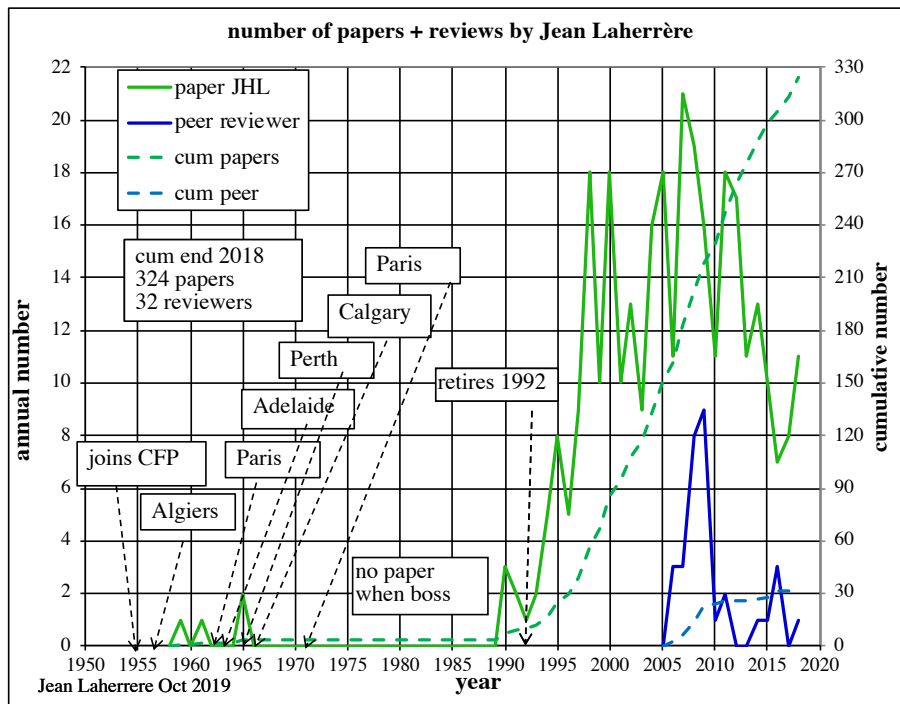


Comparaison pompe à chaleur géothermique & chaudière au fioul

Dans ma biblio à fin 2018, il y a 324 papiers et 32 « peer reviewer » (recommandation à l'éditeur à sa demande sur un papier scientifique). Le nombre de papiers est un bon exemple de pic en 2008, correspondant au pic de reconnaissance du « peak oil », pic causé par l'arrivée aux US du « shale oil » (pétrole de roche-mère, en fait pétrole de réservoirs compact = tight oil & LTO) !



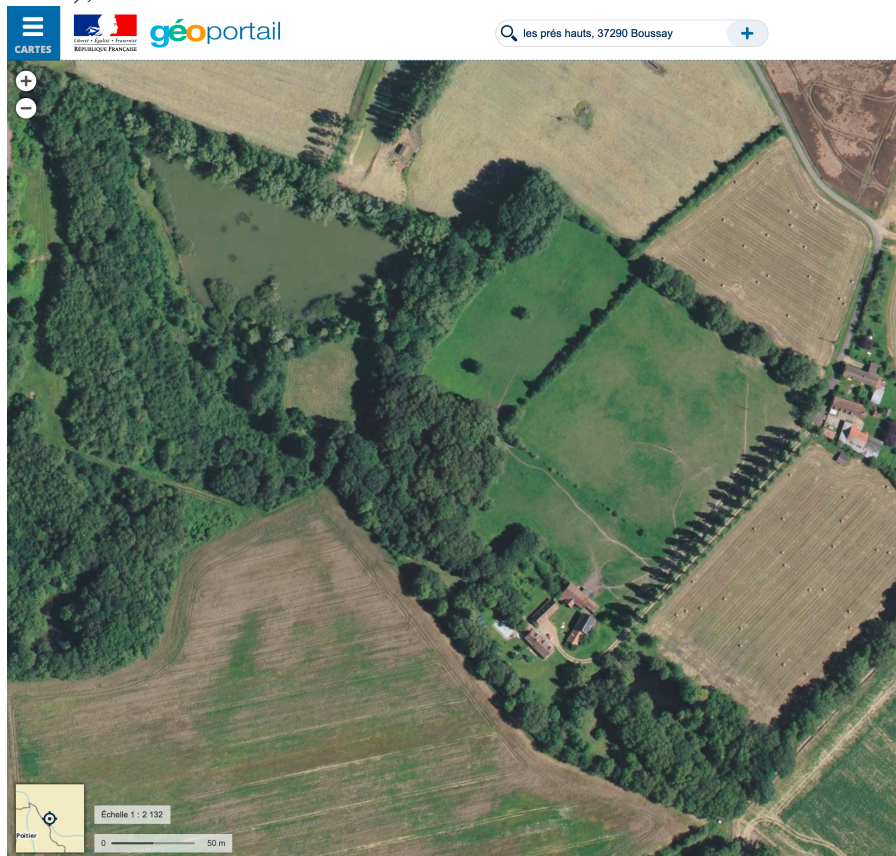
Tous mes papiers dépendent de données extérieures, difficiles à trouver, la plupart confidentielles. Ayant dans mon ordinateur toutes les données production et réserves des champs pétroliers dans le monde (en dehors des puits terrestres « non frontière » US et Canada Ouest) à jour à fin 2010, j'ai été décrit par le Professeur Charlie Hall (créateur du concept EROI = energy return on energy invested) comme « **la source** ».



Depuis ma retraite je vis à la campagne au lieu-dit Les Prés Haut à Boussay 37290 (Indre et Loire), situé à 300 km au sud de Paris, à 33 km à l'est de Châtellerault sur la commune de Boussay, 234 habitants, sans école, sans magasin, mais avec un château dans la même famille depuis 1000 ans. Il est proche de Preuilly sur Claise. La vallée de la Claise est renommée

(Walter Youngquist 1994 Geodestinies page 1 the Stone age) comme le plus important site industriel de fabrication de lames de silex de 40 cm de long (musée du Grand Pressigny). L'âge de bronze a éliminé cette fabrication d'outils en silex !

Les Prés Haut était une ancienne ferme avec 4 corps de bâtiment (avec four à pain) et 2 puits d'eau, élevage d'une centaine de cochons que j'ai acheté en 1969 (superficie 15 ha) étant en poste au Canada, et que j'ai fait transformer pour être ma résidence secondaire lors de mon retour en France. Cette ferme est au bout d'un chemin (non goudronné jusqu'en 1975) et le téléphone fixe avec 14 poteaux (mais trop loin avec 7 km du centre pour avoir l'ADSL) et l'eau communal ont été installés. Un étang de 0,8 ha a été créé avec une digue, au contact du Tertiaire (de mauvaise qualité (culture principale = le foin = les prés ou les bois) et du Crétacé (belle argile bleu), avec de nombreuses sources.



Pendant tout ma carrière de prospecteur, j'ai participé au forage de très nombreux puits secs et aussi de nombreuses découvertes (la première étant le champ super géant d'Hassi Messaoud (plus grand champ de pétrole d'Afrique), suivi de Hassi R'Mel (plus grand champ de gaz d'Afrique). Mais dans mes travaux actuels de prévision de la production pétrolière basés sur les données de production et de réserves trouvées sur Internet, la recherche de données ressemble à la prospection pétrolière : beaucoup de données fausses ou inexistantes (puits secs) et peu de bonnes données sur une période récente et encore moins de données historiques (découverte).

Pour la première fois, je présente ici un papier basé sur mes données personnelles : factures d'électricité et de fioul. La recherche de documents sur plus de 20 ans a été laborieuse dans ma montagne de documents, car les documents EDF changent de définition, de périodicité et de présentation : rien n'est homogène sur le long terme. De plus, beaucoup de données sont estimées, donnant des rectifications au moment des mesures au compteur.

Après la publication de l'article avec Colin Campbell en mars 1998 dans Scientific American Campbell C.J, Laherrère J.H. "**The end of cheap oil**" p80-85 traduit en mai 1998 dans « Pour la science » "**La fin du pétrole bon marché**" p30-36, je me suis préoccupé d'économiser l'énergie dans ma vie personnelle (et de moins polluer en ne jetant rien dans la nature et en conduisant seulement des voitures à essence).

