

Énergie

Tournant ou continuité ?

Par Michel de Rougemont
Version 2022, le 18 juillet 2023

Les années passent, de nouvelles données statistiques remplacent les précédentes.

BP a cessé de les publier et cette tâche a été transmises à l'Energy Institute.

La consommation d'énergies primaires dans le monde continue d'augmenter à un taux annuel moyen de 1,0 %, principalement sous l'impulsion des pays non membres de l'OCDE qui, aussi, consomment plus 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: 2023 Statistical Review of World Energy
<https://www.energyinst.org/statistical-review/resources-and-data-downloads>
et World Bank's WDI DataBank,

L'énigme des combustibles fossiles

- La "Statistical Review of World Energy" est LA source publique de données sur l'énergie. D'autres sont partielles ou soumises à un coûteux paywall. Des sites populaires tels que ourworldindata.org utilisent largement les données de EI.
- 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.
- L'énigme : EI part du principe que les sources non fossiles consomment un "équivalent-intrant" correspondant à l'efficacité des centrales thermiques. Par exemple, un panneau solaire produisant 1 mégajoule se verra attribuer un "équivalent-intrant" de 2,63 MJ, sur la base d'un rendement "thermique" supposé de 38%. Ce rendement fictif évolue au cours des années.
- Les centrales nucléaires utilisent un procédé thermique pour récolter l'énergie de fission de l'uranium, leur énergie primaire. Un rendement de conversion moyen de 33 % peut être appliqué plutôt que ce rendement fictif.
- 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 ne devrait donc pas être utilisé.
- Il s'ensuit que l'interprétation de BP, suivie maintenant par EI, concernant la consommation d'énergie primaire est trompeuse. Elle augmente le poids relatif des énergies dites renouvelables, et dilue donc celui des combustibles fossiles.
- Ce parti pris systématique est erroné. 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.
- **La présente revue utilisera les chiffres corrigés :**

En 2022:

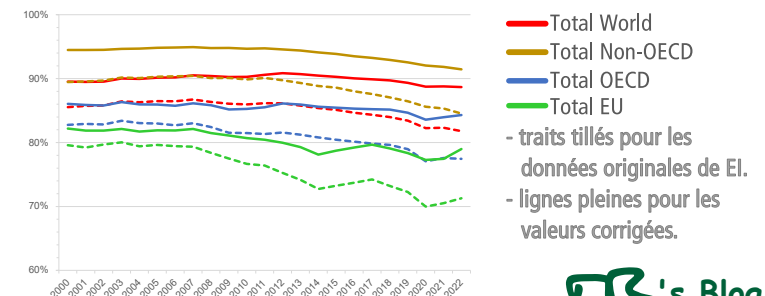
Consommation d'énergie primaire dans le monde [EJ] : 557 et non 604

Consommation d'énergie primaire par habitant [GJ/cap] : 69.9 et non 75.7

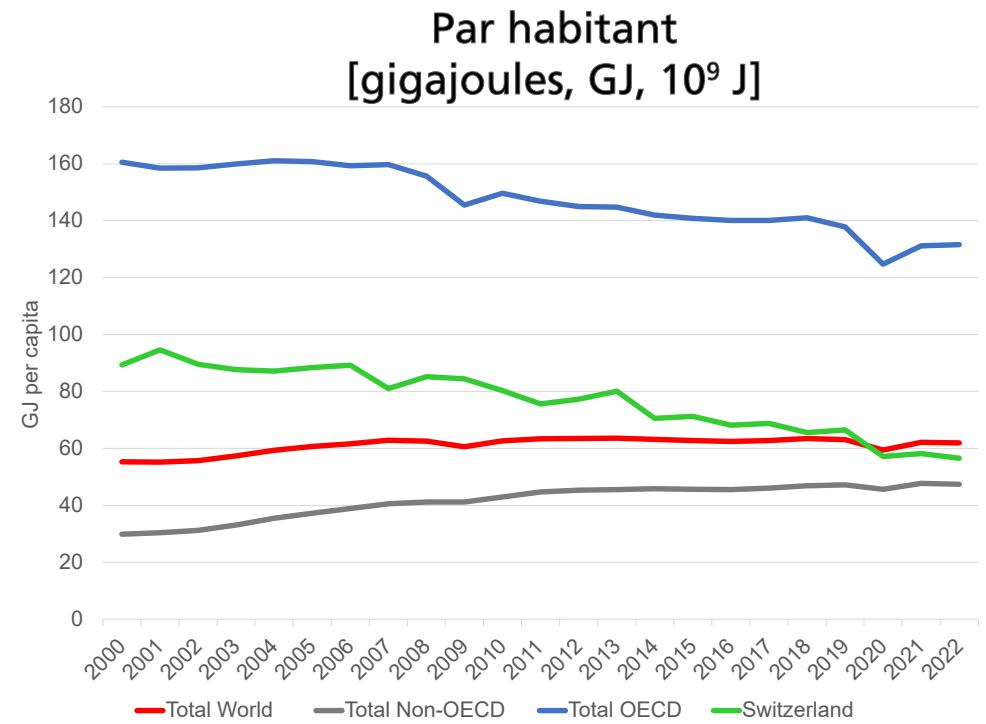
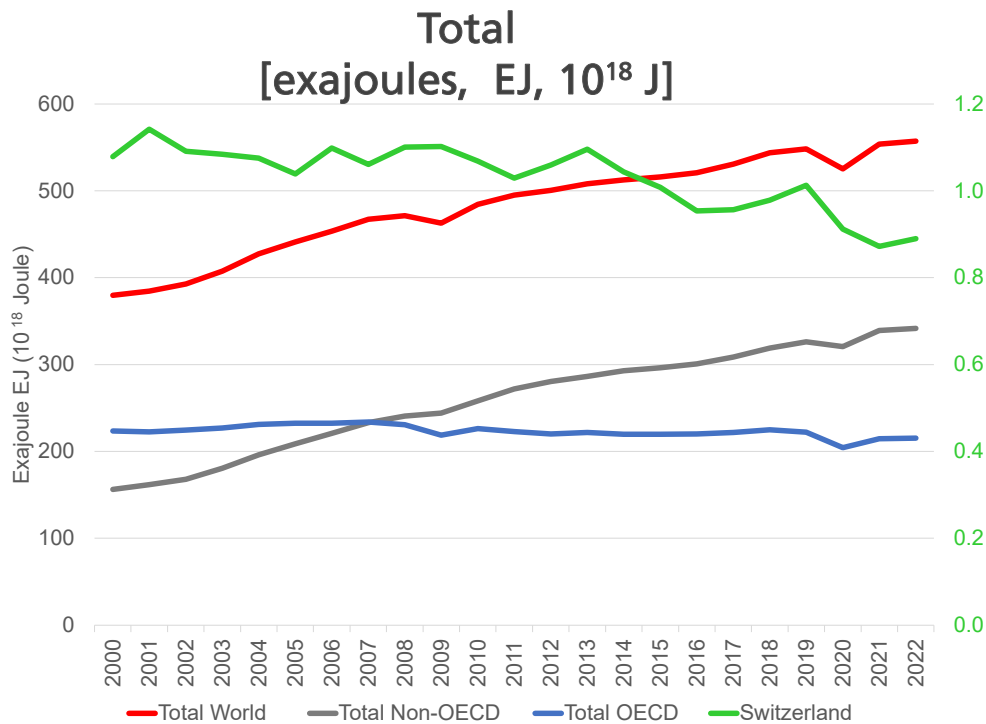
Part des combustibles fossiles [% de l'énergie totale] : 88.7 % et non 81.8 %

