

# 20. La situation énergétique mondiale

## 20.1 - Le Monde et l'énergie

Daniel R. Rousse, ing., Ph.D.

*Département de génie mécanique*

Patrick Belzile, ing., M.ing.

Pierre-Luc Paradis, ing. Ph.D.

Stéphane Hallé, M.Sc.A., Ph.D.

Frédéric Coulombe, M.ing.

Victor Aveline, M.ing.

Gaspard Julier, M.ing.

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Paramètres d'intérêt, population et produit intérieur brut
- La situation énergétique mondiale
- Suivi de la situation énergétique mondiale
- Conclusion

# Plan de la présentation

- ***Introduction et objectifs de la capsule***
- Paramètres d'intérêt, population et produit intérieur brut
- La situation énergétique mondiale
- Suivi de la situation énergétique mondiale
- Conclusion

# Introduction et objectifs

- Pour bien comprendre pourquoi nous changeons progressivement nos sources d'énergie, il faut comprendre, du moins dans ses grandes lignes, la situation énergétique mondiale.
- Il faut par ailleurs savoir quelles sont les tendances de consommation énergétique.

# Introduction et objectifs

- Objectifs de cette présentation
  - Présenter l'agence internationale de l'énergie (IEA) ;
  - Présenter British Petroleum (BP) ;
  - Présenter les paramètres d'intérêt qui conditionnent notre consommation d'énergie ;
  - Discuter la situation énergétique mondiale au XXIe siècle ;
  - Montrer l'évolution de la consommation d'énergie mondiale

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- ***Paramètres d'intérêt, population et produit intérieur brut***
- La situation énergétique mondiale
- Suivi de la situation énergétique mondiale
- Conclusion

# Paramètres d'intérêts

- AIE: Agence Internationale de l'Énergie est un organe autonome constitué en novembre 1974.
- 30 États membres
- Mission:
  - Promouvoir auprès de ses pays membres une politique de **sécurisation des approvisionnements pétroliers** reposant sur une réponse collective aux perturbations;
  - Produire des études et des analyses faisant autorité sur les solutions permettant à ses membres, et au-delà, de disposer d'une **énergie fiable, abordable et propre.**
  - Plusieurs publications (gratuites et payantes):
    - **World Energy Outlook**
    - **Key World Energy Statistics**
    - Towards a more energy efficient future



Source: <http://www.iea.org/>

# Paramètres d'intérêts

- Les scénarios de l'AIE:
  - Stated Policies, STEPS (the impact of existing policy frameworks and today's announced policy intentions)
  - Sustainable Development Scenario (major transformation of the global energy system)
  - « **450 Scenario** »: « A scenario presented in the *World Energy Outlook* that sets out an energy pathway consistent with the goal of limiting the global **increase in temperature to 2°C** by limiting concentration of greenhouse gases in the atmosphere to around **450 parts per million of CO<sub>2</sub>**. »



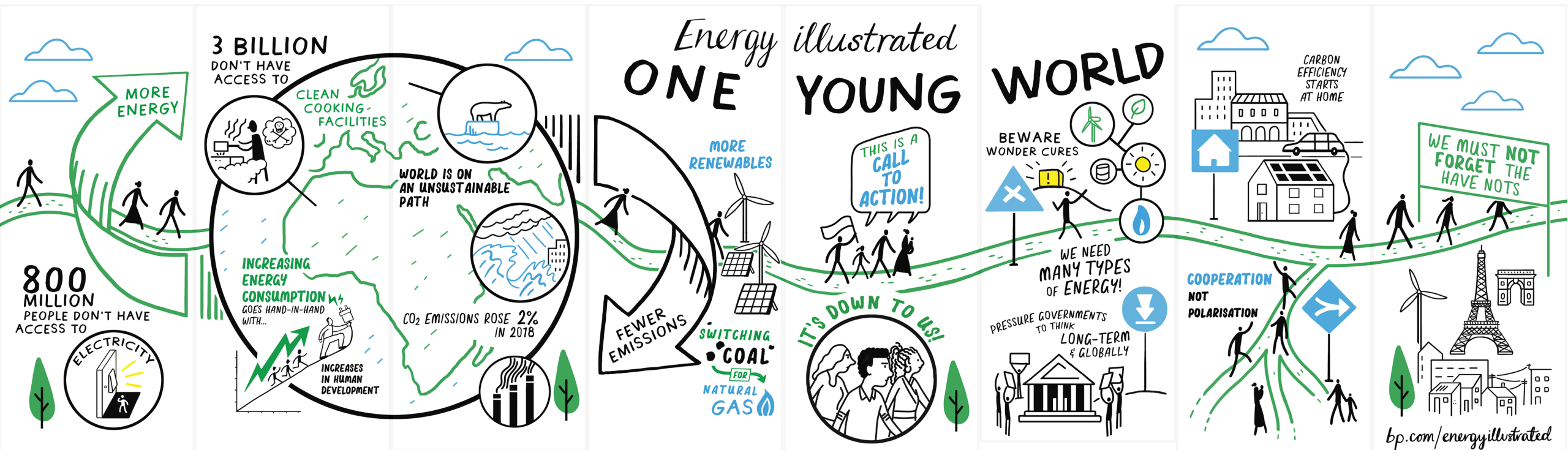
# Paramètres d'intérêts

- bp: British Petroleum, is a British multinational oil and gas company headquartered in London, England. (Wikipedia)
  - Since 1952, the review's **mission** has always been to **provide objective, global data on energy markets** to inform discussion, debate and decision-making.
  - Publications:
    - The BP Statistical Review of World Energy



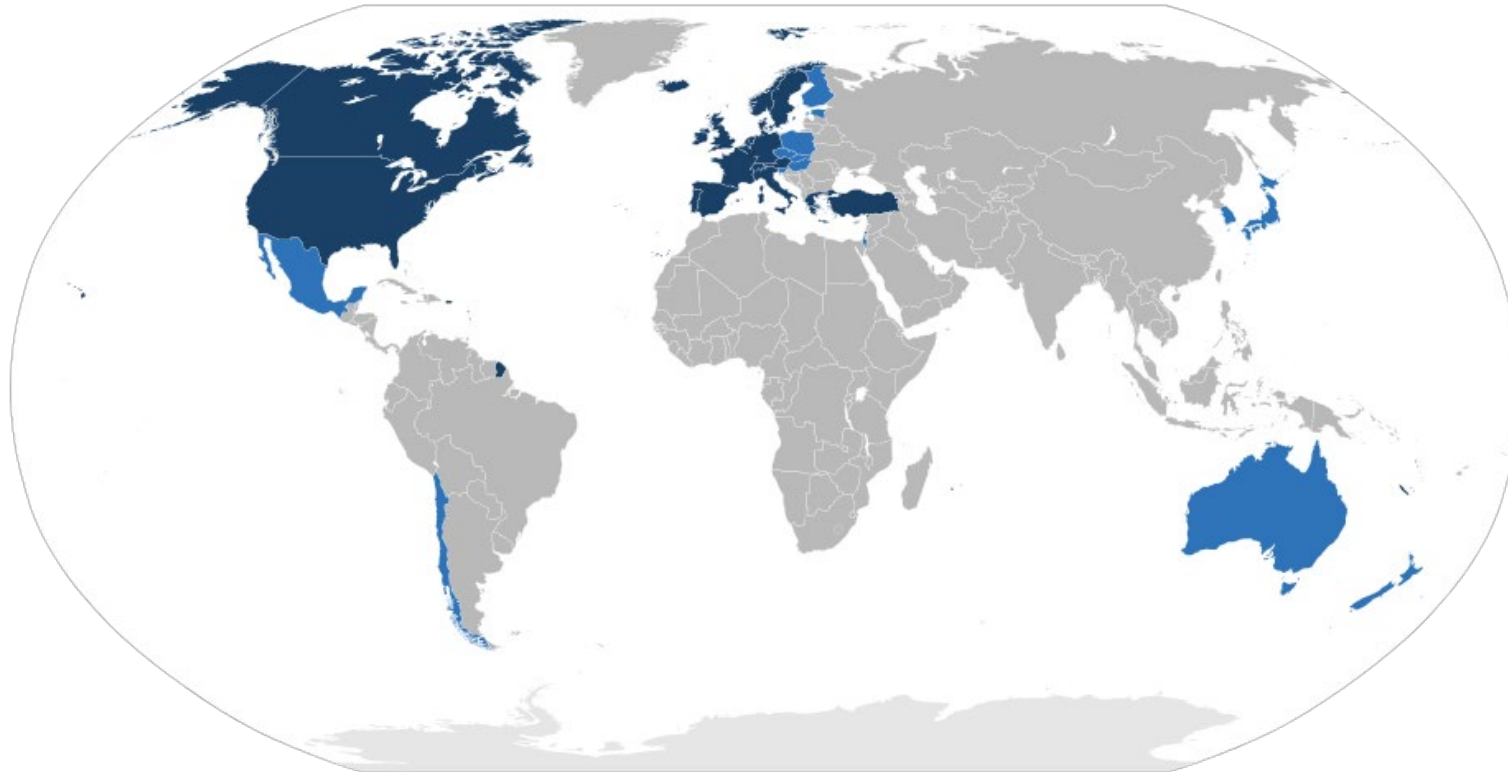
# Paramètres d'intérêts

- La synthèse de la problématique de l'énergie dans le monde par BP :
  - BP Energy Illustrated : [Episode 6. Live at One Young World](#) (Commencer à 8:00)



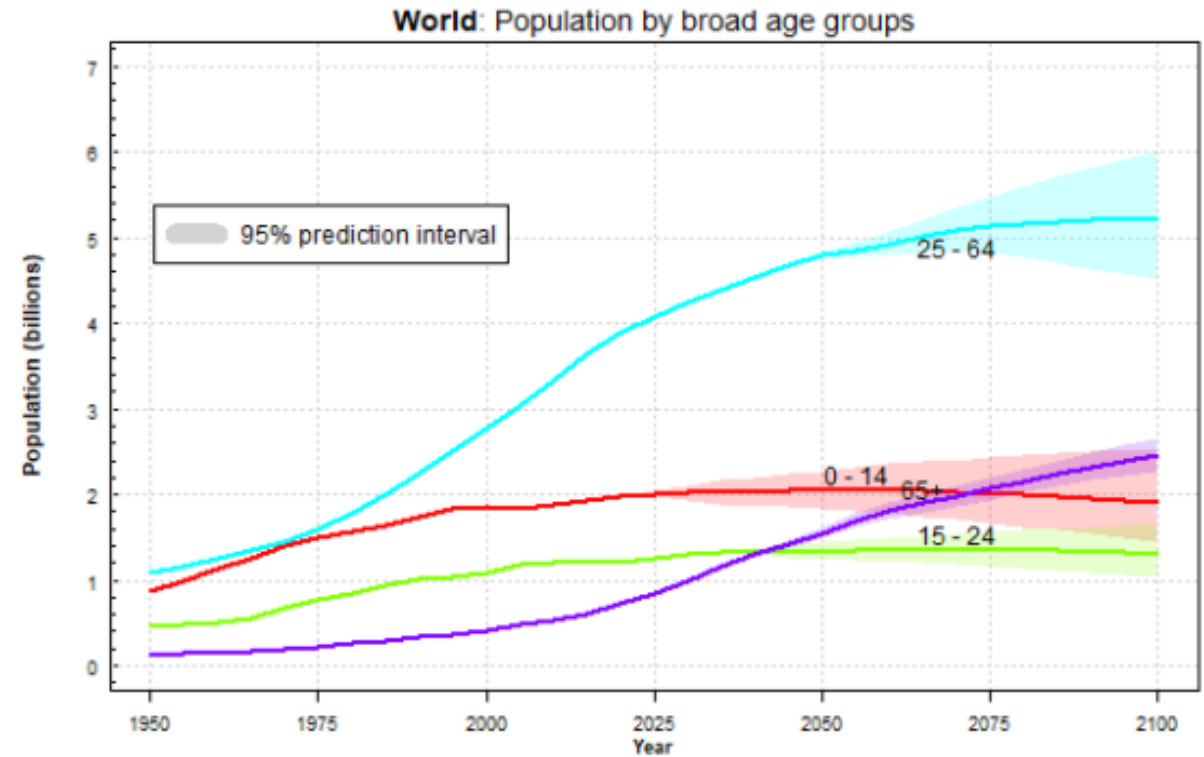
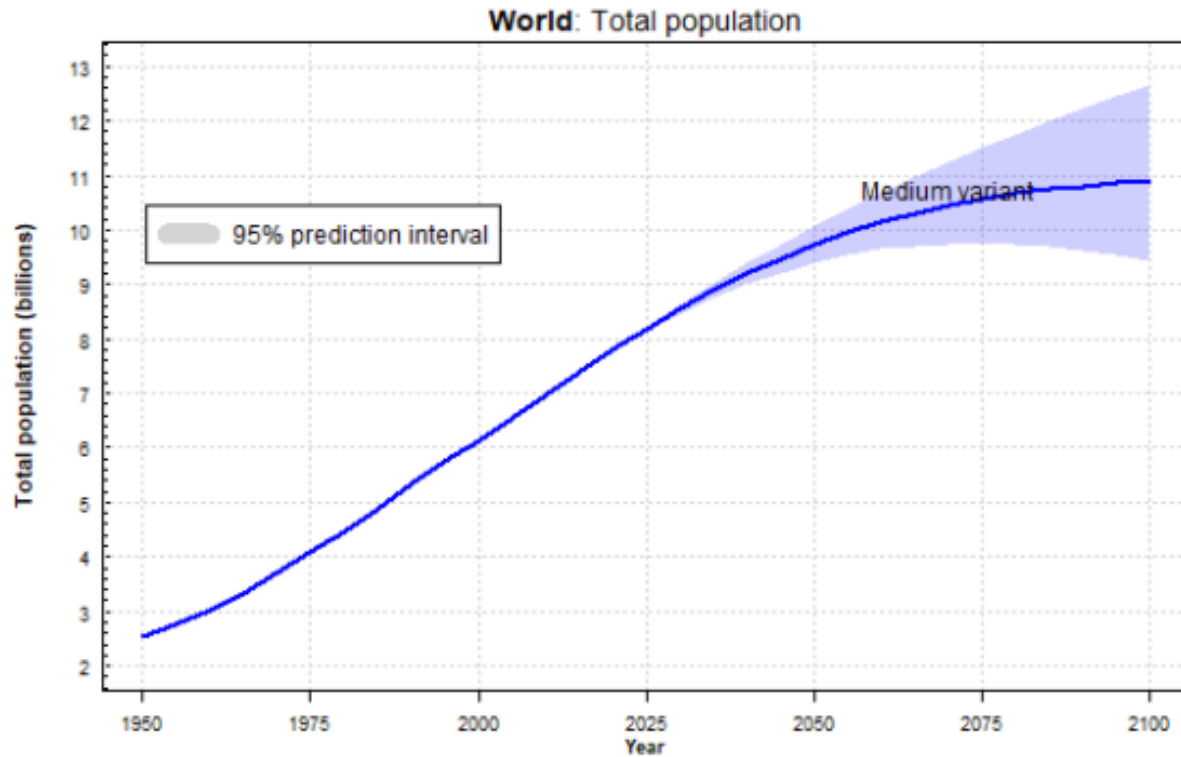
# Paramètres d'intérêts

- **OCDE:** L'Organisation de Coopération et de Développement Economiques, est une organisation internationale d'études économiques, dont les pays membres (des **pays développés** pour la plupart) ont en commun un système de **gouvernement démocratique** et une **économie de marché**.



