

Transition énergétique, Analyse économique, et Politiques

Thierry Bréchet

Louvain School of Management
Center for Operations Research & Econometrics (CORE)

Université catholique de Louvain

Séminaire GRICE, 15 mars 2016

2

Plan de l'exposé

1. L'objet de la science économique
2. L'environnement et l'énergie dans la théorie économique
 - ① Ricardo (1815) et la rente foncière
 - ② Jevons(1865) et « La question du charbon »
 - ③ Hotelling (1931) et l'exploitation d'une ressource épuisable
 - ④ Hartwick (1977) et la soutenabilité « forte » et « faible »
3. Application à trois questions d'actualité
 - ① « Une croissance infinie dans un monde fini... »
 - ② Le pic pétrolier
 - ③ Le découplage croissance – énergie et sa causalité
4. Impacts socio-économiques d'une Belgique bas carbone

3

1. L'objet de la science économique

Le bien-être des populations...

- La qualité matérielle et immatérielle de la vie
- Les revenus (santé, éducation...)
- L'environnement naturel et les ressources naturelles
- L'environnement sociétal, la sécurité, etc...

Soit les 3(4) piliers du développement durable:

1. Économique
2. Social
3. Environnemental
4. Institutionnel

Ne pas sur-estimer le côté « matérialiste »: $W = W(c_t, q_t)$

4

L'approche « néo-classique »:

- maximiser une **fonction objectif** (privée ou collective)
- Tout en respectant des **contraintes** (technologiques, économiques, environnementales, réglementaires ou... Politiques)

Distinguer

- l'approche normative (**l'optimum**): « ce qui devrait être »
- l'approche positive (**l'équilibre**): « ce qui est »

Comment rapprocher les deux? Par **les politiques**

5

2. Environnement et énergie dans la théorie économique

1. L'objet de la science économique
2. **L'environnement et l'énergie dans la théorie économique**
 - ① Ricardo (1815) et la rente foncière
 - ② Jevons(1865) et « La question du charbon »
 - ③ Hotelling (1931) et l'exploitation d'une ressource épuisable
 - ④ Hartwick (1977) et la soutenabilité « forte » et « faible »
3. Application à trois questions d'actualité
 - ① « Une croissance infinie dans un monde fini... »
 - ② Le pic pétrolier
 - ③ Le découplage croissance – énergie et sa causalité
4. Impacts socio-économiques d'une Belgique bas carbone

6

2.1 Ricardo (1815): la rente foncière

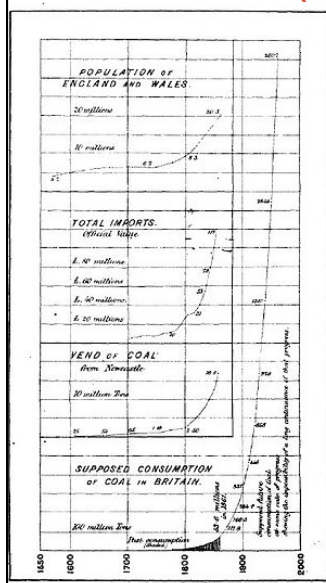
Pourquoi ne peut-on pas nourrir la Terre entière
avec un pot de fleur?

- La terre est le facteur limitatif: rendements décroissants
- À long terme: état stationnaire (croissance zéro)
- Solow (1960): même conclusion avec $Y_t = A_t F(K_t, L_t)$
- Romer (1990): la croissance endogène comme moteur de la croissance
 - capital humain,
 - progrès technique,
 - infrastructure



7

2.2 Jevons (1865): « The coal question »



“Our empire and race already comprise one-fifth of the world's population; (...) we stimulate the progress of mankind in a degree not to be measured. (...) But the maintenance of such a position is physically impossible. We have to make the momentous choice between brief greatness and longer continued mediocrity.”



8

2.3 Hotelling (1931)

Comment exploiter une ressource épuisable?

