0.03
	Spain	0.02	0.02
	France	0.02	0.04
	Australia	0.02	0.00
	Japan	0.01	0.05
Peugeot	2001-2005		
	Western Europe	0.82	0.83
	Americas	0.04	0.13
	Asia-Pacific	0.13	0.04
Honda	2004-2005		
	Japan	0.28	0.31
	North America	0.62	0.48
	Europe	0.10	0.20

STOCK D'INNOVATION DE L'ENTREPRISE ET EXTERNALITÉS

- **Lag de stock d'innovation de l'entreprise**

- Griliches : *perpetual inventory formula*
- $z = \{propre, sale\}$

$$K_{zit} = PAT_{zit} + (1 - \delta)K_{zit-1}$$

- **Externalités**

- Le stock d'innovation propre (sale) du pays est l'agrégation au cours du temps des flux de brevets propres (sales) d'inventeurs situés dans le pays
- L'exposition de l'entreprise aux externalités est la moyenne du pays avec des pondérations selon l'endroit où les inventeurs de l'entreprise sont situés

$$\ln SPILL_{zit} = \sum_c w_{ic}^S SPILL_{zct}$$



THEORY

ECONOMETRICS

DATA

RESULTS

SIMULATIONS



**COLLÈGE
DE FRANCE**
—1530—

TABLE 3 : PRINCIPAUX RÉSULTATS

	Clean	Dirty
Fuel Price $\ln(\text{FP})$	0.886** (0.362)	-0.644*** (0.143)
Clean Spillover SPILL_C	0.266*** (0.087)	-0.058 (0.066)
Dirty Spillover SPILL_D	-0.160* (0.097)	0.114 (0.081)
Own Stock Clean K_C	0.303*** (0.026)	0.016 (0.026)
Own Stock Dirty K_D	0.139*** (0.017)	0.542*** (0.020)
#Observations	68,240	68,240
#Units (Firms and individuals)	3,412	3,412

Notes: Estimation by Conditional fixed effects (CFX), all regressions include GDP, GDP per capita & time dummies. SEs clustered by unit.

TESTS DE ROBUSTESSE

- Différencier les innovations pour l'efficacité des énergies fossiles, des autres innovations « sales »
- Autres variables politiques (R&D, réglementation sur les émissions)
- Taxes sur les carburants plutôt que prix
- Condition sur les entreprises possédant des brevets positifs avant 1985
- Estimation 1991-2005 (au lieu de 1985-2005) et pondération 1965-1990 (au lieu de 1965-1985)
- Utiliser des brevets biadiques (ou tous les brevets) au lieu de brevets triadiques
- Brevets pondérés par les citations
- Permettre une réaction dynamique plus longue, différents taux d'amortissement, etc.



AUTRES VARIABLES EXPLICATIVES

	Clean	Dirty
Fuel Price ln(FP)	1.032** (0.440)	-0.447** (0.187)
R&D subsidies ln(R&D)	0.001 (0.028)	0.016 (0.020)
Emission Regulation	0.040 (0.328)	0.138 (0.213)
Clean Spillover	0.388*** (0.092)	-0.191*** (0.057)
Dirty Spillover	-0.287*** (0.084)	0.252*** (0.061)
Own Stock Clean	0.280*** (0.051)	0.210** (0.105)
Own Stock Dirty	0.153*** (0.050)	0.658*** (0.083)
Observations	68,240	68,240
Firms	3,412	3,412

Notes: Estimation by Conditional fixed effects (CFX), all regressions include GDP, GDP per capita & time dummies. SEs clustered by unit.

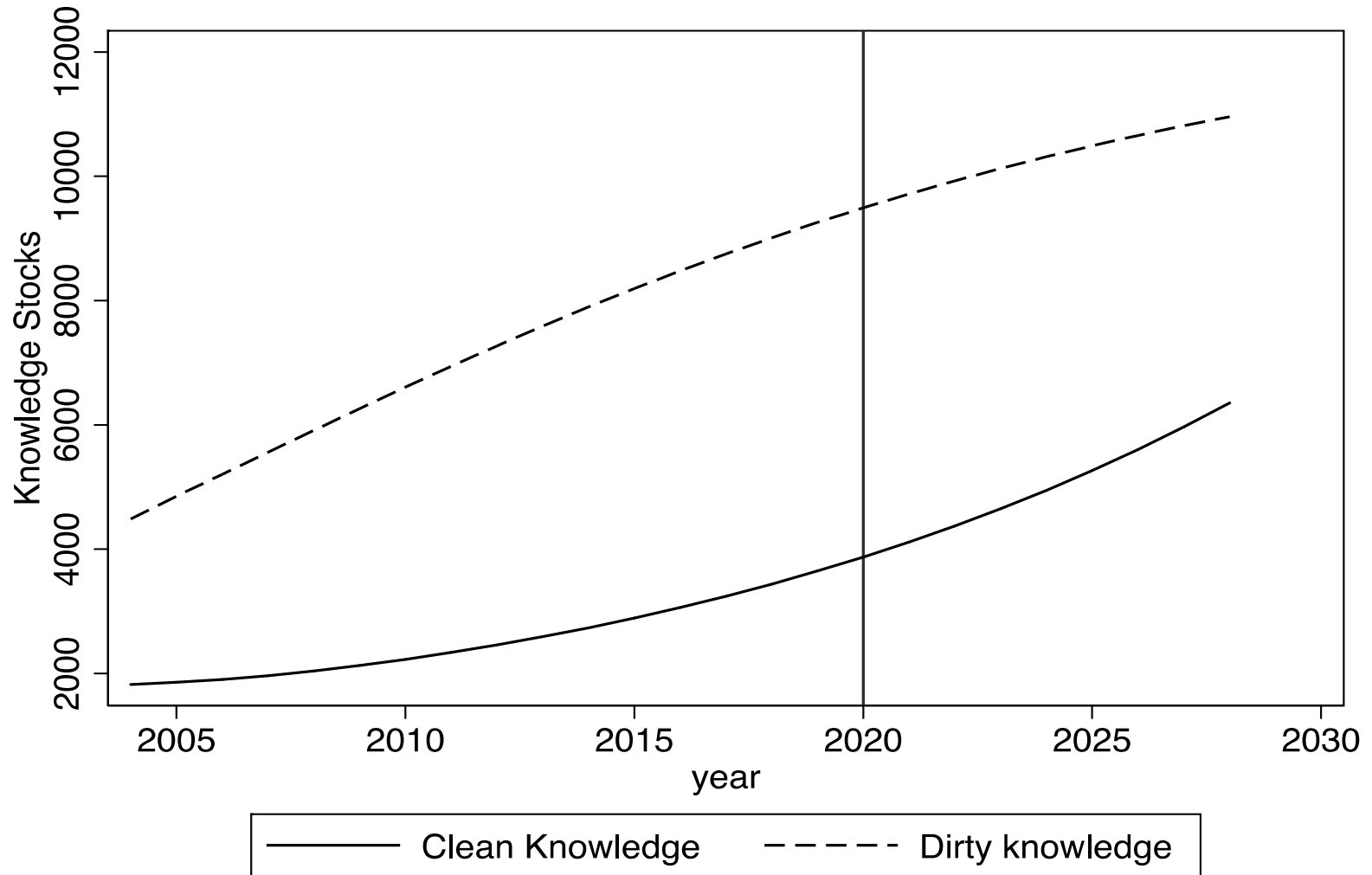
TAXES SUR LE CARBURANT PLUTÔT QUE PRIX DU CARBURANT		
	Clean	Dirty
Fuel Tax	0.421** (0.184)	-0.226** (0.091)
Clean Spillover	0.387*** (0.085)	-0.146*** (0.048)
Dirty Spillover	-0.312*** (0.079)	0.228*** (0.054)
Own Stock Clean	0.500*** (0.091)	0.197* (0.108)
Own Stock Dirty	0.247*** (0.050)	0.612*** (0.071)
Observations	68,240	68,240
Firms	3,412	3,412
Notes: Estimation by Conditional fixed effects (CFX), All regressions include GDP, GDP per capita, R&D & emission policies & time dummies. SEs clustered by unit.		

SIMULATIONS

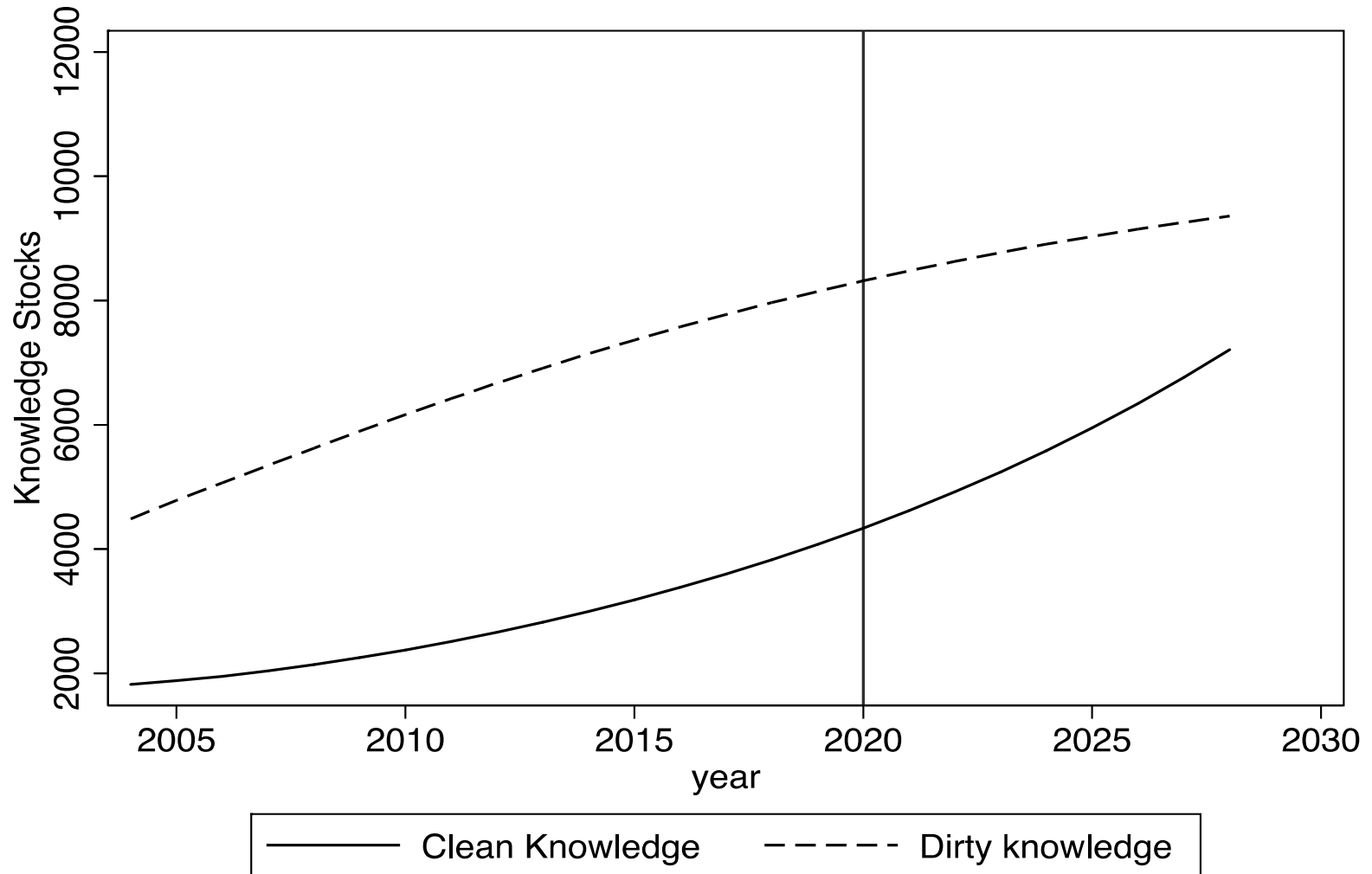
- On utilise le modèle estimé et on agrège au niveau global en prenant en compte les effets dynamiques (externalités, variables avec lag)
- On simule l'effet d'un changement des taxes sur le carburant
- On veut voir à quel moment le stock d'innovations propres dépasse le stock d'innovations sales
- Scénarios illustratifs (importance de la *path dependence*)



