

La Terre :
notre vaisseau
spatial dont il faut
prendre soin !

BOUVE RÉOLUTION...

(J'ARRÊTE DE FUMER)



1. La Terre : notre vaisseau spatial !
2. Le réchauffement climatique et ses conséquences
3. L'énergie fossile et ses super pouvoirs
4. Le défi du stockage de l'énergie
5. Notre addiction à la consommation complique tout !

Tous les liens internet cités dans cette présentation ont été vérifiés au début 2024
(les liens barrés ne sont plus actifs !)

1

La Terre :
notre vaisseau
spatial dont il faut
prendre soin !

BOUVE RÉOLUTION...

(J'ARRÊTE DE FUMER)



1. La Terre : notre vaisseau spatial !

La Terre, notre vaisseau spatial, se déplace sur une orbite autour du soleil

Emission «C'est pas sorcier» sur le système solaire



<https://www.youtube.com/watch?v=l7cajVnzm8k>

1'

Détermination de la distance parcourue par la Terre en 1h30

Données : Distance moyenne entre la Terre et le soleil 150 millions de kilomètres

On considère que l'orbite de la Terre est un cercle (circonférence d'un cercle $2 \pi R$)

La Terre parcourt cette orbite en une année (environ 365 jours)

Calculs : En une année la Terre parcourt une distance qui est égal à la circonférence, soit $2 \pi R$:
 $2 \pi * \text{ } = \text{ } \text{ km}$

Que vaut la distance parcourue par la Terre en 1 jour :

$\text{ } / \text{ } = \text{ } \text{ km/jour}$

Que vaut la distance parcourue par la Terre en 1 heure :

$\text{ } / \text{ } = \text{ } \text{ km/heure}$

Donc en 1,5 heure, la Terre parcourt le long de son orbite la distance suivante :

$\text{ } * \text{ } = \text{ } \text{ km}$

Réponse : Distance parcourue en 1 heure et demi : 161'383,5 km

Soit 42% de la distance de la Terre à la lune

La distance moyenne Terre-lune vaut : 384 400 km

La Terre :
notre vaisseau
spatial dont il faut
prendre soin !

BOUVE RÉOLUTION...

(J'ARRÊTE DE FUMER)



2. Le réchauffement climatique et ses conséquences



Ce réchauffement est étudié
depuis plus de 30 ans !



ETH L'évidence scientifique: Les rapports du GIEC

GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change

COP : Conférence des Parties de la Convention-cadre des Nations Unies
sur les changements climatiques

Le 1er bilan mondial des
accords de Paris a eu lieu
en nov. 2023 lors de la COP
28 à Dubaï

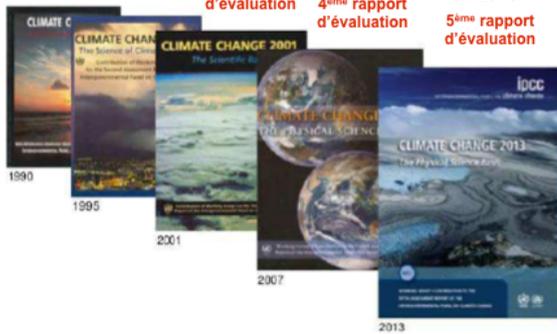
Rédigé
en 1990
**1^{er} rapport
d'évaluation**

Protocole de
Kyoto en 1998
**2^{ème} rapport
d'évaluation**

COP 15 à
Copenhague
en 2009
**3^{ème} rapport
d'évaluation**

COP 21 à
Paris
en 2015
**4^{ème} rapport
d'évaluation**

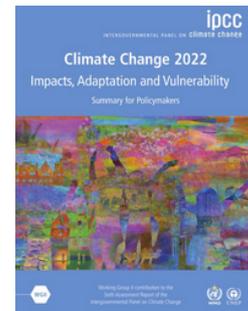
**5^{ème} rapport
d'évaluation**



3 rapports spéciaux intermédiaires



fin du 6^{ème} cycle
d'évaluation, rapport
publié à fin 2022



<https://www.ipcc.ch>

IPCC AR6 Working Group I
Climate Change 2019: The Physical Science Basis

Prof. Sonia I. Seneviratne, ETH Zurich - Forum Météo-Climat. 04.05.2021

Extrait d'une présentation de Sonia Seneviratne lors du 18^{ème}
Forum International de la Météo et du Climat le 4 mai 2021.

