

# Énergie

## Tournant ou continuité ?

Par Michel de Rougemont  
Version 2023, le 15 juillet 2024

La consommation d'énergies primaires dans le monde continue d'augmenter à un taux annuel moyen de 0,94 % sur les cinq dernières années, principalement sous l'impulsion des pays non membres de l'OCDE qui augmentent aussi leurs consommations de combustibles d'origine fossile.

Des analyses moins conventionnelles sont nécessaires pour comprendre la complexité de cette affaire.

Dans cette brève revue, la contribution de l'énergie à la croissance sera examinée, ainsi que la part des combustibles fossiles dans le bouquet énergétique actuel.

Cela met en évidence l'énorme défi posé par l'objectif de décarbonisation.

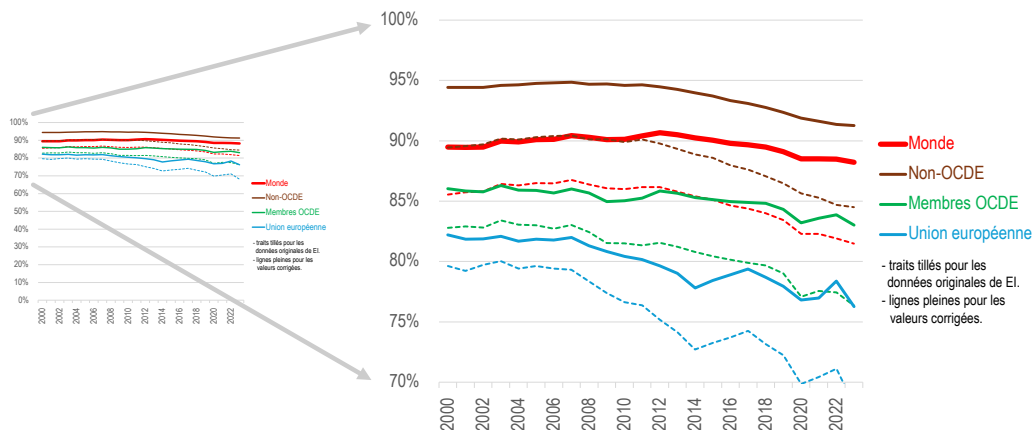
Pour ne pas se contenter de ces seuls faits, les grandes lignes d'une stratégie énergétique sont proposées.

Source des données pour cette présentation: 2024 Statistical Review of World Energy  
<https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>  
et World Bank's WDI DataBank,

- La consommation mondiale d'énergie continue d'augmenter, de 1,0 % par an — le PIB de 2,4 %.
- 88,2 % sont consommés sous forme de combustibles fossiles (seulement 81,5 % selon EI, ce qui n'est pas correct et minimise la dépendance et le défi).  
Part des renouvelables: 6,4 % dont hydro 2,8 %.
- 62 % de cette croissance de la consommation d'énergie sont réalisés à l'aide de combustibles fossiles.
- Cela concerne surtout les pays non-membres de l'OCDE qui ont de grands besoins de développement.
- La décarbonisation est un énorme défi :
  - Le pourcentage de combustibles fossiles dans le mix énergétique mondial ne diminue chaque année que de 0,28 %. En extrapolant cette tendance de manière simpliste et linéaire, il faudrait 314 ans pour atteindre zéro.  
La taille compte !
  - Environ 34 % des combustibles fossiles consommés sont utilisés pour produire de l'électricité.  
La partie restante est utilisée pour les transports, les chauffages domestiques et industriels, et pour faire des produits chimiques, du ciment, de l'acier et des plastiques.
  - Trop d'attention est accordée au simple changement du mode de production actuel de l'électricité (60% par des fossiles).  
Pour assurer une « transition énergétique », la production de 2 à 3 fois plus de courant électrique sera nécessaire.
  - Les infrastructures de stockage et de transport nécessitent d'énormes adaptations sans lesquelles tout le reste sera inutile.
- Les combustibles fossiles restent indispensables pour construire les nouveaux équipements dédiés aux activités décarbonées.
- Cela signifie que désinvestir prématurément dans l'exploration et la production de combustibles fossiles mènerait à la déroute économique, donc sociale. L'Allemagne en montre le chemin !
- Une comptabilité minutieuse du CO<sub>2</sub> est inutile car il suffit de surveiller les consommations de carburants fossiles.  
Cela occupe des inutiles, ne sert qu'à blâmer et à faire honte, et ça alimente du blabla sans aider en rien à trouver des solutions.
- La promotion prématurée de véhicules électriques et de pompes à chaleur augmente la demande électrique alors que la capacité est limitée, produite pour 60% avec des carburants fossiles.  
La charrue est mise ainsi devant les bœufs, sans aucun progrès.
- Un mot à propos de l'hydrogène:  
Ce gaz est plus un réactif chimique qu'un vecteur énergétique secondaire. Il serait absurde, car doublement inefficace, de le brûler simplement dans des moteurs thermiques ou des piles à combustible.  
Pour sa production et pour celle de synfuels liquides à haute densité énergétique, des projets de R&D importants et robustes sont indispensables, sans aucune garantie de résultat ni promesse d'abordabilité économique.  
Il serait ruineux et contreproductif d'investir prématurément et de manière démesurée dans des technologies encore déficientes.

# L'énigme des combustibles fossiles

- La "Statistical Review of World Energy" de l'Energy Institute (EI) est LA source publique de données sur l'énergie. D'autres sont partielles ou soumises à un coûteux paywall.
- La production d'énergie n'a pas lieu au même endroit que la consommation d'énergie.  
Par conséquent, les comparaisons entre pays doivent être basées sur les données de consommation.
- Successeur de BP, l'EI commet la même erreur délibérée dont la raison reste énigmatique :  
Partant du principe que les sources non fossiles consomment un "équivalent-intrant" correspondant à l'efficacité des centrales thermiques, l'EI attribue, par exemple, un "équivalent-intrant" de 2,44 MJ à un panneau solaire produisant 1 mégajoule sur la base d'un rendement "thermique" supposé de 40.1%.  
Ce rendement fictif est estimé grossièrement d'une année à l'autre..
- Cela s'applique aussi aux centrales nucléaires dont, pourtant, le rendement thermique est de ~33%.
- Sous leurs formes principales – hydraulique, panneaux solaires thermiques ou photovoltaïques et éoliennes – lesdites renouvelables n'ont pas de source primaire à comptabiliser.  
Leur bas rendement de conversion en électricité ou en chaleur utile est certes significatif, mais seule une partie de ce qui passe est récoltée, sans puiser dans une ressource limitée.  
Le concept d'un "équivalent-intrant" basé sur le thermique n'est donc pas correct.
- Par cette interprétation, la part relative des énergies dites renouvelables augmente artificiellement, et réduit donc celle des combustibles fossiles.
- Ce parti pris systématique induit en erreur.  
Il fait paraître les combustibles fossiles plus bénins, tout comme la tâche consistant à les éliminer.  
Toutefois, cela ne modifie pas l'ampleur du défi de la décarbonisation.