BASELINE : PAS DE HAUSSE DES PRIX DU CARBURANT

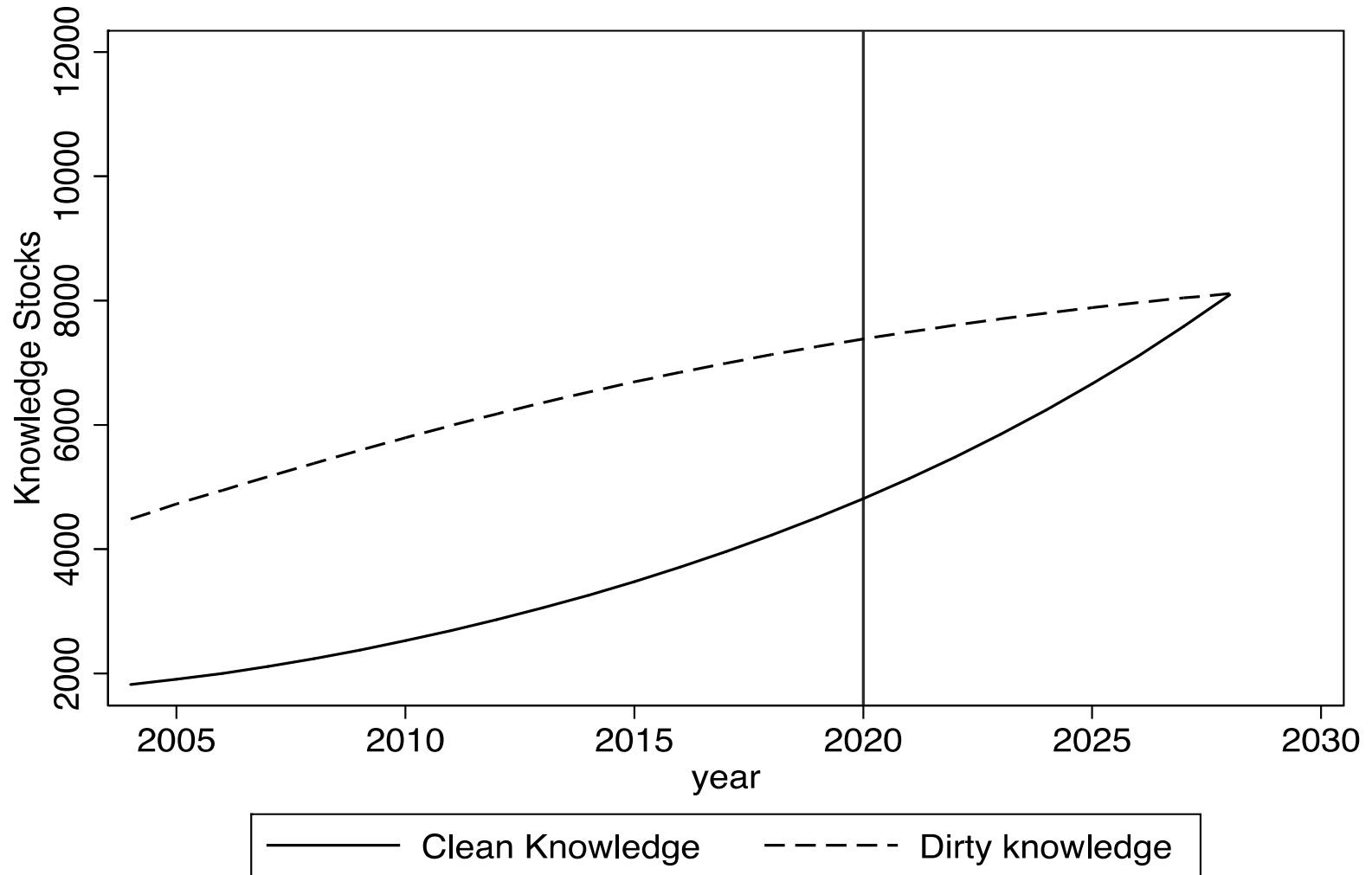


HAUSSE DE 10% DES PRIX DU CARBURANT

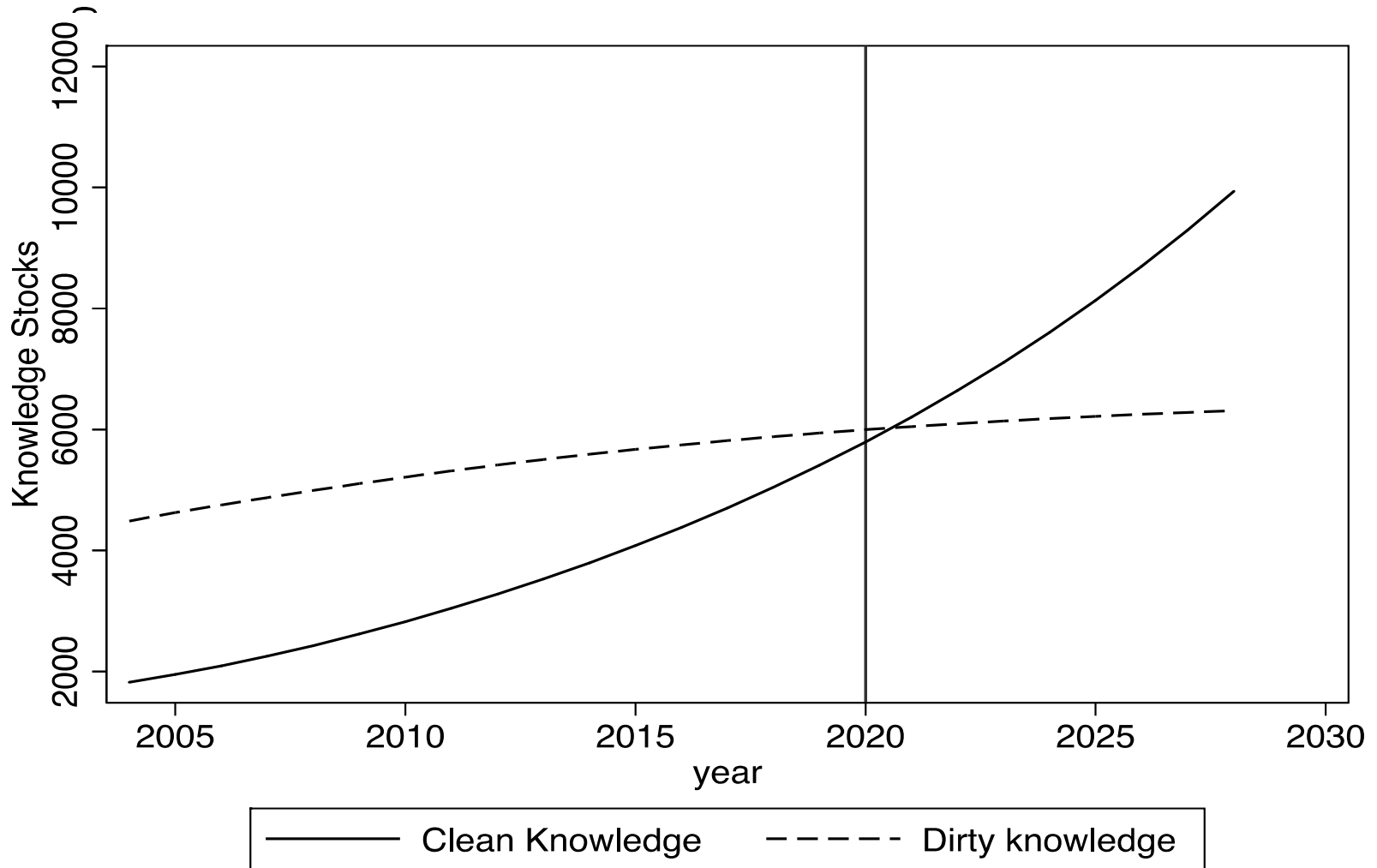


COLLÈGE
DE FRANCE
—1530—

HAUSSE DE 20% DES PRIX DU CARBURANT



HAUSSE DE 40% DES PRIX DU CARBURANT



Price increase of 40%



COLLÈGE
DE FRANCE
—1530—

CONCLUSIONS

- **Le changement technique peut être orienté vers une innovation «propre» grâce au mécanisme des prix**
- ***Path dependence:***
 - Mauvaise nouvelle : l'innovation propre peut ne jamais rattraper l'innovation sale sans intervention politique
 - Bonne nouvelle : Autosuffisance par la suite
- Simulations suggèrent qu'une hausse assez importante des prix est nécessaire pour atteindre l'objectif (*mixture of policies*)
- Mais il y a d'autres instruments qui complètent la taxe carbone!!



PLAN DU COURS

Partie 1: Introduction

Partie 2: L'effet de dependence au sentier

Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?

