

**[www.energethique.com](http://www.energethique.com)**

# **L'Energie, les nouveaux défis pour Demain**

**Guy-Marie GAUTIER**  
**Patrick MICHAILLE**

# Plan

**les formes de l'énergie**

**l'histoire de la maîtrise de l'énergie**

**unités -- ordres de grandeur**

**la transition énergétique**

# Plan

**les formes de l'énergie**

l'histoire de la maîtrise de l'énergie

unités -- ordres de grandeur

la transition énergétique

# Qu'est-ce que l'énergie ?

énergie < latin *energia* < grec *enérgeia*  
« force en action »

1<sup>er</sup> principe : l'énergie ne se fabrique pas,  
**elle se transforme**  
(elle change de forme) – Lavoisier

# A quoi sert l'énergie ?

*A transformer les choses !*



+ énergie utilisée pour chauffer de l'eau  
et cuire un œuf

eau froide → eau chaude

œuf cru → œuf cuit

# Est-il simple de stocker l'énergie ?



**Chaleur (cumulus)**



**Mécanique (barrage hydraulique)**

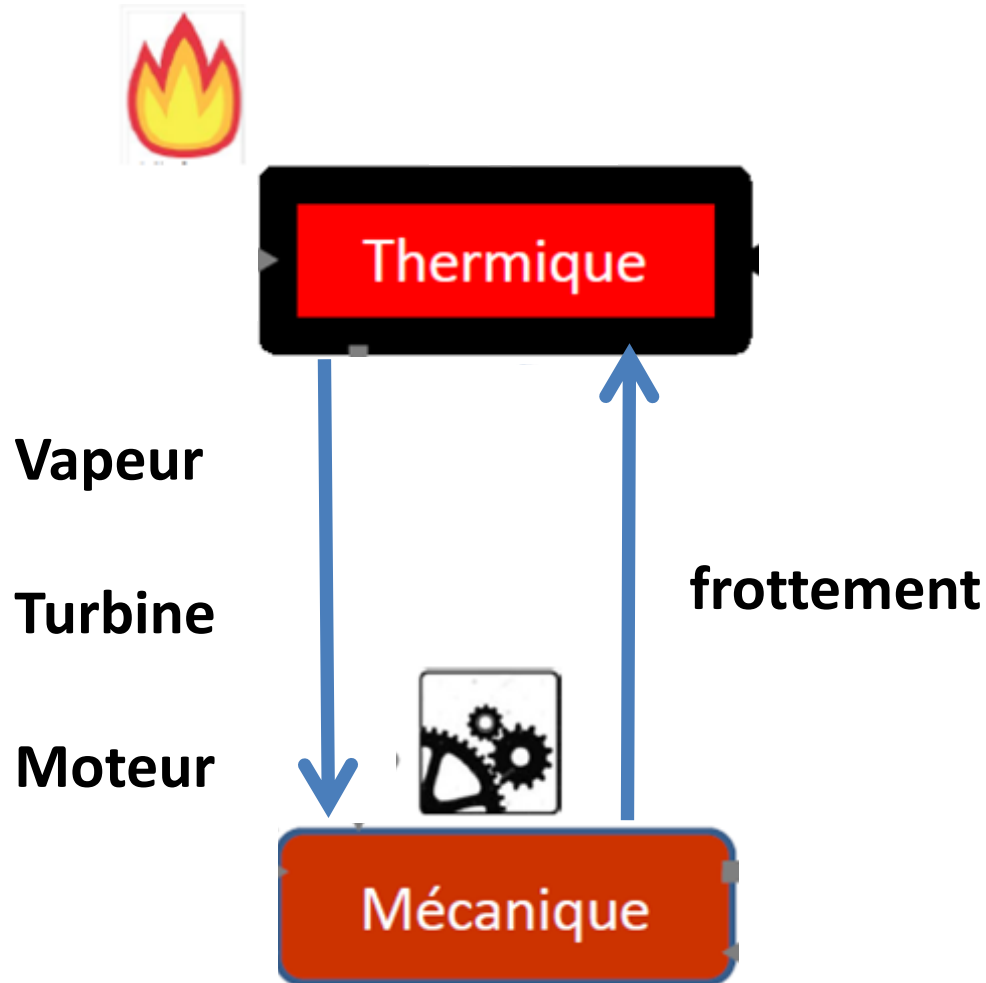


**Chimique (pile)**

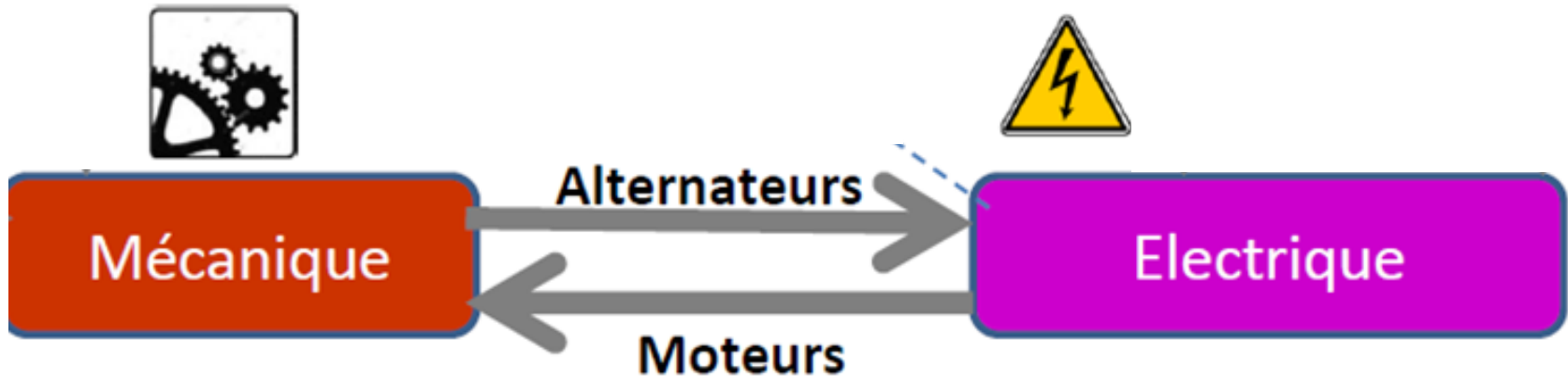
**Énergie <> Changement**

**Stockage <> Immobilité**

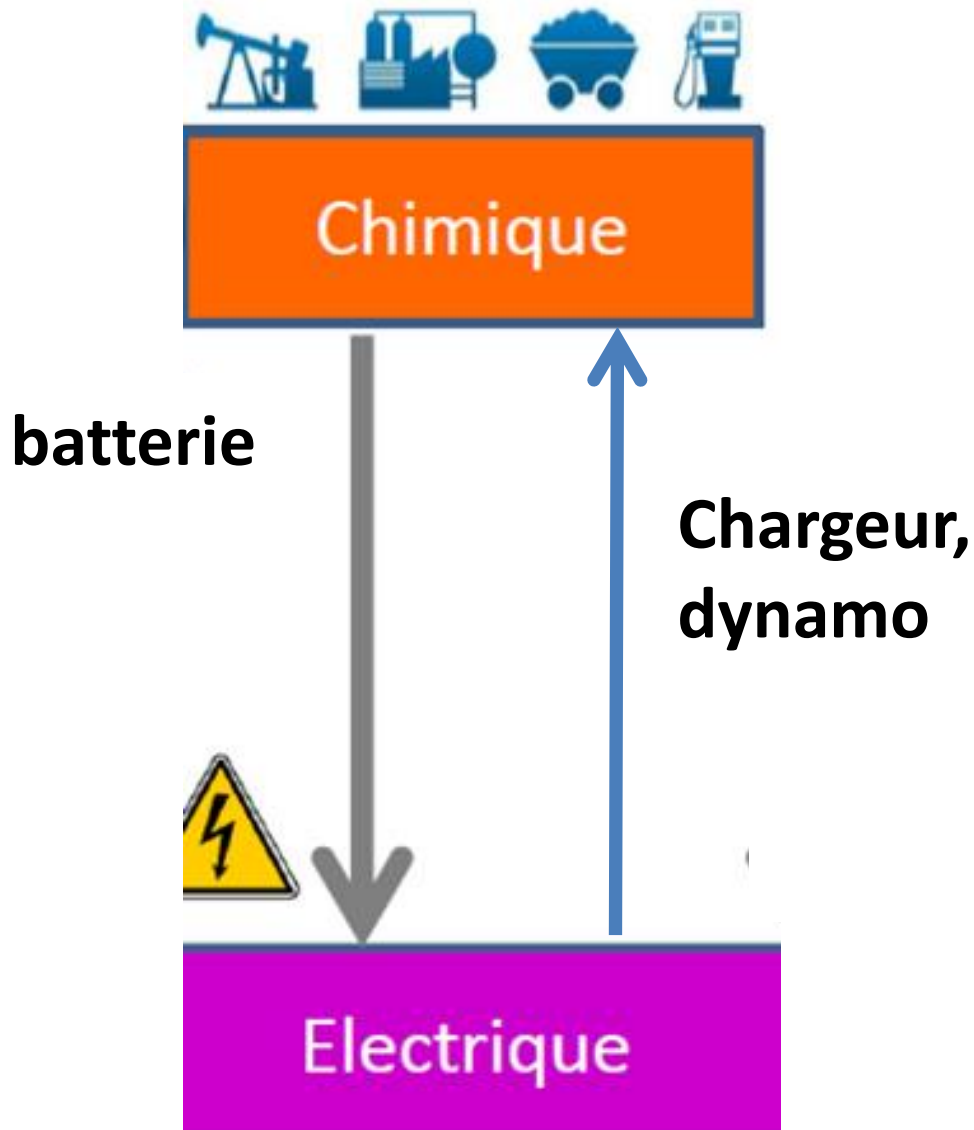