1. L'épuisement commence dès la première unité extraite
2. La ressource naturelle est un capital (règle d'arbitrage)
3. L'épuisement est une combinaison de facteurs/contraintes...
 1. Géologiques (taille des réserves),
 2. Technologiques (technologies pour exploiter la ressource)
 3. Économiques (rentabilité de l'exploitation)

Exemple: l'offre de pétrole n'est pas la même avec un baril à \$40 ou \$100...



9

2.4 Hartwick (1977)

La société se développe en s'appuyant sur 3 types de capital: naturel, humain et manufacturé:

$$K_t = K_t^N + K_t^H + K_t^M$$

Une société est soutenable si $\Delta K_t \geq 0$

Il est nécessaire de maintenir et d'investir dans chacune de ces formes de capital pour un développement soutenable.

Définitions:

- **Soutenabilité faible:** les différentes formes de capital sont (partiellement) substituables
-> approche "économique" de la soutenabilité
- **Soutenabilité forte:** les différentes formes de capital ne sont pas substituables
-> approche "écologique" de la soutenabilité

10

3. Application à quatre questions d'actualité

1. L'objet de la science économique
2. L'environnement et l'énergie dans la théorie économique
 - ① Ricardo (1815) et la rente foncière
 - ② Jevons(1865) et « La question du charbon »
 - ③ Hotelling (1931) et l'exploitation d'une ressource épuisable
 - ④ Hartwick (1977) et la soutenabilité « forte » et « faible »
3. **Application à trois questions d'actualité**
 - ① « Une croissance infinie dans un monde fini... »
 - ② Le pic pétrolier
 - ③ Le découplage croissance – énergie et sa causalité
4. Impacts socio-économiques d'une Belgique bas carbone

11

3.1 « Une croissance infinie dans un monde fini », etc...

Syllogisme!

« Une **croissance nulle** dans un monde fini est *également* impossible »

« Une **décroissance infinie** dans un monde fini est *également* impossible »

- Croissance de quoi?
- Croissance pour qui?
- Qu'est-ce qu'un monde fini?

12

3.2 Le pic pétrolier (ou: l'ex fin annoncée du pétrole)

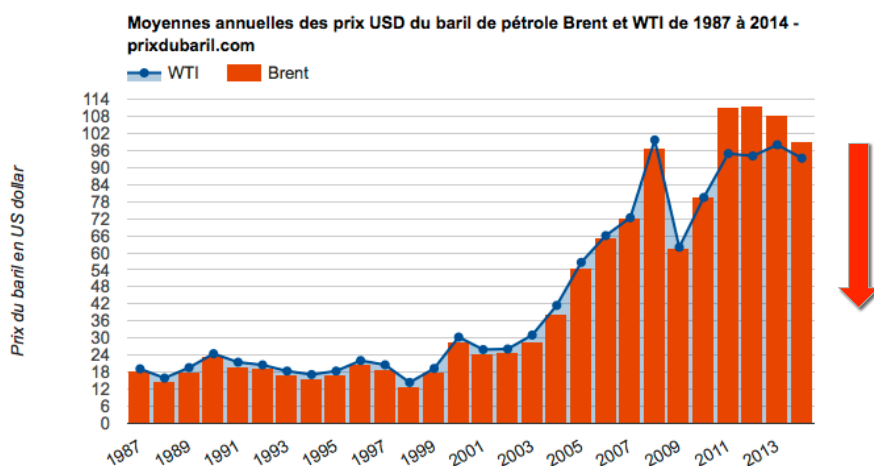
Trois idées:

1. Le pic du géologue (échelle micro) et le pic global (échelle macro) sont deux choses différentes
 - Différence entre « équilibre partiel » et « équilibre général »
2. Le pic n'a que peu d'importance, c'est le prix/coût qui compte
3. Le marché est un mécanisme...
 - de rationnement (et d'exclusion) pour la demande
 - d'incitation pour l'offre
4. Le prix du baril n'a jamais été aussi bas depuis 1970

