



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

# «*Energie et durabilité en vitiviniculture; parlons kWh et eq. CO<sub>2</sub>*»

**Gilles BOURDIN,**  
AGROSCOPE Changins

Département fédéral de l'économie,  
de la formation et de la recherche DEFR

Agroscope

**InnoVino**

JOURNÉES  
D'INFORMATION  
VITICOLE  
& ŒNOLOGIQUE

Mardi 24 & mercredi 25  
janvier 2023

FORUM DE SAVIGNY

**Savigny, 25 Janvier 2023**

Programme de conférences  
& EN NOUVEAUTÉ des ateliers



## Qu'est-ce que l'énergie: définitions

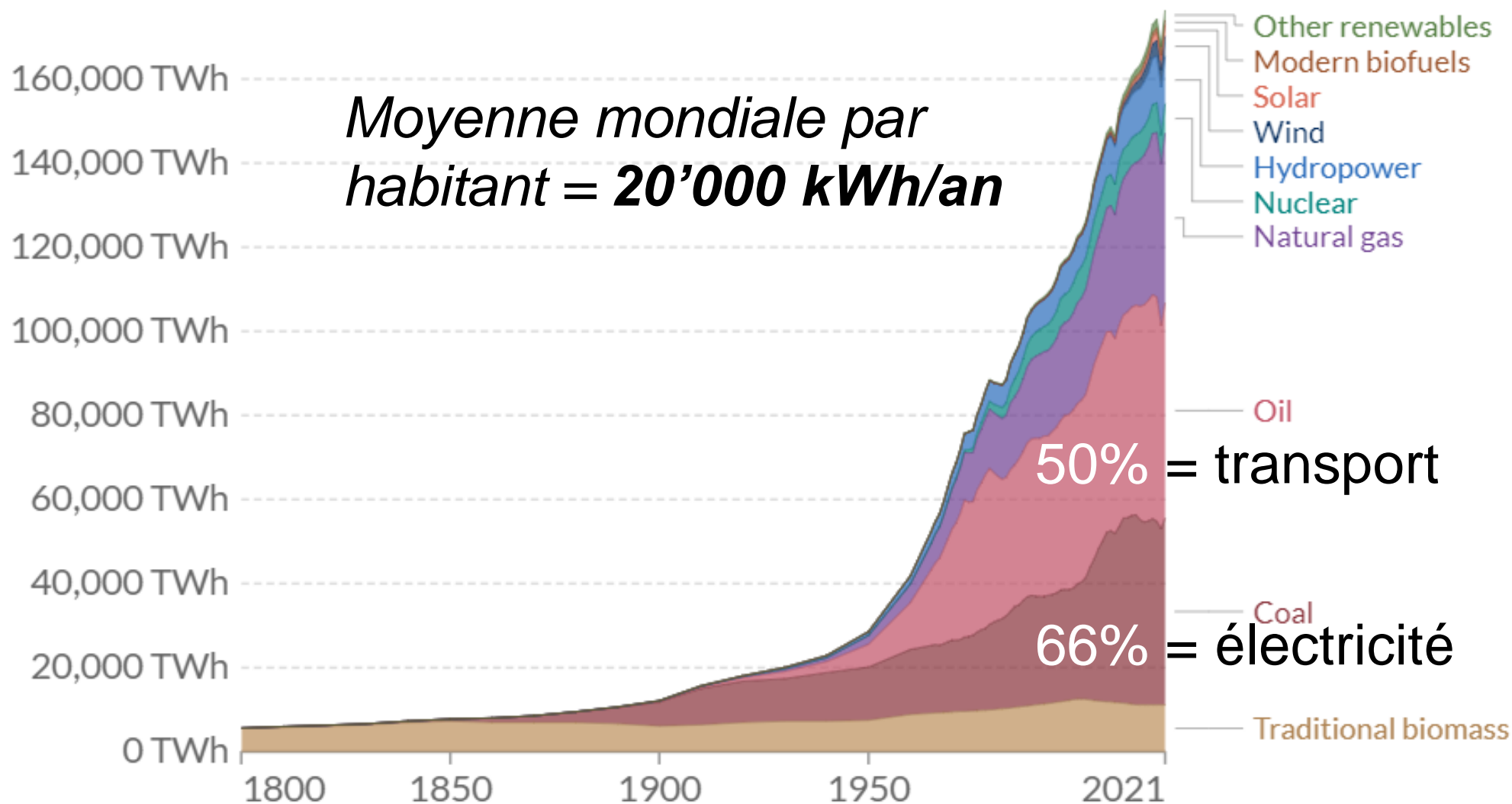
- **Financière:** Quelque chose que l'on achète (facture d'électricité, de mazout, plein d'essence, etc). Quelque chose qui coûte cher (?)
- **Economie:** Quelque chose que l'on doit économiser, rationner (précieux)
- **Renouvelable:** Vers du 100% renouvelable ?
- **Scientifique:** Mesure physique permettant de quantifier le changement d'état d'un système (température, vitesse, forme, composition chimique, atomique, etc). Plus l'état final est éloigné de l'état initial, plus il y a de quantité d'énergie qui entre en jeu.

**Energie Primaire → Energie Finale → Energie Utile**

**Pétrole/Uranium → Mazout/Electricité → Chaleur/Lumière**



# Consommation mondiale d'énergie primaire par source



Source: Our World in Data based on Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy  
OurWorldInData.org/energy • CC BY



