

# Quel monde en 2050, pour gérer les ressources naturelles ?



1. Consommation des énergies fossiles et des métaux
2. Un retour vers le renouvelable est indispensable !
3. Par où commencer ?
4. Des opportunités pour l'emploi !

Tous les liens internet cités dans cette présentation ont été vérifiés à fin septembre 2025  
( les liens barrés ne sont plus actifs ! )

1

## Avant l'ère industrielle, les sociétés ont fonctionné avec des énergies renouvelables !



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Moulins\\_La\\_Mancha.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Moulins_La_Mancha.jpg)



Photo : J.-C. Keller



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermione\\_Brest\\_10\\_08\\_2015\\_101.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermione_Brest_10_08_2015_101.JPG)



[https://static.broceliande.xyz/IMG/jpg/balade\\_contee\\_en\\_caleche\\_a\\_paimpont\\_02.jpg](https://static.broceliande.xyz/IMG/jpg/balade_contee_en_caleche_a_paimpont_02.jpg)

# 1 Puis, nous avons remplacé les énergies renouvelables par les énergies fossiles et par le pétrole en particulier !



<https://beretandboina.blogspot.com/2015/06/le-laboureur.html>



Puissance : entre 270 et 400 chevaux

<http://www.demblon.com/wp-content/uploads/2016/08/21092011848-480x216.jpg>



[https://static.broceliande.xyz/IMG/jpg/balade\\_contee\\_en\\_caleche\\_a\\_paimpont\\_02.jpg](https://static.broceliande.xyz/IMG/jpg/balade_contee_en_caleche_a_paimpont_02.jpg)



Puissance : environ 200 chevaux

<https://i.ytimg.com/vi/foAvxPZ7VIA/hqdefault.jpg>



Puissance : environ 10<sup>5</sup> chevaux

<https://fr.wiktionary.org/wiki/avion>



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Moulin\\_La\\_Mancha.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/8/84/Moulin_La_Mancha.jpg)



Puissance : environ 10<sup>6</sup> chevaux

[https://www.lopinion.fr/sites/inb.com/files/styles/w\\_1000/public/styles/paysage/public/cms/edite/201401/usine-charbon-pays-reuters.jpg?tok=ZVB-7Wkn](https://www.lopinion.fr/sites/inb.com/files/styles/w_1000/public/styles/paysage/public/cms/edite/201401/usine-charbon-pays-reuters.jpg?tok=ZVB-7Wkn)



[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermione\\_Brest\\_10\\_08\\_2015\\_101.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Hermione_Brest_10_08_2015_101.JPG)



Puissance : environ 10<sup>5</sup> chevaux

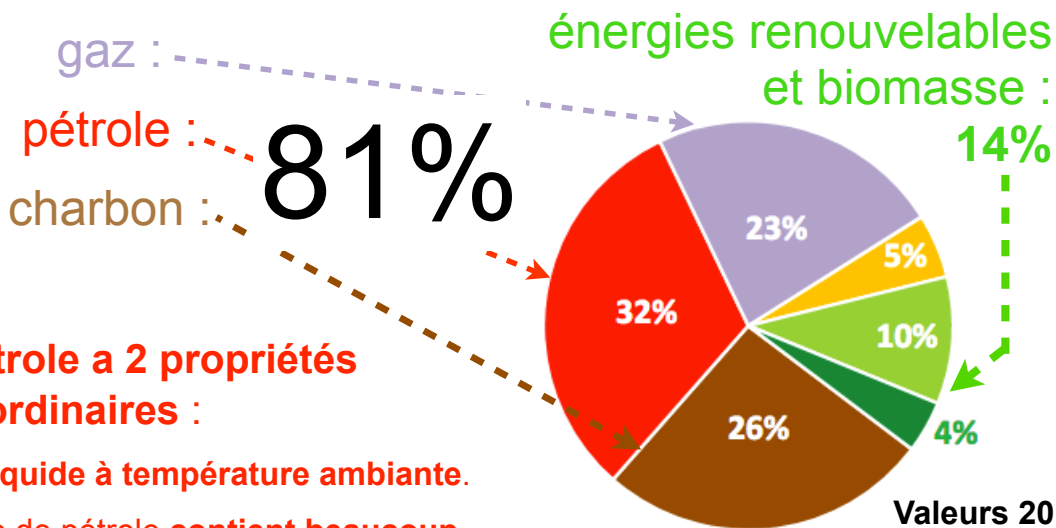
<https://www.ma-maison-container.fr/blog/bougainville-le-plus-grand-porte-container-francais/>



<https://s04.s3c.es/imag/v0/3662x1965/2/f/1/airbus-beluga-xl.jpg>

# 1 Actuellement plus de 80% des énergies primaires consommées par l'humanité sont des énergies fossiles !

■ 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 (= l'équivalent de 200 jours de travail manuel pour peller de la terre) !**

**Valeurs 2019**

Total de la demande mondiale:  
14'406 Mtoe

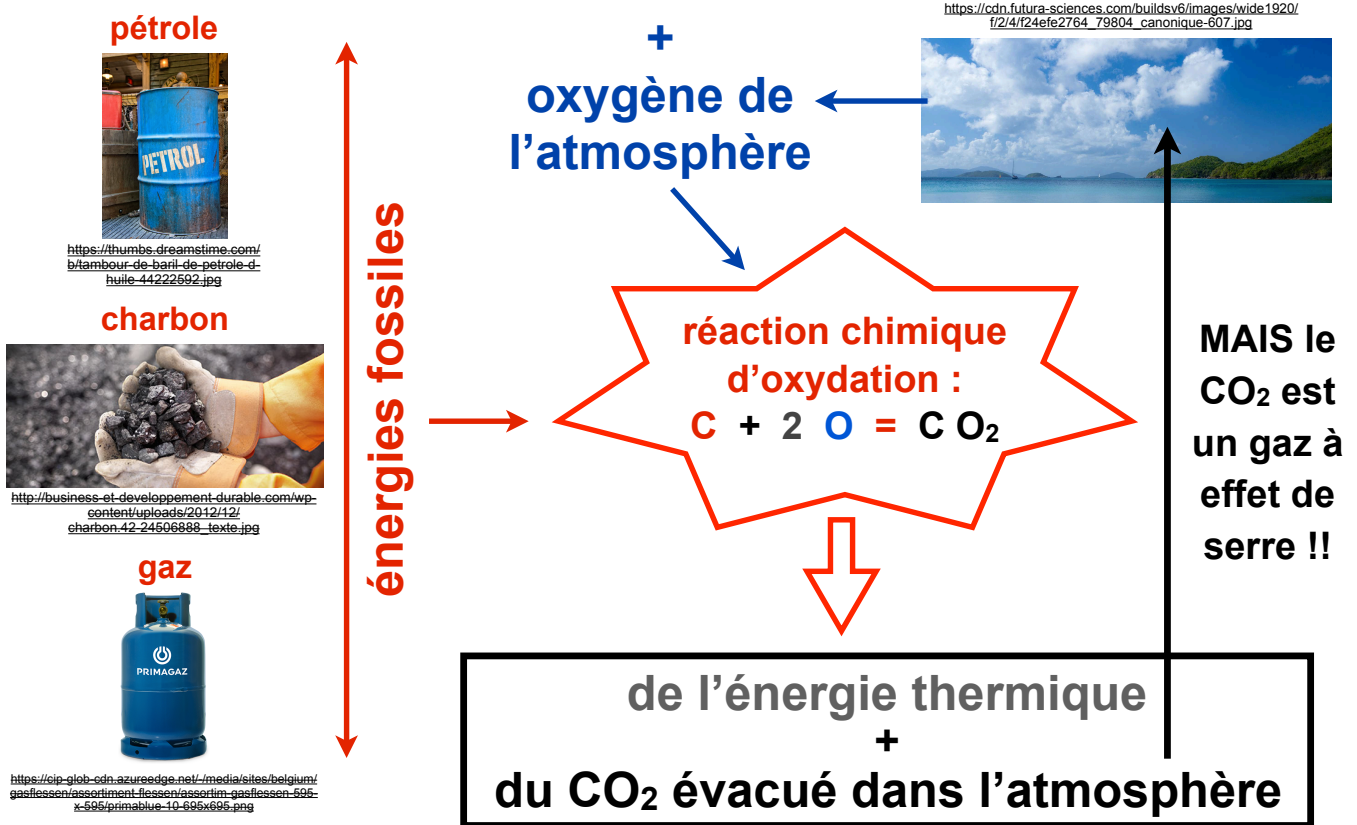
Mtoe : Million tonnes of oil equivalent



Source : page 166 du «World Energy Outlook 2020», document publié par l'Agence Internationale de l'Énergie (IEA)

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/a72d8abf-de08-4385-8711-b8a062d6124a/WEO2020.pdf>

Mais, la combustion des énergies fossiles rejette du CO<sub>2</sub> (un gaz à effet de serre) dans l'atmosphère !



