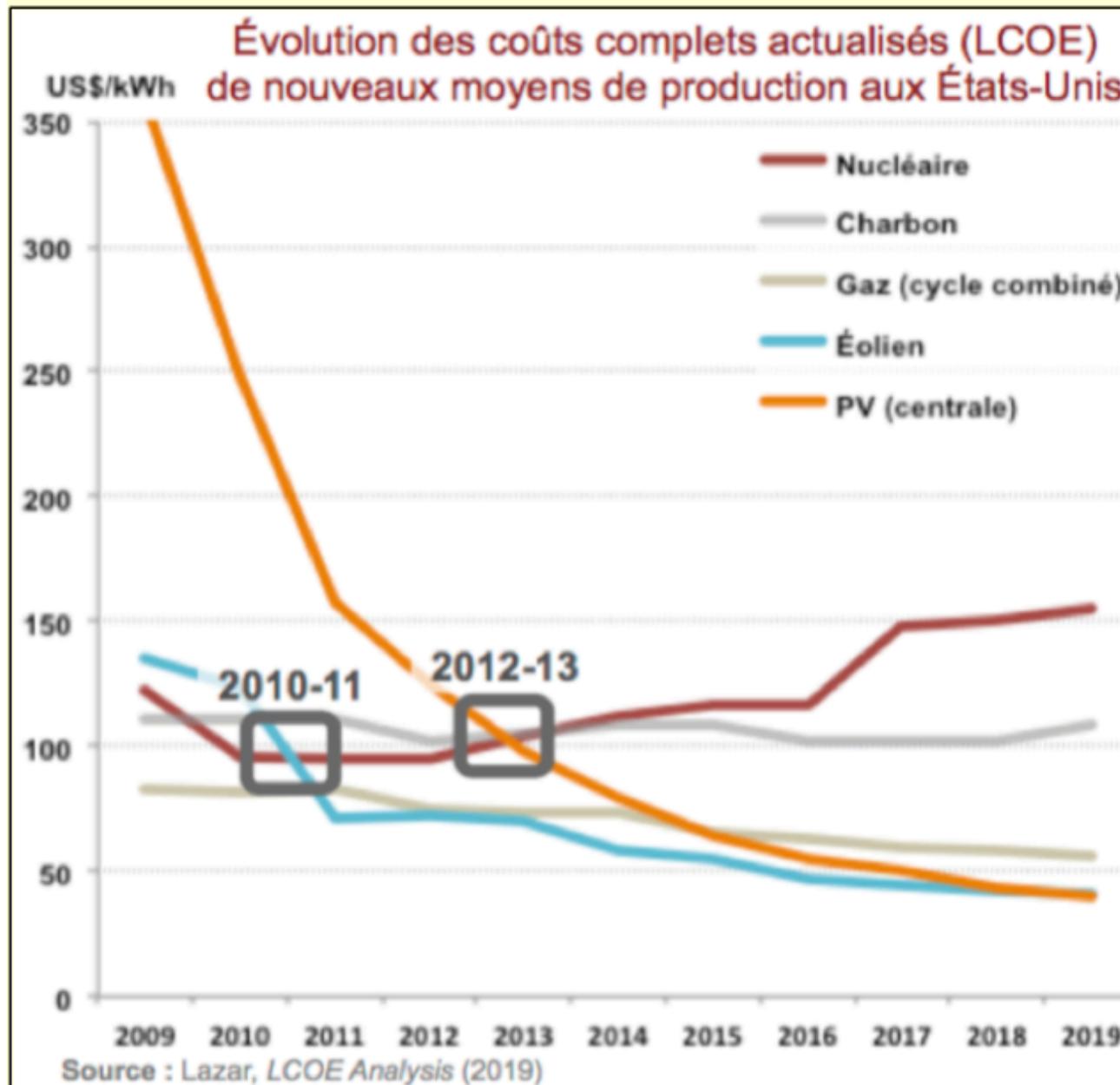


La face positive des énergies vertes

Photovoltaïque
et éolien
produisent de
l'électricité
moins chère
qu'avec les
fossiles.

Le nucléaire
est 3 fois
plus onéreux.



Jl Gaby janv. 2021

L'éolien et le photovoltaïque

induisent des impacts environnementaux,
mais pas plus que pour fabriquer
des lave-linge, des voitures, des TGV ou des Airbus.