# Avènement de l'ère industrielle grâce à l'abondance énergétique

# PIB = NRJ = CO<sub>2</sub>



= 60 kW ≈ 600 hommes



= 500 kW ≈ 5.000 hommes



= 200 MW ≈ 2.000.000 hommes



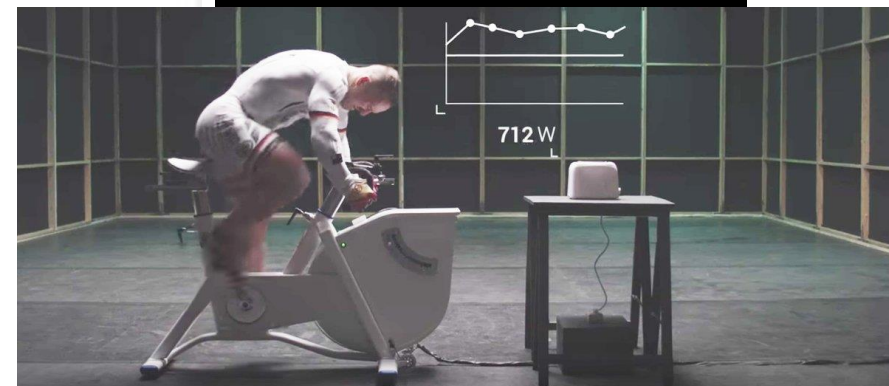
= 20 MW ≈ 200.000 hommes



= 400 kW ≈ 4.000 hommes



= 100 MW ≈ 10.000.000 hommes



<https://www.skavenji.fr/2018/07/04/le-cycliste-le-grille-pain-et-le-truand/>





# Consommation d'énergie finale en Suisse

De 47 TWh/an à 231 TWh/an d'énergie finale en 100 ans environ



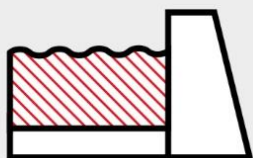
## NOUS SOMMES PLEINS D'ÉNERGIE

### -43%

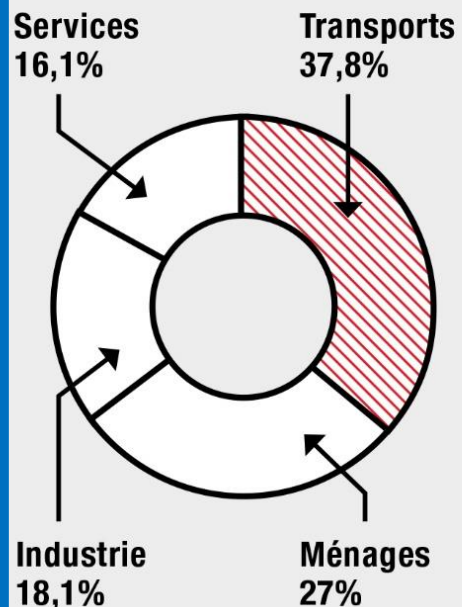
La consommation moyenne d'énergie par habitant doit diminuer de 43% d'ici 2035.

### 285 M

Le barrage de la Grande-Dixence en Valais est un des plus hauts barrages du monde.



Consommation énergétique en 2018 :



### 2050

En 2017, le peuple suisse s'est prononcé en faveur d'une nouvelle loi sur l'énergie. Cette loi s'inscrit dans une stratégie innovante, qui doit être mise en œuvre d'ici 2050. L'abandon progressif du nucléaire en fait partie.



### EAU

La force hydraulique, qui est à l'origine de près de 60% de la production d'électricité, est la principale source d'énergie renouvelable en Suisse.

Sources d'énergie :

Énergies fossiles	39,8%
Énergie nucléaire	24,3%
Force hydraulique	12,3%
Gaz	10,9%
Autres	12,7%



# Stratégie énergétique 2050 de la confédération

## 1. Augmentation de l'efficacité énergétique

↓ consommation moyenne d'énergie par personne en 2035  
de 43% (par rapport à 2000)

↓ consommation moyenne d'électricité par personne en 2035  
de 13% (par rapport à 2000)

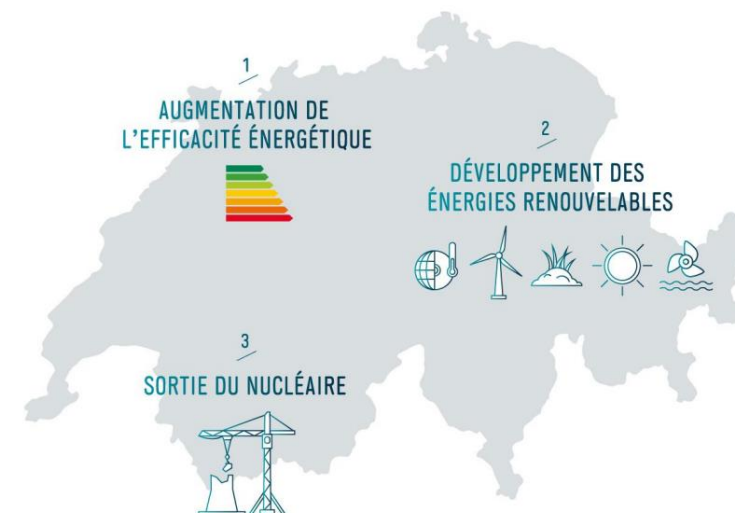
## 2. Développement des Energies renouvelables

Hydraulique → 37.4 TWh en 2035

Autres renouvelables → 11.4 TWh en 2035 (en 2020 4.4 TWh)