Partie 4: Penser la transition energetique

Partie 5: Le role de la societe civile

Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

INNOVATION VERTE ET CROISSANCE DURABLE

Plan du cours

- Partie 1: Introduction
- Partie 2: L'effet de dependance au sentier
- **Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?**
- Partie 4: Penser la transition energetique
- Partie 5: Le role de la societe civile
- Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

Nordhaus versus Stern

- Modele DICE: pas d'innovation, externalites purement environnementales
- Une seule source d'inefficacite, donc un seul instrument: la taxe carbone
- Faut-il agir vite et fort, ou bien echelonner dans le temps?
- Stern versus Nordhaus: le debat porte essentiellement sur le taux d'actualisation

Innovation orientee

- Considerons une economie qui produit a la fois des biens polluants (vehicules thermiques) et des biens non polluants (vehicules electriques)
- Seule la production de biens polluants augmente la concentration en CO₂ et donc contribue au rechauffement climatique

Innovation orientee

- Les entreprises peuvent innover soit dans la production de biens polluants, soit dans la production de biens non polluants (produire mieux, moins cher)
- L'orientation du progres technique vers la production de biens polluants ou vers la production de biens « verts » est endogene: elle depend de la decision des entreprises

Innovation orientee

- Dans une economie avec progres technique endogene et oriente, il y non pas une mais deux externalites:
- L'externalite environnementale: les emissions de CO2 induites par la production de bien polluant
- L'externalite « technologique » (« knowledge externalite »): c est l'externalite de dependance au sentier que nous avons mise en evidence precedemment
- Lorsqu'une entreprise decide d'innover dans les technologies polluantes aujourd'hui, elle ne prend pas en compte le fait que cela inciter a innover davantage dans les technologies polluantes demain.

Trois implications

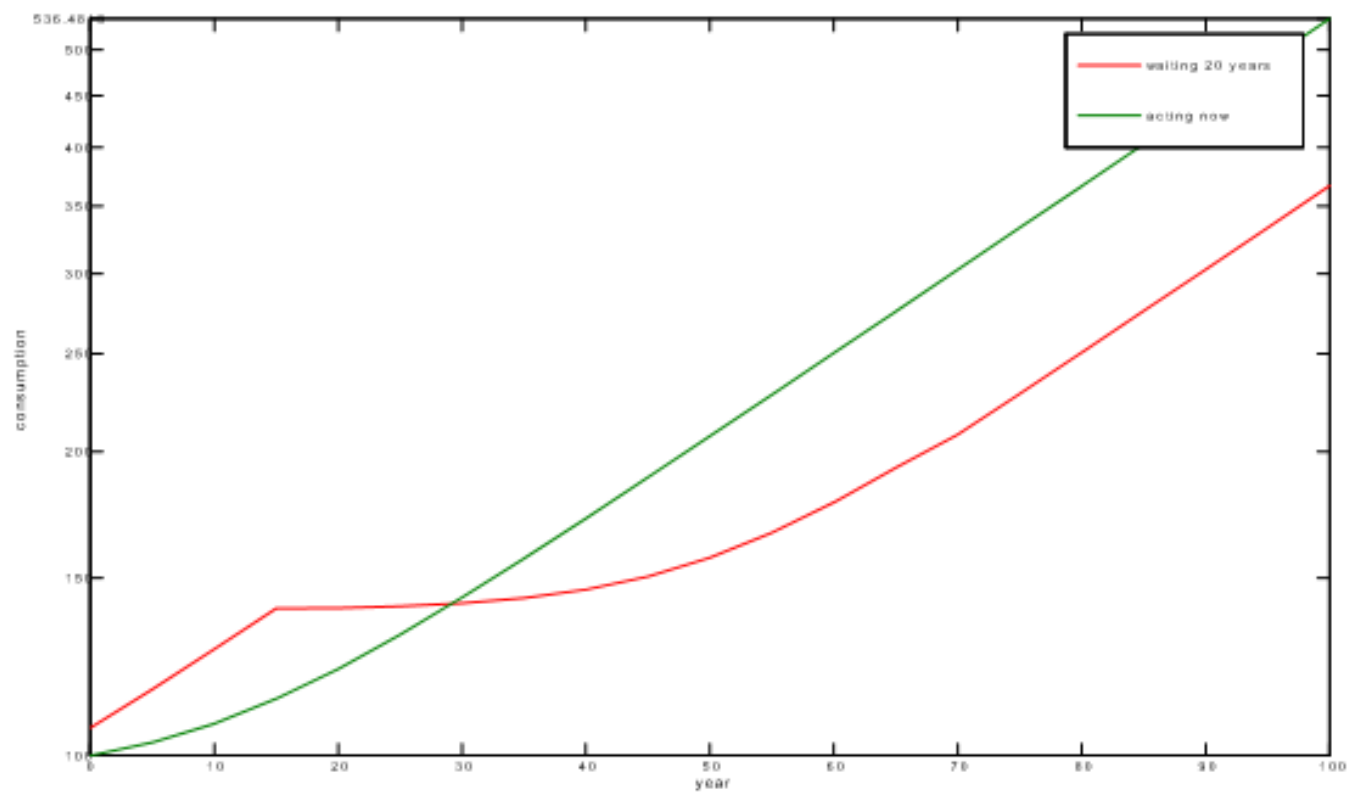
- 1) Il faut agir maintenant meme avec les taux d'actualisation de Nordhaus
- 2) L'intervention de l'Etat complete les decisions des entreprises
- 3) Deux instruments de politiques economiques au moins sont necessaires

Il faut agir maintenant

- Une intervention retardée de l'Etat augmente les coûts d'intervention demain
- Parabole du dentiste

- Without intervention, innovation is directed towards dirty sectors
 - ① Thus gap between clean and dirty technology widen
 - ② Hence cost of intervention (reduced growth when clean technologies catch up with dirty ones) increases

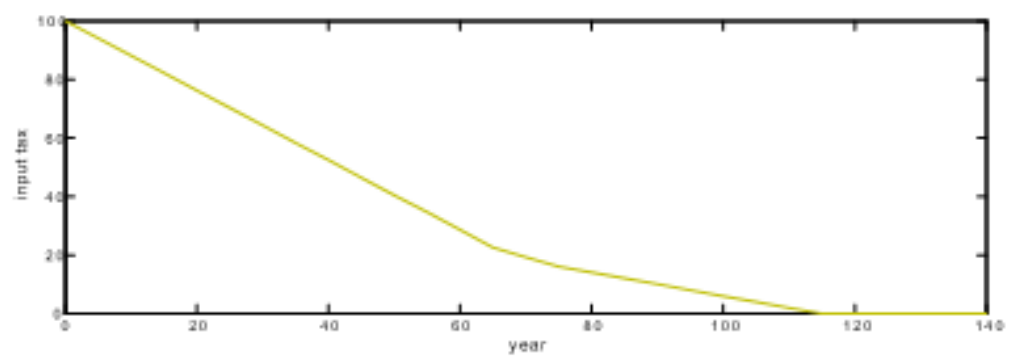
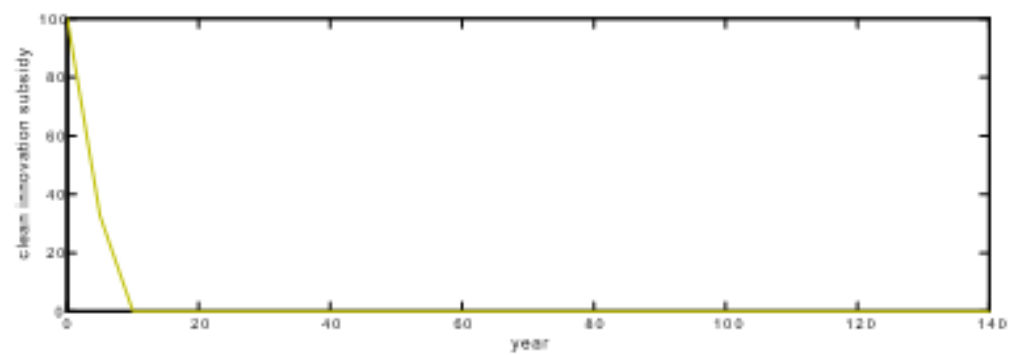
Discount rate	1%	1.5%
Lost consumption, delay of 10 years	5.99%	2.31%
Lost consumption, delay of 20 years	8.31%	2.36%



Complementarite Etat-entreprises

- Les entreprises prennent le relais et la dependance au sentier finit par devenir vertueuse

- Once government intervention has induced a technological lead in clean technologies, firms will spontaneously innovate in clean technologies (if clean and dirty inputs are sufficiently substitutes).



Deux instruments

- Taxe carbone et subvention a l'innovation verte
- Role de la politique industrielle

- Optimal policy involves both a carbon tax and a subsidy to clean research to redirect innovation to green technologies
- Carbon tax doesn't need to be as high as without the subsidy—thus smaller distortions and another optimistic conclusion

Discount rate	1%	1.5%
Lost consumption	1.33%	1.55%

→ using one instrument instead of two, when discount rate of 1 percent, leads to a consumption loss of 1.33 percent...

→or to a carbon tax 15 times higher during first five years and 12 times higher during following five years.