Ils seront abordés dans ce diaporama.

Par contre, ils permettent de fournir une
électricité pas chère, locale, et avec un impact
environnemental infiniment amélioré, par rapport
à ceux de l'énergie fossile et nucléaire.

Dans ce diaporama sont abordés :

- Coûts du photovoltaïque et de l'éolien.
- Matériaux utilisés et recyclage.
- Émissions de gaz carbonique.
- Consommations d'eau.
- Temps de retour énergétique.
- Durées de vie.
- Performances.
- Complémentarité éolien / photovoltaïque.
- Solaire thermique à l'abandon.
- Renouvelables citoyennes entravées.

Appel d'offres éolien 2019 en France

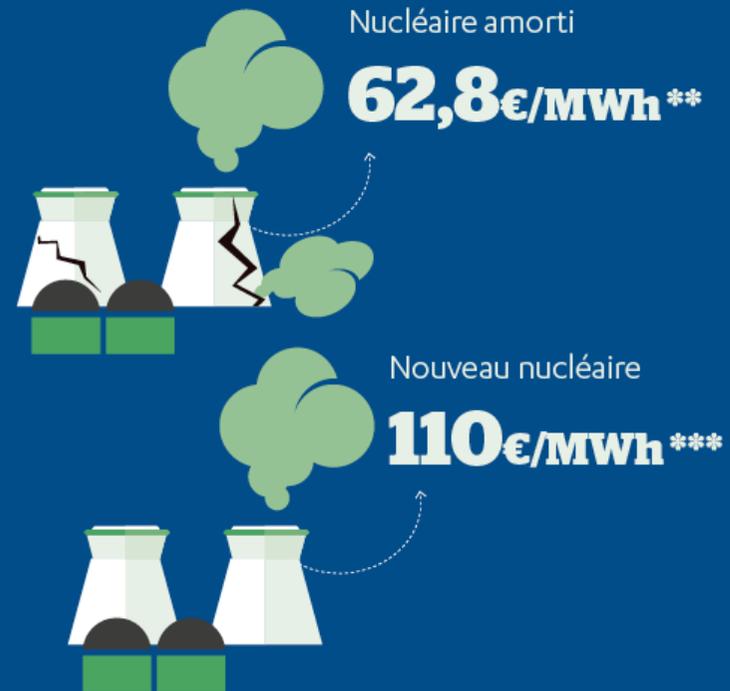
Electricité éolienne : moins chère que le nouveau nucléaire.

Éolien terrestre

63€/MWh*



VS



* source : Commission de régulation de l'énergie

** source : la Cour des Comptes

*** Source : EPR (European Pressurized Reactor) britannique de Hinkley Point.

Sources : Commission de régulation de l'énergie, Cour des Comptes, EPR

Coût d'une éolienne par foyer : 2 500 €



Combien ça coûte ?