# 1 Le réchauffement climatique est dû à nos rejets de CO<sub>2</sub> !

Aujourd'hui, nous savons que le réchauffement planétaire est une conséquence de notre consommation des énergies fossiles qui rejettent du CO<sub>2</sub>, un gaz à effet de serre !



2'50"  
Extrait des 3 dernières minutes du 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'Institut polaire Paul-Emile Victor  
- Jean-Louis Etienne, médecin, aventurier, explorateur des pôles

**Conséquences du réchauffement climatique :**

- ouragans**  
Inondations au Bangladesh
- montée des eaux**  
Inondations au Bangladesh
- sécheresses**  
Sécheresse en Somalie
- feux attisés par des vents violents**  
Feux en Californie en 2017
- Dombresson en juin 2019**
- Cressier le 22 juin 2021**

# Avec le pétrole, des moyens considérables sont à disposition pour l'extraction des minerais métalliques !



Camion Komatsu 930 :

Taille :

8,5 m de largeur

7,5 m de hauteur

15,5 m de long

Capacité réservoir :

5'300 litres de diesel

Vitesse maximum :

64,5 km/h

Moteur :

poids 10 tonnes

puissance 2,6 MW

Poids d'un pneu :

5 tonnes



[http://www.miningmayhem.com/2011\\_10\\_01\\_archive.html](http://www.miningmayhem.com/2011_10_01_archive.html)



Machines pour la récupération des nodules métalliques dans les fonds marins

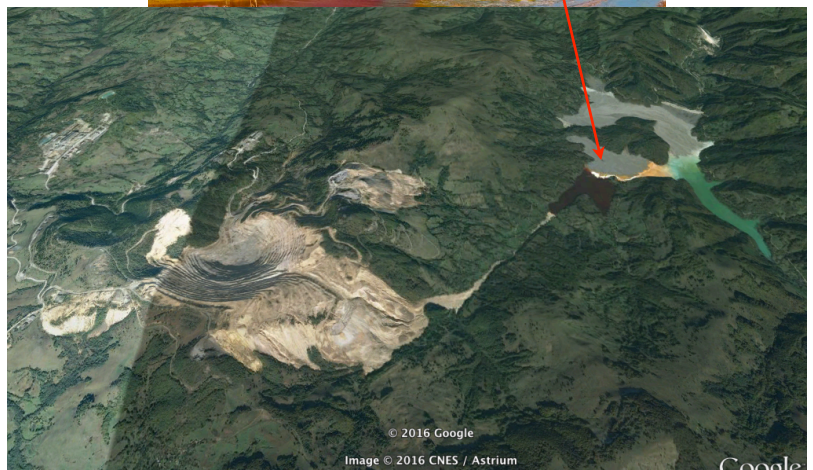
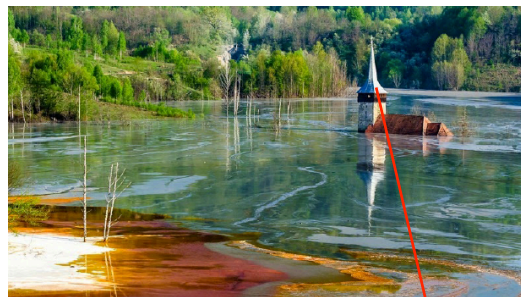
<https://www.usinenouvelle.com/article/video-la-premiere-mine-sous-marine-demarrera-en-2019.N519419>

# L'extraction des minerais métalliques fait également de très gros dégâts à l'environnement

Le village roumain de Geamana a été sacrifié en 1978 pour créer un dépotoir à déchets toxiques de la mine de cuivre de Rosia Poieni dans les montagnes Apuseni.



<http://www.zmescience.com/other/feature-post/geamana-village-romania-toxic/>



# 1 L'extraction d'argent, de plomb et de zinc au Pérou :

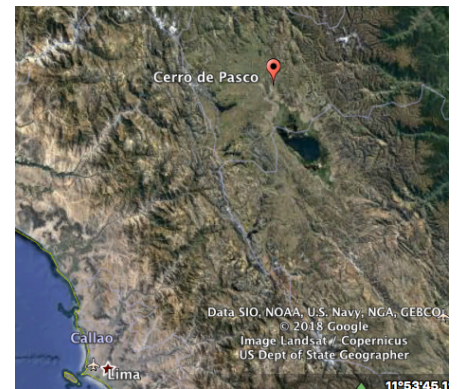


[https://image.search.yahoo.com/search/images\\_vit=A2KibM1FNhdj7IALM0XNy0A...yUeX3oDMTEQMml5o21pBGNhCGDYmYxBRvowMxBHZoaWODQjkwMTNMQRzZWMDeCl2ow\\_?e=center+of+Cerro+de+Pasco%2C+Peru%2C&f2=pyweb&fr=aaplw#id=2&url=https%3A%2F%2Fmining.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F12%2FCerro-de-Pasco-Volcan.jpg&action=click](https://image.search.yahoo.com/search/images_vit=A2KibM1FNhdj7IALM0XNy0A...yUeX3oDMTEQMml5o21pBGNhCGDYmYxBRvowMxBHZoaWODQjkwMTNMQRzZWMDeCl2ow_?e=center+of+Cerro+de+Pasco%2C+Peru%2C&f2=pyweb&fr=aaplw#id=2&url=https%3A%2F%2Fmining.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F12%2FCerro-de-Pasco-Volcan.jpg&action=click)



La pollution est laissée sur place !

La mine d'argent, de plomb et de zinc de Cerro de Pasco au Pérou se trouve à 4'400 mètres d'altitude.



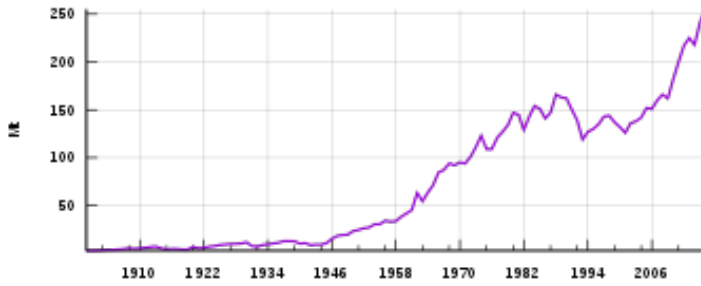
# 1 Pour limiter ces dégâts environnementaux, il faut diminuer l'utilisation des métaux

Intervention d'Aurore Stephant. C'est une ingénieure géologue minière, spécialisée dans les risques environnementaux et sanitaires. Elle est membre de l'association SystExt (Systèmes extractifs et Environnement).



