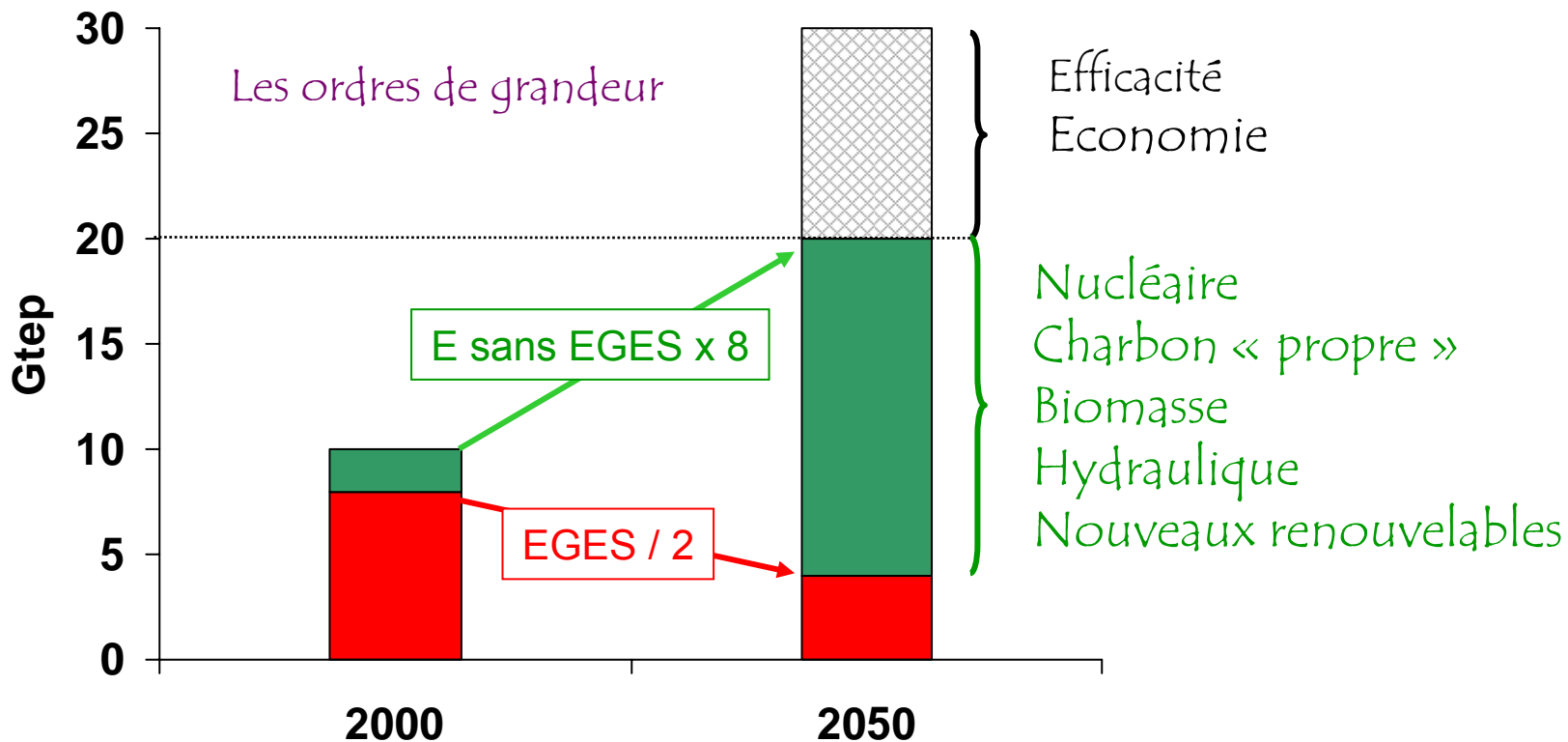


Tout ce que vous avez toujours voulu savoir
sur l'énergie sans jamais user le
demander...