13

Un graphique fallacieux

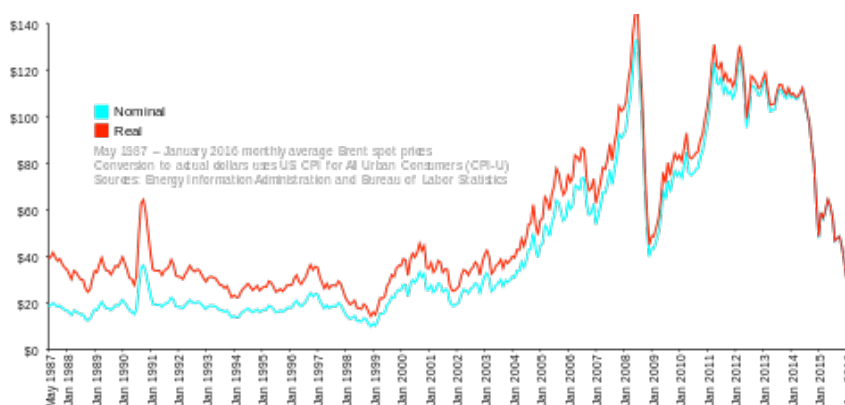
(<http://prixdubaril.com/comprendre-petrole-cours-industrie>)



14

En dollars constants

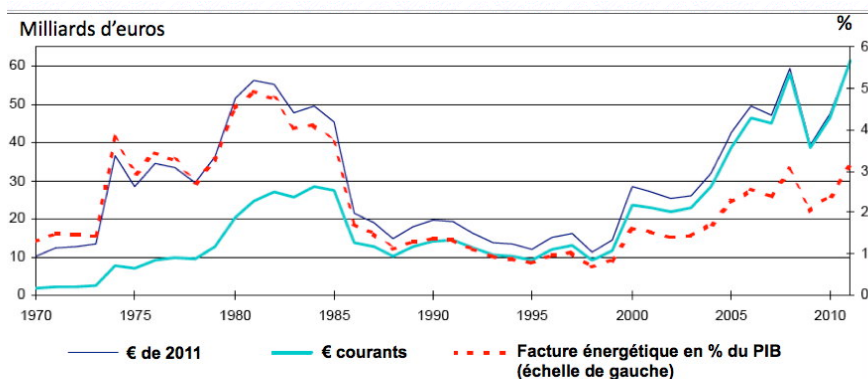
(US Dpt of Energy, Wikipedia)



15

En pouvoir d'achat, en France

(http://www.manicore.com/documentation/petrole/prix_petrole.html)



Evolution de la facture pétrolière de la France depuis 1970. La courbe bleu foncé donne le montant en milliards d'euros constants de 2011 (échelle de gauche) ; la courbe bleu clair donne cette facture en milliards d'euros courants (échelle de gauche aussi), et la courbe en pointillés rouge en % du PIB (échelle de droite). On voit bien qu'en 2011 le prix du pétrole, exprimé en % du PIB (ce qui se rapproche du % du temps de travail que les Français doivent consacrer à acheter du pétrole), est resté bien plus bas qu'en 1979.

Source Bilan énergétique de la France pour 2011, Commissariat Général au Développement Durable, 2012

16

3.3 Y a-t-il découplage croissance – énergie?

« Pas de croissance sans énergie »?

Gael Giraud

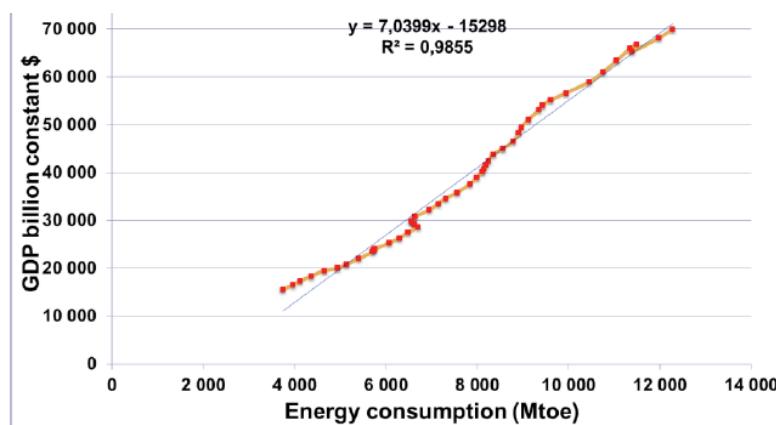
<https://www.youtube.com/watch?v=vW7WYwnOxas>