Source: Wikipédia

# Population mondiale



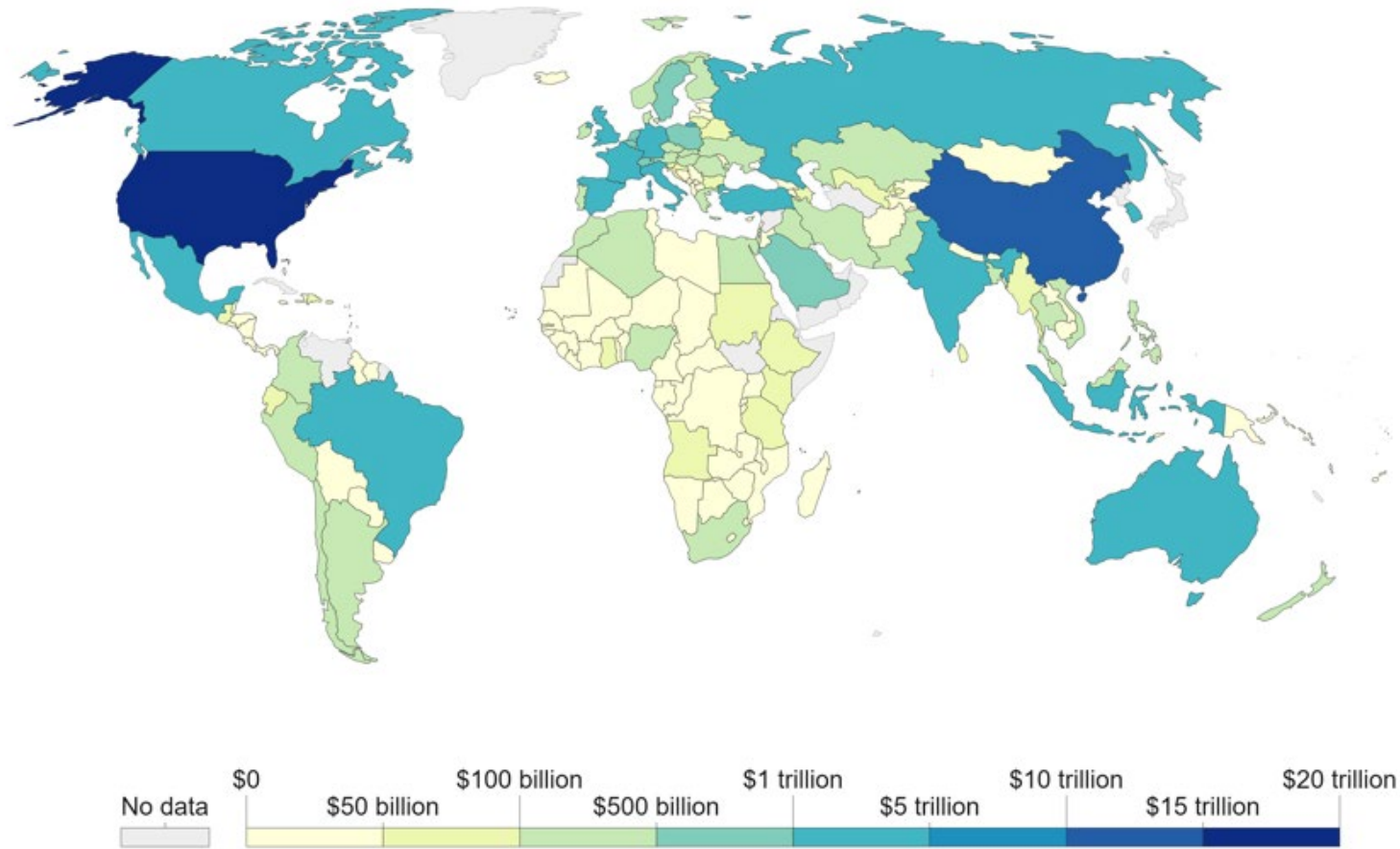
UN, World Population Prospects (2019)  
<https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles>

# Produit intérieur brut (PIB ou GDP)

## Gross Domestic Product, 2020

Gross domestic product adjusted for price changes over time (inflation) and expressed in US-Dollars.

Our World  
in Data



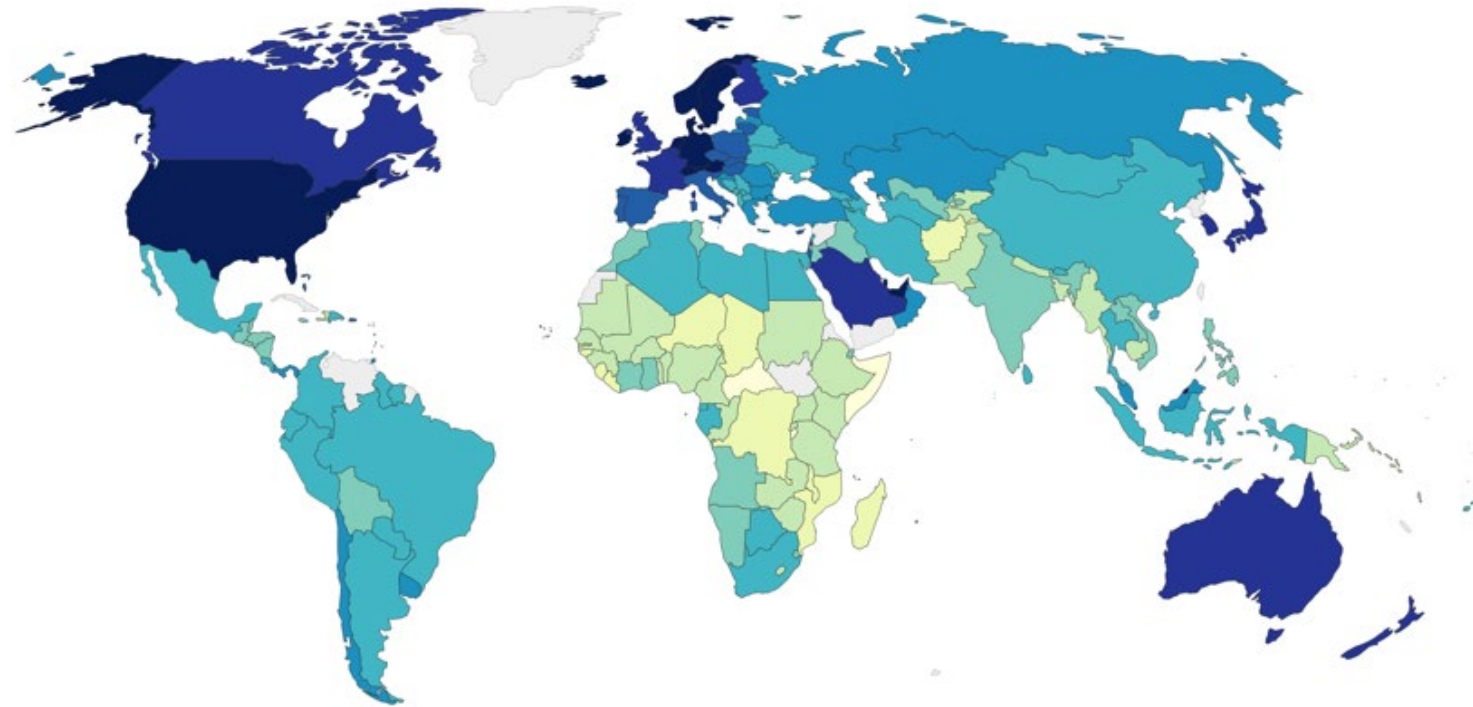
Source: World Bank and OECD

OurWorldInData.org/economic-growth • CC BY

# Produit intérieur brut par capita

GDP per capita, 2020  
Measured in constant international-\$.

Our World  
in Data



Source: Data compiled from multiple sources by World Bank

OurWorldInData.org/economic-growth • CC BY

# Produit intérieur brut

- PIB: Produit intérieur brut
  - Définition : valeur totale des produits et services produits à l'intérieur du pays durant l'année
  - Indicateur économique principal de la production économique d'un pays
  - Son évolution sert à indiquer la croissance économique d'un pays
  - PIB/habitant = indice du niveau de vie
  - ... mais une mesure très incomplète (inégalités, env., etc.)

**Notion fondamentale d'économie qui mène l'humanité à la catastrophe**  
**D. R. Rouse**

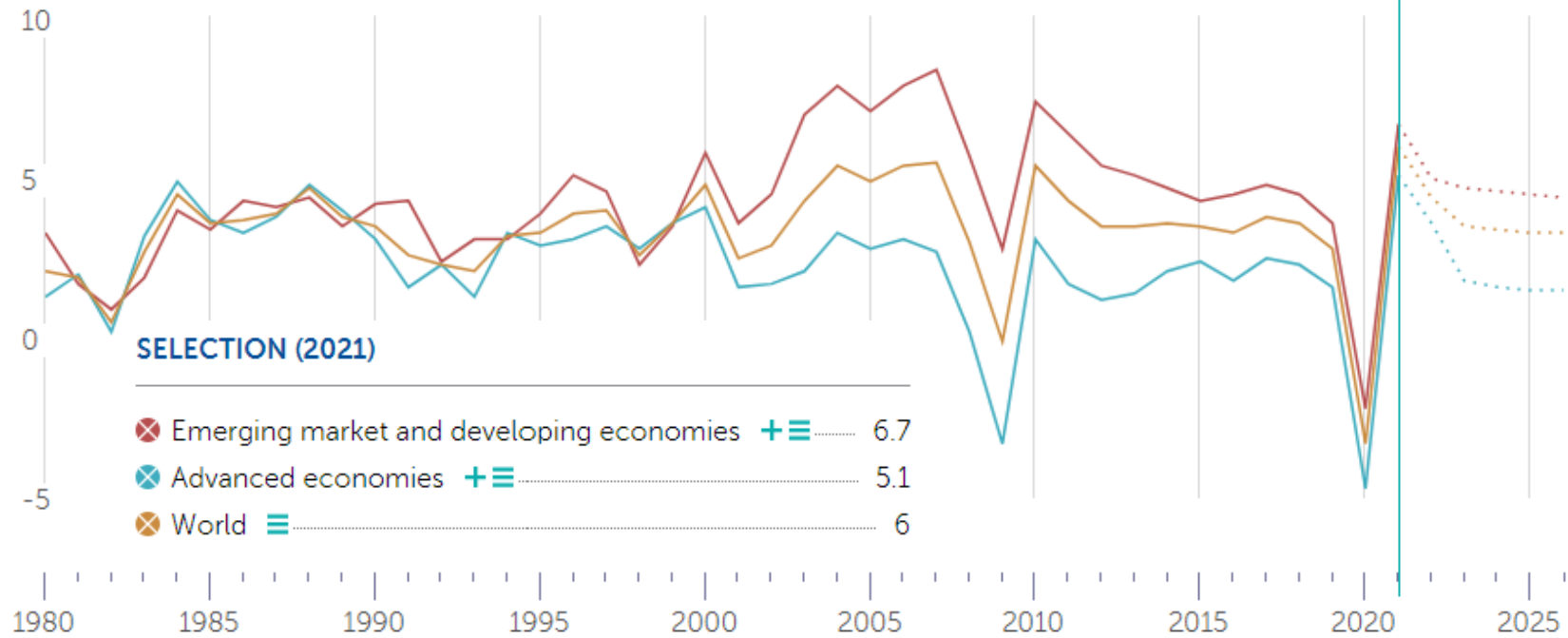
**Source: Wikipédia et le Grand dictionnaire terminologique (GDT)**

# Produit intérieur brut



## TREND (1980-2026)

Annual percent change



## COUNTRY PROFILE, KEY INDICATORS

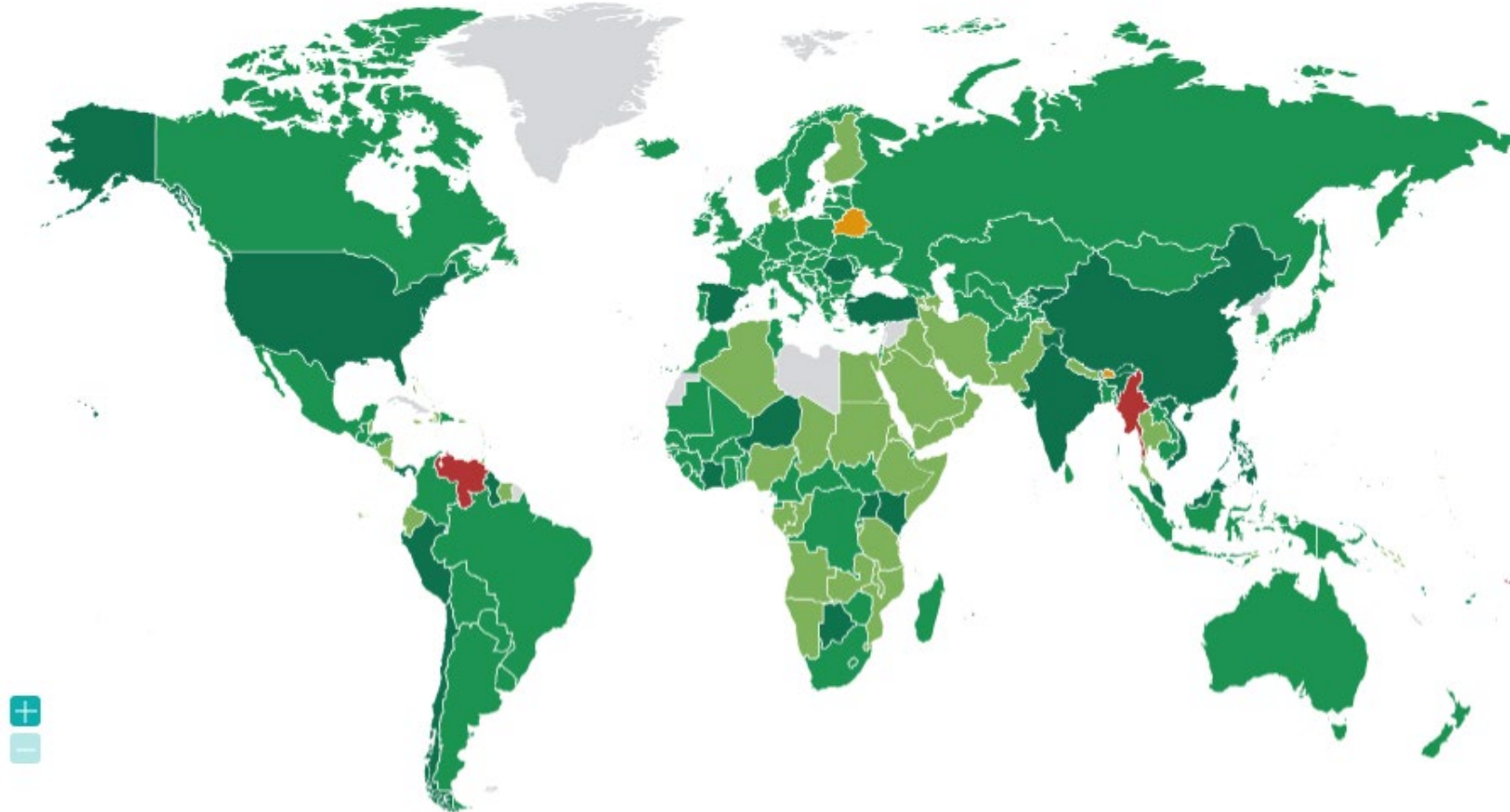


# Produit intérieur brut

MAP (2021)