Part des combustibles fossiles dans la consommation énergétique	Tendance sur 5 ans		Années pour atteindre 0
	Energy Institute	Corrigé	
États-Unis	80.58%	84.84%	-0.29%
Canada	65.01%	77.32%	+0.01%
Mexique	90.08%	94.59%	-0.16%
Brésil	48.73%	69.14%	-1.12%
Argentine	83.71%	90.80%	-0.44%
Australie	85.02%	93.28%	-0.68%
Chine	81.55%	89.62%	-0.49%
Inde	89.21%	94.36%	-0.19%
Indonésie	89.55%	95.45%	-0.27%
Japon	83.42%	89.20%	-0.87%
Corée du Sud	82.20%	81.95%	-1.26%
Russie	87.46%	89.46%	-0.09%
Arabie saoudite	99.53%	99.81%	-0.04%
Afrique du sud	94.42%	96.28%	-0.04%
Egypte	94.11%	97.50%	-0.17%
Turquie	81.30%	91.40%	-0.47%
France	48.03%	48.82%	-0.47%
Allemagne	75.04%	87.54%	+0.45%
Royaume-Uni	74.22%	83.26%	-0.20%
Italie	80.72%	91.10%	-0.20%
Espagne	66.08%	75.58%	-1.15%
Suisse	43.19%	52.81%	-1.46%
Union européenne	68.16%	76.26%	-0.62%
Membres OCDE	76.36%	83.03%	-0.43%
Non-OCDE	84.49%	91.27%	-0.32%
<b>Monde</b>	<b>81.47%</b>	<b>88.23%</b>	<b>-0.28%</b>

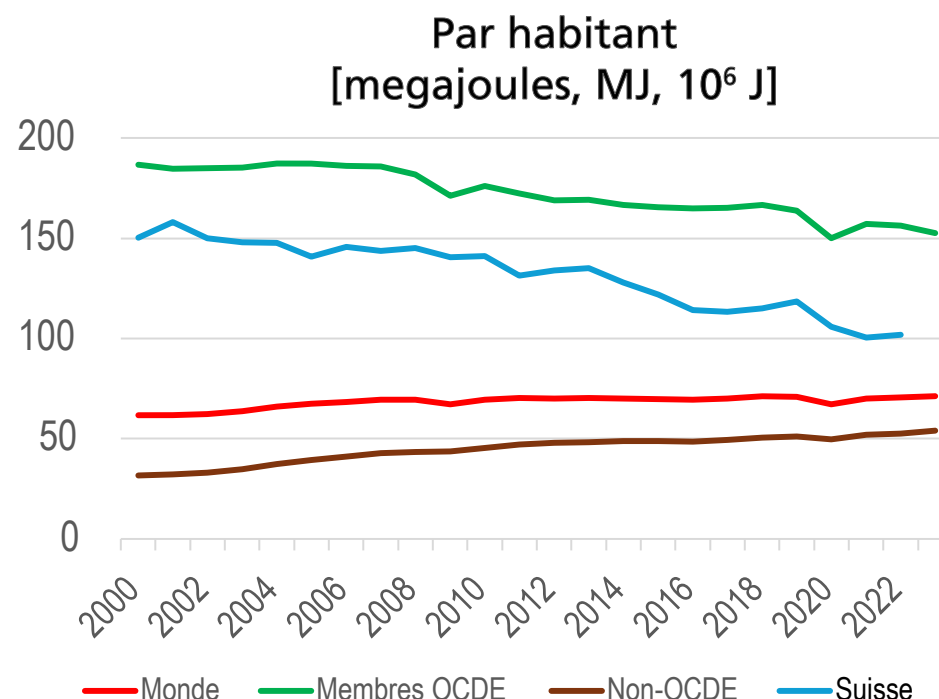
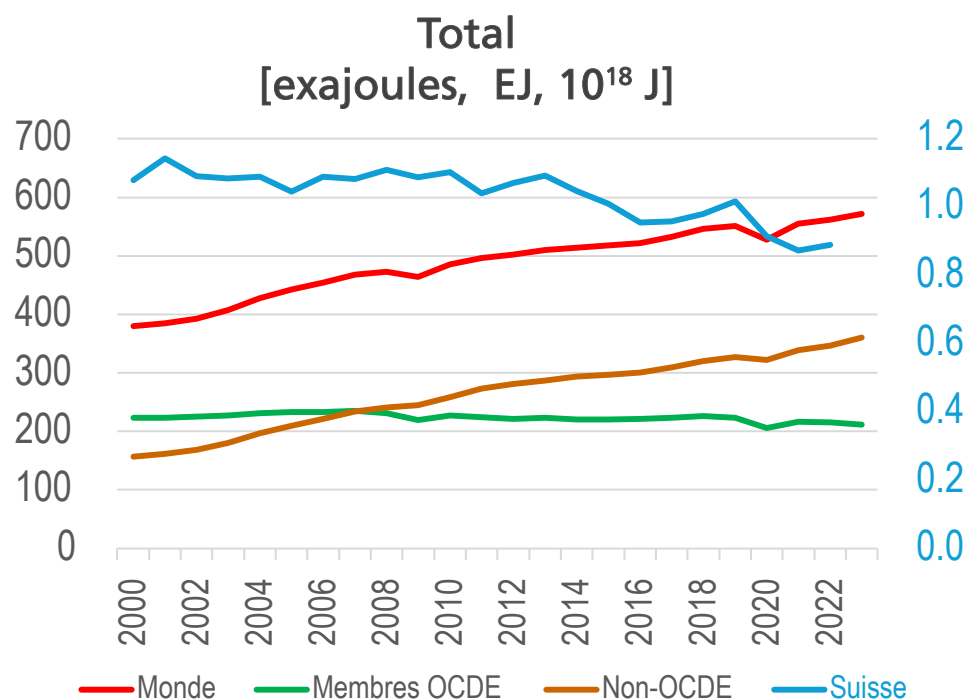
La présente revue utilisera les chiffres corrigés, comme indiqué sur le tableau ci-dessus

Consommation d'énergie primaire dans le monde [EJ] : 572 et non 620

Consommation d'énergie primaire par habitant [GJ/cap] : 71 et non 77

Part des combustibles fossiles [% de l'énergie totale] : 88.2 % et non 81.4 %

# Consommation d'énergies primaires



Données de EI corrigées par l'auteur pour les énergies primaires

Alors que "l'Occident", en particulier l'Union européenne, n'augmente plus sa consommation d'énergie, le "reste du monde" tente de rattraper son retard.

Cependant, cette vertu de l'Occident provient d'une économie de plus en plus fondée sur les services alors que les productions qui requièrent beaucoup de main d'œuvre ou qui sont à forte intensité énergétique furent transférées vers les pays émergents et en déve-

loppement, sans qu'un mouvement de retour soit encore perceptible.

L'industrialisation et le développement des pays du "reste du monde" entraînent de nouvelles responsabilités en matière de protection de l'environnement, auxquelles leur croissance économique devra subvenir.

Cependant, un "occidental" consomme encore 3 fois plus d'énergie qu'une personne hors de l'OCDE.

Note sur Covid-19 : ce fut une mauvaise idée de célébrer 2020 comme une première année de sobriété. La demande énergétique n'a pas faibli depuis, les tendances antérieures sont maintenant rétablies.