Sandra Bouneau
Sylvain David

Caf'info
20 Juin 2008

Contexte énergétique : le casse-tête



Emission 2005 : 7 GtC/an

Emission de CO₂ annuels avec contrainte climatique = 3 GtC

6 Milliards d'hab → 500 kgC/an mais avec 9 milliards (2050) → 330 kgC/an

Emission moyenne en France : 2000 kgC/an

→ facteur 4 en 2000

→ facteur 6 en 2050

Energie : sources / vecteurs / besoins

Sources

Vecteurs

Besoins

Fossiles

pétrole
gaz
charbon

Carburants liquides

Transport

Nucléaire

U,Th : Fission
d,⁶Li : Fusion

U,Th,K : Décroissance

Electricité

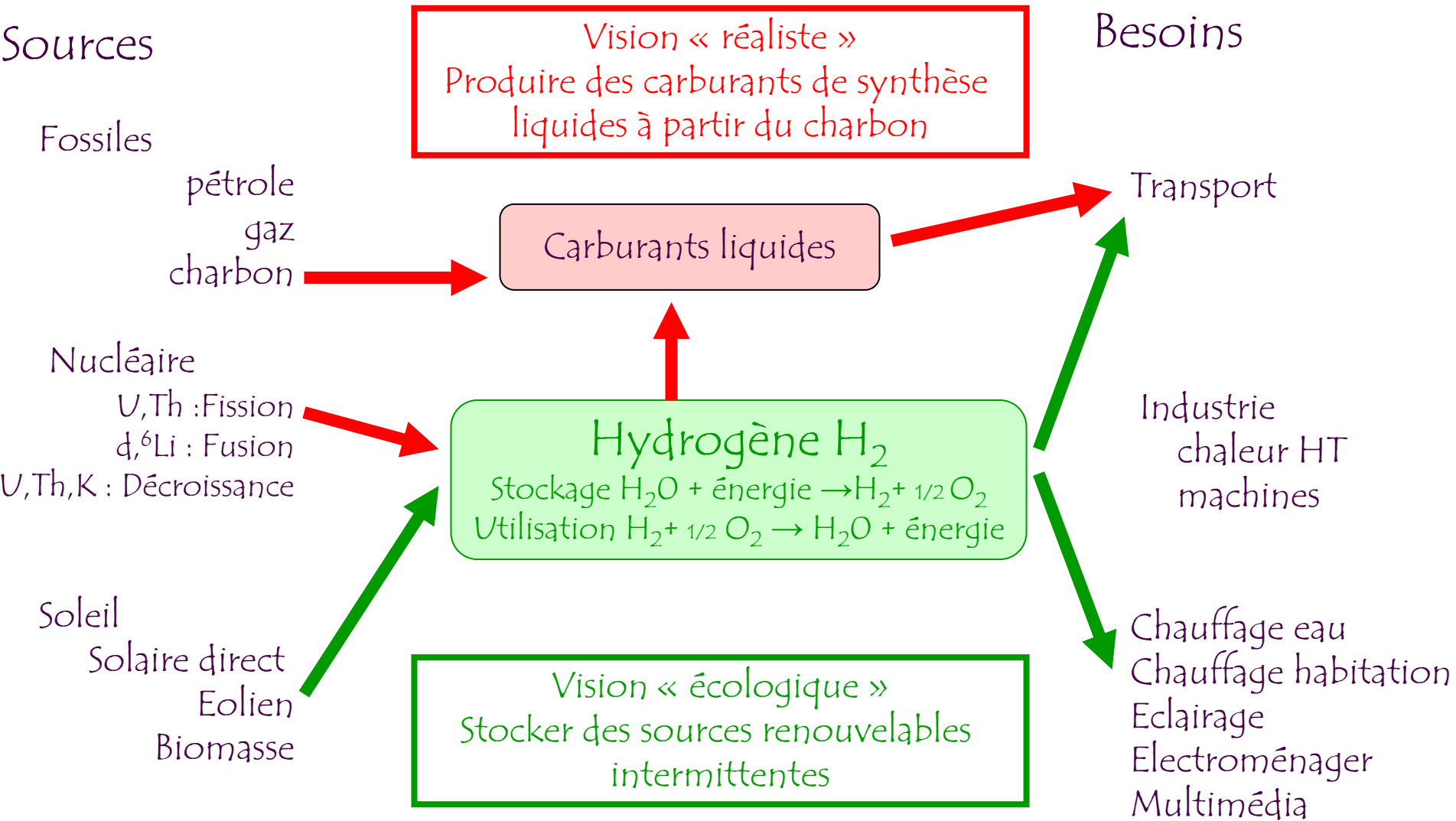
Industrie
chaleur HT
machines

Soleil

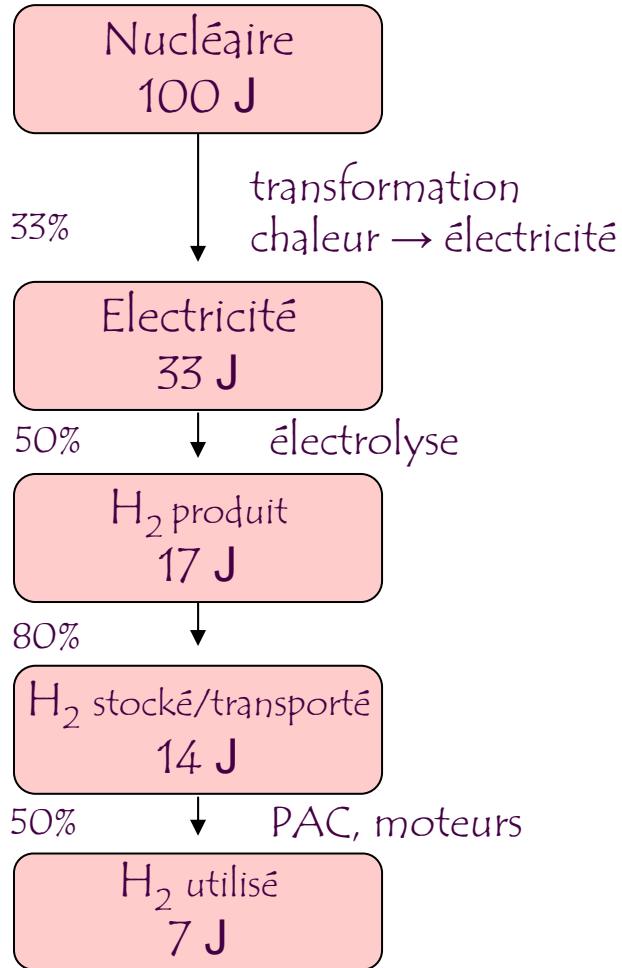
Solaire direct
Eolien
Biomasse

Chauffage eau
Chauffage habitation
Eclairage
Electroménager
Multimédia

Energie : l'option Hydrogène

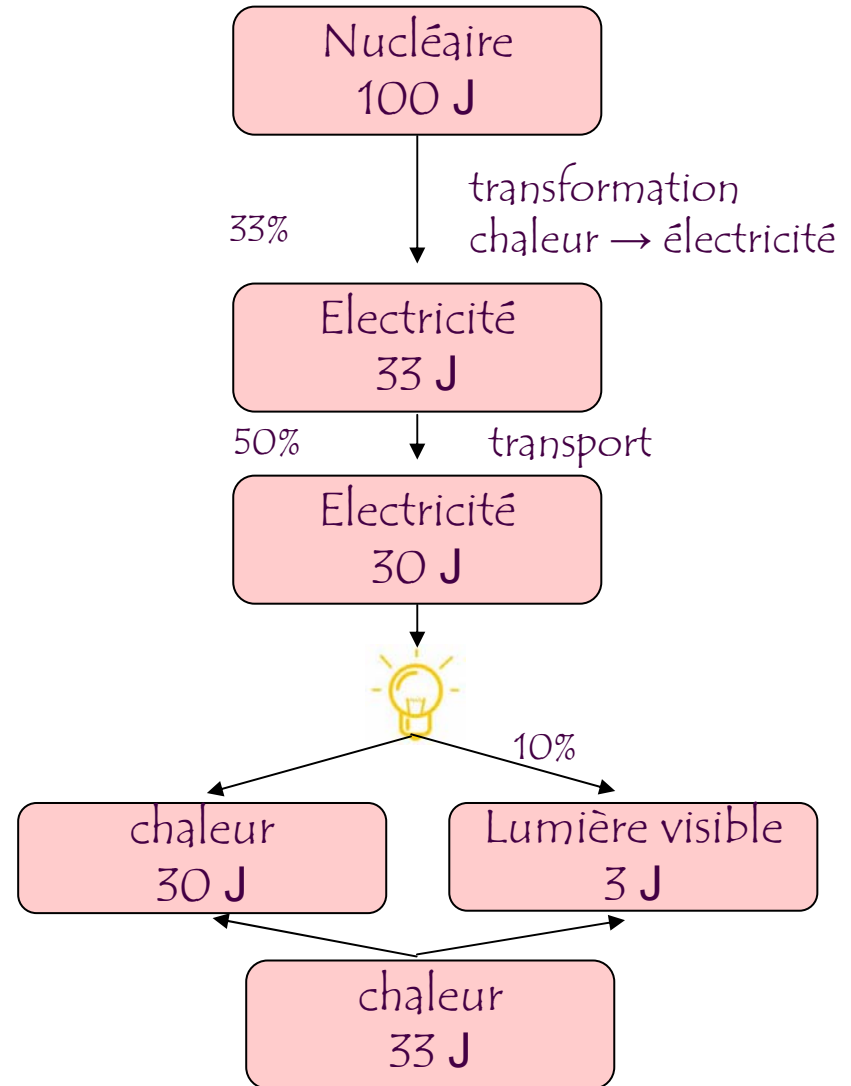