# Les réserves de phosphate et de potasse sont en quantités finies et pourraient aussi s'épuiser !

Production de phosphate

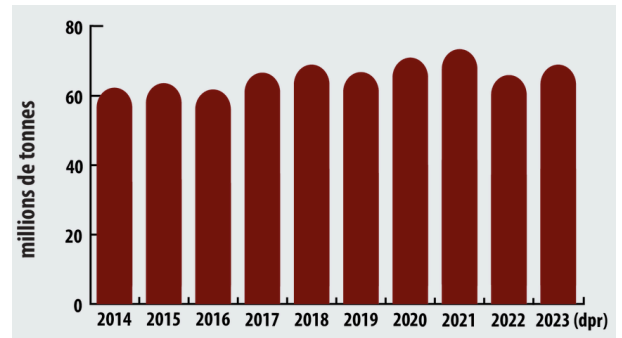


<http://www.bbc.com/news/business-24823266>  
<http://www.slate.fr/monde/80301/ guerre-phosphate-maroc-mali>  
[https://fr.wikipedia.org/wiki/Roche\\_phosphatée](https://fr.wikipedia.org/wiki/Roche_phosphatée)

**La Chine, le Maroc** détiennent les plus grandes réserves mondiales de phosphates !  
 On estime que **les réserves actuellement exploitables permettent d'assurer pour 90 ans de production au rythme actuel.**

Nauru (en Micronésie) était un pays riche, mais il a épuisé ses réserves de phosphate. Maintenant, c'est un pays pauvre !

Production de potasse



<https://ressources-naturelles.canada.ca/mineraux-exploitation-miniere/donnees-statistiques-analyses-exploitation-miniere/faits-mineraux-metaux/faits-potasse>

La potasse au même titre que l'azote ou le phosphore fait partie des éléments majeurs indispensables à la croissance des plantes.

Les plus importants producteurs de potasse sont **le Canada, la Russie, la Biélorussie, la Chine, ...**

# Il faut sortir des énergies fossiles, mais un retour aux énergies renouvelables, ce 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-exigentes-pour-la-nouvelle-maison-olympique-a-lausanne>

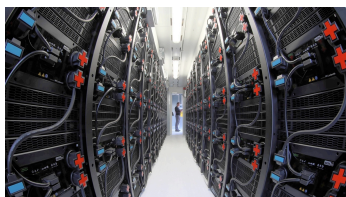
Il est donc indispensable d'envisager le stockage de l'énergie électrique produite !

... en remontant de l'eau en altitude



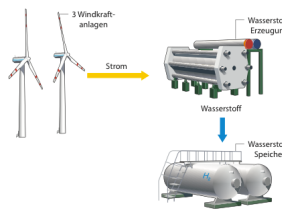
<http://www.alpiq.ch/fr/news-articles/mediemittelungen/media-releases.jsp?news=114-05816&tag=Nant-de-Dranco&taxid=8049&schema=62638>

... en chargeant des batteries



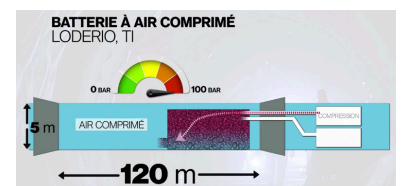
<http://actu.epfl.ch/news/une-reponse-innovante-au-defi-du-stockage-des-ener/>

... en produisant de l'hydrogène



[https://www.enertrag.com/download/praesentgrafik\\_funktionprinzip-hybridkraftwerk.pdf](https://www.enertrag.com/download/praesentgrafik_funktionprinzip-hybridkraftwerk.pdf)

... en comprimant de l'air



RTS Let19<sup>30</sup> 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 !**

## Exemple, avec le stockage d'énergie dans des installations de batteries ...

Actuellement (en 2025), la plus grande installation à batteries de Suisse a une puissance de crête d'environ 28 mégawatts et se trouve à Ingenbohl (SZ). Cette puissance correspond à la puissance d'environ 9 éoliennes comme celle de Charrat (VS), pour une capacité d'environ une cinquantaine de MWh.



<https://www.mwstorage.ch/en/assets-and-partners>

## Autre exemple encore à l'étude : le stockage d'énergie dans des installations à air comprimé ...

En Suisse, des essais ont été conduits dans une ancienne galerie à Loderio au Tessin. Cette galerie, utilisée pour évacuer des gravats lors du percement du tunnel de base du Gothard, n'est plus en fonction aujourd'hui.

L'intérêt de cette technologie, c'est qu'il n'y a pas de limite sur le nombre de charges-décharges du système, comme avec les batteries au lithium par exemple.



## 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 ces ressources !**

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

**par exemple renoncer à utiliser des polymères artificiels !**

**Plus  
sobre !**

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

...

**parfois plus cher**

**mais sûrement beaucoup plus durable !**

**Plus  
simple !**

## Technologie Low-tech : le stockage d'énergie thermique dans des installations de batteries à sable ...

La plus grande batterie de sable du monde remplie de stéatite a été mise en service à Pornainen en Finlande en 2025.

**L'électricité excédentaire produite par le vent et l'énergie solaire est utilisée pour chauffer la stéatite jusqu'à 600 °C.**

**Cette batterie stocke de la chaleur pour alimenter des bâtiments centraux et des habitations via le réseau de chauffage urbain.**



La batterie fournit une puissance de chauffage d'environ un mégawatt et stocke jusqu'à 100 mégawattheures d'énergie thermique. **Le chauffage de la commune est couvert pendant environ une semaine en hiver.**

3

## La décroissance est possible : c'est une stratégie de prévention afin de prospérer sur le long terme !

Extrait d'une intervention à La Matinale (RTS) du vendredi 7/3/2025 de Timothée Parrique, chercheur à HEC Lausanne

Qu'est-ce que la décroissance ?



1'06"

Extrait de 2'36" à 3'42"

[rts.ch/info/28814248.html](https://rts.ch/info/28814248.html)

3

## Une solution très simple pour être plus sobre c'est l'énergie que l'on ne consomme pas !

Intervention de Matthieu Auzanneau, directeur de The Shift Project, spécialiste d'écologie et d'économie, auteur du livre *OR NOIR, la grande histoire du pétrole* aux éditions La découverte.



2'10"

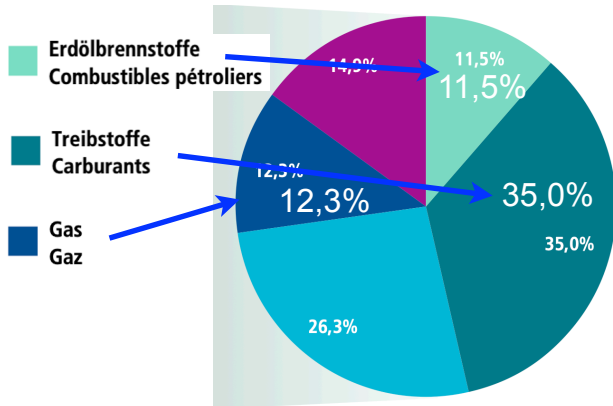
Extrait (de 11' à 13'10") de la partie 4 d'un MOOC en 5 parties

<https://www.youtube.com/watch?v=d6mfT75mVTQ>

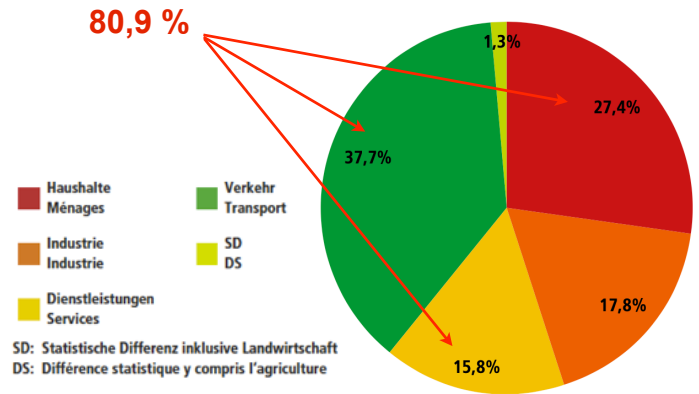
# Dans quels domaines, les Suisses-esses rejettent le plus de CO<sub>2</sub> ?

## Les statistiques 2023

Fig. 6 Energieeinsatz und Endverbrauch der Schweiz 2023  
Utilisation totale et consommation finale de la Suisse en 2023



Anteil 2023 der vier Sektoren in %  
Parts en 2023 des quatre secteurs en %



© BFE, Schweizerische Gesamtenergiestatistik 2023 (Fig. 6)  
OFEN, Statistique globale suisse de l'énergie 2023 (fig. 6)

Il est utile d'ajouter que **58,8%** de l'énergie consommée en Suisse en 2023, c'est de l'énergie fossile (pétrole et gaz).