# Données générales pour 2023

2023	Consommations energies primaires			Par tête		Population			PIB (\$ US constants de 2015)		
	[EJ]	Tendance	% Monde	MJ/cap	Tendance	Million	Tendance	% Monde	Milliard	Tendance	% Monde
États-Unis	89.5	-0.73%	15.6%	263.4	-1.19%	340.0	+0.47%	4.2%	20 927	+2.03%	23.3%
Canada	11.7	-1.08%	2.0%	302.4	-1.99%	38.8	+0.93%	0.5%	1 761	+1.68%	2.0%
Mexique	8.05	+0.48%	1.4%	62.7	-0.23%	128.5	+0.71%	1.6%	1 285	+0.43%	1.4%
Brésil	9.78	+1.35%	1.7%	45.2	+0.76%	216.4	+0.59%	2.7%	1 901	+1.49%	2.1%
Argentine	3.38	+0.40%	0.6%	73.9	-0.20%	45.8	+0.61%	0.6%	598	-0.02%	0.7%
Australie	5.49	-0.26%	1.0%	207.6	-1.39%	26.4	+1.14%	0.3%	1 586	+2.22%	1.8%
Chine	155.4	+3.92%	27.2%	109.0	+3.79%	1 425.7	+0.12%	17.7%	16 325	+5.25%	18.1%
Inde	36.9	+3.38%	6.4%	25.8	+2.50%	1 428.6	+0.86%	17.8%	2 962	+4.02%	3.3%
Indonésie	9.48	+5.13%	1.7%	34.2	+4.33%	277.5	+0.77%	3.4%	1 122	+3.39%	1.2%
Japon	16.3	-2.21%	2.8%	132.0	-1.74%	123.3	-0.47%	1.5%	4 530	-0.10%	5.0%
Corée du Sud	12.5	-0.34%	2.2%	240.8	-0.38%	51.8	+0.04%	0.6%	1 741	+2.26%	1.9%
Russie	30.6	+0.62%	5.3%	211.8	+0.79%	144.4	-0.17%	1.8%	1 472	+1.13%	1.6%
Arabie saoudite	11.6	+0.71%	2.0%	313.1	-0.37%	36.9	+1.08%	0.5%	770	+2.36%	0.9%
Afrique du sud	4.76	-1.24%	0.8%	78.8	-2.27%	60.4	+1.05%	0.8%	361	+0.43%	0.4%
Egypte	3.80	+0.20%	0.7%	33.7	-1.45%	112.7	+1.67%	1.4%	454	+4.85%	0.5%
Turquie	6.23	+1.18%	1.1%	72.6	+0.46%	85.8	+0.72%	1.1%	1 194	+4.47%	1.3%
France	8.52	-3.42%	1.5%	131.6	-3.56%	64.8	+0.15%	0.8%	2 638	+0.90%	2.9%
Allemagne	9.78	-4.61%	1.7%	117.4	-4.70%	83.3	+0.10%	1.0%	3 634	+0.61%	4.0%
Royaume-Uni	6.20	-3.79%	1.1%	91.5	-4.17%	67.7	+0.39%	0.8%	3 210	+0.94%	3.6%
Italie	5.27	-2.46%	0.9%	89.5	-2.12%	58.9	-0.34%	0.7%	1 962	+0.73%	2.2%
Espagne	4.95	-1.42%	0.9%	104.2	-1.72%	47.5	+0.31%	0.6%	1 324	+0.84%	1.5%
Suisse	0.93	-1.12%	0.2%	105.3	-1.76%	8.8	+0.65%	0.1%	790	+1.93%	0.9%
Union européenne	50.4	-2.90%	8.8%	112.2	-3.10%	448.9	+0.21%	5.6%	15 282	+1.46%	17.0%
Membres OCDE	211.4	-1.33%	37.0%	152.7	-1.72%	1 384.8	+0.40%	17.2%	53 691	+1.64%	59.7%
Non-OCDE	360.8	+2.43%	63.0%	54.2	+1.38%	6 660.3	+1.04%	82.8%	36 273	+3.55%	40.3%
Monde	572.2	+0.94%	100.0%	71.1	+0.02%	8 045.1	+0.92%	100.0%	89 964	+2.38%	100.0%

Méthologie de l'IE corrigée pour l' "équivalent-intrant" des énergies primaires

Tendances : moyenne des 5 dernières années

PIB : données 2022

# Données générales pour 2023 (2)

2023	Énergies primaires selon leur nature [exajoules, EJ, 10 <sup>18</sup> J]									
	Total	% Monde	Fossiles	% Total	Nucléaire	% du Total	Hydro	% du Total	Renouvelables	% du Total
États-Unis	89.54	15.6%	75.97	84.8%	9.08	10.1%	0.90	1.0%	3.59	4.0%
Canada	11.73	2.0%	9.07	77.3%	0.99	8.4%	1.39	11.9%	0.28	2.4%
Mexique	8.05	1.4%	7.61	94.6%	0.14	1.7%	0.08	1.0%	0.22	2.7%
Brésil	9.78	1.7%	6.76	69.1%	0.16	1.7%	1.64	16.8%	1.22	12.4%
Argentine	3.38	0.6%	3.07	90.8%	0.10	2.9%	0.11	3.4%	0.10	2.9%
Australie	5.49	1.0%	5.12	93.3%	-	0.0%	0.06	1.1%	0.31	5.7%
Chine	155.37	27.2%	139.24	89.6%	4.84	3.1%	4.69	3.0%	6.60	4.2%
Inde	36.89	6.4%	34.81	94.4%	0.54	1.5%	0.57	1.5%	0.97	2.6%
Indonésie	9.48	1.7%	9.05	95.4%	-	0.0%	0.09	1.0%	0.34	3.6%
Japon	16.28	2.8%	14.52	89.2%	0.86	5.3%	0.29	1.8%	0.61	3.8%
Corée du Sud	12.47	2.2%	10.22	82.0%	2.01	16.1%	0.01	0.1%	0.23	1.8%
Russie	30.59	5.3%	27.37	89.5%	2.42	7.9%	0.77	2.5%	0.04	0.1%
Arabie saoudite	11.57	2.0%	11.54	99.8%	-	0.0%	-	0.0%	0.02	0.2%
Afrique du sud	4.76	0.8%	4.58	96.3%	0.10	2.1%	0.01	0.1%	0.07	1.5%
Egypte	3.80	0.7%	3.71	97.5%	-	0.0%	0.05	1.4%	0.04	1.1%
Turquie	6.23	1.1%	5.69	91.4%	-	0.0%	0.24	3.9%	0.29	4.7%
France	8.52	1.5%	4.16	48.8%	3.76	44.1%	0.21	2.5%	0.39	4.6%
Allemagne	9.78	1.7%	8.56	87.5%	0.08	0.8%	0.08	0.8%	1.06	10.9%
Royaume-Uni	6.20	1.1%	5.16	83.3%	0.45	7.3%	0.02	0.3%	0.56	9.1%
Italie	5.27	0.9%	4.80	91.1%	-	0.0%	0.15	2.8%	0.32	6.1%
Espagne	4.95	0.9%	3.74	75.6%	0.63	12.8%	0.10	2.0%	0.48	9.7%
Suisse	0.93	0.2%	0.49	52.8%	0.26	28.0%	0.14	15.3%	0.04	3.9%
Union européenne	50.39	8.8%	38.43	76.3%	6.89	13.7%	1.25	2.5%	3.82	7.6%
Membres OCDE	211.43	37.0%	175.55	83.0%	20.38	9.6%	5.30	2.5%	10.21	4.8%
Non-OCDE	360.76	63.0%	329.28	91.3%	10.08	2.8%	10.92	3.0%	10.48	2.9%
Monde	572.20	100.0%	504.83	88.2%	30.46	5.3%	16.22	2.8%	20.69	3.6%

