

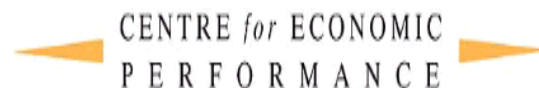
# **INNOVATION ET EXTERNALITÉS**

**PHILIPPE AGHION – 08/11/16**



**COLLÈGE  
DE FRANCE**  
— 1530 —

**PARTIE 5 : *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 CO<sub>2</sub>



# 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)

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

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

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

Contrôles (PIB, PIB/  
tête,  
Etc.)

Effet de la firme

Indicatrice  
temporelle

Erreur

Lag des innovations  
de la firme



**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	
<b>Electric vehicles</b>		
Electric propulsion with power supplied within the vehicle	B60L 11	} "Propres"
Electric devices on electrically-propelled vehicles for safety purposes; Monitoring operating variables, e.g. speed, deceleration, power consumption	B60L 3	
Methods, circuits, or devices for controlling the traction- motor speed of electrically-propelled vehicles	B60L 15	
Arrangement or mounting of electrical propulsion units	B60K 1	
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	B60W 10/08, 24, 26	
<b>Hybrid vehicles</b>		
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	B60K 6	
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	B60W 20	
Regenerative braking		
Dynamic electric regenerative braking	B60L 7/1	
Braking by supplying regenerated power to the prime mover of vehicles comprising engine -driven generators	B60L 7/20	
<b>Fuel cells</b>		
Conjoint control of vehicle sub-units of different type or different function; including control of fuel cells	B60W 10/28	
Electric propulsion with power supplied within the vehicle - using power supplied from primary cells, secondary cells, or fuel cells	B60L 11/18	
Fuel cells: Manufacture thereof	H01M 8	
<b>Combustion engines</b>		
Combustion engines	F02 (excl. C/G/ K)	"Sales"

