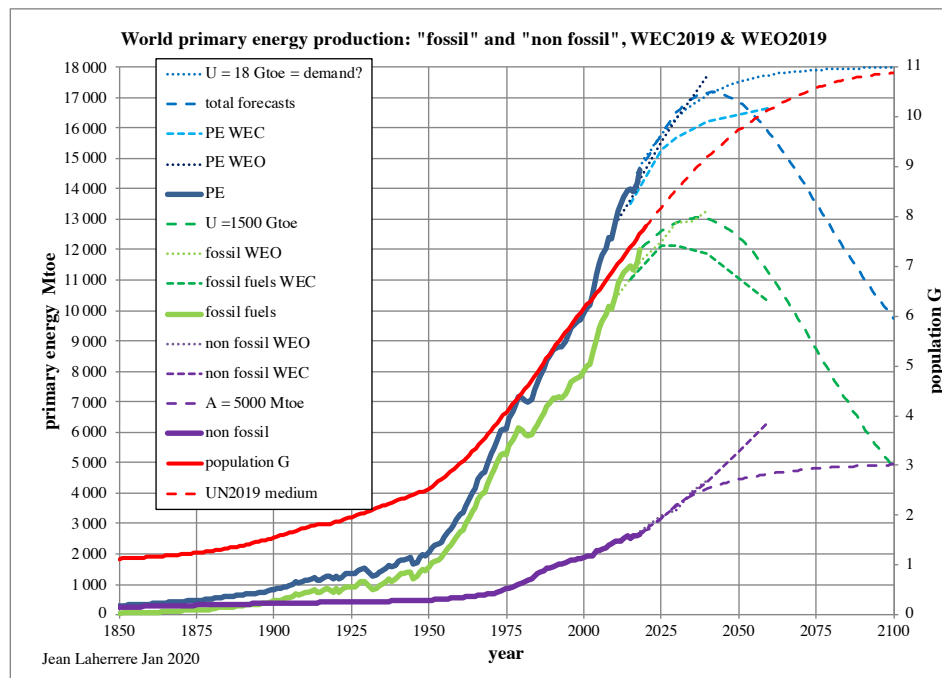


## Pics en tous genres

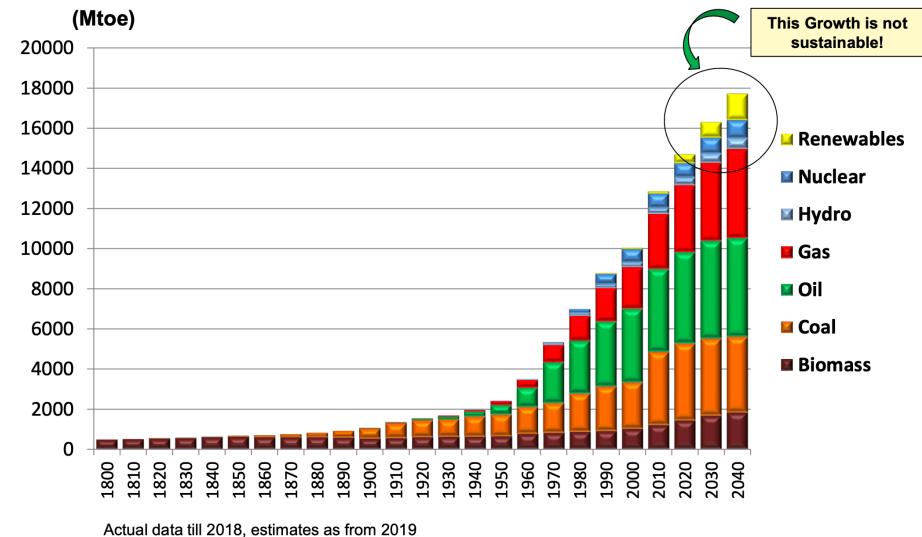
### -Pic énergie primaire : AIE/WEO2019 renouvelables peu soutenables

La production énergétique primaire en Mtep est prévue jusqu'en 2100 en extrapolant le passé avec des chiffres ultimates très arrondis étant donné l'incertitude des estimations et des équivalences (= AIE).

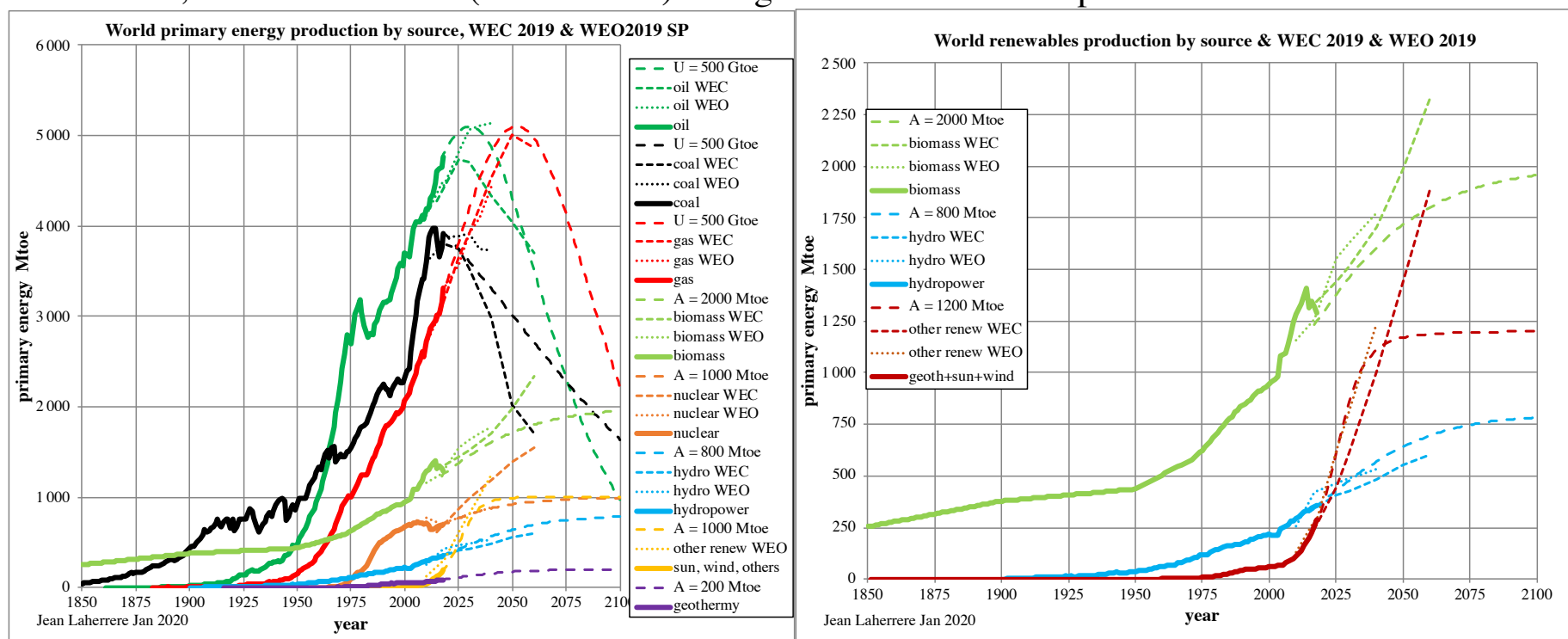
Le fossile a ainsi un pic vers 2040 pour un ultime de 1500 Gtoe et le non fossile est prévu aller vers une asymptote de 5000 Mtep. En 2100 la demande est prévue à 18 Gtep et la production à 10 Gtep ! Il y a un gros problème, soulevé aussi par Christian Guérille (TPA2020) avec 2040 = croissance non soutenable du WEO2019. La moyenne des 3 scénarios du World Energy Council 2019 jusqu'en 2060 est comparée à WEO



### History of World Primary Energy Demand (2020 – 2040: IEA Central Scenario 2019)

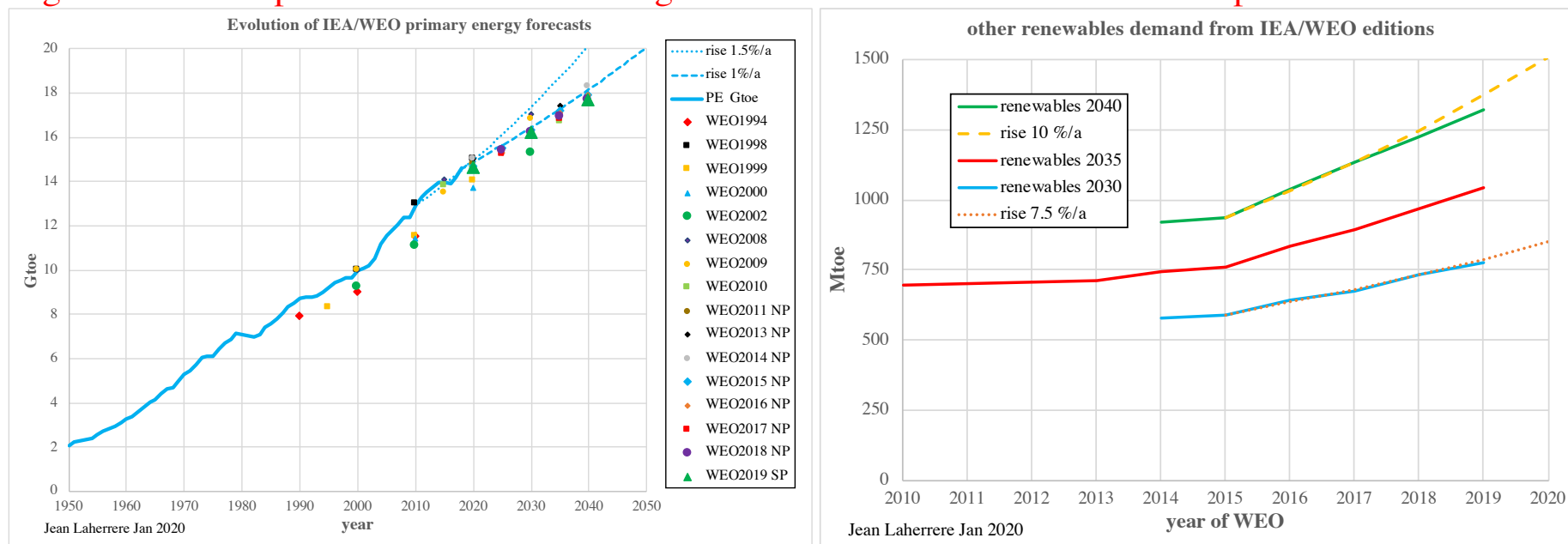


L'ultime pétrole, gaz et charbon est pris à 500 Gtep pour chacun (montrant l'incertitude) et les productions non fossiles avec des asymptotes aussi arrondies. Le pic du tous liquides est vers 2030 et du gaz en 2050. L'asymptote de la biomasse est estimée à 2000 Mtep, mais la production a eu un pic en 2016 : la remontée est-elle égale à celle avant 2000 ou à celle de 2000 à 2016 ! L'hydraulique plafonnera à 1000 Mtep, comme le nucléaire, le solaire + éolien (200 en 2018) et la géothermie à 200 Mtep.