● 6% or more ● 3% - 6% ● 0 - 3% ● -3% - 0 ● less than -3% ● no data

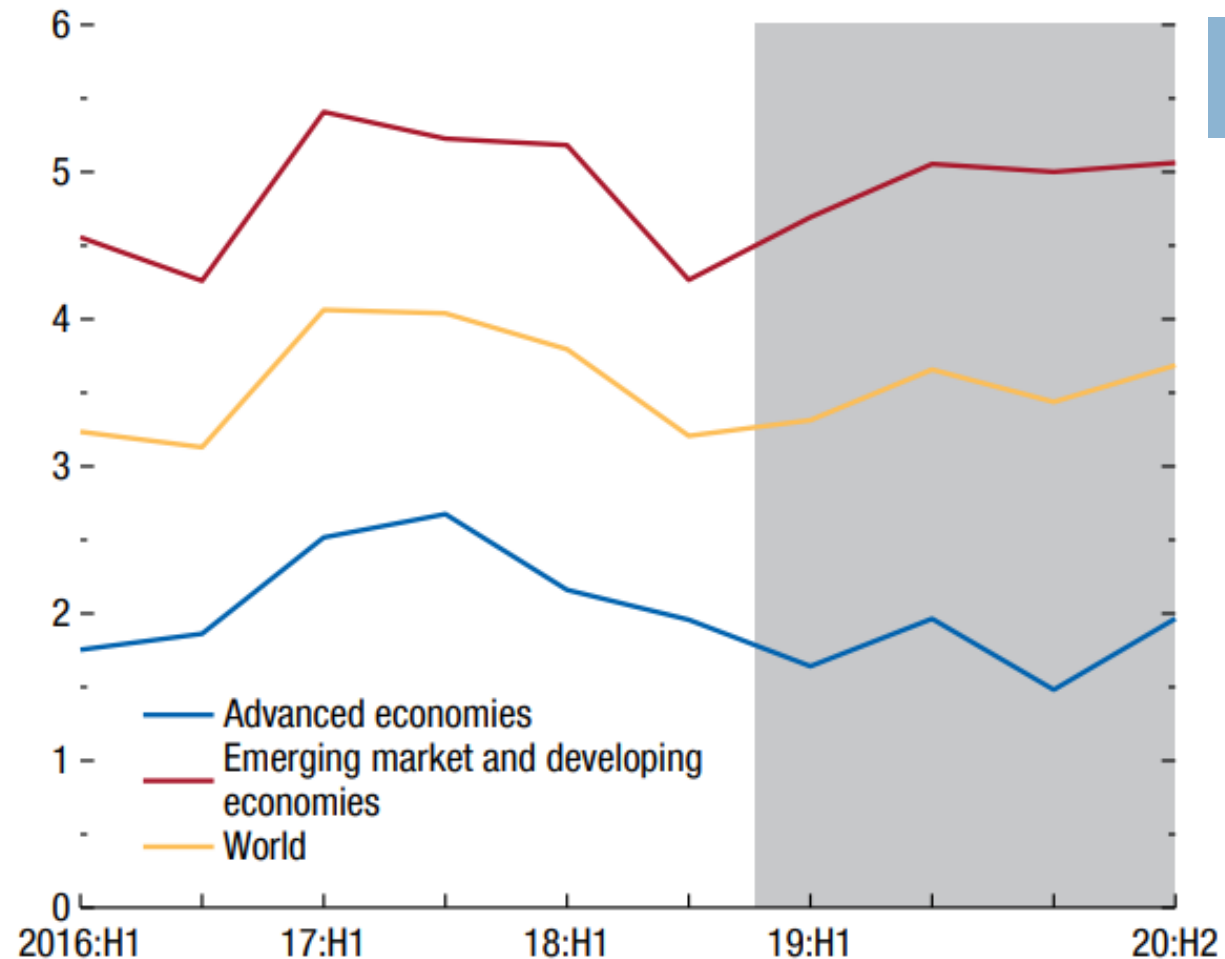


[Real GDP growth, IMF DataMapper](#)

# Produit intérieur brut



- **Qu'est-ce qui est terrifiant dans ce graphique?**
  - La croissance mondiale devrait se stabiliser au premier semestre 2019 et se raffermir par la suite.



FMI, World Economic Outlook (2019)

# Question

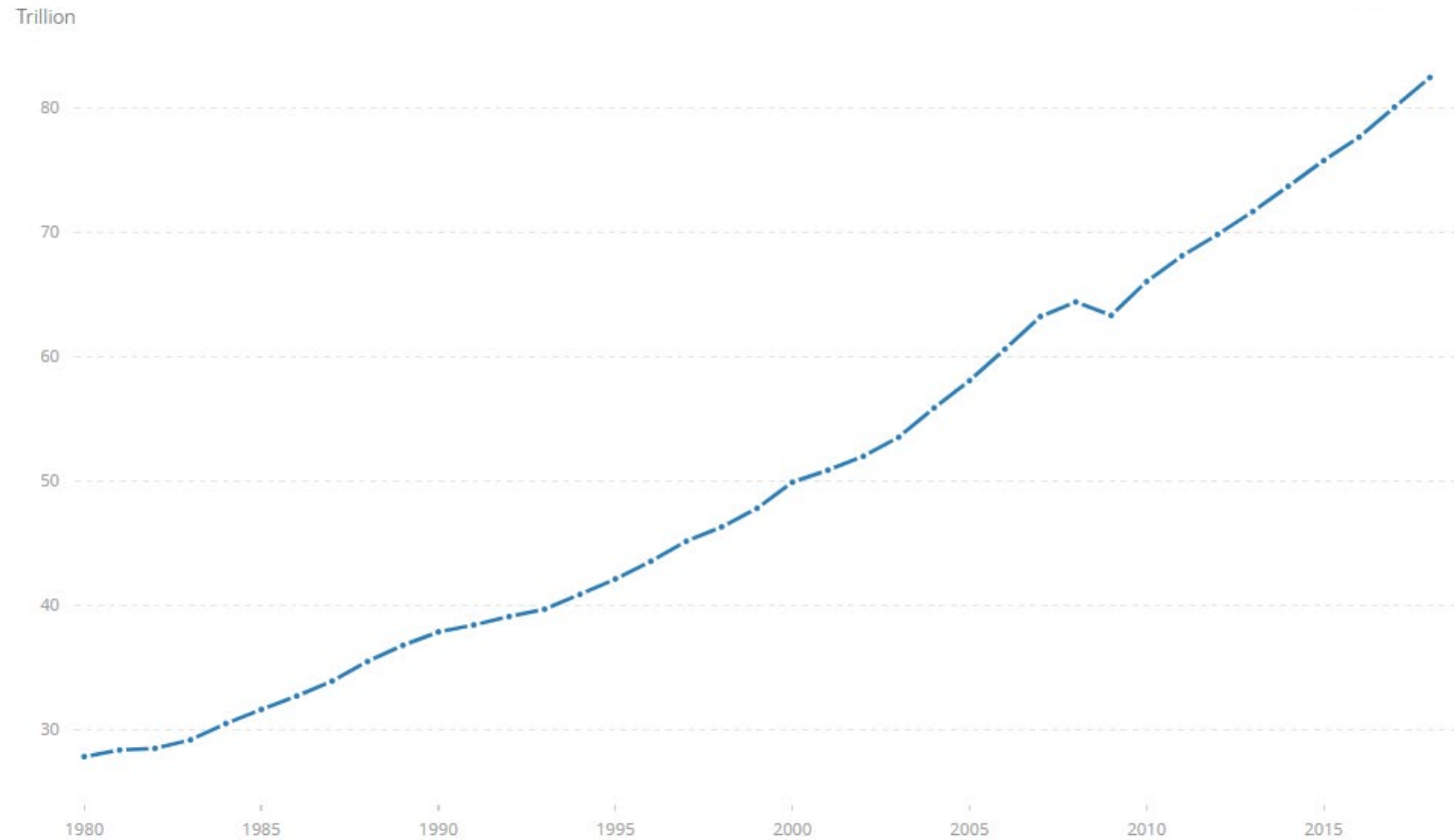
- Depuis 15 ans, à 1 % près, les progrès technologiques, les programmes d'efficacité énergétique et la sensibilisation citoyenne ont permis de faire baisser la consommation moyenne par citoyen de ...
  1. 0%
  2. 5%
  3. 10%
  4. 15%

# Produit intérieur brut



ENR2020

- Évolution du PIB mondial de 1980 à 2020



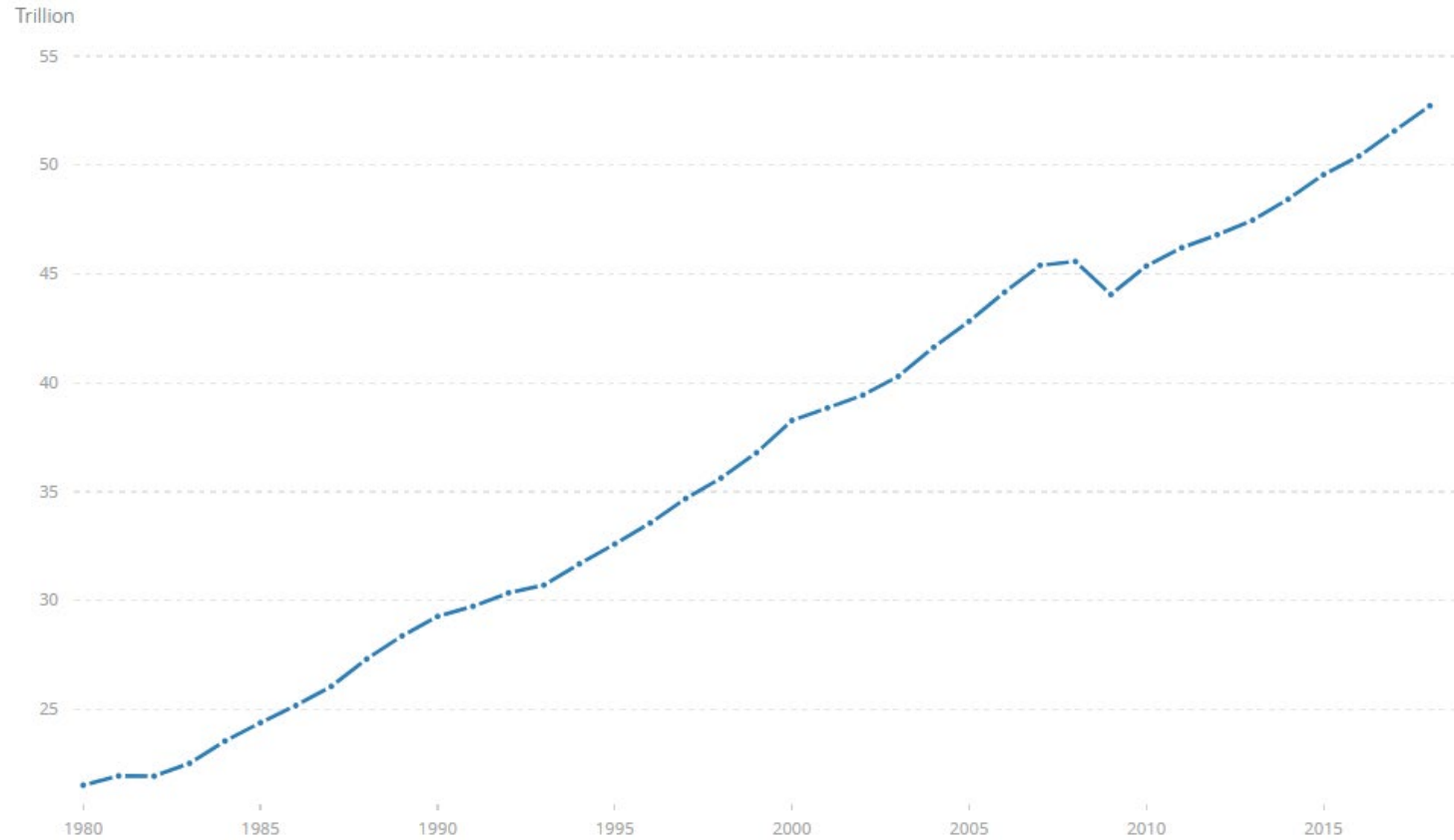
#3

#4

The World Bank (2020)

# Produit intérieur brut

- Évolution du PIB des pays développés de 1980 à 2020



The World Bank (2020)

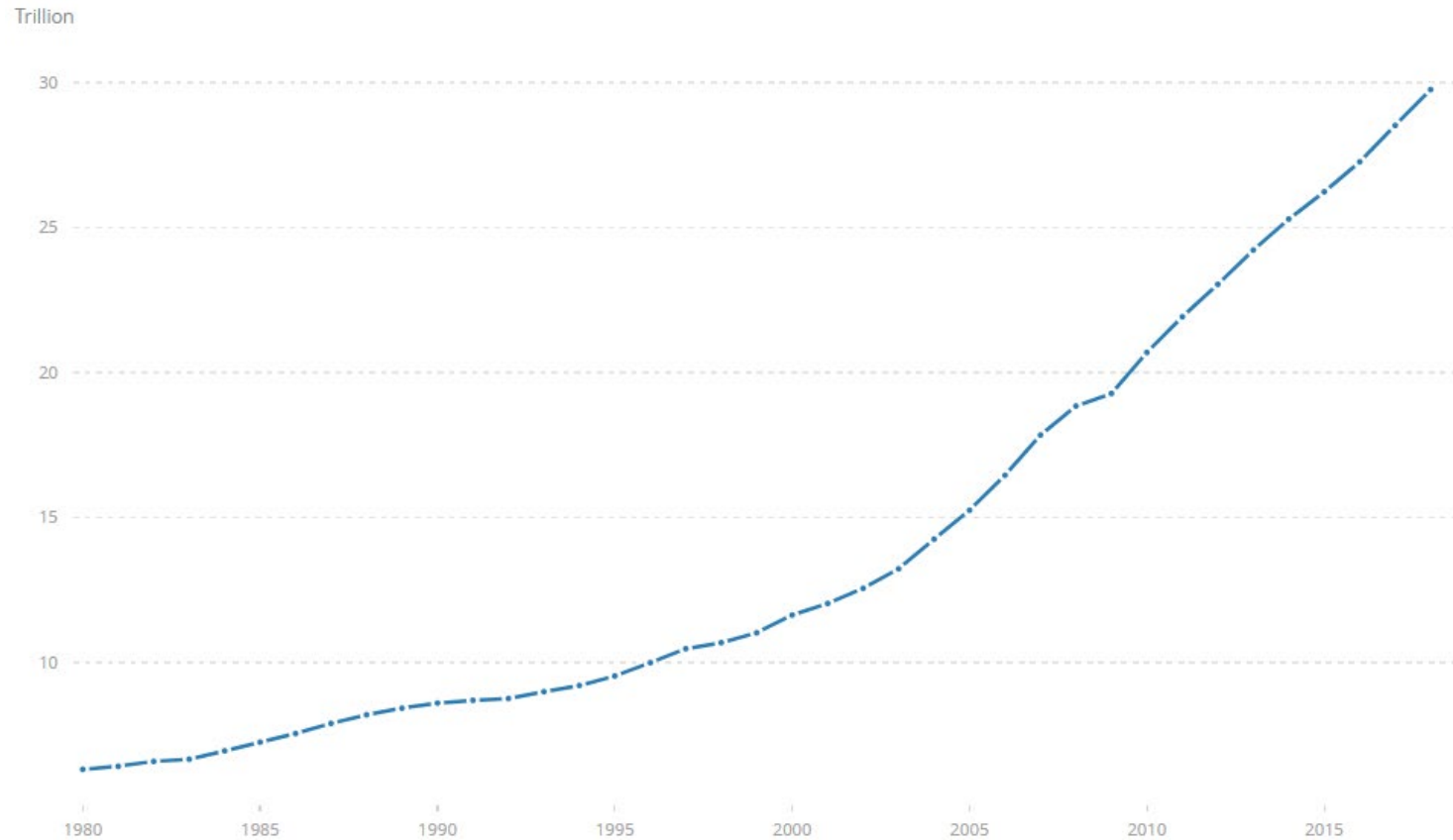
# Produit intérieur brut



ENR2020

#5

- Évolution du PIB des pays peu et moyennement développés



The World Bank (2020)