<https://www.bfe.admin.ch/bfe/fr/home/approvisionnement/statistiques-et-geodonnees/statistiques-de-lenergie/statistique-globale-de-l-energie.html>

# Pour être plus simple et plus sobre, les technologies LowTech peuvent nous aider

Interview d'Arthur Keller,  
pour l'émission de radio  
«L'ours & la carotte» du 27 avril 2018 !



Arthur Keller, en 2017.



2'25"

Extrait de l'interview (entre 25'30" et 28')  
<https://www.youtube.com/watch?v=UvXnKM2iPPE>

## Un exemple pour illustrer «Qu'est-ce que l'innovation frugale dans le domaine de la mobilité ?»

### La frugalité signifie deux choses :

1. Il faut utiliser le moins possible d'énergie pour déplacer le véhicule.
2. Il faut utiliser le moins possible de matière pour construire le véhicule.

Pour le point 1, le moteur électrique est une bonne solution, car il a un meilleur rendement que le moteur thermique (environ le double) et il peut fonctionner comme générateur, donc récupérer de l'énergie au freinage et à la descente.

### Bien entendu, il faut aussi charger les batteries par de l'électricité produite avec des énergies renouvelables.

Pour le point 2, cela revient à construire de petites voitures légères.

Avec l'avantage supplémentaire que plus la voiture est légère, moins elle consomme !



[www.lesechos.fr/dees-debats/edits-analyses/0203978939098-les-voitures-propres-le-sont-elles-vraiment-1070803.php](http://www.lesechos.fr/dees-debats/edits-analyses/0203978939098-les-voitures-propres-le-sont-elles-vraiment-1070803.php)

## L'innovation frugale consiste donc à réserver la motorisation électrique à de petits véhicules légers.

## 3 Autre exemple d'innovation frugale : Le SunTrip ! en 2023 un Tour des Alpes sur 2'000 km



Consommation : 1,2 kWh / 100 km (consommation Tesla environ 20 kWh / 100 km)

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

## Et il faut commencer par se reconnecter à la Nature, source de l'eau potable et de toute notre alimentation !

- Vandana Shiva (physicienne et épistémologue, diplômée en philosophie des sciences)



1'30"

Extrait du documentaire «En Quête de Sens»  
de Nathanael Coste, coauteur, réalisateur, cameraman et de Marc de La Ménardière, coauteur, narrateur  
© Copyright - Kamea Meah Productions, 2015  
<http://enquetedesens-lefilm.com>

## En fait, la stratégie à adopter, c'est celle d'un développement durable (ou soutenable) !

Le développement durable est «le développement qui répond aux besoins du présent **sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs**» (page 9).

Ce qui implique qu'on ne mette pas « en danger les  **systèmes naturels qui nous font vivre** :

**l'atmosphère, l'eau, les sols et les êtres vivants »**

(page 10)

Extraits du livre de Dominique Bourg,  
«Quel avenir pour le développement durable ?»  
(éditions «Les Petites Pommes du Savoir»)

## Contexte général :

- Faire preuve de sobriété dans tous nos actes de consommation
- Inscrire toutes nos actions dans le cadre du développement durable et de la robustesse

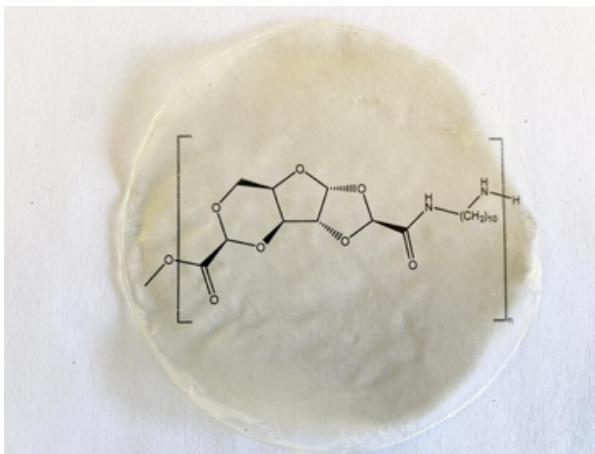
## Actions prioritaires en Suisse dans les domaines suivants :

- Développer la permaculture pour la production de nourriture
- Isoler thermiquement les bâtiments
- Réduire la masse de nos véhicules individuels
- Limiter nos déplacements autant que possible
- Innover avec des produits biosourcés pour remplacer les plastiques
- Innover avec des produits de consommation LowTech
- Diminuer l'utilisation des réseaux sociaux, des data-center, ...
- Garder nos appareils électroniques le plus longtemps possible
- ...

## Des opportunités d'emplois dans la recherche sur des plastiques biodégradables

Il faut lutter contre la pollution de notre environnement par des plastiques.

À l'EPFL en 2024, Laurenz Manker et ses collègues ont mis au point **un procédé de fabrication de polyamides biosourcés de haute qualité**, à partir de biomasse telle que le bois ou les épis de maïs. L'intérêt de ce procédé est que 97% de la biomasse de départ est utilisée dans le produit final (donc peu de déchets).

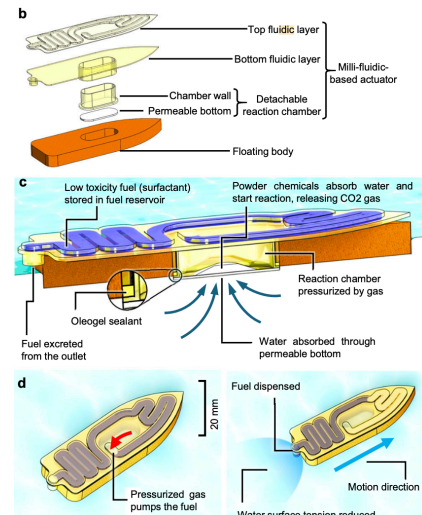
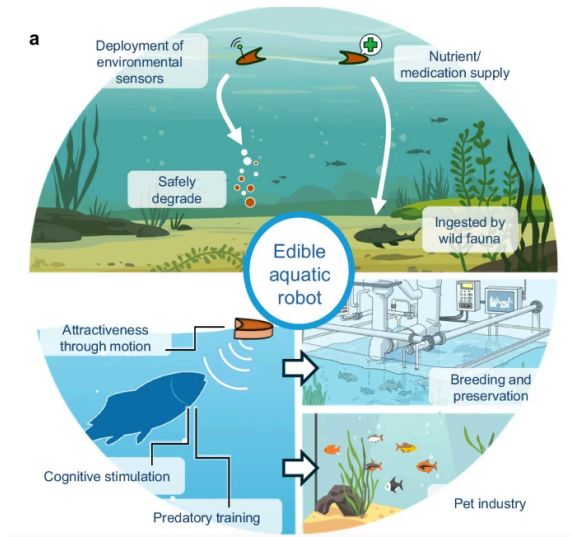


Par exemple, avec ce plastique biosourcé, on peut fabriquer des coques pour téléphone portable !



## Des opportunités d'emplois dans la recherche sur des plastiques biodégradables et comestibles

Les petits robots aquatiques sont élaborés à partir de plastiques (polymères artificiels) et comprennent des batteries et d'autres composants électroniques, et cela pose des problèmes pour un déploiement à grande échelle dans des écosystèmes sensibles. Le développement de robots nageurs miniatures en matériaux biodégradables et comestibles pourraient être utiles dans les élevages de poissons pour des apports nutritionnels et pour la distribution de médicaments.



<https://actu.epfl.ch/news/un-robot-aquatique-ecologique-concu-a-partir-d-a-2/>  
<https://www.nature.com/articles/s41467-025-59559-8>

## Des opportunités d'emplois dans le monde médical. Et dans ce domaine, le HighTech reste indispensable !



<https://actu.epfl.ch/news/ces-technologies-qui-nous-renforcent/>

À l'EPFL, des chercheurs, chercheuses, ingénieurs, ingénieures, docteurs, docteurs et scientifiques explorent de nouvelles manières pour restaurer les canaux de communication des systèmes nerveux endommagés dans le cerveau, la moelle épinière ou en périphérie.