Combustibles fossiles en 2022

	Original	Corrigé	Tendance 5 ans %/a	Années -> 0
Total Monde	81.8%	88.7%	-0.27	331
Non-OCDE	84.5%	91.5%	-0.39	237
OCDE	77.4%	84.3%	-0.22	386
Chine	81.6%	89.7%	-0.62	144
USA	81.1%	85.8%	-0.10	904
UE	71.3%	79.0%	-0.17	458
Inde	88.5%	94.1%	-0.28	334
Russie	86.3%	88.4%	-0.27	328
Japon	84.9%	91.1%	-0.74	123
Corée du Sud	83.2%	83.0%	-0.75	111
Canada	63.9%	77.0%	0.08	
Arabie séoudite	99.9%	100.0%	-0.01	19 579
Allemagne	76.2%	87.0%	0.10	
Brésil	50.3%	73.2%	-1.20	61
Indonésie	89.8%	97.1%	-0.23	417
Mexique	89.9%	94.7%	-0.26	365
France	53.7%	54.8%	1.09	
Royaume-Uni	74.8%	83.5%	-0.20	419
Turquie	81.2%	91.4%	-0.62	147
Italie	83.4%	92.8%	-0.06	1 483
Australie	85.5%	93.6%	-0.76	123
Espagne	69.8%	78.2%	-0.83	95
Afrique du Sud	94.2%	96.0%	-0.01	11 572
Égypte	94.3%	97.6%	-0.16	600
Argentine	85.3%	92.5%	-0.34	274
Suisse	47.1%	55.5%	-1.80	31



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 OCDE.

Note sur Covid-19 : c'était une mauvaise idée de célébrer 2020 comme une première année de sobriété. 2021 et 2022 ont démontré que la demande énergétique n'a pas faibli.

Dans tous les cas, que ce soit une anomalie historique, une pandémie, une guerre, ou des variations météorologiques, cela ne doivent jamais être pris comme une tendance à long terme.

Données générales pour 2022

2022	Énergies primaires [EJ]					Par tête		Population		PIB	
	Original EJ	% Monde	Corrigé	% Monde	Tend. %/a	MWh/cap	Tend. %/a	Millions	Tend. %/a	Millards US\$*	Tend. %/a
Total Monde	604.04	100.00%	557.09	100.00%	0.97	69.9	0.00	7 974.9	0.97	89 746	2.34
Non-OCDE	369.62	61.19%	341.70	61.34%	2.04	51.8	0.95	6 595.4	1.08	36 244	3.53
OCDE	234.42	38.81%	215.39	38.66%	-0.60	156.1	-1.03	1 379.5	0.43	53 502	1.57
Chine	159.39	26.39%	145.11	26.05%	3.42	101.8	3.19	1 425.9	0.22	16 325	5.25
USA	95.91	15.88%	90.56	16.26%	0.36	267.7	-0.15	338.3	0.51	20 953	2.06
UE	58.18	9.63%	52.51	9.43%	-2.18	117.4	-2.34	447.3	0.16	15 213	1.37
Inde	36.44	6.03%	34.24	6.15%	2.97	24.2	2.04	1 417.2	0.91	2 955	3.97
Russie	28.89	4.78%	28.21	5.06%	-0.29	195.0	-0.19	144.7	-0.10	1 472	1.13
Japon	17.84	2.95%	16.62	2.98%	-1.69	134.1	-1.27	124.0	-0.43	4 509	-0.20
Corée du Sud	12.71	2.10%	12.74	2.29%	0.30	245.9	0.18	51.8	0.12	1 737	2.22
Canada	14.14	2.34%	11.73	2.10%	-0.64	304.9	-1.64	38.5	1.02	1 748	1.54
Arabie séoudite	11.50	1.90%	11.49	2.06%	0.06	315.6	-1.18	36.4	1.26	767	2.29
Allemagne	12.30	2.04%	10.77	1.93%	-3.32	129.2	-3.49	83.4	0.18	3 618	0.53
Brésil	13.41	2.22%	9.21	1.65%	0.45	42.8	-0.20	215.3	0.64	1 901	1.49
Indonésie	9.77	1.62%	9.04	1.62%	5.97	32.8	5.11	275.5	0.82	1 122	3.39
Mexique	8.73	1.44%	8.28	1.49%	0.75	65.0	-0.00	127.5	0.75	1 244	0.26
France	8.39	1.39%	8.22	1.48%	-3.77	127.3	-3.92	64.6	0.15	2 644	0.94
Royaume-Uni	7.31	1.21%	6.55	1.18%	-2.94	97.0	-3.36	67.5	0.43	3 163	0.59
Turquie	7.01	1.16%	6.23	1.12%	1.01	73.0	0.23	85.3	0.78	1 194	4.46
Italie	6.14	1.02%	5.52	0.99%	-1.52	93.5	-1.20	59.0	-0.32	1 937	0.47
Australie	5.98	0.99%	5.47	0.98%	-0.24	208.8	-1.48	26.2	1.26	1 579	2.16
Espagne	5.76	0.95%	5.14	0.92%	-0.75	108.1	-1.16	47.6	0.41	1 306	0.58
Afrique du Sud	4.82	0.80%	4.73	0.85%	-2.12	78.9	-3.20	59.9	1.12	360	0.42
Égypte	3.98	0.66%	3.85	0.69%	0.52	34.7	-1.21	111.0	1.75	454	4.85
Argentine	3.60	0.60%	3.33	0.60%	0.04	73.1	-0.61	45.5	0.65	598	-0.03
Suisse	1.05	0.17%	0.89	0.16%	-1.42	101.8	-2.08	8.7	0.67	776	1.56