# Conversion thermique < > mécanique



# Conversion mécanique < > électrique

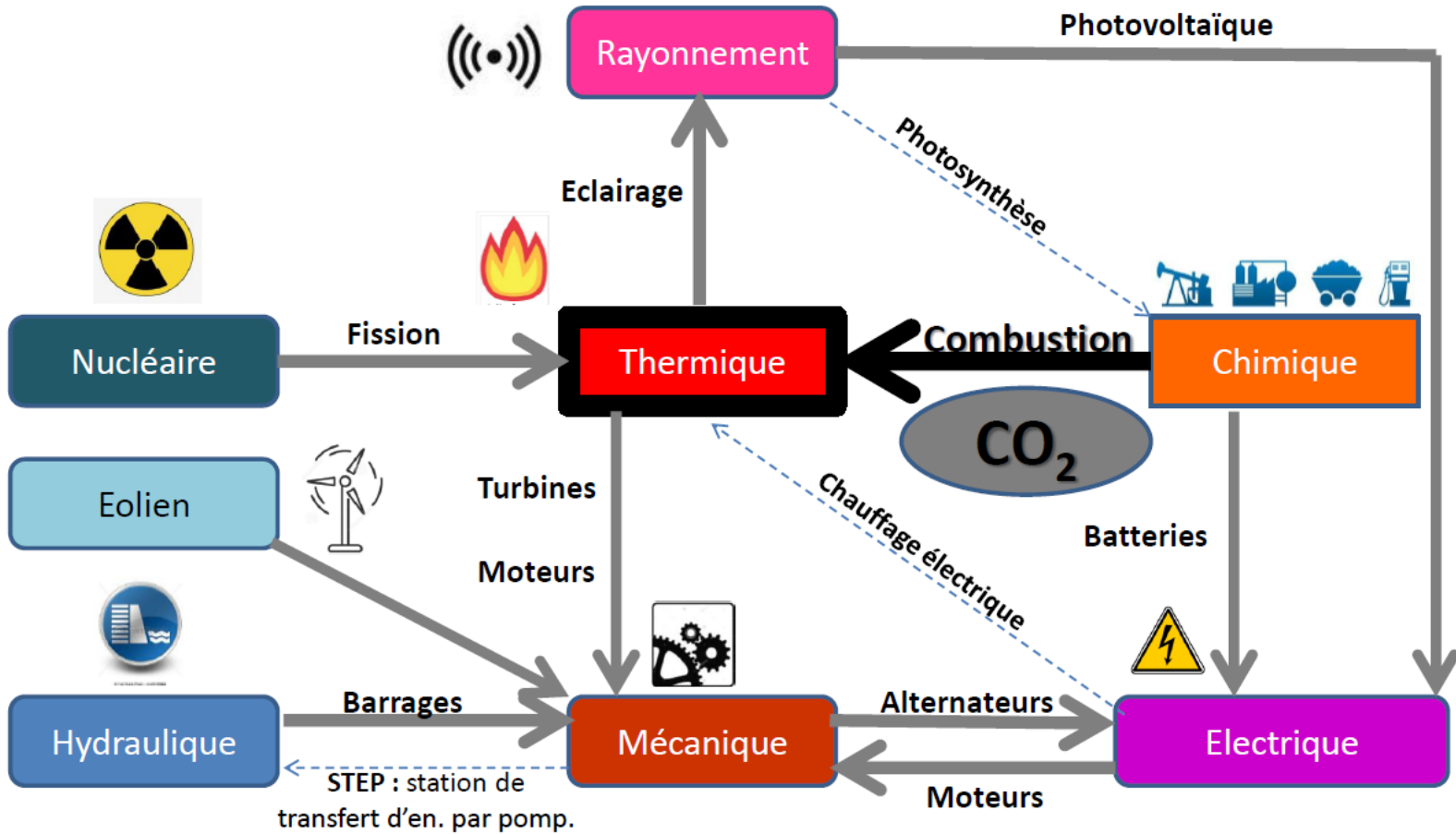


# Conversion chimique < > électrique



# Provence

**(principales formes de conversion)**



# D'où vient l'énergie ?

## L'énergie vient de l'univers

### Le Soleil

- Effet thermique

vent, courants,  
cycle de l'eau

- rayonnement

photosynthèse

photovoltaïque

### La Lune

- Marées

Courants de  
marée

### La Terre

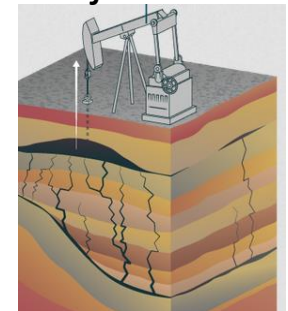
- Radioactivité

(uranium,  
thorium)

il y a quelques  
centaines de  
millions d'années



Le pétrole, gaz,  
charbon  
d'aujourd'hui



# Plan

les formes de l'énergie

**l'histoire de la maîtrise de l'énergie**

unités -- ordres de grandeur

la transition énergétique

# Histoire de l'Homme : la maîtrise de l'énergie

## **Maîtrise du feu** – 700.000 ans ?

Cuisson des aliments (hygiène)

Protection contre les animaux sauvages (sécurité)

Chaleur (confort)

Technologie des métaux (cuivre : -4000 ; bronze ; -2500 ; fer : -1000)