Coût d'1 éolienne de 3MW ~ 5 000 000 €

Production attendue ~ consommation de 2000 foyers

Consommation d'un foyer ~3500 KWh/an

() hors chauffage électrique*

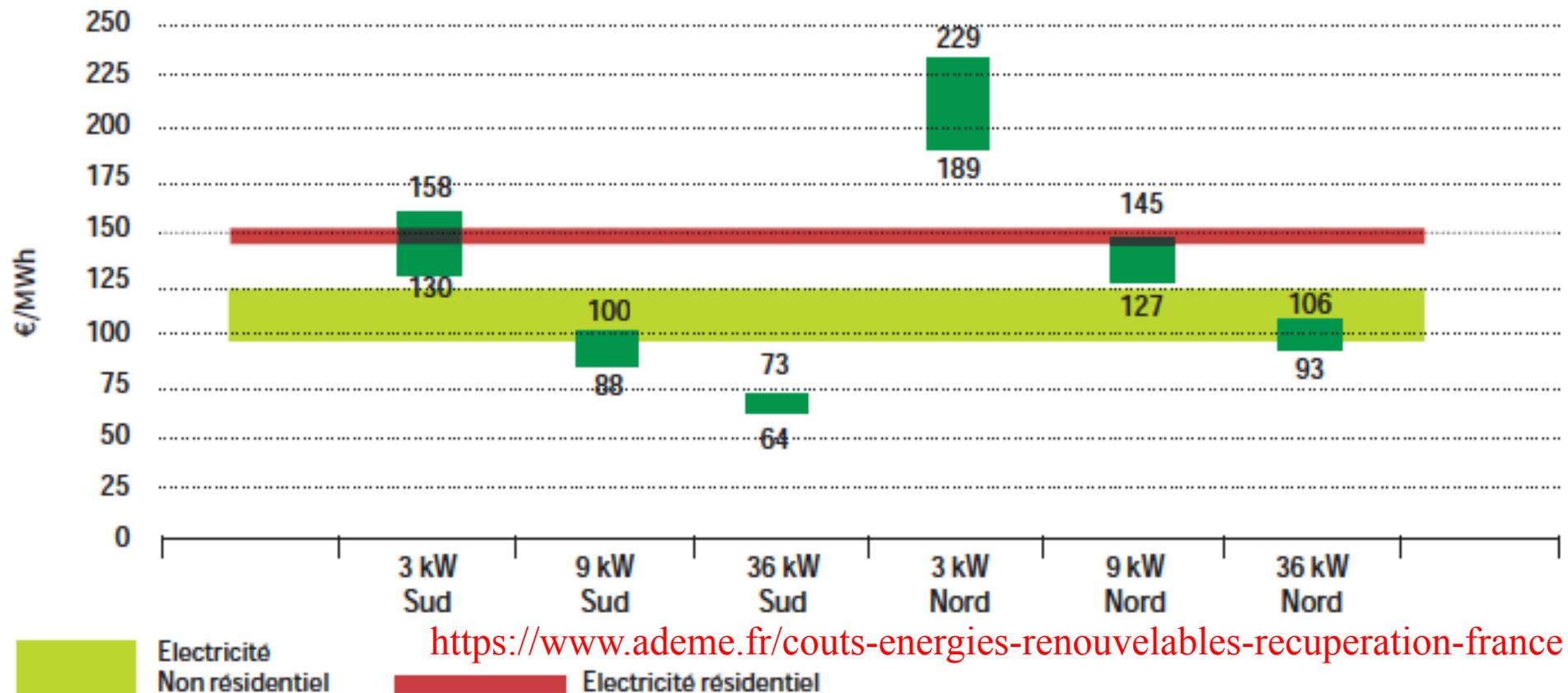
Coût de la part du parc éolien capable de produire la consommation électrique annuelle

d'un foyer **2 500 €**

Pour une installation photovoltaïque au sol, de plusieurs MWc, par foyer, on arrive à un coût à peu près identique.

Avec de petites installations photovoltaïques,
produire son électricité est le plus souvent moins cher, que
de l'acheter aux fournisseurs à 15 c€ le kilowattheure.

Graphique 3 : COMPARAISON DU LCOE PV PETITES ET MOYENNES TOITURES AVEC LES PRIX DE L'ÉLECTRICITÉ



LCOE = coût actualisé de l'énergie, ici pour des installations solaires
situées dans le sud et le nord de la France. 150 €/MWh = 15 c€/kWh

Kit Solar Energy de Planète Oui / 2019

A simplement raccorder sur une prise de courant !



Offres électricité

Autoconsommation

Planète OUI

Devenir client

Aide & Contact



Étude gratuite

Le Solar Energy Kit est un panneau photovoltaïque qui vous permet de produire de l'électricité juste en le branchant à une prise électrique. Branchez, produisez !

Je demande mon kit



Une question ? Besoin d'aide ?

Toutes les réponses aux questions les plus courantes sur notre

 Foire aux questions

Vous êtes client(e) et avez une demande, rendez-vous sur

 Votre messagerie

Pour toutes les autres demandes, contactez-nous directement au

 09 74 76 30 19*



Pensez à télécharger notre livre blanc

<https://www.planete-oui.fr/particuliers/autoconsommation>

Recyclage sans problèmes !

Eoliennes

Composition : béton + métaux + matières plastiques.