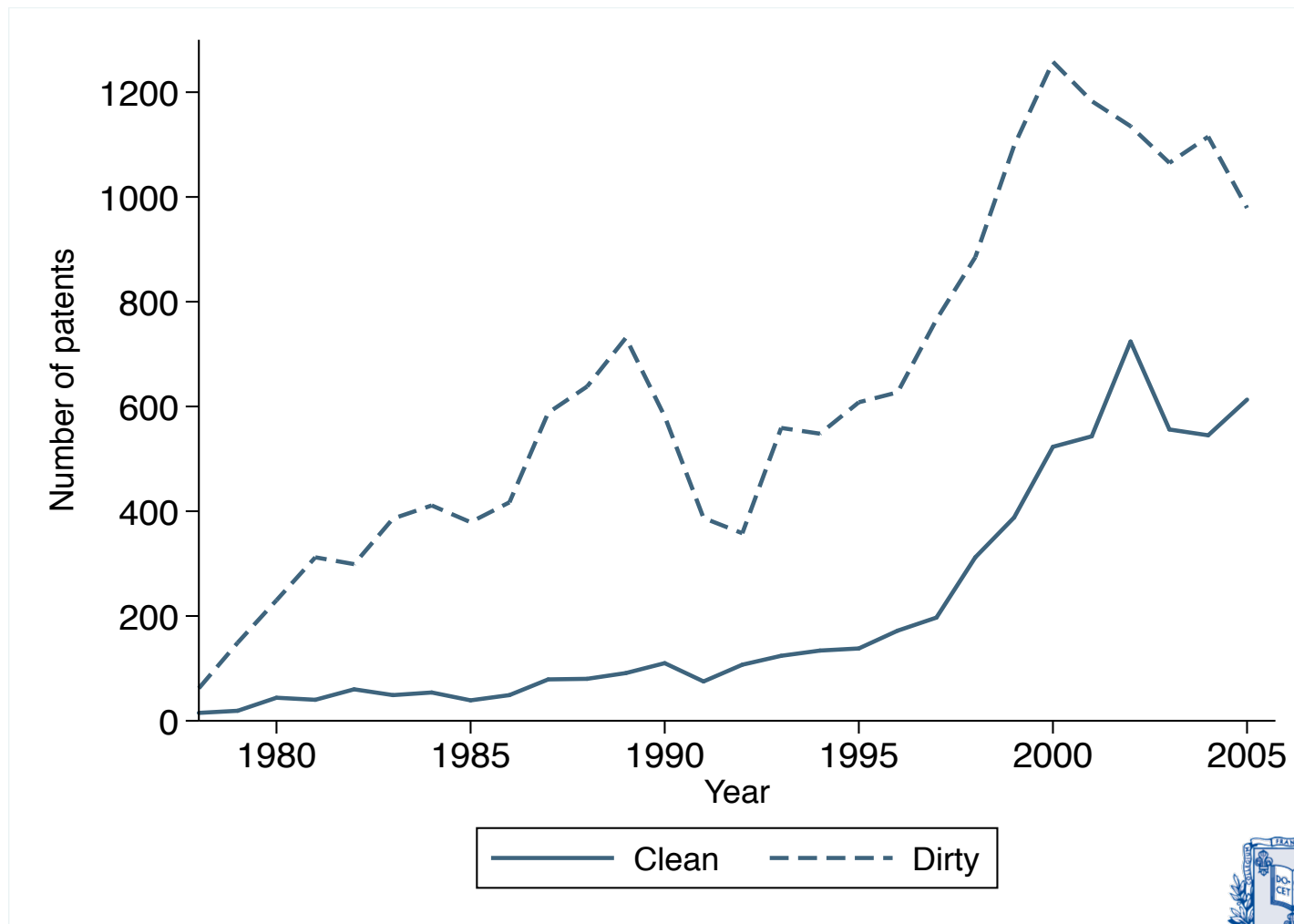


# DONNÉES

- 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

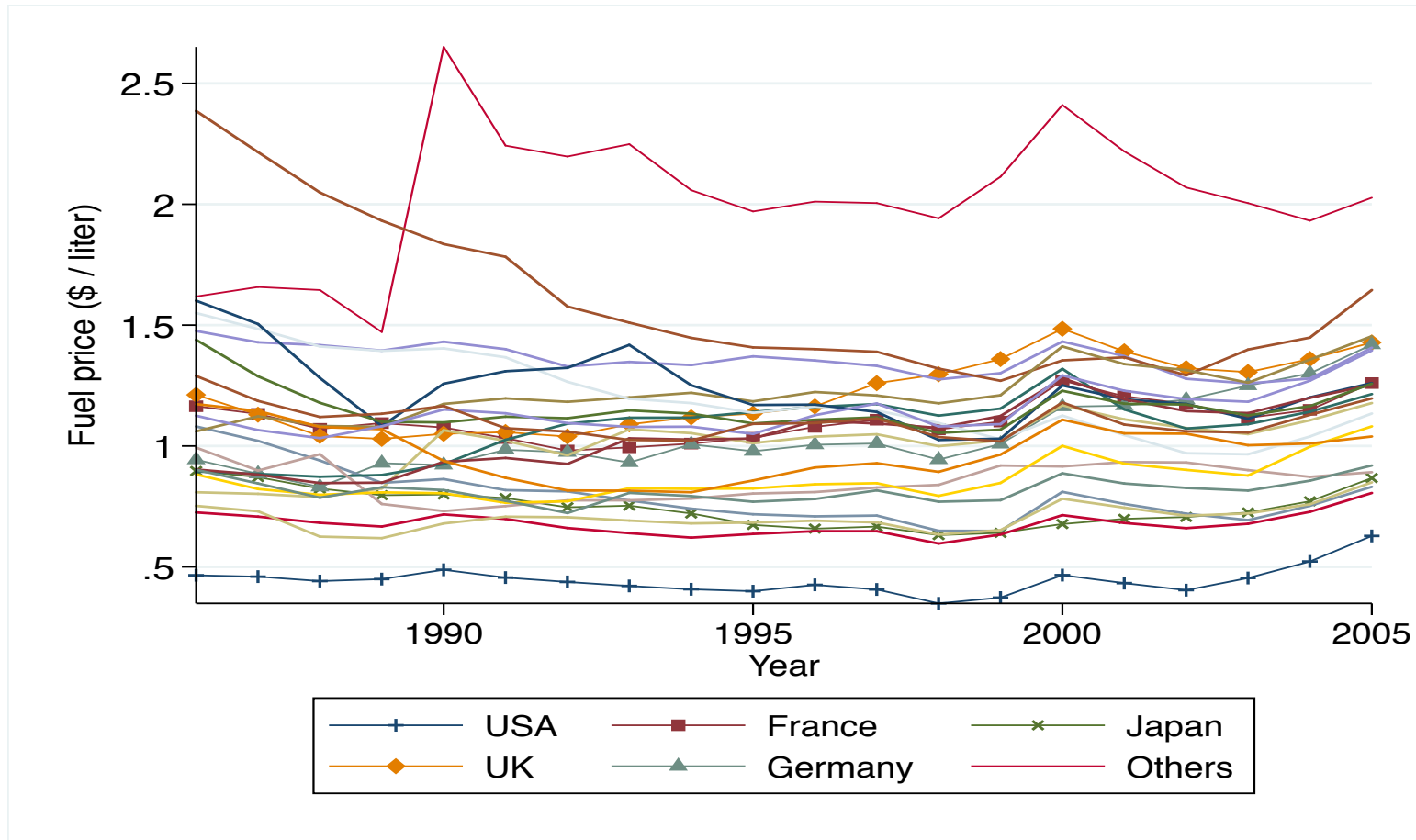


# VARIABLES POLITIQUES : PRIX DU CARBURANT & TAXES

- 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

---

<b>1992-2002</b>	<b>Car Sales shares</b>	<b>Patent Weights</b>
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
<b>Toyota</b>	<b>2003-2005</b>		
	Japan	0.43	0.42
	North America	0.40	0.34
	Europe	0.17	0.23
<b>VW</b>	<b>2002-2005</b>		
	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
<b>Ford</b>	<b>1992-2002</b>		
	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
<b>Peugeot</b>	<b>2001-2005</b>		
	Western Europe	0.82	0.83
	Americas	0.04	0.13
	Asia-Pacific	0.13	0.04
<b>Honda</b>	<b>2004-2005</b>		
	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
<b>Fuel Price</b> ln(FP)	0.886** (0.362)	-0.644*** (0.143)
<b>Clean Spillover</b> SPILL <sub>C</sub>	0.266*** (0.087)	-0.058 (0.066)
<b>Dirty Spillover</b> SPILL <sub>D</sub>	-0.160* (0.097)	0.114 (0.081)
<b>Own Stock Clean</b> K <sub>C</sub>	0.303*** (0.026)	0.016 (0.026)
<b>Own Stock Dirty</b> K <sub>D</sub>	0.139*** (0.017)	0.542*** (0.020)
<b>#Observations</b>	68,240	68,240
<b>#Units (Firms and individuals)</b>	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