# Question

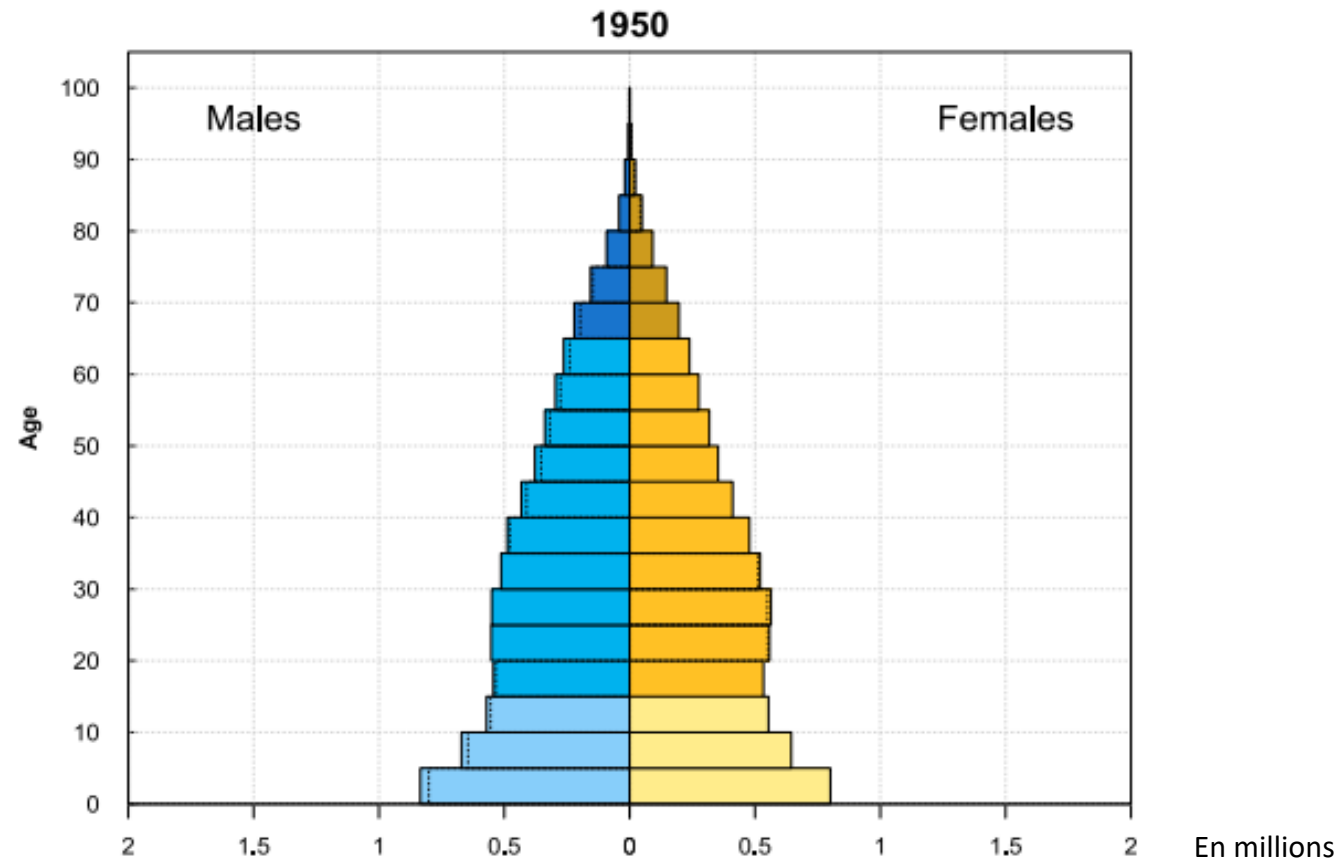
- Quelle est la proportion de renouvelable dans la consommation d'énergie primaire mondiale ...
  - A. 0,5%
  - B. 10%
  - C. 20%
  - D. 30%
  - E. 40%

**Au démarrage de ce cours (2010), c'était sous la barre de 10%. Aujourd'hui, selon l'IRENA, l'IEA ou d'autres, on arrive à des chiffres différents. Certains, parlent d'énergie finale, incluent ou non différents usages de l'énergie, etc. Mais, ici on s'accorde à dire que c'est environ 13%.**

**J'aimerais mieux que E, espère D et pense que C sera atteint en 2030.**

# Population du Canada

- Pyramide des âges du Canada en 1950 (classée par âge et sexe)

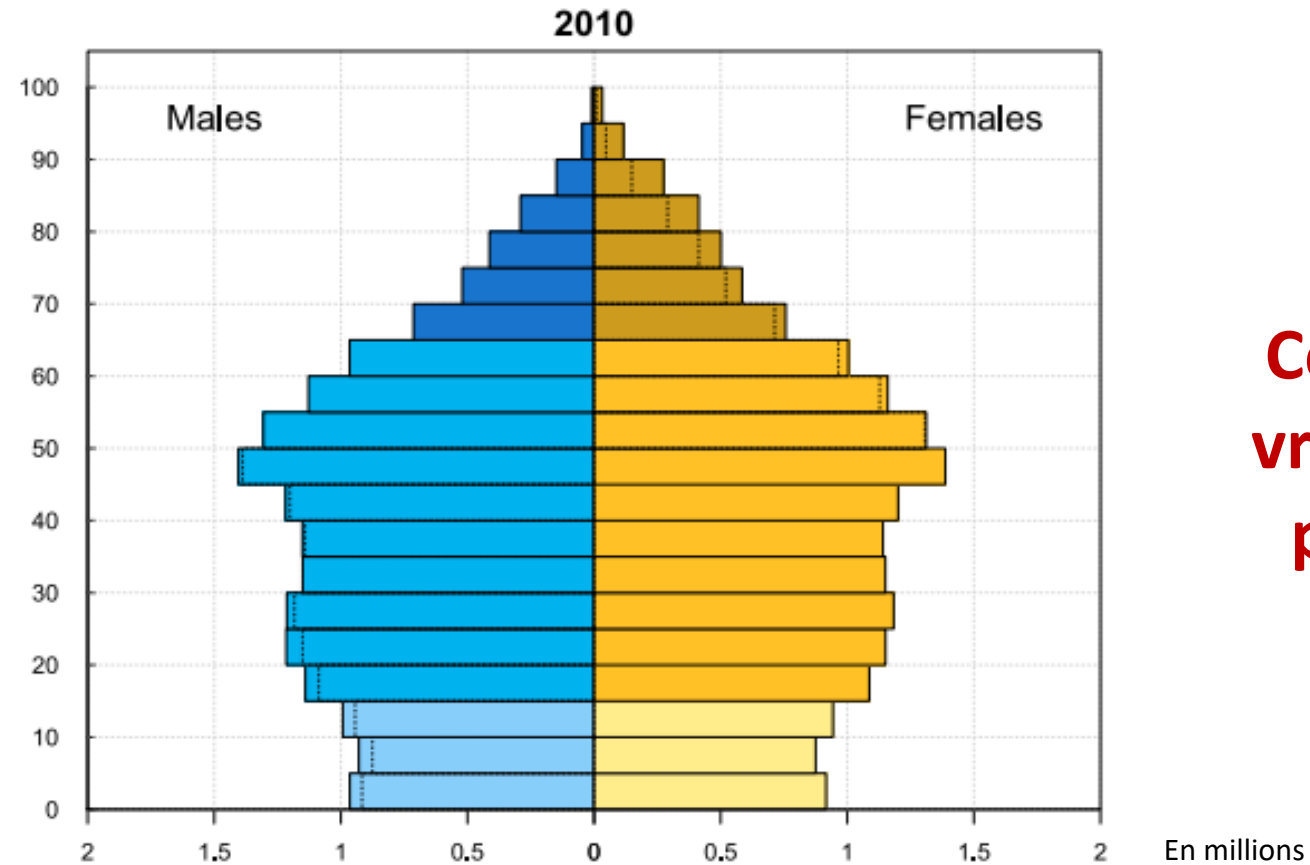


UN, World Population Prospects (2017)



# Population du Canada

- Pyramide des âges du Canada en 2010 (classée par âge et sexe)

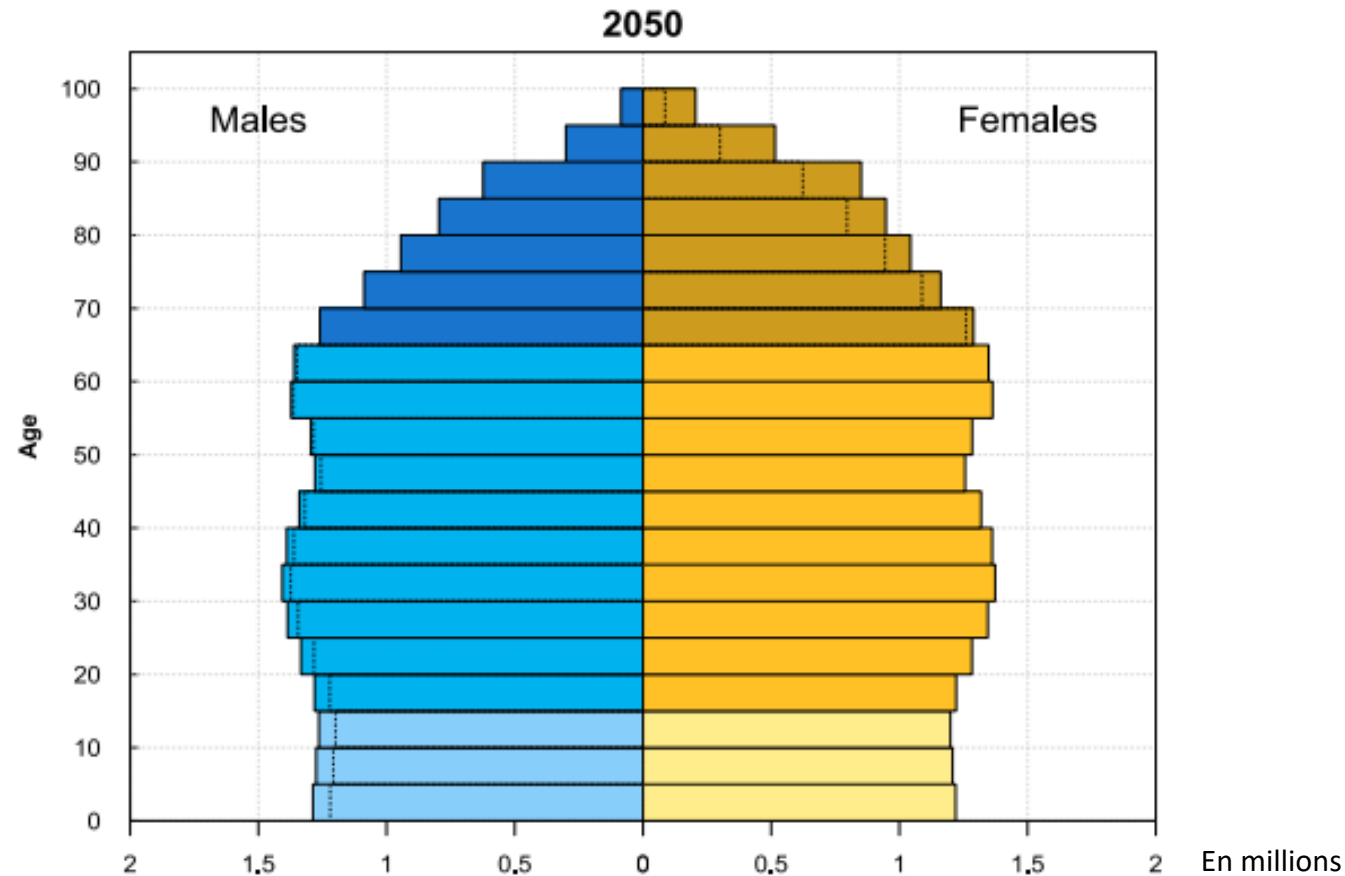


UN, World Population Prospects (2017)

**Ce n'est plus  
vraiment une  
pyramide !**

# Population du Canada

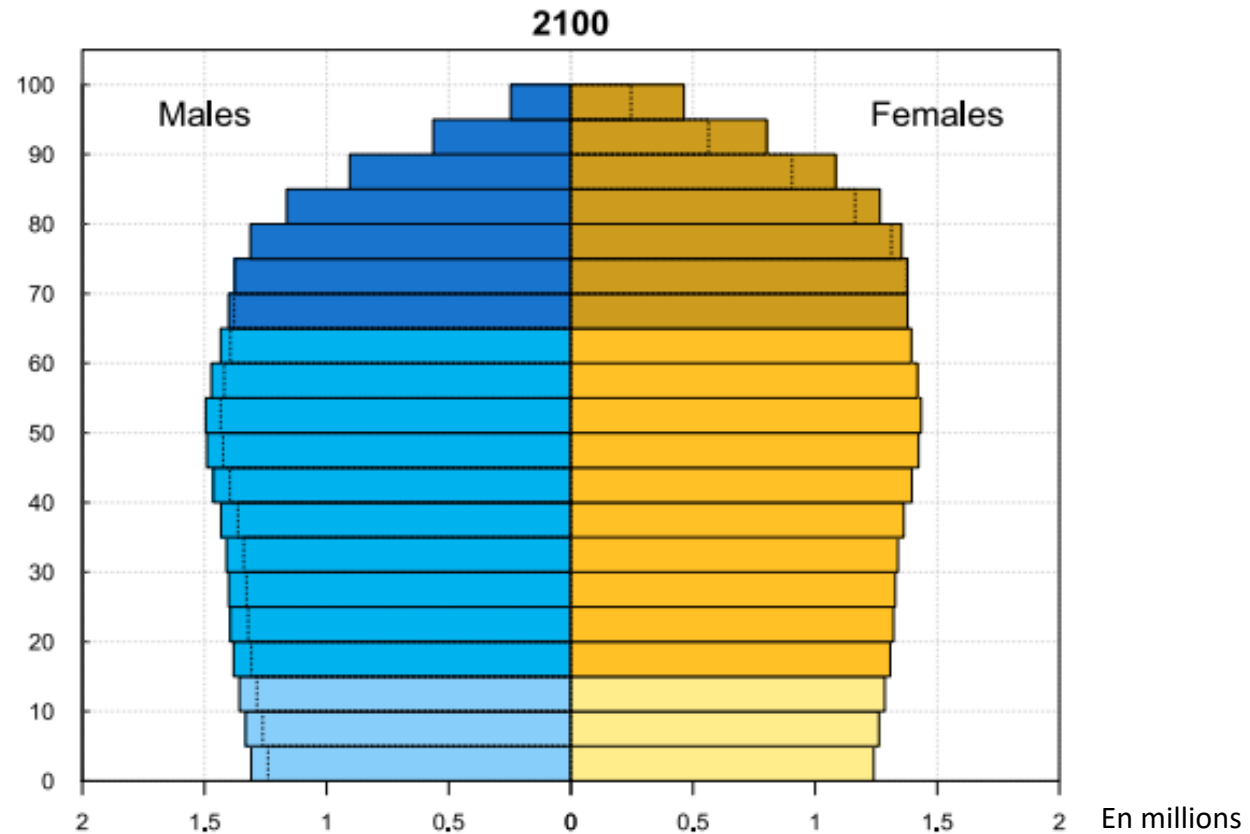
- Pyramide des âges du Canada prévue en 2050 (classée par âge et sexe)



UN, World Population Prospects (2017)

# Population du Canada

- Pyramide des âges du Canada en 2100 (classée par âge et sexe)



UN, World Population Prospects (2017)

# Population du Canada

## Canada

	2010
Total population (thousands) .....	34 126
Population density (persons per square km) .....	3
Percentage of population under age 15 .....	16.5
Percentage of population age 15-24.....	13.5
Percentage of population age 15-64.....	69.4
Percentage of population aged 65+ .....	14.2
	2005-2010
Annual rate of population change (percentage) .....	1.1
Total fertility (children per woman).....	1.63
Under-five mortality (5q0) per 1,000 live births ....	6
Life expectancy at birth (years) .....	80.5



UN, World Population Prospects (2012)

# Population de la Chine

## China

	2010
Total population (thousands) .....	1 359 821
Population density (persons per square km) .....	142
Percentage of population under age 15 .....	18.1
Percentage of population age 15-24 .....	17.8
Percentage of population age 15-64 .....	73.5
Percentage of population aged 65+ .....	8.4
	2005-2010
Annual rate of population change (percentage) .....	0.6
Total fertility (children per woman) .....	1.63
Under-five mortality (5q0) per 1,000 live births .....	21
Life expectancy at birth (years) .....	74.4



UN, World Population Prospects (2012)

# Population de la France

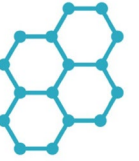
## France

	2010
Total population (thousands) .....	63 231
Population density (persons per square km) .....	115
Percentage of population under age 15 .....	18.4
Percentage of population age 15-24 .....	12.5
Percentage of population age 15-64 .....	64.8
Percentage of population aged 65+ .....	16.8
	2005-2010
Annual rate of population change (percentage) .....	0.6
Total fertility (children per woman) .....	1.97
Under-five mortality (5q0) per 1,000 live births .....	4
Life expectancy at birth (years) .....	80.9



UN, World Population Prospects (2012)

# Plan de la présentation



ENR2020

- Introduction et objectifs de la capsule
- Paramètres d'intérêt, population et produit intérieur brut
- ***La situation énergétique mondiale***
- Suivi de la situation énergétique mondiale
- Conclusion