Mais en 2100 il manque 8000 Mtep pour satisfaire la demande !  
Et les prévisions linéaires de l'AIE refusent tout pic, mais la terre est finie !

Les prévisions « autres renouvelables » pour 2040 augmentent de 10% par an depuis 2015 : **cette forte augmentation des prévisions montre bien la grande difficulté du renouvelable à remplacer le fossile !**



Il faudra donc plus de nucléaire, fission actuellement et plus tard fusion

Il faut donc espérer que les projets de fusion réussissent, car difficiles, car il faut atteindre et contenir des températures de 150 M°C, heureusement ils sont nombreux : tokamak dont Iter, laser, stellarateur, machine à piston, générateur rayons X =machine Z, etc.

Les combustibles fossiles ont des réserves finies à l'échelle humaine, d'où des pics dans ce siècle, mais il en est autrement des autres énergies non fossiles et leurs productions toutefois vont plafonner vers des asymptotes.

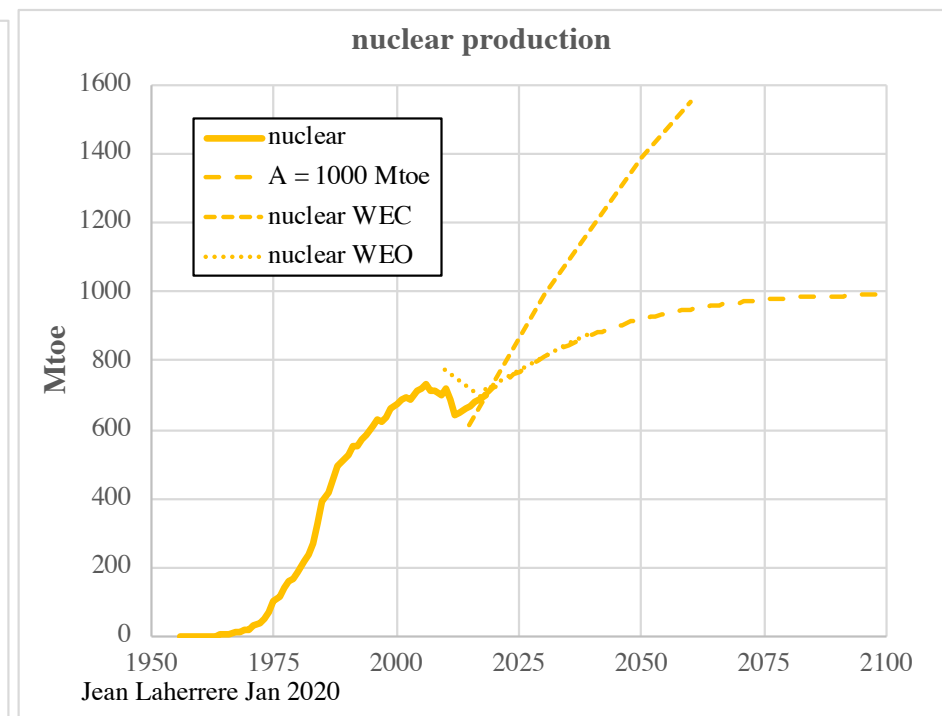
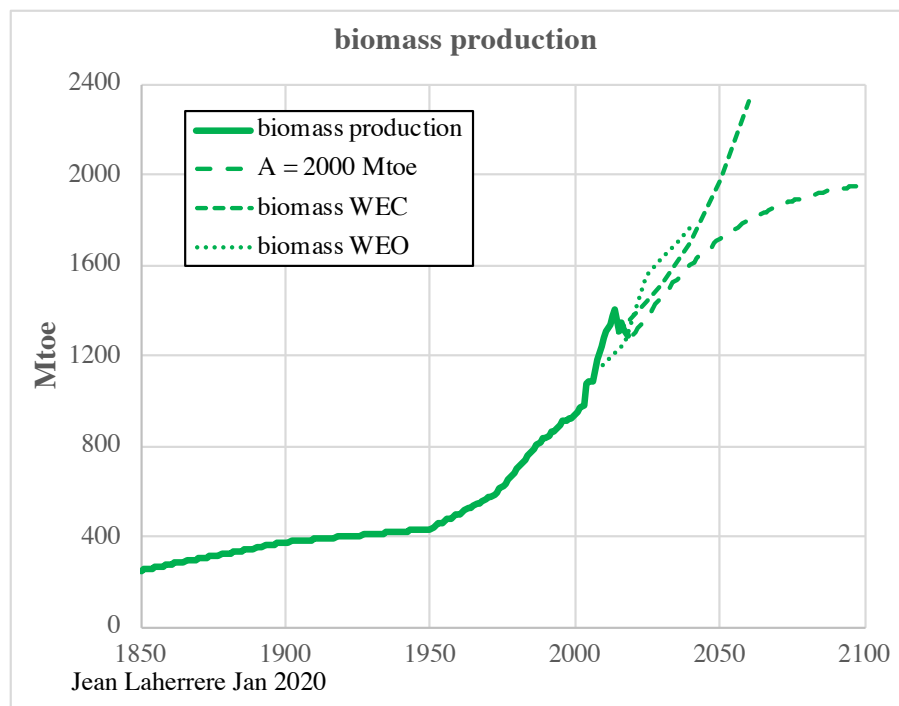
### -Asymptote

Les données sont brouillées par les définitions d'équivalence, variables suivant les sources

La biomasse a été pendant longtemps la seule source d'énergie avec la force musculaire humaine et animale qui ne sont malheureusement pas comptabilisées dans les rapports officiels : Paris en 1850 a été construit avec une énergie quasi nulle pour l'AIE, qui ne compte que la biomasse (bois) !

Le taux de croissance de la production de biomasse a augmenté en 1950, puis 2000 pour atteindre un pic en 2014. L'asymptote est prévue à 2000 Mtep avec une croissance similaire à pre-2000

Idem pour le nucléaire avec  $A = 1000$  Mtep

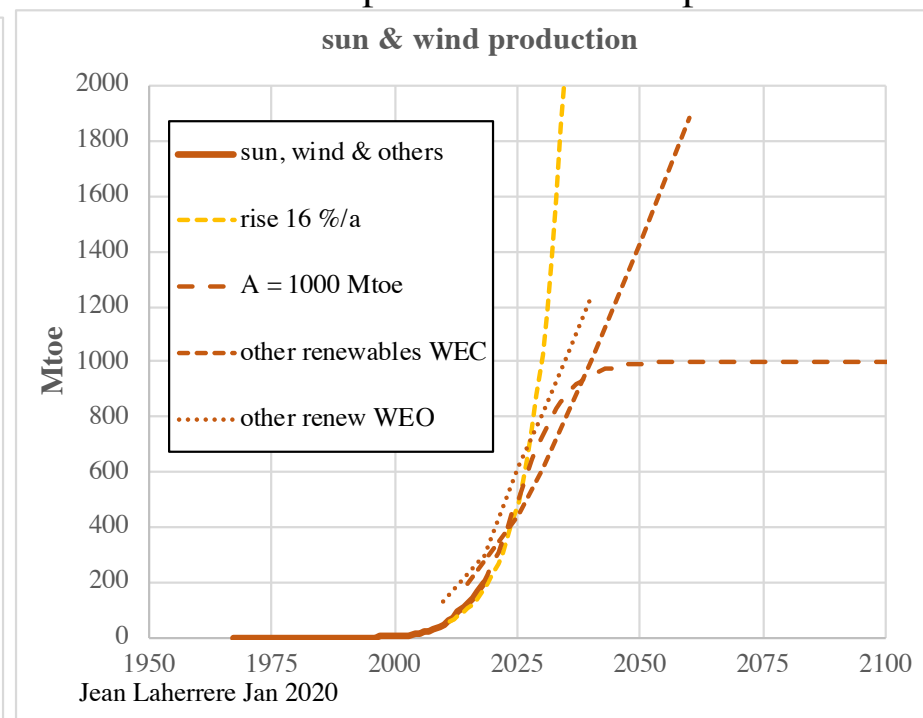
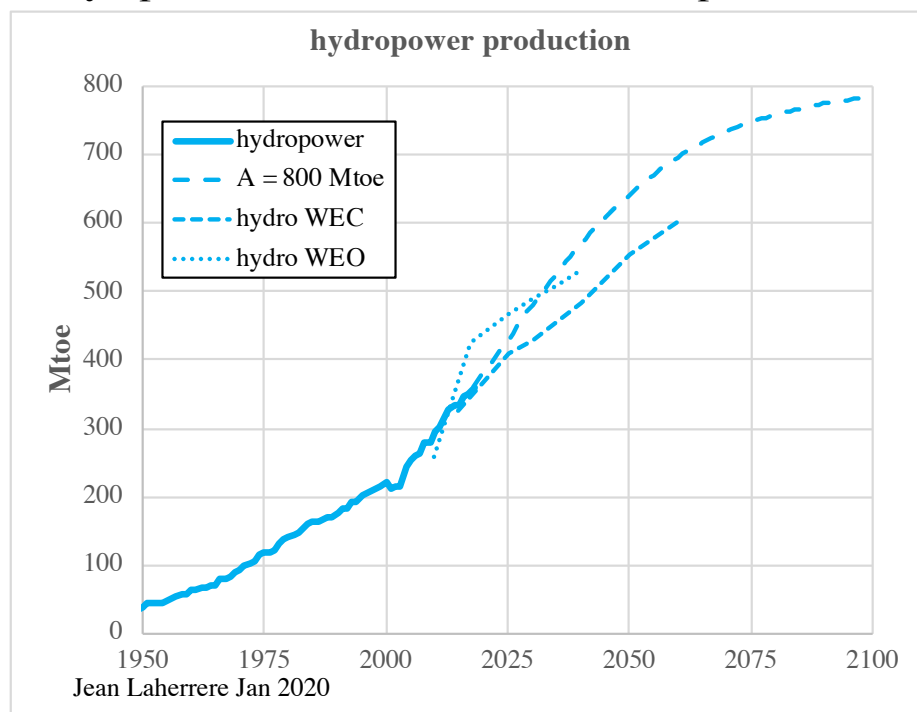


WEC2019 prévoit des productions 2060 bien supérieures pour la biomasse et le nucléaire !

Mon extrapolation pessimiste de la croissance actuelle du nucléaire est identique à WEO 2019 SP.

L'asymptote de l'hydraulique est prévue à 800 Mtoe, mais WEC2019 est plus pessimiste !