« Un point absolument ignoré des mes collègues économistes: pour produire 1 euros/dollar de PIB à prix constant on a absolument besoin de la même quantité d'énergie (depuis 1960) »

« En gros, on n'a quasiment pas amélioré l'efficacité énergétique »

17

« Le rapport entre consommation d'énergie et PIB mondial est resté presque constant depuis les années 1960 » (Jancovici, Giraud)



Monde entre 1960 et 2013?: $4000/15000=0,266$; $12500/70000=0,178 \rightarrow -32\%$
Belgique entre 1970 et 2015 $\rightarrow -40\%$

18

Éviter les analyses trop agrégées!

Le **découplage** (local ou global, relatif ou absolu) est observé:

- Progrès technique,
- Changement de structure de l'économie (dématérialisation)
- Changements de comportements, y.c. nouveaux modèles d'affaire

Les **moteurs de la croissance** (génératrice de revenus et de bien-être) résident dans l'orientation vers des activités économiques **plus productives** (en termes de revenus) et **moins génératrices de nuisances** (en termes écologiques)

- Exemple: coût de la pollution de l'air en Belgique selon L'OCDE et l'OMS (décès prématurés et pathologies): 18 milliards par an, **soit 4,6% du PIB.**
- Taux de croissance du PIB de la Belgique en 2014: **1,3%** (ICN)

Question: jusqu'où peut-on aller (en particulier en Belgique?)

1. L'objet de la science économique
2. L'environnement et l'énergie dans la théorie économique
 - ① Ricardo et la rente foncière
 - ② Jevons(1865) et « La question du charbon »
 - ③ Hotelling (1930) et l'exploitation d'une ressource épuisable
 - ④ Hartwick (1977) et la soutenabilité « forte » et « faible »
3. Application à trois questions d'actualité
 - ① « Une croissance infinie dans un monde fini... »
 - ② Le pic pétrolier
 - ③ Le découplage croissance – énergie et sa causalité
4. **Impacts socio-économiques d'une Belgique bas carbone**