## **Maîtrise du vent**

1<sup>ère</sup> représentation de voilier : -5000

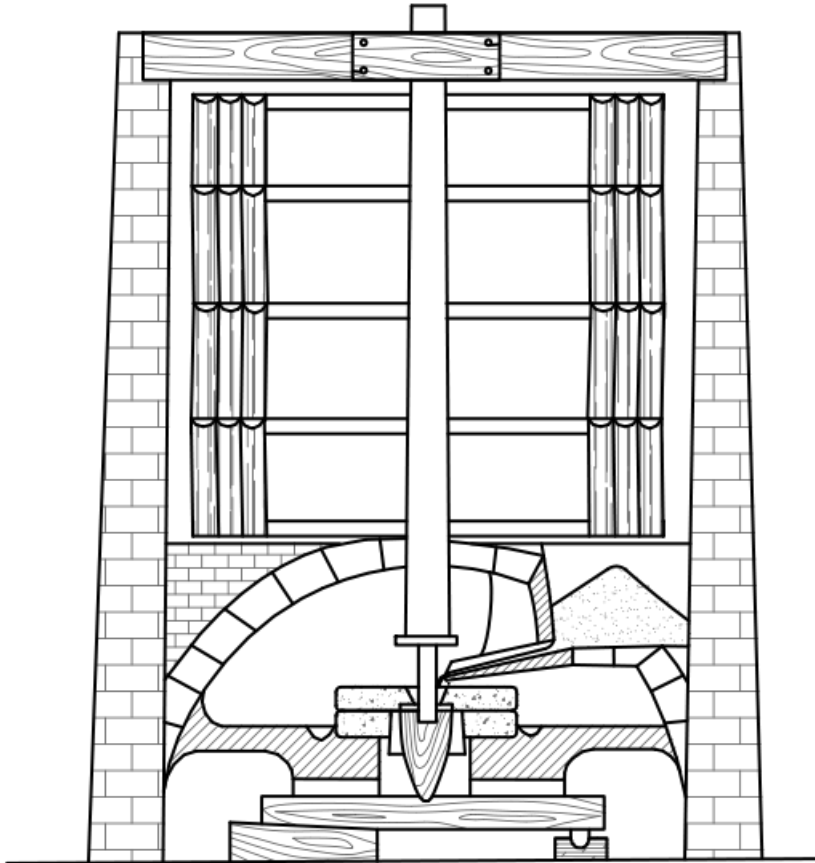
## **Maîtrise de l'eau**

Moulin hydraulique

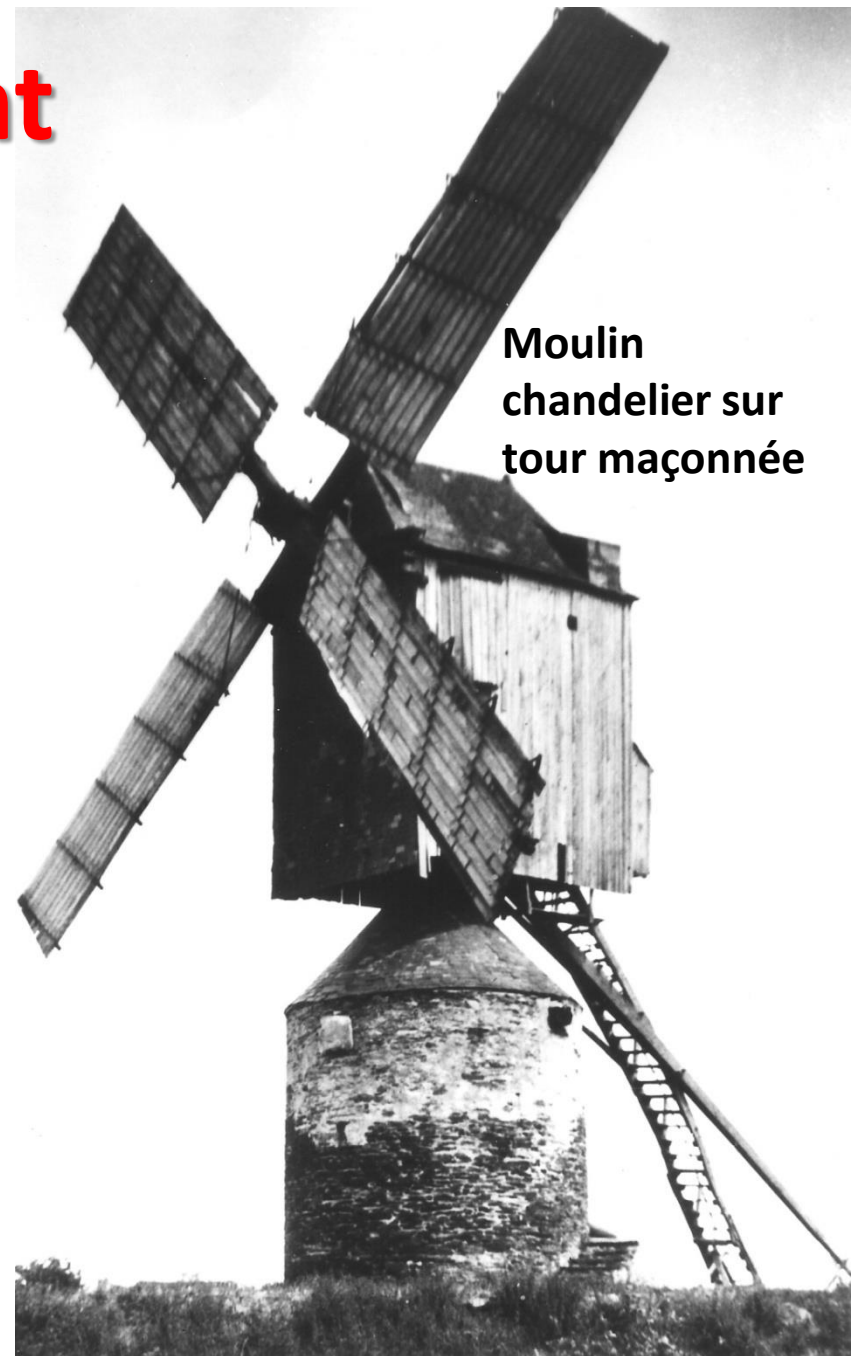
# Voilier égyptien (-1400)



# Moulins à vent



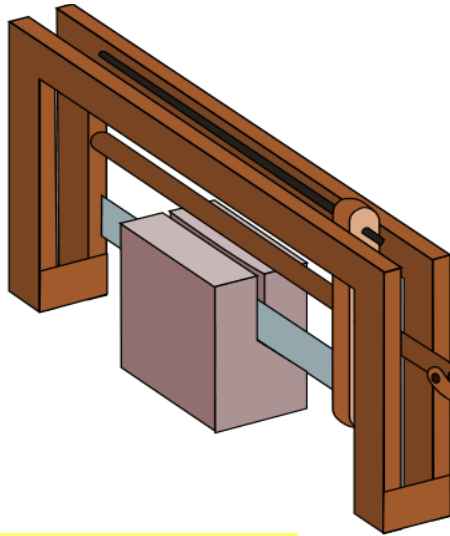
**Moulin à axe vertical  
Perse (- 700 avant JC)**