En 2000, J'ai entrepris des travaux dans ma campagne, à savoir l'isolation de la toiture de la maison principale et de la maison des invités (isolant sous les tuiles et laine de verre dans les combes (abîmée par les rongeurs elle a été remplacée par de l'ouate de cellulose cette année), de double vitrage des fenêtres.

En 2000, j'ai fait vérifier que ma chaudière de 1970 était performante et la réponse a été positive.

En 2006, j'ai fait installer une pompe à chaleur (PAC) géothermique (400 m² de tuyaux de cuivre à 70 cm de profondeur).



La carte de gauche (Google Earth) indique le lieu-dit « les Prés Hauts » alors que le cadastre (et la carte IGN au 50 000 e) indique « les Prés Haut » (les Prés d'en Haut), mais Internet a un correcteur d'orthographe et impose sa version fautive : l'ordinateur est supposé plus intelligent que l'être humain !

La carte de droite (Géo portail) donne aussi l'adresse « les Prés Hauts », mais la qualité de l'image est meilleure (plus de soleil).

La piscine (en bleu) fait 5x10 m et la zone couverte en géothermie (sous la pelouse au-dessus de ce texte) est de 400 m² (ou 8 piscines).

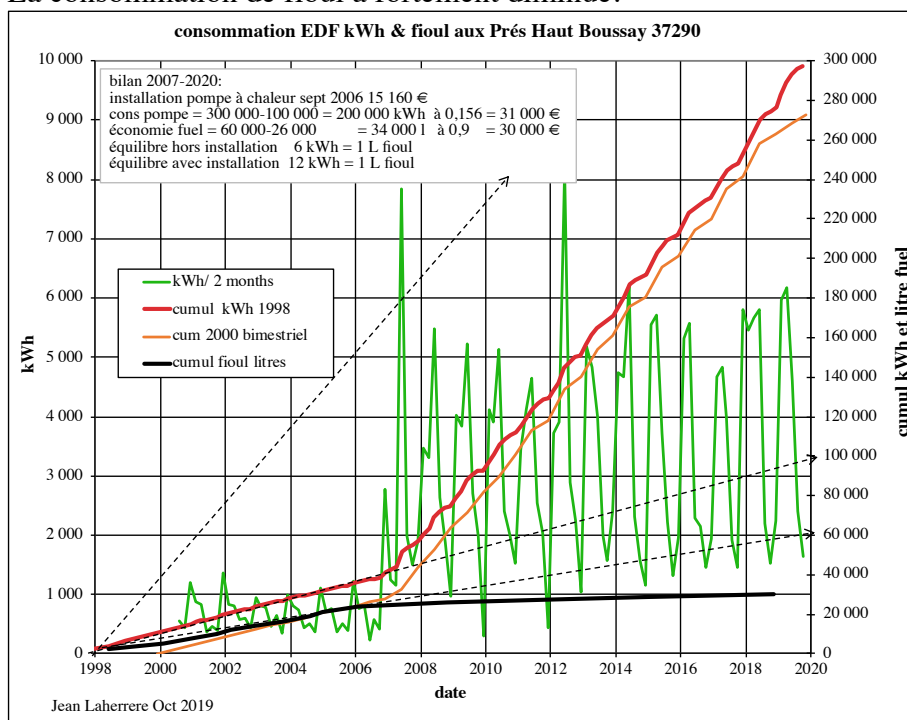
La pompe à chaleur géothermique produit de la chaleur, comme le réfrigérateur produit du froid. Cette chaleur est transmise à l'eau des radiateurs de l'installation existante de la chaudière au fioul installée en 1970 qui a été conservée, car je dispose d'un contrat ancien EDF « EJP » où le tarif actuel TTC est de 0,104 €/kWh en normal et 0,198 €/kWh en pointe. Mon contrat EJP est pour 12 kVA triphasé.

Le tarif actuel EDF (remplaçant le EJP) est de 0,131 €/kWh TTC en option heures creuses et 0,171 €/kWh en heures pleines.

En pointe (22 jours par an), la pompe à chaleur est remplacée par la chaudière au fioul.

La consommation d'électricité a alors fortement augmenté en 2007, multipliée par 4, passant de 2000 kWh/a à 8 000 kWh/a, car le chauffage par radiateurs concerne une dizaine de pièces.

La consommation de fioul a fortement diminué.



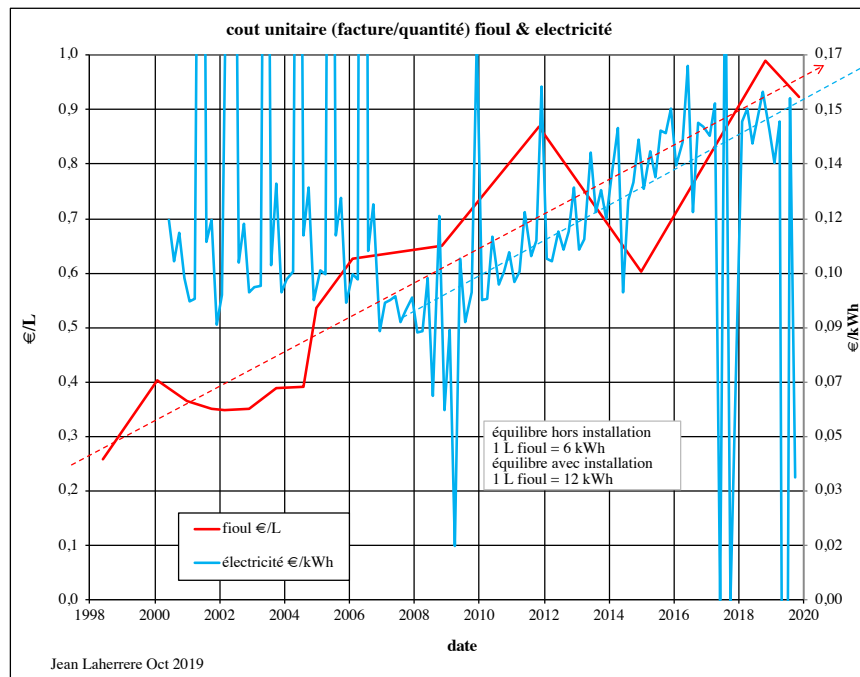
Les courbes de consommation d'électricité (pointe + normale) pour 2 mois (en vert) montrent bien une variation entre l'hiver et l'été. Mais les valeurs de consommation sont souvent estimées et non mesurées, car les compteurs ne sont pas souvent relevés en campagne. Je n'ai toujours pas de compteur Linky. De plus sur les factures, la périodicité de comptage EDF a varié avec le temps, entre tous les 2 mois et tous les 6 mois. La présentation des factures a aussi varié avec le temps : rien n'est fait pour simplifier une comptabilité historique ! Pendant les 22 jours annuels d'EJP, c'est la chaudière au fioul qui chauffe et il y a donc une petite consommation après 2007.

Les courbes cumulées depuis 1998 de consommation d'électricité (en rouge) et de fioul (en noir) sont remarquablement linéaires avant et après l'installation de la pompe à chaleur. On peut donc dire avec certitude que, de 2007 à 2020 soit 14 ans, la consommation cumulée d'électricité due à la pompe à chaleur est la différence entre 300 000 kWh = valeur en 2020 et 100 000 kWh valeur extrapolée de la consommation sans pompe de 1998 à 2007, soit 200 000 kWh. Le coût du kWh tous compris est de 0,156 € actuellement et ces 200 000 kWh représentent 31 000 €. L'extrapolation de la consommation (en fait les commandes de fioul pour remplir la cuve de 3000 L) sur cette période est de 60 000 L moins 26 000 L soit 34 000 L, soit un coût de 30 000 € (0,9 €/L)

Il y a donc en gros égalité pour la période 2007-2020 entre le coût de fonctionnement de la PAC et l'économie de fioul. Il y a donc équilibre pour le fonctionnement entre 34 000 L de fuel et 200 000 kWh soit **1 L fioul = 6 kWh**. Mais le coût de l'installation de la PAC en 2006 de plus de 15 000 € est à ajouter dans le bilan.

Pour arriver à un équilibre financier en tenant compte de l'installation de la pompe il faudrait que le cout cumulé de la consommation électrique ne soit que 31 000 – 15 000 = 16 000 kWh soit environ la moitié : il faudrait donc que **1 L fioul = 12 kWh !**

Le coût unitaire de ma consommation de l'électricité et du fioul sur la période 1998-2019 a beaucoup varié :



Le graphique a 2 échelles correspondantes à l'équilibre sans installation 1 L = 6 kWh. Le coût total unitaire de l'électricité en bleu a peu varié en moyenne de 2000 à 2008 (variation en 2007 due aux mauvaises estimations du comptage), mais depuis 2008 le coût est passé de 0,09 €/kWh à 0,15 €/kWh.