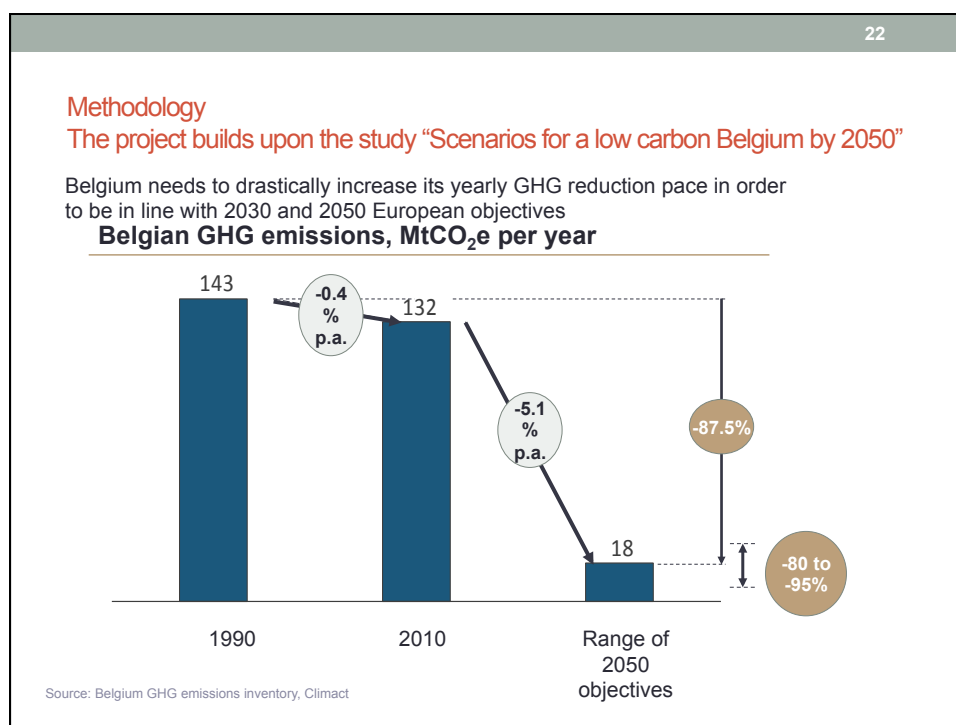
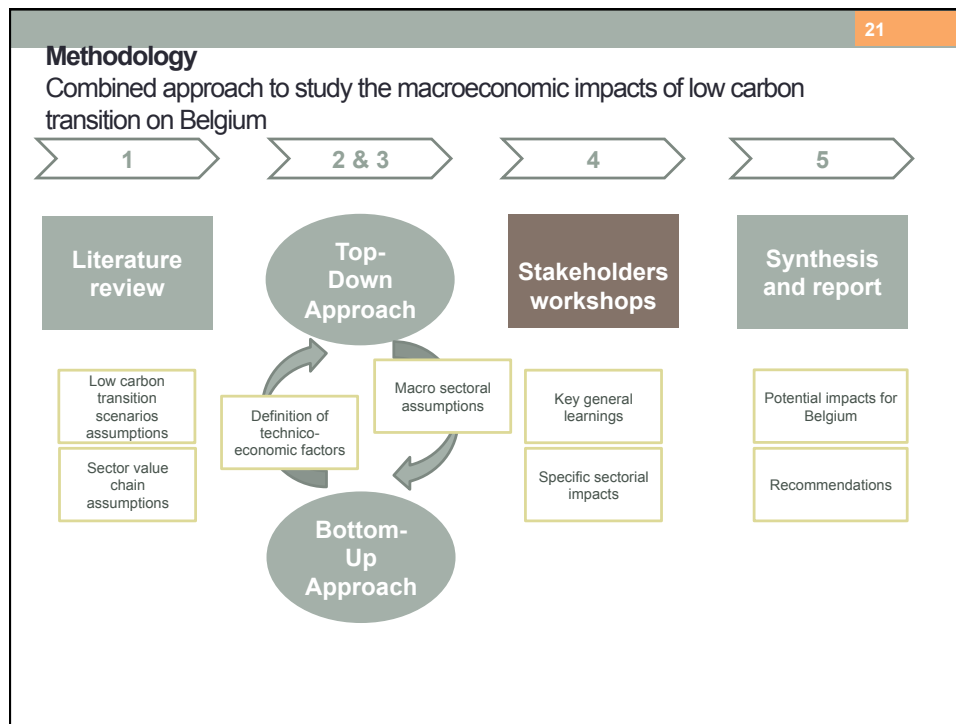
Analyzing the macroeconomic impacts of the transition to a low carbon society in Belgium

A project by Climact, Thierry Bréchet, Federal Planning Bureau and Oxford Economics