Exemple d'une chaîne H₂ complète



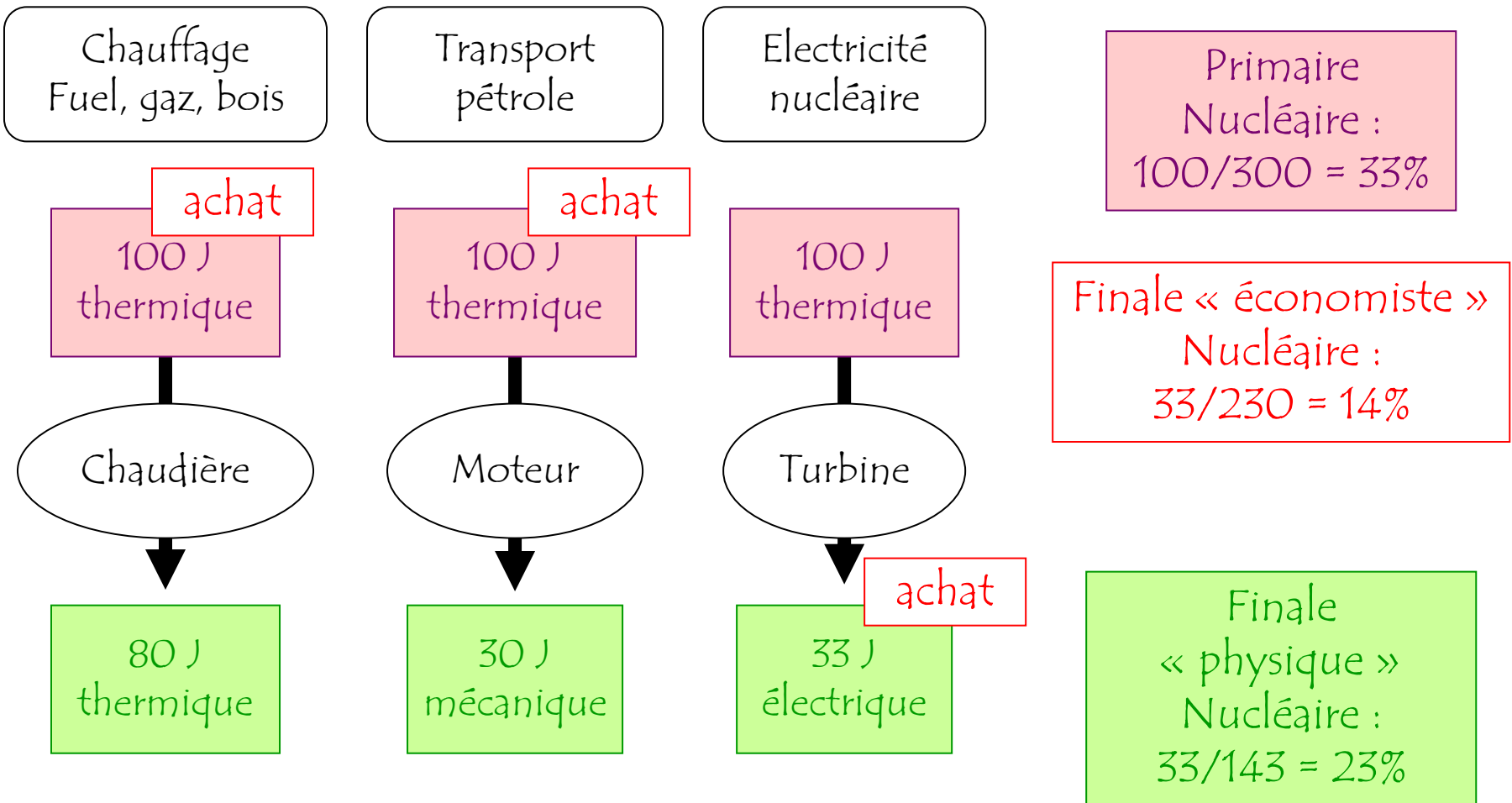
Rendement global 7%

Exemple d'une chaîne « éclairage »



Rendement été 3%
Rendement hiver 33%

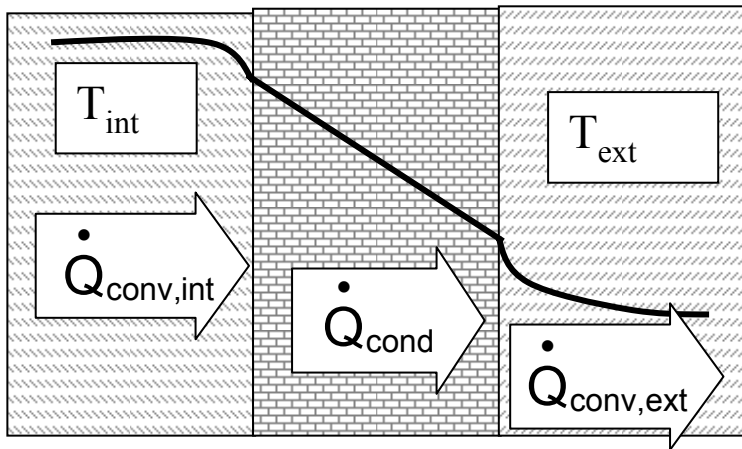
La grande question de l'énergie primaire et finale