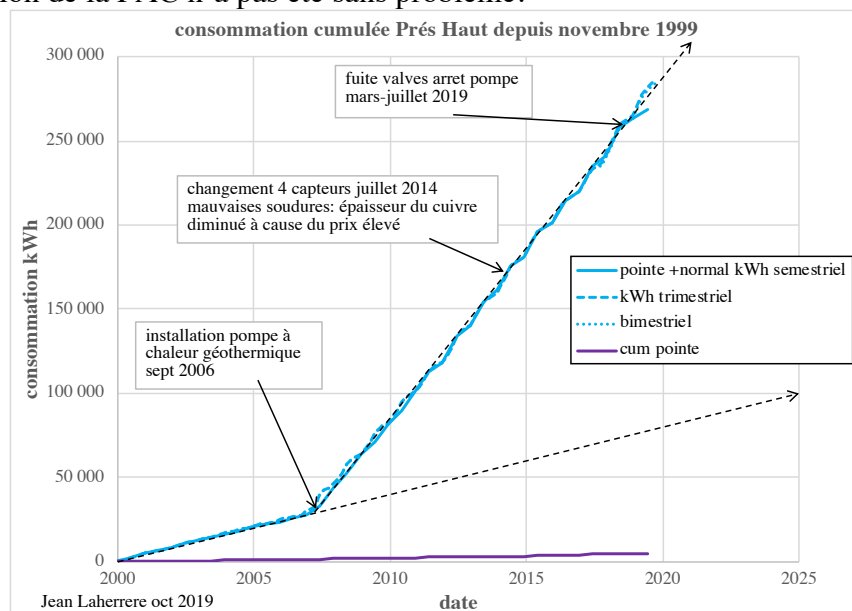
Le coût du fioul a pas mal varié avec le prix du brut mais sur la période 1998-2019 l'augmentation est égale à celle de l'électricité.

L'extrapolation du passé montre que la PAC ne parvient pas à être économique en comptant les frais d'installation.

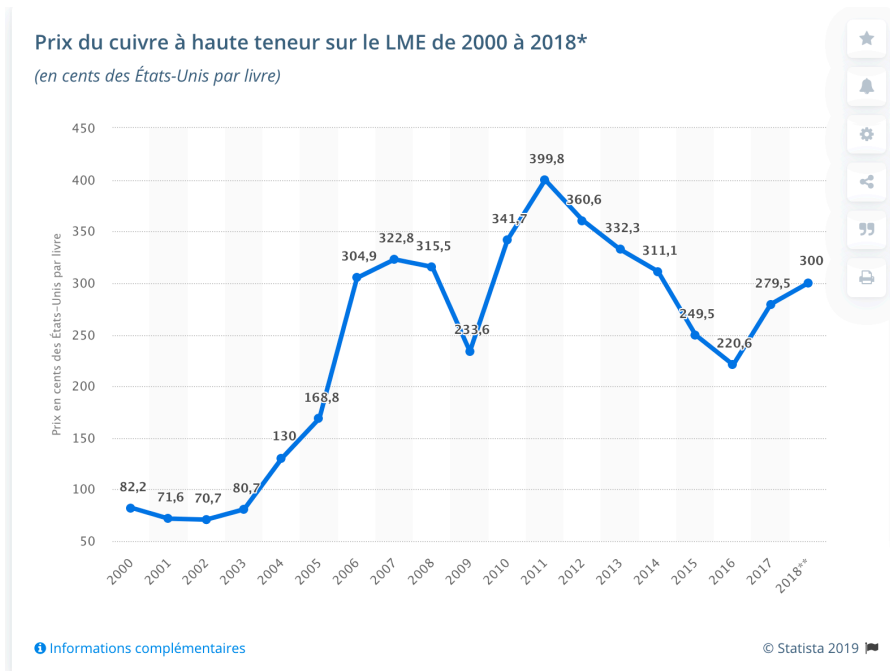
Nous avons vu qu'il faudrait un doublement du prix du fioul pour rendre la PAC économique. De plus je profite de conditions avantageuses avec un contrat EJP et une chaudière au fioul. De temps en temps j'utilise aussi une cheminée avec insert où je brûle le bois que je récupère des arbres morts de ma propriété, ce qui diminue un peu l'usage de ma PAC.

Une installation PAC géothermique sans chaudière et sans EJP demanderait pour être économique un prix du fioul supérieur à 12 kWh.

Mais l'utilisation de la PAC n'a pas été sans problème.

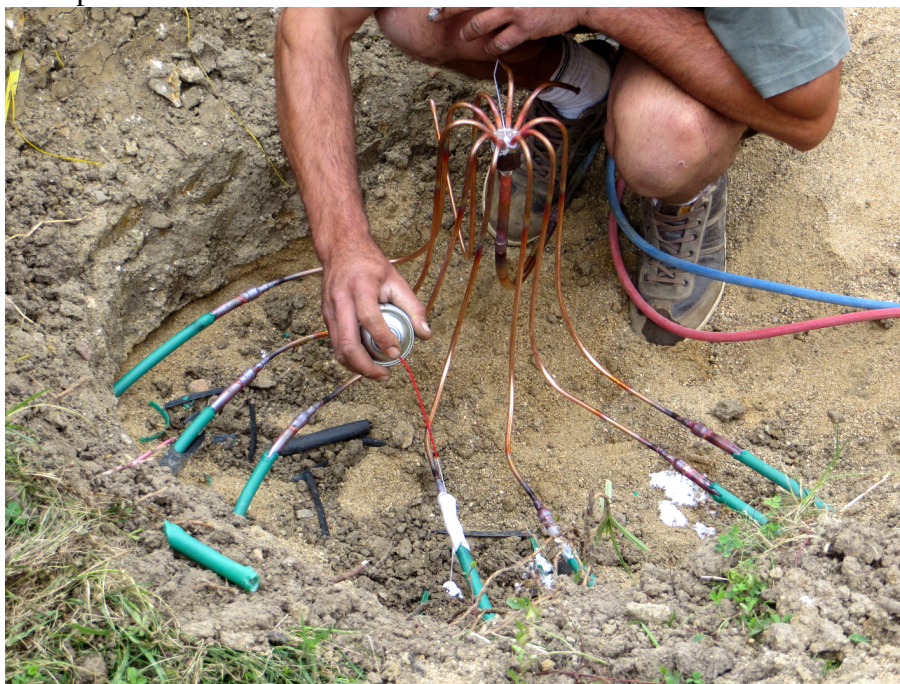


Lors de l'installation fin 2006 de la pompe à chaleur géothermique basée sur 400 m² de tuyaux de cuivre enterré à 70 cm dans le sol, le prix du cuivre a fortement augmenté en 2006 (multiplié par 4,3 depuis 2000), pour diminuer en 2008 et être suivi d'un pic en 2011 et d'un creux en 2016.



L'installateur des pompes, pour ne pas augmenter ses prix, a diminué de moitié l'épaisseur des tuyaux de cuivre. Mais le technicien qui soude les tuyaux de cuivre au tuyau principal qui mène à la pompe n'a pas changé ses habitudes : or la température de soudage est différente suivant l'épaisseur du tuyau et les soudures n'ont pas été parfaites : le fluide utilisé dans la PAC a légèrement fui. L'installateur a mis plusieurs années pour réaliser le problème sur toutes ses PAC et faire payer l'assurance. En juillet 2014 il a déterré les raccords et refait les soudures des 4 boîtes de raccordement tuyaux et pompe.