#6

#7

# Situation énergétique mondiale

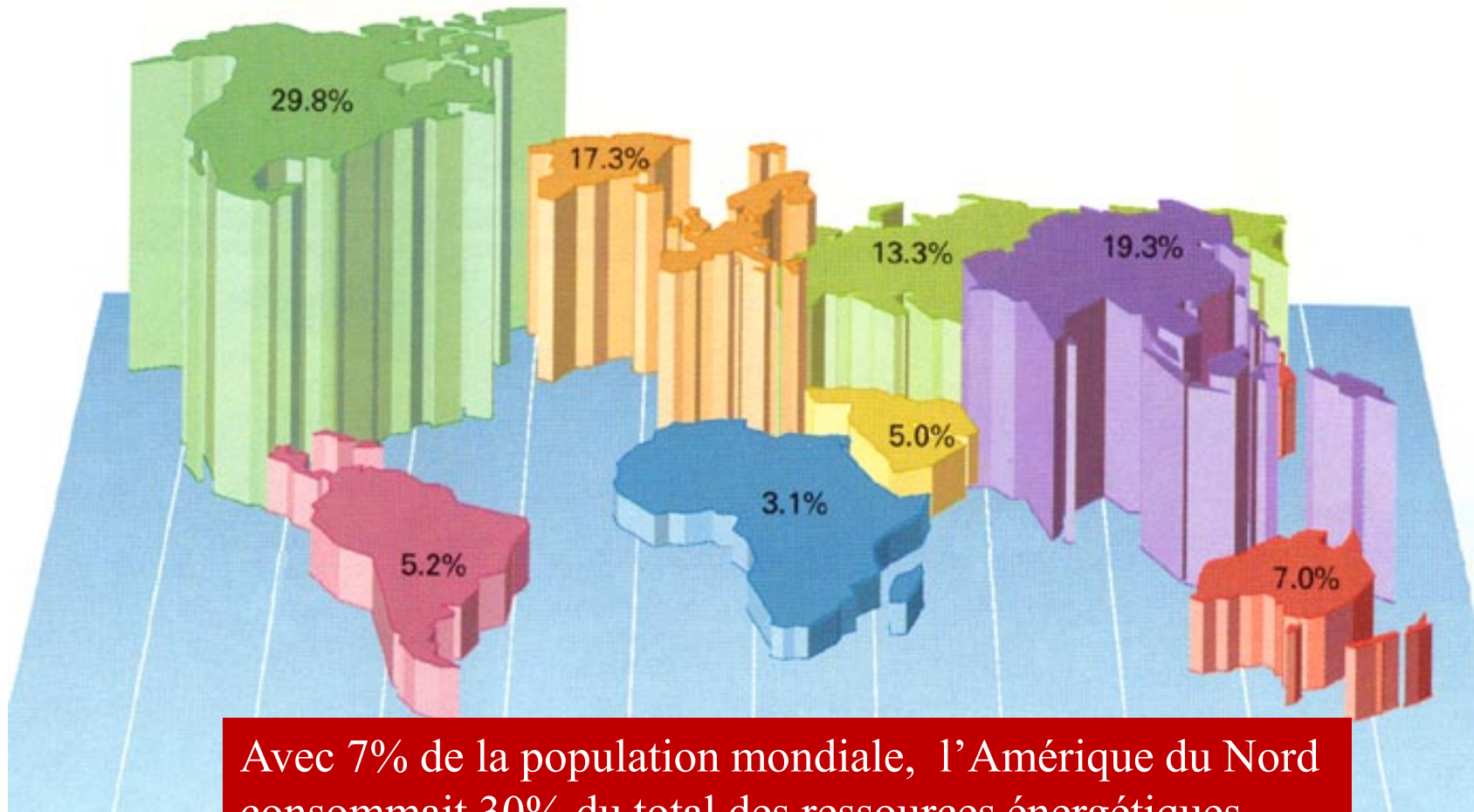


Répartition de la consommation énergétique mondiale, 2001.

ENR2020

#8

#9



Avec 7% de la population mondiale, l'Amérique du Nord consommait 30% du total des ressources énergétiques.

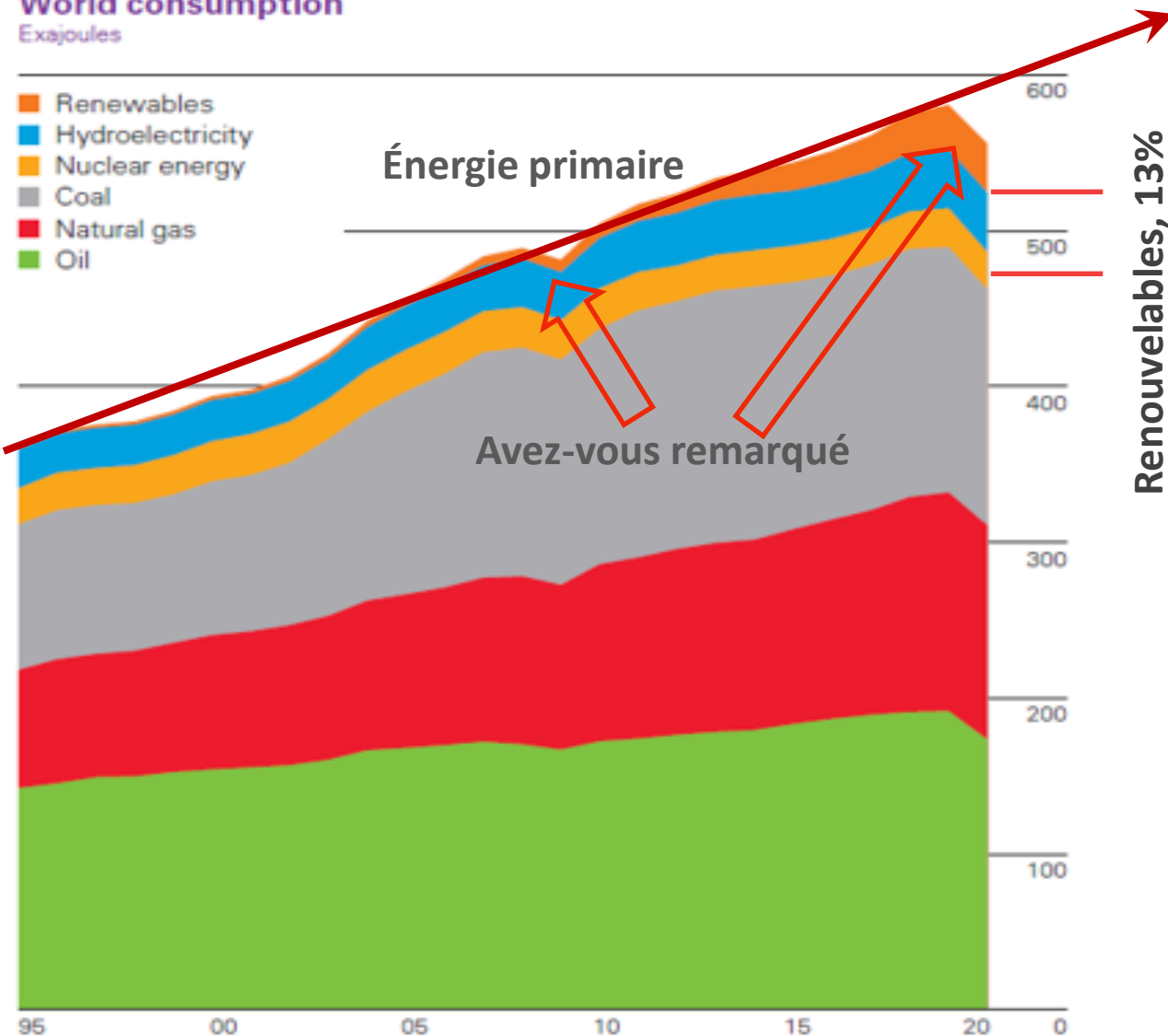


# Question

- Combien d'énergie le monde consomme-t-il ?
  1. 5 000 Mtep (env. 210 EJ)
  2. 7 700 Mtep (env. 320 EJ)
  3. Plus de 10 000 Mtep (env. 420 EJ)
- Quelle fraction de cette consommation consommait-on il y a 40 ans ?
  1. 90%
  2. 70%
  3. 50%
  4. 30%

# Situation énergétique mondiale

World consumption  
Exajoules



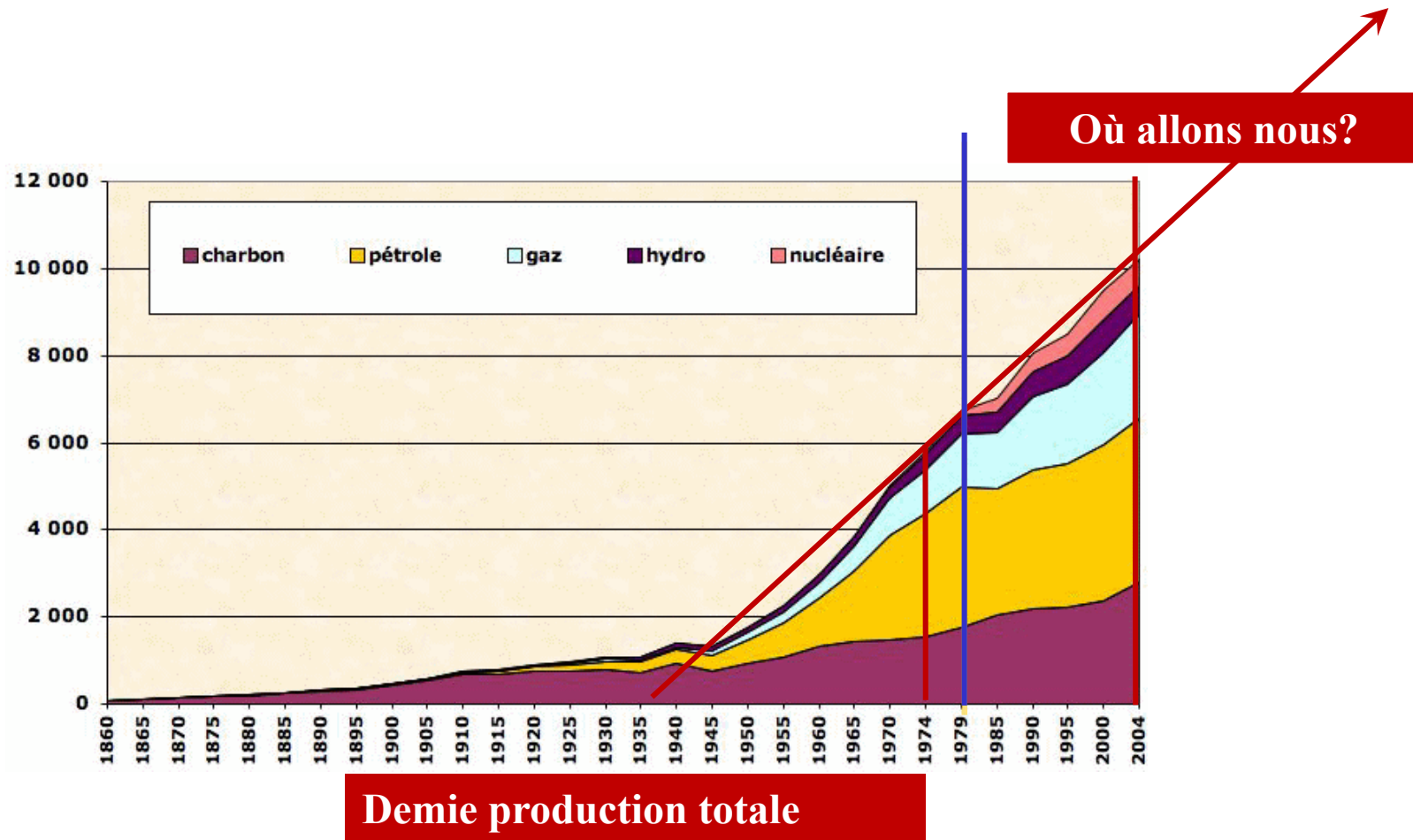
2020: 32 exajoules REN, +35% wrt 2018  
2020: 38 exajoules Hydro, -4% wrt 2018  
2020: 557 exajoules Total  
Seulement 6% REN + 7% Hydro

Les données de BP sont en accord avec celles de l'IEA

Source :  
BP, Statistical Review of World Energy, 2021

# Situation énergétique mondiale

- La progression de la production énergétique mondiale



# Situation énergétique mondiale



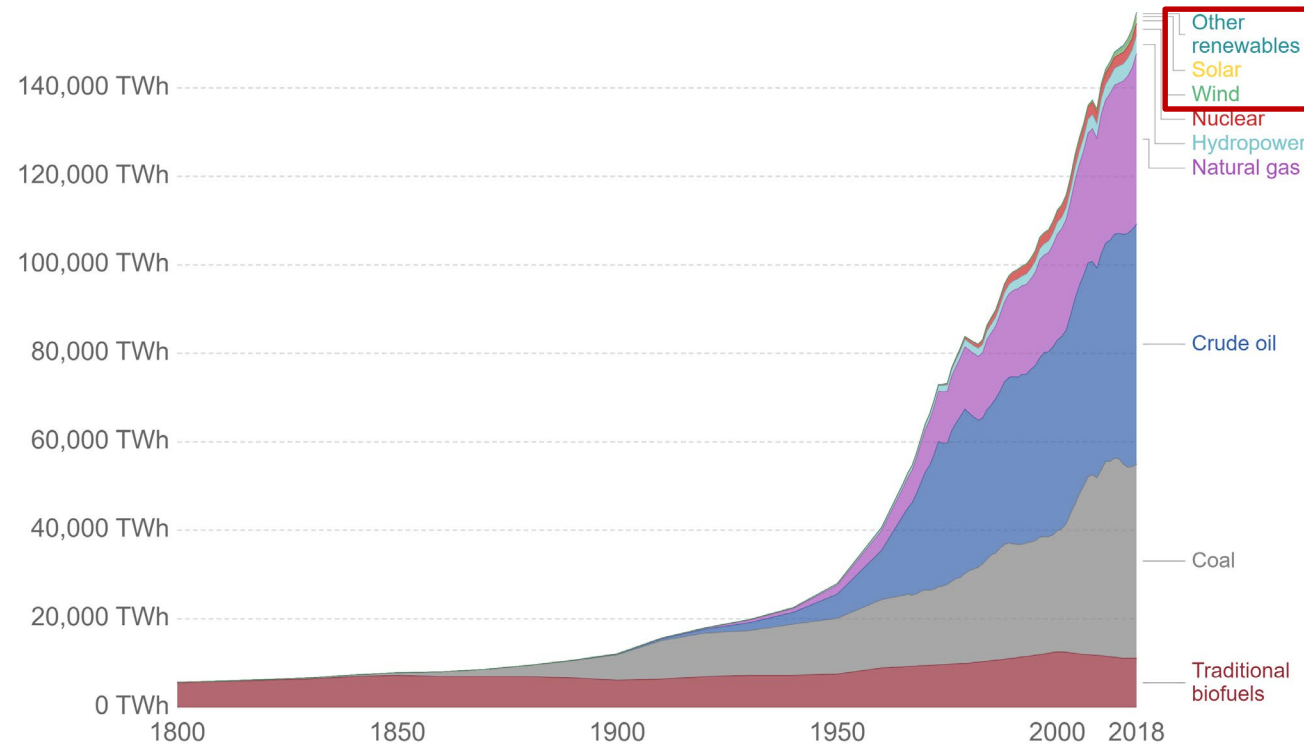
ENR2020

- La progression de la production énergétique mondiale

## Global primary energy consumption

Global primary energy consumption, measured in terawatt-hours (TWh) per year. Here 'other renewables' are renewable technologies not including solar, wind, hydropower and traditional biofuels.