Marc Fontecave

- Importance de la partie « investissement public »
 - La France ne contribue qu'à hauteur de 1% aux émissions de CO2 globales, grace notamment au nucleaire et a l'hydroelectrique

Marc Fontecave

- Empreinte carbone de l'énergie nucléaire est de 12 g par KWh d'électricité produite
- Comme pour l'énergie éolienne
- 21 g pour l'énergie hydroélectrique, 41 g pour les panneaux solaires, 490 g pour le pétrole, 800 g pour le charbon

En 2017

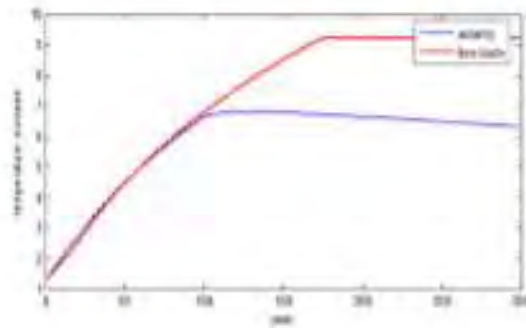
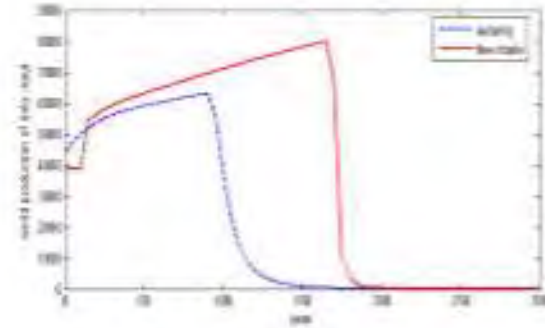
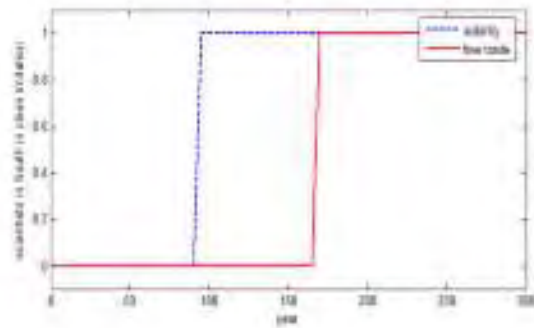
- 92% de notre electricite est decarbonnee
- 73% de notre production electrique est d'origine nucleaire
- 12% hydroelectrique
- 7% energies renouvelables

Nord-Sud

Nord-Sud

- Consider a world with North and South:
 - ① *environmental externality*: dirty input productions by both contribute to global environmental degradation;
 - ② *knowledge externality*: South imitates North' technologies
- Do we need global coordination to avoid disasters?
- The answer is no again because of **directed technical change**
→ advances in the North will induce the South to also switch to clean technologies
- But free trade may undermine this result by creating **pollution havens**.

Nord-Sud



Nord-Sud

- ① North should take the lead in moving towards clean production and innovation
- ② North should facilitate diffusion of new clean technologies...
- ③ ...but at the same time, North should use the threat of carbon tariffs to prevent or mitigate pollution haven effect

Plan du cours

- Partie 1: Introduction
- Partie 2: L'effet de dependance au sentier
- Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?
- **Partie 4: Penser la transition energetique**
- Partie 5: Le role de la societe civile
- Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

Plan du cours

- Partie 1: Introduction
- Partie 2: L'effet de dependence au sentier
- Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?
- **Partie 4: Penser la transition energetique**
- Partie 5: Le role de la societe civile
- Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

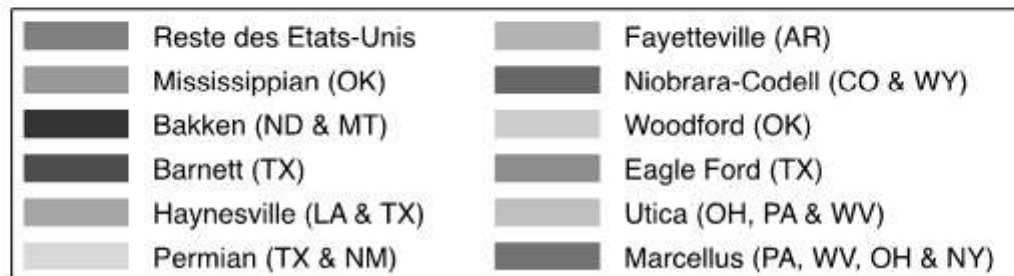
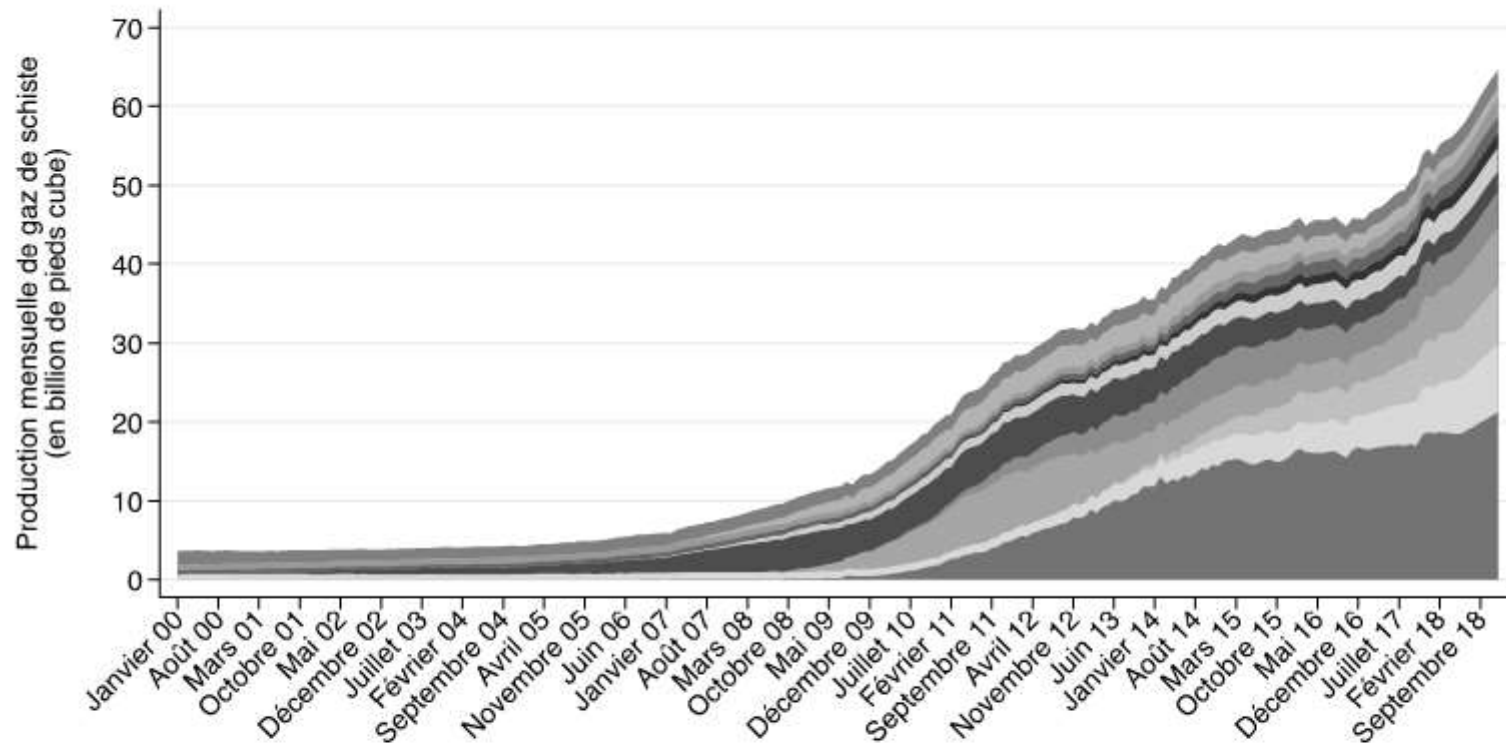
Climate Change, Directed Innovation and Energy Transition: The Long-run Consequences of the Shale Gas Revolution

Daron Acemoglu (MIT), Philippe Aghion (Collège de France, LSE), Lint Barrage (Brown) and David Hémous (University of Zurich)

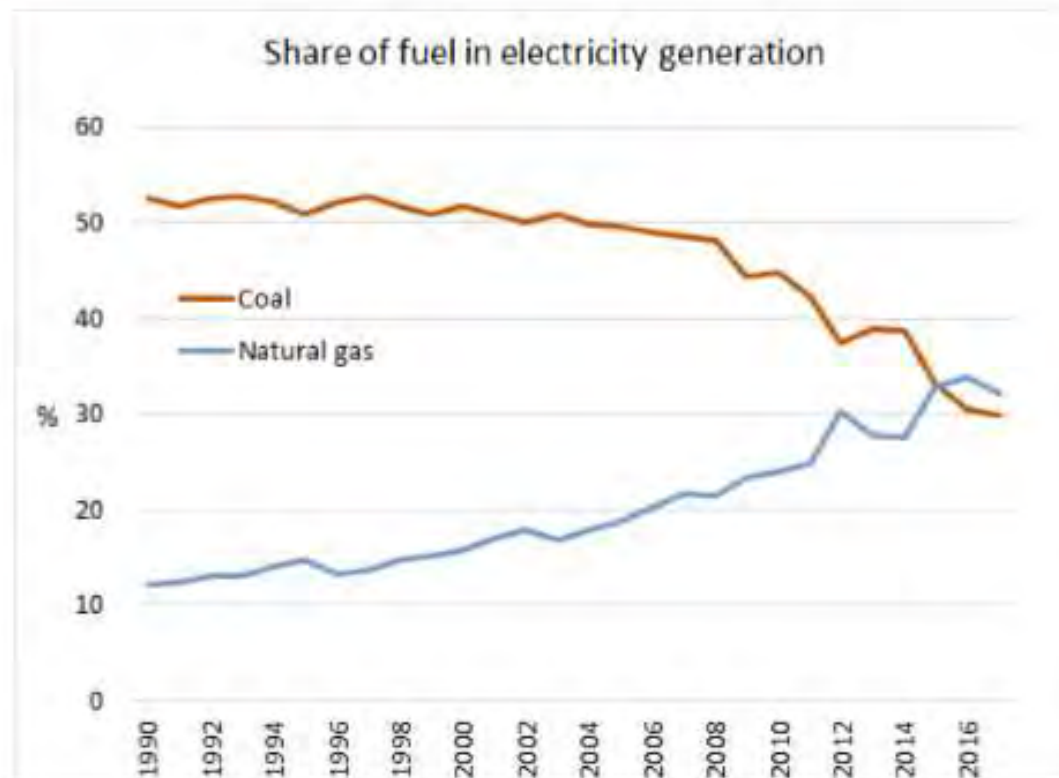
Energy transition

- **Energy transition**
 - Introduce an intermediate source of energy (e.g. shale gas)
 - Should we subsidize production and research in that intermediate source?