Changement 4 capteurs vérification des soudures avec eau savonneuse :



4 boitiers avant recouvrement :

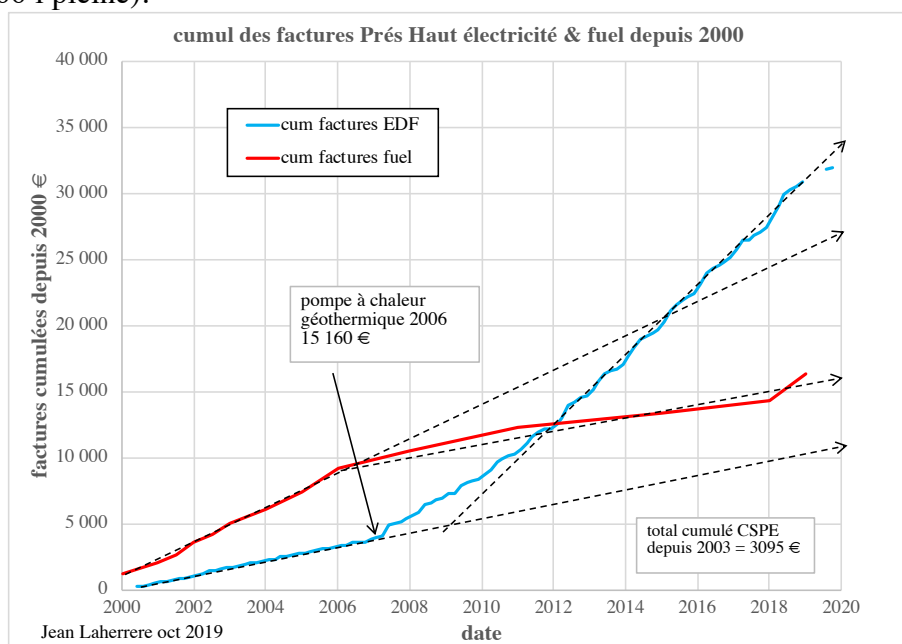


En mars 2019 l'efficacité du chauffage a diminué et le technicien a constaté une fuite du fluide, mais il a mis plusieurs mois pour trouver la fuite : c'était les valves qui ont été changées. Heureusement, de mars 2019 à juillet 2019, la chaudière au fioul a remplacé la PAC.

Mais il faut aussi regarder les consommations en euros depuis 2000.

Les coûts unitaires étant en augmentation, les courbes ne sont plus linéaires, mais courbes, plus difficiles à extrapoler.

Depuis 2000 la dépense en électricité a été de plus de 30 000 € et en fioul 16 000 € (mais cuve de 3000 l pleine).



La conclusion est donc que ma pompe à chaleur géothermique n'est pas actuellement économique par rapport à ma chaudière à fioul et qu'il faudrait que le prix du fioul double pour que la pompe soit rentable.

Regardons ce que dit Internet

Un site <https://www.quelleenergie.fr/questions/pompe-chaleur-geothermique-seul-chauffage> prétend une économie de 1202 € (pourquoi 1202 et non 1200 ?, de plus le point est non conforme aux règles du SI) d'économie en installant une pompe à chaleur géothermique à la place d'une chaudière en bois



Source : Quelle Energie - 2015

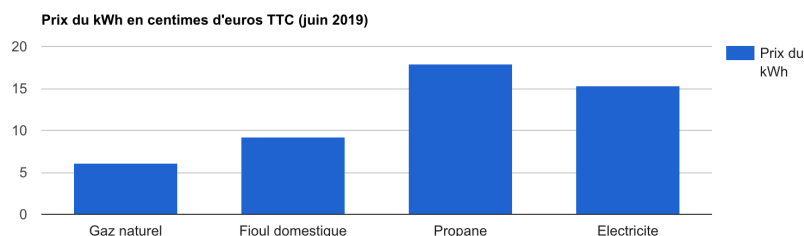
Je dis toujours qu'un résultat énergétique donnant 4 chiffres significatifs montre que l'auteur est incompetent, ignorant le calcul d'erreur et que son premier chiffre doit être faux, ce que confirme mon étude. J'ai effectué sur leur site une simulation en affichant les conditions de ma maison, j'attends toujours leur réponse !

Le site <https://www.les-energies-renouvelables.eu/conseils/geothermie/prix-pompe-a-chaleur-geothermique/> indique en 2019 un coût de fonctionnement entre 2,3 et 3,7 € TTC par m2 et par an (admirer la décimale et la faible fourchette). Mon coût de fonctionnement est de 2000 €/a pour environ 200 m2 soit 10 €/m2/a, soit trois fois plus, alors que ma maison est bien isolée. Encore des études théoriques, non basées sur du réel ! On ment !

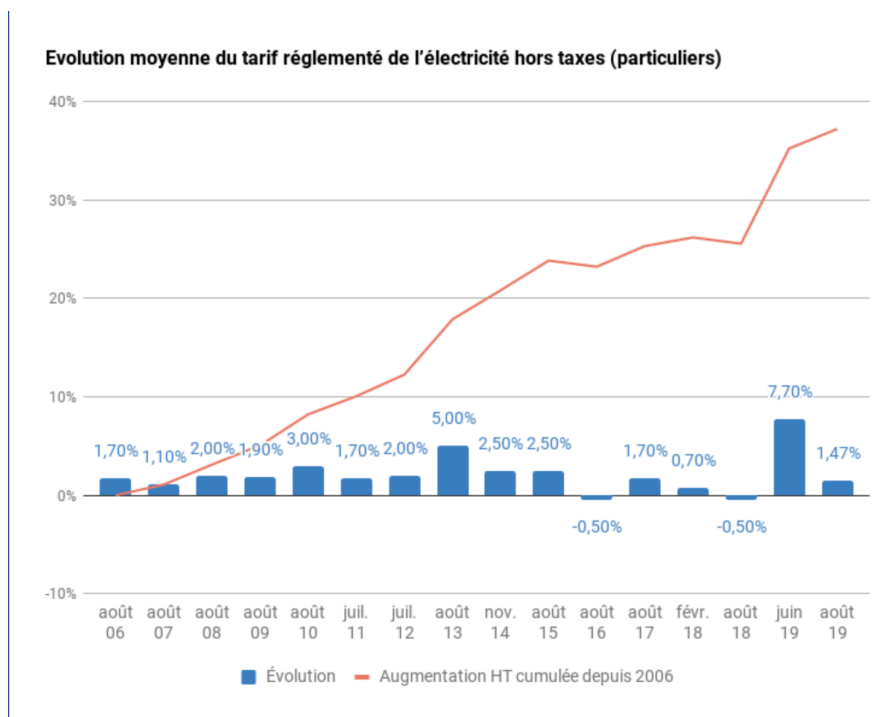
Le prix du kWh est donné en juin 2019 en centimes d'euro à 16 contre 8 pour le fioul, ce qui correspond à mes conclusions

<https://www.fournisseurs-electricite.com/guides/prix/kwh-electricite/france>

Comparaison prix de l'électricité, prix du gaz naturel, prix du gaz propane et prix du fioul



Depuis mi 2006 le prix de l'électricité en France a augmenté de 38%

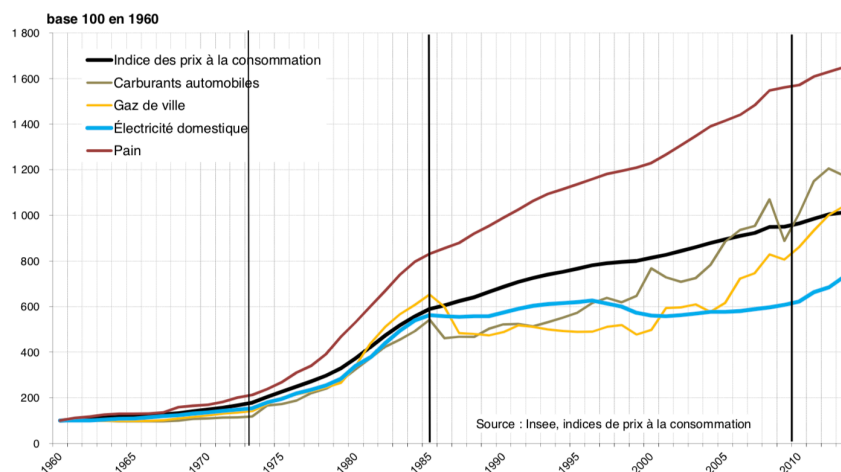


Observatoire de l'industrie électrique Mars 2014

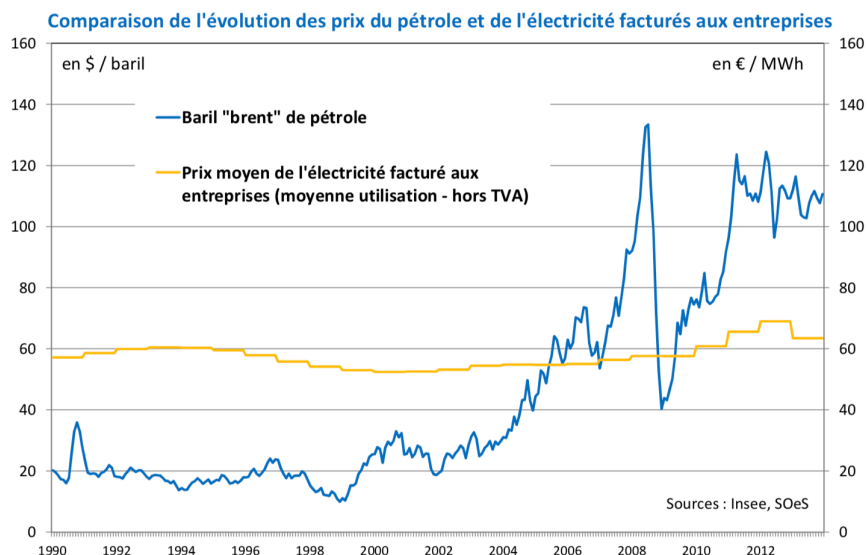
Le prix de l'électricité en France : évolutions passées et perspectives :

Le prix de l'électricité a beaucoup augmenté de 1973 (choc pétrolier) à 1985 (contrechoc pétrolier), a été plat de 1985 à 2010 et augmente depuis 2010, mais moins que le pain, l'indice des prix et le prix des carburants !