Our World in Data



Source: Vaclav Smil (2017) and BP Statistical Review of World Energy

CC BY

#10

#11

# Question

- Combien consomme/produit-on d'énergie primaire par capita dans le monde par année?
  1. 0,5 Toe ou Teq pétrole (env. 21 GJ)
  2. 1,0 Toe ou Teq pétrole (env. 42 GJ)
  3. 2,0 Toe ou Teq pétrole (env. 84 GJ)
  4. Plus de 3 Toe (plus de 126 GJ)

# Question

- Combien génère-t-on de CO<sub>2</sub> équivalent par capita dans le monde par année?
  1. 0,5 TCO<sub>2</sub>eq
  2. 1,0 TCO<sub>2</sub>eq
  3. 2,0 TCO<sub>2</sub>eq
  4. Plus de 3 TCO<sub>2</sub>eq

# Situation énergétique mondiale

**Nous consommons (produisons) globalement (80 GJ) 2 tep/habitant et émettons 4 tCO<sub>2</sub>/habitant**

- La production énergétique mondiale 2019

TES/ pop. (GJ/capita)	TES/ GDP (GJ/000 2015 USD)	TES/ GDP(PPP) (GJ/000 2015 USD)	Elec. cons./pop. (kWh/ capita)	CO <sub>2</sub> / TES (tCO <sub>2</sub> /TJ)	CO <sub>2</sub> / pop. (tCO <sub>2</sub> / capita)	CO <sub>2</sub> / GDP (kgCO <sub>2</sub> / 2015USD)	CO <sub>2</sub> /GDP (PPP) (kgCO <sub>2</sub> / 2015USD)	Region / Country / Economy
79.1	7.21	4.77	3 265	55.44	4.39	0.4	0.26	World
165.6	4.38	3.84	7 773	50.35	8.34	0.22	0.19	OECD
128.1	14.04	6.48	4 359	56.32	7.22	0.79	0.37	Middle East
143.4	19.2	7.35	4 706	52.13	7.48	1	0.38	Non-OECD Europe and Eurasia
101.4	9.73	6.07	5 125	69.61	7.06	0.68	0.42	China
32.1	11.47	3.93	1 142	55.61	1.79	0.64	0.22	Non-OECD Asia
52.2	6.31	3.62	2 121	40.17	2.1	0.25	0.15	Non-OECD Americas
27.4	13.72	5.59	560	35.19	0.97	0.48	0.2	Africa

IEA Key World Statistics 2021

# Situation énergétique mondiale

**L'OCDE consomme 40% (37) de l'énergie avec une population de 20% (17,7)**

- La production énergétique mondiale 2019

Region / Country / Economy	Population (million)	GDP (billion 2015 USD)	GDP (PPP) (billion 2015 USD)	Energy prod. (PJ)	Net imports (PJ)	TES (PJ)	Elec. cons. <sup>1</sup> (TWh)	CO <sub>2</sub> emissions <sup>2</sup> (Mt of CO <sub>2</sub> )
World	7 666	84 165	127 207	617 338	-	606 490 <sup>(3)</sup>	25 027	33 622 <sup>(4)</sup>
OECD	1 357	51 300	58 478	194 678	40 747	224 789	10 549	11 318
Middle East	243	2 219	4 806	82 850	-50 288	31 146	1 060	1 754
Non-OECD Europe and Eurasia	341	2 545	6 647	84 853	-34 178	48 871	1 604	2 548
China	1 405	14 651	23 479	113 854	32 839	142 493	7 202	9 919
Non-OECD Asia	2 563	7 174	20 958	65 436	20 537	82 273	2 927	4 575
Non-OECD Americas	449	3 717	6 483	25 972	-1 674	23 447	953	942
Africa	1 308	2 614	6 421	49 696	-13 242	35 882	732	1 263

IEA Key World Statistics 2021



# Situation énergétique mondiale

**Si la Chine consomme au niveau de l'OCDE, la consommation grimpe de 15% (90 201 GJ)**

- La production énergétique mondiale 2019

Region / Country / Economy	Population (million)	GDP (billion 2015 USD)	GDP (PPP) (billion 2015 USD)	Energy prod. (PJ)	Net imports (PJ)	TES (PJ)	Elec. cons. <sup>1</sup> (TWh)	CO <sub>2</sub> emissions <sup>2</sup> (Mt of CO <sub>2</sub> )	TES/ pop. (GJ/capita)
World	7 666	84 165	127 207	617 338	-	606 490 <sup>(3)</sup>	25 027	33 622 <sup>(4)</sup>	79.1
OECD	1 357	51 300	58 478	194 678	40 747	224 789	10 549	11 318	165.6
Middle East	243	2 219	4 806	82 850	-50 288	31 146	1 060	1 754	128.1
Non-OECD Europe and Eurasia	341	2 545	6 647	84 853	-34 178	48 871	1 604	2 548	143.4
China	1 405	14 651	23 479	113 854	32 839	142 493	7 202	9 919	101.4
Non-OECD Asia	2 563	7 174	20 958	65 436	20 537	82 273	2 927	4 575	32.1
Non-OECD Americas	449	3 717	6 483	25 972	-1 674	23 447	953	942	52.2
Africa	1 308	2 614	6 421	49 696	-13 242	35 882	732	1 263	27.4

IEA Key World Statistics 2021

# Situation énergétique mondiale

Quelle devrait être la production (TPES) mondiale si l'Asie et l'Afrique produisaient autant que l'OCDE?

- La production énergétique mondiale 2019

Region / Country / Economy	Population (million)	GDP (billion 2015 USD)	GDP (PPP) (billion 2015 USD)	Energy prod. (PJ)	Net imports (PJ)	TES (PJ)	Elec. cons. <sup>1</sup> (TWh)	CO <sub>2</sub> emissions <sup>2</sup> (Mt of CO <sub>2</sub> )	TES/ pop. (GJ/capita)
World	7 666	84 165	127 207	617 338	-	606 490 <sup>(3)</sup>	25 027	33 622 <sup>(4)</sup>	79.1
OECD	1 357	51 300	58 478	194 678	40 747	224 789	10 549	11 318	165.6
Middle East	243	2 219	4 806	82 850	-50 288	31 146	1 060	1 754	128.1
Non-OECD Europe and Eurasia	341	2 545	6 647	84 853	-34 178	48 871	1 604	2 548	143.4
China	1 405	14 651	23 479	113 854	32 839	142 493	7 202	9 919	101.4
Non-OECD Asia	2 563	7 174	20 958	65 436	20 537	82 273	2 927	4 575	32.1
Non-OECD Americas	449	3 717	6 483	25 972	-1 674	23 447	953	942	52.2
Africa	1 308	2 614	6 421	49 696	-13 242	35 882	732	1 263	27.4

IEA Key World Statistics 2021

# Question

- Quelle est la différence entre énergie primaire et secondaire (finale)?



ENR2020

#12

# Situation énergétique mondiale

- Énergie primaire
  - Elle est l'énergie qui permet de répondre à **l'ensemble des besoins de tous les consommateurs d'énergie**, y compris la consommation d'énergie secondaire. Ceci inclut également l'énergie utilisée pour convertir une forme d'énergie en une autre (p. ex., le charbon en électricité).

# Situation énergétique mondiale

- Énergie secondaire
  - Elle est l'énergie consommée par les **utilisateurs finaux dans divers secteurs de l'économie**. Elle inclut, notamment, l'énergie utilisée pour alimenter les véhicules du secteur des transports, pour chauffer et climatiser les habitations ou les entreprises des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, et pour faire fonctionner la machinerie dans les secteurs industriel et agricole.

# Question



ENR2020

- Quel fût le dernier changement significatif à la hausse de consommation d'énergie?
- En quelle année?

#13

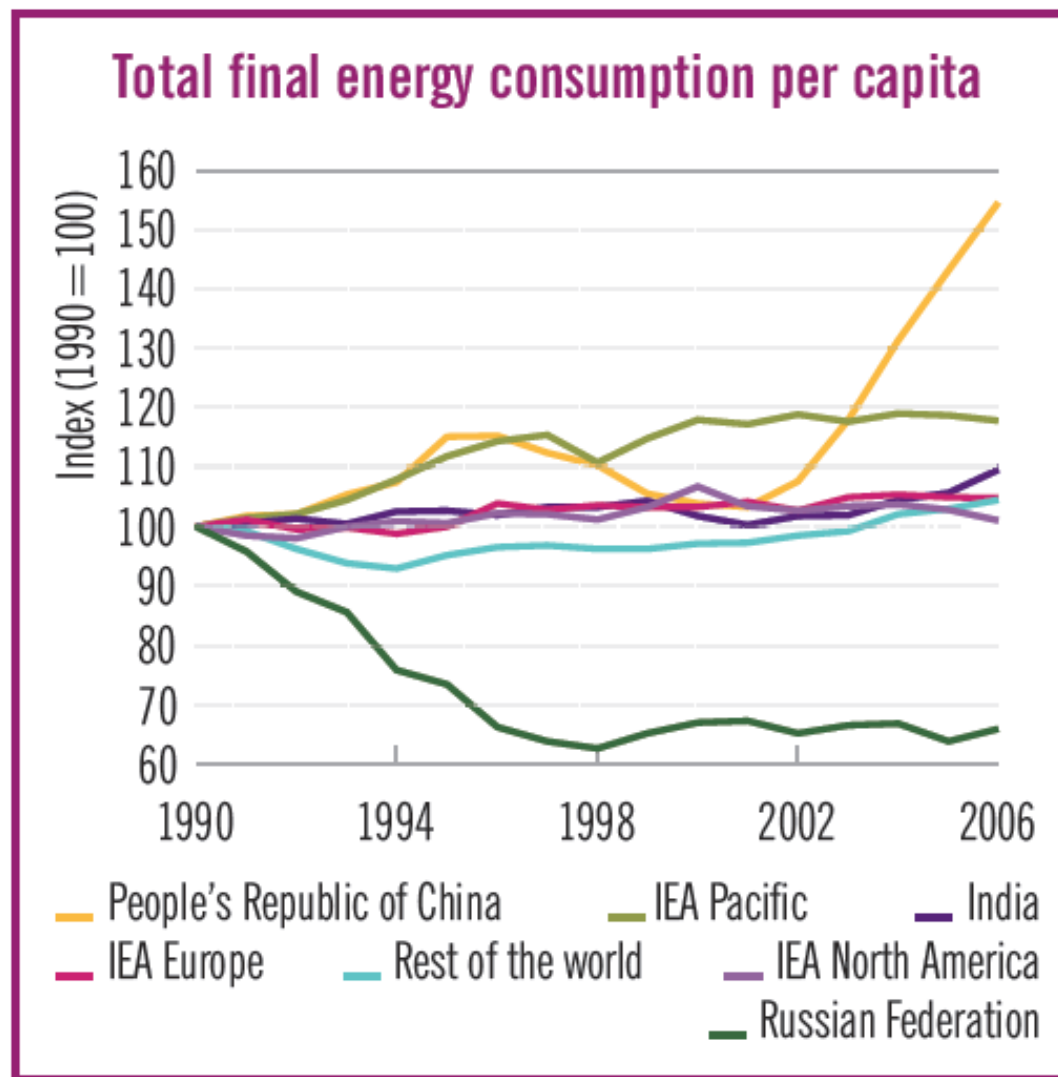
**NOTE: L'épisode du Corona virus COVID19 en 2020 n'est pas « significatif » bien qu'il ait engendré des fluctuations.**

# Situation énergétique mondiale



ENR2020

#14

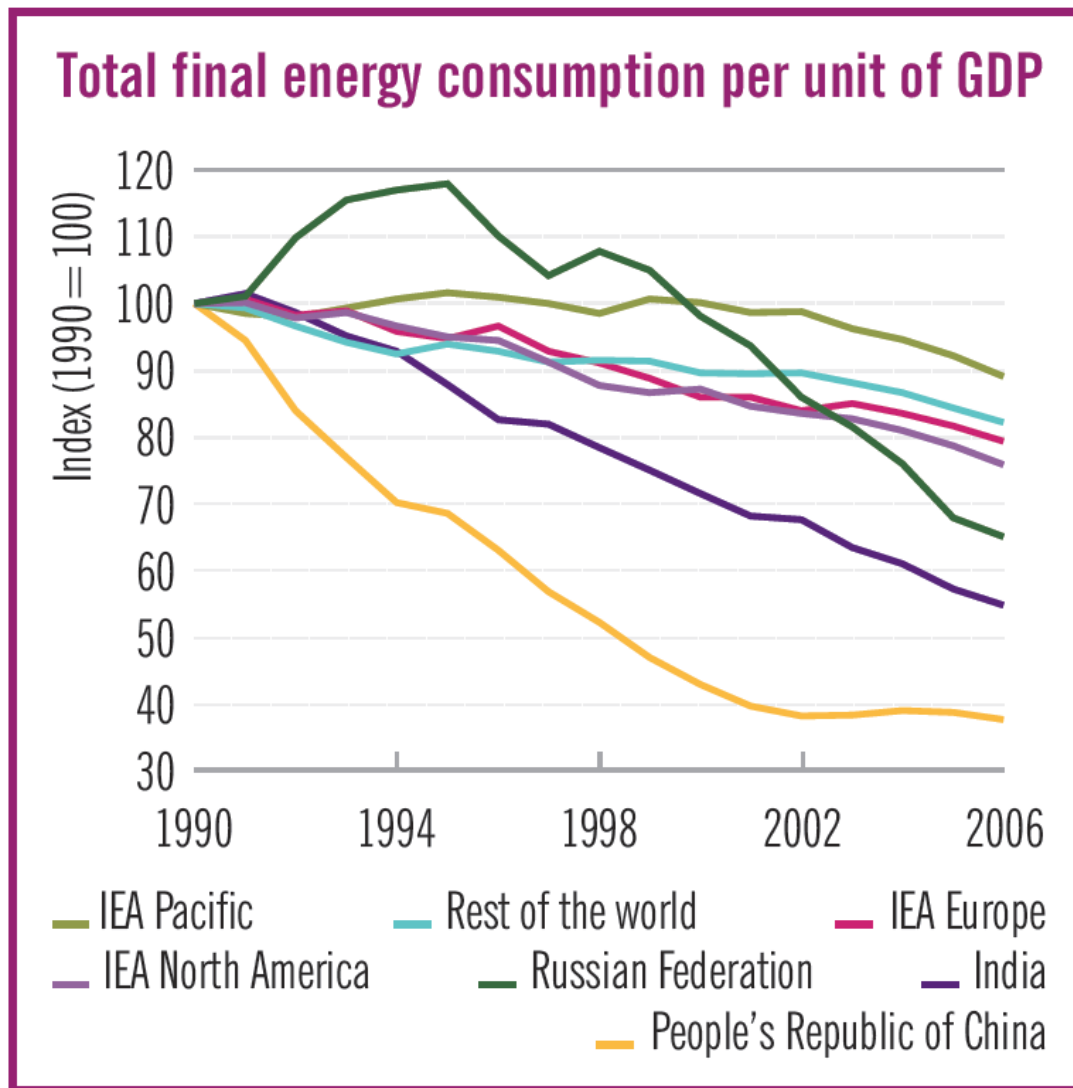


# Question

- Quel est le taux de changement de consommation d'énergie par unité de produit intérieur brut en fonction du temps?
- Faut-il plus ou moins d'énergie?
- L'économie mondiale est-elle davantage régulée par la consommation d'énergie aujourd'hui qu'il y a 20 ans?



