Belgium Energy Outlook 2050

FABI

13/06/2019

La Belgique 2016 en chiffres

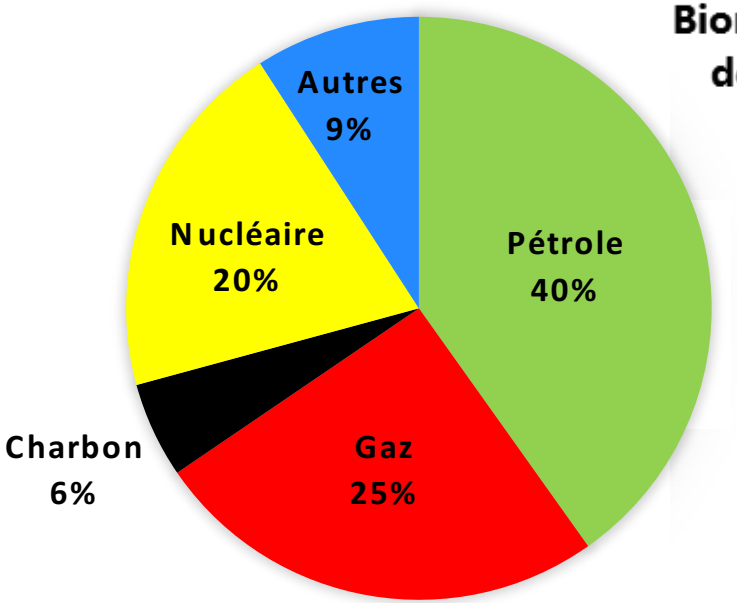
Surface : 30 528 km^2

Habitants : 11,331 Mhab

PIB : 425 G€

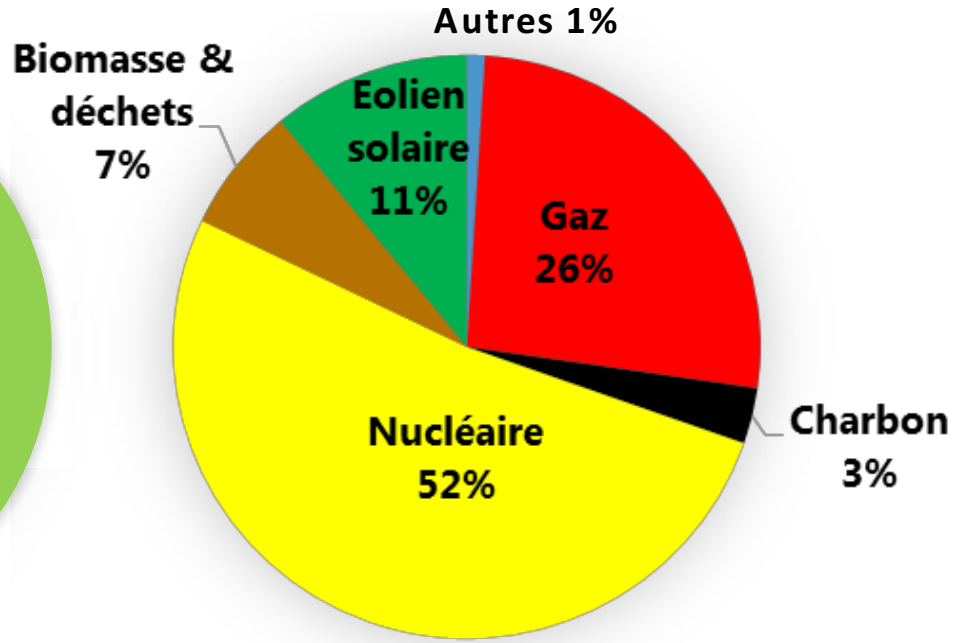
PIB/hab : 37,5 k€

Dette : 106% PIB



656 TWh

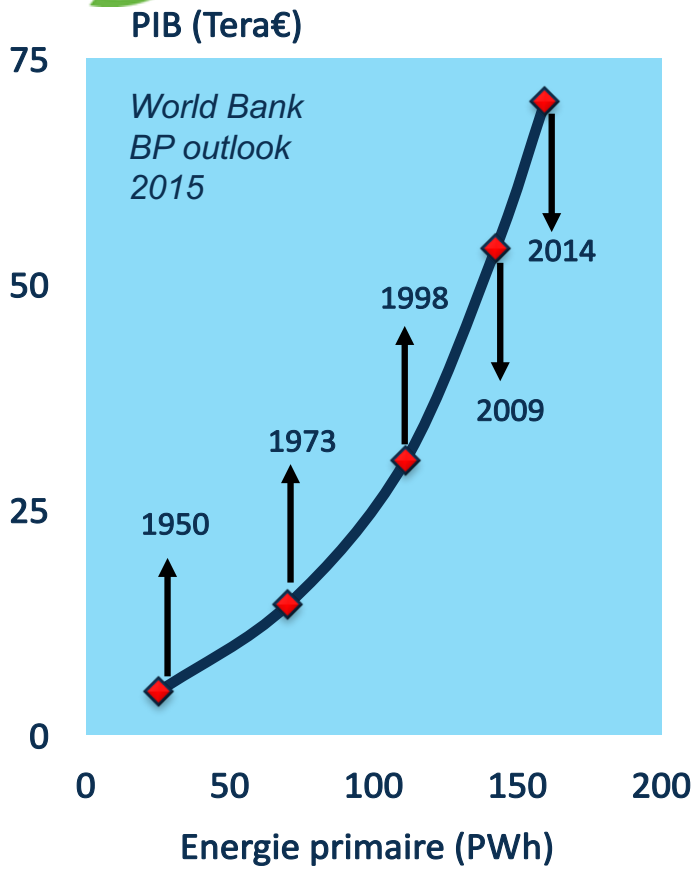
Energie primaire
71% fossiles



84 TWh

Production électricité
52% nucléaire

L'équation de Kaya et les indicateurs énergétiques



$$CO_2 = \frac{CO_2}{MWh} \times \frac{MWh}{k€} \times \frac{k€}{hab} \times hab$$

1. Croissance démographique
2. Croissance économique
3. Intensité énergétique
4. Pouvoir d'émission

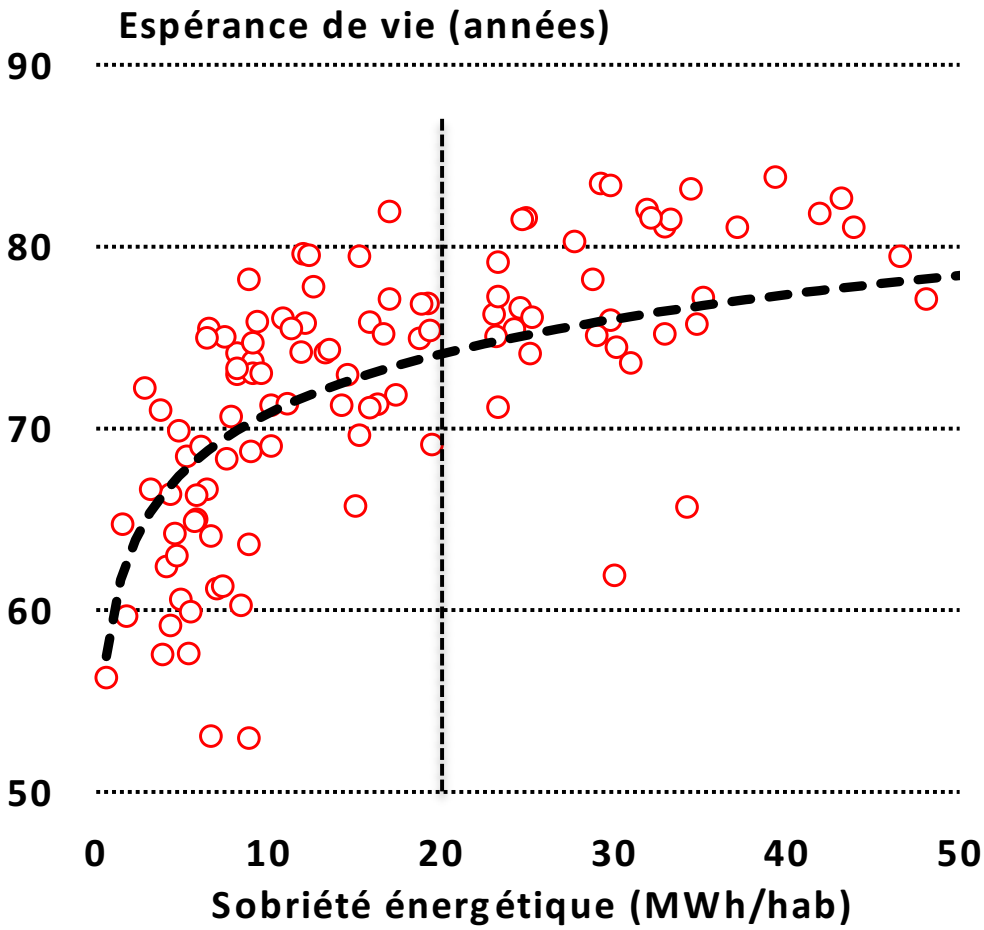
$$\frac{CO_2}{hab}$$ Emissions par habitant

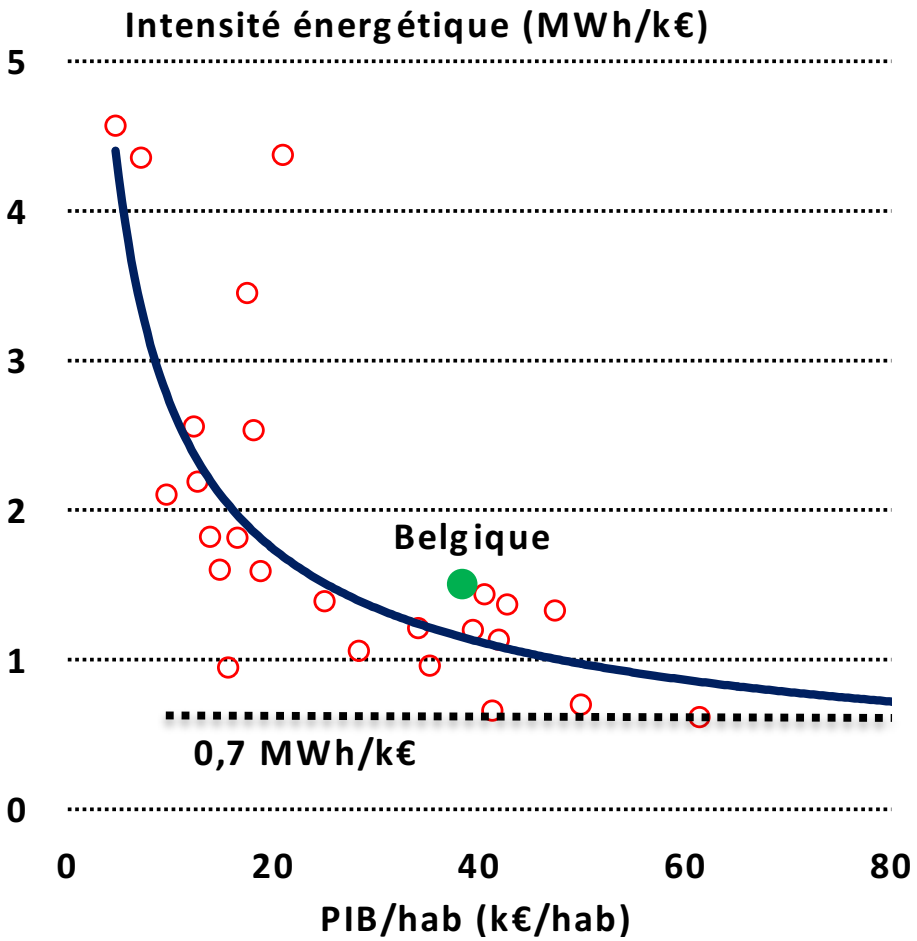
$$\frac{MWh}{hab}$$ Sobriété énergétique