Méthodologie de l'IE corrigée pour l'énergie primaire "input-equivalent".

Tendance : taux de croissance annuel moyen sur les 5 dernières années.

* à US\$ constants 2015

Les pays et régions énumérés ici représentent 78 % de la consommation mondiale.

Données générales pour 2022 (2)

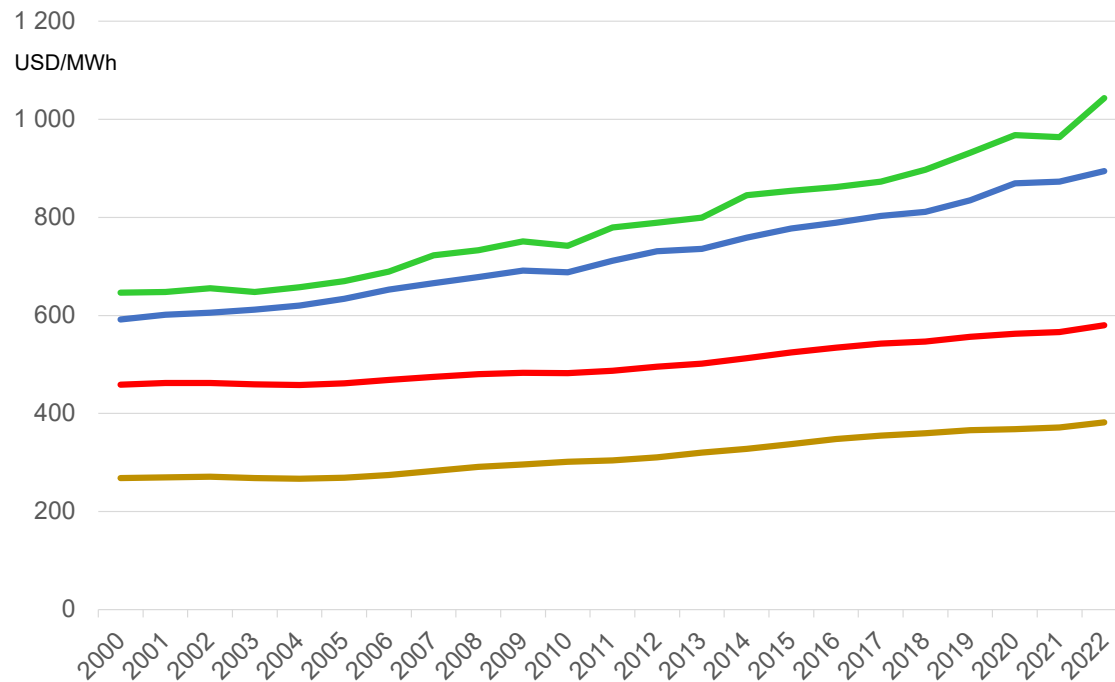
2022	Énergies primaires selon leur nature [EJ]								
	Primaires tot.	C. fossiles	% du total	Nucléaire	% du total	Hydraulique	% du total	Renouvel.	% du total
Total Monde	557.09	494.05	88.7%	29.80	5.3%	16.58	3.0%	16.65	3.0%
Non-OCDE	341.70	312.50	91.5%	9.90	2.9%	11.19	3.3%	8.11	2.4%
OCDE	215.39	181.55	84.3%	19.90	9.2%	5.39	2.5%	8.54	4.0%
Chine	145.11	130.10	89.7%	4.65	3.2%	4.98	3.4%	5.38	3.7%
USA	90.56	77.74	85.8%	9.03	10.0%	0.99	1.1%	2.80	3.1%
UE	52.51	41.47	79.0%	6.77	12.9%	1.06	2.0%	3.21	6.1%
Inde	34.24	32.24	94.1%	0.51	1.5%	0.67	2.0%	0.82	2.4%
Russie	28.21	24.94	88.4%	2.49	8.8%	0.76	2.7%	0.03	0.1%
Japon	16.62	15.14	91.1%	0.58	3.5%	0.29	1.7%	0.62	3.7%
Corée du Sud	12.74	10.57	83.0%	1.96	15.4%	0.01	0.1%	0.20	1.5%
Canada	11.73	9.03	77.0%	0.96	8.2%	1.52	13.0%	0.21	1.8%
Arabie séoudite	11.49	11.49	100.0%	-	-	-	-	0.00	0.0%
Allemagne	10.77	9.37	87.0%	0.39	3.6%	0.07	0.6%	0.95	8.8%
Brésil	9.21	6.74	73.2%	0.16	1.8%	1.63	17.7%	0.67	7.3%
Indonésie	9.04	8.78	97.1%	-	-	0.10	1.2%	0.16	1.8%
Mexique	8.28	7.85	94.7%	0.12	1.5%	0.14	1.6%	0.18	2.1%
France	8.22	4.51	54.8%	3.28	39.9%	0.17	2.1%	0.27	3.3%
Royaume-Uni	6.55	5.47	83.5%	0.53	8.1%	0.02	0.3%	0.53	8.0%
Turquie	6.23	5.69	91.4%	-	-	0.26	4.1%	0.28	4.5%
Italie	5.52	5.12	92.8%	-	-	0.11	2.0%	0.29	5.3%
Australie	5.47	5.12	93.6%	-	-	0.07	1.2%	0.28	5.2%
Espagne	5.14	4.02	78.2%	0.65	12.7%	0.07	1.4%	0.40	7.8%
Afrique du Sud	4.73	4.54	96.0%	0.11	2.4%	0.01	0.3%	0.06	1.3%
Égypte	3.85	3.75	97.6%	-	-	0.05	1.4%	0.04	1.0%
Argentine	3.33	3.07	92.5%	0.08	2.5%	0.09	2.7%	0.08	2.3%
Suisse	0.89	0.49	55.5%	0.26	28.9%	0.11	12.7%	0.03	2.9%