Figure 4 : Le boom du gaz de schiste



Rise of gas



- Analyze effects of an exogenous improvement in extraction technology for gas (shale gas boom) on aggregate pollution in short run and long run

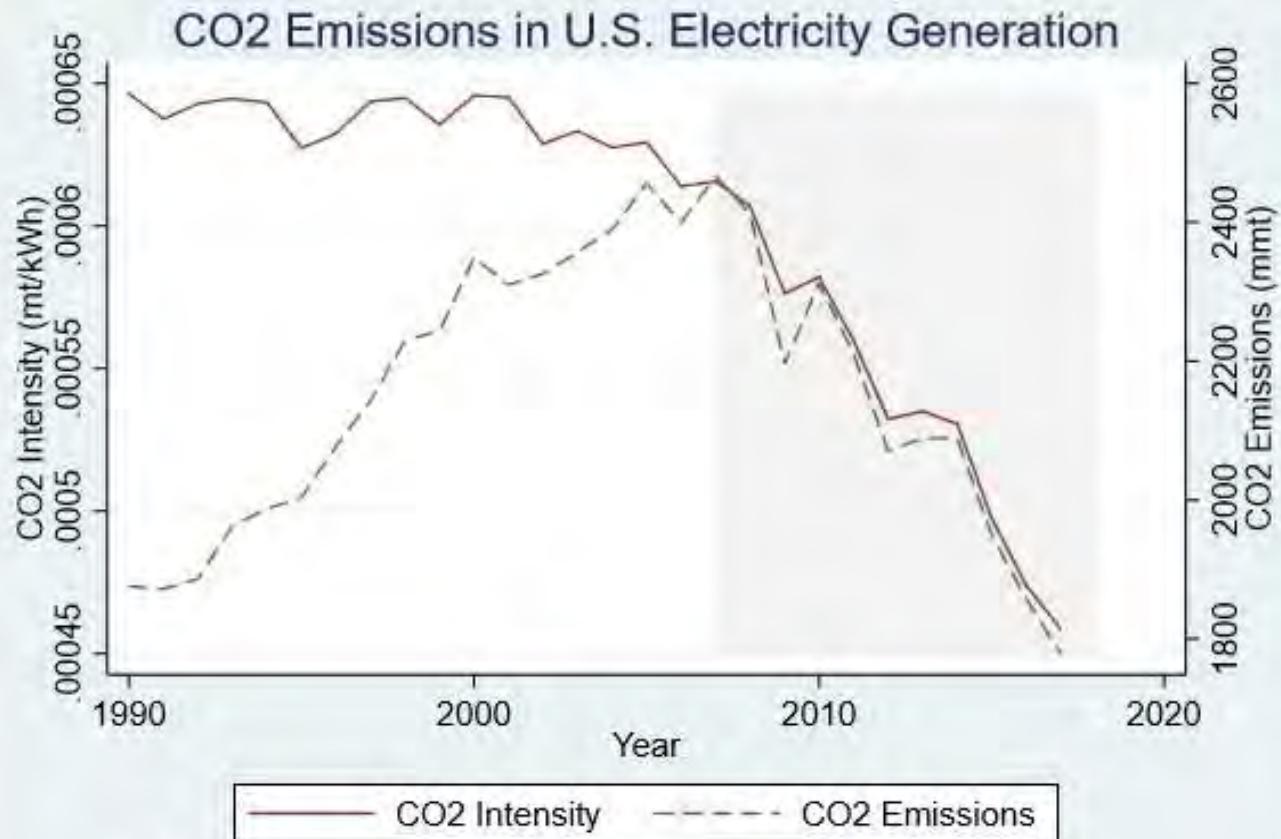
Short-Run Effects

- Absent innovation (short-run), there are two opposite effects of shale gas boom:
 - Substitution effect
 - Scale effect
- Substitution effect dominates if gas sufficiently cleaner than coal

Short-Run Effects

- Jusqu'à présent, c est l'effet de substitution qui semble l'avoir emporte

Emissions and Emissions Intensity



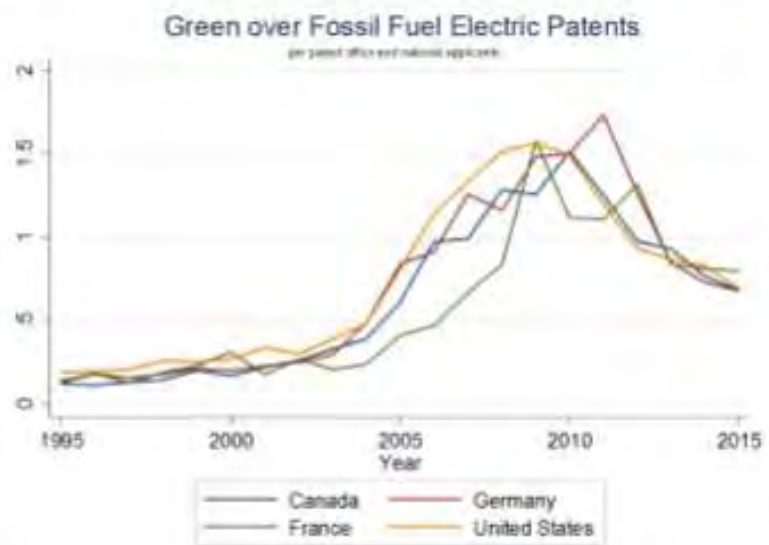
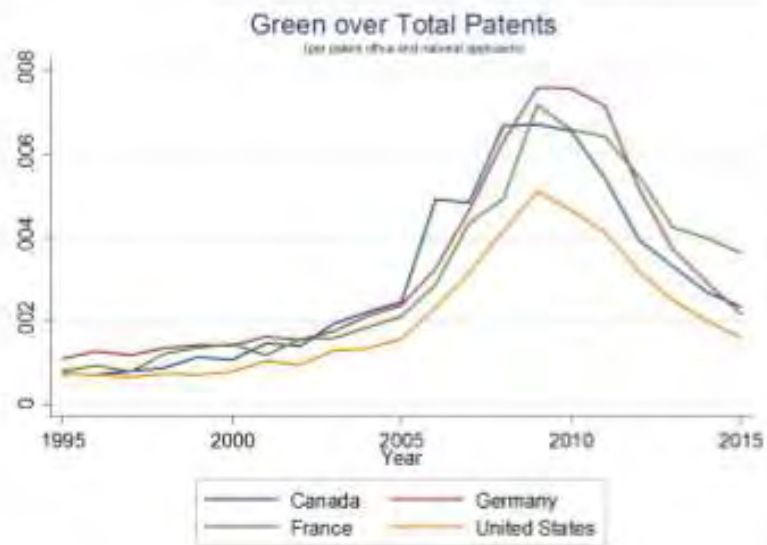
Data sources: EIA and EPA.

Total Effects of Improved Shale Extraction Technology B_{s0}

	% Δ Emiss.	% Δ Energy	% Δ CO ₂
	Intensity	Consumption	Emissions
Baseline Parameters			
+10% Increase in B_{s0}	-16.7%	+5.5%	-12.1%
+50% Increase in B_{s0}	-21.0%	+9.6%	-13.4%

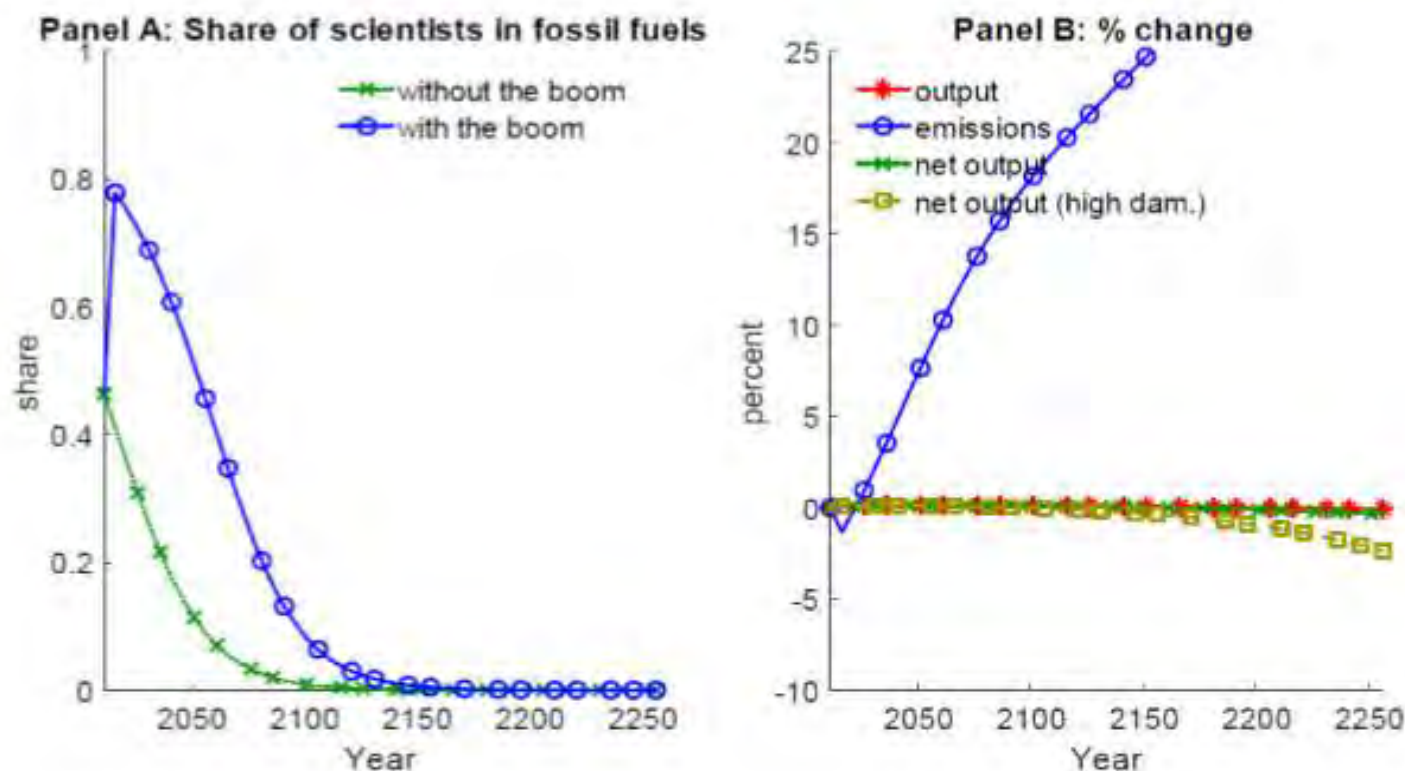
Long-Run Effect

- Assume endogenous innovation on power plant technologies
- Shale gas boom directs innovation away from both, coal and clean production technologies into gas production technologies
- In the long-run, it may move the economy from a path with declining CO₂ emissions to a path with increasing CO₂ emissions



Laissez faire results (constant extraction technology)

- Effect of one-time 50% increase in gas extraction technology B_{st}



Policy implication

- Combine pro-intermediate energy policy (shale gas boom) with carbon tax plus subsidies to green innovation

Plan du cours

- Partie 1: Introduction
- Partie 2: L'effet de dependance au sentier
- Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?
- Partie 4: Penser la transition energetique
- **Partie 5: Le role de la societe civile**
- Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

Environmental Values and Technological Choices: Is Market Competition Clean or Dirty?