<https://forumeteoclimat.com/programme/colloque-2021/>

La COP 29
aura lieu à Bakou (Azerbaïdjan)
du 11 au 22 novembre 2024

Le réchauffement de la Terre est dû à nos activités !

Aujourd'hui, nous savons que le réchauffement planétaire est une conséquence de notre consommation des énergies fossiles qui rejettent du CO₂, un gaz à effet de serre !



Extrait d'un film documentaire (2019) « Les conquérants des pôles » de Emmanuelle Sudre, diffusé sur France 5 jeudi 21 novembre 2019

Interview de :

- Jérôme Chappellaz, glaciologue - directeur de l'IPEV (Institut polaire français Paul-Emile Victor)
- Jean-Louis Etienne, médecin, aventurier, explorateur des pôles

2'50"

Le réchauffement entraîne des dérèglements climatiques dans le monde ... avec des conséquences sur la société et sur toute l'économie

ouragans



<http://o2.lib.be/image/thumb/527f626a3570ea593db80414.jpg>

montée des eaux
inondations au Bangladesh



<https://vl-media.fr/wp-content/uploads/2014/03/Bangladesh-montee-des-eaux.jpg>

sécheresses
Sécheresse en Somalie



<https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1020400/secheresse-somalie-100-deces-48-heures>
PHOTO : REUTERS / FEISAL OMAR

aux Philippines le typhon Rai en 2021



<https://www.lci.fr/international/video-meteo-intemperies-super-typhon-rai-aux-philippines-les-images-impressionnantes-des-degats-2204861.html>

feux attisés par des vents violents
Feux en Californie en 2017



Extraits du journal de 20 Heures sur France 2 le jeudi 12 octobre 2017.

Le réchauffement entraîne des dérèglements climatiques ... et aussi en Suisse ...

lave torrentielle

À Gondo en automne 2000



Photo : Association des établissements cantonaux d'assurance incendie, Commission Eléments naturels. AEA1, Berne

glissements de terrains

cabane de Stieregg au Mettenberg en 2005



Photo: été 2005, source: H.R. Keusen, Geotest AG

feux

Leuk en 2003



<https://www.planat.ch/fr/bilder/videos/bilder/videos-detail/incendie-de-foret-a-loeche-2003>

inondations suite à des pluies violentes

Lausanne en juin 2018



https://twitter.com/montsevalle4c/status/1006436987753189376/photo/1?ref_src=twsrc%5Efw%7Ctycamp%5Evetembed%7Cwterm%5F1006436987753189376&ref_url=http%3A%2F%2Fwww.24heures.ch%2F23246114

Dombresson en juin 2019



<https://nouvelliste.iomedia.ch/suisse/neuchatel-les-inondations-dans-le-val-de-ruz-ont-fait-un-mort-et-des-millions-de-francs-de-degats-849478/>

Cressier le 22 juin 2021



<https://lecourrier.ch/2021/11/02/cressier-toujours-sinistre/>

La montée des eaux par l'augmentation du volume dû au réchauffement



Le récipient est rempli
à ras bord.

Au départ, la température de
l'eau est de 10°C.

L'eau va chauffer jusqu'à 45°C
avant de commencer
à déborder !

La montée des eaux par l'augmentation du volume dû au réchauffement

Données : hypothèse d'un **réchauffement de 2°C sur les 500 premiers mètres** des océans.

La **variation du volume de l'eau se manifeste seulement par une augmentation de la hauteur de la colonne d'eau** (comme dans une casserole car la surface ne varie pas).

Par géométrie : **Le volume s'obtient en multipliant la surface par la hauteur et donc la variation du volume s'obtient par la surface S fois la variation de la hauteur ΔH**

Formule pour la variation du volume de l'eau (noté ΔV) : $\Delta V = V_{\text{initial}} C_{\text{dilatation}} \Delta T$
avec
le coefficient de dilatation volumique de l'eau : $C_{\text{dilatation}} = 0,00024$ par degré °C

Calculs : La formule de la dilatation s'exprime donc ainsi :

$$S \Delta H = S H C_{\text{dilatation}} \Delta T \text{ et on peut simplifier par } S : \Delta H = H C_{\text{dilatation}} \Delta T$$

Donc :

$$\Delta H = \text{ } * \text{ } * \text{ } = \text{ } \text{ mètres } \text{ soit : } \text{ } \text{ cm}$$

Réponse : L'augmentation du niveau des océans due à la dilatation volumique de l'eau pour un réchauffement de 2°C sur les 500 premiers mètres des océans vaut **24 centimètres.**

Attention, la montée des eaux due à la fonte des calottes polaires et des glaciers pourrait être beaucoup plus importante que la montée des eaux due à la dilatation volumique.