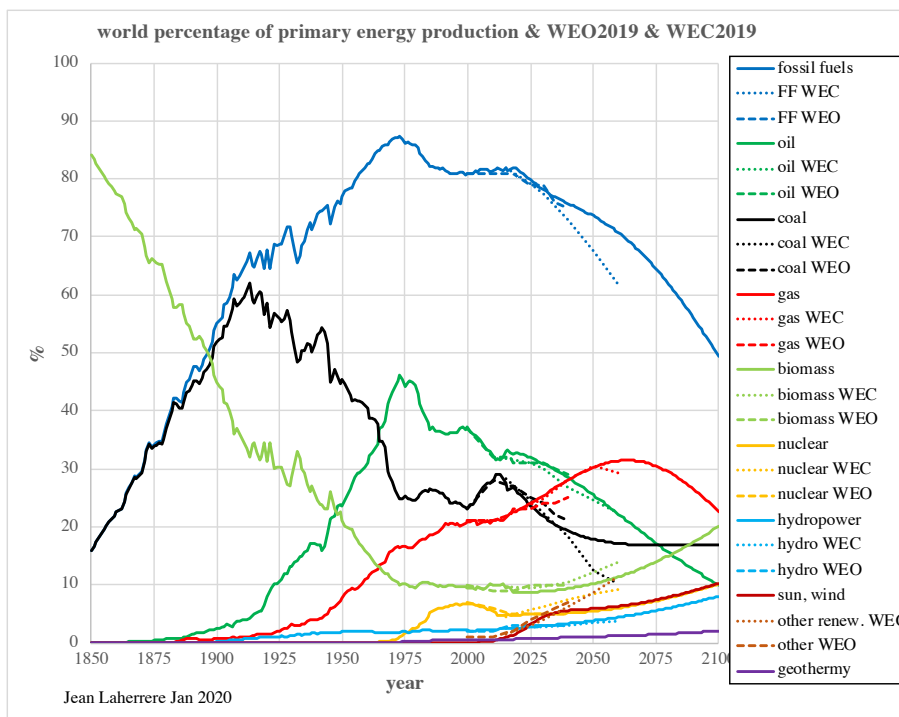
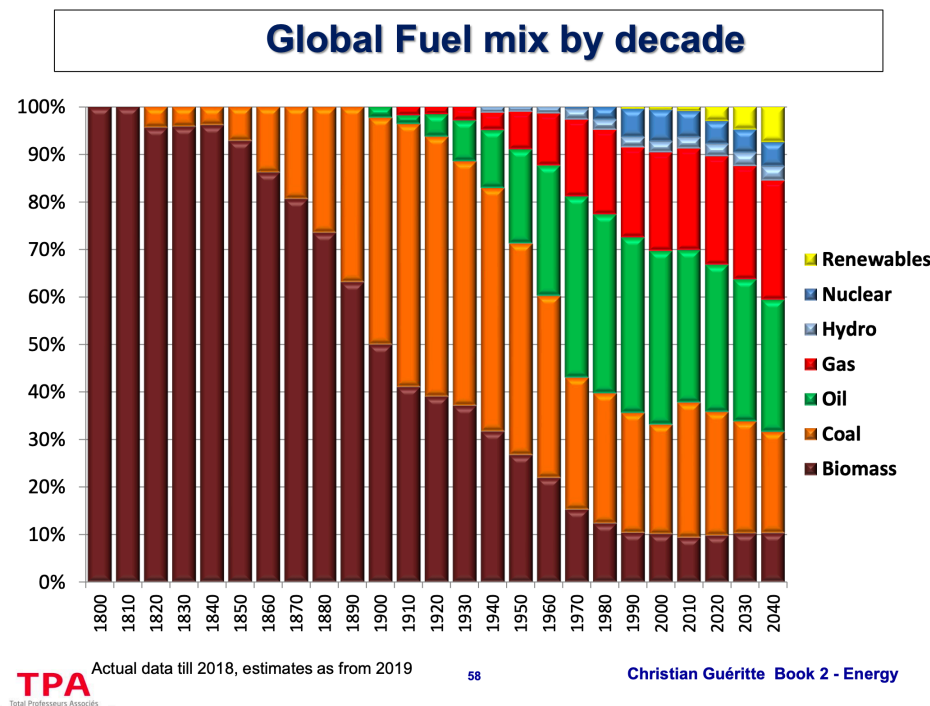
L'asymptote solaire, éolien et autres est pris à 1600 Mtoe car la croissance passée est de 16% par an



WEC2019 (other renewables inclut la géothermie) prévoit une croissance moins forte mais continue ; le WEC semble ignorer que la terre est finie.

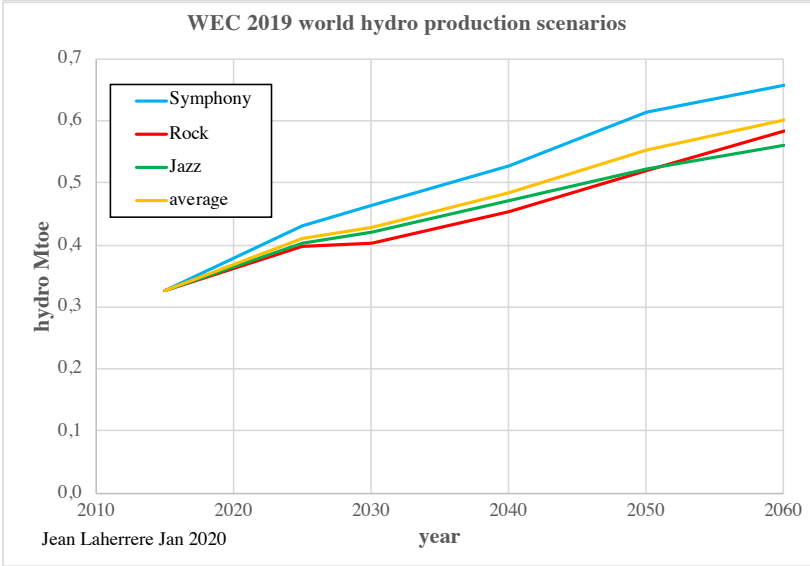
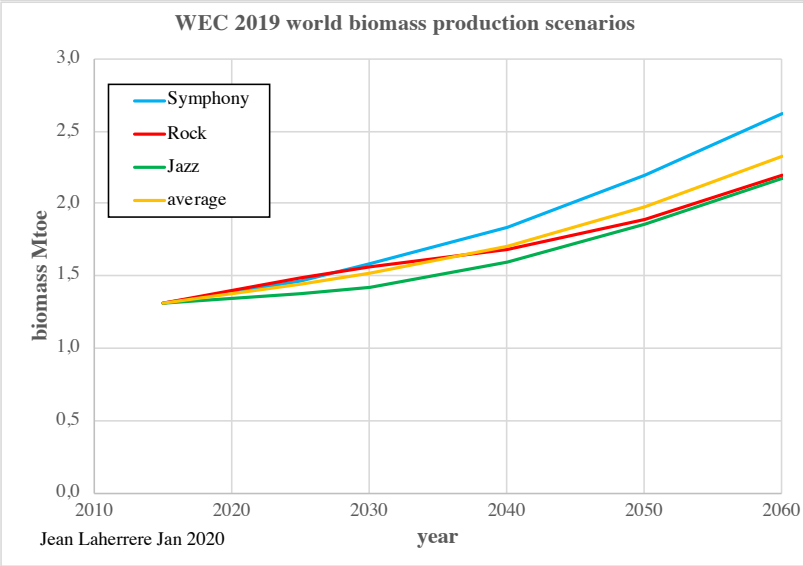
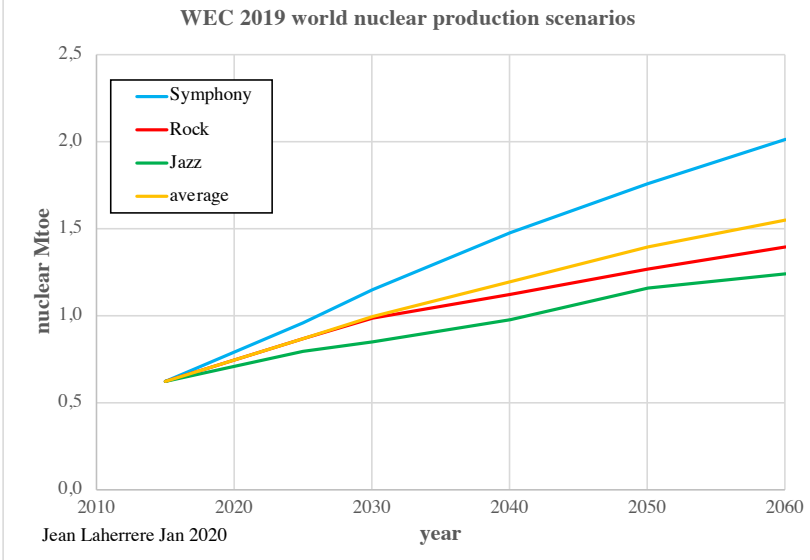
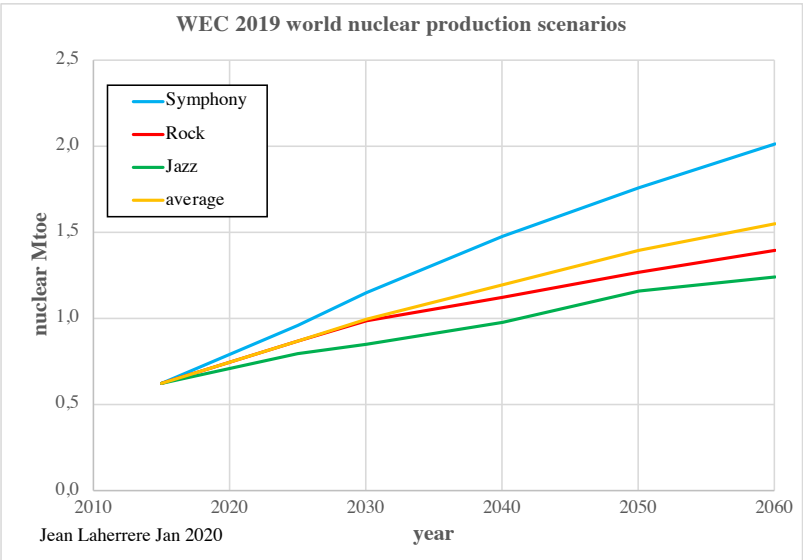
L'asymptote prévoit une production constante dans le futur lointain, en fait il y aura déclin un jour !