Philippe Aghion¹ Roland Bénabou²
Ralf Martin³ Alexandra Roulet⁴

¹College de France ²Princeton University

³Imperial College London ⁴INSEAD

The role of civil society

- **Competition and Social Values**
 - Above analysis suggests a role for the State in directing firms' production and innovation
 - Question: Is there also a role for “Civil Society”?

Le role de la societe civile

- La societe civile n'a-t-elle pas un role a jouer, notamment pour stimuler la responsabilite sociale des entreprises?
- Contre la RSE: Arthur Pigou (1920) et Milton Friedman (1970)
 - Les entreprises doivent pousuivre un objectif unique, la maximisation du profit, et il incombe a l'Etat de remedier aux differentes sources d'inefficacite (externalites, asymetries d'information, couts de transaction,..)

Le role de la societe civile

- Il y a cependant des limites a ce que l'Etat peut accomplir: Benabou-Tirole (2010)
 - gouvernants exposes au lobbying de la part des groupes d'interets
 - Le rechauffement climatique est un probleme mondial, sur lequel le gouvernement d'un pays particulier n'a que peu de prise

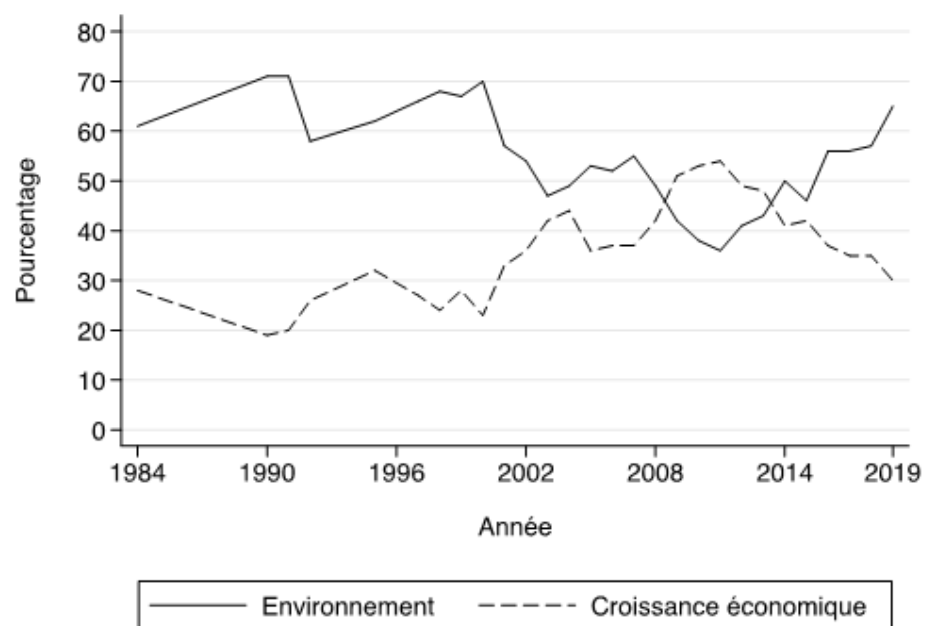
Le role de la societe civile

- Pourquoi des lors ne pas s'appuyer egaleement sur la societe civile, en particulier sur les consommateurs qui integrent de plus en plus des considerations sociales et environnementales dans leurs choix de produits?

Le role de la societe civile

- Aghion-Benabou-Martin-Roulet (2020)
analysent le role des preferences sociales des
consommateurs et leur interaction avec la
concurrence sur le marche des produits

Figure 3 : Préférences des Américains entre environnement et croissance économique



Deux effets opposes de la concurrence:

- **Davantage de concurrence:**
 - **Scale effect:** it increases output, thereby increasing emissions (« Chinese » effect)
 - **Innovation effect:** if consumers value the environment, then more competition induces more green innovation, thereby reducing emissions

Social values data



Data sources:

- International Social Survey Program, Environment modules 2000 and 2010
- World Value Survey, waves 4 and 5
- Pick the question that maximize coverage in terms of periods and countries:
"How willing would you be to pay much higher taxes in order to protect the environment?"

1=very unwilling 5=very willing

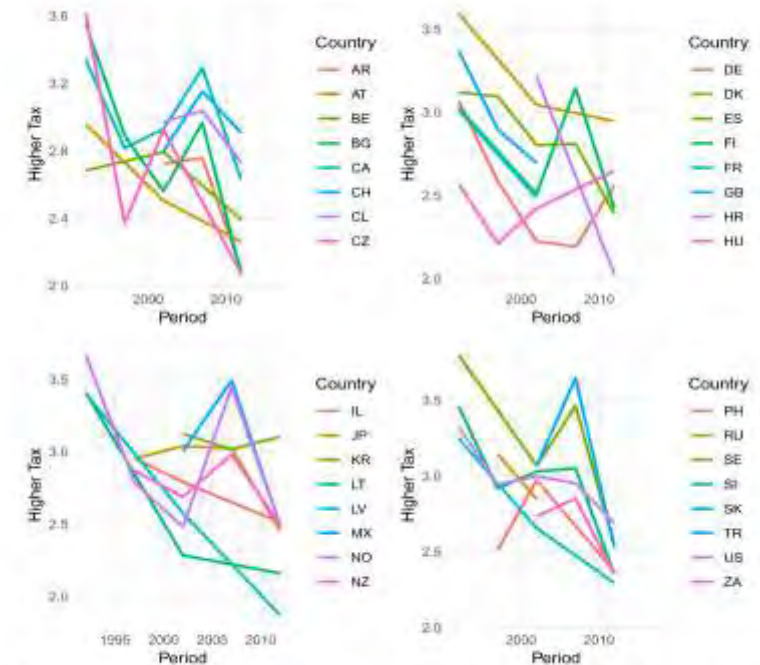
Also look at: "How willing would you be to pay much higher prices in order to protect the environment?"
And: "I would give part of my income if I were certain that the money would be used to prevent environmental pollution"

- Our data cover 30 countries, including the US, European countries, Japan, Korea etc.
- And 2 periods: 1998-2002 and 2008-2012

Collapse in Pro Environmental attitudes

Period	Survey respondents
1998-2002	126,327
2003-2007	83,287
2008-2012	176,070
2013-2017	27,240

Figure 2: Pro environmental values over time by country - Higher tax



From countries to firms

$$Values_{j,t} = \sum_{c=1}^{30} \omega_{j,c} \times Values_{c,t}$$

Firm level value exposure

Patent Portfolio shares

- Firm j in period t is exposed to a weighted average of values in period t in the various countries which matter for the firm
- Weights computed using historical patenting activity
- $\omega_{j,c}$ = # of patents deposited by firm j in country c between 1950 and 1995, divided by total number of patents deposited by firm j between 1950 and 1995 in the relevant countries
- We check robustness to alternative weighting definitions and specifications where no weights are needed

Competition Indicators

1. OECD Country Level indicator

- Product Market Regulation (PMR) indicator from the OECD Built using a questionnaire of 700 questions
- Questions cover three main areas: state control, barriers to entrepreneurship, and barriers to trade and investment

2. Worldbank openness indicator of a country

3. Lerner Index Firm level Competition

Back out inverse markups (μ_{jt}) from firm level flexible revenue production function estimation using FOC for variable production factor (e.g. intermediates):

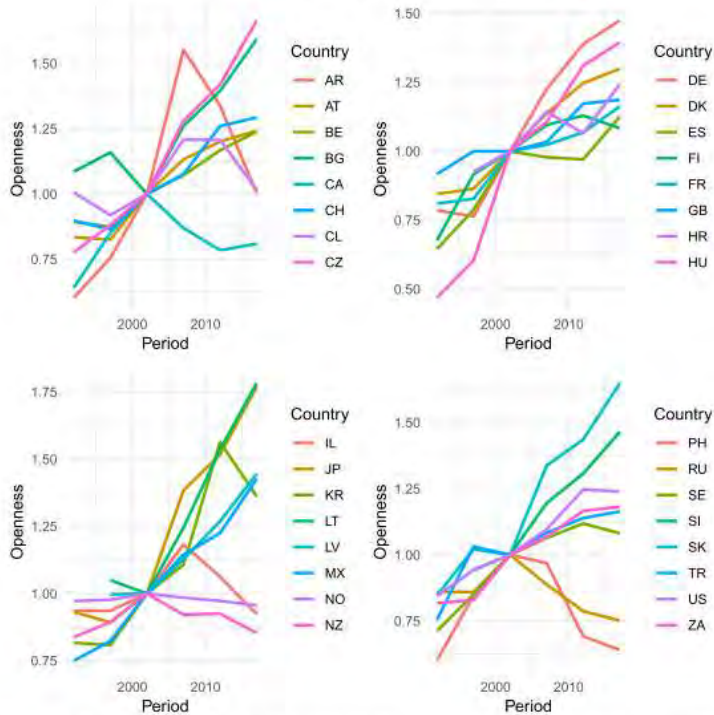
(Inverse) of markups in excess of returns to scale

$$\frac{\gamma}{\mu_{it}} = s_{Mit} \left(\frac{\widehat{\phi_{Mjt}}}{\gamma} \right)^{-1}$$

Elasticity of output w.r.t. to factor M

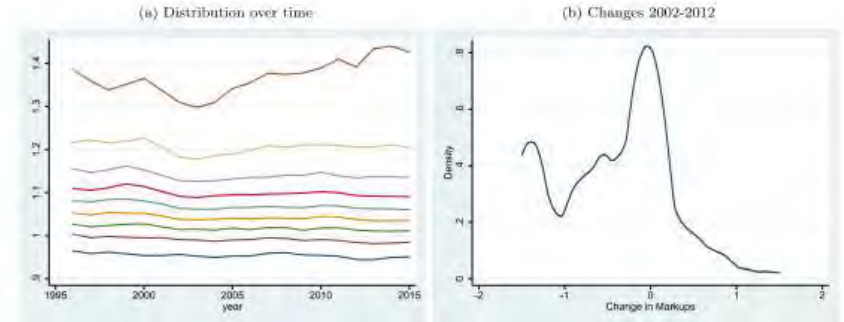
Competition indicators

Figure 6: Competition over time by country - WB Openness indicator



Notes: The figure shows the Worldbank openness index over time (normalised to 2002) across 32 countries included in our study.

Figure 8: Firm level Markups



Notes: Panel (a) shows centiles (10th to 90th percentile) of firm level markups (i.e. inverse of the Lerner index) over time. Panel (b) show the distribution of changes in markups between 2002 and 2012.