La montée des eaux par la fonte des calottes polaires due au réchauffement

Données : La superficie de la calotte polaire en Antarctique est d'environ 14 millions de km²

La superficie de la calotte polaire au Groenland est d'environ 2 millions de km²

La superficie totale des océans est d'environ 360 millions de km²

Donc, la superficie totale des océans est environ 22,5 fois plus importante que la somme des superficies des calottes polaires arctique et antarctique.

Question : **Si les 2 calottes polaires perdent 45 mètres d'épaisseur**, de combien de hauteur le niveau des océans va-t-il monter ?

Réponse : Il faut donc répartir cette fonte sur une superficie de 22,5 fois supérieure.

Donc : **élévation du niveau des océans** $\text{ } / \text{ } = \text{ } \text{2} \text{ mètres !}$

ATTENTION : La masse volumique de la glace (0,91 kg/dm³) est plus faible que celle de l'eau (1 kg/dm³).

Donc **l'élévation sera environ 10% plus faible** que cette valeur de 2 mètres, **soit 1,8 mètres !**

La Terre :
notre vaisseau
spatial dont il faut
prendre soin !

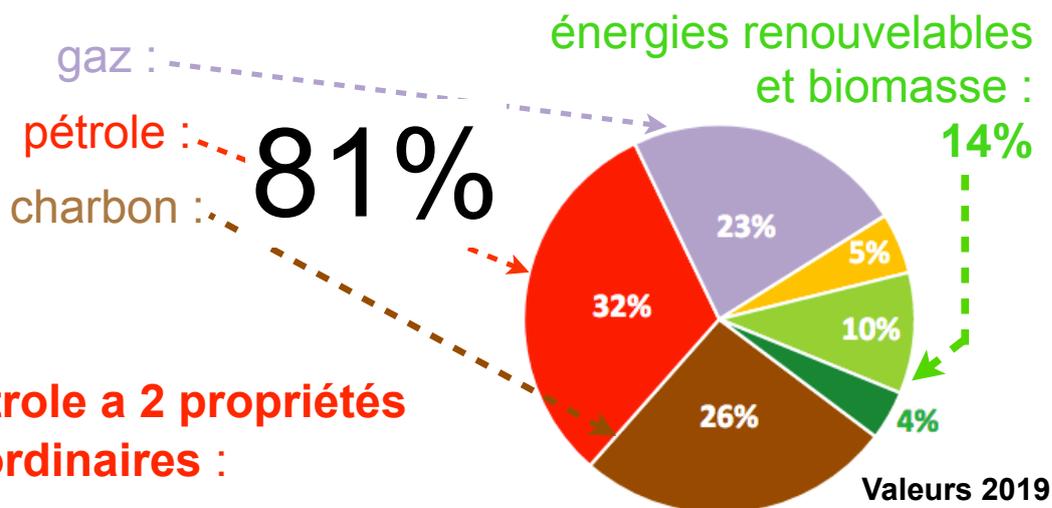
BOUHE RÉOLUTION...