<https://actu.epfl.ch/news/la-rehabilitation-a-la-jonction-du-systeme-nerveux/#~:text=La réhabilitation, cela veut dire,c'est la neuroplasticité.>

## Des opportunités d'emplois dans des projets de développement de la permaculture



2'05"

**Bande annonce du documentaire :**  
**L'éveil de la permaculture, et si la révolution s'inspirait de la nature ?**

Réalisateur Adrien Bellay, Production : L'école de la permaculture production  
Financement participatif

<https://www.youtube.com/watch?v=Jb0-2YeYtsc&feature=youtu.be>

## Des opportunités d'emplois dans la rénovation des maisons chauffées au mazout

La rénovation à la norme Minergie-P de 2 grands  
immeubles des années 50 à Genève («La Cigale») :

- Grosse réduction des besoins énergétiques suite à l'assainissement (avant : 5'509'710 kWh par an après : 1'069'644 kWh par an)
- Chauffage avec une installation solaire (554'771 kWh par an) et complément au gaz (514'873 kWh par an)
- 1'670 m<sup>2</sup> panneaux solaires thermiques non vitrés sélectifs
- **Stockage de chaleur par chaleur latente (30m<sup>3</sup> de glace, correspond à 2'017 kWh) + pompe à chaleur**



**AVANT-APRES** Un an de travaux aura suffi à faire des deux bâtiments de la coopérative d'habitation La Cigale une construction certifiée Minergie-P.

<http://www.youtube.com/watch?v=TQNobX4JyTs>

## Des opportunités d'emplois dans la construction de maisons autonomes en chaleur



Captteurs solaires thermiques : 276 m<sup>2</sup>



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.

<https://jenni.ch/privatkunden/solaranlage>

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

## Des opportunités d'emplois dans la construction de 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](http://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/download/aktuelles\\_fr/154921\\_batterie-solaire-du-premier-immeuble-autonome\\_helion-solar-fr.pdf](http://helion-solar.ch/download/aktuelles_fr/154921_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 énergétiquement 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. (www.20min.ch)

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

## Des opportunités d'emplois dans le domaine de l'électrification des véhicules de transports publics

Le projet TOSA (avec ABB, HESS, SIG, TPG et OPI) phase de test à Genève entre 2013-2016.

Suite :  
mise en service sur la ligne 23 en 2018



Journal du 19 avril 2013 :  
<http://www.rts.ch/video/info/journal-12h45/>

1'40"

## Des opportunités d'emplois dans la conception et l'entretien de petites voitures électriques

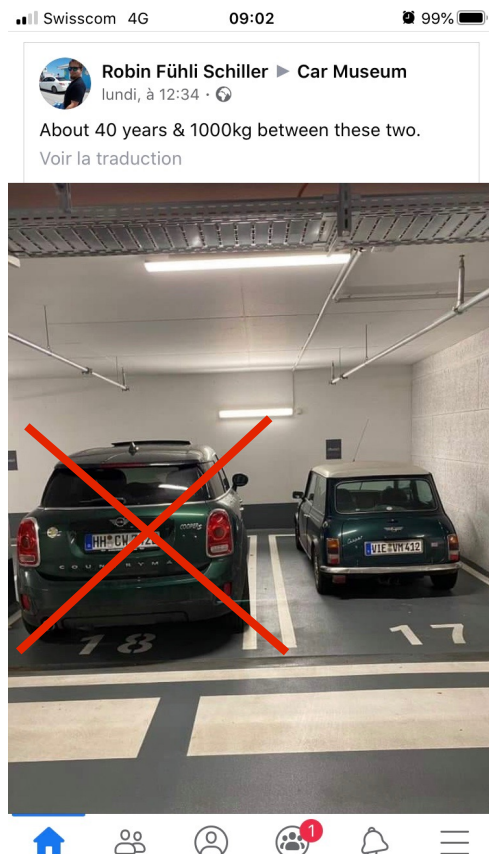
En 40 ans, la masse de la mini Cooper a augmenté de 1'000 kg !!

Autre exemple : la fiat 500 !

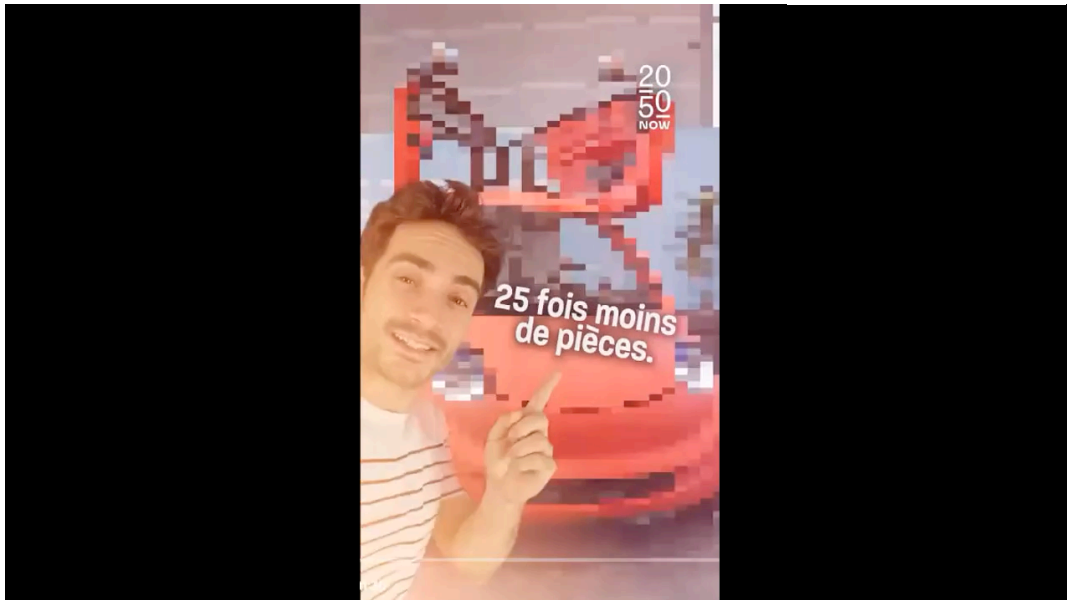


<https://www.24heures.ch/suisse-nos-voitures-preferees-ne-cessent-de-prendre-du-volume-366860674492>

Il s'agit maintenant de privilégier le Low-Tech et de revenir à une situation plus sobre en ressources, et en énergie !



## SOFTCAR : un projet suisse de petite voiture !



1'25"

<https://www.tiktok.com/@2050now/video/7426756308071697697>

## Le projet Gazelle : La recherche d'un optimum !



Masse : 900 kg Autonomie : 180 km Vitesse max : 100 km/h  
Consommation : 9 kWh / 100 km

<https://www.automobile-magazine.fr/toute-l-actualite/article/32745-gazelle-tech-la-voiture-electrique-legere-et-made-in-france>



La Gazelle est construite à partir d'un matériau ultra léger, sa consommation d'énergie est 40% inférieure à ses concurrentes © S.Delalot - F3 Aquitaine

<http://www.gazelle-tech.com/#solution-innovation>

[https://france3-regions.francetvinfo.fr/nouvelle-aquitaine/gironde/bordeaux/bordeaux-un-girondin-lance-la-2-cv-du-21e-siecle-une-voiture-electrique-low-tech-et-tres-econome-en-energie-2457796.html?fbclid=IwAR2zk68W-NmxK2S5eFQI1wKGW1Sm6lkmFlg\\_96UrhWtAfJW5KdYKFLhToM](https://france3-regions.francetvinfo.fr/nouvelle-aquitaine/gironde/bordeaux/bordeaux-un-girondin-lance-la-2-cv-du-21e-siecle-une-voiture-electrique-low-tech-et-tres-econome-en-energie-2457796.html?fbclid=IwAR2zk68W-NmxK2S5eFQI1wKGW1Sm6lkmFlg_96UrhWtAfJW5KdYKFLhToM)

En 2022, Gaël Lavaud, un Girondin, lance la "2 CV" du 21<sup>e</sup> siècle, une voiture électrique low tech et très économe en énergie. Gaël Lavaud est un ancien de la prestigieuse école Centrale de Lyon, ex de la direction du développement du groupe Renault, il est persuadé que l'avenir sera au « low-tech » à l'exact opposé de la high-tech.