Le pourcentage par source par TPA pour IEA-WEO 2019 Stated Policies est comparé à mes prévisions et à celles du Conseil Mondial de l'Énergie = WEC2019

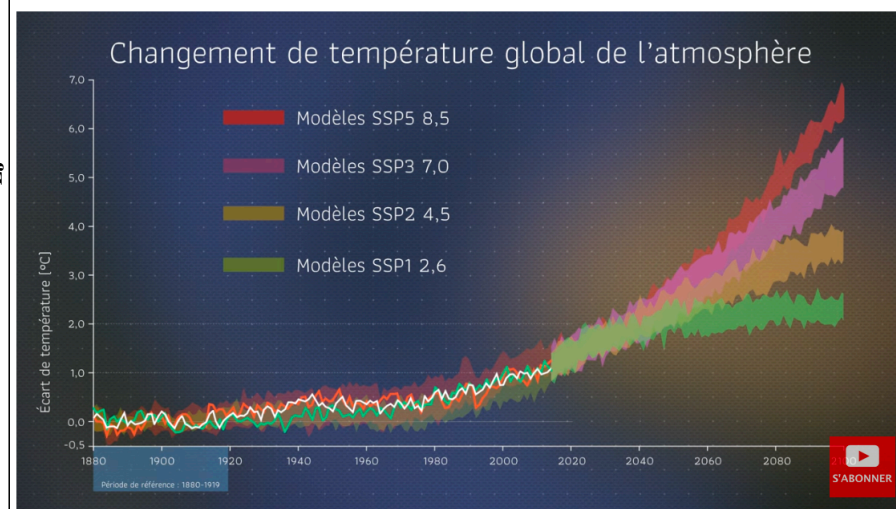
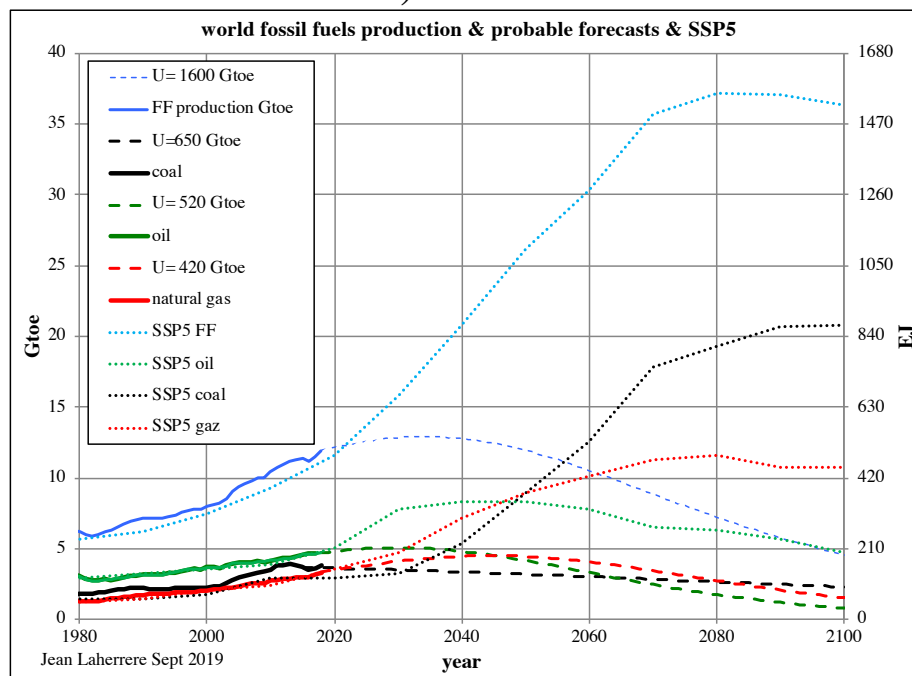


Peu de différence jusqu'en 2040, l'AIE est pessimiste sur le gaz. Pour 2060 le CME est pessimiste sur le charbon pour être politiquement correct.

Scénarios World Energy Council 2019: “Unfinished symphony”, “Hard rock” & “Modern Jazz”: pas de pic!



Le GIEC ne fait plus des prévisions basées sur les prévisions officielles des organismes compétents, mais sur le social partagé : les prochaines prévisions du GIEC seront les SSP = Shared Socio-economic Pathways (au lieu des RCP en W/m2) : la science est abandonnée au profit du social !



SSP5 (CNRS sept 2019) prévoit +7°C en 2100 avec 10 fois plus de charbon que moi : c'est du délire !

<http://www.cnrs.fr/fr/les-deux-modeles-de-climat-francais-saccordent-pour-simuler-un-rechauffement-prononce>



**Annexe : réalité économique du nouveau renouvelable :**

New energy economy - Foundation for economic education Mark P. Mills

<https://fee.org/articles/41-inconvenient-truths-on-the-new-energy-economy>

5. Renewable energy would have to expand 90-fold to replace global hydrocarbons in two decades. It took a half-century for global petroleum production to expand “only” ten-fold.

12. For security and reliability, an average of two months of national demand for hydrocarbons are in storage at any time. Today, barely two hours of national electricity demand can be stored in all utility-scale batteries plus all batteries in one million electric cars in America.

14. To make enough batteries to store two day's worth of U.S. electricity demand would require 1,000 years of production by the Gigafactory (world's biggest battery factory).

18. It costs about the same to build one shale well or two wind turbines: the latter, combined, produces 0.7 barrels of oil (equivalent energy) per hour, the shale rig averages 10 barrels of oil per hour.

19. It costs less than \$0.50 to store a barrel of oil, or its equivalent in natural gas, but it costs \$200 to store the equivalent energy of a barrel of oil in batteries.

25. The shale revolution collapsed the prices of natural gas & coal, the two fuels that produce 70 percent of U.S. electricity. But electric rates haven't gone down, rising instead 20 percent since 2008. Direct and indirect subsidies for solar and wind consumed those savings

31. No digital-like 10x gains exist for solar tech. Physics limit for solar cells (the Shockley-Queisser limit) is a max conversion of about 33 percent of photons into electrons; commercial cells today are at 26 percent.

32. No digital-like 10x gains exist for wind tech. Physics limit for wind turbines (the Betz limit) is a max capture of 60 percent of energy in moving air; commercial turbines achieve 45 percent.

33. No digital-like 10x gains exist for batteries: maximum theoretical energy in a pound of oil is 1 500 percent greater than max theoretical energy in the best pound of battery chemicals

34. About 60 pounds of batteries are needed to store the energy equivalent of one pound of hydrocarbons.

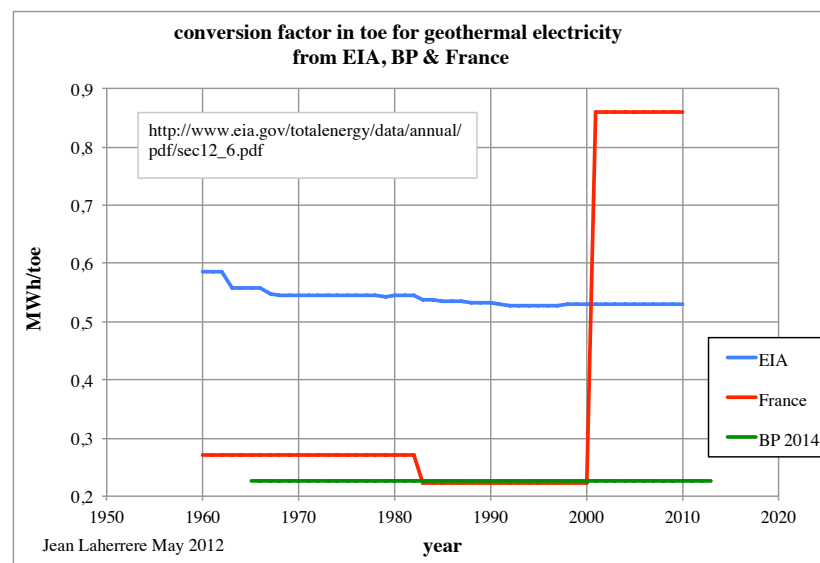
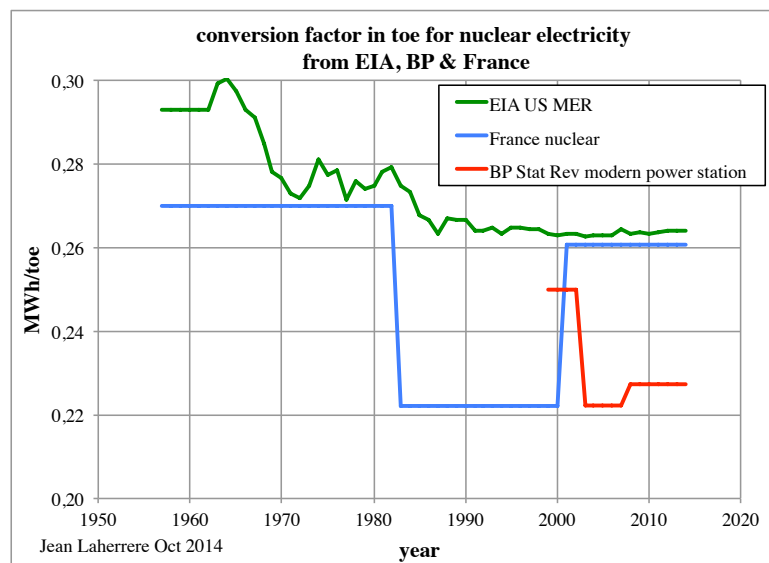
35. At least 100 pounds of materials are mined, moved and processed for every pound of battery fabricated.
36. Storing the energy equivalent of one barrel of oil, which weighs 300 pounds, requires 20 000 pounds of Tesla batteries (\$200 000 worth)
37. Carrying the energy equivalent of the aviation fuel used by an aircraft flying to Asia would require \$60 million worth of Tesla-type batteries weighing five times more than that aircraft.
38. It takes the energy equivalent of 100 barrels of oil to fabricate a quantity of batteries that can store the energy equivalent of a single barrel of oil.
39. A battery-centric grid and car world means mining gigatons more of the earth to access lithium, copper, nickel, graphite, rare earths, cobalt, etc.—and using millions of tons of oil and coal both in mining and to fabricate metals and concrete.

## -Problèmes d'équivalence dans la production d'énergie primaire

En 2001 la France a changé sa définition d'équivalence pour s'aligner sur celles de l'AIE

Energie primaire en 2001 en France

|                      | Nouveau Mtep | Ancien Mtep | variation % |
|----------------------|--------------|-------------|-------------|
| Charbon              | 11,9         | 11,9        | 0           |
| Pétrole              | 96,5         | 99          | -3%         |
| Gaz                  | 37,2         | 37,2        | 0           |
| Nucléaire            | 104,4        | 79,1        | +32%        |
| Hydro, vent, soleil  | 6,8          | 17,7        | -62%        |
| Autres renouvelables | 12,2         | 12,1        | +1%         |
| Total                | 269          | 257,1       | +5%         |