Competition mostly increased over our sample period (at least in continuing firms)

Regression specification

Number of dirty innos in period t

$$\ln(1 + \#clean_{jt}) - \ln(1 + \#dirty_{jt}) =$$

$$\beta_V Values_{jt} + \beta_C Competition_{jt} + \beta_{V \times C} Values_{jt} \times Competition_{jt} + \beta_X X_{jt} + J_j + T_t + \epsilon_{jt}$$

Controls include fuel prices, population, GDP all averaged using patent portfolio weights

Firm fixed effects => we id comp and value effects from variation in exposure over time

- Estimates are in line with predictions (at least when significant)
- Notably interaction coefficient is robustly and significantly positive

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
	Log (1+#clean)- Log (1+#dirty)			
Values	0.182*** (0.0391)	0.239*** (0.0476)	0.220*** (0.0503)	0.671*** (0.138)
Competition	0.182*** (0.0583)	0.153*** (0.0569)	0.313** (0.133)	-0.0250 (0.0306)
ValuesXcompetition	0.116*** (0.0356)	0.0731*** (0.0220)	0.0852*** (0.0210)	0.0695*** (0.0246)
Log fuel price	0.730*** (0.229)	0.552** (0.237)	0.0495 (0.230)	0.579 (0.634)
Competition measure	OECD	OECD	World Bank	Lerner
Values measure	Higher tax	Index	Higher tax	Higher tax
Observations	17,118	17,118	17,118	2,702
R-squared	0.120	0.121	0.120	0.196
Number of firms	8,559	8,559	8,559	1,852

All variables are standardized; hence: 1 stdev increase in Vaules leads to 18% increase in the clean vs dirty ratio

Results – Clean only

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
		Log (1+ #clean)		
Values	0.0154 (0.0333)	0.0545 (0.0402)	-0.0419 (0.0402)	0.356*** (0.108)
Competition	0.192*** (0.0510)	0.185*** (0.0490)	0.561*** (0.102)	0.0222 (0.0242)
ValuesXcompetition	0.0752** (0.0295)	0.0540*** (0.0184)	0.0298* (0.0172)	0.0458** (0.0185)
Log fuel price	0.519*** (0.183)	0.423** (0.189)	0.177 (0.194)	1.568** (0.609)
Competition measure	OECD	OECD	World Bank	Lerner
Values measure	Higher tax	Index	Higher tax	Higher tax
Observations	17,118	17,118	17,118	2,702
R-squared	0.181	0.181	0.180	0.297
Number of firms	8,559	8,559	8,559	1,852

Results – Dirty only

VARIABLES	(1)	(2)	(3)	(4)
		Log (1+ #dirty)		
Values	-0.167*** (0.0336)	-0.185*** (0.0403)	-0.262*** (0.0406)	-0.314*** (0.0974)
Competition	0.0103 (0.0546)	0.0326 (0.0506)	0.248** (0.105)	0.0472* (0.0250)
ValuesXcompetition	-0.0406 (0.0315)	-0.0191 (0.0192)	-0.0554*** (0.0166)	-0.0237 (0.0194)
Log fuel price	-0.211 (0.211)	-0.128 (0.220)	0.128 (0.201)	0.989** (0.482)
Competition measure	OECD	OECD	World Bank	Lerner
Values measure	Higher tax	Index	Higher tax	Higher tax
Observations	17,118	17,118	17,118	2,702
R-squared	0.026	0.026	0.028	0.059
Number of xbvdid	8,559	8,559	8,559	1,852

Counterfactual

- Considerons les deux periodes 1998-2002 et 2008-2012
- Si la seule chose qui s'était produite entre ces deux periodes était le changement observe dans les attitudes sociales, la part des clean innovations aurait augmente de 5,7%
- L'augmentation de la concurrence fait passer ce chiffre de 5,7% a 7,4%

Counterfactual

- Supposons a present que se produisent aujourd'hui des augmentations des social values et de la concurrence, equivalentes a celles observees entre les deux periodes
- L'effet combine de ces deux augmentations sur la part des clean innovations, est equivalent a celui d'une augmentation de 40% du prix mondial des energies fossiles!

Policy implication

- Complementarity between competition policy and “education” policy

Conclusion

- Innovation-based climate models suggest that action must be taken urgently....
-but also suggests multiple instruments besides carbon tax:
 - Investment in green innovation
 - Intermediate sources of energy
 - Competition policy
 - Education policy

Plan du cours

- Partie 1: Introduction
- Partie 2: L'effet de dependence au sentier
- Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?
- Partie 4: Penser la transition energetique
- Partie 5: Le role de la societe civile
- **Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone**

PLAN DU COURS

Partie 1: Introduction

Partie 2: L'effet de dependence au sentier

Partie 3: En quoi la prise en compte de l'innovation change les termes du debat?

Partie 4: Penser la transition energetique

Partie 5: Le role de la societe civile

Partie 6: L'economie politique de la taxe carbone

LA TAXE CARBONE

- Idée de la taxe carbone :
 - Taxer l'utilisation d'énergies productrices de CO₂ afin d'internaliser l'externalité négative (pollution) par les ménages et ainsi réduire les émissions
 - Principe du *pollueur-payeur*
- Tentative échouée de mise en place en 2000 par le gouvernement Jospin
- En 2007, suite au *Grenelle de l'environnement*, la loi est votée au Parlement, mais retoquée par le Conseil constitutionnel

LA TAXE CARBONE

- Mise en place en 2014 sous le gouvernement Valls sous le nom de *contribution climat- énergie (CCE)* :
 - Taux initial de 7 euros par tonne de CO₂ et s'applique sur le prix des biens avant TVA, soit environ 2 centimes par litre l'essence
 - Passage progressif à 56 euros par tonne en 2020, soit environ 13,5 centimes par litre l'essence
- Projet de loi de finance 2018 confirme cette planification
 - Mouvement des gilets jaunes en novembre 2018 et suppression de la hausse prévue pour le 1^{er} janvier 2019



CLIMAT ET TAXE CARBONE

- ***Pour le climat : une taxe juste, pas juste une taxe,***
Dominique Bureau, Fanny Henriët et Katheline Schubert,
Note du CAE (Mars 2019)
- **Idée :**
 - Etudier les effets de la taxe carbone sur les ménages en fonction de leur niveau de vie et de la nature de leurs équipements
 - Présentation de deux scénarios permettant d'alléger la charge de la taxe carbone sur les ménages les plus modestes.



INTRODUCTION

- Nécessité de la lutte contre le réchauffement climatique semble consensuelle : 85 % des Français sont inquiets du réchauffement (IFOP, octobre 2018).
- Toutefois, la mise en place concrète de politiques environnementales reste largement débattue (mouvement des *gilets jaunes*)
 - Le relèvement de la taxe carbone a été perçu comme une taxe supplémentaire ***davantage motivée par des considérations budgétaires*** que pour une politique en faveur du climat
 - Elle est aussi apparue comme ***injuste***, notamment vis-à-vis des ménages les moins aisés et de ceux qui ont peu de possibilités de substitution, par exemple, sur leurs moyens de transport.
- Défi : Proposer des modifications profondes pour construire un dispositif efficace et juste

EFFETS DE LA TAXE CARBONE

- Une taxe carbone permet-elle de faire évoluer les consommations d'énergies fossiles ?
- Comment les individus réagissent-ils à une augmentation des prix du carburant ?
- Calcul d'élasticités-prix : réduction de consommation d'un bien induite par l'augmentation de son prix.
- Par sous-groupes de ménages, en fonction de
 - leur revenu (par décile)
 - leur zone de résidence (Communes rurales, petites villes, villes moyennes, grandes villes, Paris)



EFFETS DE LA TAXE CARBONE

- Réponses aux prix assez homogène au sein de la population, entre -0,4 et -0,6
- On note toutefois qu'elle est assez faible pour les ménages parisiens du top10% et qu'elle est la plus forte pour le bottom10% des villes moyennes

Tableau 1. Élasticités prix des ménages pour les carburants,
par niveau de vie et type de commune

Déciles	Communes rurales	Petites villes	Villes moyennes	Grandes villes	Paris
1	-0,54	-0,55	-0,58	-0,55	-0,49
2	-0,54	-0,54	-0,56	-0,54	-0,45
3	-0,52	-0,53	-0,56	-0,51	-0,47
4	-0,52	-0,51	-0,53	-0,50	-0,44
5	-0,51	-0,50	-0,54	-0,47	-0,42
6	-0,49	-0,50	-0,51	-0,47	-0,36
7	-0,48	-0,46	-0,48	-0,44	-0,41
8	-0,45	-0,44	-0,46	-0,42	-0,34
9	-0,45	-0,42	-0,44	-0,36	-0,29
10	-0,38	-0,37	-0,37	-0,30	-0,17

Source : Douenne (2018).

- Finalement, *l'évolution du prix permet bien d'orienter les comportements de consommation*. Mais quid des effets redistributifs ?



EFFETS REDISTRIBUTIFS

Etudier les impacts par niveau de vie de la réforme consistant :

- En une augmentation de la taxe carbone de son niveau actuel (44,6 euros/tCO₂) au niveau qu'il était prévu d'atteindre en 2022 (86,2 euros/tCO₂)
- Accompagnée du rattrapage de la fiscalité sur le gazole de 7,8 centimes par litre, correspondant la somme des augmentations initialement prévues pour janvier 2019, 2020 et 2021.

EFFETS REDISTRIBUTIFS

- Répartition du coût entre groupes de revenu :
- Effets redistributifs **verticaux**, c'est-à-dire entre ménages de revenus différents. On découpe la population française en dix déciles de niveau de vie
- Pour chacun de ces groupes, on calcule le coût moyen des nouvelles taxes en proportion de leurs ressources. Trois types de coûts sont considérés :
 - Chauffage des logements
 - Prix des carburants (Transports sans rattrapage)
 - Rattrapage spécifique de la fiscalité de l'essence par le diesel
- Profil régressif des taxes en fonction du revenu disponible : les ménages les plus modestes contribuent en moyenne davantage que les plus riches en part de leur revenu disponible.