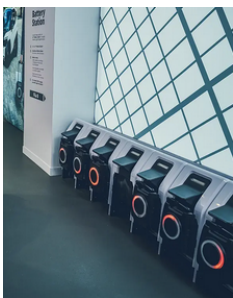
Soit une technologie basée sur la simplicité, la durabilité, **fabriquée localement et de façon plutôt artisanale qu'industrielle.**

# Des opportunités d'emplois dans des projets de voitures citadines !

« Silence S04 » est un projet européen de minivoiture électrique 2 places (climatisation, bluetooth, écran tactile, vitres électriques, option de verrouillage sans clé). La batterie est amovible, donc des stations d'échange de batteries pourront être prévues. Mais, il sera aussi possible de la recharger au bureau ou chez soi sans avoir besoin de se brancher à une borne. Selon Silence, il faudra 6 heures pour « faire le plein ».

Vitesse maximum :  
90 km/h

Autonomie :  
environ 150 km  
(pour le modèle à 2 batteries)



La batterie se déplace comme une valise à roulettes :



<https://silence-france.fr/>

[https://www.e-trix.ch/silence-s04-microcar/?gad\\_source=1&gad\\_campaignid=19973290227&gbruid=0AAAAACckq9OAgfh-Tucdn1hGQTtgy\\_n9b&gclid=EAlalQobChMI6ZwJhc39jwMVzJuDBx0ECzLjEAAAYAAEgLuR\\_D\\_BwE](https://www.e-trix.ch/silence-s04-microcar/?gad_source=1&gad_campaignid=19973290227&gbruid=0AAAAACckq9OAgfh-Tucdn1hGQTtgy_n9b&gclid=EAlalQobChMI6ZwJhc39jwMVzJuDBx0ECzLjEAAAYAAEgLuR_D_BwE)

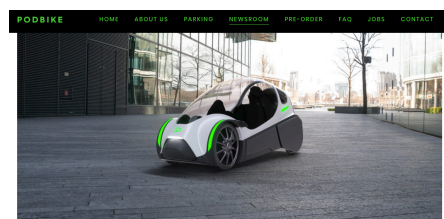
# Des opportunités d'emplois dans la conception de projets de véhicules intermédiaires !

Vélo à assistance électrique (VAE)	Speedelec	Tandem	Tricycle	Vélo allongé (long tail)
Gitane	Medeo T10	Gitane	Damius	Respire
Vélo pliant	Vélo pliant électrique	Bipporteur	Triporteur	Triporteur pour enfants
Brompton	Tem	Douze Cycles	Nihola	Chike kids
Triporteur familial	Vélo poussette	Rickshaw	Vélo taxi 8 enfants	Rosalie
Wello family-up	Wike Salamander	Amsterdamer	GoCab	France quadricycle
Vélo modulaire	Vélo modulaire	Caddy	Remorque autotractée	Porte-palette pour vélo
Add bike	Cigogne cycle	Donkey	Toutenvélo	BicyLift trailer
Vélo couché	Trike	Handicycle	Vélo pousseur	Vélo pour fauteuil roulant
Lacka	Ice Adventure	Hase	Rollflets	Benur

<https://reporterre.net/IMG/jpg/vehicul.jpg>



Photo : J.-C. Keller



<https://www.podbike.com/en/newsroom/>

Tricycle pendulaire	Vélobobile	Vélobobile	Vélobobile	Vélobobile
Longaolke	Velocar type H (Mochet)	Frikar	Quest	Milan SL MK7
Vélo-voiture	Vélo-voiture	Vélo-voiture	Vélo-voiture	Micro-voiture
Veemo	Podride	Midipile	Tricycar	EV4
Quadricycle protégé	Tricycle protégé	Voiturette	Voiturette	Voiturette
EU-Live (Peugeot)	Velocipedo (Torrot)	Ami (Litroen)	City Pack (Aixam)	C+Pod (Toyota)
Tricycle avec cabine	Mini-voiture avec pédalier	Mini-voiture	Mini-voiture	Mini-voiture
EEC	Twike 5	Twizy 80 (Renault)	Minimó (Seat)	Micro electric

## 4 Des opportunités d'emplois avec le recyclage : les déchets d'aujourd'hui sont les matières premières de demain

Depuis près de 30 ans, BMW exploite un centre de désassemblage et de recyclage pour véhicule hors d'usage à Munich («Recycling & Demontage Zentrum» RDZ).

Une part importante de ces déchets sont des métaux (acier, aluminium, cuivre, lithium, cobalt,) et du graphite.

**Le recyclage des batteries haute tension permet de récupérer 90% de la masse.** Il se fait par la société **SK tes** (<https://www.sktes.com/services/commercial-battery-recycling>).

**Les principaux composants récupérés sont le cobalt, le lithium, l'aluminium, le nickel, le graphite ...**

**Dans l'article, on peut relever ceci d'important : «... l'utilisation de monomatériaux, plutôt que de matériaux composites, est décisive: elle simplifie le recyclage grâce à une plus grande pureté ... »**