$$\text{Intensité énergétique} = \frac{\text{Energie}}{\text{PIB}}$$

MWh/k€

Les limites de la croissance économique



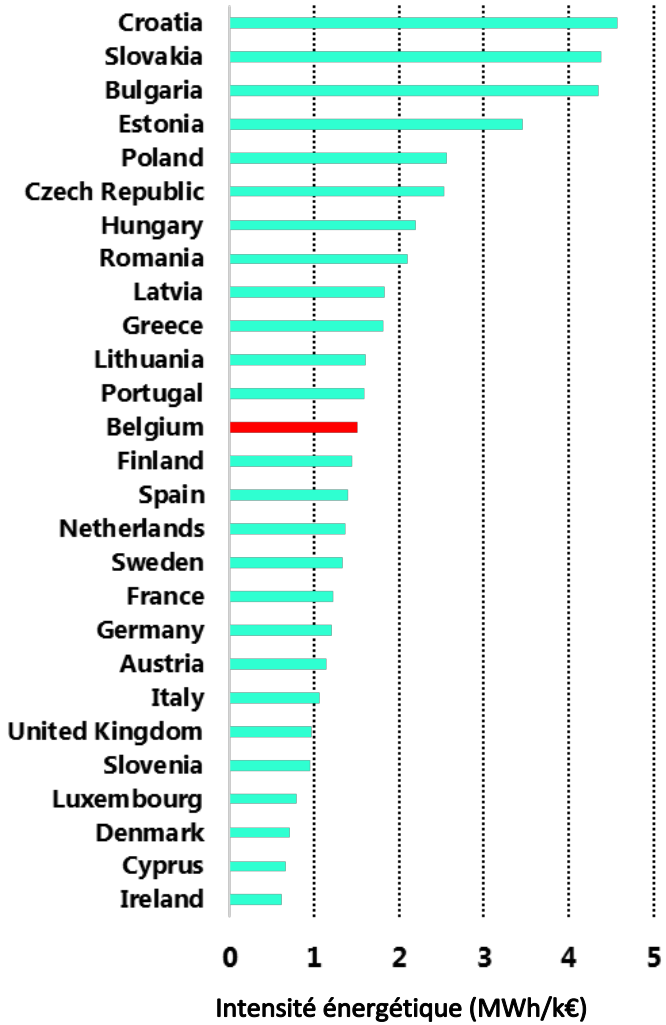


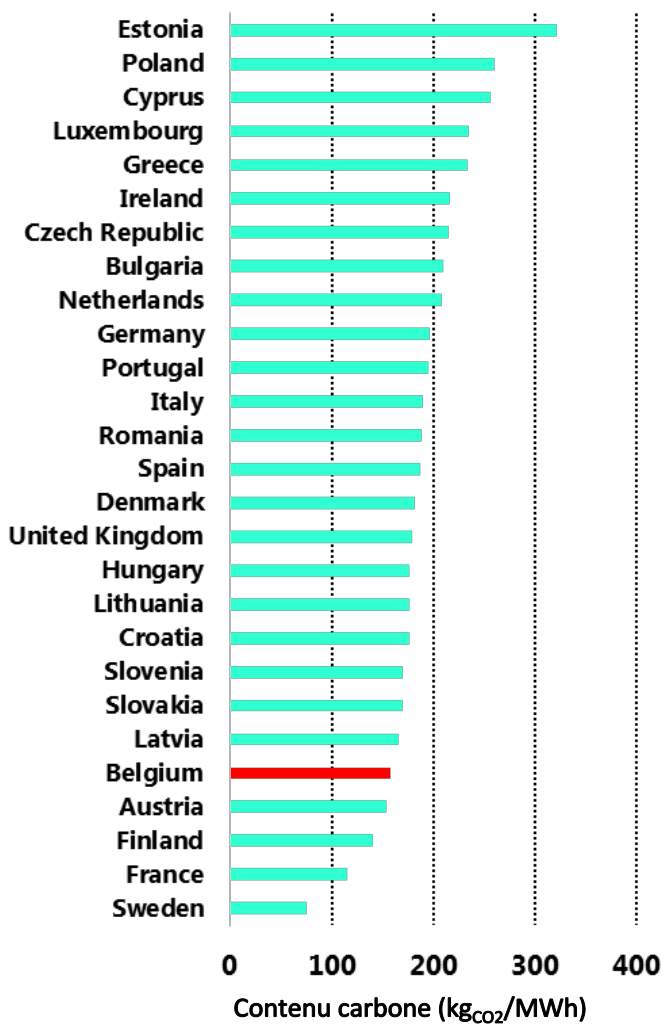
Les indicateurs énergétiques belges 2000 & 2016

Intensité énergétique	2000	2,61 MWh/k€
Contenu carbone		188 kg_{CO2}/MWh
Emissions/habitant		12,4 t_{CO2}/hab
Sobriété énergétique		66 MWh/hab

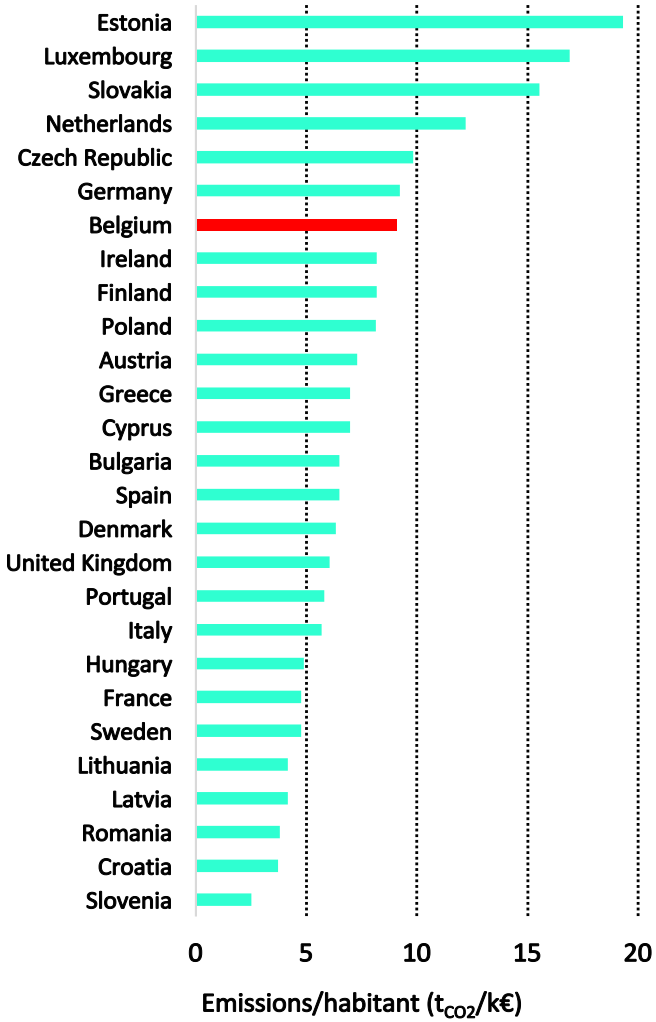
Intensité énergétique	2016	1,54 MWh/k€
Contenu carbone		153 kg_{CO2}/MWh
Emissions/habitant		8,8 t_{CO2}/hab
Sobriété énergétique		58 MWh/hab

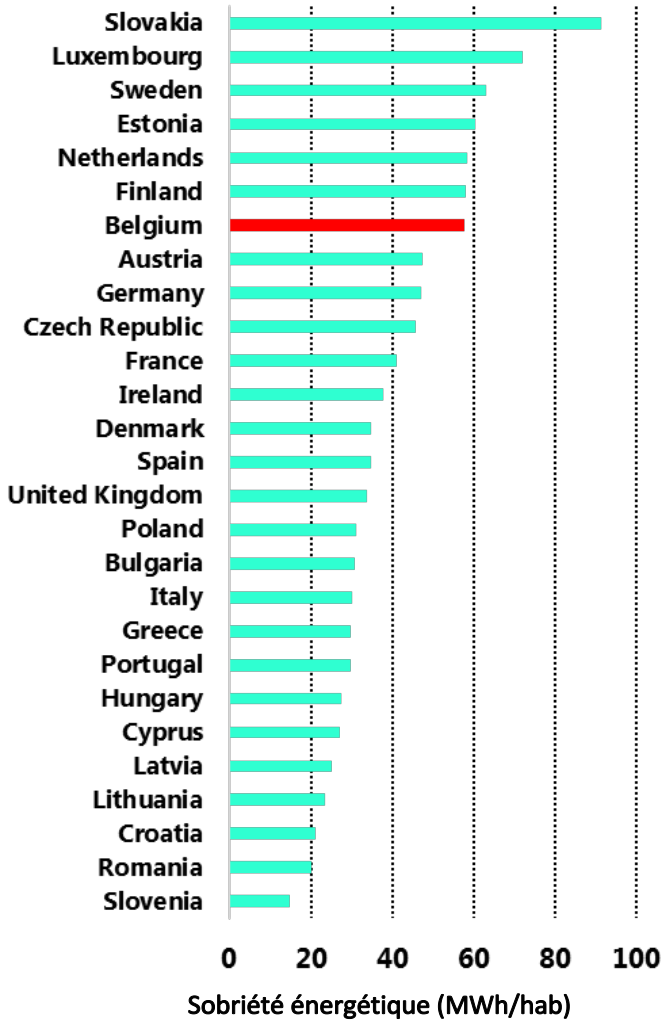
La Belgique par rapport à ses confrères européens





La Belgique par rapport à ses confrères européens





Trois scénarii (sous EXCELL)

Quatre hypothèses fortes

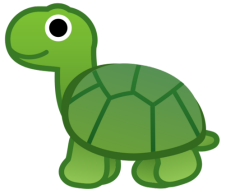
- Sortie du nucléaire brutale (2025) ou échelonnée (33/40/45)
- Production électrique renouvelable ne dépasse pas 50%
- Réduction du nucléaire surtout au profit du gaz.
- Pas de CCS (Carbon Capture Storage) ni CCU (Usage)

- *Marmotte*

« business as usual » : sortie nucléaire 2025

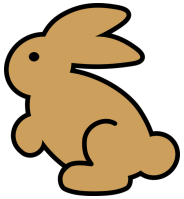
- *Tortue*

changements technologiques



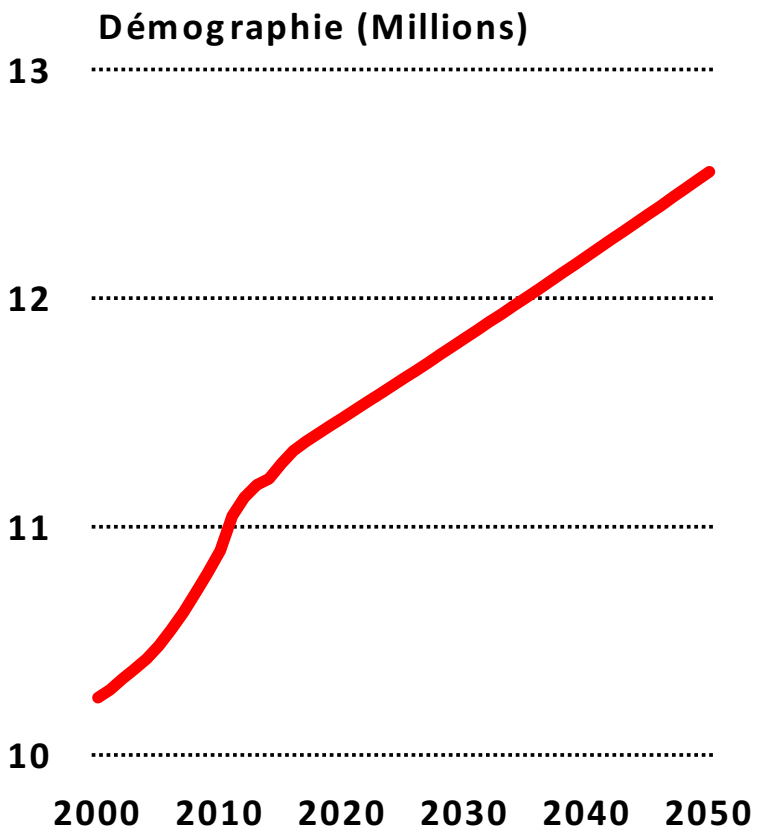
- *Lièvre*

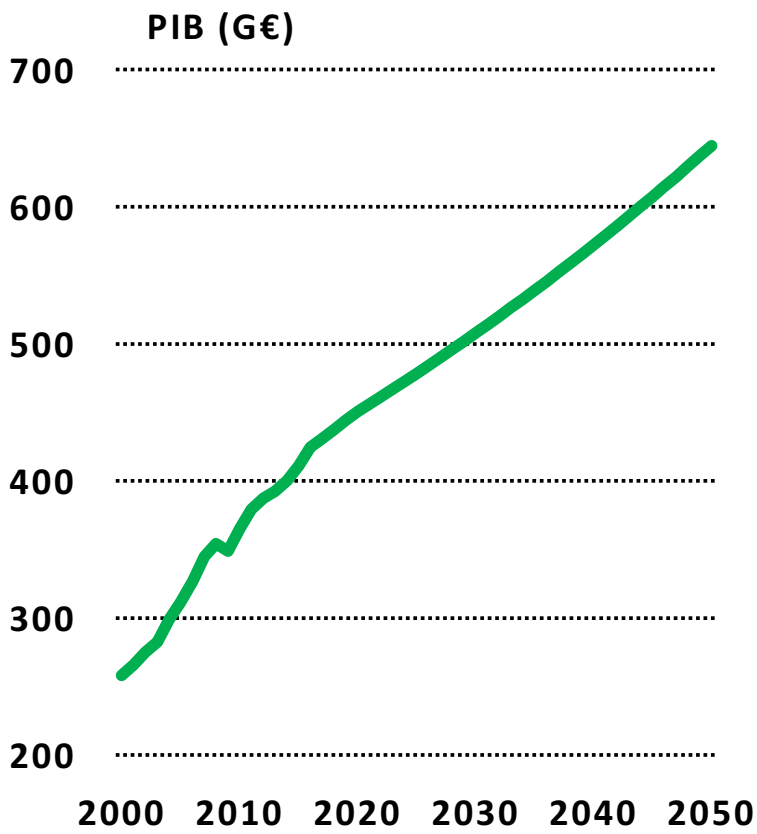
changements technologiques & comportementaux