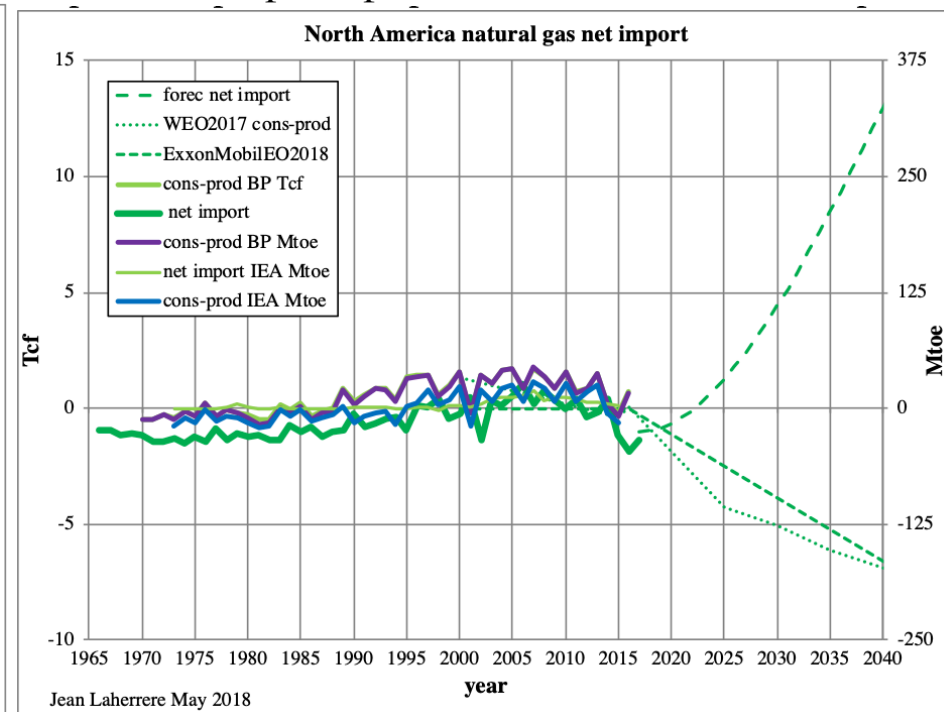
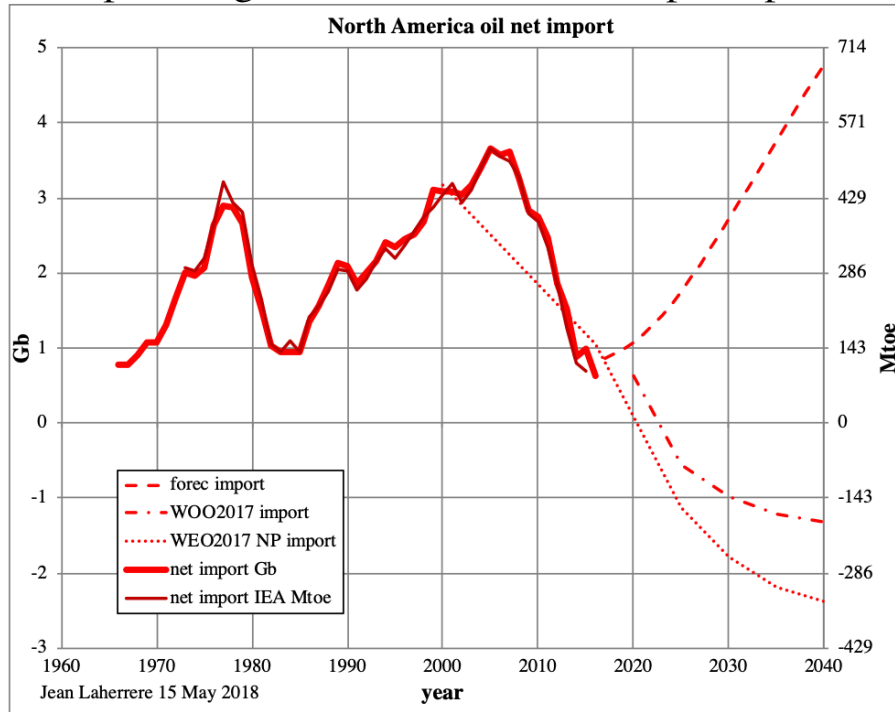
## -Pic de l'exportation de pétrole (brut et produits) en Amérique du Nord

<https://aspofrance.files.wordpress.com/2018/06/namnetimportforecasts.pdf>

Les prévisions de pétrole (brut + produits) en 2040 de l'Amérique du Nord sont de l'ordre de 300 Mtoe

**exporté** pour USDOE et AIE et pour moi de 600 Mtoe **importé** : on change de signe

Idem pour le gaz en 2040 150 Mtoe exporté pour AIE, 300 Mtoe importé pour moi

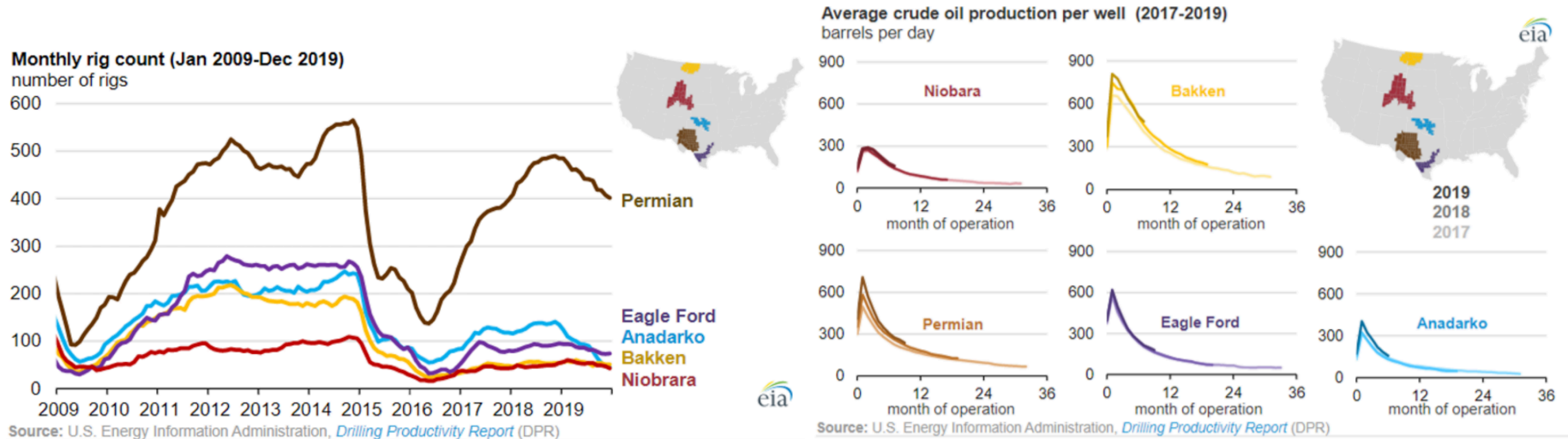


Le pétrole (LTO) et le gaz de schiste aux US va s'écrouler dans cette décennie !

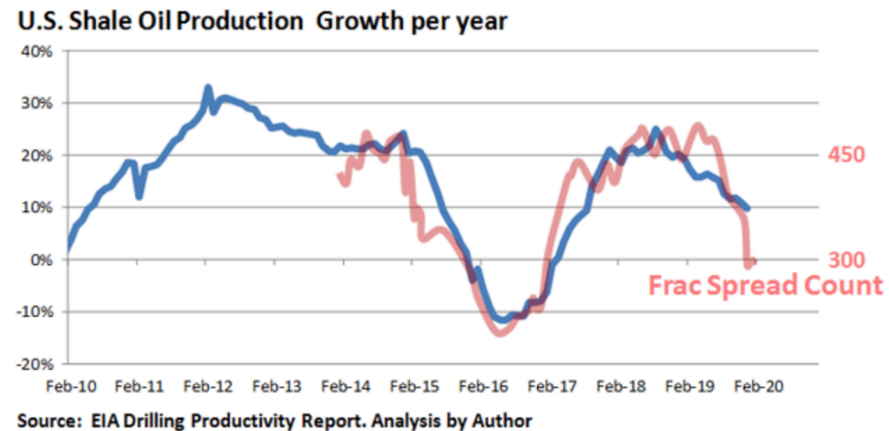
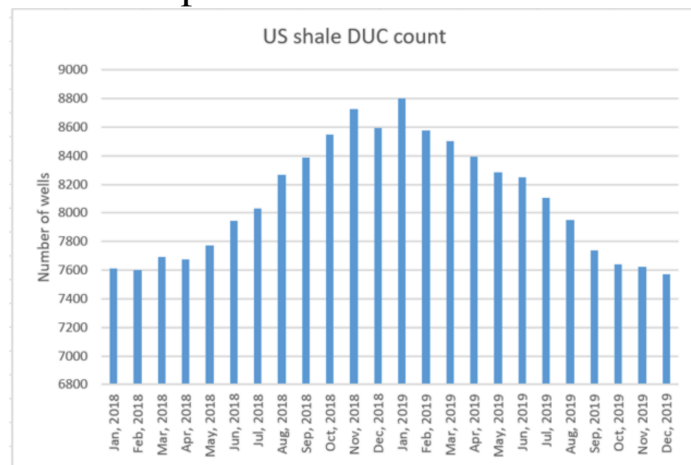
## -Pics LTO US

Le nombre d'appareils de forage aux US sur le LTO présente 2 cycles avec pic en 2015 et 2019

La production de brut par puits présente un pic les premiers mois et production négligeable au bout de 3 ans

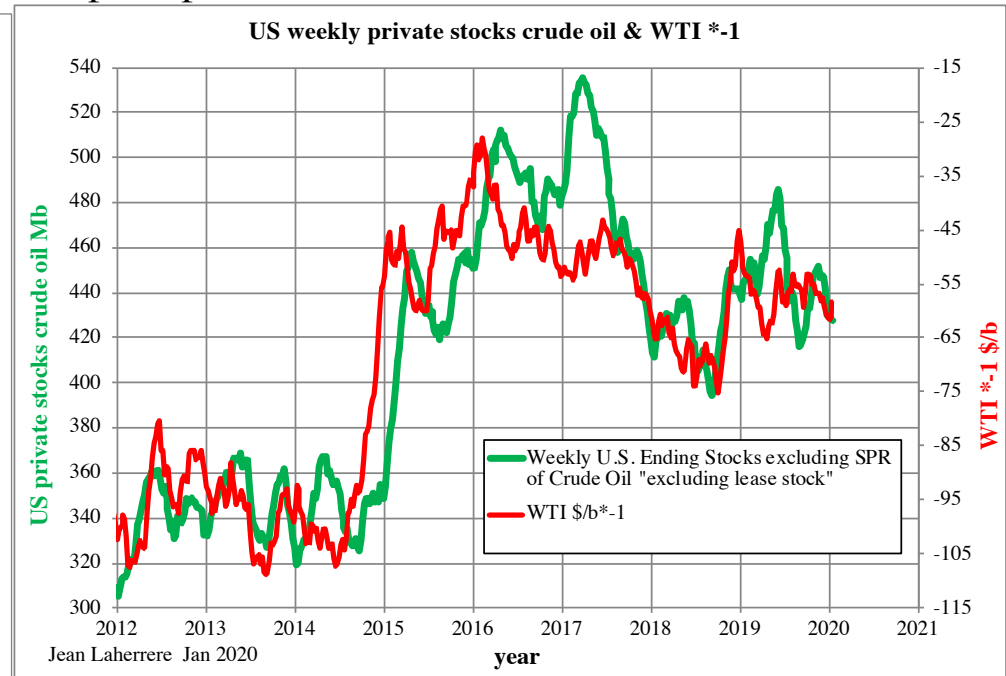
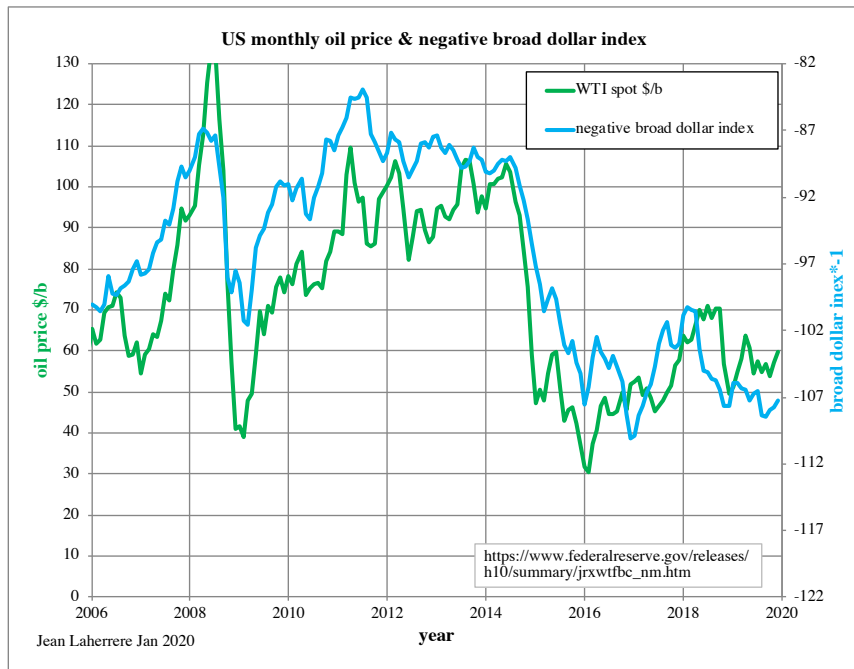