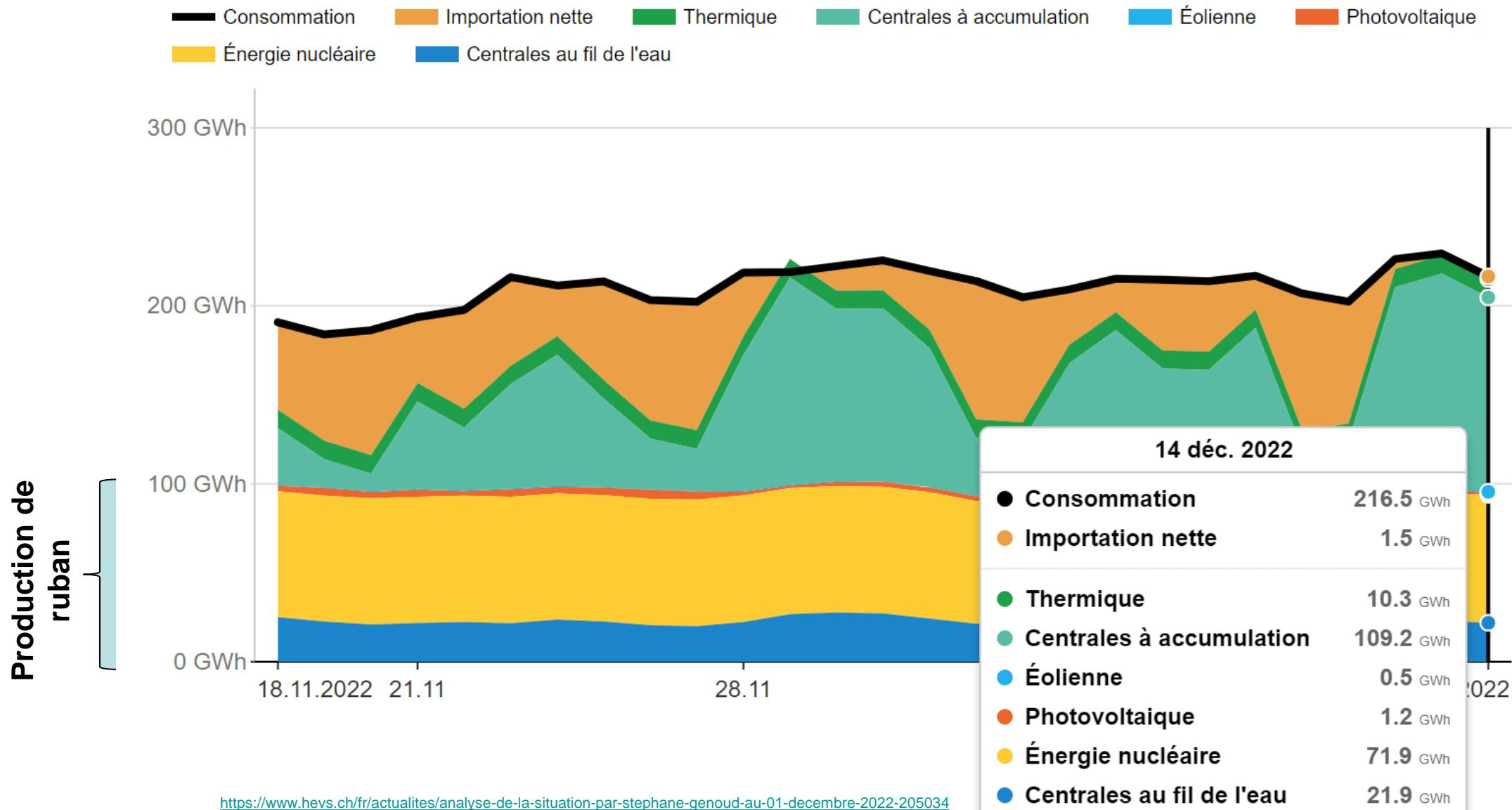
## 3. Sortir du nucléaire

**Parc immobilier** devrait passer de **100 TWh/an** (=45% consommation énergie finale en Suisse) à **55 TWh en 2050**.  
Il génère aussi presque **un tiers des émissions de CO<sub>2</sub>** sur le territoire.





# Bilan production – consommation électricité en Suisse (hiver 2022)





# Pics pétroliers & Economie

- **Pic pétrolier** = sommet de la courbe d'extraction de pétrole (millions de barils par jour)
- Rapport du club de Rome ou rapport Meadows (dès 1968) mentionne la notion de ressource limitée notamment du pétrole
- Environ **50 à 300 millions d'années** pour convertir le plancton en pétrole. La quantité totale de pétrole sur terre est donnée une fois pour toute au début de **l'ère industrielle**
- Plusieurs **pics pétroliers ont déjà eu lieu (AIE)**:
  - Pétrole mer du Nord en **2000**
  - Pétrole entrant en Europe passe par un maximum en **2006**
  - **Pétrole conventionnel** mondial en **2008** → économie décélère (↓ machines, ↓ production) → dettes moins faciles à rembourser → **crise économique**
  - **Pétrole non conventionnel** (schiste (de roche mère) et sables bitumineux) en **2019**
- La **croissance économique** est intimement liée l'énergie et donc aux **quantités de pétrole disponibles**
- Une **décroissance** est inévitable car les **ressources énergétiques fossiles** qui ont fait notre civilisation industrielle **vont diminuer ou diminuent déjà** (limites physiques).





## Lien avec le changement climatique

Synthèse du 6<sup>ème</sup> rapport du GIEC en 2022 (Groupe 1: bases scientifiques sur le changement climatique) dit ceci:

- Le changement climatique observé est sans précédent depuis plusieurs milliers d'années
- Il résulte sans doute possible de nos émissions de GES
- Il ne peut que s'accroître dans les décennies à venir, et d'autant plus violemment que nos émissions continueront à augmenter
- Il va bouleverser la géographie planétaire, et déclencher des changements irréversibles pour des siècles
- Il est encore possible de contenir ce changement dans les limites qui diminueront les conséquences néfastes pour l'Humanité si l'on opère une réduction immédiate et massive des émissions mondiales et la poursuite de cette réduction jusqu'à la fin du XXI<sup>ème</sup> siècle

**< 2°C ↓ émissions CO<sub>2</sub> 5% par an → 2050**



# Le bilan carbone

Émissions indirectes  
(importées ou grises)

- **Scope 1: Emissions sur territoire suisse**
- Scope 2: Emissions hors pays pour production d'Énergie (élec.)
- Scope 3: Emissions hors pays pour production de biens et services (fabriqués puis importés)

## En Suisse (2019):

**46'000'000 T éq. CO<sub>2</sub> → 5.4 T éq. CO<sub>2</sub> / habitant**

- 32% Transport
- 25% Industrie
- 17% Ménage (Chauffage + ECS)
- 7% Services
- 14% Agriculture (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O)
- 3% gaz synthétiques
- 2% déchets