Aucun scénario ne prône la décroissance économique (II>0,7 kWh/€)

Trois scénarios prospectifs :
Marmotte, Tortue, Lièvre



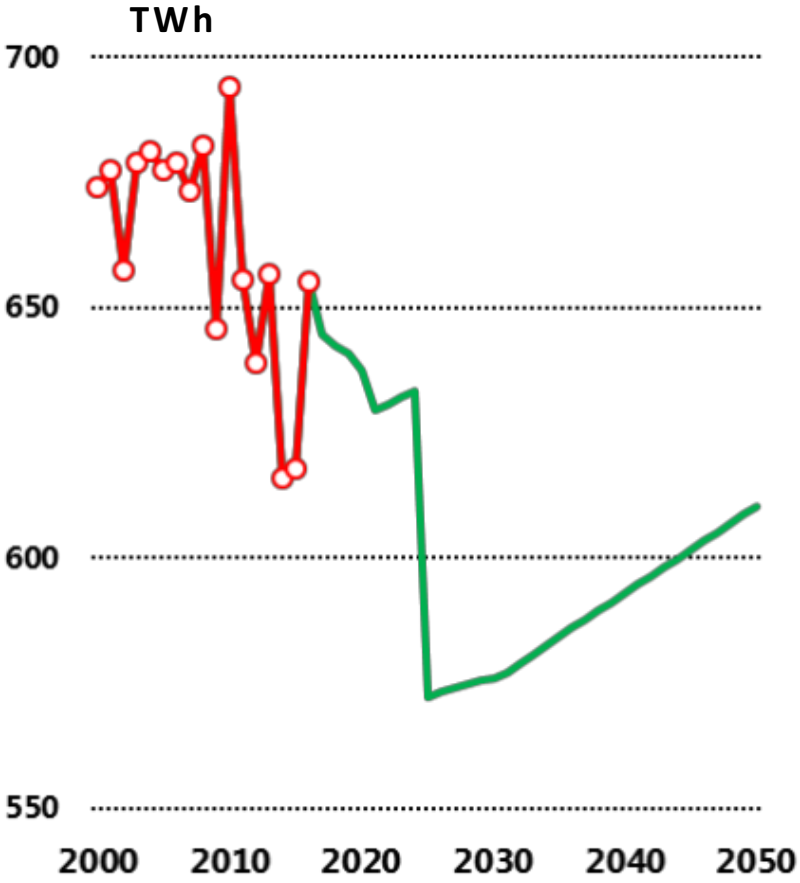


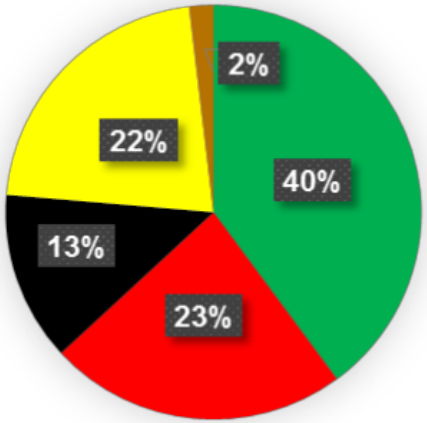
Données socio économiques		
Démographie 2017 - 2050		0,30%
Croissance économique	2017 - 2020	1,50%
	2020 - 2050	1,20%

Marmotte : hypothèses

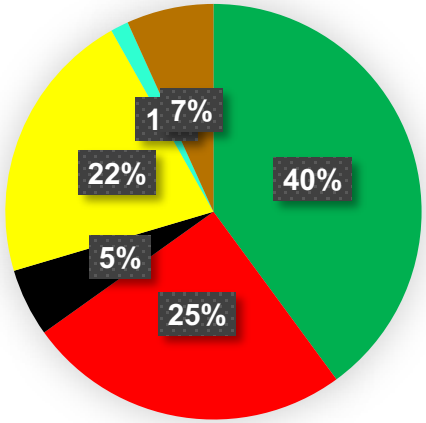
- ✓ Nombre de véhicules croit suivant tendance 2000
- ✓ Kilométrage moyen véhicules se réduit suivant tendance 2000
- ✓ Passagers*km et tonnes*km transférés vers le rail
- ✓ <u>10% de voitures électriques et 10% d'utilitaires au gaz</u>
- ✓ Consommation voitures de 6 l/100 km à 5 l/100km
- ✓ Pas de véhicules hydrogène
- ✓ <u>Pas de rénovation de l'habitat ancien</u>
- ✓ Nouveau logements aux normes 2012 (catégorie A) avec PAC
- ✓ Prolongement de la consommation baissière dans l'industrie
- ✓ Croissance de la consommation dans la pétrochimie
- ✓ <u>Sortie du nucléaire en 2025 déplacé vers le gaz CC</u>
- ✓ <u>ENR 30% du mix électrique en 2030</u>