Chiffres réels du nucléaire pour la France

Primaire 39 % finale « physique » 26% finale « économiste » 17%

Exemples de calculs concrets d'application : chauffage d'une habitation



En régime permanent, on a :

$$\dot{Q}_{\text{conv,int}} = \dot{Q}_{\text{cond}} = \dot{Q}_{\text{conv,ext}} = \dot{Q}$$

En on a :
$$\dot{Q} = K S (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

	S (m ²)	K (W/m ² .K)	W
murs	132	0.4	790
vitres	13	3	585
plancher	120	0.4	600
toit	130	0.35	680

+ La moitié de l'air chaud renouvelée chaque heure

$$\dot{Q}_a = \rho_a \dot{v}_a C_a (T_{\text{int}} - T_{\text{ext}})$$

$$\dot{Q}_a = 915 \text{ W}$$

Exemple maison 120 m²
Janvier, T_{ext} = 5°C
T_{int} = 20°C

Total = 3570 W – 750 W de chauffage « gratuit » (TV, frigo, ordinateurs, soleil, ...)
soit 2160 kWh en janvier, environ 12000 kWh/an ou 100 kWh/m²/an (HQE)

Economies possibles

double vitrage K = 1,5 W/m²/K soit -10% T_{int} = 18°C soit -10/20%
VMC double flux -10/15%

Application au transport : pourquoi consomme-t-on ?

	ville	litres / 100 km	Hors-ville	litres/100km (100 km/h)
Rouler : résister aux frottements				
moteur (vitesse)	xxx		xx	
air (vitesse)	x	4	xxx	6
route (masse)	xxx		x	
Accélérer (masse, vitesse)	xxx	4.2	x	-
À l'arrêt	xxx	3	-	-

En France : 50 Millions de tonne de pétrole / an :
50% individuel / 50% marchandise

Ex : 25% du transport en voiture électrique (ville) : $\approx 10-15$ kWh/100km
46 TWh/an = 10% de la production électrique française (3,5 EPR !!!)
Coût électricité < 2€ / 100 km (pétrole 10€/100km dont 8€ de taxe)

Initiative RechargeIT

- ◇ Campus Google
- ◇ Toit en Photovoltaïc
- ◇ Voitures électricques (hybrides rechargeables) fournies aux employés, rechargées la journée pendant les heures de bureau
- ◇ <http://www.google.org/recharge/>



◇ Calculs

- ◇ 1 voiture 50 km/jours \approx 28 m² de panneaux PV
- ◇ Coût panneaux 36500€ / véhicule
- ◇ 50km/jour \approx 320000 km en 25 ans (durée de vie des panneaux)
- ◇ Voiture essence équivalente : $320000 \times 6\text{l}/100 \times 1.5\text{€} = 29000\text{€}$
- ◇ De plus, le coût de l'essence va croître en 25 ans !
- ◇ Mais : coût essence = 70% de taxes (manque à gagner pour l'état)

Quelques calculs d'émission de CO₂

			kg(CO ₂)/kg	g(CO ₂)/MJ	g(CO ₂)/kWh
Pétrole	42 MJ/kg	CH ₂ + O ₂ → CO ₂	44/14=3,14	74	266
Gaz	56 MJ/kg	CH ₄ + O ₂ → CO ₂	44/16=2,75	49	176
Charbon	20-35 MJ/kg	C + O ₂ → CO ₂	44/12=3,7	105	380

Application au chauffage

12000 kWh/an, rendement chaudière 80%

gaz = 2,64 t CO₂

fuel = 4 tCO₂

Application aux transports

essence : 6 l/100km et 20000 km/an → 1200 l x 0,75 x 3,14 = 2,8 tCO₂

diesel : 6 l/100km et 20000 km/an → 1200 l x 0,85 x 3,14 = 3,2 tCO₂

Production d'électricité (données EDF-Ademe) (émissions en g.éq.CO₂)

Parc français : 60 g/kWh

Gaz 1200 g/kWh (on compte les fuites de gaz à l'extraction !)

Charbon 1000 g/kWh