Les pays individuels listés ci-dessus représentent 79% de la consommation mondiale d'énergie

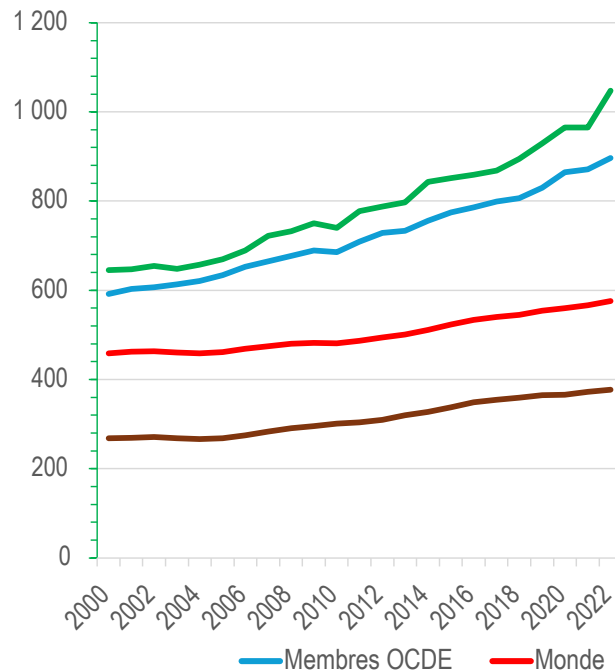
Méthologie de l'IE corrigée pour l'"équivalent-intrant" des énergies primaires

© Michel de Rougemont, 2024

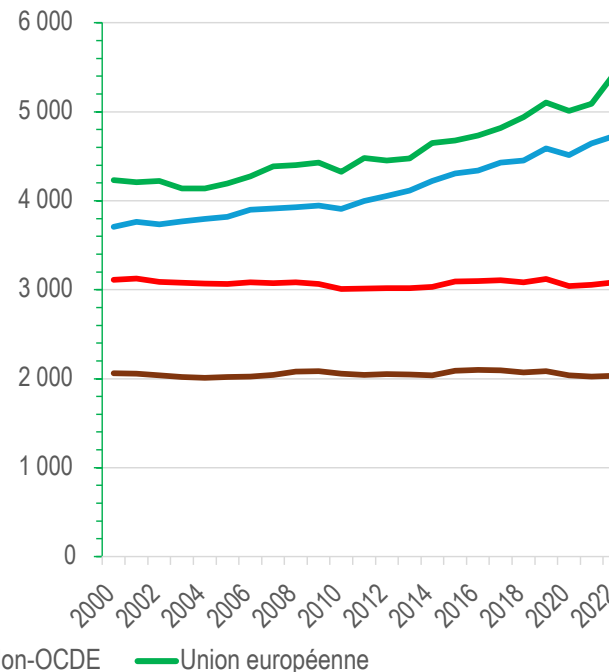
# Énergie et Économie: amélioration de la productivité

Produit intérieur brut obtenu par chaque MWh consommé

Toutes formes d'énergie primaire



Courant électrique



Au cours des 5 dernières années, l'économie mondiale a connu une croissance annuelle moyenne de

- 2,4 % du PIB (jusqu'en 2022)
  - 0.9 % de la consommation d'énergie primaire,
  - 0.1 % de la productivité énergétique.
- Avec une tendance négative (-0.3 %) pour l'utilisation de l'électricité

Il existe de grandes disparités entre les pays, les tendances sont multifactorielles (mix énergétique, taux d'industrialisation, performances technologiques, nature des activités).

Si le coût de l'énergie (toutes technologies confondues) s'approchait de ces niveaux, le pays en question consommerait tout son PIB pour faire de l'énergie, ce qui serait évidemment impossible et absurde.

## Productivité énergétique en 2022

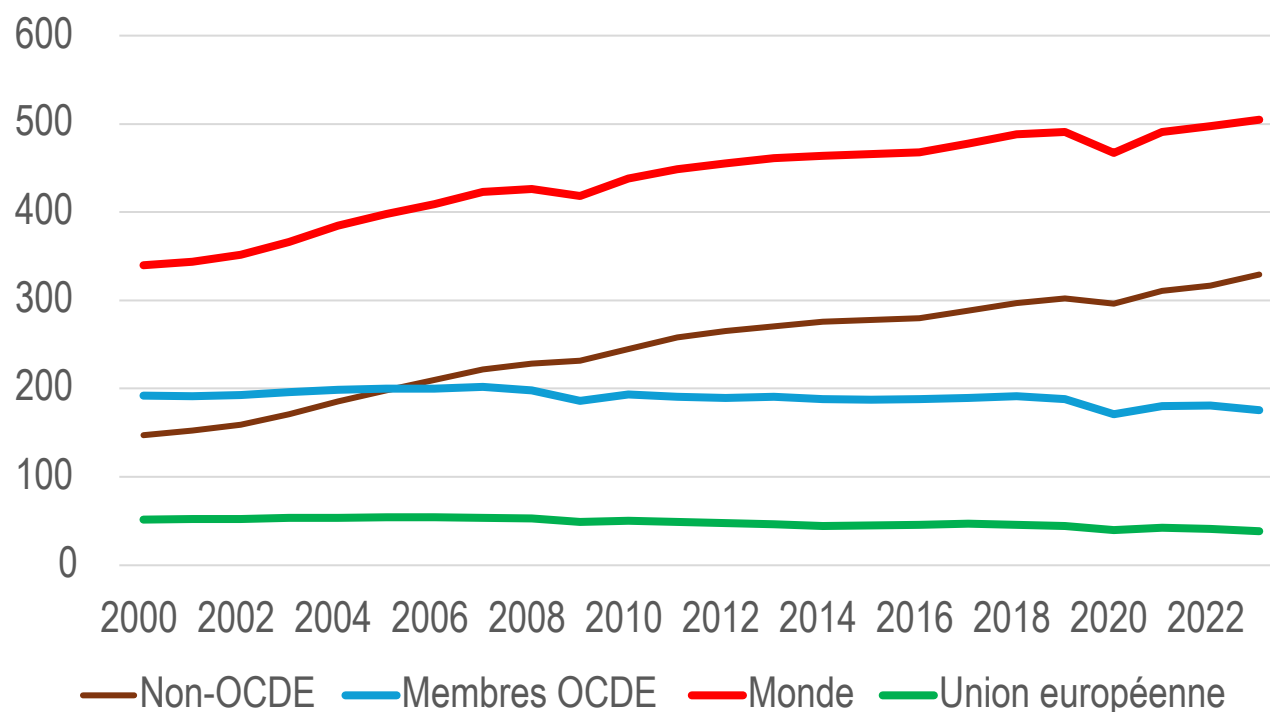
[\$ US constants de 2015]	PIB par MWh_prim.	Tendance 5a	PIB par MWh_el	Tendance 5a
États-Unis	830	+2.22%	4 612	+1.23%
Canada	533	+1.39%	2 673	+2.04%
Mexique	598	-2.54%	3 778	-2.69%
Brésil	715	+0.93%	2 808	-0.03%
Argentine	624	-0.53%	4 109	-1.53%
Australie	1 041	+1.74%	5 812	+2.02%
Chine	403	-2.22%	1 845	-2.85%
Inde	311	+2.04%	1 619	+2.09%
Indonésie	427	+0.65%	3 365	-1.62%
Japon	966	+0.79%	4 353	+0.23%
Corée du Sud	490	+1.64%	2 787	-0.95%
Russie	174	+5.22%	1 261	+4.38%
Arabie saoudite	245	-2.15%	1 918	-2.45%
Afrique du sud	271	+1.94%	1 536	+0.75%
Egypte	425	-0.95%	2 094	-3.63%
Turquie	680	+2.02%	3 637	-0.41%
France	1 161	+0.95%	5 656	+0.38%
Allemagne	1 211	+0.89%	6 288	-1.00%
Royaume-Uni	1 771	+2.22%	9 967	+1.42%
Italie	1 266	-0.14%	6 908	-0.95%
Espagne	932	+0.20%	4 526	-2.15%
Suisse	3 200	+2.01%	12 330	+3.92%
Union européenne	1 048	+0.74%	5 434	-0.20%
Membres OCDE	896	+1.38%	4 730	+0.58%
Non-OCDE	377	+0.01%	2 034	-0.41%
Monde	576	+0.10%	3 082	-0.29%