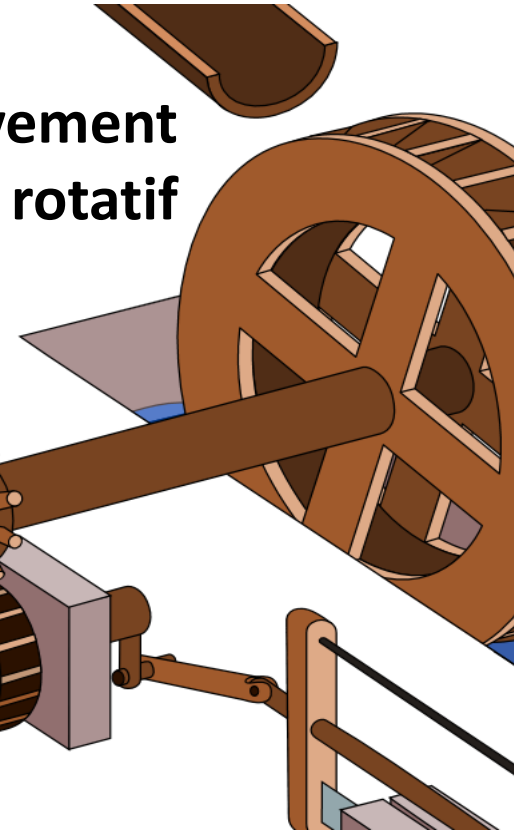
**Moulin  
chandelier sur  
tour maçonnée**

# Moulin hydraulique

**Mouvement  
rectiligne**



**Mouvement  
rotatif**



**La scie de  
Hiérapolis  
Asie Mineure  
(3<sup>e</sup> siècle)**

**manivelle –  
bielle**

**pignon –  
engrenage**

# La révolution « industrielle »

- **Chaleur => Mécanique**

Machine à vapeur : Denis PAPIN (1679), James WATT (1769)

- **Mécanique => électricité industrielle**

Zénobe GRAMME (1869)

- **Électricité => Mécanique (moteur)**

Michel FARADAY – Peter BARLOW 1822

Années 1890 : métro, tramway, funiculaire, taxis électriques

**Quelle proportion de voitures électriques en 1900 ?**

# Les véhicules électriques en 1900



La « Jamais contente » atteint, pour la 1<sup>ère</sup> fois, le record de 100 km/h en 1899

En 1900, 1/3 des voitures étaient électriques.



Lady Florence Norman, Suffragette, 1916



# A QUOI NOUS SERT L'ÉNERGIE ?

**L'énergie nous sert tous les jours  
sans nous en rendre compte**

Ventilation

Eau chaude  
sanitaire

Traitement et  
transport l'eau

Fabrication  
Transport des  
Meubles, objets, ...



Eclairage

Conservation  
des aliments

Cuisson  
des aliments

Chauffage /  
Climatisation

# LES BIENFAITS DE L'ÉNERGIE

**Grâce à l'énergie, notre espérance de vie est passée en moyenne  
de 40 ans à 80 ans :**

- **Le frigo permet de conserver les aliments, et protège des intoxications alimentaires**
- **Le four permet d'éviter de respirer les fumées toxiques de la combustion du bois  
(ou de la bouse de vache)**
- **Le chauffage permet de se protéger des maladies pulmonaires**
- **L'eau chaude permet de garder une bonne hygiène corporelle**
- **L'éclairage permet de ne pas tomber dans l'escalier**

**À vous de compléter la liste !**

# Apports de l'énergie aujourd'hui



# Plan

les formes de l'énergie

l'histoire de la maîtrise de l'énergie

**unités -- ordres de grandeur**

la transition énergétique

# Unités d'énergie

**Le Joule – la calorie (et kcal)**

**Puissance : le Watt**

**Les unités usuelles : le kW.h ; la tep**

# Le joule, unité officielle d'énergie

énergie < latin *energia* < grec *enérgeia* « force en action »

↔ Force x déplacement

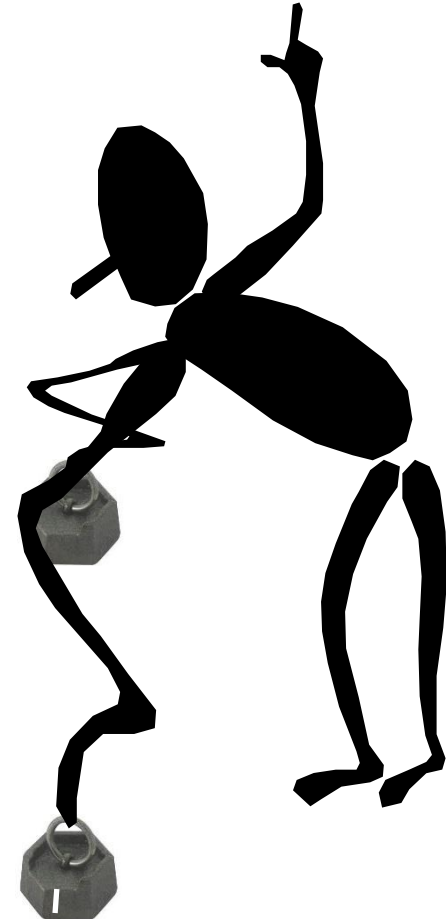
↔  $E = F \times L$

↔  $E = 9,81 \times M \times L$

Dans le **Système International**,  
l'énergie se mesure en  
« **joule** » symbole : J



$L = 1 \text{ m}$



1 joule

$M = 0,1 \text{ kg (100 g)}$

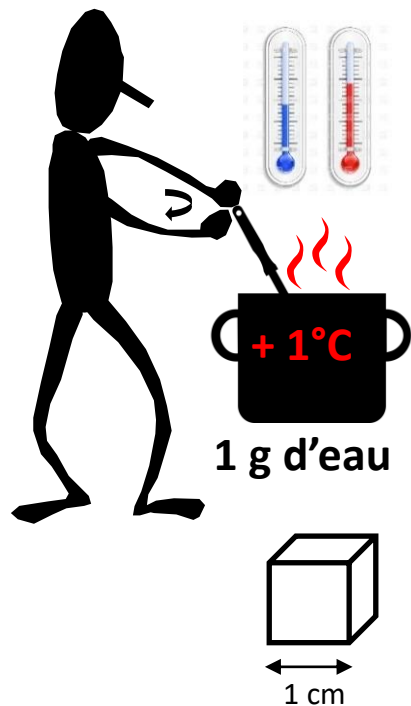
**1 kJ = 1000 J**

**1 MJ = 1 million de joules**

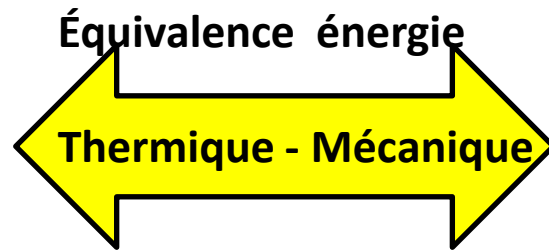
# Autre Unité de l'énergie

Unité usuelle en thermique (chaleur)

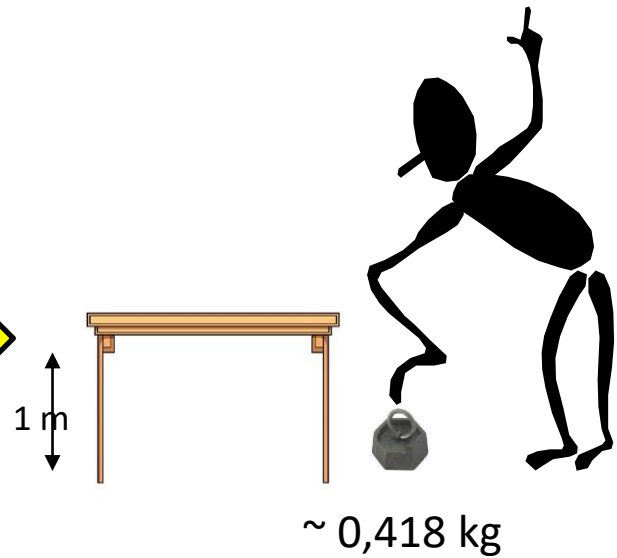
1 calorie



C'est l'énergie nécessaire  
pour élever  $1\text{ g d'eau d' } 1^{\circ}\text{C}$