CLIMACT sa
www.climact.com | info@climact.com | T: +32 10 750 740



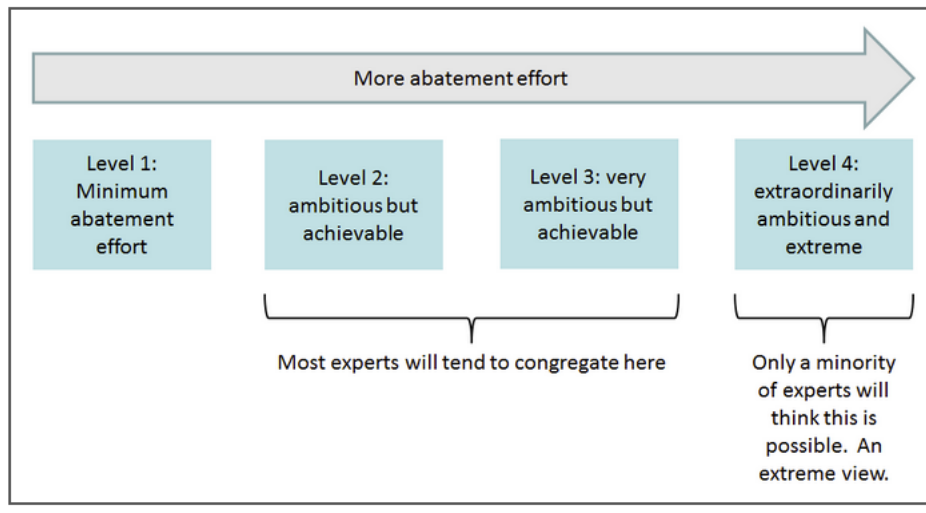
CLIMACT



23

OPERRA bottom-up calculator

- technical & behavioural measures with CAPEX, OPEX and fuel savings
- based on meetings with stakeholders



24

Extrait du calculateur (demande)

TRANSPORT				
Domestic passenger transport				
(i) Travel demand per person	1	2	3	4
(ii) Modal shift	1	2	3	4
(iii) Energy efficiency	1	2	3	4
(iv) Technology mix / electrification	1	2	3	4
Domestic freight				
(i) Demand for freight transport	1	2	3	4
(ii) Modal shift	1	2	3	4
(iii) Energy efficiency	1	2	3	4
(iv) Technology mix / electrification	1	2	3	4
International aviation				
	1	2	3	4
BUILDINGS				
Domestic space heating and hot water				
(i) Compactness	1	2	3	4
(ii) House heating / cooling	1	2	3	4
(iii) Housing thermal efficiency	1	2	3	4
(iv) Electrification level	1	2	3	4
(v) Innovative heating technology	1	2	3	4
Domestic lighting, appliances and cooking				
(i) Demand / efficiency	1	2	3	4
(ii) Electrification	1	2	3	4
Commercial heating and cooling				
(i) Commercial heating / cooling	1	2	3	4
(ii) Efficiency	1	2	3	4
(iii) Electrification level	1	2	3	4
(iv) Innovative heating technology	1	2	3	4

25

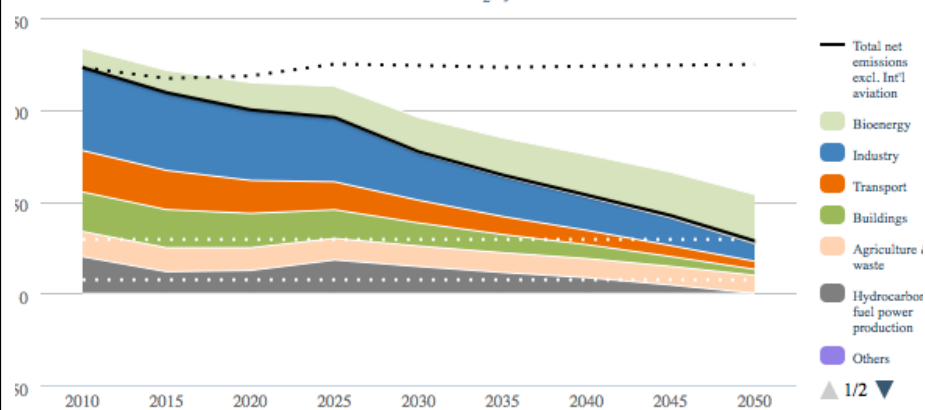
Extrait du calculateur (offre)

Generation					
Onshore wind		1	2	3	4
Offshore wind		1	2	3	4
Solar PV		1	2	3	4
Hydroelectricity		1	2	3	4
Geothermal electricity		1	2	3	4
Solar thermal		1	2	3	4
Nuclear power		1			
Carbon Capture Storage (CCS)					
(i) Power Stations		1	2	3	4
(ii) Power Station fuel mix		1	2	3	4
Biomass and gas power stations					
Import of decarbonized electricity					
(i) Share of imported electricity		1	15	3	4
(ii) Share of RES in imported electricity		1	2	3	4
ELECTRICITY BALANCING & OTHER					
EU transmission integration					
BIOENERGY					
(v) Belgian indigenous biomass production					
Bioenergy imports					
OTHER					
AGRICULTURE AND LAND USE					
(i) Number of animals and meat consumption		1	2	3	4
(ii) Emissions intensity per animal (enteric fermentation)		1	2	3	4
(iii) Emissions intensity per animal (manure management)		1	2	3	4
(iv) Fertilization and soil carbon sequestration		1	2	3	4