Bâtiment

## Calculs de confédération (2020):

**2/3 des émissions à l'étranger**

**1/3 des émissions à lieu en Suisse**

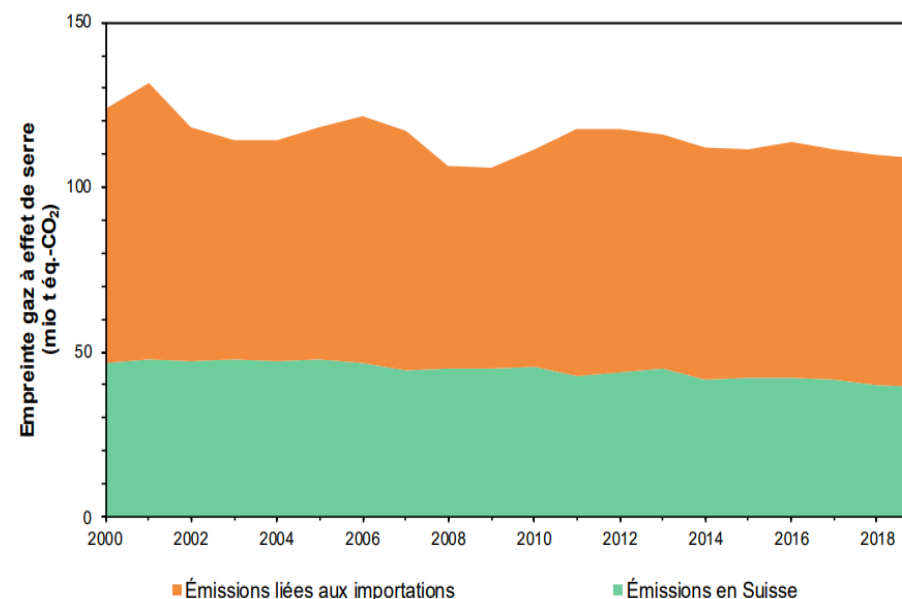
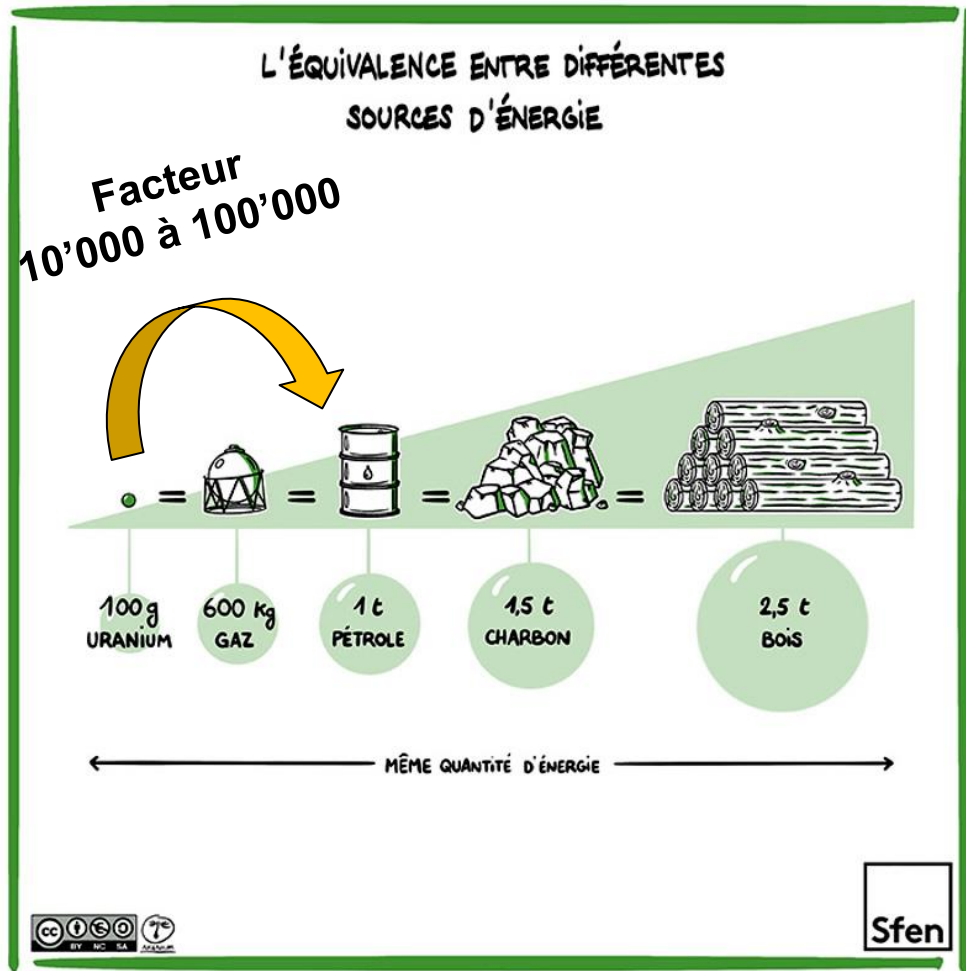


Figure 6-1 : Évolution de l'empreinte gaz à effet de serre sur la base de la demande finale suisse entre 2000 et 2019 (émissions générées en Suisse et émissions liées aux importations ; les émissions liées aux biens et services exportés ne sont pas incluses).