4,18 joules



1 cal # 4 J

Ce sont des unités petites...  
à l'échelle humaine

# Premier ordre de grandeur

## Besoins humains



**Par jour : 10-13 MJ =  
3000 kcal**

2000 kcal

1400 kcal

**1 kcal =  
4,18 kJ**



Besoins énergétiques quotidiens (exprimés en kilojoules par 24 heures)

# Usage de la calorie

## Valeurs nutritionnelles moyennes du Fromage blanc

|                  | Pour 100 g (1 portion)** | % (100 g)* |
|------------------|--------------------------|------------|
| Energie          | 195 kJ / 46 kcal         | 2 %        |
| Matières grasses | <0,5 g                   | 0 %        |

**200 kJ # 50 kcal**

# Unité de puissance

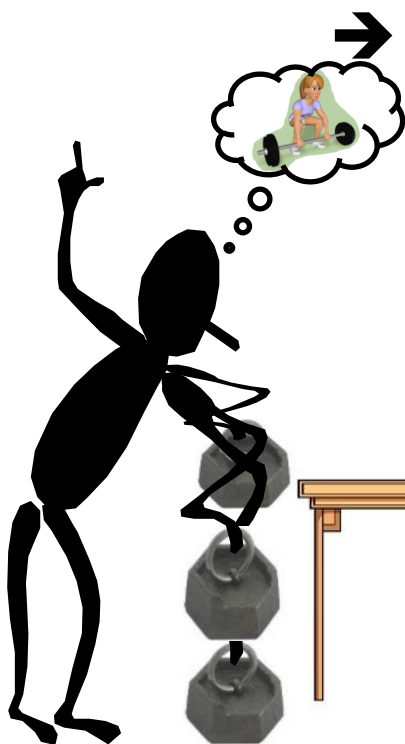
La puissance est l'énergie délivrée par unité de temps

La puissance s'exprime en **Watt** (symbole W) ; **1 W = 1 J/s**

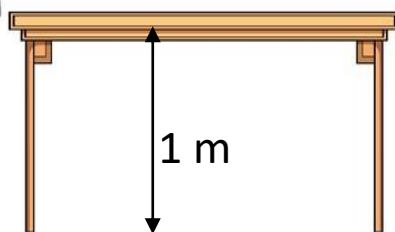
**Monter une masse de 100 kg sur la table (1 m)**

→ 1000 J = 1 kJ

**En  
prenant  
son  
temps**



~ 100 kg/s en 1 fois  
requiert 1000 watts



**On  
arrive au  
même  
résultat**



~ 10 kg/s x 10 fois  
requiert 100 watts

# Important : ne pas confondre Energie et Puissance

Le TNT (TriNitroToluène = dynamite)

est un explosif très

**puissant**

mais **1 kg de TNT** fournit 4 fois moins

d'**énergie**

**qu'1 kg de sucre !**

# Les unités usuelles

## Le kilowatt x heure (kW.h)

$$\begin{aligned} 1 \text{ kW.h} &= 1000 \text{ W} \times 3600 \text{ s} = 3600 \text{ kJ} \\ &= 874 \text{ kcal} \end{aligned}$$

# Utilisation de l'énergie humaine



Ration calorifique journalière :  
~ 2 à ~ 3 kWh/jour

puissance moyennée sur la journée

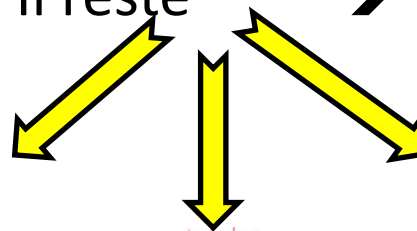
→ ~ 83 à ~ 125 watts

**Métabolisme du corps humain**

→ ~ 60 à 65 watts

Il reste

→ 20 à 60 watts



10 W (bras)

100 W (jambes)

# Ordres de grandeur

Monter 4000 m (5 fois  
la Ste Victoire) avec son  
sac à dos = **1 kWh**



Pelleter 6 m<sup>3</sup> de terre  
d'1 m de haut =  
**0,05 kWh = 1/20 kWh**



**1 kWh = 1 camion 10 tonnes à 100 km/h = 1 tonne d'eau tombant de 400 m**  
1 kWh, c'est beaucoup d'énergie, et pourtant ça ne coûte que 15 c€

# Difficile de faire mieux que le pétrole !



**10 kWh**

**= chute de 40 tonnes d'eau  
d'une hauteur de 1000 m**

**1 L d'huile**

**minérale ou végétale**



**Barrage de Grand'Maison (Isère)**

**Hauteur de chute = 950 m**



**1 plein avec de l'agrocarburant**

**= nourriture d'une personne pendant 1 an**

Sfen

Provence

# Nous sommes riches en énergie !

100 W



500 W



1000 à 3000 W

⇔ 30



100 MW

⇔

10 000 000 x



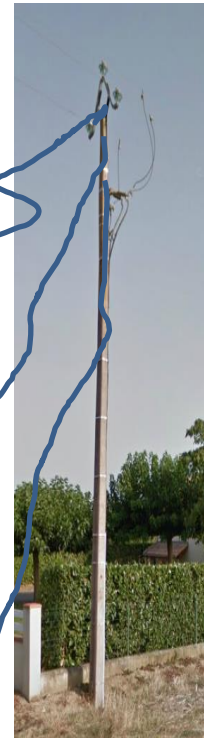
10 kW à 300 kW



⇔ 100 à 3 000 x



3000 W



# Plan

les formes de l'énergie

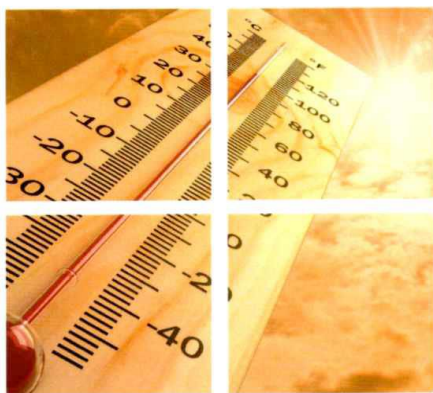
l'histoire de la maîtrise de l'énergie

unités -- ordres de grandeur

**la transition énergétique**

# Réchauffement climatique

## Bonnes questions & vraies réponses



Sauvons le climat

**Un cadeau utile pour Noël**

**<https://livre.fnac.com/a13697692/Collectif-Rechauffement-climatique>**

les unpertinents

La terre s'échauffe, elle n'en peut plus et ne va pas tarder à nous chasser. De tels propos, souvent suivis d'exemples saisissants, abondent. Le monde commencerait-il à trembler sur ses bases ?

Si vous posez autour de vous des questions portant sur les moyens dont nous disposons pour lutter contre le réchauffement climatique, les images qui seront invoquées seront celles des éoliennes, des panneaux photovoltaïques, des voitures électriques auxquelles s'ajoutera sans doute la mention de quelques consommations jugées abusives !

Certains ajouteront le rôle du charbon, du pétrole ou, plus rarement, celui du gaz, tout en ignorant que l'usage de ces « carburants » est à lui seul à l'origine de 85 % des émissions mondiales de gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) ce qui en fait les vrais responsables du réchauffement de la planète.

La menace climatique relève donc d'une problématique parfaitement circonscrite, face à laquelle nous ne sommes pas aussi démunis que d'aucuns voudraient le laisser croire.

De multiples contre-vérités sont propagées par de puissants intérêts financiers ou idéologiques qui s'emploient à masquer cette réalité. Ce livret ambitionne de fournir des points de repère permettant de démêler le vrai du faux, de positionner les mesures les plus urgentes à engager.