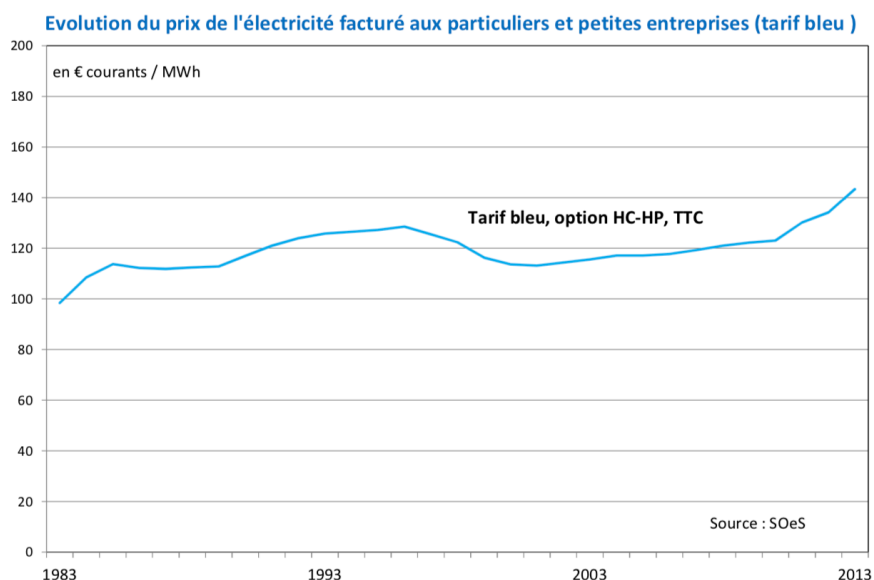
Indice des prix à la consommation (total et composantes)



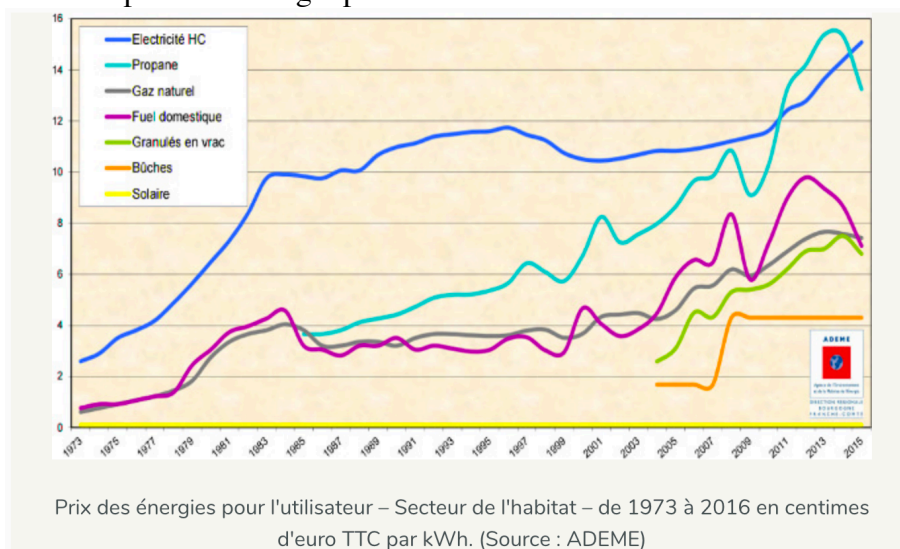
Du côté des entreprises françaises, le prix de l'électricité facturé, en tant que consommation intermédiaire à l'appareil de production, constitue là aussi un atout : alors que le prix des produits pétroliers a atteint des sommets en 2008 et qu'il se montre extrêmement volatile, le prix de l'électricité présente le double avantage d'être à la fois stable sur longue période et compétitif :



Le prix de l'électricité aux entreprises a été autour de 0,06 €/kWh de 1990 à 2014, mais le prix aux particuliers a été de l'ordre de 0,12 €/kWh de 1983 à 2013, soit le double !

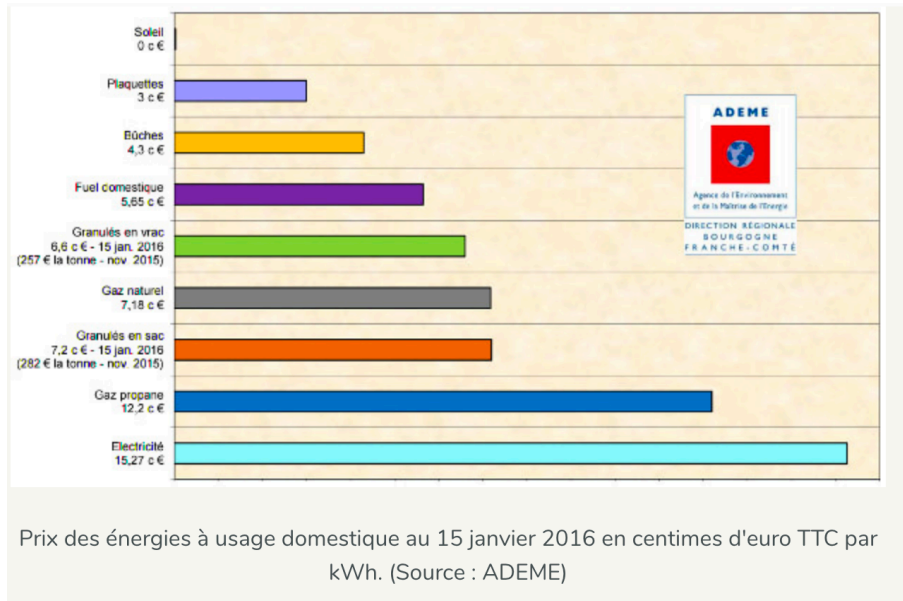


L'ADEME donne le prix de l'énergie pour l'utilisateur de 1973 à 2015 :



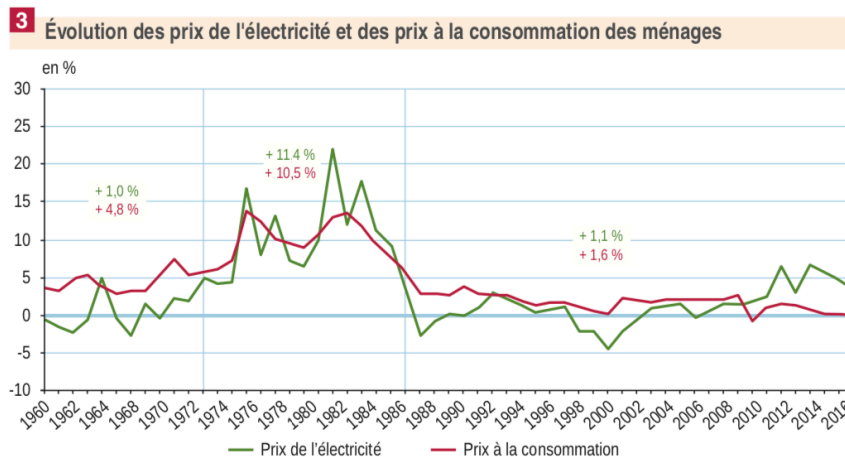
Le prix de l'électricité (en bleu) est bien supérieur au coût du fioul (fuel ?) domestique !