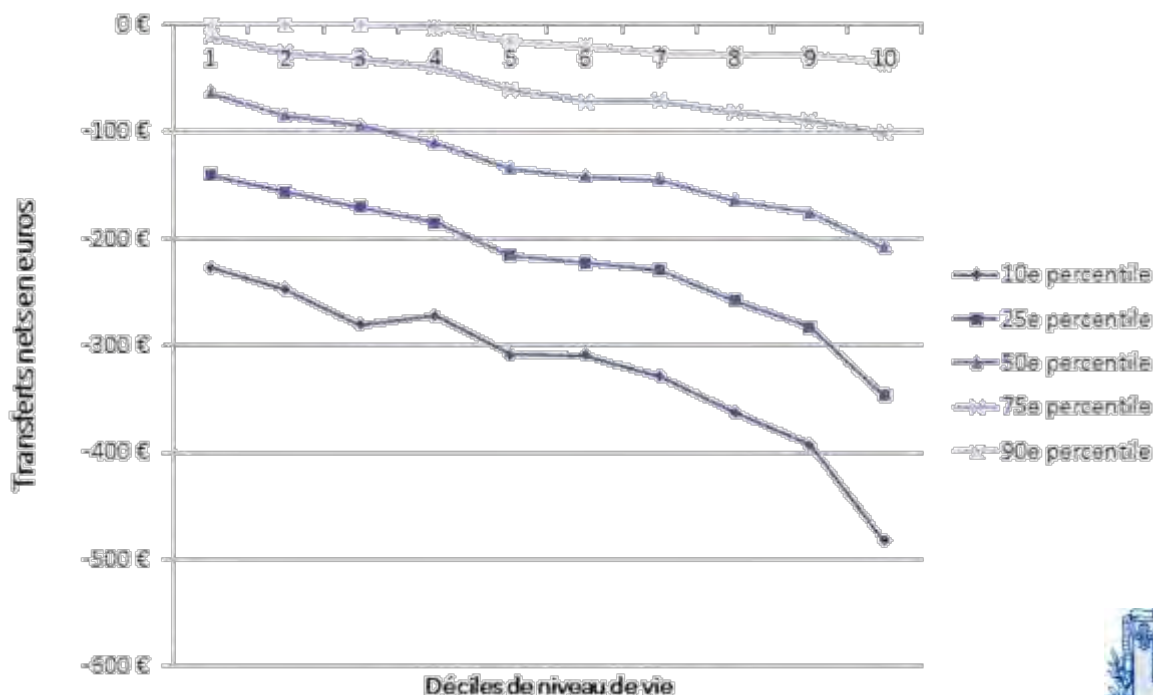
EFFETS REDISTRIBUTIFS

- Toutefois, l'incidence de la taxe peut également être hétérogène au sein même des déciles de niveau de niveau de vie.
- Cette hétérogénéité ***horizontale*** provient notamment des différences de localisation des ménages (zones rurales vs. villes) et des types d'équipements (chauffage au fioul ou au gaz vs. chauffage électrique, moteur diesel vs. essence).
- On décompose donc l'effort *moyen* au sein de chaque décile.



EFFETS REDISTRIBUTIFS

- Plus de 10 % des ménages du premier décile ne devraient pas être impactés par la réforme (car ils ne consomment pas de carburants et n'utilisent ni gaz ni fioul dans leur logement), pour 10 % d'entre eux les pertes excèderaient 220 euros par an et par unité de consommation, soit davantage que le ménage médian du dernier décile.
- De même, parmi le dernier décile de niveau de vie certains ménages ne devraient être que très peu impactés, tandis que près de 10 % des ménages devraient perdre au moins 500 euros par an et par unité de consommation.



QUE FAIRE ?

- Calibrer la redistribution des recettes en fonction des équipements ?
 - Problème : complexe en matière d'information collecter et contre-productif sur le plan environnemental : désincitation opérer le changement d'équipement



QUE FAIRE ?

- Dans ce cas, pourquoi ne pas conserver les transferts même en cas de changement d'équipement ?
 - Cela résoudrait le problème d'incitation mais créerait une nouvelle forme d'injustice : pourquoi un ménage ayant déjà fait un effort en termes d'équipement par conscience environnementale avant la mise en place d'une taxe devrait-il recevoir des transferts moins importants qu'un ménage qui vient d'opérer ce changement ?



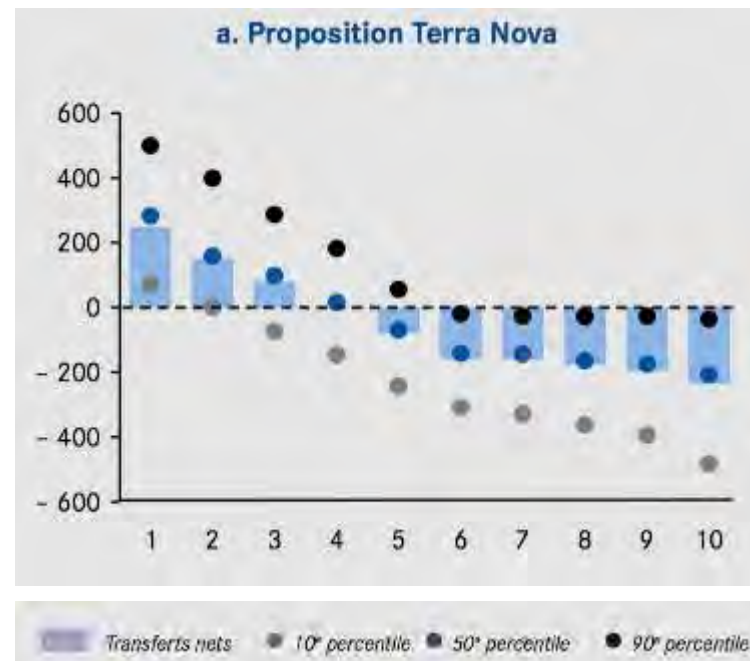
QUE FAIRE ?

- Subventionner directement les changements d'équipements ?
 - Permet de cibler certains perdants de la réforme et ne crée pas d'affaiblissement de l'incitation. Mais plusieurs inconvénients : risque d'effets d'aubaine et ne permet pas de compenser tous les perdants.
- Fonder la redistribution des recettes sur la localisation géographique ?
 - Car elle est corrélée aux équipements des ménages.



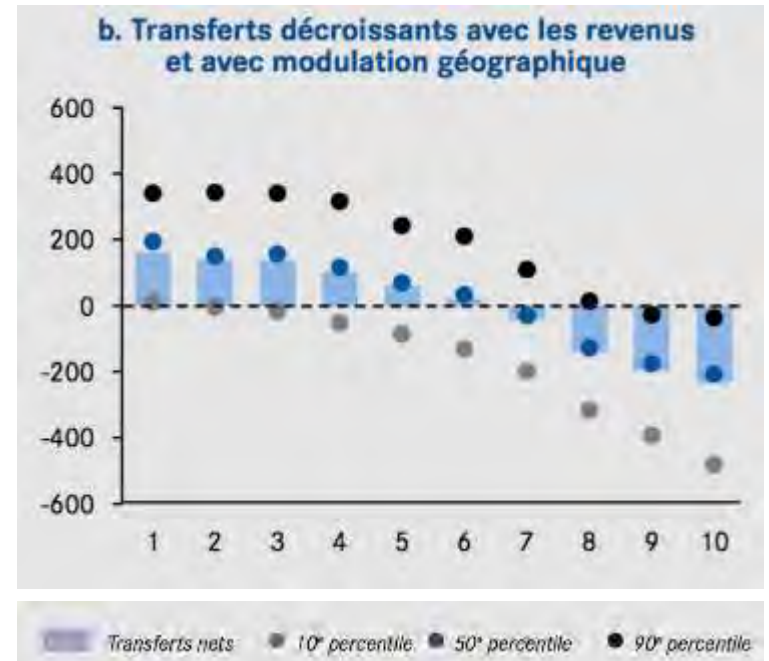
QUE FAIRE ?

- Etude de deux propositions :
- Proposition « Terra Nova » : Consiste à reverser 500 euros aux ménages du premier décile de revenu, 400 euros au deuxième, 300 euros au troisième, etc. jusqu'au cinquième
- Points positifs :
 - N'épuise pas toutes les recettes (restent 2,3 milliards d'euros)
 - Progressivité de la taxe
- Point négatif :
 - Fiscalité énergétique pèserait encore lourd sur le budget des ménages du milieu de la distribution qui seraient tous perdants à partir du sixième décile



QUE FAIRE ?

- Etude de deux propositions :
- Proposition alternative : Redistribution avec des transferts décroissants selon le revenus (310 euros aux trois premiers déciles, 300 au 4^{ème}, 255 au 5^{ème}, 240 au 6^{ème}, 150 au 7^{ème} et 60 au 8^{ème}), *en introduisant de plus une différenciation sur critères géographiques des transferts.*
- Point positif :
 - Minimise les pertes pour les cinq premiers déciles en retournant l'intégralité du produit de la taxe sous forme de transferts aux ménages



ACCOMPAGNER LES MÉNAGES

- Au delà du calibrage de la taxe carbone pour les ménages, les auteurs proposent deux mesures ayant pour objectif d'accompagner cette transition :
 - Élargir l'assiette des taxes environnementales en y incluant les secteurs actuellement exonérés
 - Mise en place de mécanisme permettant de lisser l'impact des envolées des prix du pétrole



PARTAGER L'EFFORT DE DÉCARBONATION

- Question d'équité : Mieux répartir les efforts entre ménages et entreprises
- Soumettre la même taxe l'ensemble des produits fossiles sortant des raffineries, avant la « coloration » des carburants en fonction de leur utilisation finale, en mettant en place des mécanismes d'utilisation de la recette pour ne pas pénaliser la compétitivité des secteurs bénéficiant actuellement d'exonérations (aviation commerciale, transport routier, agriculture)



COLLÈGE
DE FRANCE
— 1530 —

LISSER L'IMPACT DU PRIX DU PÉTROLE

- S'ajuster la volatilité des cours du pétrole : ***taxe carbone flottante***
- Ecrêter les pics de prix TTC pour éviter d'accroître les difficultés de ménages de plus en plus contraints par des dépenses pré-engagées
 1. Autoriser le gouvernement moduler le taux de la taxe perçu en cours d'année, pendant trois mois maximum. Cette modulation serait possible en cas d'augmentation du prix du baril de plus de 10 % par rapport la moyenne des quatre trimestres précédents. Les trois mois écoulés, le tarif légal serait rétabli. Cette modulation ne viserait pas gommer toutes les variations du prix du pétrole mais les lisser.
 2. Mécanisme optionnel subventionné de couverture aux ménages les plus fragiles, du fait de leurs revenus et de leur localisation géographique. Par exemple, en l'échange du paiement d'une prime partiellement payée par l'Etat pour les ménages vulnérables, l'« assureur » prend en charge le prix au-delà d'un seuil « prix actuel + x % ».