*De nombreux scientifiques et spécialistes de haut niveau, provenant d'horizons très variés ont participé à la réalisation de cet ouvrage dont l'une des originalités est d'être directement, rubrique par rubrique, relié à des développements complémentaires sur Internet.*

ISBN : 979-10-97108-20-0



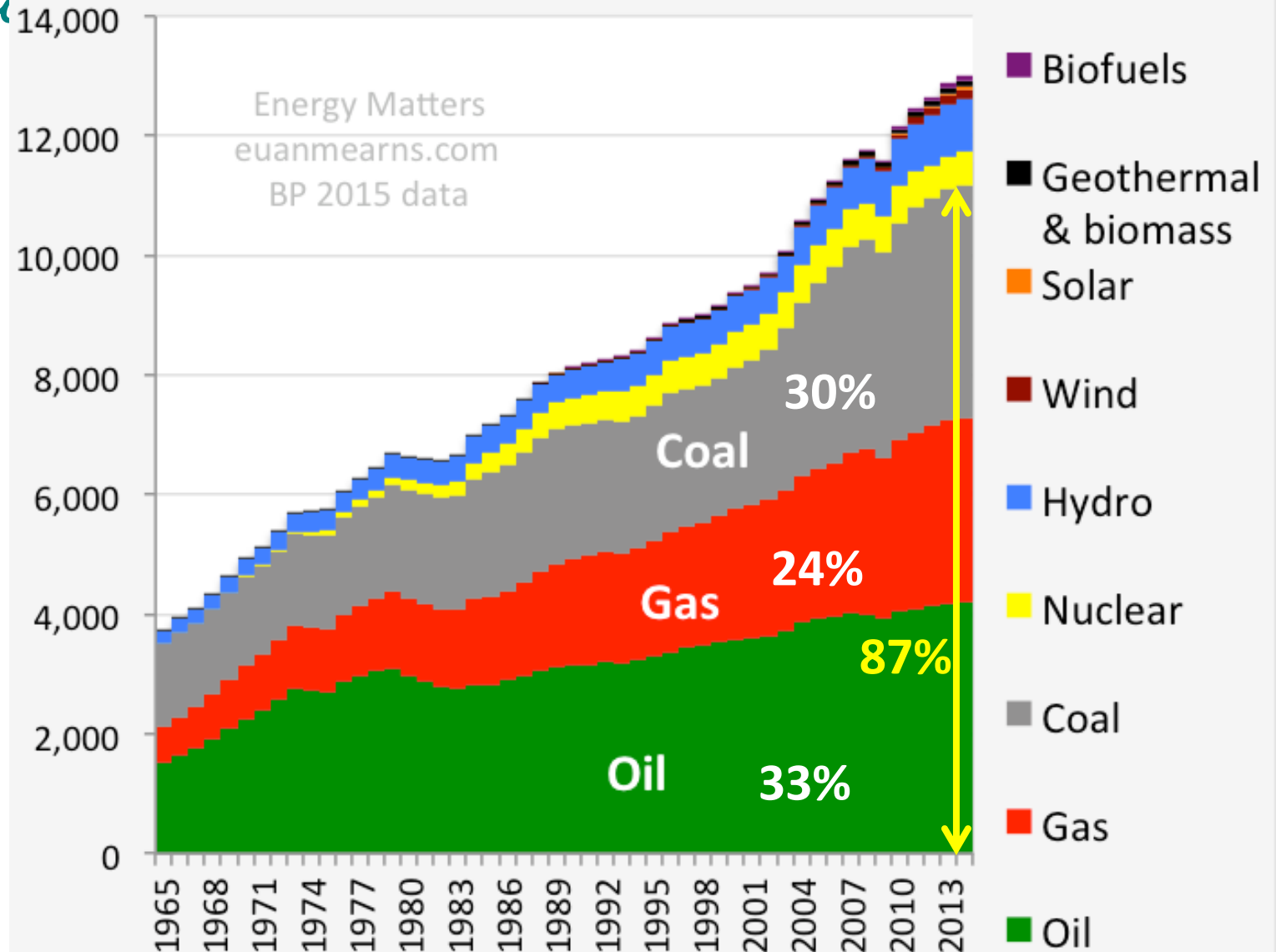
9 791097 174200 10 €

sauvonsleclimat.org



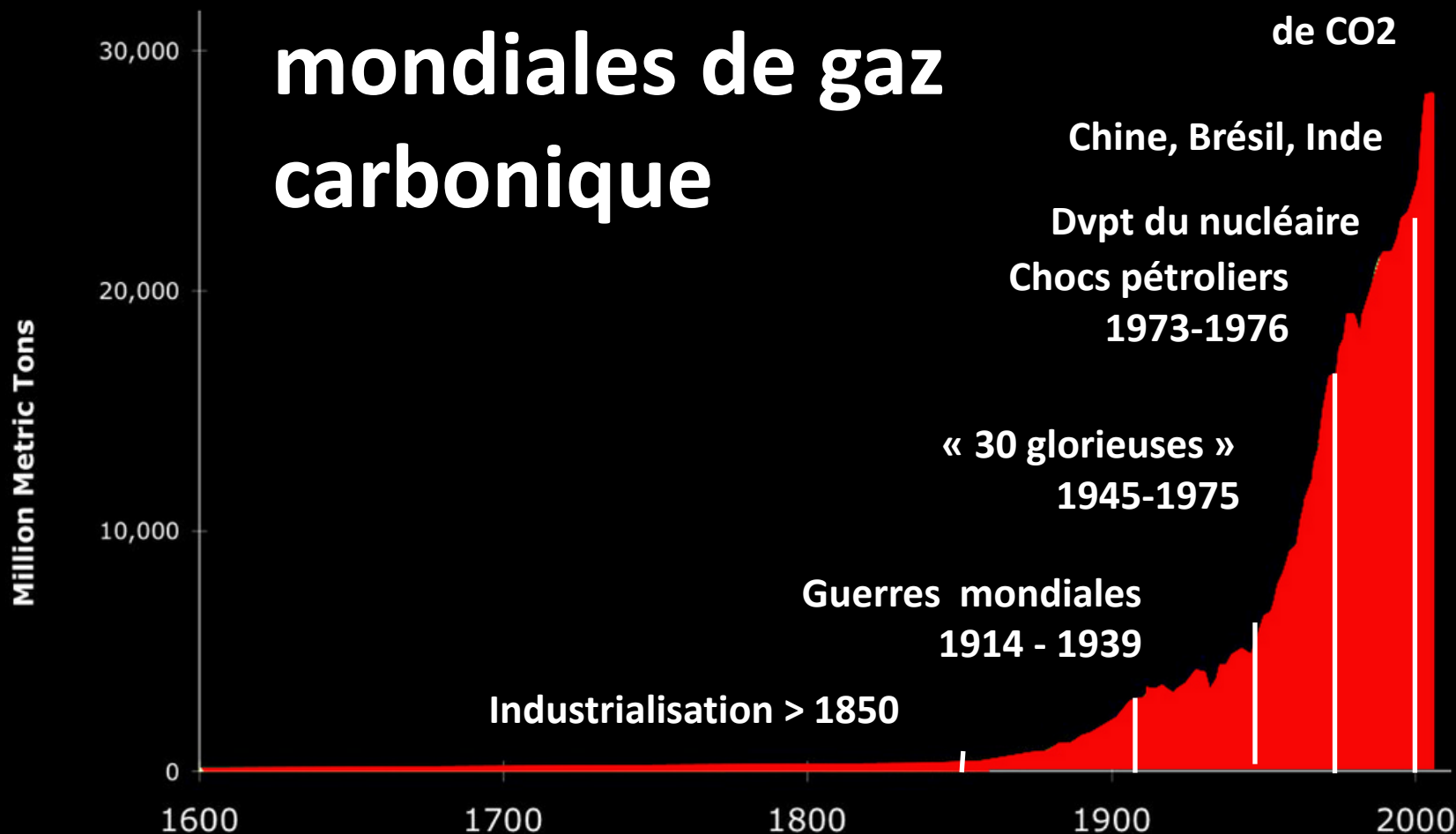
# L'énergie mondiale est carbonée à # 90 %