Détail pour 2016



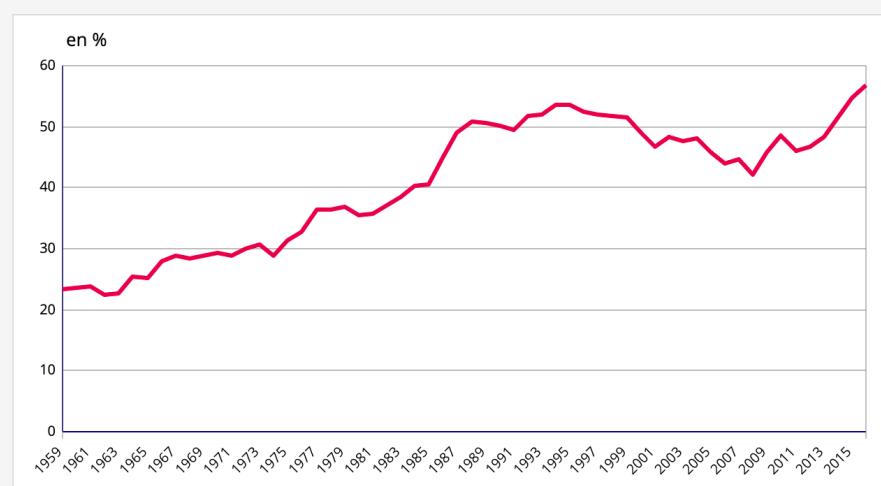
Le soleil est gratuit pour l'ADEME, comme le pétrole (qui vient du plancton qui vient du soleil), mais les panneaux soleil et les lignes électriques ne le sont pas, comme les puits de production de pétrole et la raffinerie !

Le graphique de l'INSEE <https://www.insee.fr/fr/statistiques/3973175> montre qu'en France l'augmentation du prix de l'électricité a été supérieure à celle des ménages à partir de 2000 :



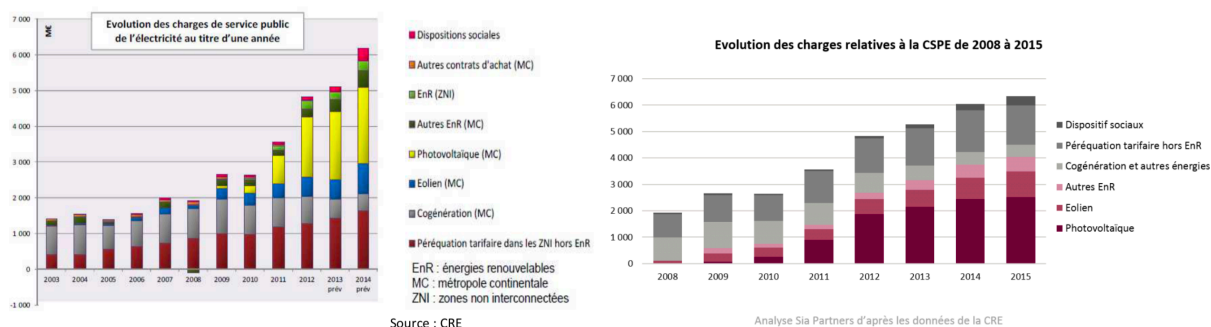
La part des dépenses d'électricité des ménages dans les dépenses totales en énergie hors carburants a augmenté depuis 1959 :

Figure 2 - Évolution de la part des dépenses d'électricité dans les dépenses totales en énergie hors carburants des ménages



La Contribution au Service Public de l'Electricité (CSPE) est la taxe de l'électricité qui influence le plus la facture d'énergie. Elle sert à subventionner le renouvelable. En 14 ans, cette taxe a connu une très forte augmentation : 3€/MWh en 2002, 22,5€/MWh HT en 2016 soit une multiplication par 7,5 en 16 ans. Pour ma part j'ai payé plus de 3000 € pour la CSPE. Voilà la décomposition de la CSPE de 2003 à 2015, passant de 1,3 G€ à 6,1 G€ :

Evolution et décomposition de la CSPE en France

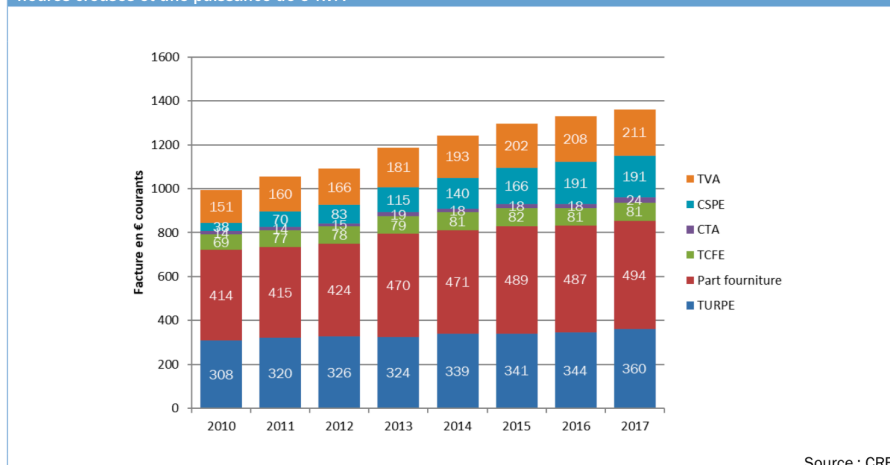


Le photovoltaïque est le grand bénéficiaire !

CRE = Commission de Régulation de l'Energie : rapport 2017

Etat des lieux des marchés de détail français de l'électricité et du gaz naturel

Figure 32 : Facture annuelle en euros courants d'un client bleu résidentiel ayant souscrit l'option heures pleines heures creuses et une puissance de 9 kVA



La part fourniture de la facture d'électricité d'un client est passé de 2010 à 2017 de 42 % à 36% : les taxes augmentent bien plus que la fourniture de l'énergie.

Le CSPE est distribué aux producteurs d'énergie renouvelable, notamment au photovoltaïque. Il est étonnant de lire dans les médias que le renouvelable éolien et solaire sont économiques et moins cher que le nucléaire, alors que les subventions augmentent.

Jeremy Rifkin dans son nouveau livre « le New Deal vert mondial » affirme que les énergies renouvelables (solaire, éolien, bioénergie) sont, dès cette année, moins chères que leurs concurrentes fossiles et que le coût actualisé du nucléaire est deux fois et demi plus important que le solaire = c'est un mensonge !

Rémy Prudhomme assure que l'EPR de Flamanville coûtera quatre fois moins cher que les éoliennes en mer <https://www.climato-realistes.fr/epr-de-flamanville-quatre-fois-moins-cher-que-les-eoliennes-de-mer/>

Les énergies renouvelables en France ont un privilège énorme (où est la révolution de 1789 et la fin des privilèges ?), car leur production est prioritaire sur le nucléaire, alors que l'éolien ne fonctionne que 23 % du temps et le solaire 11% contre 80% pour le nucléaire. De plus, dans le coût des renouvelables, on ne prend pas en compte le problème de l'intermittence et le coût du back up (en fait le nucléaire).

Tout le monde ment, il n'y a pas que Volkswagen et Cahuzac, il y a entre autres les mensonges sociaux (comment allez-vous ? très bien, alors que sous une colique ; votre cadeau est magnifique, en face d'un cadeau minable) et ça commence tôt avec le Père Noël !

Le mensonge est si banal qu'il est négligé quand révélé (exemple du Brexit avec 20 G€/a = 350 M£/semaine de Johnson et rien sur la frontière avec l'Irlande)

Le nouveau livre d'Yves Cochet «Devant l'effondrement » prévoit qu'**en 2050 il n'y aurait plus d'électricité** : les pompes à chaleur seraient alors inutilisables, mais ce scénario sans électricité est aussi improbable que le scénario SSP5 qui est utilisé pour prédire 7°C en 2100, en affirmant à tort que c'est le scénario « si on ne fait rien » : voir mon papier «Are there enough fossil fuels to generate the IPCC CO2 baseline scenario?"