Méthodologie de l'IE corrigée pour l'énergie primaire "input-equivalent".

Les pays et régions énumérés ici représentent 78 % de la consommation mondiale.

Énergie and Économie: amélioration de la productivité

Produit intérieur brut obtenu par chaque MWh consommé



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

- 2,3 % du PIB,
- 1,0 % de la consommation d'énergie primaire,
- 1.4 % de la productivité énergétique.

La productivité énergétique est définie ici comme le produit intérieur brut obtenu pour chaque MWh d'énergie primaire consommée.

Il existe de grandes disparités entre les pays, les tendances sont multifactorielles (taux d'industrialisation, performances technologiques, nature des activités) et, pour la plupart, positives.

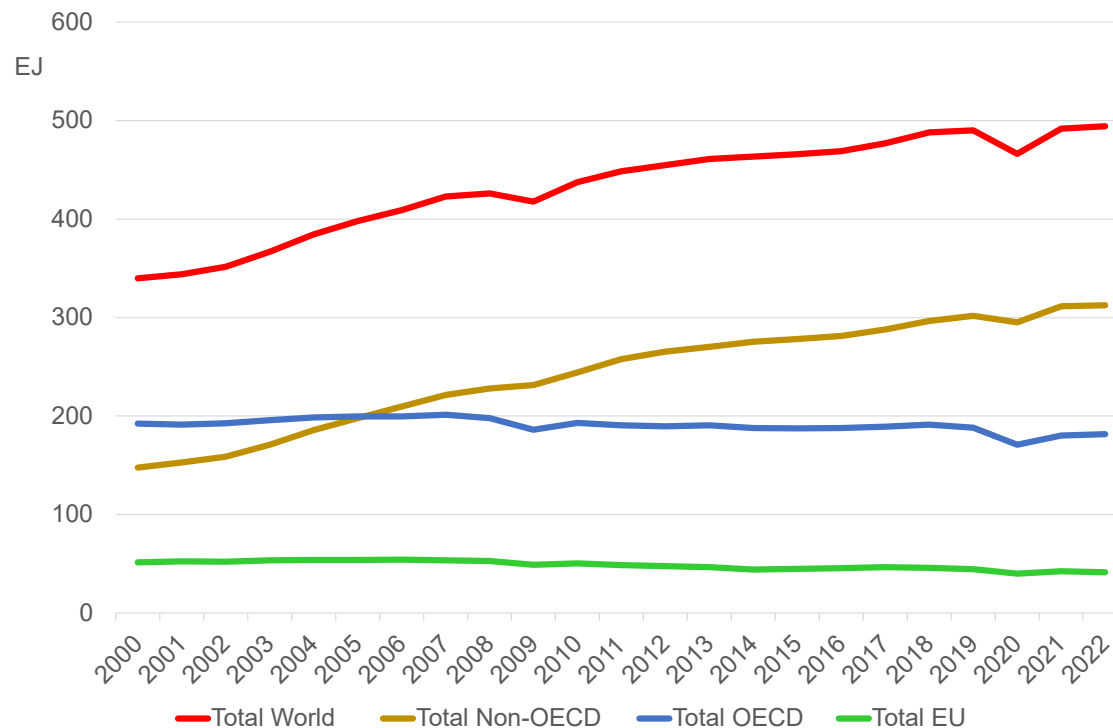
Si le coût de l'énergie (toutes technologies confondues) s'approchait de ces niveaux, le pays en question consommerait tout son PIB pour faire de l'énergie, ce qui est évidemment impossible et absurde.

Productivité énergétique en 2022

	US\$/MWh	Tend. %/a
Total Monde	580	1.35
Non-OCDE	382	1.46
OCDE	894	2.19
Chine	405	1.77
USA	833	1.69
UE	1043	3.63
Inde	311	0.97
Russie	188	1.43
Japon	977	1.52
Corée du Sud	491	1.91
Canada	537	2.19
Arabie séoudite	240	2.23
Allemagne	1209	3.97
Brésil	743	1.03
Indonésie	447	-2.43
Mexique	541	-0.49
France	1157	4.90
Royaume-Uni	1739	3.64
Turquie	690	3.41
Italie	1262	2.02
Australie	1040	2.41
Espagne	915	1.34
Afrique du Sud	274	2.59
Égypte	425	4.31
Argentine	647	-0.07
Suisse	3138	3.02