# Situation énergétique mondiale



# Question

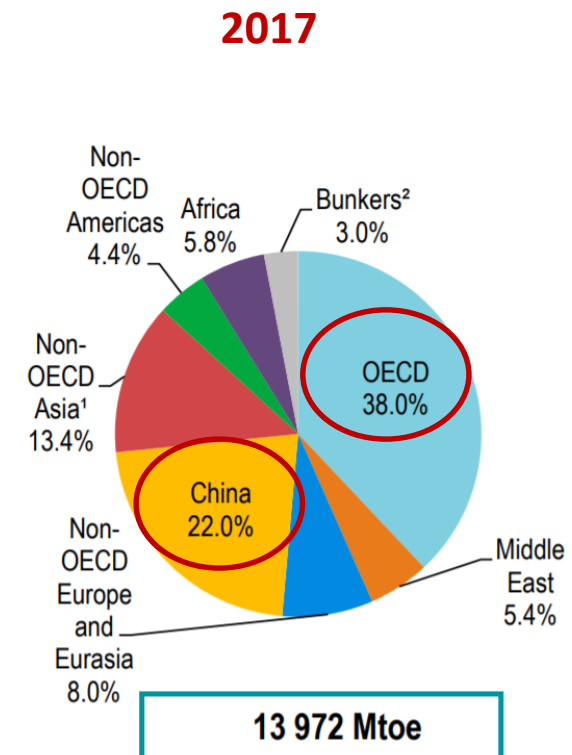
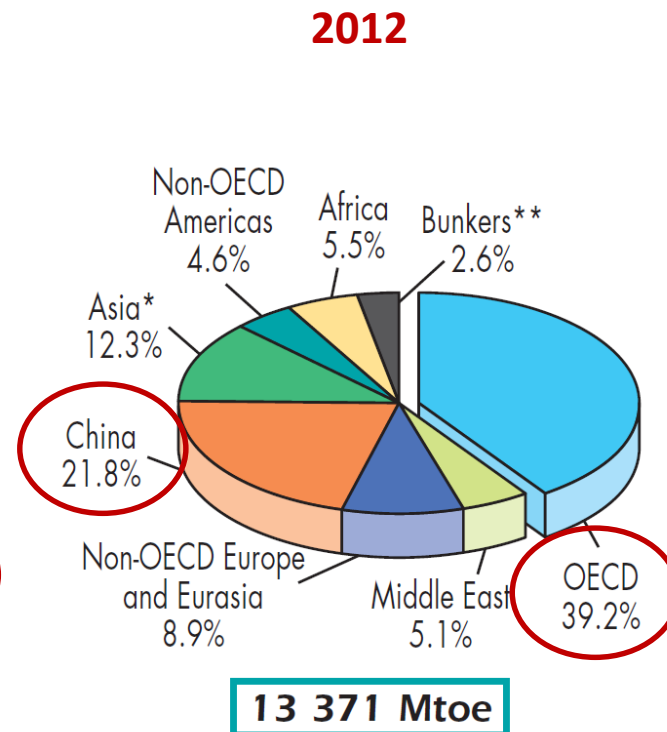
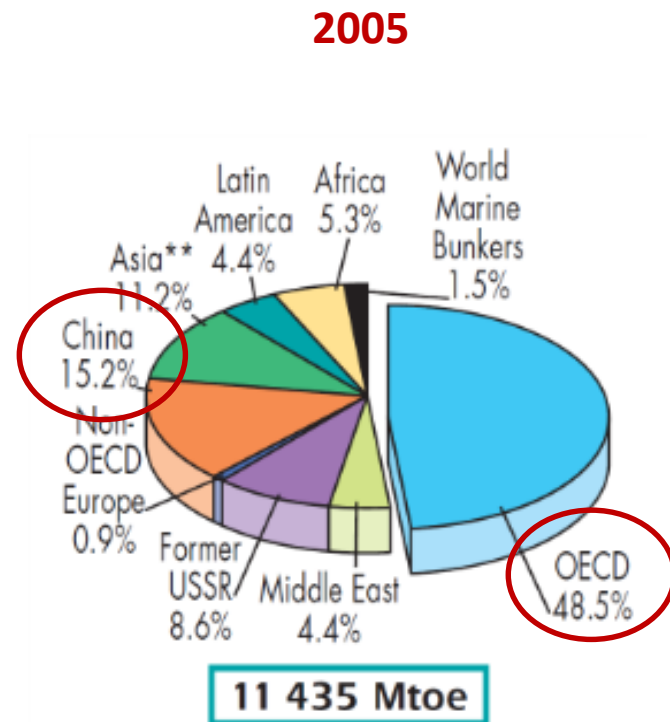
- Comment a varié la production/consommation d'énergie en fonction de la région du monde?
  - En Afrique
  - En Asie
  - Dans les pays de l'OCDE

# Situation énergétique mondiale

- La production mondiale par région

A partir de 2020, les stats de l'IEA sont présentées en PJ et non plus en Mtoe

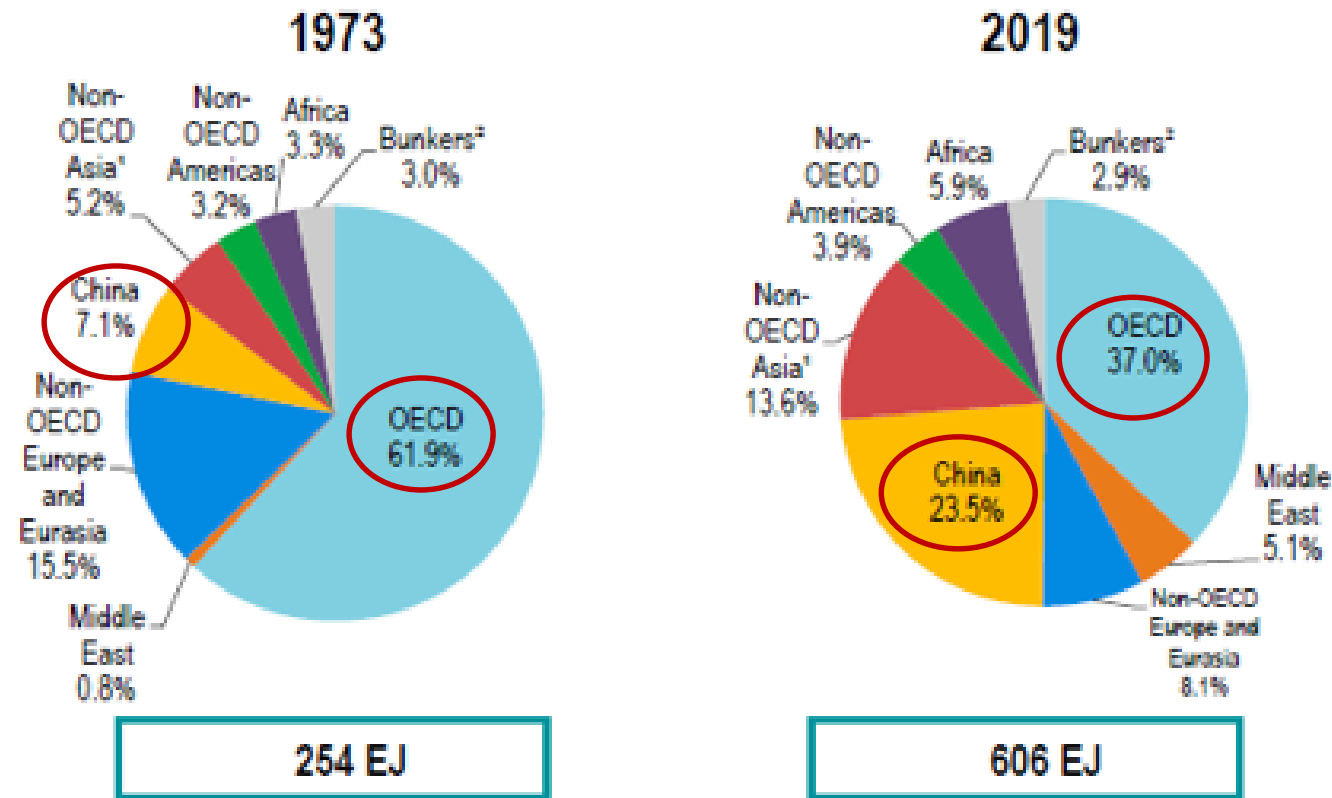
1 Mtoe = 41,868 PJ



IEA Key World Statistics

# Situation énergétique mondiale

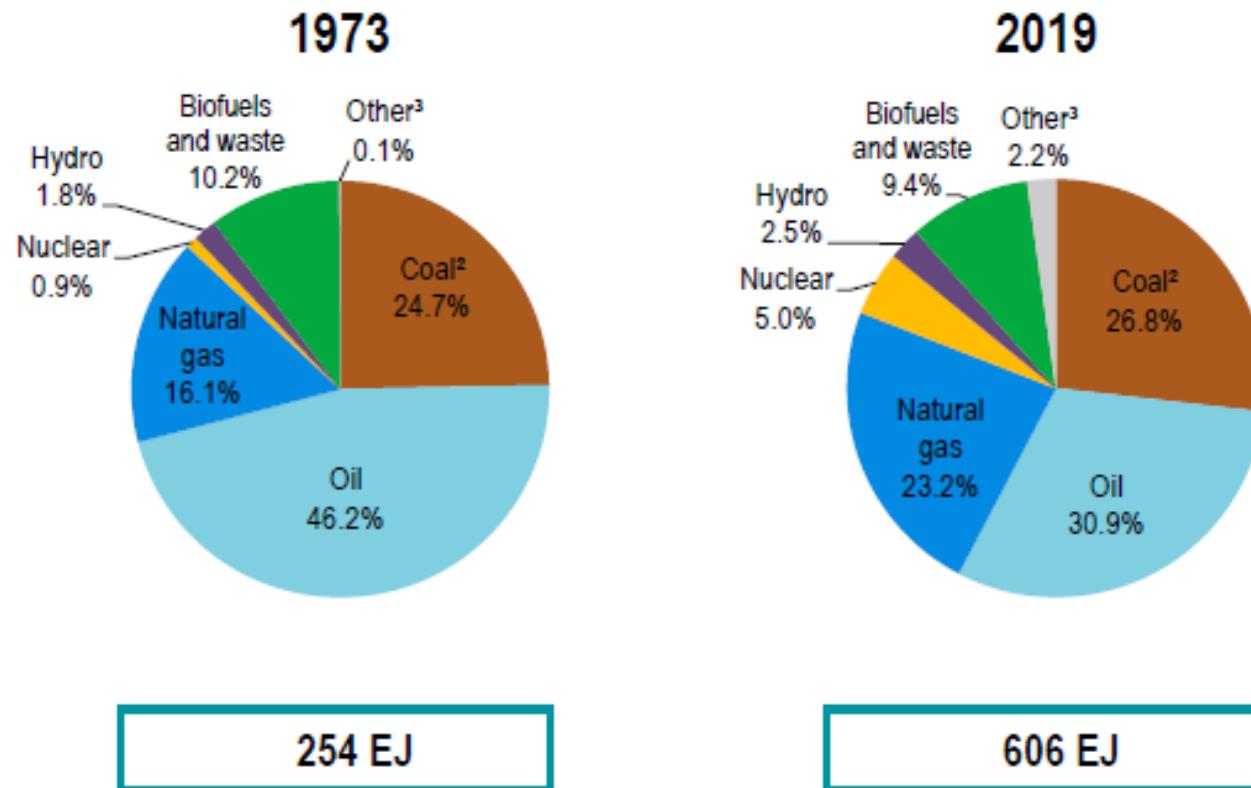
- La production mondiale par région



IEA Key World Statistics, 2021

# Situation énergétique mondiale

- La production mondiale par source

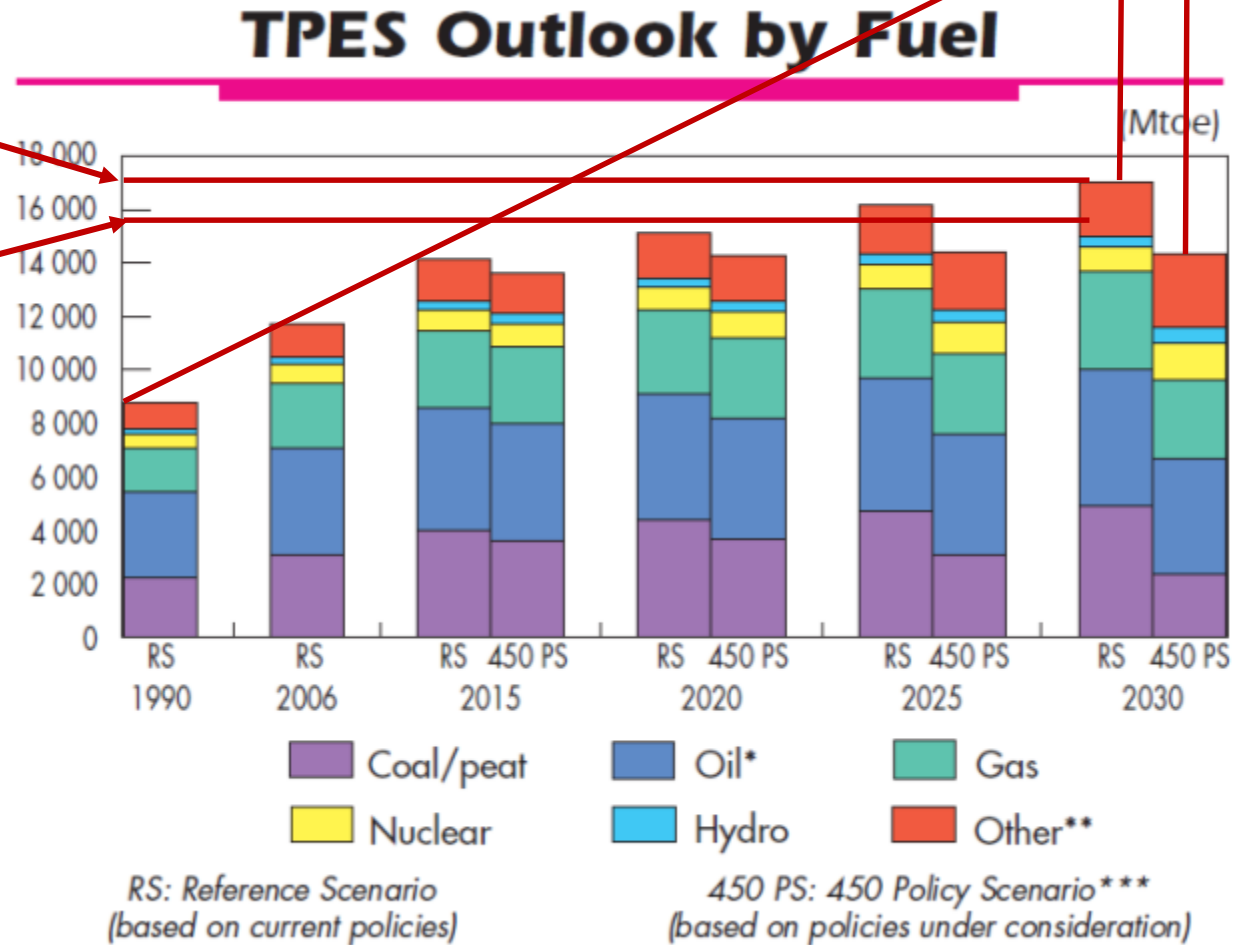


IEA Key World Statistics, 2021

# Situation énergétique mondiale

Ce qui était prévu en 2012 pour 2030

Ce qui était en 2019  
14 7744 864 Mtoe



IEA, Key World Statistics, 2012

# Situation énergétique mondiale

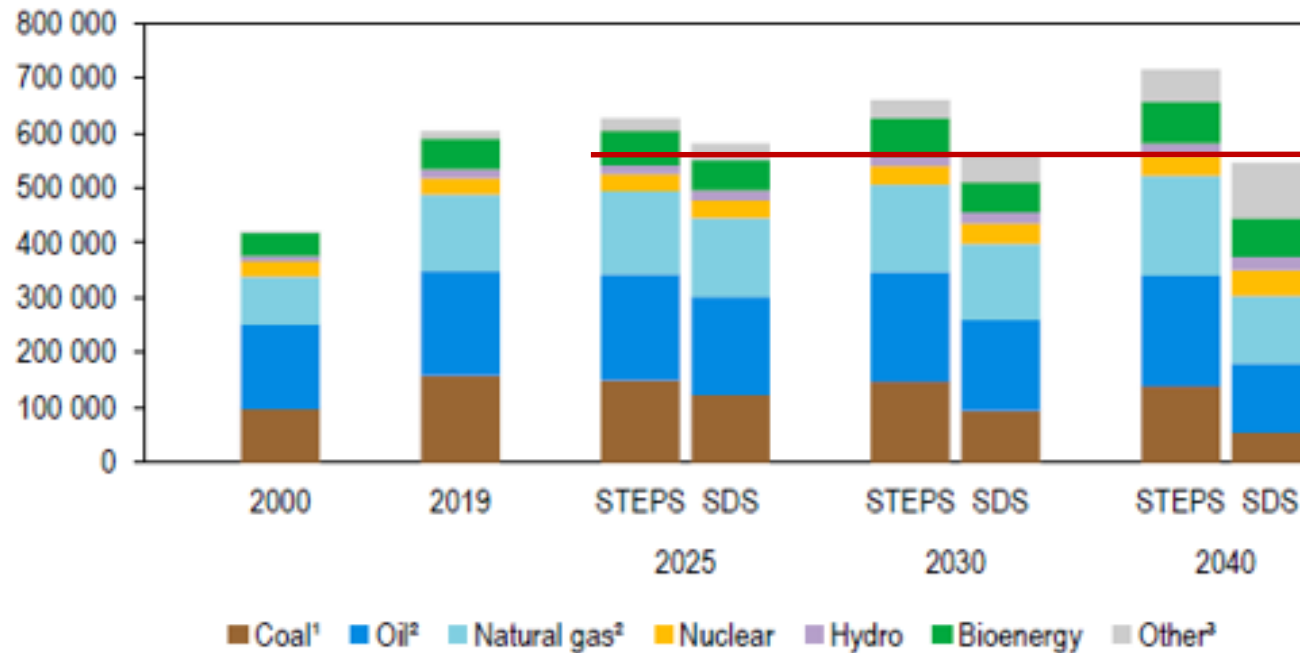


ENR2020

#15

#16

Total energy supply outlook by fuel and scenario, 2000-2040 (PJ)



*STEPS: Stated Policies Scenario*  
 Incorporates existing energy policies as well as an assessment of the results likely to stem from the implementation of announced policy intentions.