3. L'énergie fossile et ses super pouvoirs

3 Énergies primaires consommées par l'humanité en 2019

■ Coal ■ Oil ■ Gas ■ Nuclear ■ Renewables ■ Traditional use of biomass

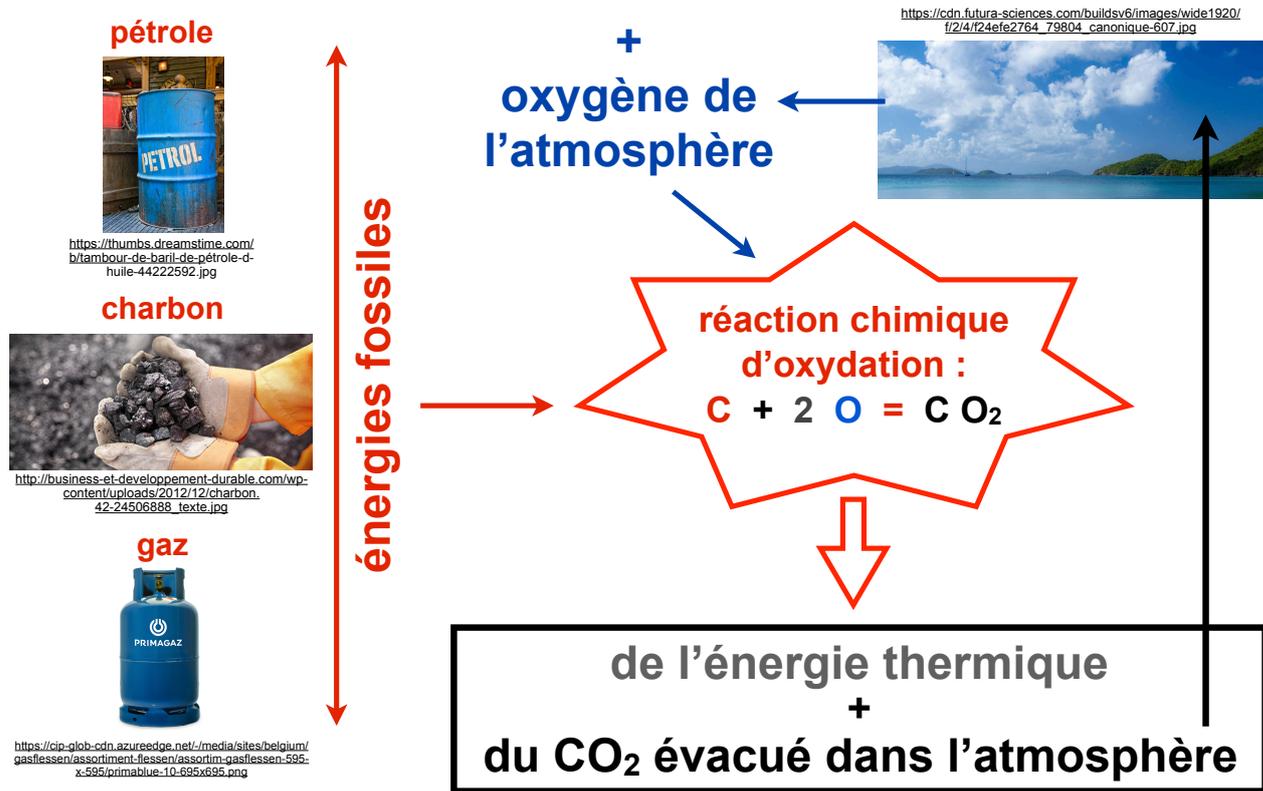


Le pétrole a 2 propriétés extraordinaires :

1. Il est **liquide à température ambiante.**
2. Un litre de pétrole **contient beaucoup d'énergie**

Total de la demande mondiale:
14'406 Mtoe

La combustion des énergies fossiles rejettent du CO₂ !



Chaque jour l'humanité consomme environ 80 à 90 millions de barils de pétrole

Cette quantité représente environ le contenu de 40 pétroliers !!



Pétrolier géant : contenance 2 millions de barils de pétrole

Le pétrole est devenu «le sang» de notre économie !

Interview d'Yves Mathieu, expert en réserves d'hydrocarbures
et auteur de «Le dernier siècle du pétrole ?»



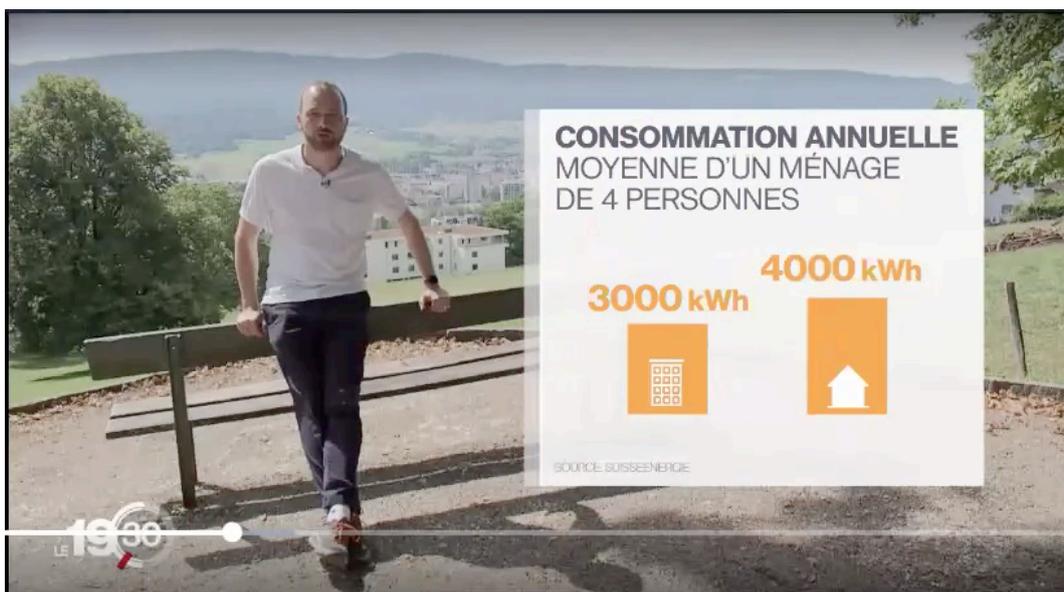
1'03"