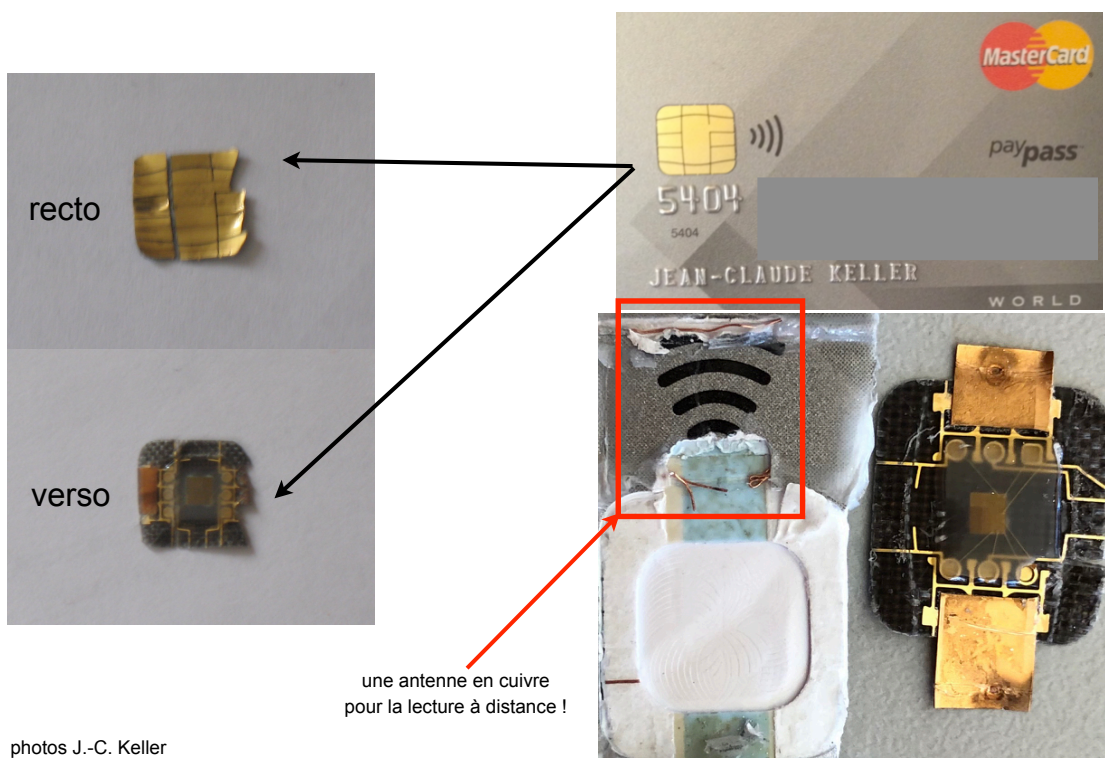


Le Temps : cahier spécial du samedi 19 juillet 2025, page 6

<https://www.letemps.ch/pdf/78a8edcf-c889-4817-8432-e43f2778d8c9>

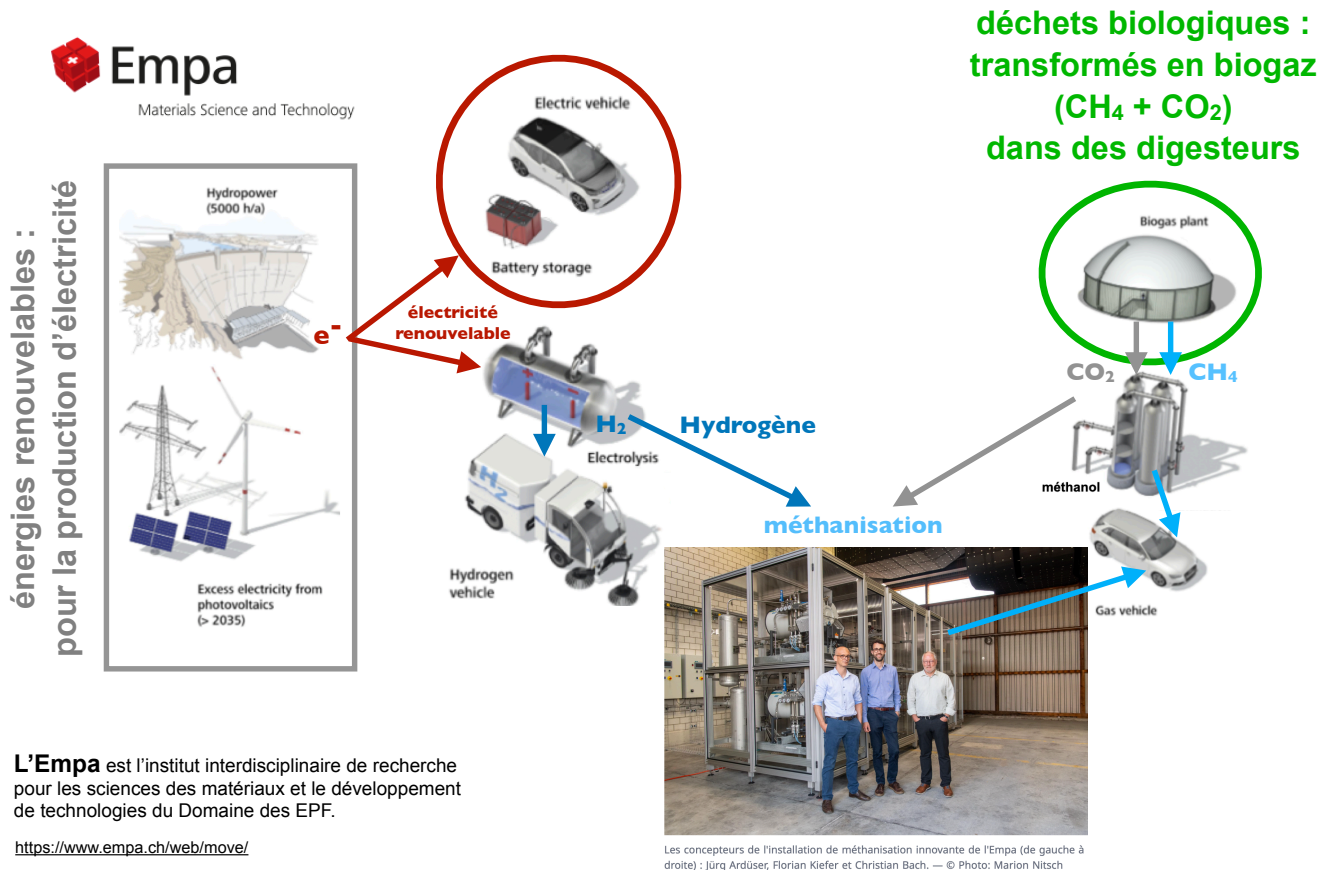
## 4 Souvent avec les produits high-tech, aucun recyclage n'est mis en place car économiquement non rentable !

Les anciennes cartes sont en général jetées dans les ordures et incinérées !!  
(or un milliard de fois un milligramme est égal à une tonne !)



photos J.-C. Keller

## Des opportunités d'emplois dans le cadre d'une réflexion globale sur la mobilité et les carburants utilisés

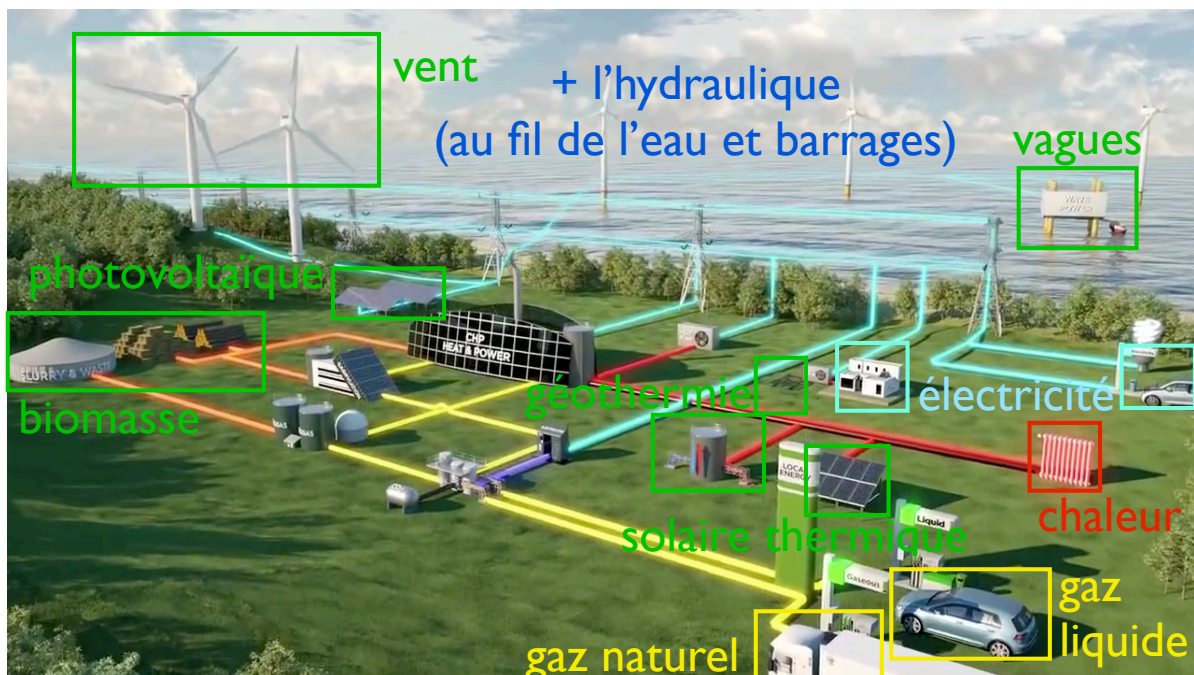


## Des sujets de recherche avec le couplage des réseaux

Le concept de «Smart Energy System»

Comment intégrer les différentes énergies renouvelables dans un système permettant de satisfaire les besoins énergétiques de la population 24h sur 24 ?