Provenance

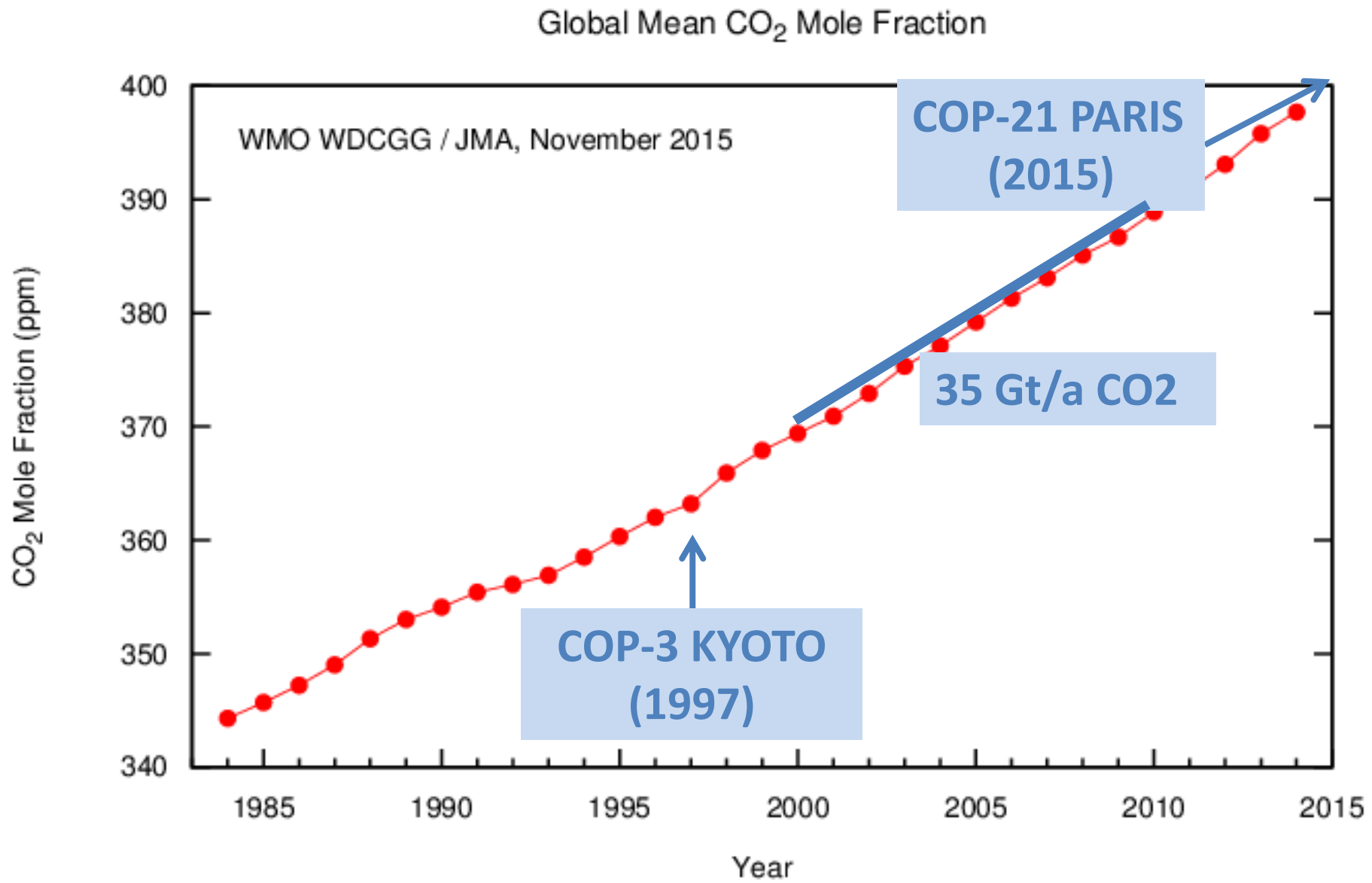


# Notre consommation d'énergies fossiles a un coût sur l'environnement

## Émissions annuelles mondiales de gaz carbonique

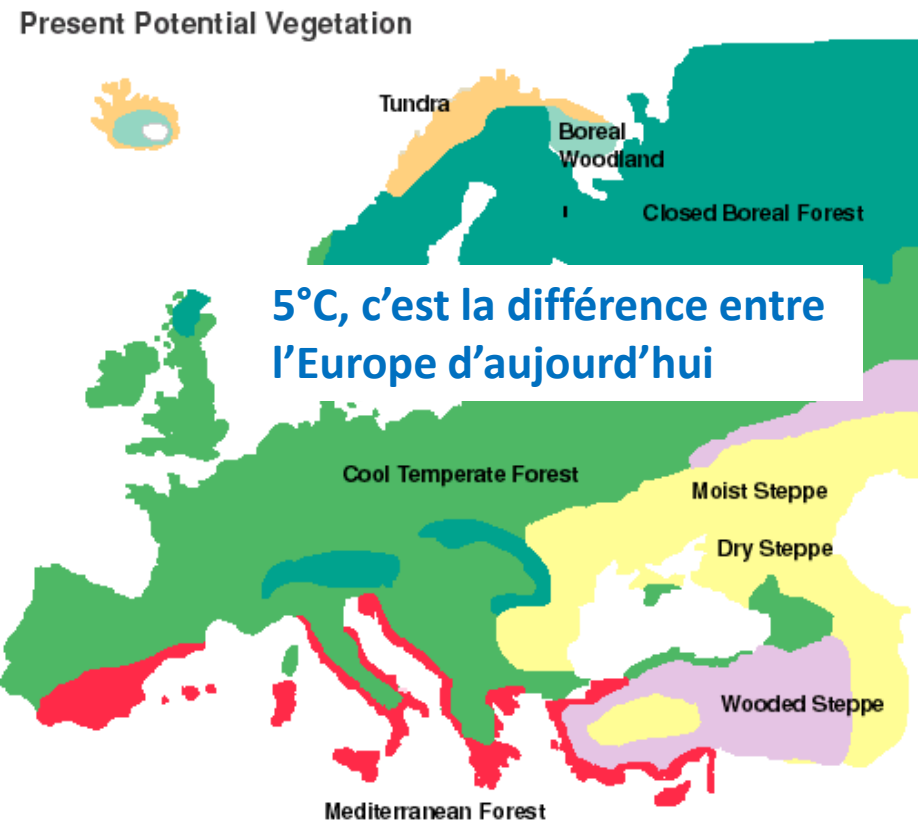


# Les émissions de CO<sub>2</sub> ne ralentissent pas



# Qu'est-ce qu'on risque avec 5°C ?

## L'Europe aujourd'hui



## L'Europe avec $T_{\text{globe}} - 5^{\circ}\text{C}$ – 20.000 ans



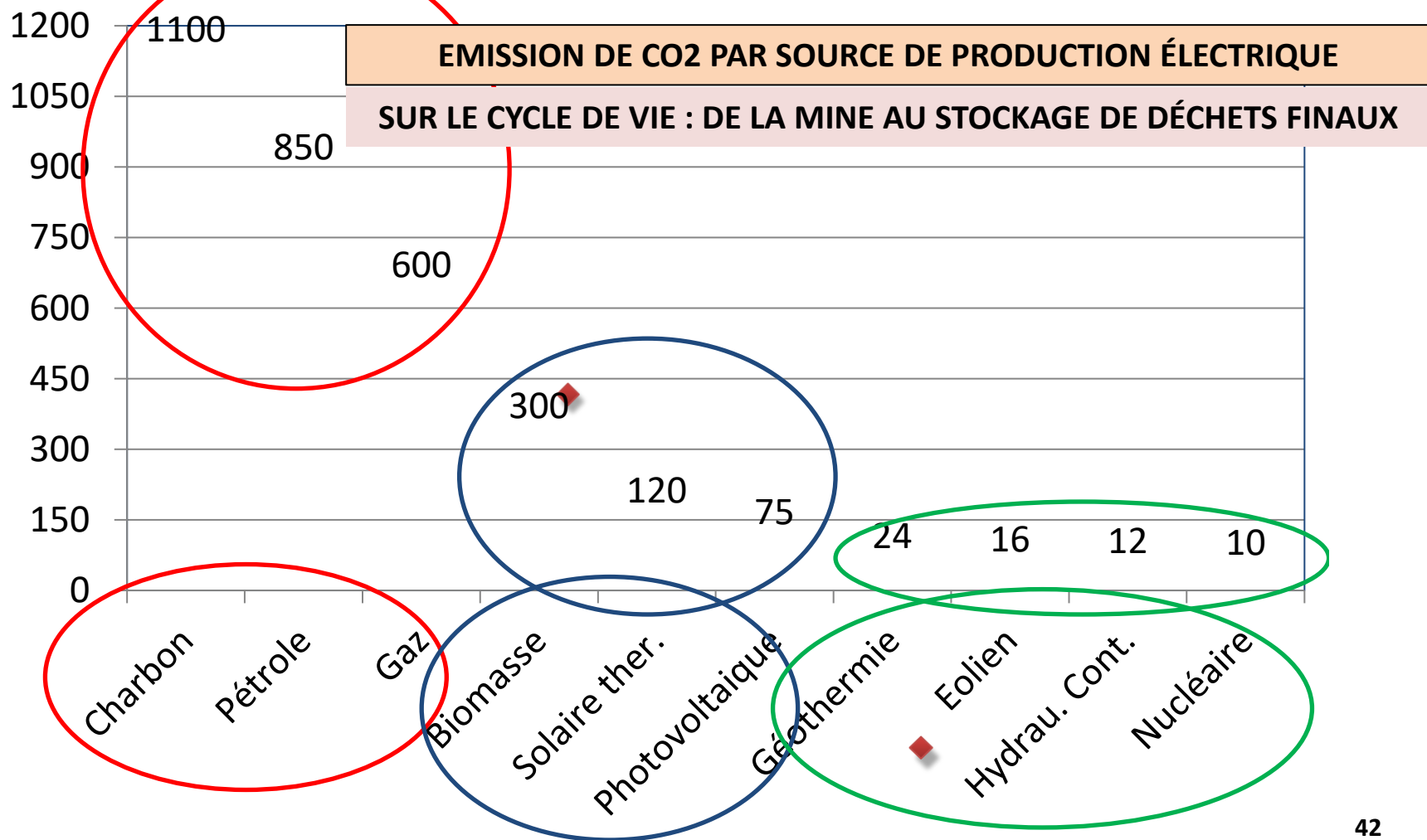


*Provence*

**Quel avenir allez vous bâtir ?**

# Quelles solutions ?

g CO<sub>2</sub> équivalent / kWh