Marmotte
Energie primaire



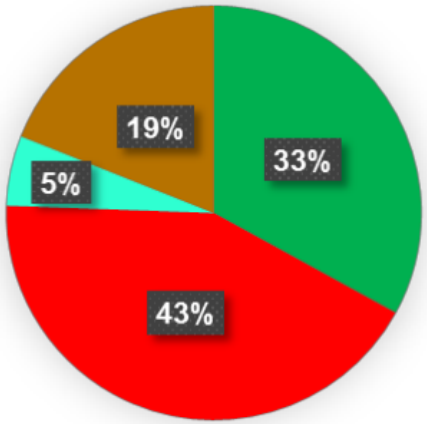


2000 : 674 TWh



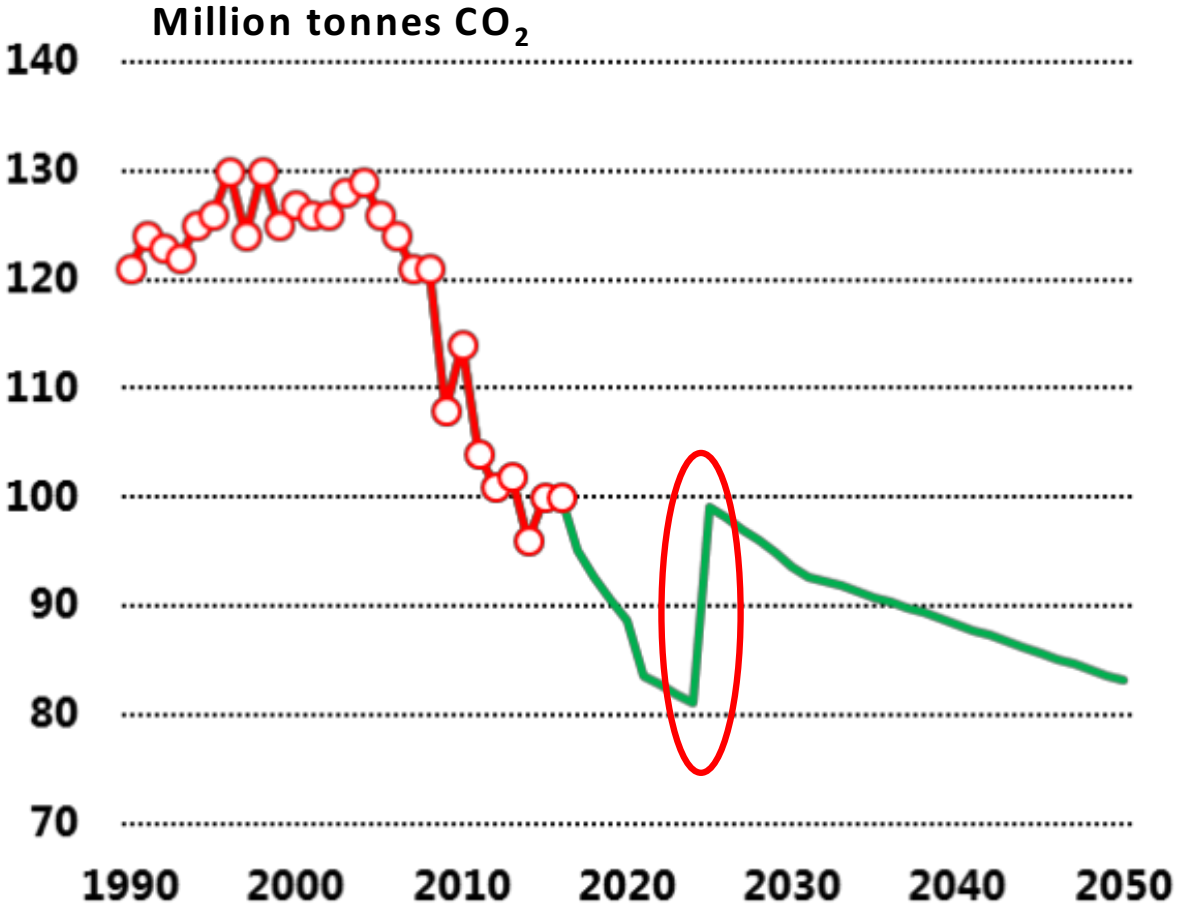
2016 : 655 TWh

- Pétrole
- Gaz
- Charbon
- Nucléaire
- ENR
- Biomasse

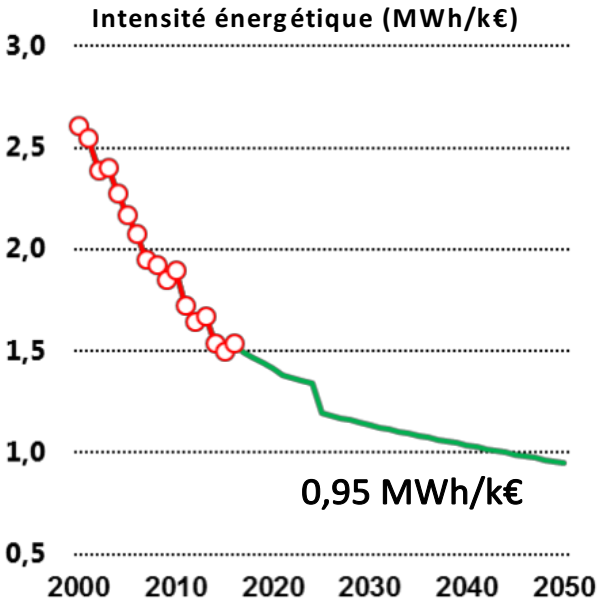


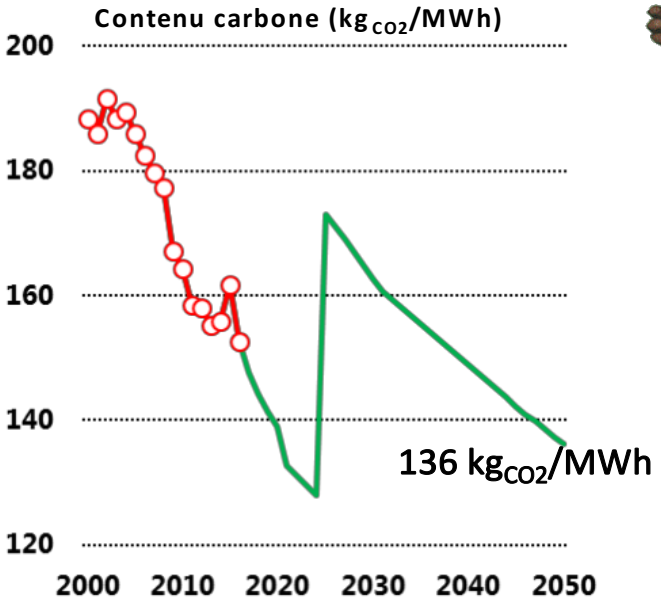
2050 : 610 TWh

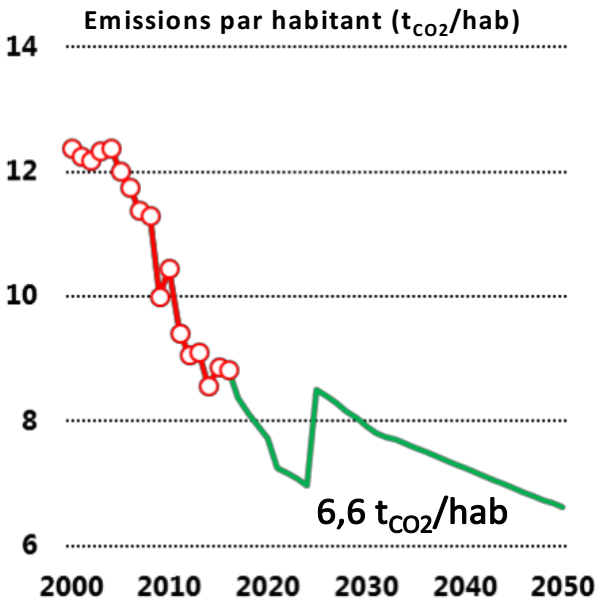
Marmotte : émissions

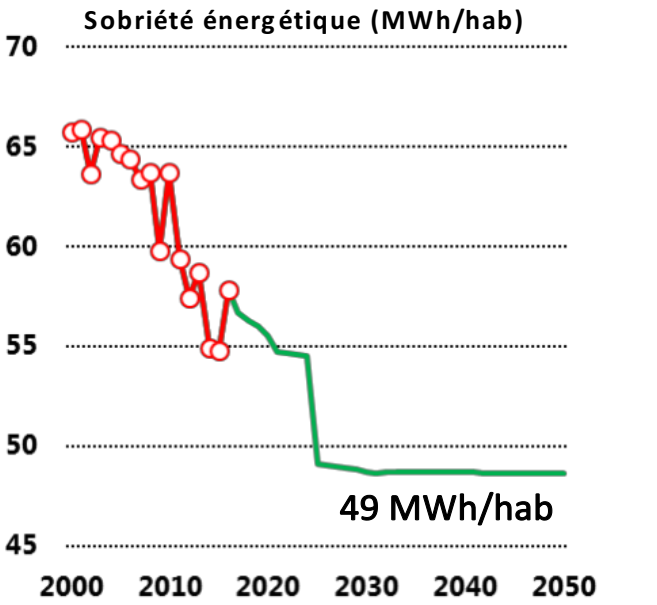


Marmotte : indicateurs

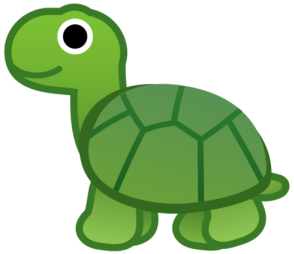






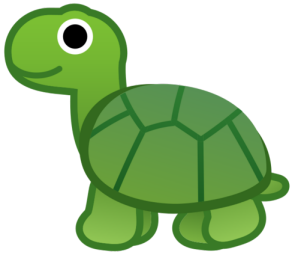


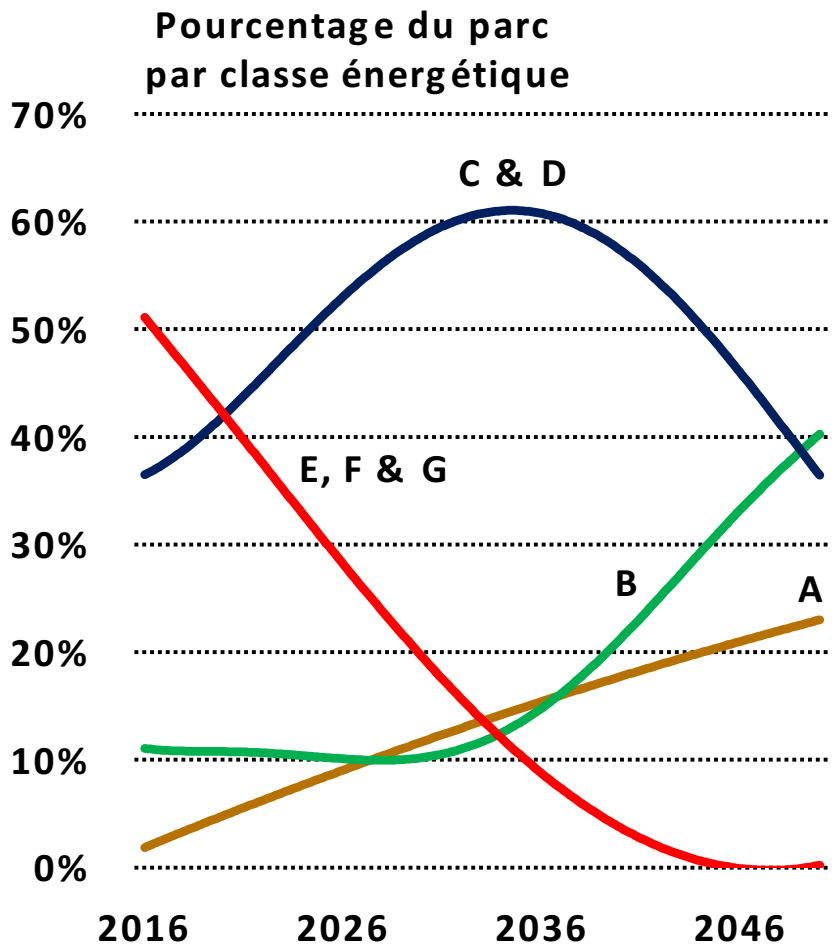
Hypothèses *Tortue*

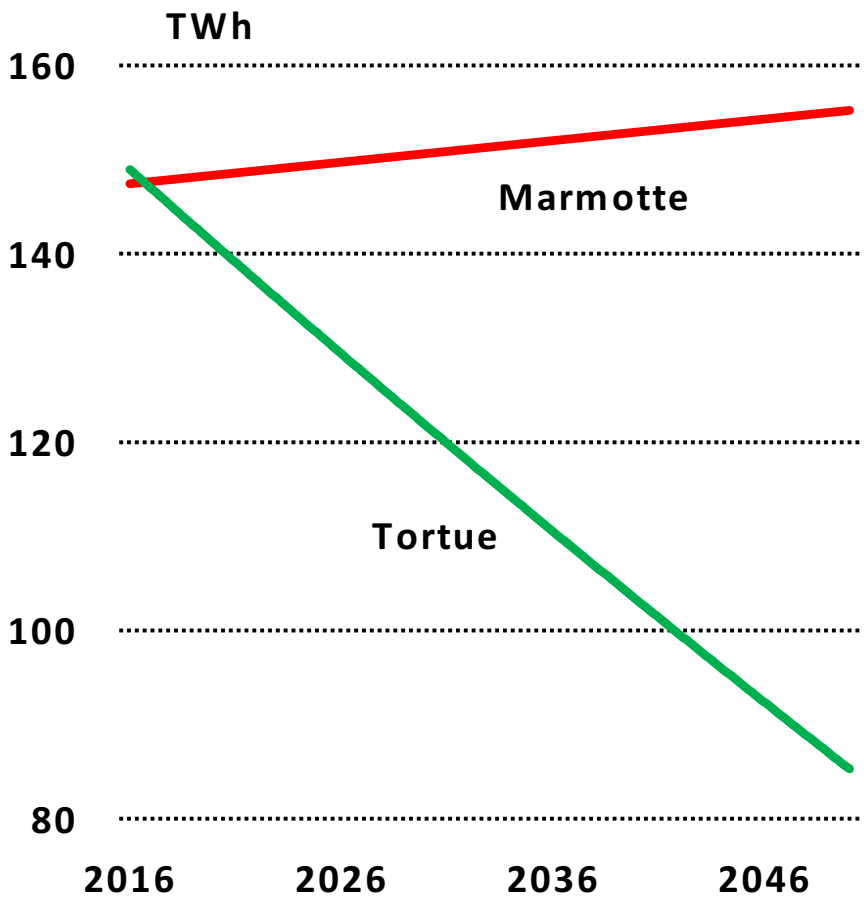


- ✓ Nombre de véhicules constant 2016
- ✓ Kilométrage moyen des véhicules se contracte
- ✓ Passagers*km et tonnes*km transférés vers le rail
- ✓ Covoiturage (1,56 à 2 passagers par véhicule)
- ✓ 25% de voitures électriques et 40% d'utilitaires au gaz
- ✓ Consommation des voitures de 6 l/100 km à 4 l/100km
- ✓ Nombre marginal de voitures gaz & hydrogène
- ✓ Habitat ancien rénové au rythme moyen de 108 000 logements/an
- ✓ Nouveaux logements aux normes 2012 (catégorie A) avec PAC
- ✓ 20% de cogénération des centrales à gaz CC injecté dans l'industrie
- ✓ Pétrochimie identique à Marmotte
- ✓ 2GW nucléaires retirés 2033. Remplacés par gaz CC + cogénération
- ✓ Croissance des ENRi identique à Marmotte (30% 2030)

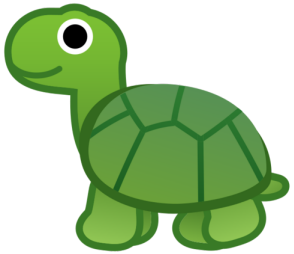
Tortue : projet de rénovation immobilière