26

Résultat: le scénario « CORE »

Belgian greenhouse gas emissions by sector
MtCO₂e/yr



Quels sont les impacts socio-économiques de ce scénario ?
(emploi, croissance...)

27

Methodology

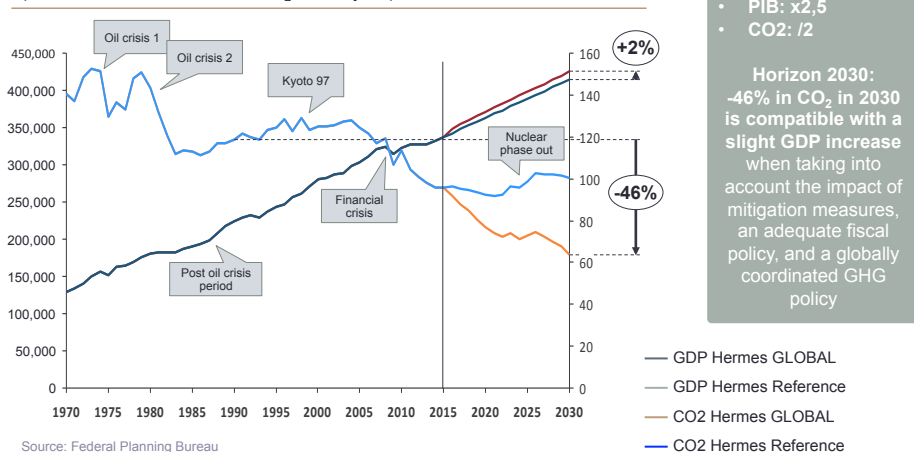
Central scenarios description: Hermes GLOBAL & Reference scenarios up to 2030

Parameters	Hermes Reference scenario	Hermes GLOBAL scenario
CO₂ emissions 2030 & mitigation measures	-16% (2030 vs 1990) - No additional mitigation measures included	-46% (2030 vs 1990) - Mitigation measures (in line with technical assumptions defined in CORE scenario)
Carbon price	Carbon price in EU ETS sector only (gradually from 5€ today to 35€ in 2030)	Carbon price in all sectors (gradually to 40€ in 2030)
Accompanying fiscal policy	None	Recycling of the carbon revenues through reduction in personal and social contributions
International context	Business-as-Usual in all region	Low carbon transition policies in EU and the rest of the world
GDP average growth rate	1.4%/year	Endogenous

28

GDP and CO₂ : putting the scenario in a historical perspective

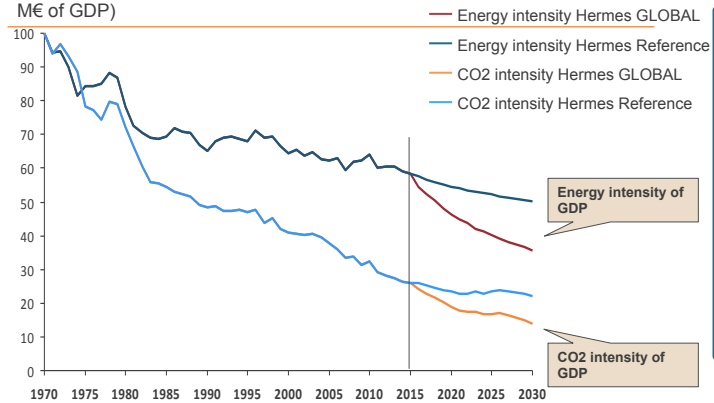
(million € 2005 / million tons CO₂ in that year)