<b>Fuel Price</b> ln(FP)	1.032** (0.440)	-0.447** (0.187)
<b>R&amp;D subsidies</b> ln(R&D)	0.001 (0.028)	0.016 (0.020)
<b>Emission Regulation</b>	0.040 (0.328)	0.138 (0.213)
<b>Clean Spillover</b>	0.388*** (0.092)	-0.191*** (0.057)
<b>Dirty Spillover</b>	-0.287*** (0.084)	0.252*** (0.061)
<b>Own Stock Clean</b>	0.280*** (0.051)	0.210** (0.105)
<b>Own Stock Dirty</b>	0.153*** (0.050)	0.658*** (0.083)
<b>Observations</b>	68,240	68,240
<b>Firms</b>	3,412	3,412

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

# AUTRES TECHNIQUES D'ESTIMATION

Dependent Variable	Clean Patents		Dirty Patents		<i>Difference between Clean and Dirty</i> $\ln(1+PAT_C)-\ln(1+PAT_D)$	
	HHG	BGVR	HHG	BGVR	Quasi Linear	
<b>Fuel Price</b>	0.295 (1.062)	0.672** (0.332)	-2.457*** (0.897)	-0.614*** (0.192)	0.141** (0.061)	0.143** (0.061)
<b>Clean Spillover</b>	0.495** (0.236)	0.294*** (0.077)	0.393** (0.197)	-0.136** (0.054)	-0.007 (0.007)	-0.009 (0.007)
<b>Dirty Spillover</b>	-0.409 (0.484)	-0.277** (0.084)	0.254 (0.300)	0.198*** (0.065)	0.015 (0.014)	0.010 (0.014)
<b>Own Stock Clean</b>	0.424*** (0.051)	0.883*** (0.031)	0.042 (0.036)	-0.003 (0.021)	0.048*** (0.007)	0.059*** (0.011)
<b>Own Stock Dirty</b>	0.133 (0.087)	0.091*** (0.029)	0.648*** (0.042)	1.069*** (0.022)	-0.016*** (0.004)	-0.010 (0.008)
<b>Country* year effects</b>	no	no	no	no	no	Yes