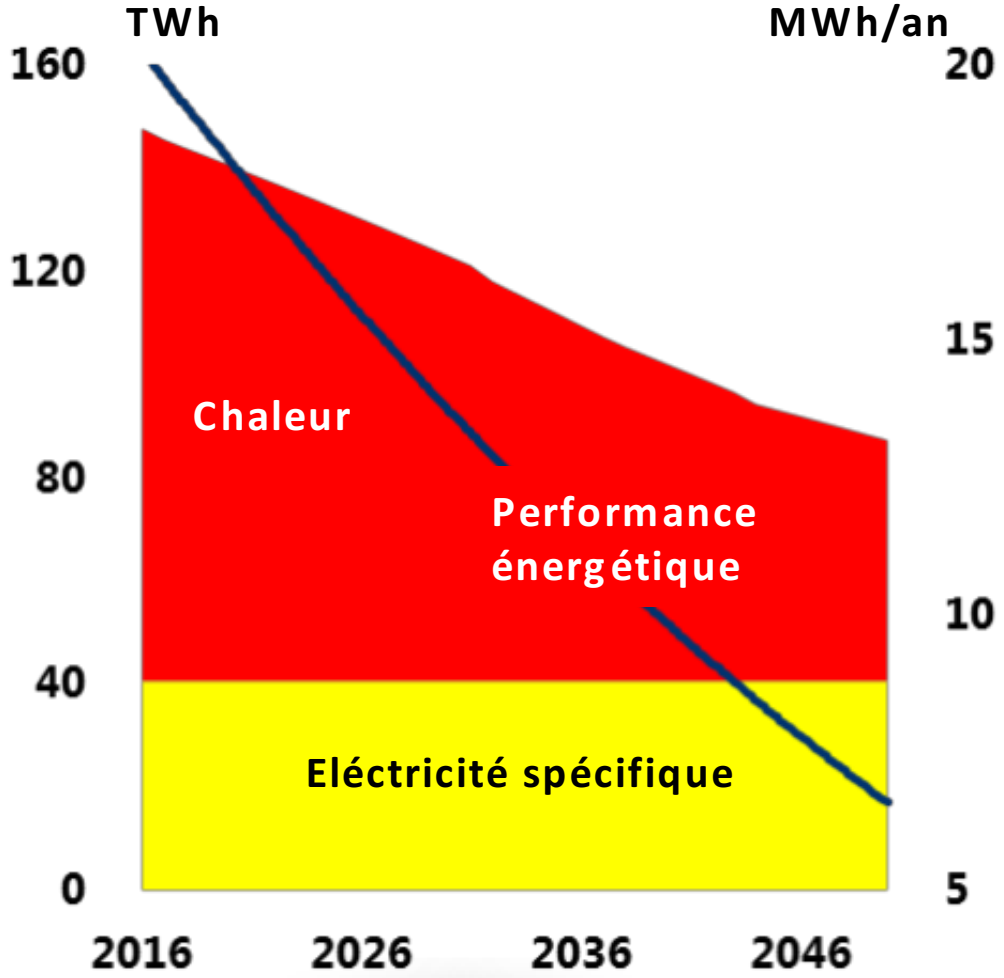






Tortue : projet de rénovation immobilière





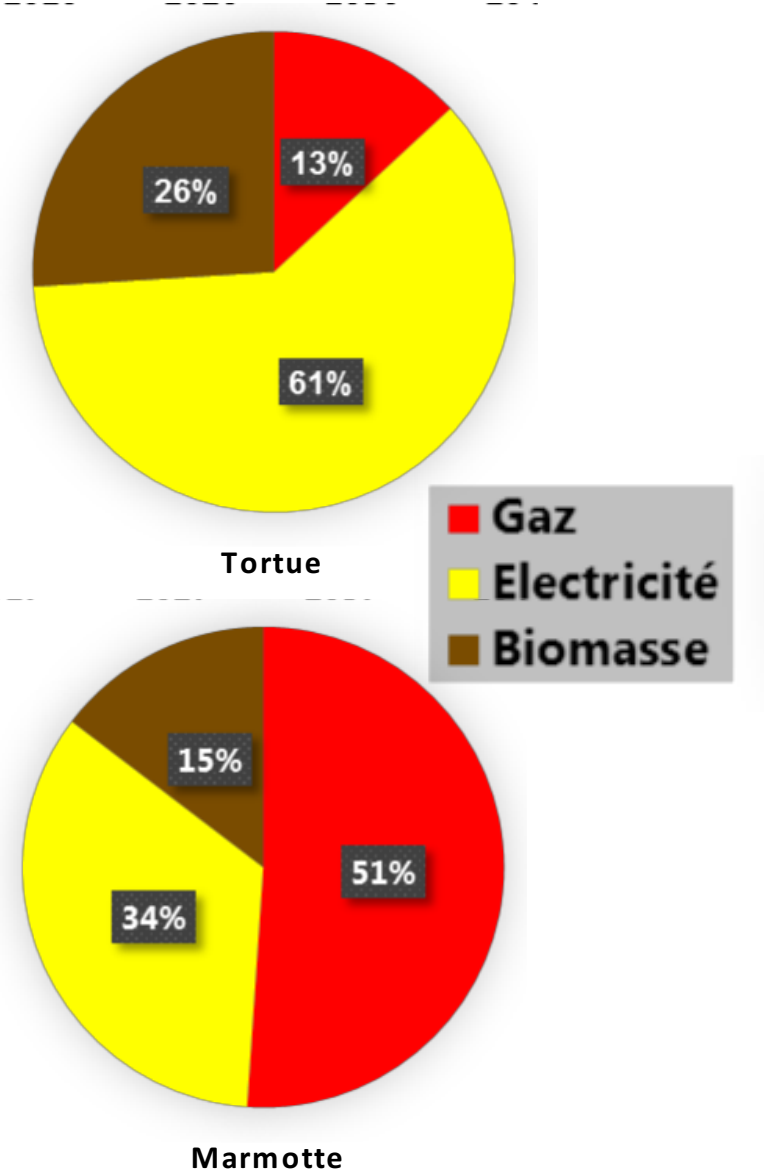
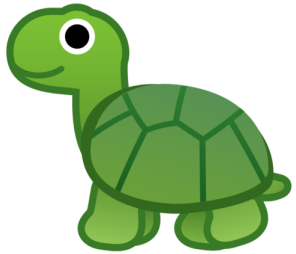
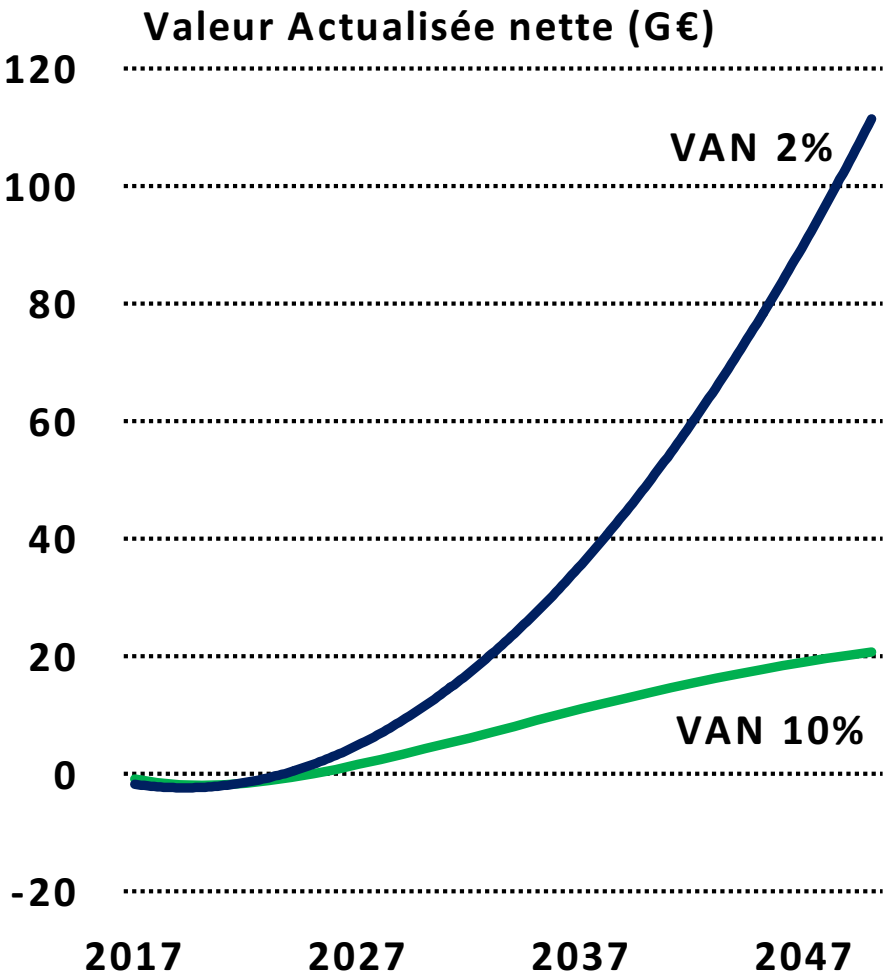
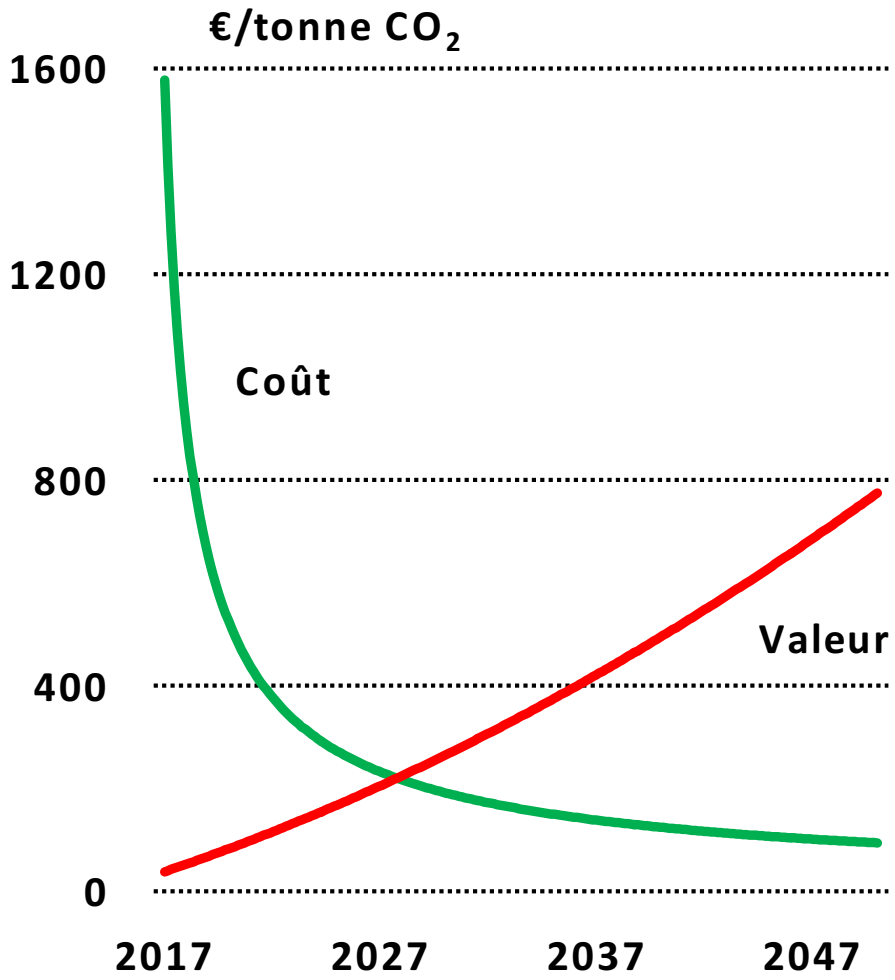


Plate-forme transition énergétique

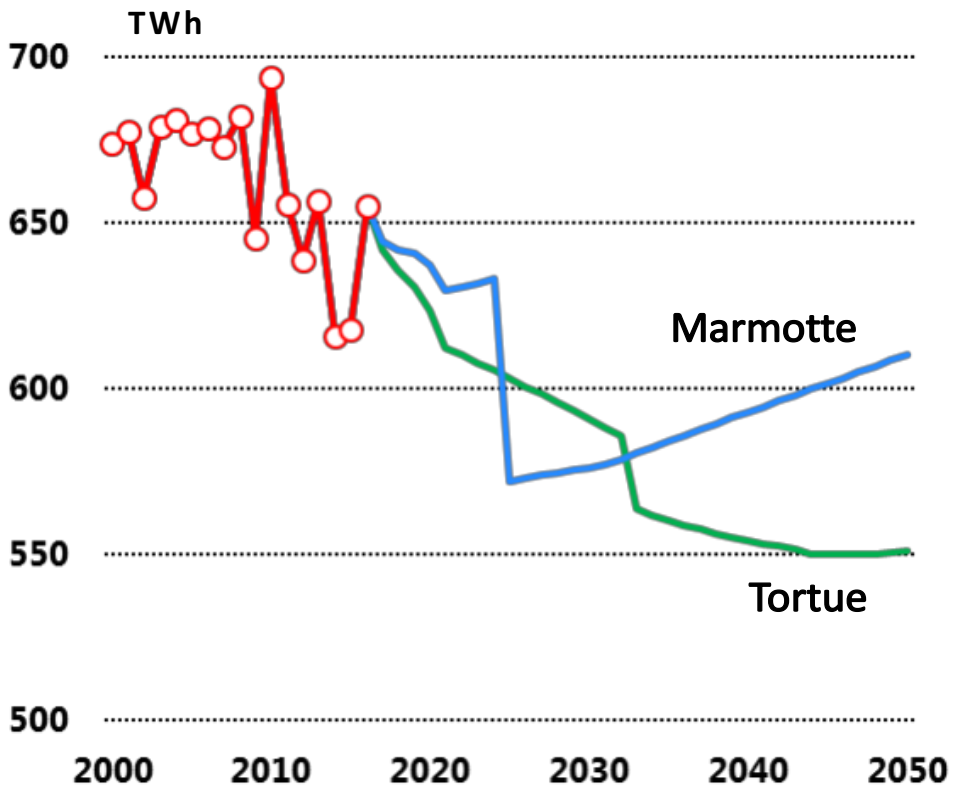
Tortue : projet de rénovation immobilière