29

Energy and CO₂ intensity of the GDP, historical and scenarios

(Hermes, % evolution in base 100, M€ of energy / M€ of GDP & tons CO₂ / M€ of GDP)

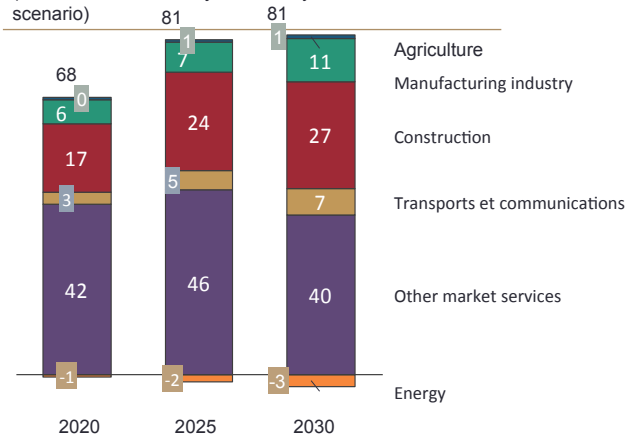


The low carbon scenario is a continuation of the current trend of **decoupling between GDP and Energy / CO₂** observed since 1970

30

Jobs creation by sectors in 2030, GLOBAL scenario

(Hermes, thousands of jobs in that year wrt Reference scenario)



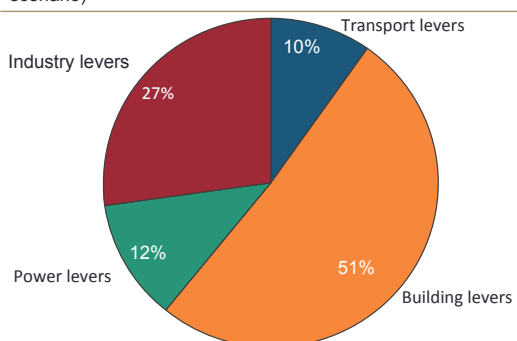
81 000 JOBS created in 2030 (or +1.8%)

- Mostly in market services, construction and manufacturing industries
- Loss of 3.000 jobs in the energy sector

31

Lever contribution in job creation in 2030, GLOBAL scenario

(Hermes, % of jobs repartition by levers in 2030 wrt to Reference scenario)



HERMES model builds on the inter-sectorial multipliers

Buildings and industry levers contribute to

78%

of jobs created by the low carbon transition in 2030

- Jobs creation through power levers are not incompatible with jobs losses in the energy sector

32

D'où viennent croissance et créations d'emplois?

- Beaucoup des mesures identifiées sont à « coût négatif », notamment les mesures comportementales: mesures sans regrets – quelles sont les barrières à l'efficacité énergétique?
- Beaucoup de ces mesures sont orientées sur des secteurs intensifs en emplois (leviers construction, services marchands, énergies renouvelables..)
- Les économies d'énergies (2% du PIB en 2030) sont utilisées pour d'autres dépenses
- Toute politique européenne coordonnée est bénéfique à la Belgique
- Une politique fiscale d'accompagnement est nécessaire (double dividende)

33

Décomposition des effets

(différence en % par rapport à la référence en 2030)

	Investissements	Eco d'énergie	Coord. Interna.
Consommation privée	-0,48	0,59	0,01
Consommation publique	0,0	0,01	0,0
F.B.C.F.	10,57	0,97	0,21
.Entreprises	7,71	1,24	0,29
.Etat	-0,29	-0,01	0,1
.Logements	21,88	0,51	0,05
Exportations	-0,07	0,29	2,53
Importations	1,35	-0,85	2,29
P.I.B.	0,23	1,86	0,41
Emploi (k)	41,47	25,71	14,4
Revenu disponible réel	-0,42	0,64	0,05
Excédent brut d'exploitation des entreprises	-0,60	3,89	0,25
Solde des opérations courantes (milliards)	-10,73	8,7	1,74
Solde public (milliards)	2,09	-0,19	0,63

34

Discussion...