Extrait de «La tentation du schiste»,
un film de Hervé Nisic et Pierre
Stoeber, produit par Serge Guez,
Crescendo films - 2014

la consommation mondiale de pétrole a dépassé les
95 millions de barils par jour
(ce qui correspond à une hauteur de plus de 80'000 km !)

En 2017,

L'énergie se mesure généralement en kWh ! Mais à quoi correspond 1 kWh d'énergie électrique ?



1'30"

RTS 19H30 du mercredi 24 août 2022
un reportage de Cédric Adrover

Quelques informations sur les unités de mesure de l'énergie et de la puissance

Un joule d'énergie correspond environ à une **situation où je soulève 100 grammes sur 1 mètre de hauteur.**

Un watt de puissance correspond à une situation où **1 joule d'énergie est fourni chaque seconde.**

Un kilowatt de puissance correspond à une **situation où 1'000 joules d'énergie est échangée chaque seconde** (= soulever 100 kg toutes les secondes de 1 m).

Un kilowattheure (1kWh) est l'énergie fournie par **une machine de 1'000 watts qui fonctionne pendant une heure.**

Dans ces conditions, la machine fournit 1'000 joules chaque seconde pendant 3'600 secondes, soit 3,6 millions de joules (1'000 fois 3'600 !).

Ainsi 1 kWh correspond donc à 3,6 millions de joules !

Comme un litre de pétrole contient 10 kWh d'énergie, il contient : 36 millions de joules !

3 Les super pouvoirs des énergies fossiles

Question :

À quoi correspond l'énergie contenue dans un litre de pétrole ?

Rappel :

un litre de pétrole contient 10 kWh d'énergie, donc il contient : 36 millions de joules !

Pour répondre à la question, on va considérer un ouvrier qui travaille avec une pelle dans ses mains dans un fouille de 1 mètre de profondeur. Et on va calculer le travail fourni par ses bras pour remonter la terre sur 1 mètre de hauteur.

Données : L'ouvrier travaille 8h par jour, il donne un coup de pelle chaque 3 secondes et à chaque coup il remonte 2 kg de terre sur un mètre de hauteur.

L'énergie fournie par ses bras à chaque coup de pelle est de l'énergie potentielle qui vaut $M g H$ (avec M la masse en kg, H la hauteur en mètre et $g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Calculs : Énergie fournie par les bras à chaque coup de pelle : * 9,81 * = joules

L'ouvrier donne 20 coups de pelle par minute, donc ses bras fournissent par jour :

* * * = joules / jour

Donc pour fournir les 36 millions de joules contenus dans 1 litre de pétrole l'ouvrier devra travailler : $36'000'000 / \text{input type="text"}$ = jours

Réponse : Après **191** jours de travail dans ces conditions, les bras de l'ouvrier auront fourni la quantité d'énergie contenue dans un seul litre de pétrole qui coûte environ 2 francs !!!



<http://storage.canalblog.com/84/91/242854/10170845.jpg>

La Terre :
notre vaisseau
spatial dont il faut
prendre soin !

BOUVE RÉOLUTION...

(J'ARRÊTE DE FUMER)



4. Le défi du stockage de l'énergie

La mise en place des énergies renouvelables n'est pas toujours simple

Le solaire et l'éolien sont des
énergies intermittentes.
Et donc, elles ne sont pas
toujours présentes !



<http://www.lematin.ch/suisse/suisse-romande/Un-projet-de-parc-eolien-conteste-en-Valais/story/10766007>
image : Keystone



<https://news.suisse-conventionbureau.com/la-suisse-durable-par-nature-1-3-certifications-exigeantes-pour-la-nouvelle-maison-olympique-a-lausanne>

Il est donc indispensable d'envisager le stockage de l'énergie électrique produite !