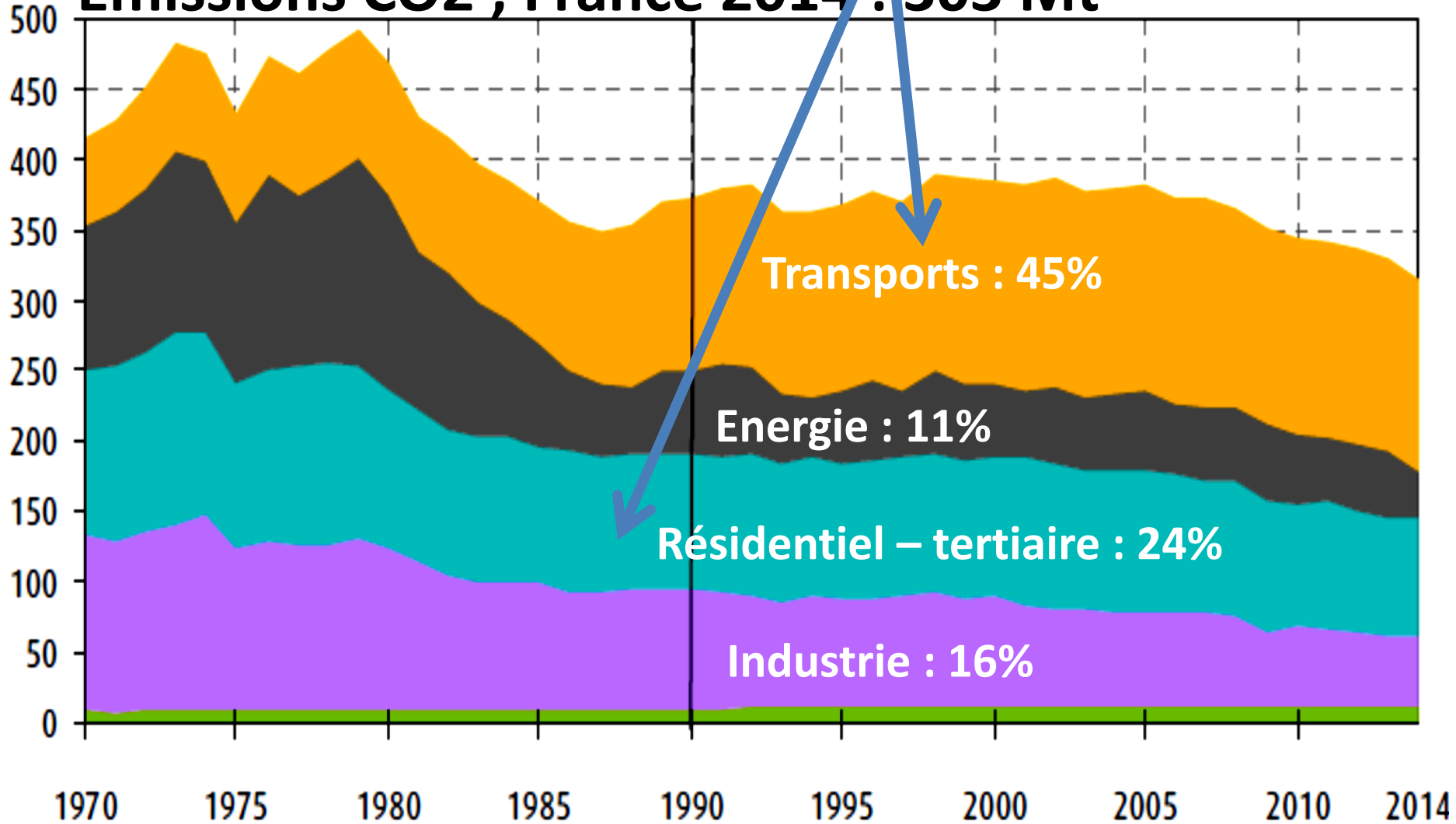


Sfen

Provence

Quelles priorités ?

Emissions CO2 ; France 2014 : 303 Mt



# Bibliographie



[www.sfen.org](http://www.sfen.org)



<https://energetique.com/>



<http://www.cea.fr/>



<https://www.sauvonsleclimat.org/fr/>



**« Dommage qu'il fasse si beau :  
quand le temps est couvert, on n'en voit pas une seule ! »**

**Merci pour  
votre  
attention**



"It's a shame it's such a clear day.  
When it's cloudy you can't see a thing from up here."