Corrigé pour l'énergie primaire "input-equivalent".
PIB à USD constants 2015

Consommation des carburants fossiles



Combustibles fossiles 2022

	EJ	% Monde	Tendance 5 ans %/a
Total Monde	494.05	100.0%	0.70
Non-OCDE	312.50	63.3%	1.65
OCDE	181.55	36.7%	-0.82
Chine	130.10	26.3%	2.78
USA	77.74	15.7%	0.27
UE	41.47	8.4%	-2.35
Inde	32.24	6.5%	2.68
Russie	24.94	5.0%	-0.56
Japon	15.14	3.1%	-2.42
Corée du Sud	10.57	2.1%	-0.45
Canada	9.03	1.8%	-0.56
Arabie séoudite	11.49	2.3%	0.06
Allemagne	9.37	1.9%	-3.22
Brésil	6.74	1.4%	-0.76
Indonésie	8.78	1.8%	5.72
Mexique	7.85	1.6%	0.48
France	4.51	0.9%	-2.72
Royaume-Uni	5.47	1.1%	-3.14
Turquie	5.69	1.2%	0.38
Italie	5.12	1.0%	-1.58
Australie	5.12	1.0%	-1.00
Espagne	4.02	0.8%	-1.57
Afrique du Sud	4.54	0.9%	-2.12
Égypte	3.75	0.8%	0.36
Argentine	3.07	0.6%	-0.30
Suisse	0.49	0.1%	-3.20

La consommation mondiale de combustibles fossiles continue d'augmenter (après une fausse impression du contraire au cours des deux dernières années, liée à Covid-19).

La tendance à la baisse dans les pays de l'OCDE est impactée par l'inverse aux États-Unis.

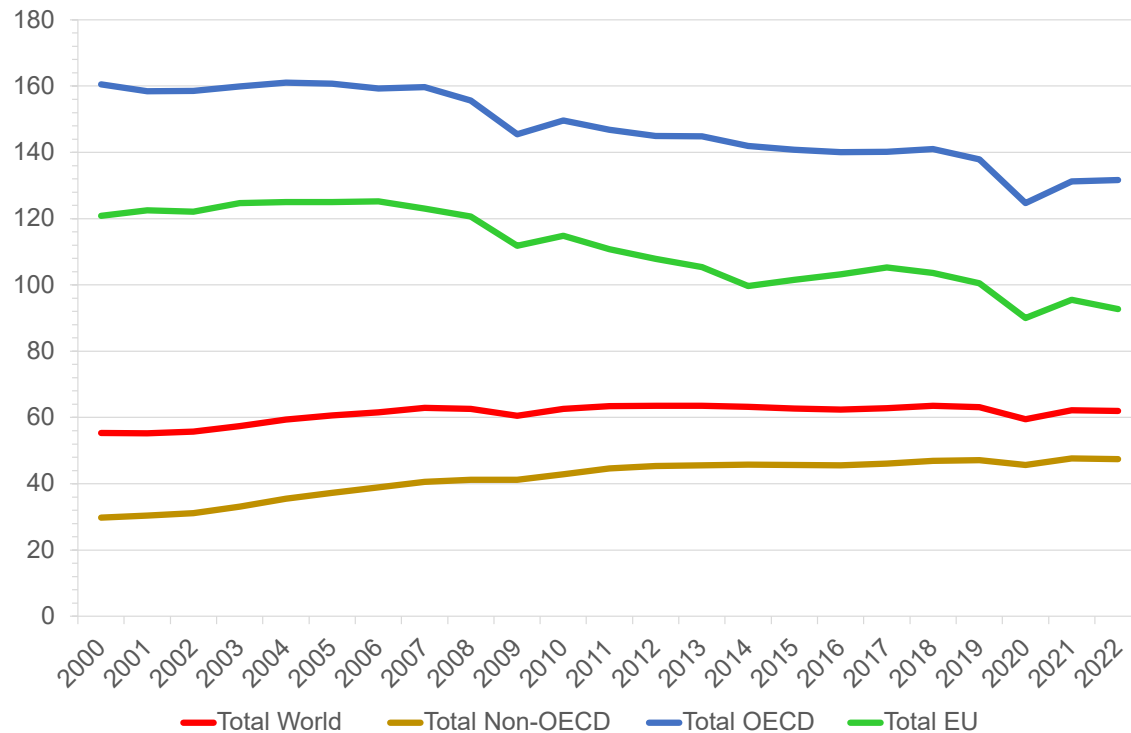
Ils représentent 88,7 % de la consommation mondiale d'énergie et ne sont que lentement rem-

placés par d'autres sources, au rythme de -0,27 % par an.

Ils sont donc essentiels afin que la transition énergétique tant proclamée 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.

Carburants fossiles par habitant



Combustibles fossiles par habitant

	MWh/cap	Tend. %/a
Total Monde	62	-0.26
Non-OCDE	47	0.56
OCDE	132	-1.24
Chine	91	2.55
USA	230	-0.24
UE	93	-2.51
Inde	23	1.75
Russie	172	-0.46
Japon	122	-2.00
Corée du Sud	204	-0.57
Canada	235	-1.56
Arabie séoudite	316	-1.19
Allemagne	112	-3.39
Brésil	31	-1.39
Indonésie	32	4.86
Mexique	62	-0.26
France	70	-2.87
Royaume-Uni	81	-3.56
Turquie	67	-0.39
Italie	87	-1.26
Australie	195	-2.23
Espagne	84	-1.97
Afrique du Sud	76	-3.21
Égypte	34	-1.37
Argentine	68	-0.95
Suisse	57	-3.85

En "Occident" chaque personne consomme moins de combustibles fossiles (une amélioration). Le "reste du monde" continue d'en utiliser davantage (aussi une amélioration).