Méthologie de l'IE corrigée pour l'"équivalent-intrant" des énergies primaires  
Données de PIB pas encore disponibles pour 2023

La sobriété énergétique consiste aussi à créer plus de richesses avec moins de moyens. Une tendance négative comme en Chine ou en Allemagne n'est pas une option souhaitable.



# Consommation des carburants fossiles en 2023



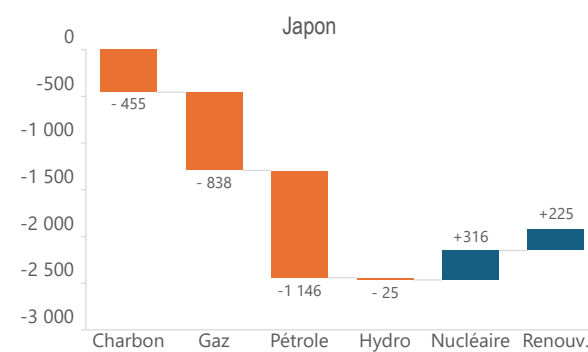
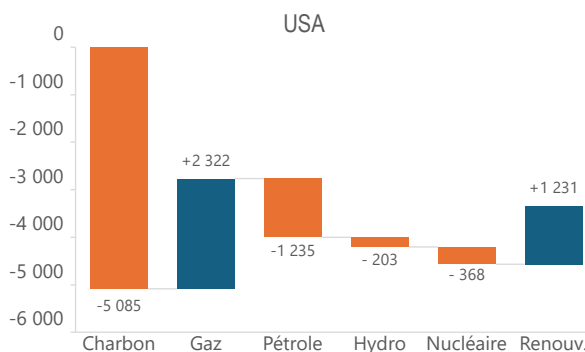
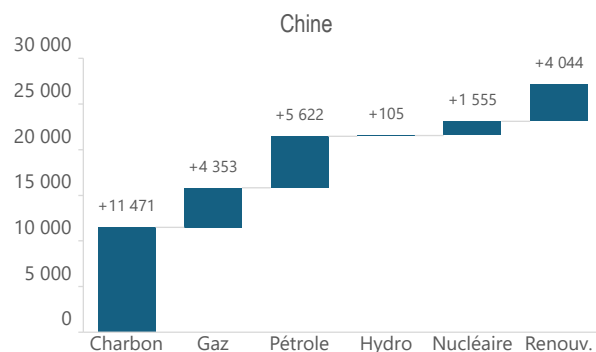
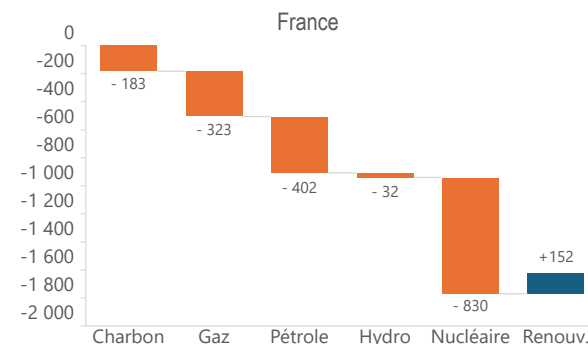
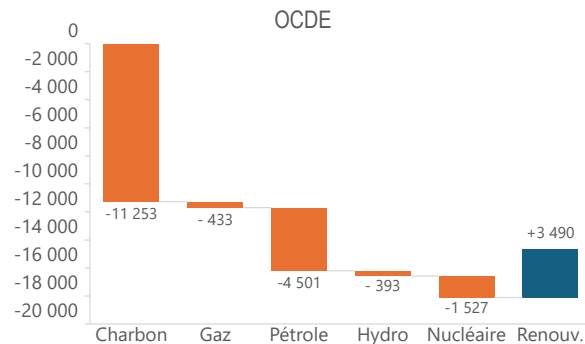
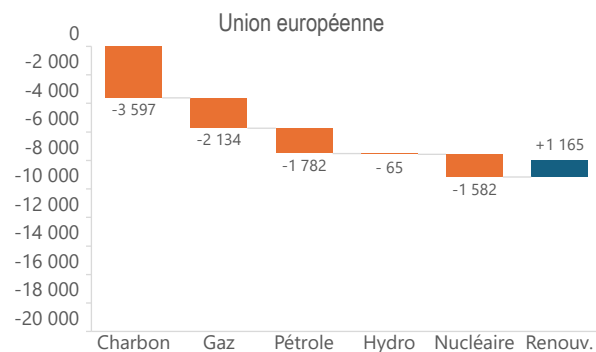
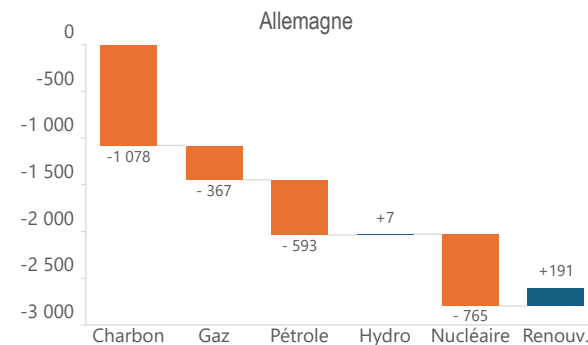
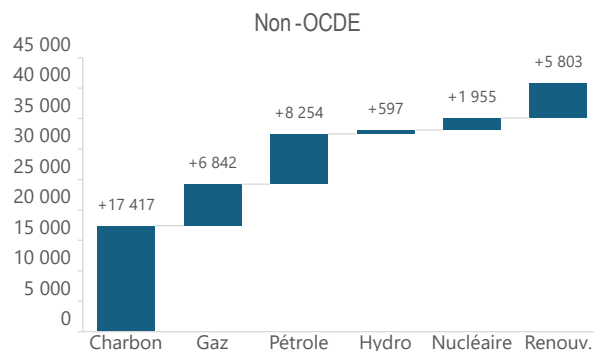
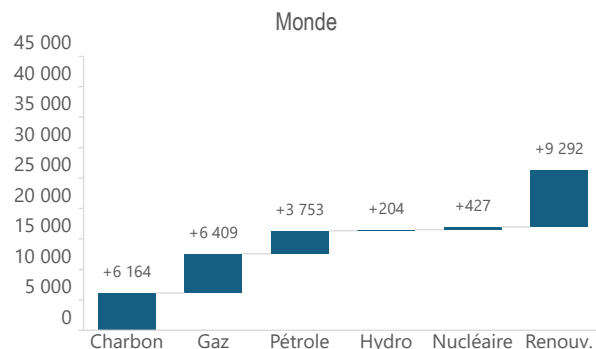
La consommation mondiale de combustibles fossiles continue d'augmenter (après une fausse impression du contraire en 2020 liée à Covid-19). Ils représentent 88,2 % de la consommation mondiale d'énergie et ne sont que lentement remplacés par d'autres sources, au rythme de -0,28 % par année.