<https://aspofrance.files.wordpress.com/2019/08/ipccco2rcp.pdf>

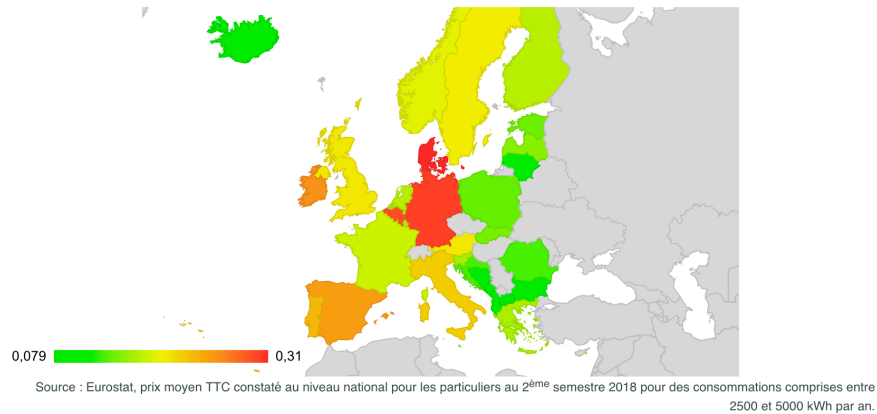
Paul Valéry 1931 « Le temps du monde fini commence » la croissance (du PIB et de l'énergie primaire) continue promise par les politiciens s'arrêtera un jour et le monde connaîtra une décroissance (notamment de la population), mais elle sera beaucoup moins catastrophique et rapide que le scénario d'Yves Cochet.

Le grand reproche que je fais à tous ces scénarios est qu'ils ignorent les données réelles énergétiques, car depuis le début de l'ère industrielle, la croissance a été conduite par l'énergie.

Les scénarios SSP sont « shared socioeconomic pathways » « du social partagé » : où est la science et les prévisions des agences de l'énergie à partir des données ?

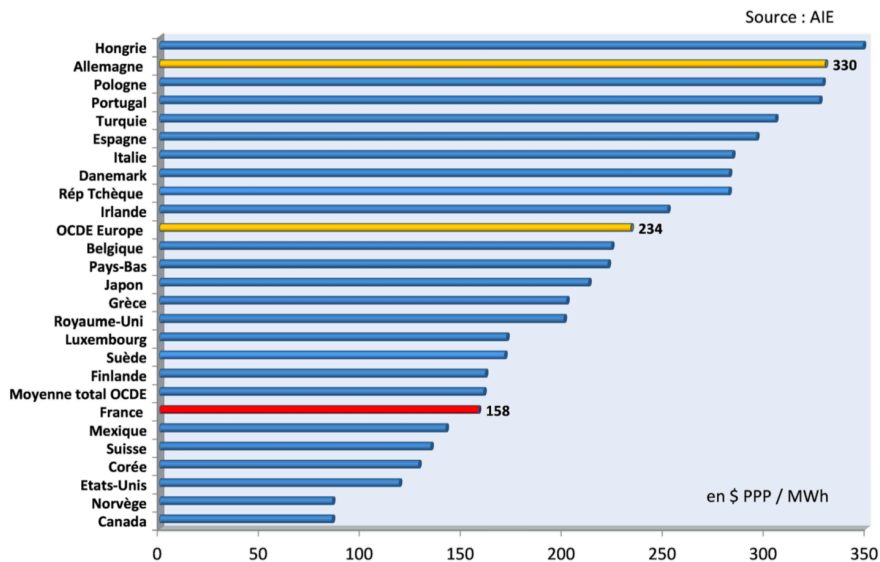
Le prix de l'électricité en Europe est très variable : il est double en Allemagne (arrêt du nucléaire) par rapport à la France.

Prix de l'électricité en France et en Europe pour les particuliers



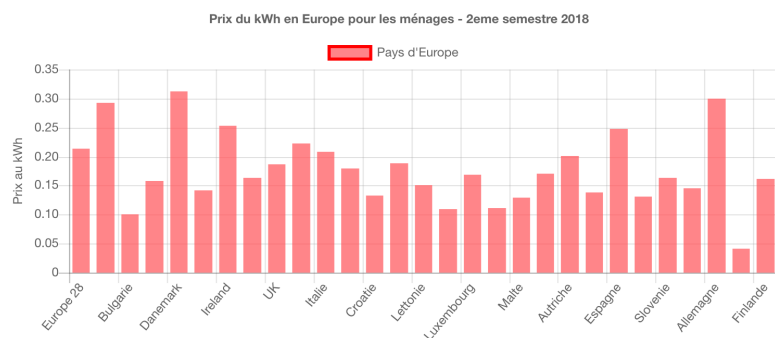
En 2012, l'Allemagne est à 0,33 \$PPP/kWh contre 0,16 pour la France. Avec ce prix élevé de l'électricité, les PAC sont encore moins économiques qu'en France

Comparaison des prix de l'électricité facturés aux ménages dans le monde, en 2012



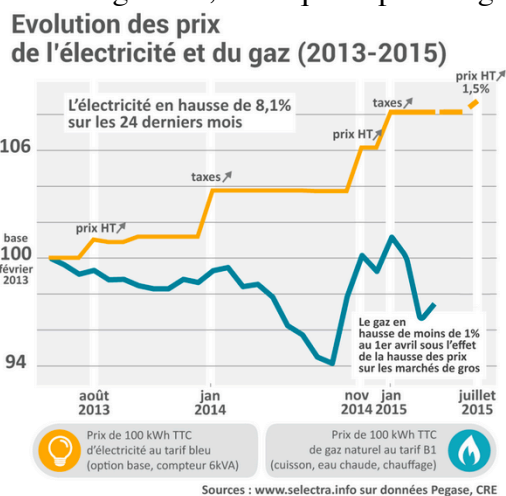
En 2018 le kWh TTC est 0,18 € contre 0,21 pour l'Europe et 0,31 pour le Danemark le champion du renouvelable !

Comparaison du prix de l'électricité en France et en Europe



Au second semestre 2018, le **prix du kWh électrique TTC** de l'Union Européenne était de 0,213€ TTC/kWh en moyenne. Ce qui place la France est en dessous de la moyenne européenne puisque le prix du kWh TTC est de 0,179€. Toutefois, notre

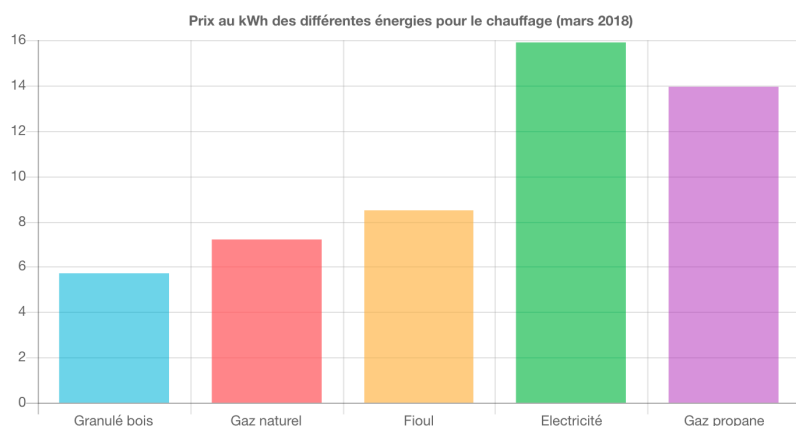
En France, le prix de l'électricité augmente, alors que le prix du gaz baisse.



En fait pour le chauffage, c'est le granulé bois qui est le moins cher.

<https://selectra.info/energie/guides/tarifs/electricite/derniere-evolution>

Prix de l'électricité par rapport aux autres énergies



Aux US le prix actuel de l'électricité est de 0,1 \$/kWh et le fioul domestique 0,53 \$/L ou 1 L fioul = 5 kWh

Ma pompe à chaleur ne serait pas économique non plus aux US ou au Canada

Les tarifs actuels EDF sont nombreux

En tarif Base : le prix du kWh d'électricité est le même à toute heure de la journée, mais l'abonnement et le prix du kWh dépend de la puissance du compteur souscrite.

En tarif Heures Pleines Heures Creuses : le prix du kWh est avantageux 8h par jour (heures creuses, généralement la nuit), mais plus cher le reste du temps en contrepartie (heures pleines). Le montant de l'abonnement varie selon la puissance du compteur, mais pas le prix du kWh.

En tarif Tempo (uniquement au tarif réglementé) avec 6 prix du kWh : le prix du kWh est très cher 22 jours par an (jours rouges, en hiver), moyennement cher 43 jours par an (jours Blancs) et avantageux le reste du temps (jours Bleus). Un prix heures pleines et un prix heures creuses s'appliquent pour chacun de ces jours.