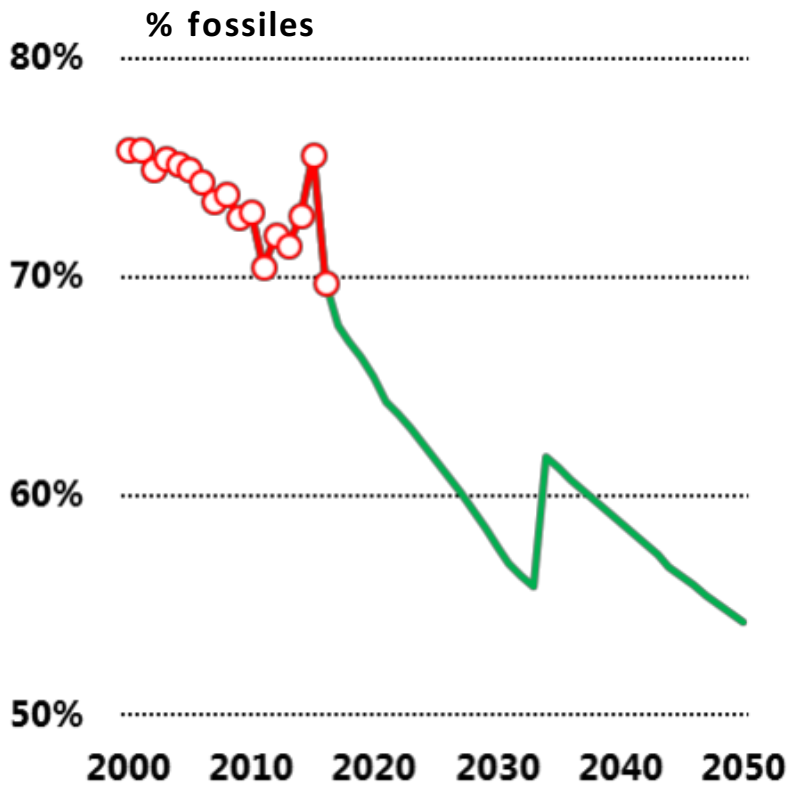




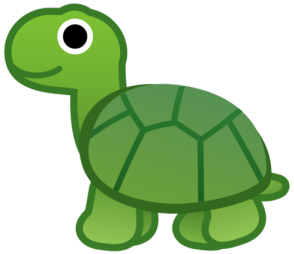


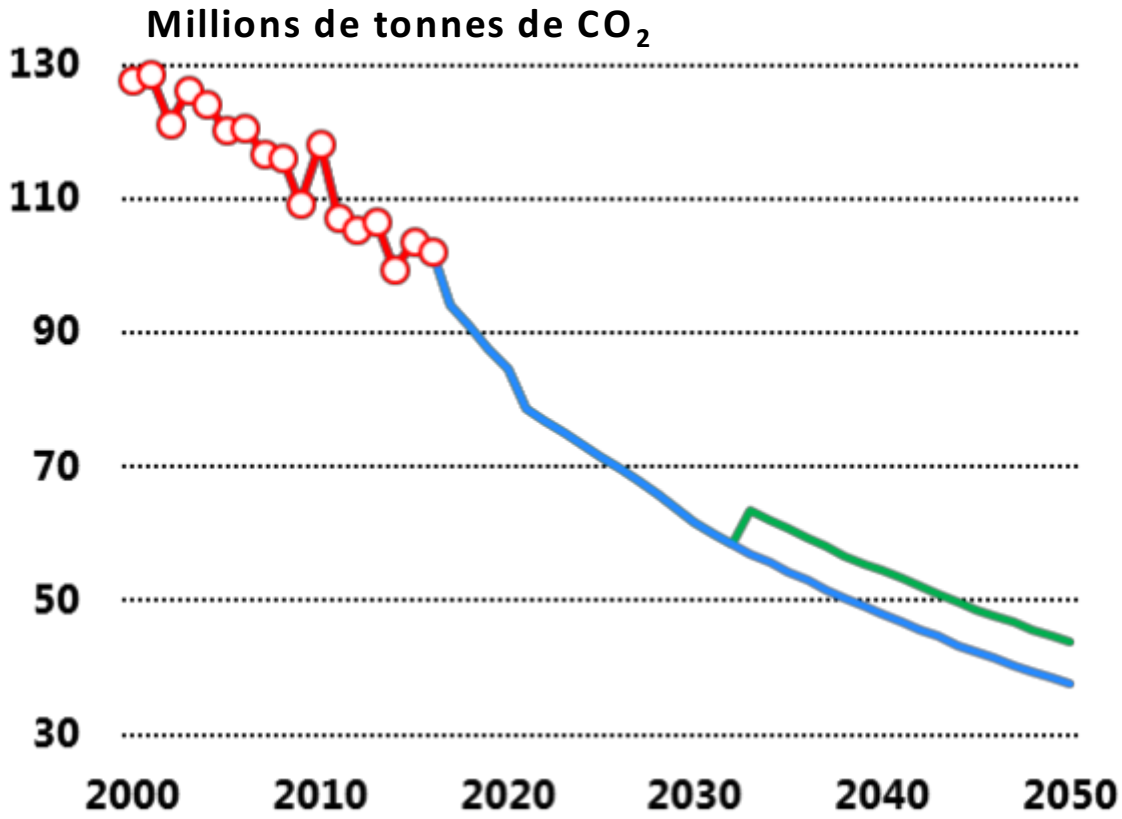
Tortue
Energie primaire



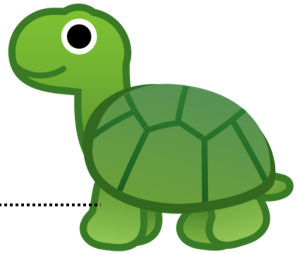


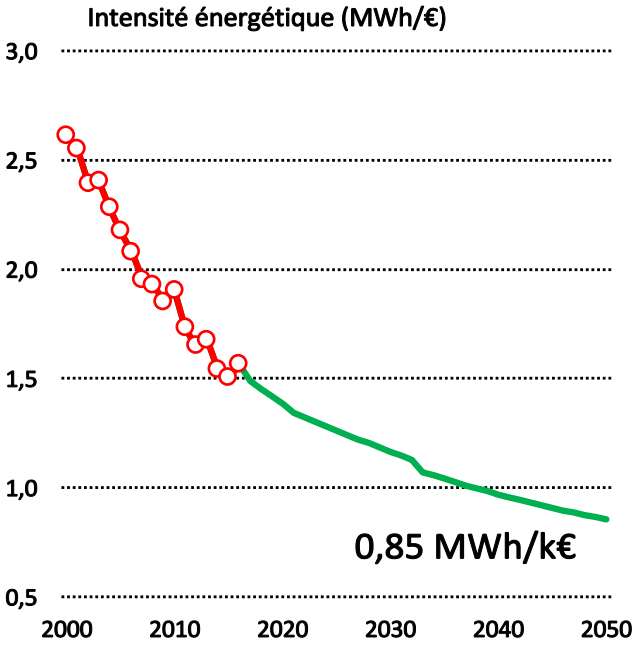
Tortue : émissions

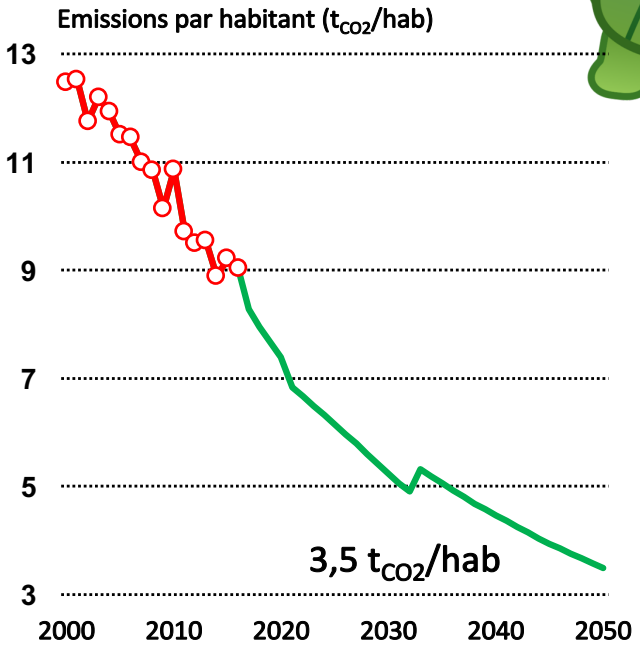


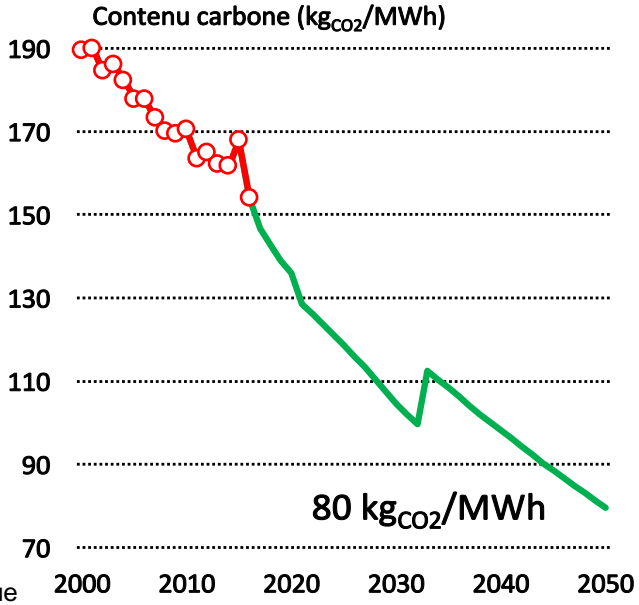


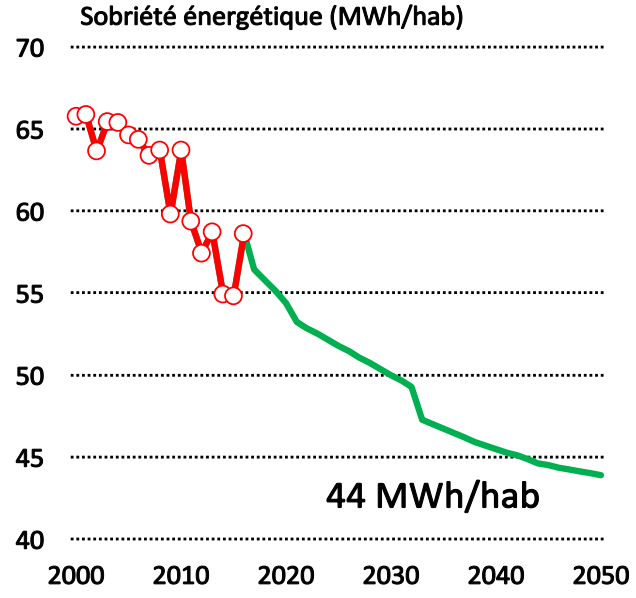
Tortue : indicateurs



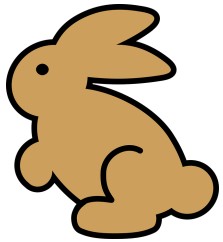






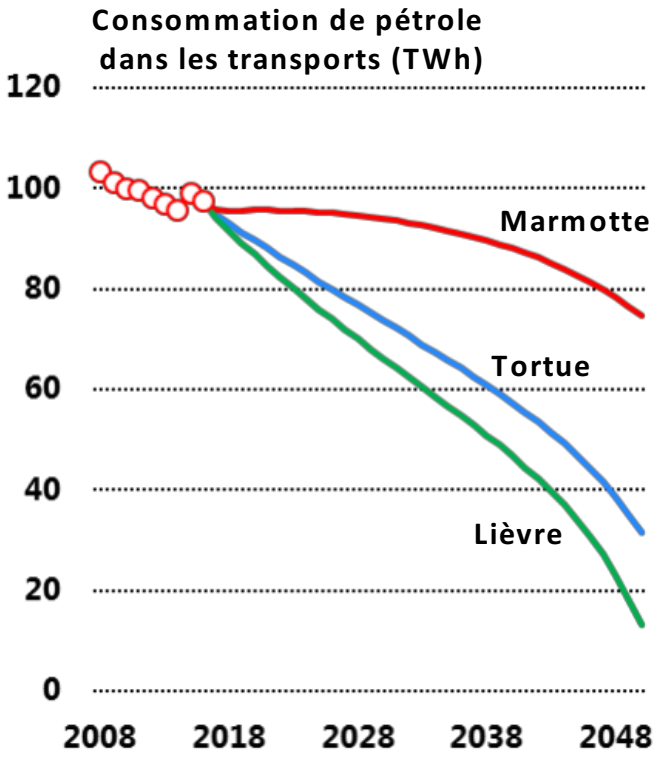


Hypothèses *Lièvre*

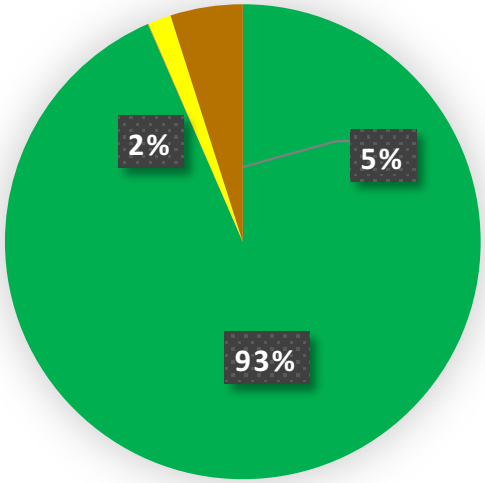


- ✓ Nombre de véhicules se réduit au rythme de 0,7%/an
- ✓ Kilométrage moyen se contracte (identique Marmotte & Tortue)
- ✓ km*passagers, km*tonnes vers le rail, covoiturage identique
- ✓ Télétravail et coworking 1 jour/semaine
- ✓ 25% de voitures électriques et 40% d'utilitaires au gaz
- ✓ Réduction de la vitesse sur autoroute à 100 km/heure
- ✓ Consommation des voitures thermiques diminue à 3 litres/100 km
- ✓ 5% de véhicules gaz et hydrogène introduits dans le parc
- ✓ Habitat rénové au rythme de 150 000 logements/an
- ✓ Nouveau logements aux normes 2012 (catégorie A) avec PAC
- ✓ 20% de cogénération injecté dans l'industrie
- ✓ Pétrochimie identique à Marmotte
- ✓ Sortie du nucléaire 2050 en 3 tranches de 2GW (2033/2040/2045)
- ✓ Croissance des ENRi jusque 50% en 2040