Ils sont donc essentiels pour que la transition énergétique puisse avoir lieu et progresser de manière significative. Les éliminer prématurément serait donc contre-productif et provoquerait une récession sévère dans les pays qui oseraient le faire. La Chine augmente sa consommation, elle est le plus gros producteur d'équipements pour les renouvelables (solaire, éolien, batteries).

	[EJ]	Tendance
États-Unis	76	-1.02%
Canada	9	-1.07%
Mexique	8	+0.32%
Brésil	7	+0.22%
Argentine	3	-0.04%
Australie	5	-0.94%
Chine	139	+3.40%
Inde	35	+3.18%
Indonésie	9	+4.85%
Japon	15	-3.06%
Corée du Sud	10	-1.59%
Russie	27	+0.53%
Arabie saoudite	12	+0.67%
Afrique du sud	5	-1.28%
Egypte	4	+0.03%
Turquie	6	+0.70%
France	4	-3.87%
Allemagne	9	-4.18%
Royaume-Uni	5	-3.99%
Italie	5	-2.65%
Espagne	4	-2.55%
Suisse	0	-2.57%
Union européenne	38	-3.51%
Membres OCDE	176	-1.75%
Non-OCDE	329	+2.10%
Monde	505	+0.66%



# Ce qui augmente et ce qui baisse depuis 5 ans



■ Augmentation  
■ Diminution

Unités: petajoule, PJ, 10<sup>15</sup>J  
Attention : les échelles des diagrammes sont différentes

La consommation mondiale d'énergie a augmenté de 26 250 PJ au cours des cinq dernières années, au rythme de 0.94 % par an, 62.2 % de cette croissance sont attribués aux énergies fossiles, 36.5 % aux renouvelables + hydro et 1.6 % au nucléaire.

# Performance des dites "renouvelables"

Solaire	TWh	Part	Tendance	CF
Monde	1 625.2	100.0%	23.4%	14.9%
Non-OCDE	877.5	54.0%	28.8%	
Membres OCDE	747.7	46.0%	18.4%	
Chine	578.3	35.6%	27.0%	13.3%
Union européenne	244.7	15.1%	16.9%	
États-Unis	238.1	14.7%	20.6%	21.8%
Inde	112.3	6.9%	25.6%	18.1%
Japon	96.0	5.9%	9.6%	12.8%
Allemagne	60.6	3.7%	6.7%	10.2%
Brésil	51.0	3.1%	71.6%	17.9%
Espagne	46.4	2.9%	29.7%	19.5%
Australie	44.5	2.7%	29.5%	15.3%
Italie	30.9	1.9%	6.6%	13.1%
Corée du Sud	29.1	1.8%	23.6%	
Mexique	26.9	1.7%	53.2%	29.6%
Vietnam	25.4	1.6%	310.7%	16.6%
France	22.0	1.4%	16.6%	13.1%
Pays-Bas	21.0	1.3%	41.7%	10.7%
Turquie	20.3	1.2%	21.3%	
Chili	18.0	1.1%	28.8%	29.6%
Royaume-Uni	13.7	0.8%	1.8%	10.4%
Grèce	8.4	0.5%	17.5%	16.3%
Canada	7.6	0.5%	15.0%	15.5%
Belgique	7.3	0.4%	13.4%	11.3%
Afrique du sud	6.3	0.4%	7.0%	11.7%
Suisse	6.0	0.4%	25.5%	11.3%
Ukraine	5.7	0.3%	38.8%	8.4%
Egypte	5.2	0.3%	56.8%	
Autriche	5.1	0.3%	28.8%	12.1%
Arabie saoudite	4.3	0.3%	93.4%	31.7%
Argentine	3.2	0.2%	97.8%	28.3%
Russie	2.6	0.2%	33.4%	15.3%
Indonésie	0.7	0.0%	51.2%	

## Photovoltaïque et éolien

### Production 2023, TWh.

Génèrent 2,7% des énergies primaires.

Les pays listés ici font plus de 92% de la production mondiale.

La tendance est le taux de croissance moyen au cours des 5 dernières années.

Le facteur de charge CF (calculé en moyenne sur cinq ans) est le taux moyen de l'utilisation des capacités nominales installées. 100% signifieraient produire à pleine charge pendant les 8760 heures de l'année.

Le CF dépend avant tout de la position géographique

Un CF de 10.2 % (solaire allemand) signifie que la production à plein régime durerait 894 heures par année.

Avec un CF=30.6 % (éolien Pays-Bas), ce seraient 2681 heures.

Les taux de croissance peuvent paraître importants, spectaculaires même. Il faut cependant rappeler que c'est toujours le cas au début et que ces taux baissent toujours au fur et à mesure qu'augmente le degré d'implantation d'une technologie.