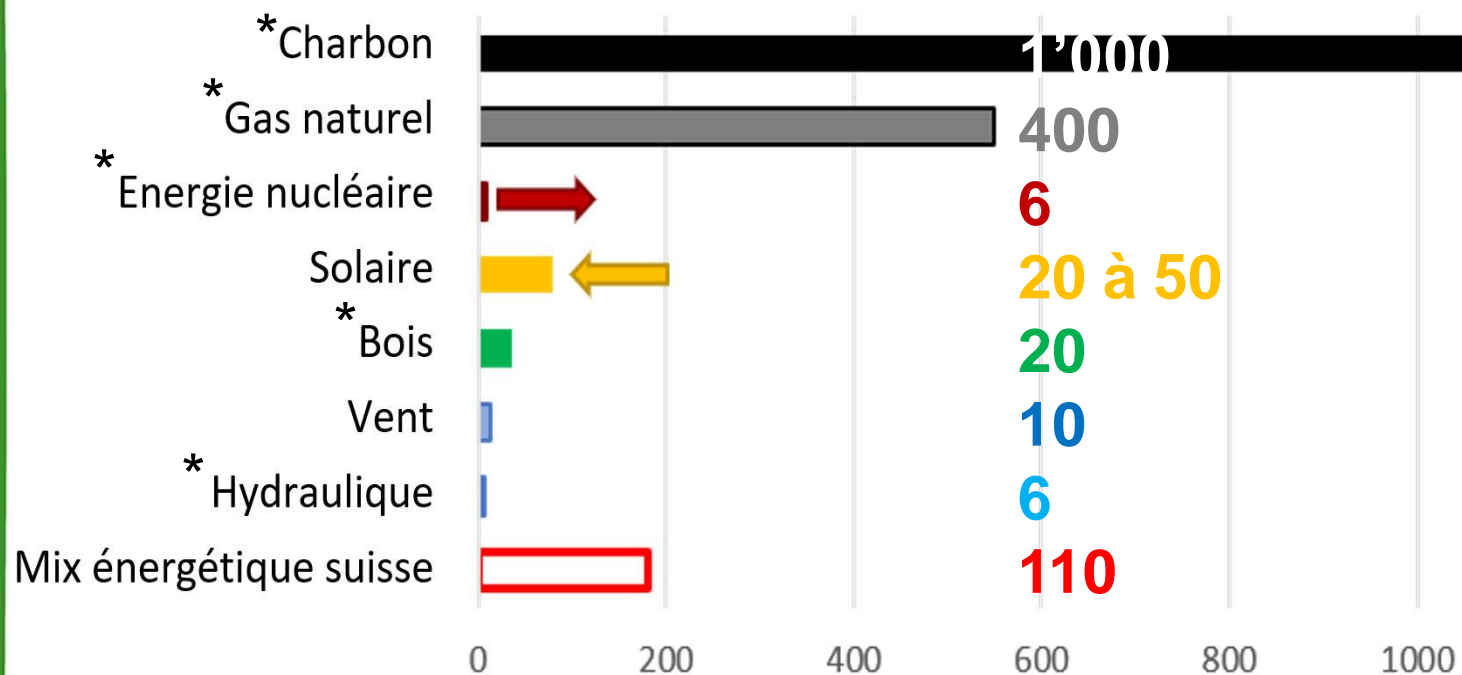


# Densité énergétique et émissions de CO<sub>2</sub> de différents agents énergétiques



<https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/uranium-geologie-usages.xml>

Emissions CO<sub>2</sub> – Valeurs moyennes (g CO<sub>2</sub>/kWh)