**Notes: All regressions include GDP, GDP per capita, R&D & emission policies & time dummies. SEs clustered by unit. 3,412 units & 68,240 observations**

# TAXES SUR LE CARBURANT PLUTÔT QUE PRIX DU CARBURANT

	<b>Clean</b>	<b>Dirty</b>
<b>Fuel Tax</b>	0.421** (0.184)	-0.226** (0.091)
<b>Clean Spillover</b>	0.387*** (0.085)	-0.146*** (0.048)
<b>Dirty Spillover</b>	-0.312*** (0.079)	0.228*** (0.054)
<b>Own Stock Clean</b>	0.500*** (0.091)	0.197* (0.108)
<b>Own Stock Dirty</b>	0.247*** (0.050)	0.612*** (0.071)
<b>Observations</b>	68,240	68,240
<b>Firms</b>	3,412	3,412

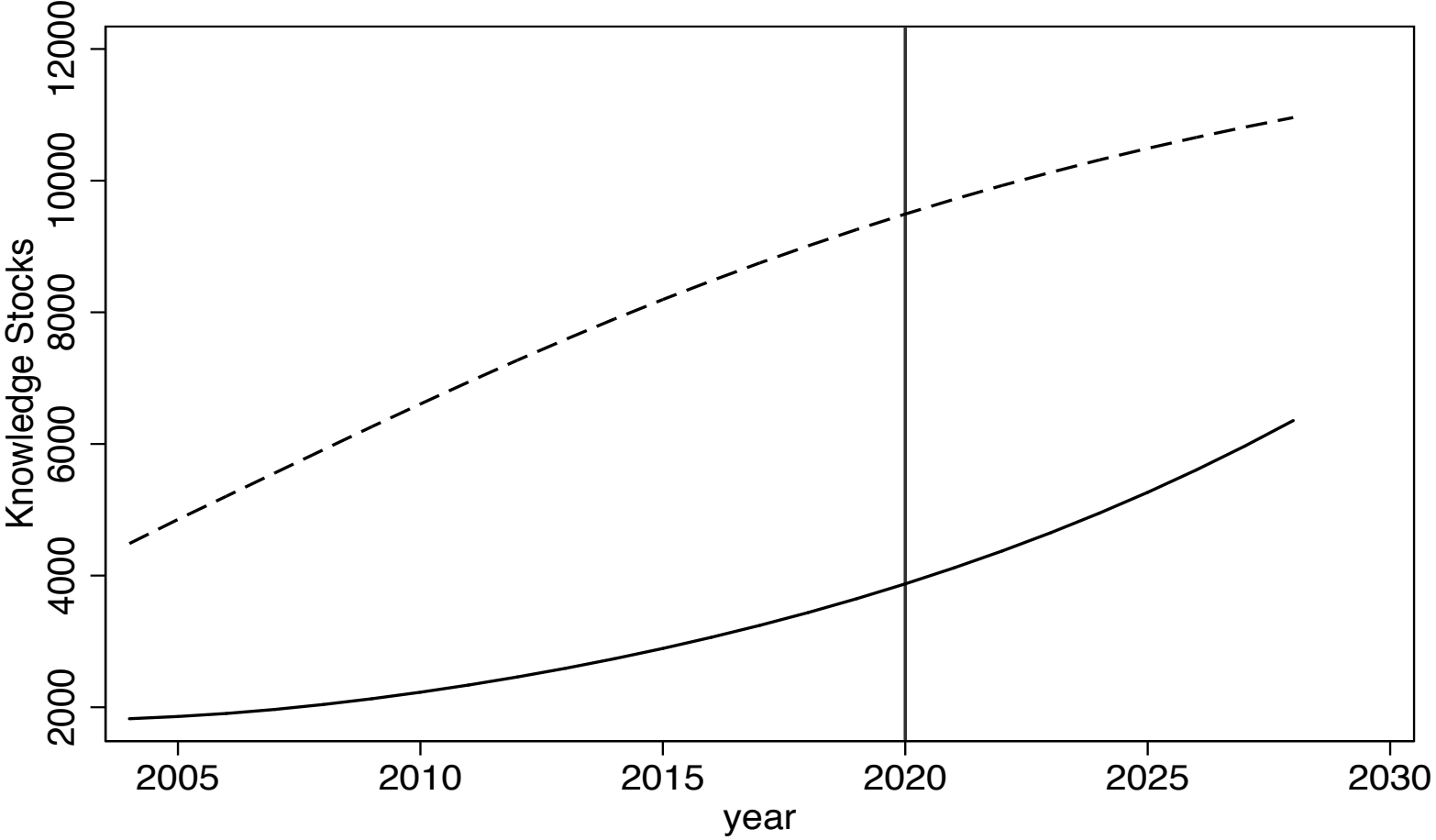
**Notes: Estimation by Conditional fixed effects (CFX), All regressions include GDP, GDP per capita, R&D & emission policies & time dummies. SEs clustered by unit.**