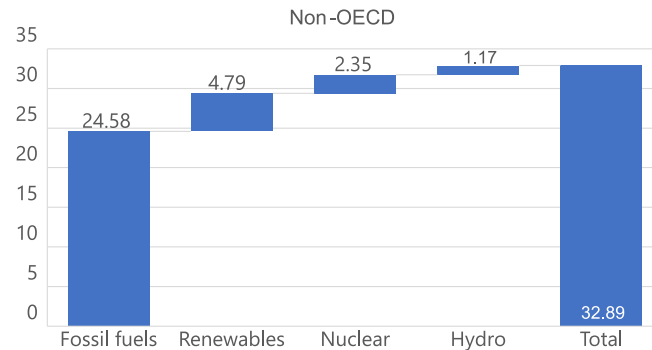
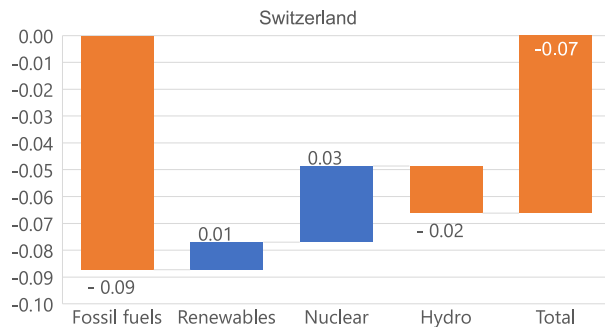
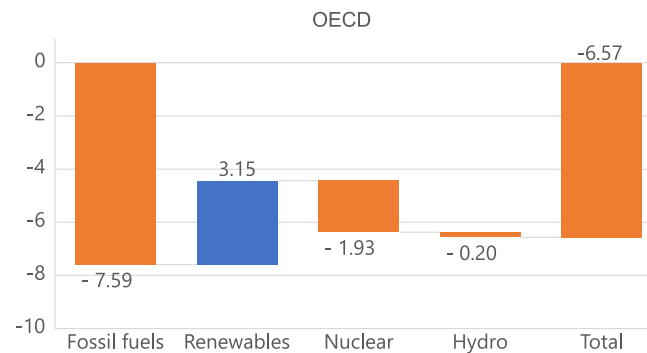
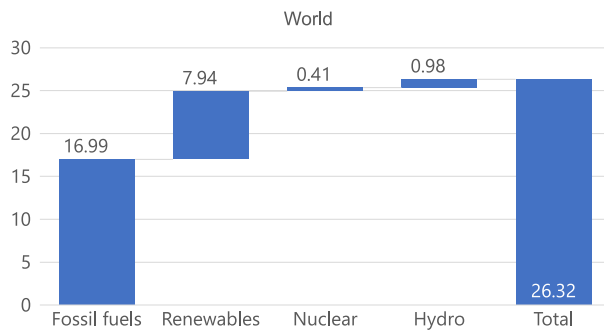
La transformation d'une économie moderne vers plus de services et moins d'industrie explique en partie la différence de tendance.

Les uns en consomment 2,8x plus que les autres.

Cependant, l'argument habituel selon lequel "les activités sales sont exportées vers les pays pauvres" n'est plus valable ; ils se développent également à un rythme rapide, pas seulement dans l'industrie.

Une basse consommation par tête dépend du mix énergétique du pays (avantage du nucléaire et de l'hydraulique, de l'état de développement général et de la maturité technologique (productivité)).

Facteurs d'augmentation ou de réduction



Guide de lecture

- augmentation
- diminution

La consommation mondiale d'énergie a augmenté de 26.32 EJ au cours des cinq dernières années au rythme de 1,0 % par an.

Cette croissance fut réalisée par :

- 16.99 EJ, soit 65 %, sous forme de combustibles fossiles de toutes sortes (pétrole, gaz, charbon).
- 7.94 EJ (30 %) sous forme d'énergies dites renouvelable
- 0,41 EJ (2,5 %) par du nucléaire et
- 0.98 EJ (3,6 %) par de l'hydroélectricité.

Dans les pays de l'OCDE, une augmentation de 6.87 EJ fut obtenue en réduisant les combustibles fossiles (-7.59 EJ), le nucléaire (-1.93 EJ) et en ne modifiant pratiquement pas l'hydroélectricité (-0.2 EJ), et en ne les remplaçant qu'en partie par des énergies renouvelables (3.15 EJ).

Attention: les échelles des quatre diagrammes sont différentes.

Pour leur croissance, les pays non membres de l'OCDE doivent compter 5 à 6 fois plus sur les combustibles fossiles que sur les énergies dites renouvelables, car les moyens pour produire ces dernières ne sont pas suffisants ou trop coûteux.

Dans la plupart des pays développés, la diminution de la consommation de fossiles a été compensée principalement par des renouvelables, mais aussi par une amélioration de la productivité.

L'hydroélectricité a été largement exploitée au cours du 20^e siècle, par conséquent, son potentiel de croissance future est limité.

Les taux de croissance relativement élevés des énergies renouvelables sont principalement dus à leur taille relativement modeste (3,0 % dans le monde, 6,1 % dans l'Union européenne).

Le nucléaire a progressé en Chine, en Inde et en Russie, et au Japon grâce au redémarrage des centrales qui avaient été fermées après Fukushima.

Mais il a subi des fermetures ainsi qu'une longue période de révision et réparation en France.

Performance des dites "renouvelables"

Solaire	2022	Share	Tendance	CF %
Total World	1322.6	100.0%	24.3%	15.8
Non OECD	664.3	50.2%	31.8%	0.0
OECD	658.3	49.8%	18.8%	0.0
Chine	427.7	32.3%	29.4%	13.9
Union Européenne	207.2	15.7%	14.2%	0.0
USA	206.2	15.6%	21.4%	22.6
Japon	102.4	7.7%	13.6%	15.3
Inde	95.2	7.2%	34.7%	19.3
Allemagne	60.8	4.6%	9.4%	11.0
Australie	38.8	2.9%	34.2%	17.8
Espagne	33.8	2.6%	18.8%	21.1
Brésil	30.1	2.3%	53.8% * 4 yr	18.0
Italie	27.5	2.1%	3.0%	13.2
Corées du Sud	27	2.0%	28.5%	15.8
Vietnam	26.4	2.0%	37.9% * 3 yr	0.0
Moyen Orient	23.7	1.8%	82.5%	0.0
France	20.1	1.5%	17.2%	14.2
Mexique	19.3	1.5%	74.3%	25.6
Afrique	18.2	1.4%	21.1%	0.0
Pays-Bas	17.7	1.3%	51.7%	10.8
Turquie	15.9	1.2%	40.5%	0.0
Chili	14.5	1.1%	30.0%	30.9
Royaume-Uni	13.9	1.1%	3.9%	11.2
Suisse	3.7	0.3%	16.8%	11.1

Photovoltaïque et éolien Production 2022, TWh.