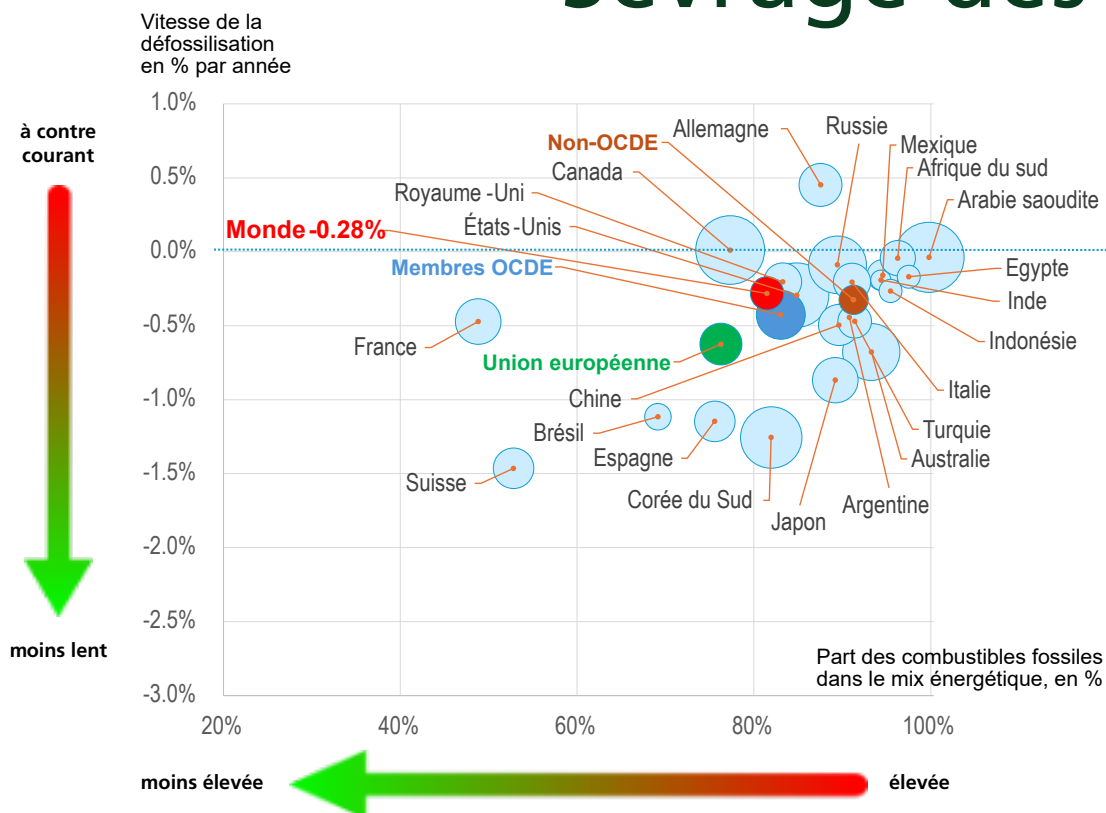
Les données sont de l'IRENA qui sont de médiocre qualité par manque de rigueur et des lacunes dans les rapports.

À utiliser avec précaution!

Éolien	TWh	Part	Tendance	CF
Monde	2 302.1	100.0%	12.9%	27.2%
Non-OCDE	1 164.2	50.6%	17.6%	
Membres OCDE	1 137.9	49.4%	9.0%	
Chine	877.0	38.1%	19.4%	23.9%
Union européenne	475.7	20.7%	8.4%	
États-Unis	425.2	18.5%	9.3%	34.5%
Allemagne	140.7	6.1%	5.3%	22.8%
Brésil	94.6	4.1%	14.5%	41.0%
Inde	81.3	3.5%	6.4%	19.6%
Royaume-Uni	81.2	3.5%	7.6%	32.1%
Espagne	63.6	2.8%	4.8%	24.5%
France	51.8	2.2%	12.9%	24.8%
Canada	38.5	1.7%	3.1%	29.0%
Suède	34.0	1.5%	15.6%	28.2%
Turquie	33.7	1.5%	11.3%	
Australie	31.5	1.4%	14.4%	30.8%
Pays-Bas	28.6	1.2%	22.3%	30.6%
Pologne	23.9	1.0%	13.5%	29.6%
Italie	23.3	1.0%	5.8%	21.0%
Mexique	21.4	0.9%	11.7%	33.4%
Danemark	19.2	0.8%	6.9%	29.5%
Argentine	14.3	0.6%	59.3%	48.4%
Afrique du sud	11.5	0.5%	12.5%	37.3%
Japon	9.9	0.4%	6.3%	24.0%
Egypte	5.7	0.2%	13.9%	
Russie	4.7	0.2%	82.1%	22.6%
Corée du Sud	3.4	0.1%	6.6%	
Arabie saoudite	1.4	0.1%	213.1%	

Les meilleurs facteurs de charge sont dans les pays avec des éoliennes off-shore en quantité.

# Sevrage des combustibles fossiles



La vitesse avec laquelle la décarbonisation est en train de s'accomplir est montrée ci-contre pour un choix de pays.

Dans ce diagramme, les surfaces des bulles sont proportionnelles à la consommation d'énergies primaires par personne dans le pays ou le groupe de pays donné.

La tendance est calculée comme le taux annuel moyen de diminution de l'intensité des combustibles fossiles sur la période 2018-2023.

Plus il est négatif, plus la décarbonisation est rapide.

Cela prendrait 314 années pour, partant de 88,2 % atteindre un impossible zéro au rythme actuel de -0,28 % par an.

Données de EI corrigées par l'auteur pour les énergies primaires- Les pays individuels représentés consomment les 79 % des énergies primaires dans le Monde.

La part des combustibles fossiles dans la consommation d'énergie primaire a diminué presque partout depuis 2018, sauf en Allemagne.

Cette tendance ne s'accélère pas facilement, car la croissance de la consommation d'énergies primaires est encore réalisée pour 62 % avec des combustibles d'origine fossile.

Avec une dépendance globale de 88,2 %, les ressources énergétiques sous forme de combustibles fossiles restent indispensables pour assurer la croissance, même dans les pays de l'OCDE.

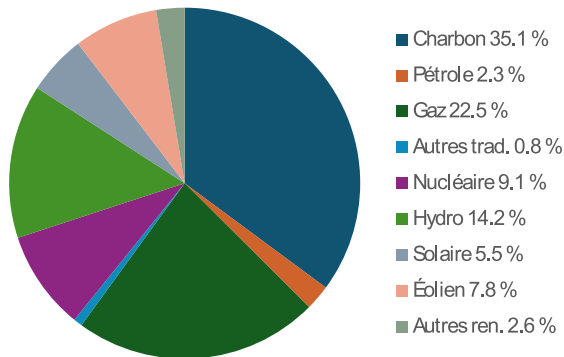
L'extension de leur exploration et leur mise en production sont nécessaires, inévitables même.

De nombreux pays (France, Suède, Norvège, Suisse) n'utilisent pratiquement pas, ou peu (Canada, Brésil, Espagne), de combustibles fossiles pour produire de l'électricité.

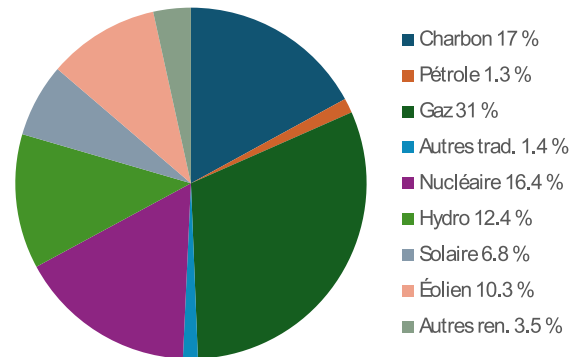
Leur stratégie de décarbonisation doit donc se concentrer sur les autres utilisations – transport, chauffage et refroidissement domestiques et industriels.