Tarif Bleu en option Tempo

Le **tarif Tempo** n'est commercialisée que par EDF. Elle reprend le principe des heures pleines / heures creuses, à la différence qu'elle comprend également 3 types de journées : bleu, blanc et rouge. On dénombre chaque année 300 jours bleus, 43 jours blancs et 22 jours rouges ; et il y a des heures pleines et creuses dans chaque journée. Les couleurs de la journée du lendemain sont indiquées la veille par EDF via un boîtier à 20h00. La complexité de ce tarif et de ses 6 prix du kWh fait qu'il est **très rarement choisi par les consommateurs**.

Prix du tarif Bleu d'EDF en option Heures creuses - à jour au 2 septembre 2019

Puissance	Abonnement annuel TTC	Prix du kWh TTC	
		Heures creuses	Heures pleines
6 kVA	131.63 €	0.1320 €	0.1710 €
9 kVA	162.08 €		
12 kVA	190.63 €		
15 kVA	217.29 €		
18 kVA	242.17 €		
24 kVA	280.88 €		
30 kVA	326.33 €		
36 kVA	370.52 €		

Prix de l'option Tempo d'EDF - à jour au 2 septembre 2019

Puissance	Abonnement annuel TTC	Prix du kWh TTC					
		Bleu HC	Bleu HP	Blanc HC	Blanc HP	Rouge HC	Rouge HP
9 kVA	147,96 €	0,1104 €	0,1329 €	0,1255 €	0,1558 €	0,1323 €	0,5413 €
12 kVA	172,92 €						
15 kVA	183,60 €						
18 kVA	200,88 €						
30 kVA	286,68 €						
36 kVA	328,56 €						

-Conclusion

Ma pompe à chaleur géothermique de 2007 à 2019 a atteint en gros l'équilibre financier hors coût de l'installation avec 1 L fioul = 6 kWh (situation actuelle en France).

En comptant le coût de l'installation, pour être rentable, il faudrait que le prix du fioul soit 2 fois plus cher avec 1 L fioul = 12 kWh

Mais ceci est dans un contexte où ma pompe utilise un contrat ancien EDF (EJP) où la chaudière au fioul est utilisée en heures de pointe (22 jours les plus froids par an).

Ma pompe géothermique seule sans chaudière au fioul avec un contrat EDF actuel, serait alors non économique hors coût d'installation. De plus, comme la PAC a souvent des problèmes, la chaudière est fort utile en attendant la réparation.

Les PAC air/air sont moins économiques que les PAC géothermiques, surtout par temps froid.

Le prix du pétrole a beaucoup varié dans le passé, son prix actuel est moitié de ce qu'il était en 2008 ou 2012, si le prix du fioul double, les PAC géothermiques seront alors économiques, si le prix de l'électricité ne suit pas le mouvement.

Ceux qui prétendent que les pompes à chaleur sont actuellement économiques mentent !

On nous ment, comme pour le Père Noël !

Annexe

L'abonnement annuel EDF varie avec la puissance du compteur, allant de 6 à 36 kVA.

Mais le VA (voltampère) n'est pas une unité SI (Système International d'unités), car VA = W = watt.

Le système métrique est obligatoire en France depuis la loi du 4 juillet 1837 et le SI depuis le décret n°61-501 du 3 mai 1961.

L'unité de puissance est le watt (défini comme un Joule par seconde)

V = tension = pression qui pousse les électrons à se déplacer

A = intensité = débit = flux des électrons

W = puissance = Joule/seconde = tension x intensité = V x A

Wh = énergie = 3600 J

L'unité d'énergie, de travail (et de chaleur) est le Joule (environ = énergie nécessaire pour élever une pomme d'un mètre).

L'ampère est l'une des 7 unités de base du SI

BIPM SI 9 édition 2019

Tableau 2. Unités SI de base

Grandeur de base		Unité de base	
Nom	Symbole caractéristique	Nom	Symbole
temps	t	seconde	s
longueur	$l, x, r, \text{etc.}$	mètre	m
masse	m	kilogramme	kg
courant électrique	I, i	ampère	A
température thermodynamique	T	kelvin	K
quantité de matière	n	mole	mol
intensité lumineuse	I_v	candela	cd

Les définitions des unités électriques :

■ **Définitions des unités électriques** (PV, 20, 132-133)

Résolution 2

...

4. (A) Définitions des unités mécaniques utilisées dans les définitions des unités électriques :

Unité de force. — L'unité de force [dans le système MKS (mètre, kilogramme, seconde)] est la force qui communique à une masse de 1 kilogramme l'accélération de 1 mètre par seconde, par seconde.

Joule (unité d'énergie ou de travail). — Le joule est le travail effectué lorsque le point d'application de 1 unité MKS de force [newton] se déplace d'une distance égale à 1 mètre dans la direction de la force.

Watt (unité de puissance). — Le watt est la puissance qui donne lieu à une production d'énergie égale à 1 joule par seconde.

(B) Définitions des unités électriques. Le Comité [international] admet les propositions suivantes définissant la grandeur théorique des unités électriques :

Ampère (unité d'intensité de courant électrique). — L'ampère est l'intensité d'un courant constant qui, maintenu dans deux conducteurs parallèles, rectilignes, de longueur infinie, de section circulaire négligeable et placés à une distance de 1 mètre l'un de l'autre dans le vide, produirait entre ces conducteurs une force égale à 2×10^{-7} unité MKS de force [newton] par mètre de longueur.*

Volt (unité de différence de potentiel et de force électromotrice). — Le volt est la différence de potentiel électrique qui existe entre deux points d'un fil conducteur transportant un courant constant de 1 ampère, lorsque la puissance dissipée entre ces points est égale à 1 watt.

Ohm (unité de résistance électrique). — L'ohm est la résistance électrique qui existe entre deux points d'un conducteur lorsqu'une différence de potentiel constante de 1 volt, appliquée entre ces deux points, produit, dans ce conducteur, un courant de 1 ampère, ce conducteur n'étant le siège d'aucune force électromotrice.

Coulomb (unité de quantité d'électricité). — Le coulomb est la quantité d'électricité transportée en 1 seconde par un courant de 1 ampère.

Farad (unité de capacité électrique). — Le farad est la capacité d'un condensateur électrique entre les armatures duquel apparaît une différence de potentiel électrique de 1 volt, lorsqu'il est chargé d'une quantité d'électricité égale à 1 coulomb.

Henry (unité d'inductance électrique). — Le henry est l'inductance électrique d'un circuit fermé dans lequel une force électromotrice de 1 volt est produite lorsque le courant électrique qui parcourt le circuit varie uniformément à raison de 1 ampère par seconde.

Weber (unité de flux magnétique). — Le weber est le flux magnétique qui, traversant un circuit d'une seule spire, y produirait une force électromotrice de 1 volt, si on l'amenait à zéro en 1 seconde par décroissance uniforme.

Toutefois le décret 61-501 de 1961 précise : L'unité de puissance peut être dénommée "voltampère" pour le mesurage de la puissance apparente de courant électrique alternatif et "var" pour le mesurage de la puissance électrique réactive.

Pourquoi une puissance apparente ? L'EDF vendrait de l'apparent et non du réel ?

Le SI est la loi pour tous les pays dans le monde, sauf les US et le Liberia, soit 96 % de la population mondiale.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Syst%C3%A8me_international_d%27unit%C3%A9s

Seuls trois pays dans le monde n'ont pas officiellement adopté le Système international : les États-Unis, le Liberia et la Birmanie.

Il convient de nuancer en ce qui concerne les États-Unis, signataire de la Convention du Mètre :

l'usage du SI y est licite depuis 1866,

métrologiquement parlant, depuis 1895 et le Mendenhall Order, le SI est le système de référence (les grandeurs du système impérial sont définies par rapport aux étalons primaires du système métrique),

le SI est le système recommandé par le Metric Conversion Act de 1975,

confirmé en 1988 par le Omnibus Foreign Trade and Competitiveness Act,

le SI est de plus en plus répandu parmi les scientifiques, la médecine, le gouvernement, et plusieurs secteurs de l'industrie.

Mais avec Trump, le SI ne passera pas !

La Birmanie en fait utilise le SI vendant l'essence au litre sans indiquer ce qui est légal, mais seuls les US et le Liberia vendent l'essence en gallons !

Mais quand on parle de pétrole c'est du dollar par baril ! Les US dominent le monde du pétrole. La Chine et la Russie voudraient changer la monnaie de compte, en vain !