<https://vertliberaux.ch/donnees-climatiques/solarstrom-umwelt.html>

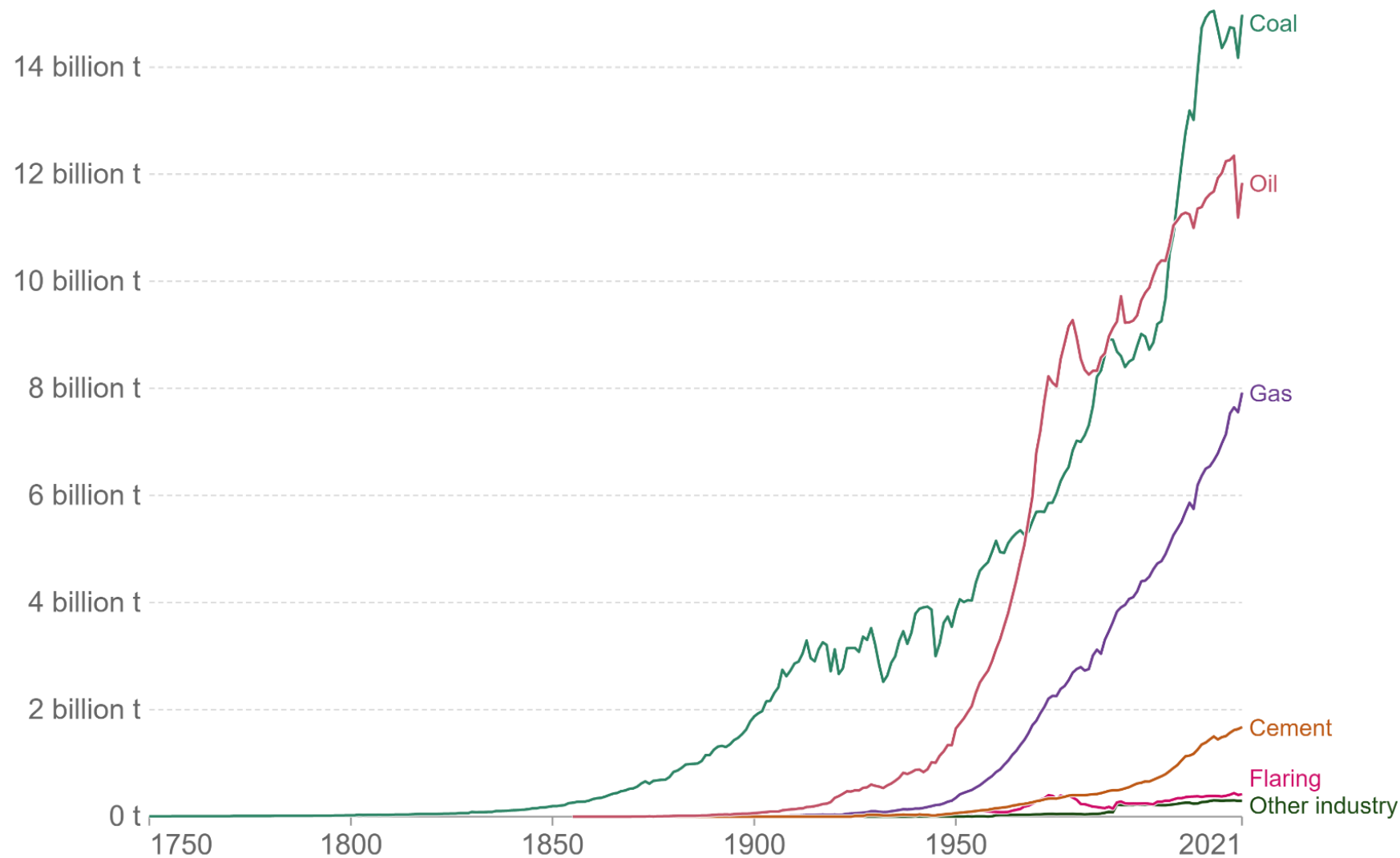
Légende: \*énergie pilotable



# Emissions de CO<sub>2</sub> par agent énergétique ou industrie (monde)

CO<sub>2</sub> emissions by fuel or industry, World

Our World  
in Data



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY



# Plan climat canton de VAUD



AGRICULTURE

Réduire   
S'adapter   
Documenter 

- *L'agriculture présente simultanément des enjeux de réduction – elle génère environ 11% des émissions de GES sur le territoire vaudois – et d'adaptation aux changements climatiques.*
- *Il s'agit de favoriser une agriculture durable et résiliente, notamment basée sur la séquestration de carbone organique dans les sols et la préservation de leur fertilité à long terme.*

## Mesures:

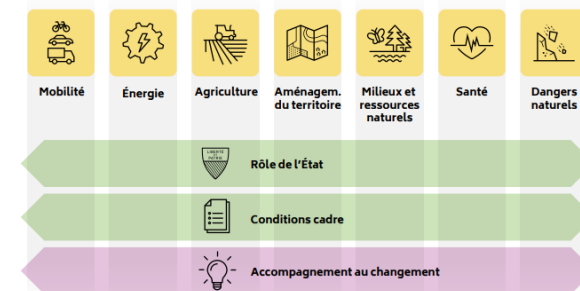
9. Séquestrer le Carbone organique dans les sols

10. Réduire les émissions de l'agriculture

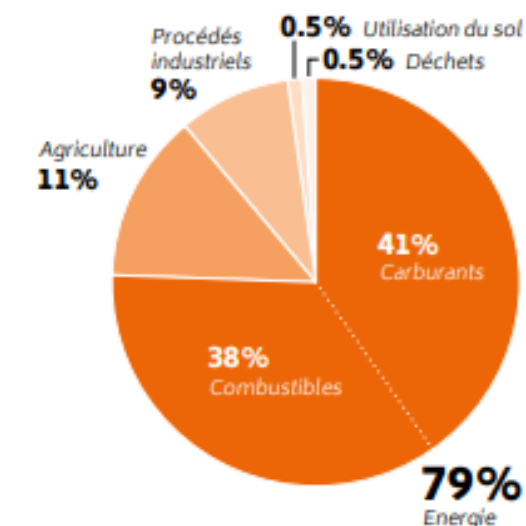
- Emissions GES du bétail
- Production de biogaz
- Réduire les émissions des exploitations agricoles
  - Mettre en place des conseils énergétiques et climatiques pour les agriculteurs
  - Diminuer la consommation énergétique des exploitations

11. Adapter l'agriculture aux changements climatiques

10 domaines d'action



Répartition des émissions de GES (CO<sub>2</sub>-équivalent) à l'échelle du territoire cantonal (données 2015)





# Programme bâtiment VD



Bienvenue sur la page d'accueil du programme de subventions du canton de Vaud

Vous trouverez d'autres informations sur les aides financières à dispositions sur le lien suivant:  
<https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/subventions-programme-batiments/>

Avez-vous un compte d'utilisateur?

CONNEXION

Vous n'êtes pas encore enregistré sur ce portail de demande

CRÉER UN COMPTE UTILISATEUR

## Mesures encouragées:

- M01: **Isolation thermique** (façade, toit, murs, sol)
- M02-03-04: **Chauffage à bois** (bûches, pellets; ≤ 70kW; > 70kW)
- M05-06: **PAC** (air/eau; saumure/eau, eau/eau)
- M07: Raccordement à un réseau de **CAD**
- M08: **Capteur solaire**
- M09: **Ventilation** dans les habitations (avec récupération de chaleur)
- M10: Amélioration **classe énergétique CECB**
- M12: **Rénovation** complète avec **certificat Minergie**
- M13: **Rénovation** complète avec **CECB**
- M14-15: **Bonus pour une rénovation complète** (enveloppe; efficacité énergétique globale) (complément à M01)
- M16: **Nouvelle construction** (Minergie-P, CECB A/A)
- M18: **Nouvelle construction/extension** du **réseau de chaleur**
- MI07-09-06: **Analyse et conseil** (CECB +; SNBS; faisabilité)
- MI16-10: **Mesures d'assurance de la qualité** pour bâtiments d'habitation et de services (optimisation d'exploitation; coaching énergétique)

**Subventions:  
jusqu'à 30% de  
l'investissement**

**Bâtiment = 1/3  
des émissions  
de CO<sub>2</sub> sur le  
territoire**



# Autres programmes de soutien

Nom	Organisme	Contact	Thématiques	Contribution
Aides financières des communes	Commune respective	<a href="https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/autres-subventions-energie">https://www.vd.ch/themes/environnement/energie/autres-subventions-energie</a>	Bâtiment	variables
(P/G) RU-rétribution unique SRI- Système de rétribution de l'injection	<a href="http://www.pronovo.ch">PRONOVO</a>	<a href="mailto:info@pronovo.ch">info@pronovo.ch</a>	Panneaux photovoltaïques	Dépend de la puissance installée (10 kWc = 4'150CHF)  A partir d'une installation de 100 kWc (9.0 cts/kWh)



<https://www.swissolar.ch/fr/pour-maitres-douvrage/outils-de-planification/carte-daptitude-des-toitures/>