Le nombre de puits en attente de fracturation (DUC) est en déclin (symétrique !)



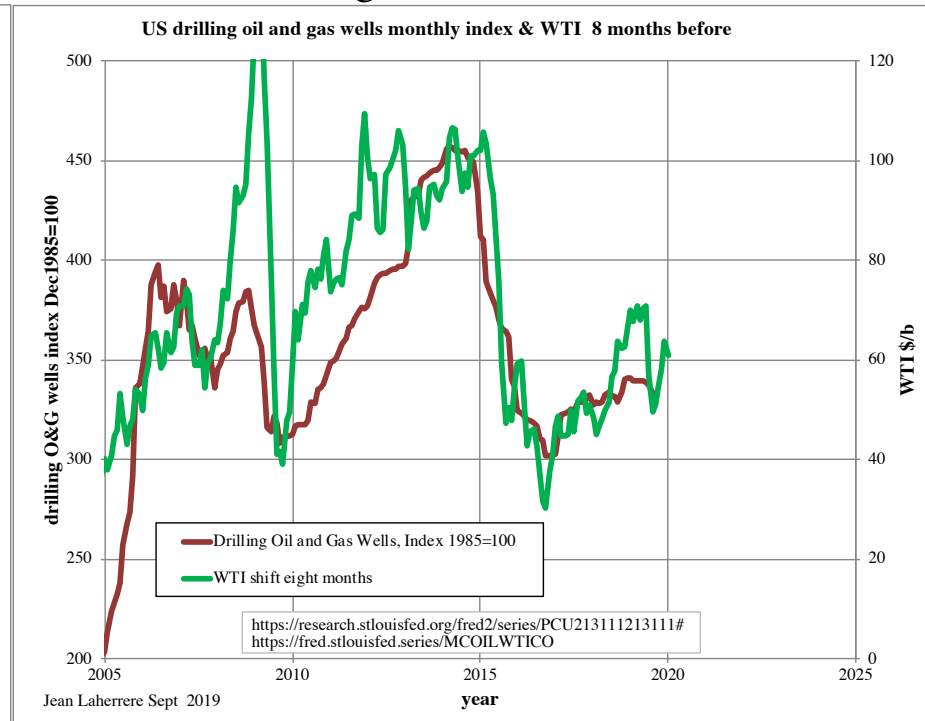
## -Pic du prix du pétrole et des stocks aux US

Le prix mensuel du brut US varie comme la valeur du dollar multipliée par -1 et les stocks hebdomadaires de brut US varient comme la valeur du prix du baril multipliée par -1



## -Pic indice de forage US et nombre employés Halliburton

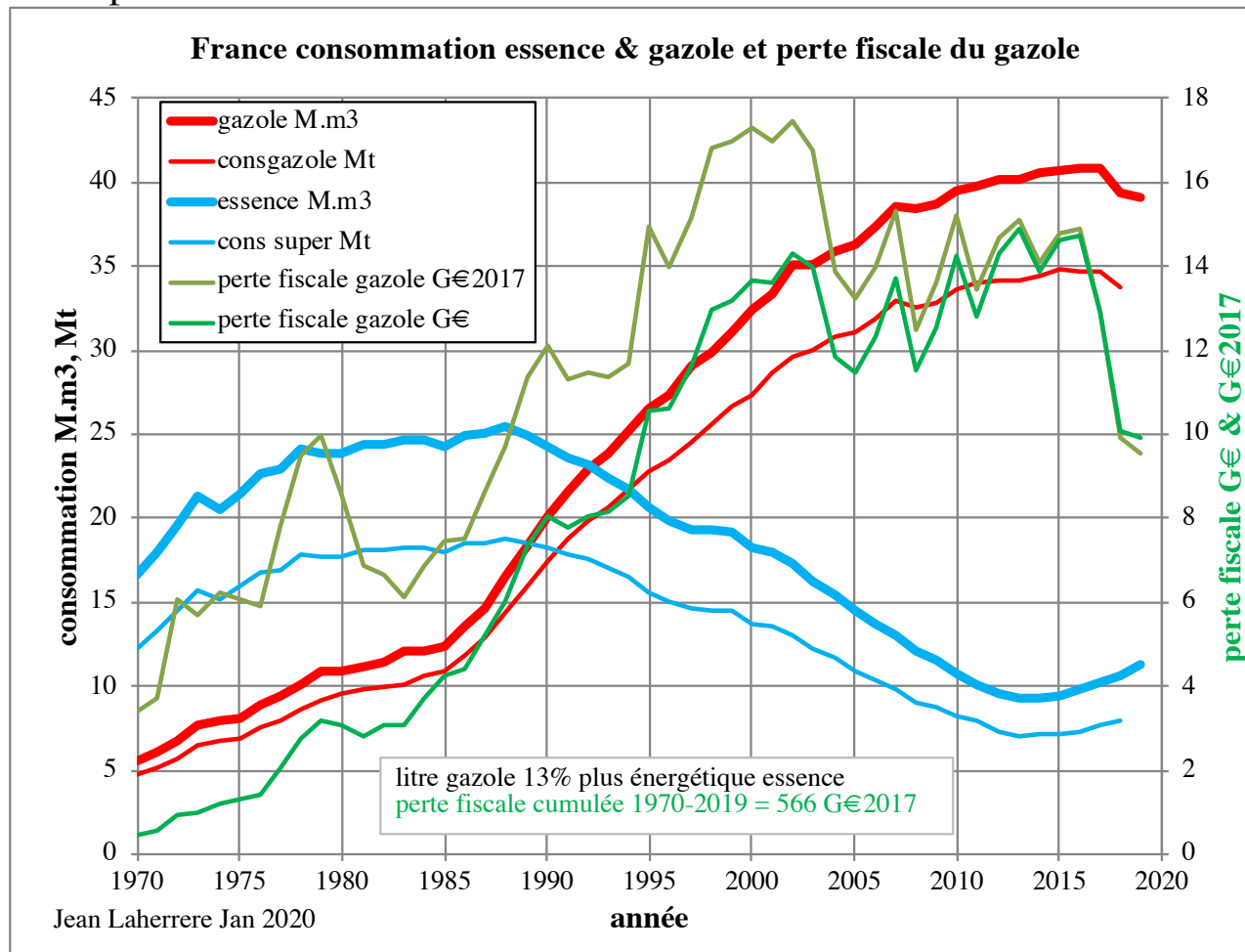
Le nombre d'employés chez Halliburton corrèle bien avec l'indice de forage US



L'indice de forage US corrèle bien avec le prix du brut WTI

### -pic de la niche fiscale du gazole

Le diesel au litre est 13% plus énergétique que le litre d'essence et devrait être vendue 13% plus cher, ce qui est loin d'être le cas : la France subventionne donc le diesel et cette niche fiscale a coûté 10 G€ en 2019 et en cumulé depuis 1970 plus de 560 G€2017

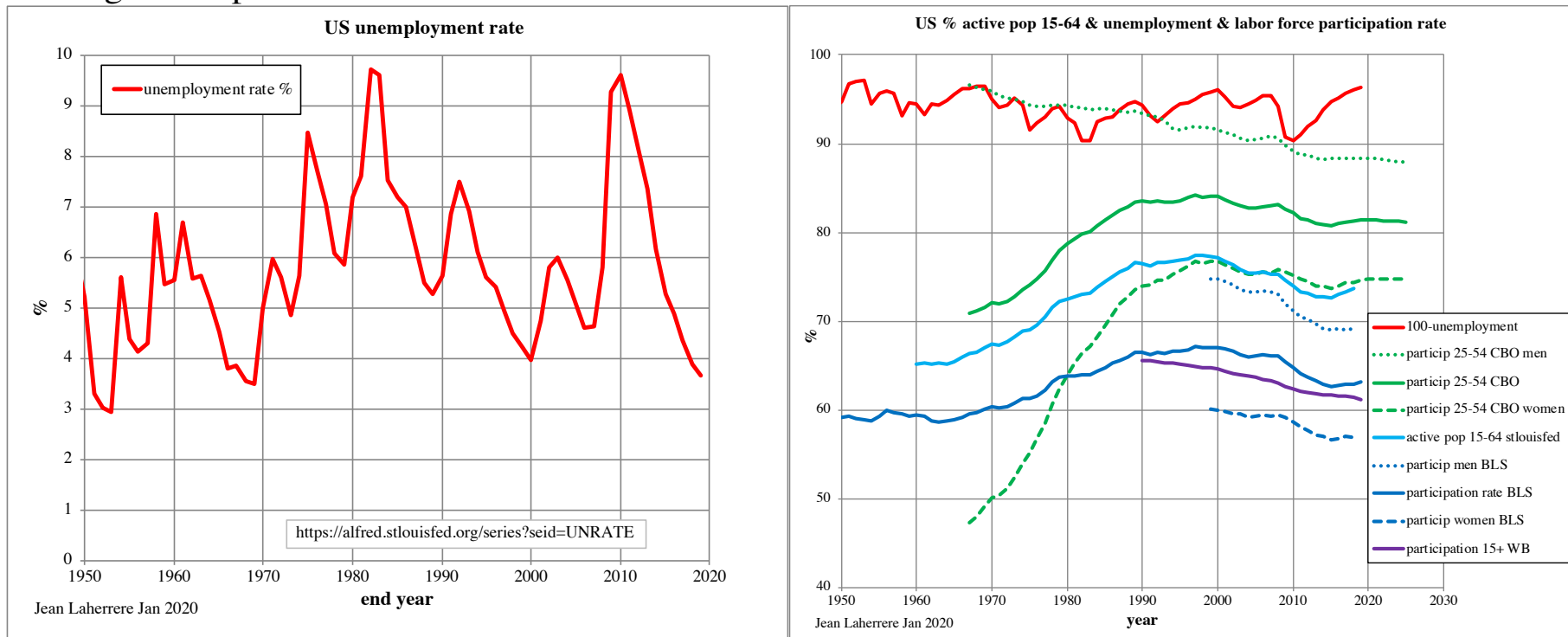




## -Pics du chômage aux US et pic du taux de participation de la force de travail

Le taux de chômage US varie énormément de 3 à 10 % avec pics en 1975, 1982 et 2010.