Lièvre
Pétrole transports

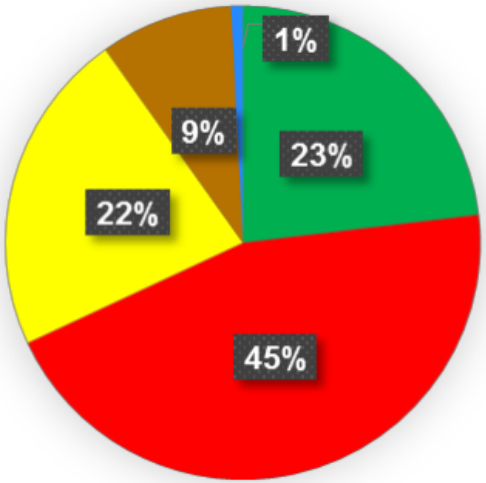


2016 : 104 TWh

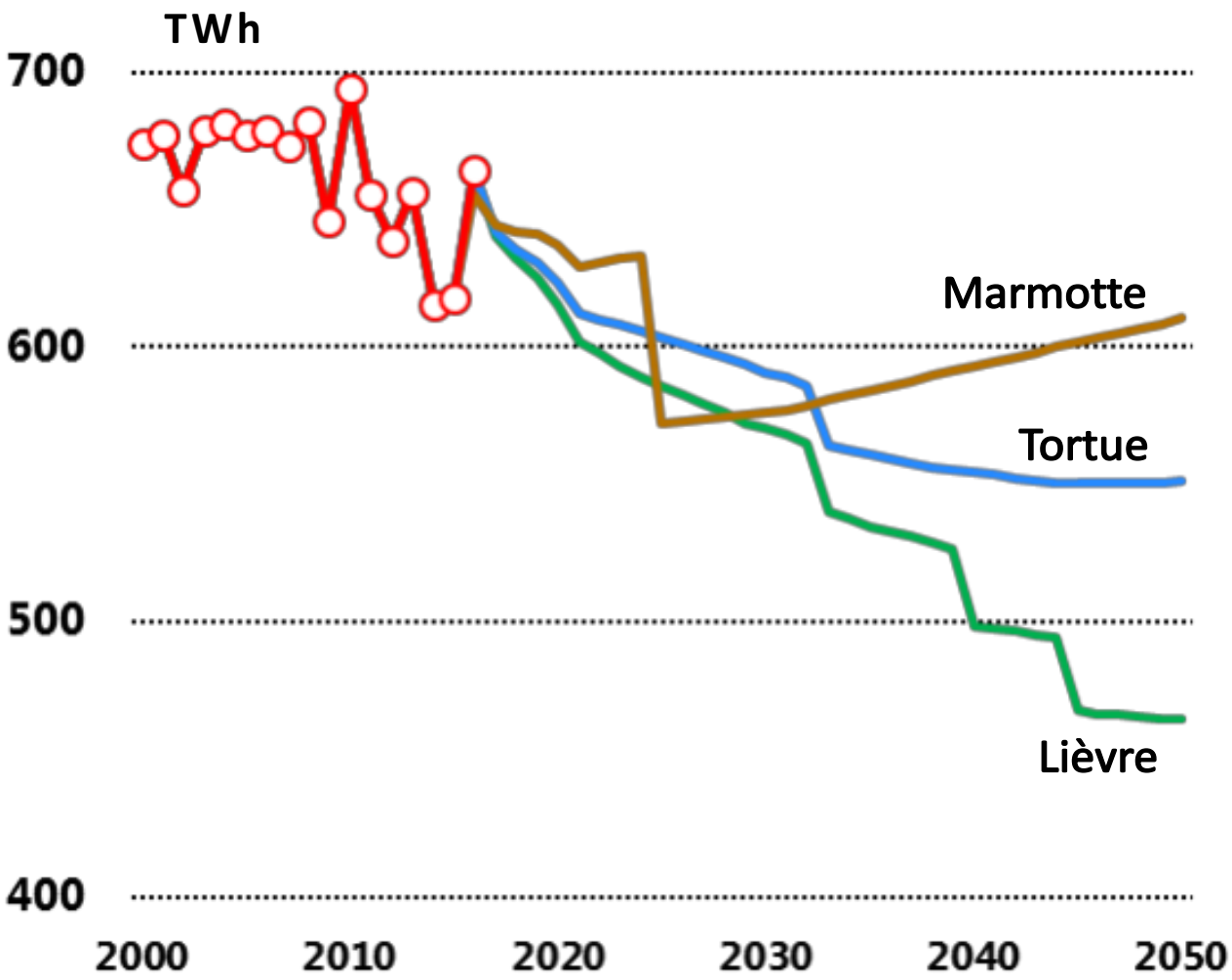


- Pétrole
- Gaz
- Electricité
- Biomasse
- Hydrogène

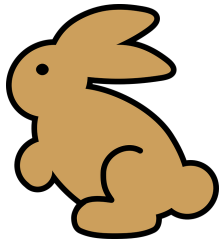
2050 : 57 TWh

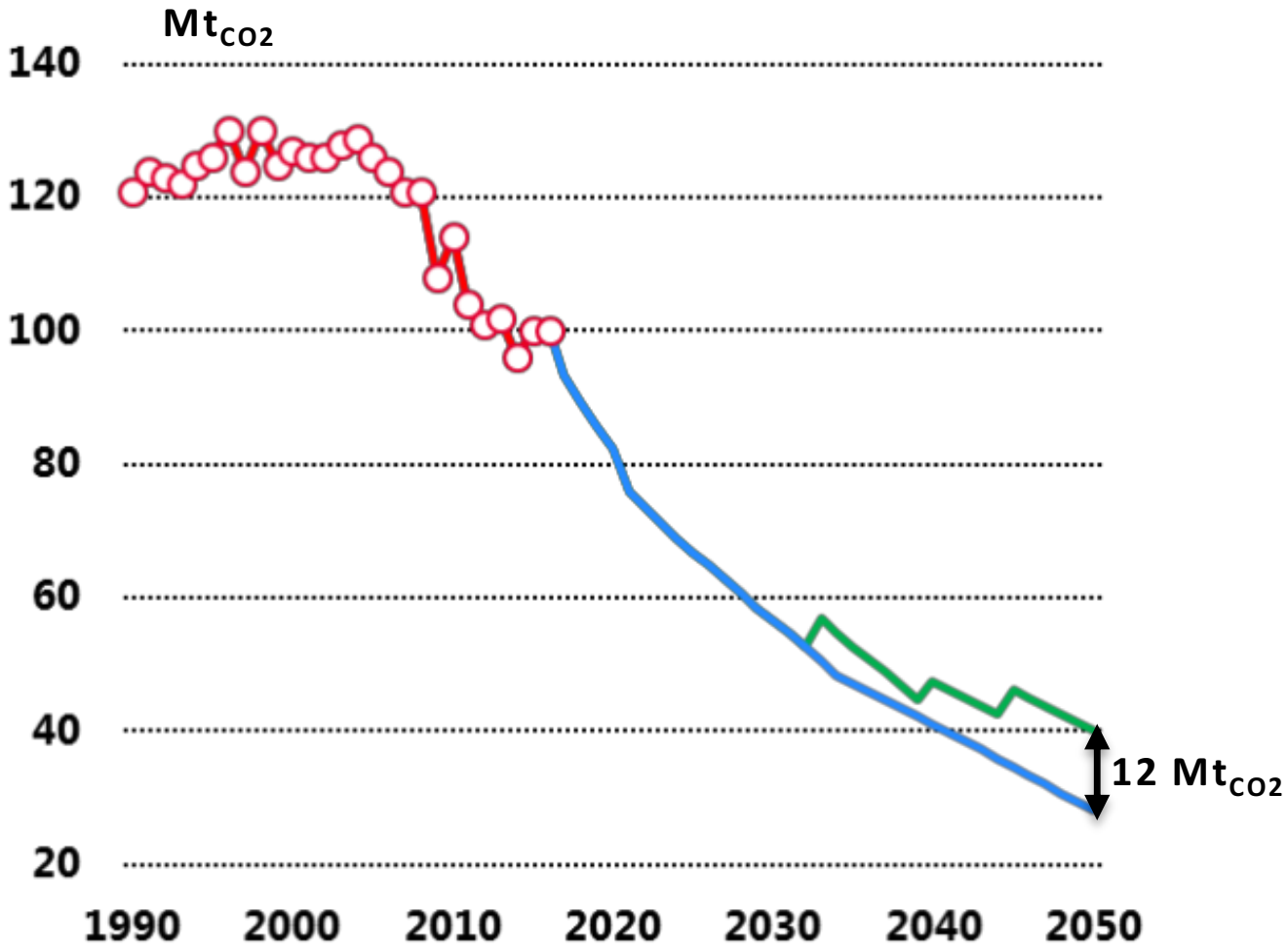


Lièvre
Energie primaire

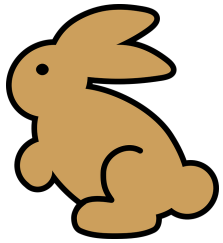


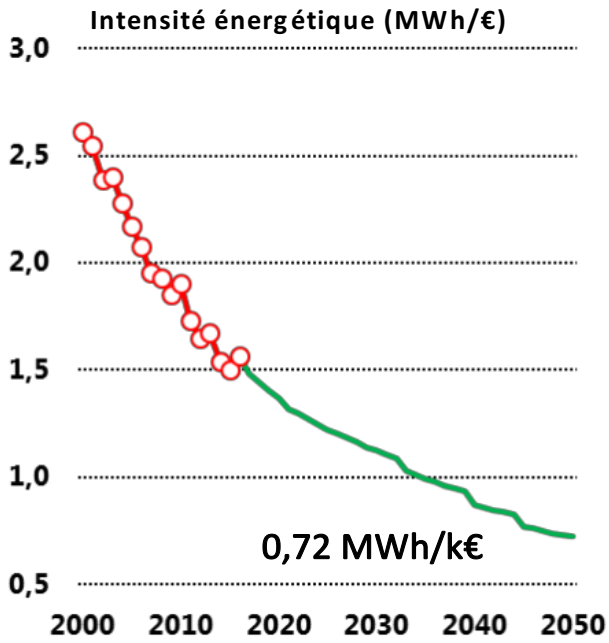
Lièvre : émissions

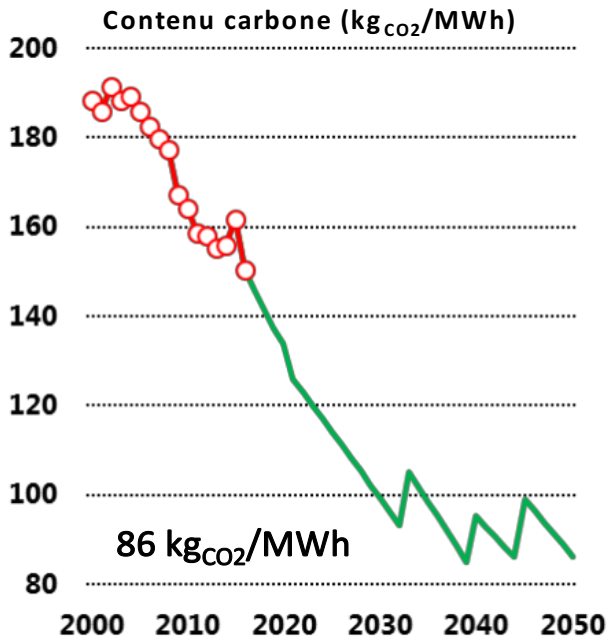


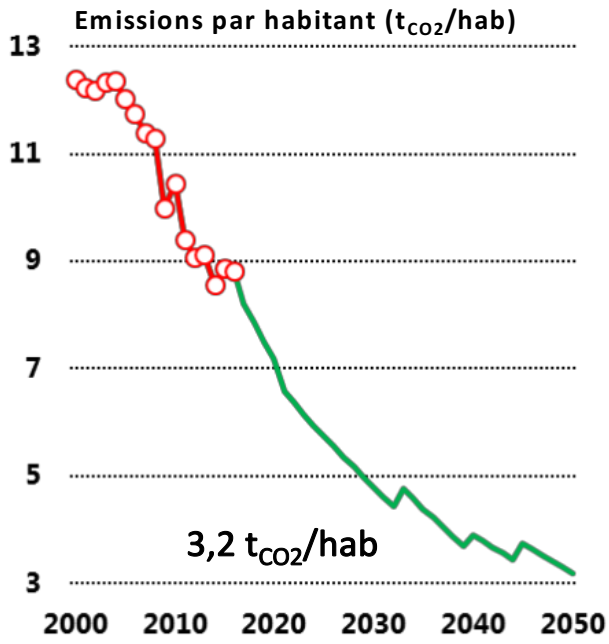


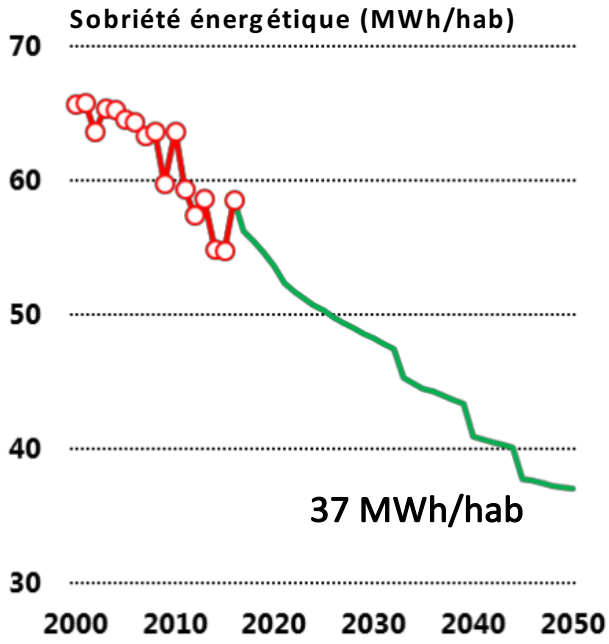
Lièvre : indicateurs





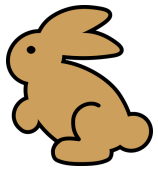






Conclusions

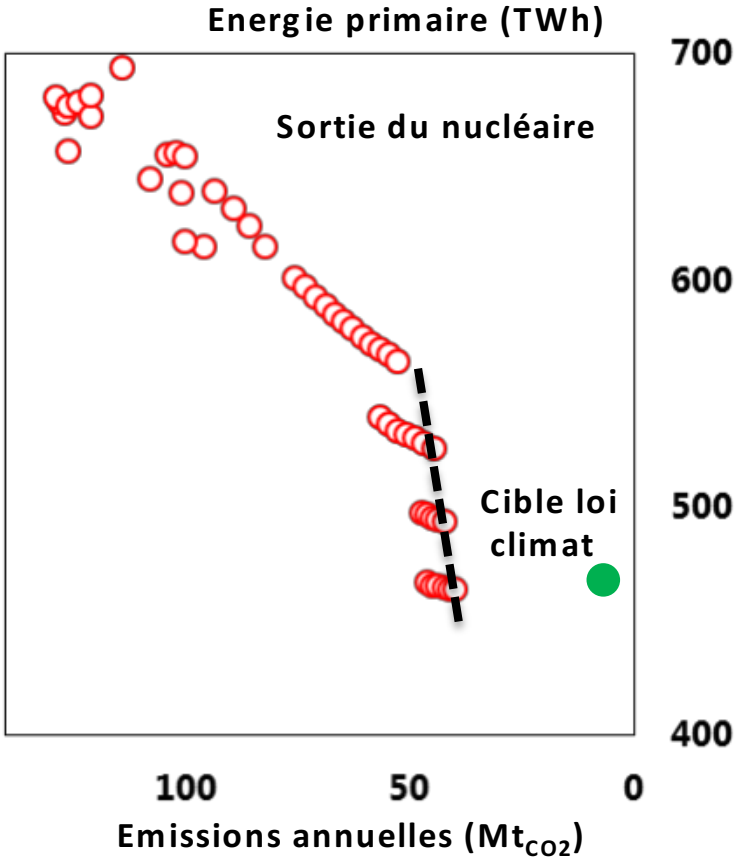
	Intensité énergétique	Contenu carbone	Emissions par habitant	Sobriété énergétique	Réduction émissions base 1990
	MWh/k€	k_{CO2}/MWh	t_{CO2}/hab	MWh/hab	%
2016	1,54	153	8,8	58	17%
Marmotte	0,95	136	6,6	49	31%
Tortue	0,85	80	3,5	44	64%
Lièvre	0,72	86	3,2	37	67%