**nous disposons de ressources :**      **nous avons des besoins :**



Source de l'image : document produit par Blue Planet Innovation avec le support de Vækstforum Nordjylland Plan Danmark

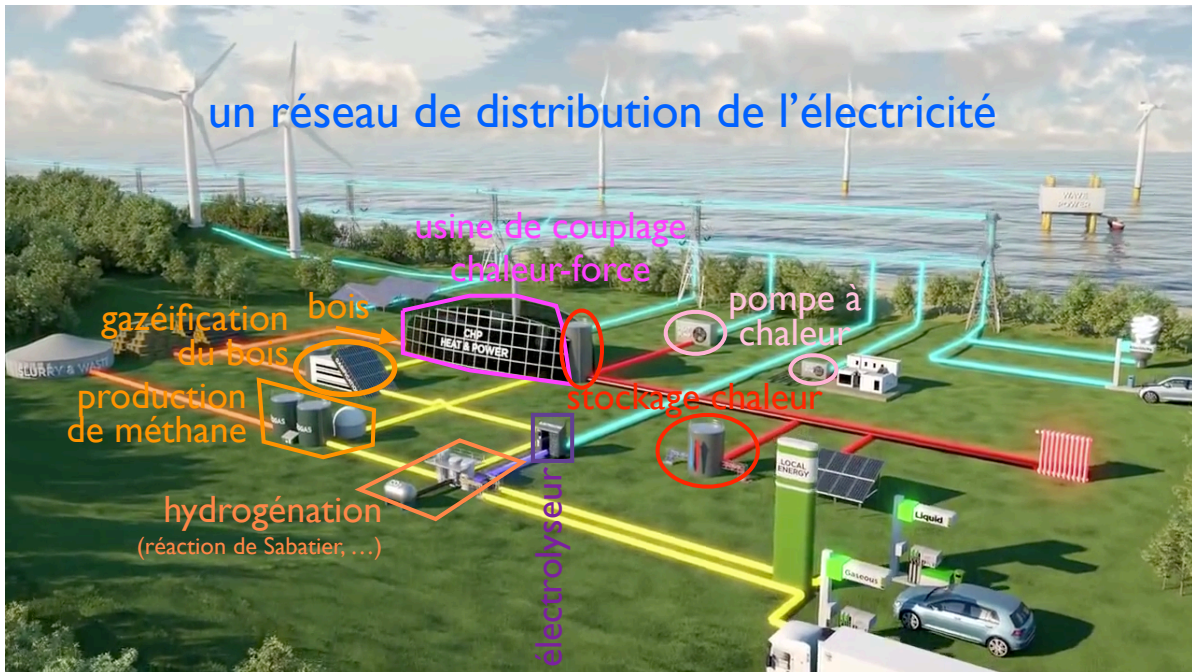
<https://vbn.aau.dk/en/organisations/baeredygtig-energiplanlaegning>

## Des sujets de recherche avec le couplage des réseaux

Le concept de «Smart Energy System»

Comment intégrer les différentes énergies renouvelables dans un système permettant de satisfaire les besoins énergétiques de la population 24h sur 24 ?

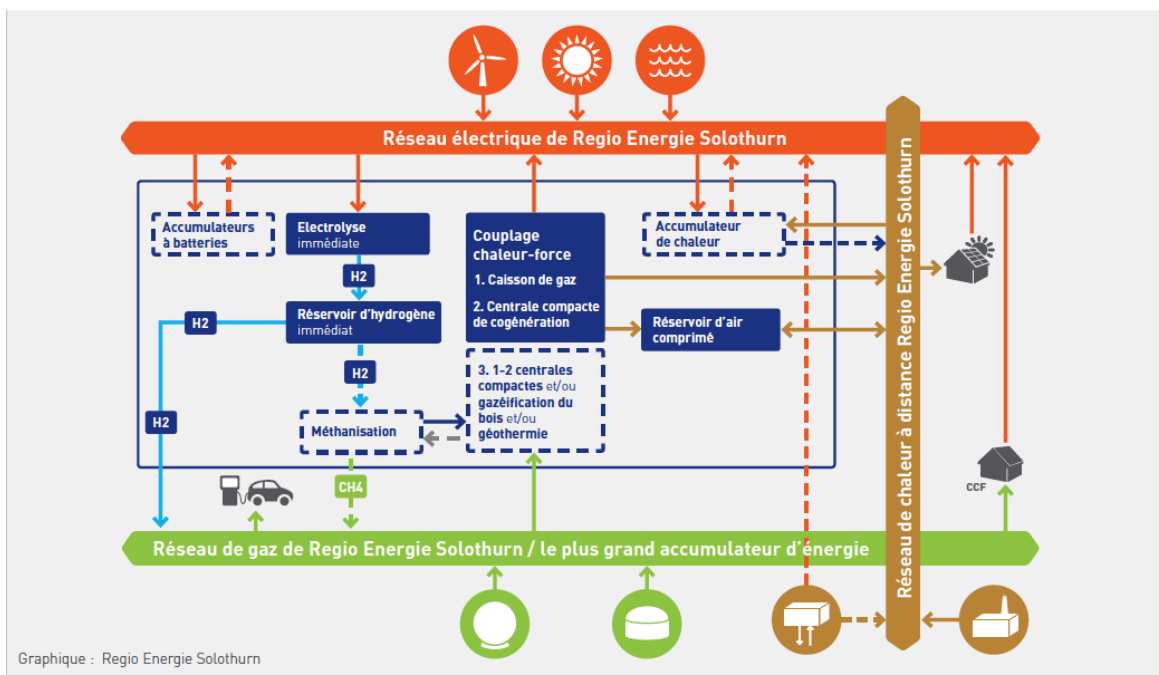
Pour répondre aux besoins, il faut des réseaux, des machines, ...



Source de l'image : document produit par Blue Planet Innovation avec le support de Vækstforum Nordjylland Plan Danmark  
<http://www.energyplan.eu/smartenergysystems/>

## Des sujets de recherche avec le couplage des réseaux

Il y a une installation pilote en Suisse : Regio Energie Solothurn à Zuchwil.



Le graphique montre les différents réseaux de Regio Energie Solothurn : électricité (orange), chaleur à distance (rouge) et gaz (vert). Ces trois réseaux sont reliés par différentes installations de production et par des accumulateurs d'énergie qui doivent être construits d'ici fin 2014 à Zuchwil, près de Soleure. D'autres équipements sont prévus qui compléteront l'installation pilote (en traitillé).

<https://www.regioenergie.ch/de/regio-energie-solothurn/hybridwerk/gruppenfuhrung-hybridwerk/>

<https://www.regioenergie.ch/de/>

## Des sujets de recherche dans le domaine de la gestion des grandes villes



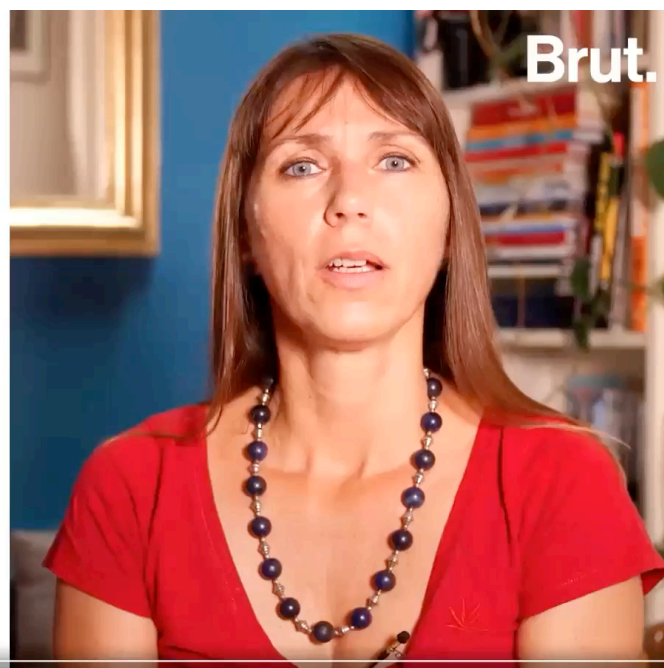
Quel monde en 2050 pour gérer les ressources naturelles?, 10/3/26, Collège Sismondi, Genève, J.-C. Keller

45

1 2 3 4 Des opportunités pour l'emploi

## Mais aussi des sujets de recherche dans le domaine juridique ...

Intervention de Valérie Cabanes sur la question de l'écocide en justice.



2'15"



<https://www.brut.media/fr/science-and-technology/valerie-cabanes-se-bat-pour-faire-punir-les-ecocides-par-la-justice-87a314d8-0a5a-4fa0-937f-94a51b67ffb>

Pour conclure :

N'attendez rien du XXI<sup>ème</sup> siècle

...

bien au contraire,  
c'est le XXI<sup>ème</sup> siècle  
qui attend tout de vous !

Gabriel Garcia Marquez, écrivain colombien  
prix Nobel de littérature en 1982

**Alors mettons-nous au travail !**

BOUNE 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 !**