Les pays et régions listés font plus de 90% de la production mondiale.

La tendance est la moyenne annuelle de la croissance au cours des 5 dernières années.

Le facteur de charge CF est la moyenne de l'utilisation des capacités nominales (100% signifierait à pleine charge pendant les 8760 heures de l'année).

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!

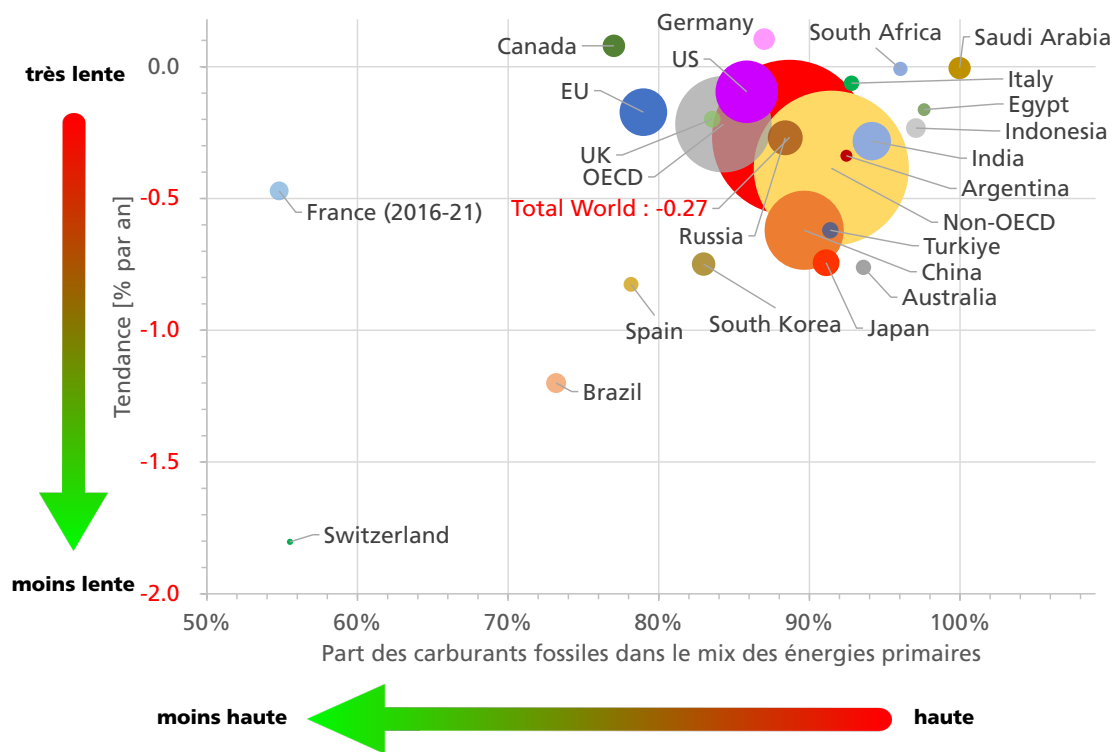
Éolien	2022	Part	Tendance	CF %
Total World	2104.8	100.0%	13%	27.9
OECD	1093.7	52.0%	9%	0.0
Non OECD	1011.2	48.0%	18%	0.0
Chine	762.7	36.2%	20%	25.1
USA	439.2	20.9%	11%	36.6
Union Européenne	420.5	20.0%	6%	0.0
Allemagne	125.3	6.0%	3%	22.0
Brésil	81.6	3.9%	14%	41.1
Royaume-Uni	80.2	3.8%	10%	33.7
Inde	70.0	3.3%	6%	19.5
Espagne	62.7	3.0%	5%	25.0
France	38.0	1.8%	9%	21.8
Canada	37.5	1.8%	4%	28.9
Turquie	35.1	1.7%	14%	0.0
Suède	32.6	1.5%	13%	27.9
Australie	31.7	1.5%	19%	37.9
Afrique	23.9	1.1%	12%	0.0
Pays-Bas	21.2	1.0%	15%	28.3
Italie	20.7	1.0%	3%	20.5
Mexique	20.3	1.0%	14%	32.0
Pologne	19.4	0.9%	5%	29.6
Danemark	19.0	0.9%	5%	30.7
Norvège	14.8	0.7%	39%	33.2
Argentine	14.2	0.7%	88%	49.1

Les taux de croissance sont d'autant plus forts que le niveau de l'implantation d'une technologie est bas.

Ils s'atténuent en Allemagne, signe que les meilleurs projets ont déjà été mis en œuvre.

Le facteur de charge est avant tout déterminé par la position géographique. Pour le solaire, les latitudes moyennes et hautes sont défavorables et exigent des surinvestissements (plus de panneaux) afin d'obtenir une production similaire.

Sevrage des combustibles fossiles



Dans ce diagramme, les surfaces des bulles sont proportionnelles à la consommation totale d'énergies primaires 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 2017-2022.

Plus il est négatif, plus la décarbonisation est rapide. Avec +1.1 % par an, la France se situe en dehors du diagramme, ce qui est dû à l'entretien de son parc nucléaire et à la fermeture de deux réacteurs.

La pandémie de COVID-19 a eu un effet qui s'est déjà gommé.

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

La part des combustibles fossiles dans la consommation d'énergie diminue presque partout, à des rythmes différents.

En comparaison avec cette tendance 5 ans auparavant (2012-2016, avec 0,22 %/a) il y a une très faible accélération du point de vue global, avec les pays suivants qui ont ralenti leur performance : Chine, USA, Canada, Allemagne, Royaume-Uni, Italie, Afrique du sud.