... en remontant
de l'eau en altitude



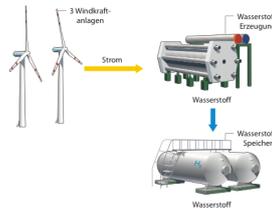
http://www.alpiq.ch/fr/news-articles/medienmitteilungen/media_release.jsp?news=tom:144-95816&tag=Nant-de-Drance&taxid=8049&schema=52638

... en chargeant
des batteries



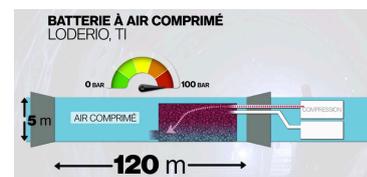
<http://actu.epfl.ch/news/une-reponse-innovante-au-defi-du-stockage-des-ener/>

... en produisant de
l'hydrogène



https://www.enertrag.com/download/present/grafik_funktionsprinzip-hybridkraftwerk.pdf

... en comprimant de l'air



RTS Le19⁹ du lundi 22 mai 2017

**Et c'est cela qui complique le fait de remplacer les énergies fossiles
par de l'électricité produite avec le solaire et l'éolien !**

Le stockage de l'énergie électrique se fait en remontant de l'eau du bassin inférieur au bassin supérieur



http://www.alpiq.ch/fr/news-articles/mediennmitteilungen/media_releases.jsp?news=tcm:114-95816&tag=Nant-de-Dranse&taxid=8049&schema=52638

Le stockage d'énergie dans la centrale Nant de Dranse

Question : Combien de litres d'eau faut-il remonter dans l'installation Nant de Dranse pour stocker l'équivalent de l'énergie contenue dans un litre de pétrole ?



Données : La centrale Nant de Dranse est une installation de pompage - turbinage. La **dénivellation entre le bassin inférieur et supérieur vaut environ 425 mètres.**

L'énergie stockée dans la centrale est de l'énergie potentielle qui vaut en joule : $M g H$ (avec M la masse en kg, $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ et H la hauteur en mètre).

Rappel : un litre de pétrole contient 10 kWh d'énergie ou 36 millions de joules !

Calculs : **Énergie nécessaire pour remonter un litre d'eau** dans cette installation :

$$\text{ } * 9,81 * \text{ } = \text{ } \text{ joules}$$

Nombre de litres à remonter pour que cela corresponde à 36 millions de joules :

$$\text{ } / \text{ } = \text{ } \text{ litres d'eau}$$

(rappel : 1'000 litres d'eau correspond à 1 tonnes d'eau)

Réponse : Remonter 8,635 tonnes d'eau du bassin inférieur au bassin supérieur pour stocker l'équivalent de l'énergie contenue dans un seul litre de pétrole !

La Terre :
notre vaisseau
spatial dont il faut
prendre soin !

BOUVE RÉOLUTION...



5. Nous sommes «drogués» à la consommation !

Avec l'énergie fossile, nous creusons des trous gigantesques (1 km de profond, 4 km de diamètre) !

La mine de cuivre Bingham Canyon à ciel ouvert près de Salt Lake City aux USA.
Dans cette mine, des camions de 290 t de charge utile parcourent environ 250 km par jour !



http://www.miningmayhem.com/2011_10_01_archive.html

Camion Komatsu 930 :

Taille :	Poids d'un pneu :
8,5 m de largeur	5 tonnes
7,5 m de hauteur	Capacité réservoir :
15,5 m de long	5'300 litres de diesel
Moteur :	Vitesse maximum :
poids 10 tonnes	64,5 km/h
puissance 2,6 MW	



<http://www.youtube.com/watch?v=RqT-rHd1RIs>

Avec l'énergie fossile disponible et bon marché, nous avons développé une addiction à la consommation !



Venise : Toute la symbolique de la situation mondiale actuelle en une seule photo (crédit photo : Claudia Manzio)



©Keystone

<https://www.allnews.ch/content/points-de-vue/les-tribulions-en-proie-a-lagitation>



<https://thumbs.dreamstime.com/2/valise-et-avion-globe-et-paraolue-39634886.jpg>

BLACK FRIDAY
SUR LA PLANÈTE !!



[https://fr.wikipedia.org/wiki/Pica_\(auteur\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Pica_(auteur))

Or tous ces « besoins individuels » de consommation ne peuvent pas croître indéfiniment !

5 Et nous rejetons du gaz carbonique, un gaz à effet de serre

Quel est l'ordre de grandeur de l'**empreinte carbone** d'un passager pour un vol Paris-Tokyo et retour à bord d'un Airbus A 350, **calculé pour un avion plein, mais uniquement pour la consommation de kérosène** ?