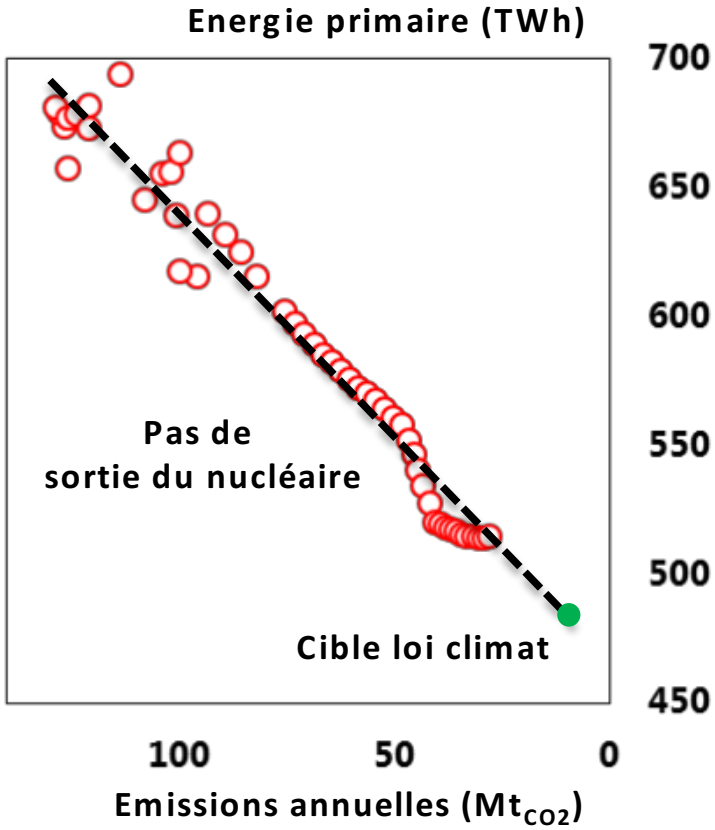


Aucun des trois scenarii n'atteint les 95% de réduction en 2050

Conclusions

Impact de la sortie du nucléaire sur les émissions de GES



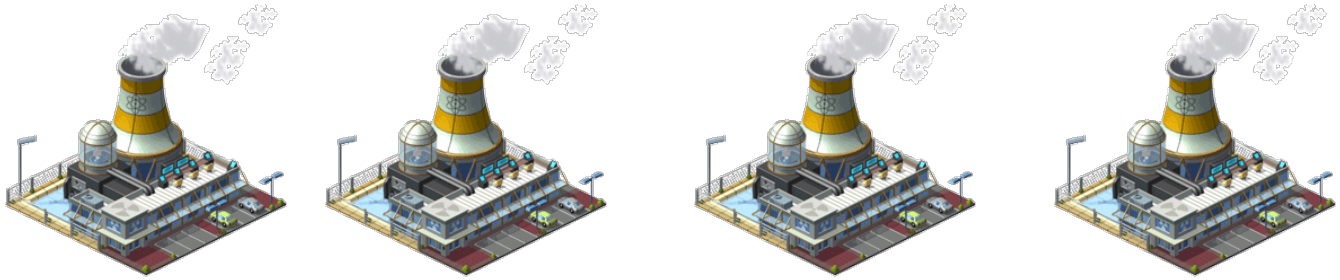


Scénario	Energ prim	Emissions	Int énerg
	TWh	Mt_{CO2}	MWh/k€
Lièvre	465	40	0,72

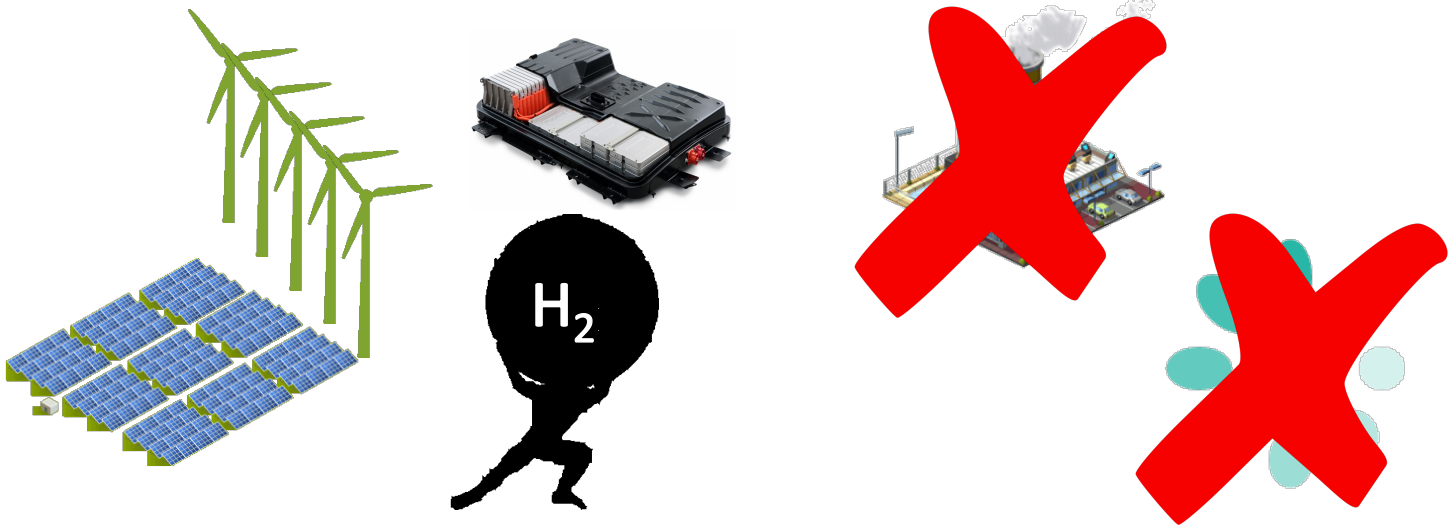
Scénario	Energ prim	Emissions	Int énerg
	TWh	Mt_{CO2}	MWh/k€
Lièvre ss N	514	28	0,8

Conclusions

1. Conserver la puissance nucléaire



2. Miser sur le stockage (batteries et hydrogène)



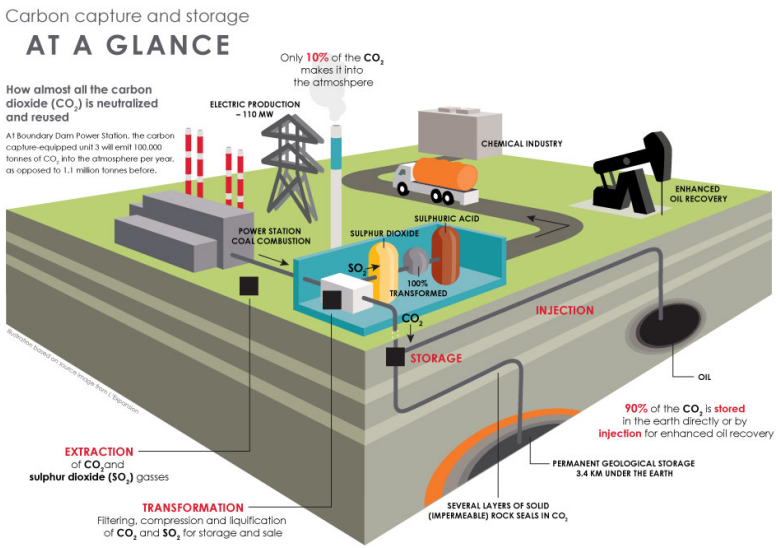
https://www.petrolfed.be/fr/lindustrie-p%C3%A9troli%C3%A8re/economie/consommation-de-produits-p%C3%A9troliers-en-belgique

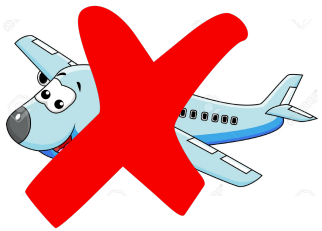
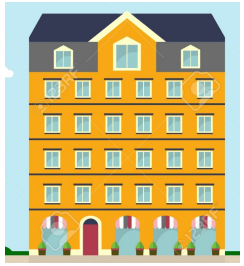
10 G litres = 1,66 Gkg_{H2} = 100 TWh

13 GW nucléaire
45 GW éolien
90 GW solaire

Conclusions

3. Miser sur le Carbon Capture Storage



4. Abandonner la société de croissance

+12%/an