<https://www.swissolar.ch/fr/pour-maitres-douvrage/outils-de-planification/>



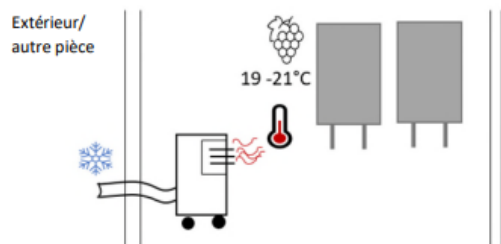
# Soutien financier pour les mesures d'efficacité électrique

## «EffiVini»

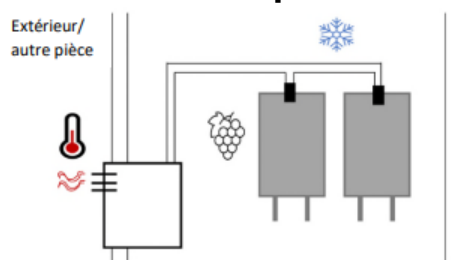
<https://www.agrocleantech.ch/fr/pour-les-agriculteurs/programme-de-soutien-mesures-defficacite-electrique.html>

Nom	Organisme	Contact	Thématiques	Contribution	Economies consommation électrique
EffiVini <i>(début du programme Novembre 2022)</i>	AgroClean Tech Pro Kilowatt	<a href="http://www.agrocleantech.ch">www.agrocleantech.ch</a>	1. Remplacement de <b>chauffage électrique</b> d'appoint	1. ~ <b>10%</b> de l'investissement	<b>1. -60%</b>
			2. Remplacement de <b>groupes froids</b>	2. ~ <b>15-20%</b> de l'investissement	<b>2. -50%</b>
			3. Remplacement de <b>ventilateurs</b>	3. ~ <b>15-20%</b> de l'investissement	<b>3. -30%</b>
			4. Remplacement de <b>pompes de transfert</b>	4. ~ <b>15%</b> de l'investissement	<b>4. -50%</b>

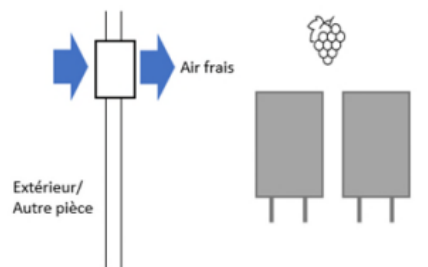
### 1. Chauffage électrique d'appoint



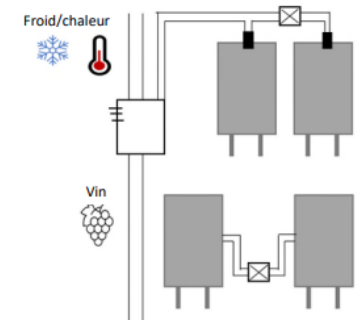
### 2. Groupe froid



### 3. Ventilateur



### 4. Pompes





# 🇨🇭 Conclusions : Généralités

- L'énergie est partout (principalement fossile)
- Toute activité humaine implique de l'énergie et de la production de CO<sub>2</sub> (productions externalisées)



<https://www.playhooky.fr/technologie/sources-energie/>



<https://www.primagaz.fr/guide-choisir-energie/avant-choisir-energie/empreinte-carbone/reduire-emission-co2-maison>

- Est-ce qu'un monde 100% renouvelable nous permettra de maintenir notre pouvoir d'achat, la mondialisation, notre civilisation industrielle ?

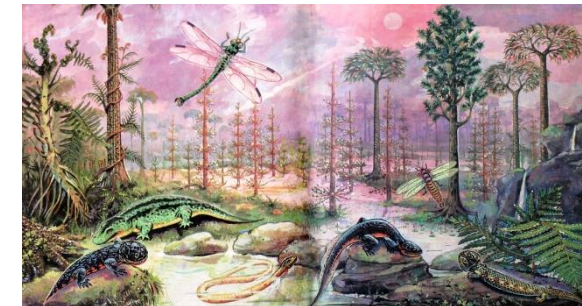
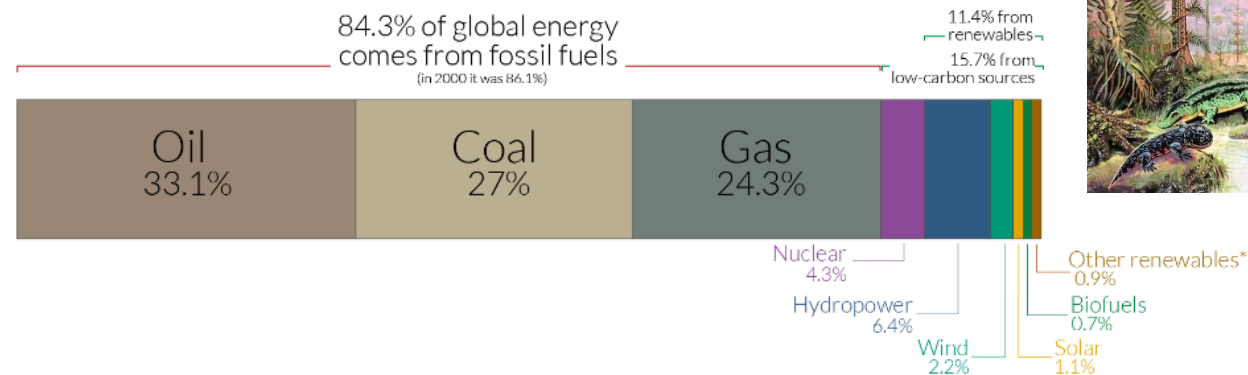
- Pourquoi limiter l'usage des combustibles fossiles

**PIB = NRJ = CO<sub>2</sub>**

- Qtés limitées (50-300 Mio années nécessaires à leurs formations)
- Principaux responsables production des GES → changement climatique

- Transition énergétique:

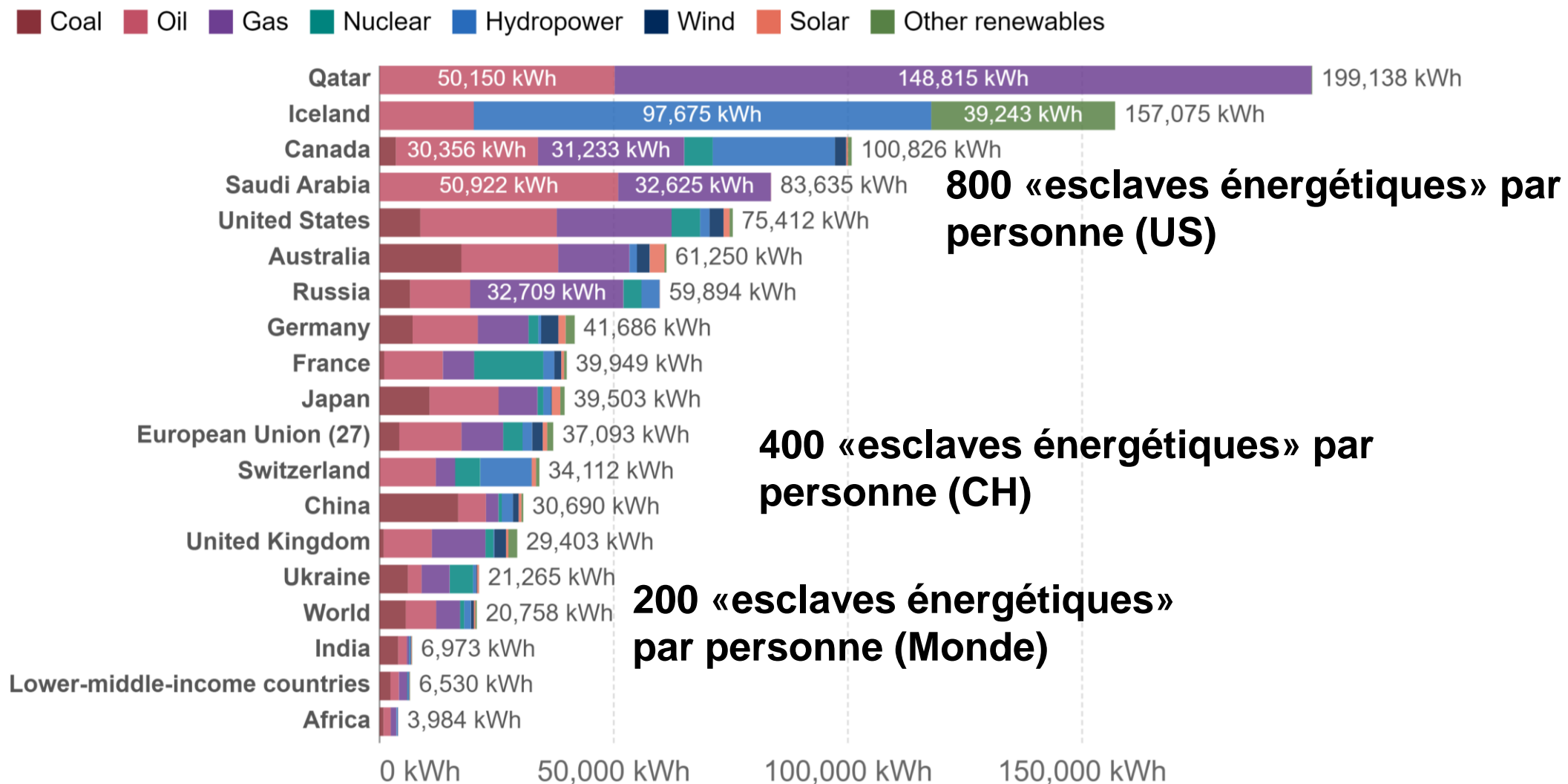
- Réduction de consommation
- Efficacité énergétique
- Sources renouvelables



carbonifère – Recherche Google



# Consommation d'énergie primaire par habitant et par source (mondiale, 2021)



# Conclusions: Caves

- Cave = cas particulier (volumes, itinéraires de vinification, infrastructure, etc.). Typologies et caractéristiques communes.
- **Tendances identifiées** (impact environnemental):
  - Transports → récupération en voiture privé à la cave
  - Production du verre → épaisseur du verre; autres types de conditionnements (EcoFass)
- **Ordres de grandeur:** 0.6 et 1.4 kg eq. CO<sub>2</sub> par bouteille, dont:
  - 45% Fabrication bouteille
  - 35% Viticulture
  - 20% Vinification



Sarah Wettstein<sup>1</sup>, Matthias Stucki<sup>1</sup>, Matthias Meier<sup>2</sup>, Peter Schumacher<sup>1</sup>, Jürg Buchli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ZHAW

<sup>2</sup> Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL



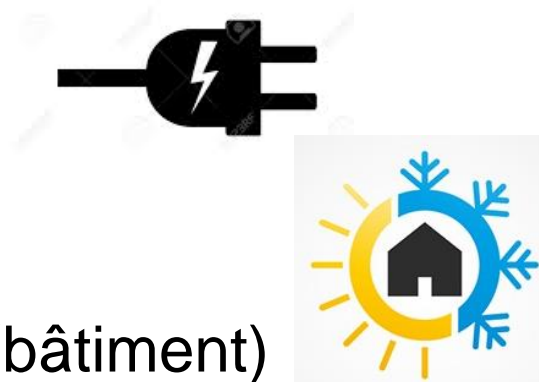
<https://www.univerre.ch/categorie/bouteilles-a-vin-fr/>  
Agroscope: le gaspillage à 100 millions de la Confédération - Le Temps  
CUVE RSMO - PARALLELEPIEDIQUES - Faupin



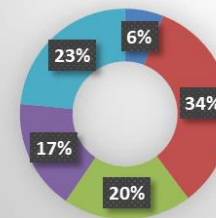
# Conclusions: caves

## Consommation électrique:

- 0.3-0.6 kWh/l vin produit
- Transition énergétique
  - Réduction consommation (bâtiment)
    - Repenser certaines étapes du procédé
  - Efficacité énergétique (Effivini)
  - Renouvelable (CAD, PAC, solaire thermique, PV, stockage)
  - Données suisses et locales



## Besoins en froid



## Schéma de vinification