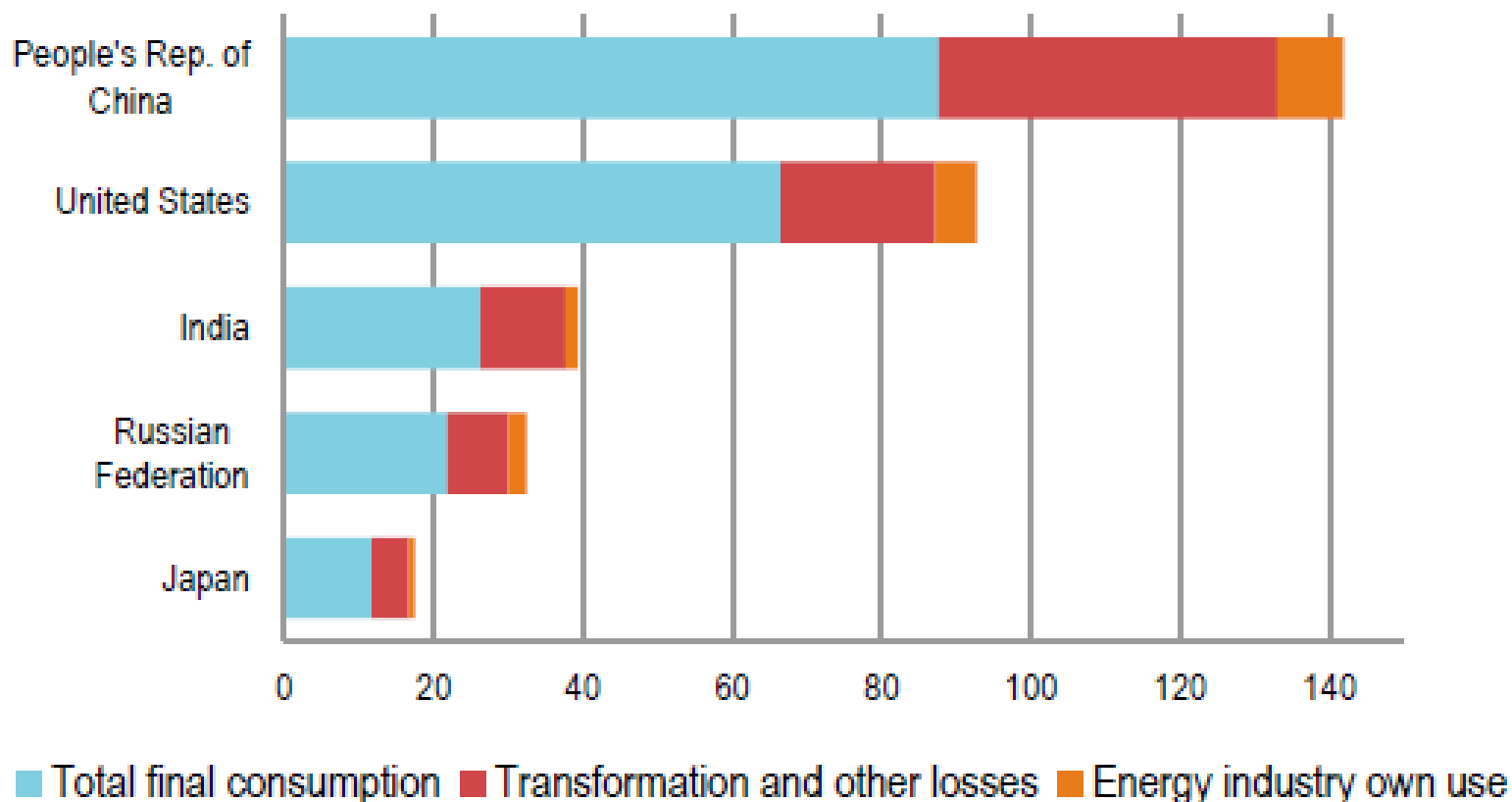
*SDS: Sustainable Development Scenario<sup>4</sup>*  
 Outlines an integrated approach to achieving internationally agreed objectives on climate change, air quality and universal access to modern energy.

IEA, Key World Statistics, 2021

# Situation énergétique mondiale

- Les plus grands producteurs d'énergie **primaire** (IEA, 2021)

Top five countries by total energy supply by sector, 2019 (EJ)

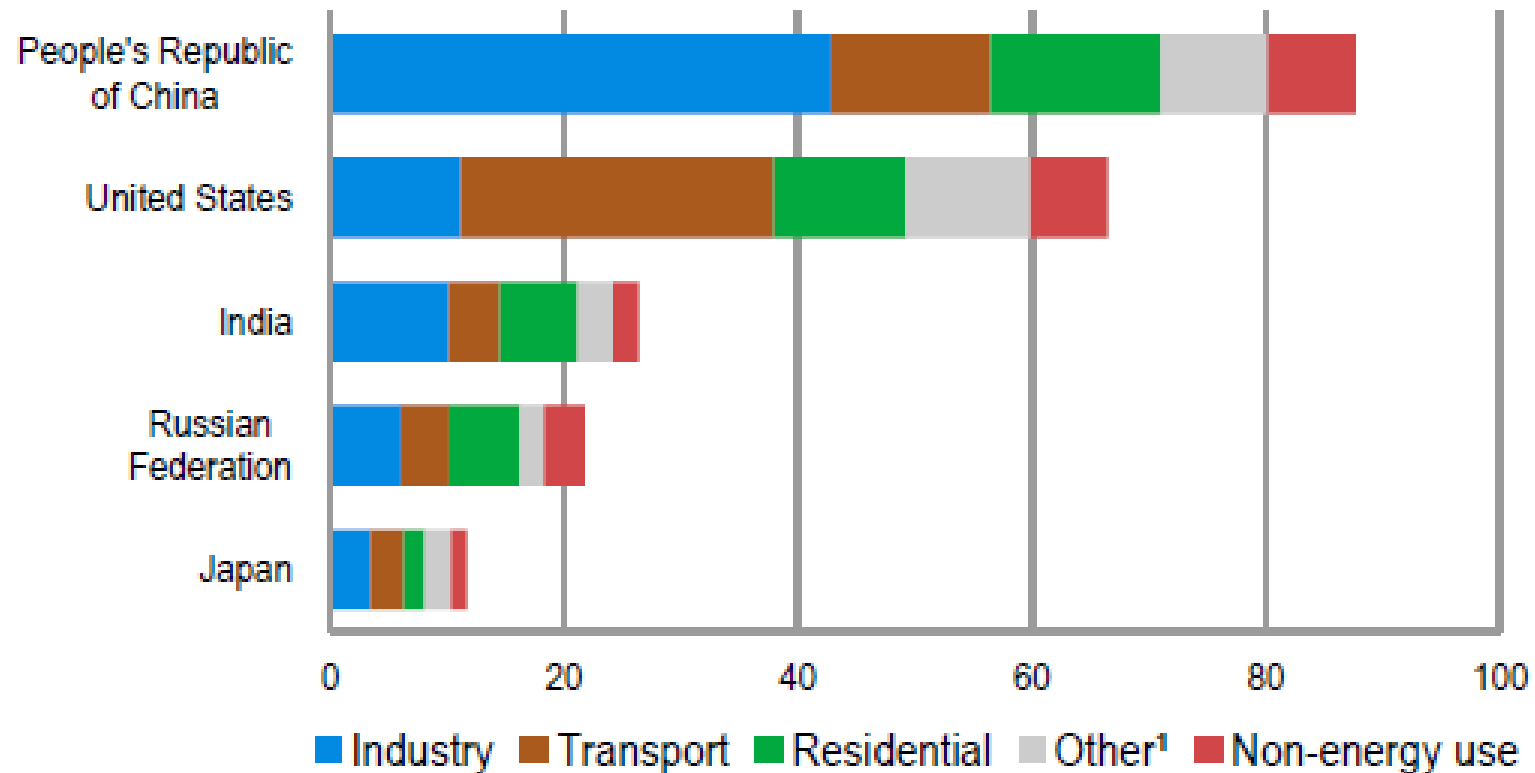




# Situation énergétique mondiale

- Les plus grands consommateurs d'énergie **finale** (IEA, 2021)

Top five countries by total final consumption by sector, 2019 (EJ)



# Question

- La production énergétique mondiale
  - D'après les données de l'IEA (celles que vous avez en main), quelle est la consommation d'énergie par habitant au Bangladesh?
  - Au Brésil?
  - Au Canada?
  - En France
  - Aux USA?

# Plan de la présentation

- Introduction et objectifs de la capsule
- Paramètres d'intérêt, population et produit intérieur brut
- La situation énergétique mondiale
- ***Suivi de la situation énergétique mondiale***
- Conclusion

# Suivi de la situation énergétique mondiale



ENR2020

- L'AIE fournit des analyses chiffrées et détaillées des évolutions de nombreux secteurs de l'énergie. Ces données sont regroupées dans l'onglet « Tracking Clean Energy Progress » du site [iea.org](https://www.iea.org).

#17

- “The IEA's *Tracking Clean Energy Progress* (TCEP) reports assess the status of 45 critical energy technologies and sectors and provides recommendations on how they can get 'on track' with the Sustainable Development Scenario (SDS)”
- lien direct : <https://www.iea.org/topics/tracking-clean-energy-progress>
- Allons voir!

## Légende du site :

**Rouge/orange** : Not on track

**Jaune** : More efforts needed

**Bleu/vert** : On track

# Suivi de la situation énergétique mondiale

- « Tracking Clean Energy Progress » website overview:

## Tracking Power

● Not on track

Decarbonising the power sector is a fundamental step to reduce emissions, especially in an increasingly electrified world.

[Tracking Power report](#)

● [Renewable power](#)

● Solar PV

● [Onshore wind](#)

● [Offshore wind](#)

● Hydropower

● Bioenergy power generation

● [Concentrating solar power](#)

● Geothermal

● [Ocean power](#)

● [Nuclear power](#)

● Natural gas-fired power

● Coal-fired power

● [CCUS in power](#)

## Tracking Fuel Supply

● Not on track

A rapid step-change in policy and industry action is needed to cut flaring and methane emissions in the oil and gas sector.

[Tracking Fuel Supply report](#)

● [Methane emissions from oil and gas](#)

● [Flaring emissions](#)

## Tracking Industry

● More efforts needed

Industry processes that can't be easily electrified must cut emissions through efficiency, aggressive innovation and carbon capture.

[Tracking Industry report](#)

● [Chemicals](#)

● Iron and steel

● [Cement](#)

● [Pulp and paper](#)

● Aluminium

● [CCUS in industry and transformation](#)

Le code couleur indique si l'évolution du secteur en question suit le scénario de développement durable créé par l'AIE destiné à assurer un monde respectant l'accord de Paris :

**Rouge** : Not on track

**Jaune** : More efforts needed

**Vert** : On track

Et remarquons la faible présence de la couleur verte...

# Suivi de la situation énergétique mondiale

- « Tracking Clean Energy Progress » website overview:

## Tracking Transport

● More efforts needed

The transport sector will need to undergo a major transformation, including vastly improving efficiency and shifts from oil to electricity and other low-carbon fuels.

[Tracking Transport report](#)

- [Electric vehicles](#)
- [Trucks and buses](#)
- [Rail](#)
- [Transport biofuels](#)
- [Fuel economy of cars and vans](#)
- [Aviation](#)
- [International shipping](#)

## Tracking Buildings

● Not on track

Unprecedented efficiency improvements are required in buildings, addressing growing demand from cooling, heating and powered devices.

[Tracking Buildings report](#)

- [Building envelopes](#)
- [Lighting](#)
- [Heating](#)
- [Appliances and equipment](#)
- [Heat pumps](#)
- [Data centres and data transmission networks](#)
- [Cooling](#)

## Tracking Energy Integration

● More efforts needed

Energy integration technologies will become increasingly important, especially as shares of variable renewables rise.

[Tracking Energy Integration report](#)

- [Energy storage](#)
- [Demand response](#)
- [Hydrogen](#)
- [Smart grids](#)

# Plan de la présentation

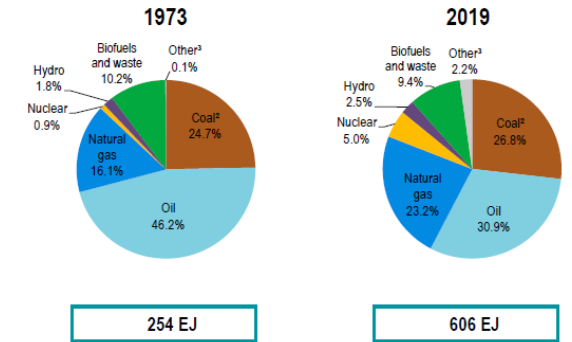
- Introduction et objectifs de la capsule
- Paramètres d'intérêt, population et produit intérieur brut
- La situation énergétique mondiale
- Suivi de la situation énergétique mondiale
- ***Conclusion***

# Conclusions

- La taille de l'humanité croît (démographie)

Année	Population mondiale (milliers)	%±	Accroissement brut
1950	2 536 431		
1955	2 773 020	+ 9,33 %	236 589
1960	3 034 950	+ 9,45 %	261 930
1965	3 339 584	+ 10,04 %	304 634
1970	3 700 437	+ 10,81 %	360 854
1975	4 079 480	+ 10,24 %	379 043
1980	4 458 003	+ 9,28 %	378 523
1985	4 870 922	+ 9,26 %	412 918
1990	5 327 231	+ 9,37 %	456 309
1995	5 744 213	+ 7,83 %	416 982
2000	6 143 494	+ 6,95 %	399 281
2005	6 541 907	+ 6,49 %	398 413
2010	6 956 824	+ 6,34 %	414 917
2015	7 379 797	+ 6,08 %	422 973
2020	7 794 799	+ 5,62 %	415 002

Source : ONU, World Population Prospects 2019<sup>20</sup>



Vers 1973, on consommait (produisait) 254 e9 GJ pour une population de 3,7 e9 humains ou 68,6GJ/cap

Comment a-t-on évolué?

$$R_1 = 254/3,7 \text{ vs } R_2 = 606/7,8$$

$$R = R_2 / R_1 = 77,69/68,65$$

$$R > 1!$$

- et il devrait y avoir près de 10-12 milliards de personnes en 2050, la population aura peut-être doublé en quelques 50 ans au seul XXIe siècle. Elle était de 3 milliards lorsque je suis né.



# Conclusions

- La consommation énergétique par individu ne cesse de croître.
- La ressource d'énergie fossile est finie, déterminée, invariable.
- La réserve de cette énergie croît mais désormais moins rapidement que la demande.
- L'humanité choisira ou subira une modification profonde de ses rapports avec la nature.
- Et cela commencera par l'eau, la nourriture et... l'énergie.



**Merci de votre attention !**

Lorsque cette capsule de formation est présentée en asynchrone (PDF récupérable sur le site du cours), si vous avez des questions à formuler, veuillez les poser par écrit et spécifier le nom et le numéro de la présentation. Nous vous répondrons le plus rapidement possible.

# Période de questions