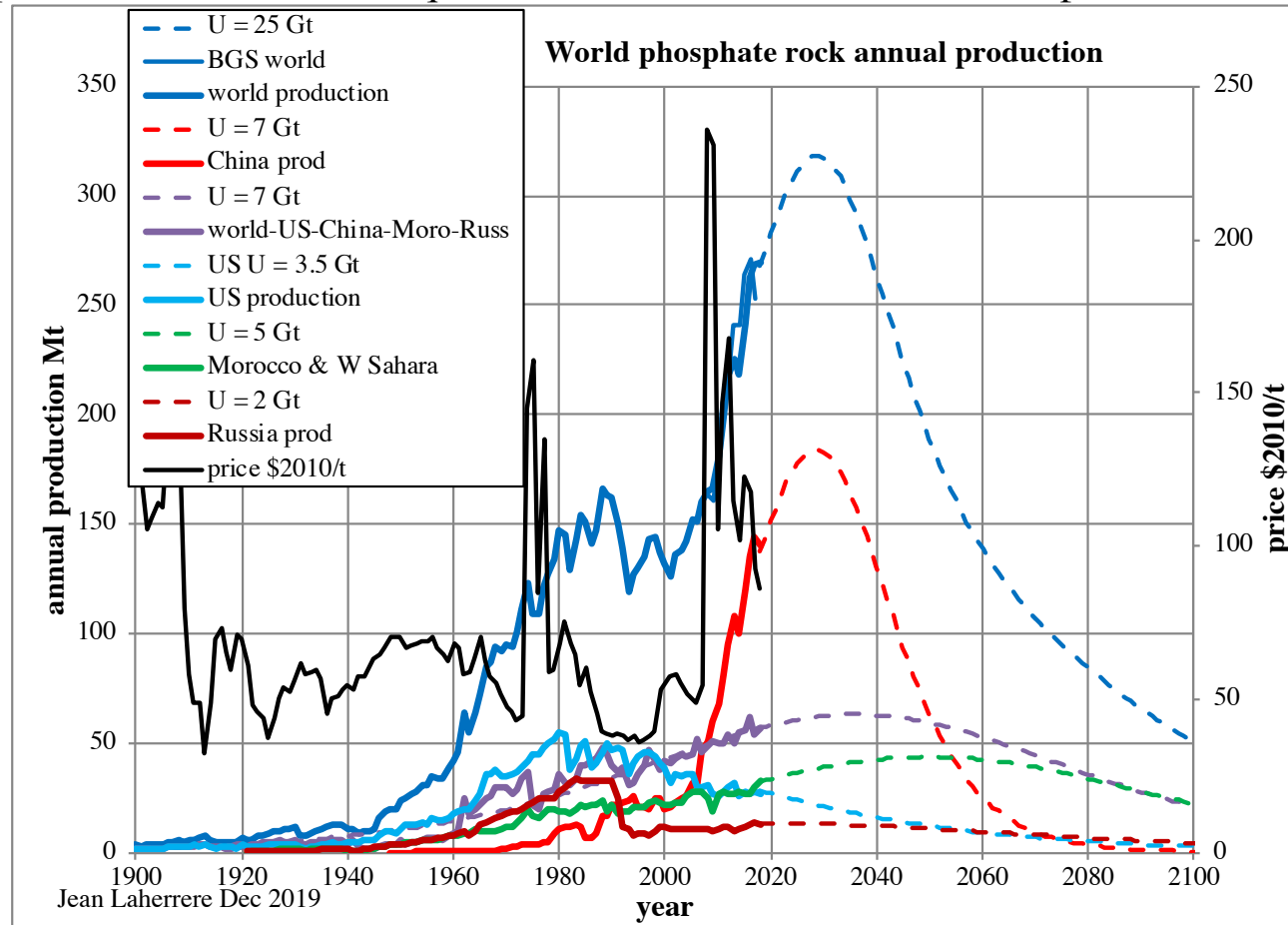
Le pourcentage US du taux d'activité de la population active présente un pic en 1998, mais les chiffres varient suivant la tranche de population et les sources (de 67% à 84%), alors que le chiffre 100 -taux de chômage est supérieur à 90% !



## -Pic P, K, N

-pic des phosphates

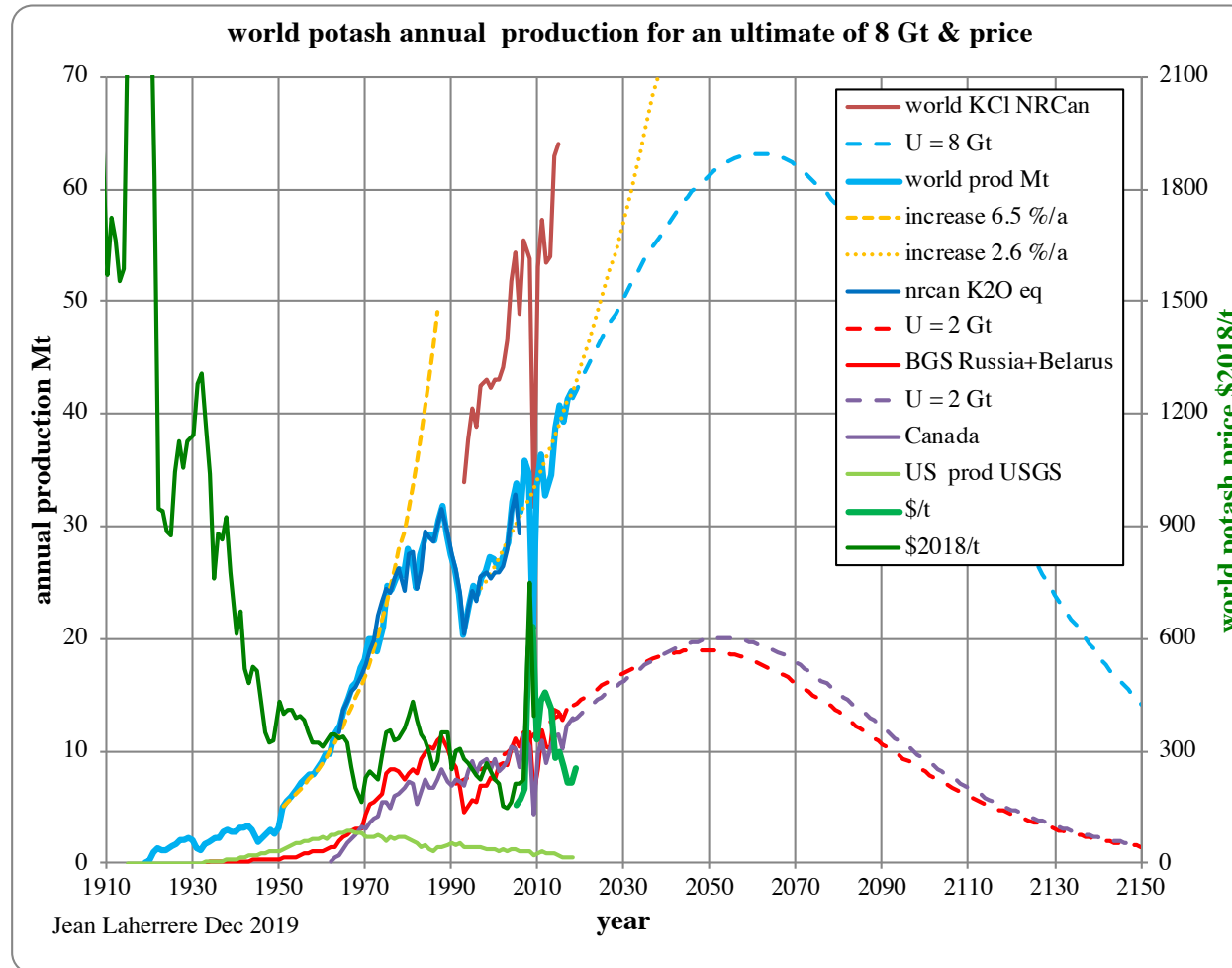
Le prix des phosphates a des bonds brefs qui déclenchent des croissances de la production mondiale