# 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

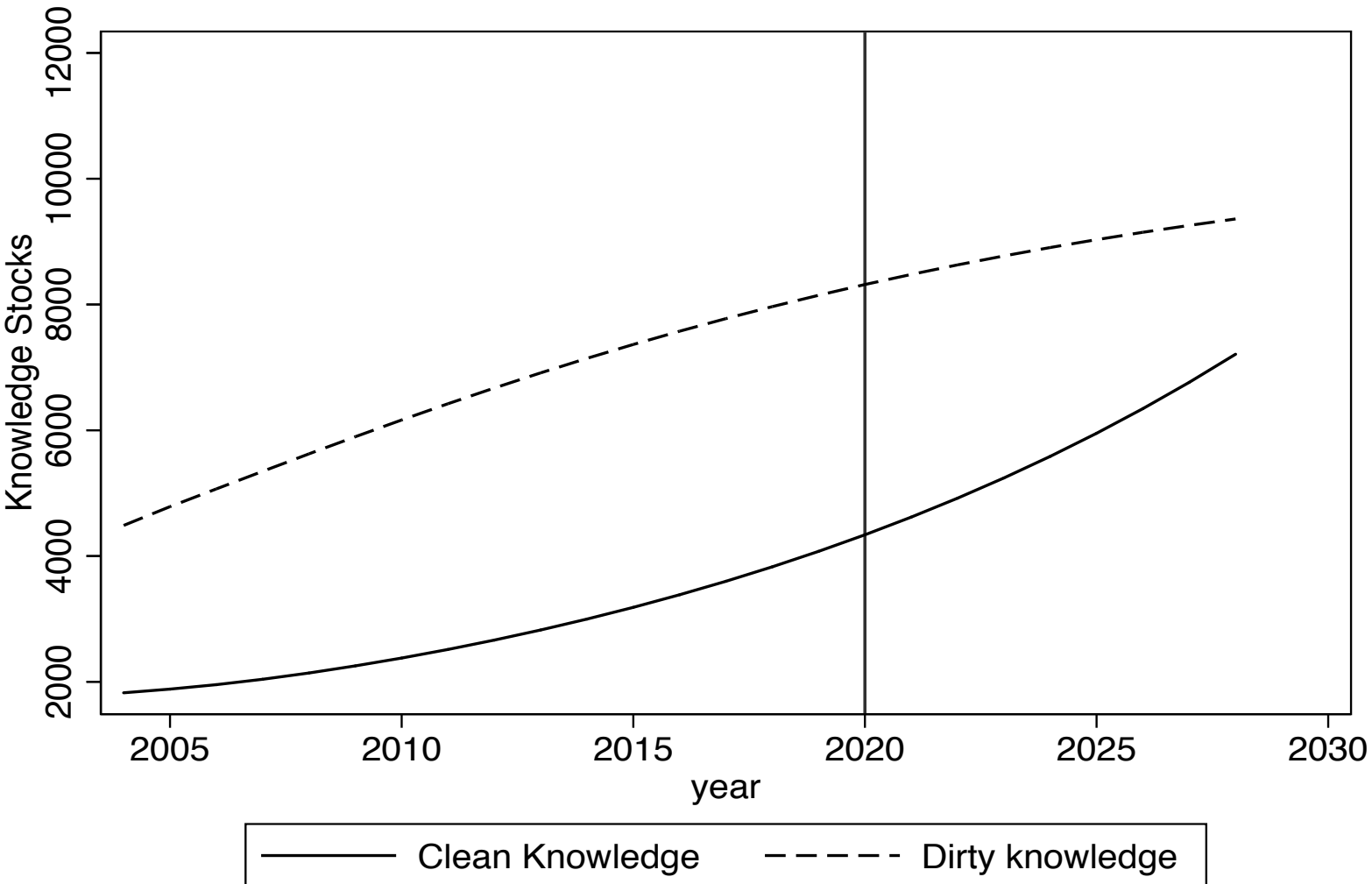


— Clean Knowledge    - - - - Dirty knowledge

Price increase of 0%