<https://www.lufthansa.com/fr/fr/a350>

Données : La distance d'un vol, aller-retour Paris-Tokyo, est d'environ 19'400 km.

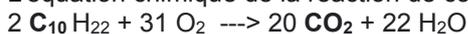
Pour les vols longs courriers, le constructeur de l'avion annonce une consommation moyenne par passager de 2,5 l/100 km.

La **masse molaire du carbone** vaut **12 gr/mole** et celle de l'hydrogène vaut 1 gr/mole.

Le nombre d'Avogadro = 6,022 10²³ par mole.

La masse molaire moyenne du kérosène (**formule chimique : C₁₀H₂₂**) vaut 142 gr/mole.

L'équation chimique de la réaction de combustion du kérosène s'écrit :



Du point de vue des masses pour la réaction chimique : $\text{C} + 2 \text{O} = \text{CO}_2$

- au départ si on a 20 moles de carbone, on a 20 fois 12gr/mole = **240 gr de carbone**

- après la réaction on aura 20 moles de gaz carbonique, **soit 20 fois 44 gr/mole = 880 gr de CO₂**

Il y a donc un rapport de 3,6666 entre la masse du carbone de départ et celle du CO₂ obtenu !

Calculs : **Volume de kérosène nécessaire par passager pour le vol aller-retour Paris - Tokyo :**

Masse de kérosène correspondante (masse volumique du kérosène 0,8 kg/litre) :

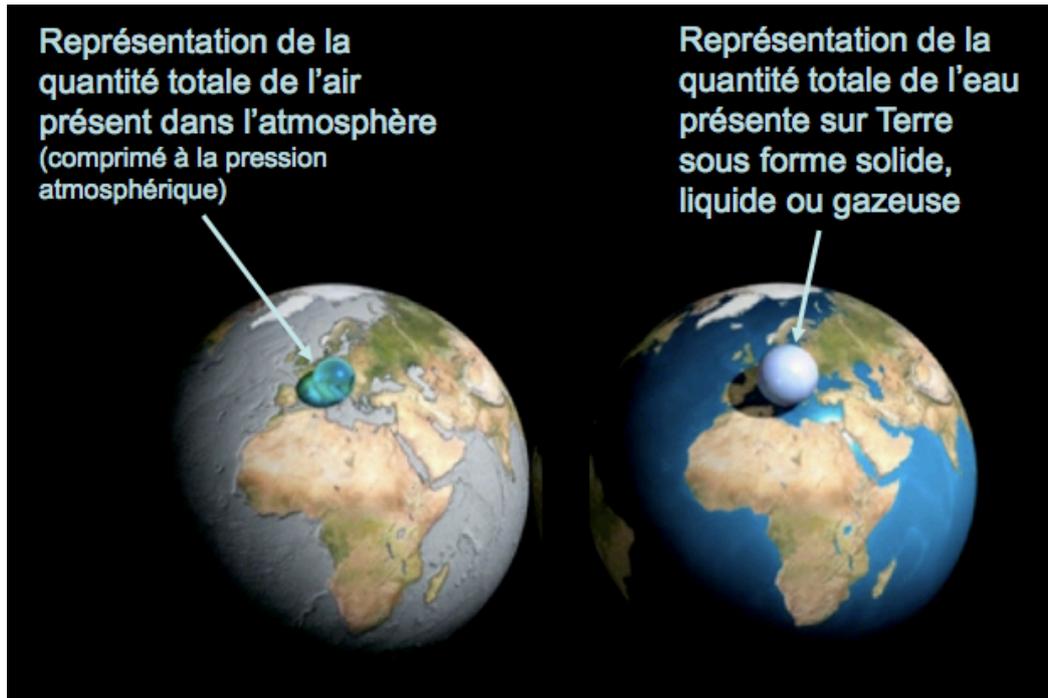
Masse correspondante de carbone contenue dans 388000 gr de kérosène :

Masse correspondante de CO₂ appelée empreinte carbone :

= 1'202 kg (plus d'une tonne !)

L'**empreinte carbone** s'exprime en masse de gaz carbonique rejeté dans l'atmosphère (car le CO₂ est un gaz à effet de serre), mais il arrive parfois que cette empreinte carbone s'exprime en masse de carbone consommé !

La Terre et toutes les ressources qu'elle contient ne sont pas infinies !



À cette échelle, les terres cultivables peuvent être estimées par une sphère d'environ 30 à 40 km de rayon, donc un point minuscule (environ 1/5 de la largeur de la mer Rouge !!).