Le pic des phosphates US a eu lieu en 1980 ; le pic mondial est prévu en 2030

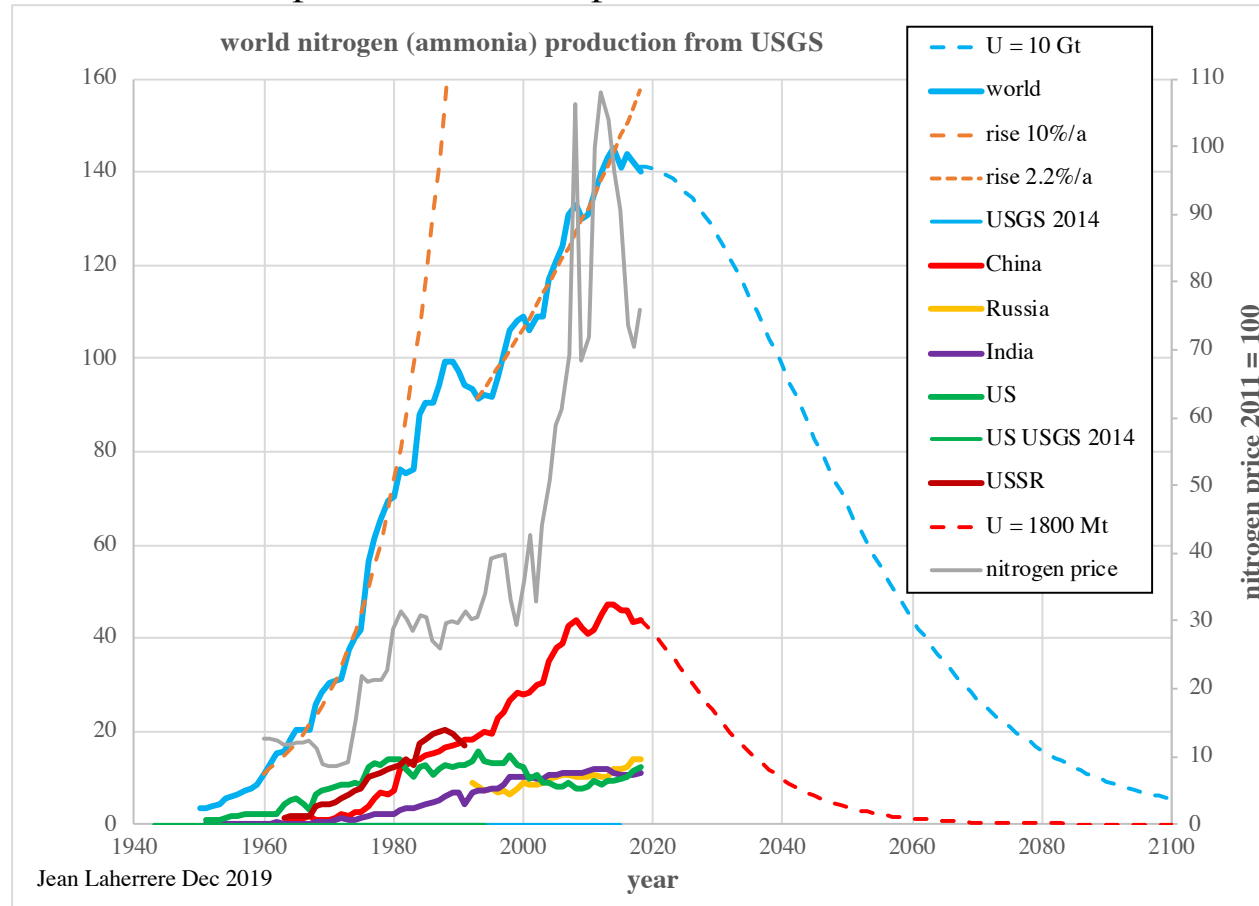
-pic des potasses

Le pic des potasses a eu lieu en 1970 aux US et le pic mondial est prévue vers 2060. Les gros producteurs sont le Canada et l'ensemble Russie-Biélorussie



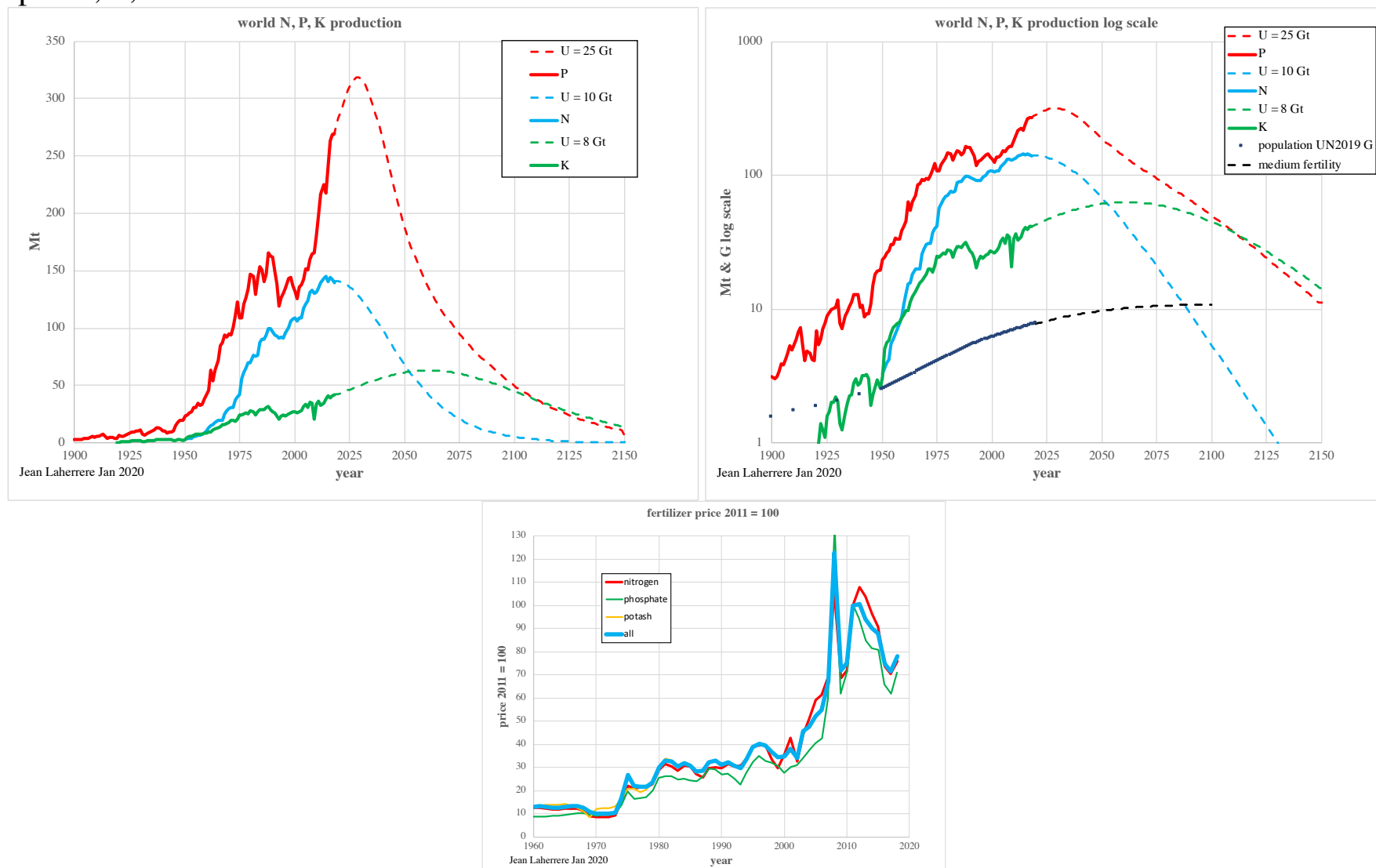
-pic N

Le pic Azote semble être en 2014 pour le monde et pour la Chine



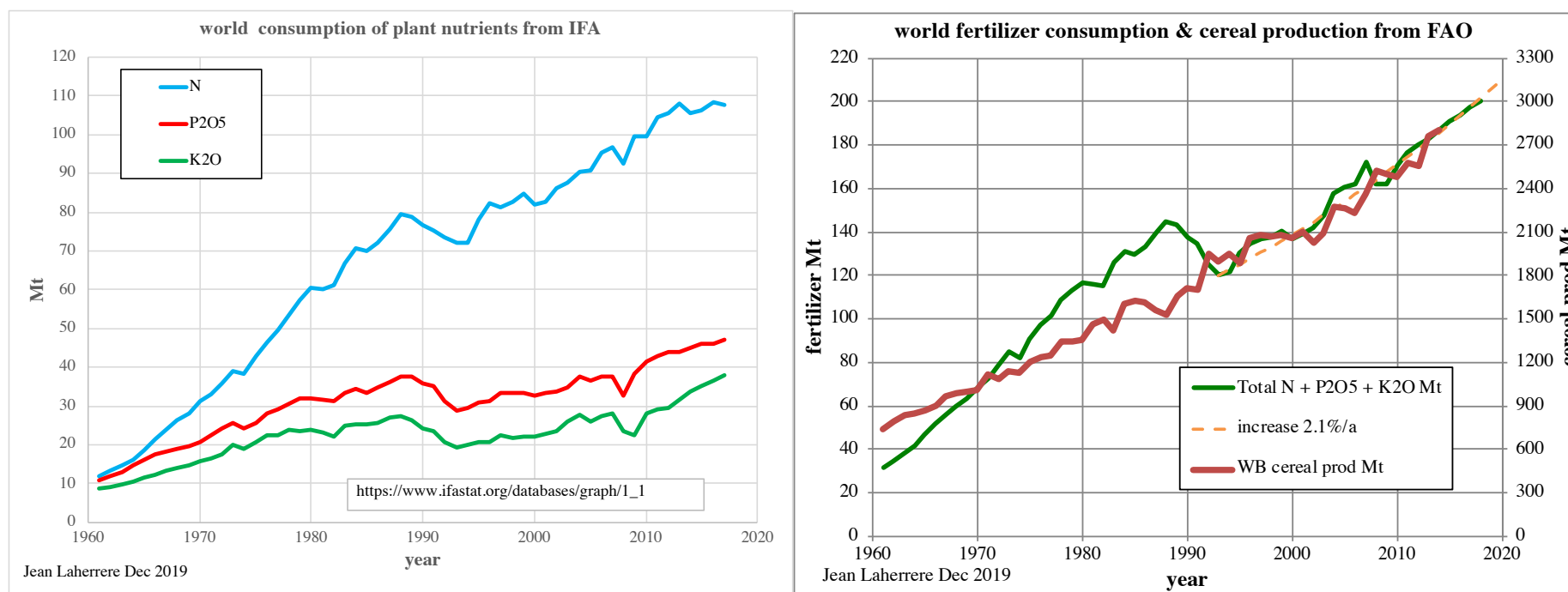
Le nitrate d'ammonium est explosif : toute la campagne réfraction du Sahara (1950s) a utilisé du nitrate d'ammonium mélangé 10% à du fioul avec une charge amorce : plusieurs tonnes par tir pour les distances de 10 km. L'explosion AZF Toulouse 2011 300 t 31 morts, Oklahoma City 1995 2000 t 168 morts, Texas City 1947 2300 t 500 morts :

-pic N, P, K



Le prix des engrais NPK a eu un pic bref en 2008 et en 2012

La consommation N, qui était proche des autres P2O5 et K2O en 1960 est près supérieure en 2018.  
Il y a pic en 1988 et la consommation totale d'engrais a chuté de 1988 à 1993 sans que la production de céréales en souffre. L'engrais était mal utilisé tout en étant source de pollution avec les algues vertes en mer.



## **-Conclusion**

La Nature est essentiellement cyclique, tout ce qui monte atteint un pic un jour et redescend, très souvent de façon symétrique. Mais il y a très souvent un nouveau cycle ou plusieurs.

Quand la géologie est incapable de prévoir la quantité ultime extractive d'un minéral, la meilleure technique est la linéarisation dite d'Hubbert de la production passée annuelle/cumulée.

Prévoir le prochain pic est essentiel, mais la pratique est difficile.

Il est préférable de publier une estimation douteuse que pas d'estimation et il faut continuer à travailler le sujet et aussi d'améliorer les données et surtout leur définition, car les données publiées sont surtout politiques et les données techniques sont confidentielles.

La production de pétrole en 2019 varie entre 80 et 100 Mb/d entre brut et tous liquides, avec seulement 67 Mb/d pour le brut conventionnel : chacun peut choisir le produit qui lui convient avec le même titre pétrole ! Les données publiées sont surtout politiques et les données techniques sont confidentielles. Le nombre de compagnies dites de scouting (espionnage industriel) = IHS, Rystad, Wood Mackenzie et leurs chiffres d'affaires montrent bien que les données publiques sont insuffisantes. Il est très difficile de trouver les données historiques depuis le début des productions

La production de pétrole des champs français (concession donnée par l'Etat) est devenue en 2016 l'objet de censure quand l'énergie a été rattachée à l'écologie, alors que le Royaume-Uni (Free information act de 2000) publie toutes les données nationales. La France régresse !