# HAUSSE DE 10% DES PRIX DU CARBURANT

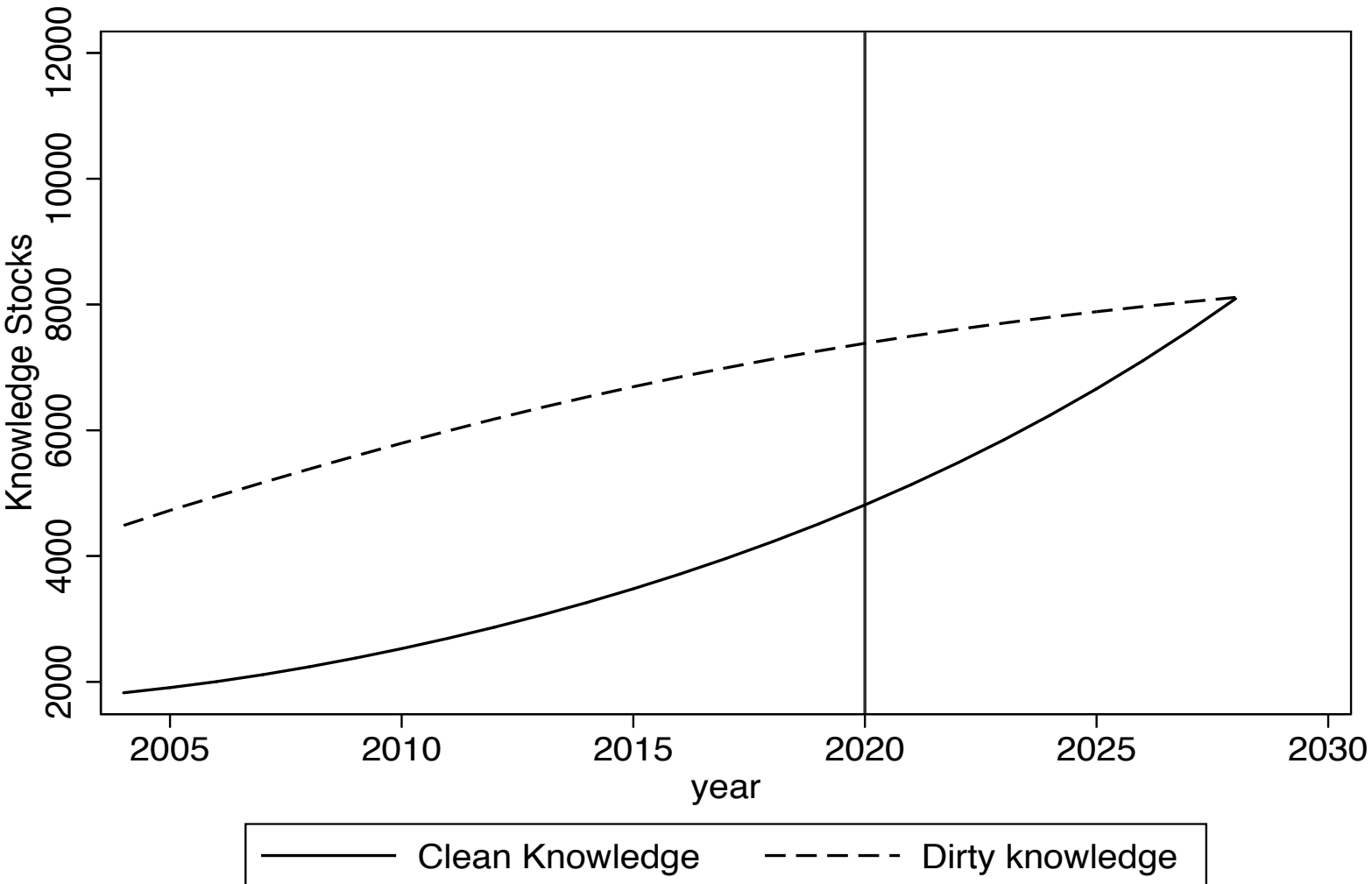


Price increase of 10%





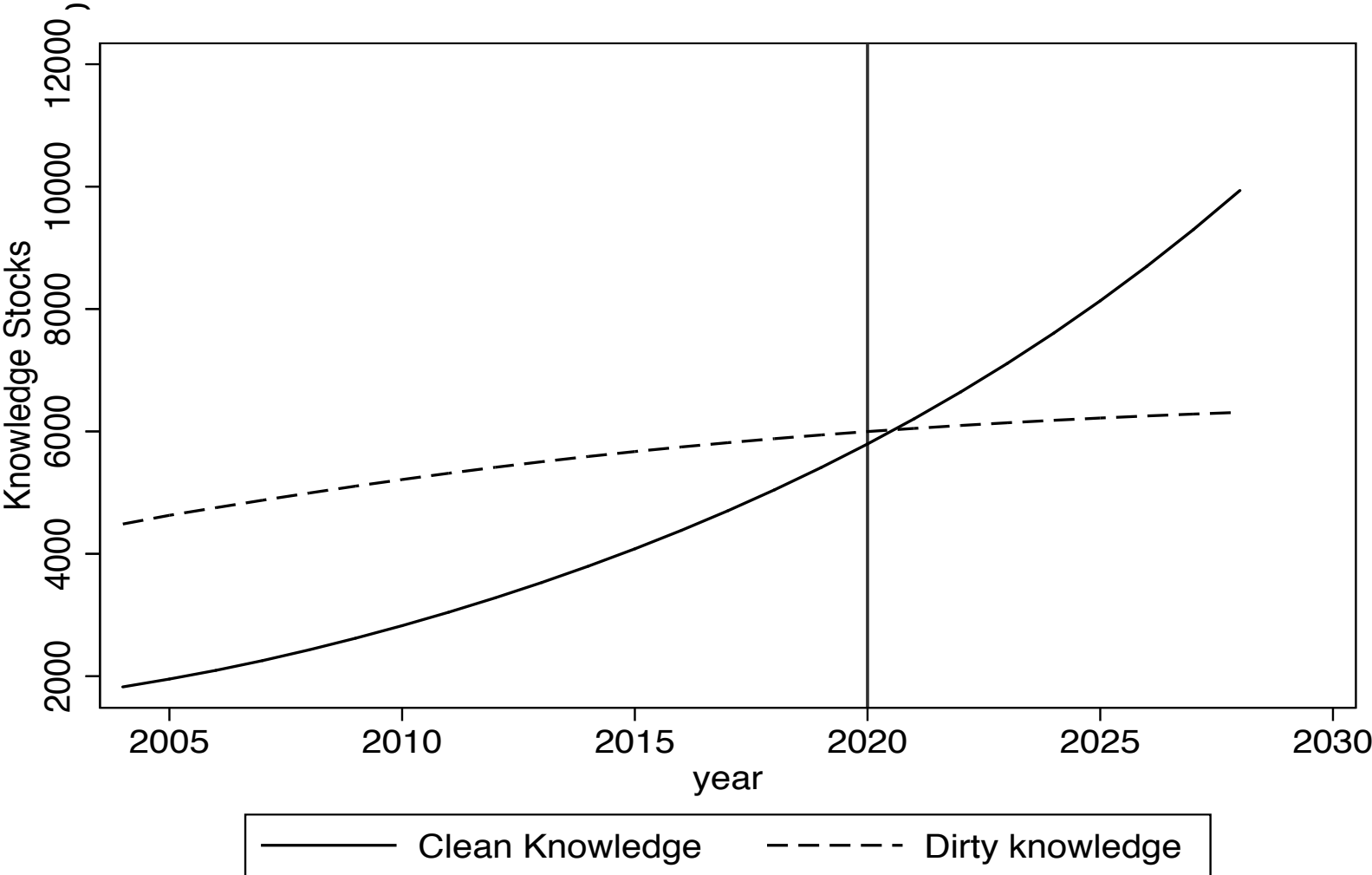
# HAUSSE DE 20% DES PRIX DU CARBURANT



Price increase of 20%



# HAUSSE DE 40% DES PRIX DU CARBURANT



Price increase of 40%



# 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*)
- Prochaines étapes : autres politiques, meilleures simulations, etc.