L'appel de jeunes à Rio en 1992 et à l'ONU en 2019!



2'56"

Extrait du film documentaire «Legacy» de Yann Arthus-Bertrand, diffusé sur M6 le 26 janvier 2021

<https://www.bnut.media/fr/nature/le-discours-de-severn-cullis-suzuki-au-sommet-de-rio-en-1992-5b7871c6-72dc-4283-aa28-db4350c7f4e1>

Mais voyons la réalité de notre société de consommation !

**Nous consommons plus de ressources
que celles que la Terre peut nous offrir durablement !**

Il faut donc arrêter de gaspiller les ressources !

Il faut aussi modifier notre façon de produire et de consommer !

**Plus
sobre !**

**moins loin,
moins volumineux,
moins souvent,
moins grand,
moins lourd,
moins vite,
moins puissant,**

...

parfois plus cher

et sûrement beaucoup plus durable !

**Plus
simple !**

**Bonne nouvelle :
Moins grand, moins lourd, c'est possible !**

En 40 ans, la masse de
la mini Cooper a
augmenté de 1'000 kg !!

**Il s'agit
maintenant de
faire l'inverse
et de revenir à
une situation qui
utilise moins de
ressources, donc
moins d'énergie !**

Swisscom 4G 09:02 99%



Robin Fühli Schiller ▶ Car Museum

lundi, à 12:34 · 🌐

About 40 years & 1000kg between these two.

[Voir la traduction](#)



Voici une
mini Cooper
des années
1970



5 Bonne nouvelle : il est possible de se déplacer grâce à l'énergie solaire !

en 2023 un Tour des Alpes sur 2'000 km



Consommation équivalente : environ 0,13 litre pour 100 km !

<https://www.thesuntrip.com/sun-trip-alpes-2023-presentation/>

5 Bonne nouvelle : on sait construire des maisons autonomes en chaleur



Capturs solaires thermiques : 276 m²



Volume du stock : 200'000 litres



Construit en 2007 à Oberburg (canton de Berne), l'immeuble Jenni (8 appartements) est entièrement chauffé à l'énergie solaire.

http://jenni.ch/files/jenni/inhalte/pdf/Publikationen/Solarbeheizte_MFH_bewaehren_sich.pdf

<http://jenni.ch/bauprojekte-jenni.html>

Bonne nouvelle : on sait construire des maisons autonomes en énergie (chaleur + électricité)

Premier immeuble autosuffisant en énergie en construction en Suisse

22.01.2015 15:11



Les locataires devraient pouvoir emménager en 2016 dans le bâtiment prévu dans une commune proche de Winterthur. [Image de synthèse - Umwelt Arena Spreitenbach]

Le projet d'un bâtiment fonctionnant à l'énergie solaire et utilisant des piles à combustible pour éviter le recours au mazout a été présenté près de Winterthur (ZH).

Le soleil comme seule source d'énergie et une pompe à chaleur pour assurer le chauffage: un immeuble de neuf appartements sans apport externe d'électricité, de gaz ou de mazout est en construction à Brütten (ZH). Une première mondiale, selon ses promoteurs.

www.rts.ch/info/regions/autres-cantons/6480187-premier-immeuble-autosuffisant-en-energie-en-construction-en-suisse.html

Accumulateur par batterie de 152 kWh pour 2 à 4 jours d'autonomie



http://helion-solar.ch/downloads/aktuelles_fr/151021_batterie_solaire_du_premier_immeuble_autonome_helion-solar.fr.pdf

Accumulateur à hydrogène pour 2 à 3 mois d'autonomie

07 avril 2016 07:59; Act: 10.04.2016 22:11



Cette maison est une mini centrale électrique

À la fin du mois de mai, on pourra emménager dans la première maison énergiquement autonome de la planète... à Brütten (ZH). Elle fonctionnera entièrement à l'énergie solaire.

14 La première maison du monde qui assure son alimentation en énergie sur un mode autonome a vu le jour à Brütten (ZH). Les premières personnes pourront y emménager à la fin du mois de mai de cette année.

<http://www.20min.ch/ro/news/energy-challenge/story/13848847>

Alors mettons-nous au travail !

BOUNNE RÉOLUTION...

(J'ARRÊTE DE FUMER)



Publié sur Facebook
par Jean-Marc Jancovici
à l'occasion du Nouvel-an 2016

<http://cartoonfey.blogspot.com>

s'il vous plaît !