# Électricité en 2023

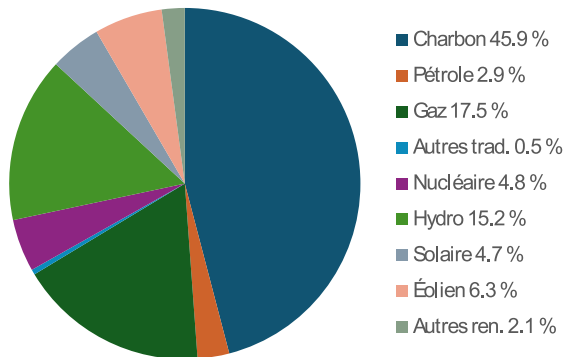
Monde 29.9 PWh



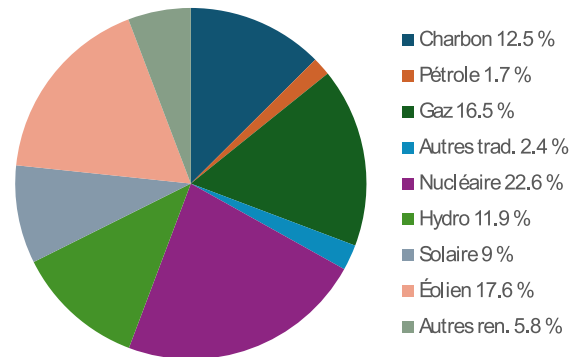
Membres OCDE 11.2 PWh



Non-OCDE 18.7 PWh



Union européenne 2.7 PWh



	TWh en 2023	Tendance
Monde	29 925	+2.2%
Non-OCDE	18 746	+4.0%
Membres OCDE	11 179	-0.4%
Union européenne	2 737	-1.4%
Suisse	74	+1.7%

**Paradoxe : l'électrification de masse que suppose la décarbonisation commence par des diminutions de la production dans les pays développés.**

Environ un tiers des combustibles fossiles sont dédiés à la production d'électricité. Toute l'électricité produite représente 18.8 % de toutes les énergies primaires consommées.

Pour décarboniser la production d'électricité, 17'987 TWh électriques devront être générés par d'autres technologies de production.

En supposant que l'efficacité de la production d'énergie thermique d'aujourd'hui sont ceux indiqués dans

TWh	Charbon	Pétrole	Gaz	Total fossiles
Prodction électrique	10 513	698	6 746	17957
Rendement thermique	33%	35%	50%	
Primaires requises	31 858	1 994	13 493	47345

le tableau ci-dessus, ce sont 47 345 TWh d'énergies primaires qui devront être remplacés.

De plus, une électrification additionnelle sera nécessaire pour remplacer les autres utilisations fossiles (~93'000 TWh en 2023) dans les transports, le

chauffage domestique et industriel, et pour produire des substances chimiques, de l'acier, du ciment et des plastiques. Faire quelques économies pourra réduire ce besoin, mais ne saurait être décisif.

Les pays antinucléaires seront confrontés à l'évidence que cette technologie sera indispensable pour opérer cette décarbonisation.

# Esquisse d'une stratégie énergétique

## Préambule

- Chaque pays adoptera sa propre stratégie, avec, espérons-le, des objectifs cohérents, réalistes et réalisables.
- Toutes ces stratégies impliquent une électrification massive de toutes les activités humaines, industrielles et domestiques. Une entreprise formidable.
- La stratégie énergétique fait partie d'une stratégie globale en matière d'environnement et de climat, mais elle doit être définie localement en termes spécifiques et précis.
- Le secteur de l'énergie est indispensable, il ne représente peut-être que 5 à 10 % du PIB d'un pays, mais tous les autres secteurs en dépendent. Cependant, cela ne saurait devenir un objectif en soi.
- Des arbitrages politiques seront nécessaires, notamment en ce qui concerne l'urgence des politiques climatiques d'atténuation par rapport à celles d'adaptation, ainsi que les risques relatifs d'agir, de ne pas agir ou de mal agir.
- Les lois implacables des énergies alternatives et intermittentes s'appliquent,

## Objectifs stratégiques

1. **Sécurité de l'approvisionnement :**  
satisfaire aux besoins énergétiques actuels et futurs de la société à tout moment et en tout lieu.
2. **Indépendance géopolitique**
3. **Réduction de l'utilisation des combustibles fossiles** jusqu'au point où les émissions de CO<sub>2</sub> restent suffisamment minéralisées naturellement dans les sols et dans les profondeurs des océans, ou capturées puis séquestrées artificiellement.
4. **Maintenir une occupation faible du territoire** afin de préserver la biodiversité.
5. Atteindre cela sous **condition d'abordabilité économique**.

## Stratégies

1. **Sécurité permanente de l'approvisionnement**
  - Explorer et exploiter des ressources fossiles supplémentaires, partout et aussi longtemps que nécessaire.
  - Privilégier les investissements dans des technologies sans gaz à effet de serre.
  - Mais ne pas investir tant que leur approvisionnement n'est pas encore vraiment décarboné et économiquement viable (p.ex., l'hydrogène).
2. **R&D pour des solutions nouvelles et améliorer la productivité**
  - Nucléaire, hydrogène, ammoniaque, acide formique, engrais, plastiques...
  - Carburants synthétiques : processus à haute température, catalyse, systèmes.
3. **Réduction de la demande par la productivité et l'efficacité**
  - Améliorer les bâtiments (isolation, chauffage et climatisation)
  - Améliorer les processus industriels.
  - Transports de masse et personnalisés (terrestres, aériens, maritimes).
4. **Production d'électricité**
  - En ruban, mais pilotable si possible: au fil de l'eau, nucléaire (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> génération), géothermie.
  - Récolte fatale du solaire et de l'éolien, y compris stockage et réseau. La limiter aux situations favorables de hauts facteurs de charge, sans déstabilisation du réseau.
  - Autres technologies pilotables (hydro d'accumulation, déchets de biomasse).
5. **Changement des utilisations**
  - Industries, services et solutions domestiques.
  - Allouer du temps pour changer un parc de véhicules ou autres équipements.
6. **Réglementation et taxes**
  - Fixer des normes techniques à respecter plutôt qu'espérer que les taxes et les subventions inciteront à investir (taxe carbone illusoire et inutile).
  - Fournir un cadre général, investir en R&D, sans préférences *a priori*.

# Poser des questions, analyser, discuter, consulter ?

## À propos de l'auteur :

Michel de Rougemont, ingénieur chimiste, Dr sc tech, est consultant indépendant.

Par ses activités en chimie fine et en agriculture, il est confronté, sans les craindre, à de nombreux défis liés à la sécurité des personnes et de l'environnement.

Il n'a aucun conflit d'intérêt en rapport avec le sujet de cette présentation.

Il est l'auteur de trois essais ;

- « Réarmer la raison. De l'écologie raisonnée à la politique raisonnable » (2017),
- « Entre hystérie et négligence climatique » (2018), et
- « La grande illusion du sauvetage de la planète par une remise à zéro » (2021, également en anglais).

En [voir les détails ici](#).

## Visitez les sites internet:

[www.mr-int.ch](http://www.mr-int.ch)

MR's Blog: [blog.mr-int.ch](http://blog.mr-int.ch),

Un site à propos du climat: [climate.mr-int.ch](http://climate.mr-int.ch),

Un autre sur les produits phytosanitaires d'origine biologique: [biologicals.mr-int.ch](http://biologicals.mr-int.ch).

## Contact :

MR-int

Michel de Rougemont

Enterprise Consulting

Widhagweg 10

4303 Kaiseraugst, Suisse

Mobile +41 79 705 4811

[www.mr-int.ch](http://www.mr-int.ch)

[michel.de.rougemont@mr-int.ch](mailto:michel.de.rougemont@mr-int.ch)

Skype: micheldr1551

Un tel document ne devrait pas être proposé à titre gracieux car il s'agit d'un travail d'une valeur que les lecteurs sauront exprimer.



[Lien PayPal.Me @mderouge](https://www.paypal.me/mderouge)



**MR's Blog**  
On & Off the Line