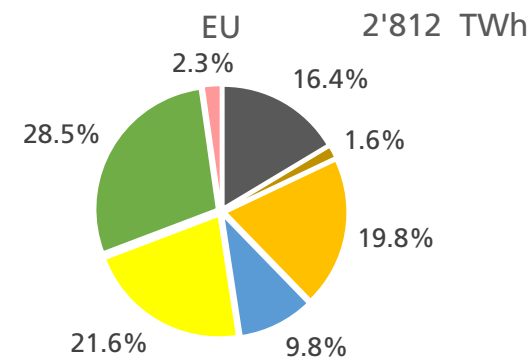
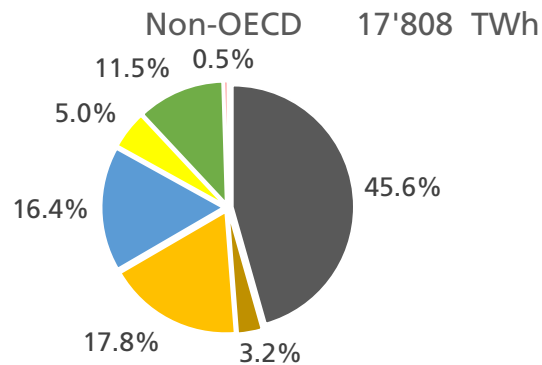
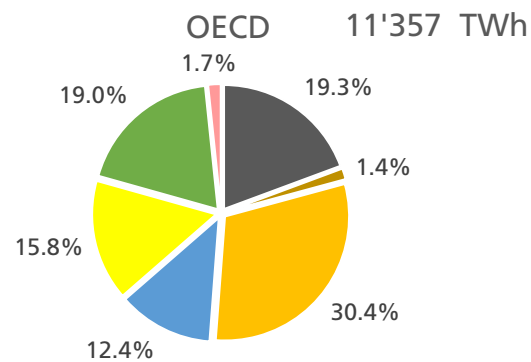
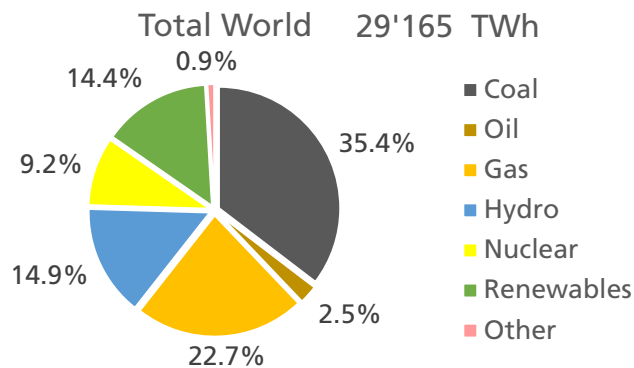
Le cas allemand démontre à quoi mène une stratégie énergétique incohérente; les effets de la guerre en Ukraine ne peuvent pas servir d'explication.

Avec une dépendance globale de 88,7 %, les ressources énergétique sous forme de combustibles fossiles restent indispensables pour assurer la croissance, même dans les pays de l'OCDE. Leur exploration et 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 2022



Total produit: 29'165 TWh en augmentation de 2,3 %.

Part produite à l'aide des 3 types de combustibles fossiles :

Monde	60.6%
Non OCDE	66.6%
OCDE	51.2%
UE	37.7%

La consommation primaire des fossiles et de la matière fissile dépend de l'efficacité de chaque centrale électrique.

Environ 30 % des énergies primaires sous forme de combustibles fossiles sont dédiés à la production d'électricité. Toute l'électricité produite représente 18,8 % de toute les énergies primaires consommées.

Pour décarboniser la production d'électricité, 17'677 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

	Charbon	Pétrole	Gaz	Total
Production électrique	10 317	729	6 631	17 677
Efficacité thermique	33%	35%	50%	
Primaires requises	31 264	2 082	13 263	46 609

le tableau ci-dessus, ce sont 46'609 TWh d'énergies primaires qui devront être remplacés.

De plus, une électrification additionnelle sera nécessaire pour remplacer les autres utilisations fossiles (~91'000 TWh en 2022) 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.

En bref, et pour rappel

- La consommation mondiale d'énergie continue d'augmenter, de 1,0 % par an — le PIB de 2,3 %.
- 88,7 % sont consommés sous forme de combustibles fossiles (seulement 81,8 % selon EI, ce qui n'est pas correct et minimise le problème).
- En gros, deux tiers de la 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 0,27 %. En extrapolant de manière simpliste et linéaire cette tendance, il faudrait 330 ans pour atteindre zéro. La taille compte !
 - Environ 30 % des combustibles fossiles consommés sont utilisés pour produire de l'électricité. La partie restante est utilisée pour les transports, le chauffage domestique et industriel, et pour produire des produits chimiques, du ciment, de l'acier et des plastiques.
 - Trop d'attention est accordée au simple changement du mode de production de l'électricité, en oubliant qu'il ne représente qu'un tiers du défi de la transition énergétique. Il faudra 2 à 3 fois plus de capacités électriques pour satisfaire une demande accrue.
- 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 CO₂ est inutile car il suffit de surveiller les consommations de carburants fossiles. Cela occupe des inutilités, ne sert qu'à blâmer et à faire honte et alimente du blabla sans aider en rien à trouver des solutions.
- Un mot à propos de l'hydrogène: ce gaz est plus un réactif chimique qu'un vecteur énergétique secondaire, des investissements prématurés resteront contre-productifs car cette technologie est encore trop inefficace et les ressources électriques nécessaires sont indisponibles. Il serait absurde de le destiner à simplement brûler dans des moteurs thermiques ou des piles à combustible. Pour sa production et pour produire des synfuels liquides à haute densité énergétique, des investissements importants et robustes en R&D sont indispensables, sans aucune garantie de résultat ni promesse d'abordabilité économique.

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 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.

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 CO₂ 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, 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, ammoniac, acide formique, engrais, plastiques...
 - Carburants synthétiques : processus à haute température, catalyse, systèmes.
3. **Réduction de la demande par la productivité**
 - 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: au fil de l'eau, nucléaire (3^e et 4^e 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.
 - 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 ces sites internet:

www.mr-int.ch

MR's Blog: blog.mr-int.ch,

Un site à propos du climat: climate.mr-int.ch,

Un autre sur les produits phytosanitaires d'origine biologique: 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

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.