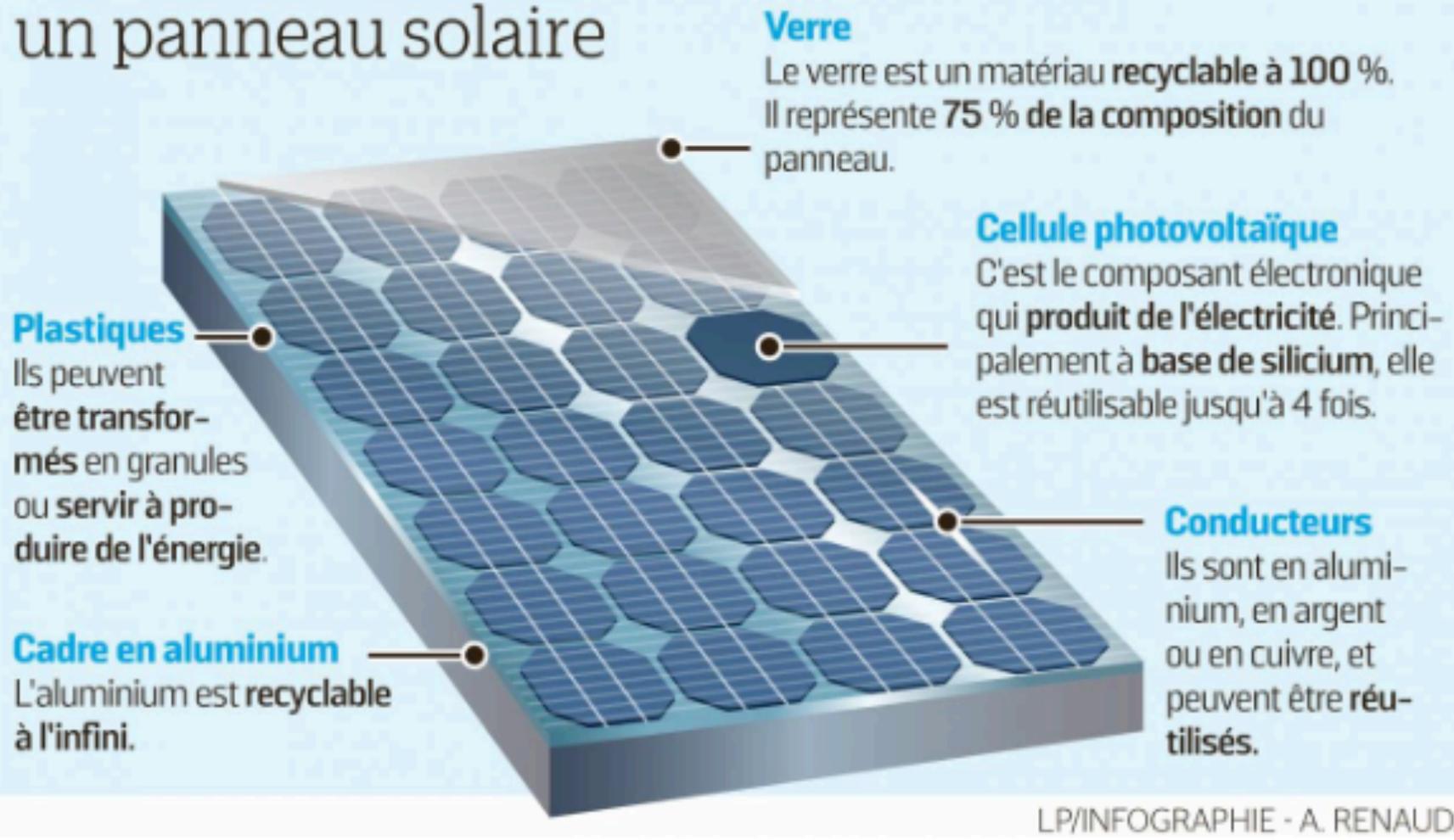
Photovoltaïque

Composition : verre + silicium + cuivre + argent
+ aluminium + matières plastiques.

Aucun composant n'est toxique, tout est recyclable.

Selon l'Ademe,
les terres rares ne sont pas indispensables.

Tout se recycle dans un panneau solaire



Recyclage par broyage par Triade électronique à Rousset.

400 tonnes collectées en 2016, capacité 1400 à 4000 t/an.

<http://www.leparisien.fr/environnement/energies/> 20/3/2017

Recyclage sans problème des éoliennes

Les aimants, qui comprennent des métaux faisant partie des terres rares, se recyclent.

Les pales en fibre de verre peuvent être :

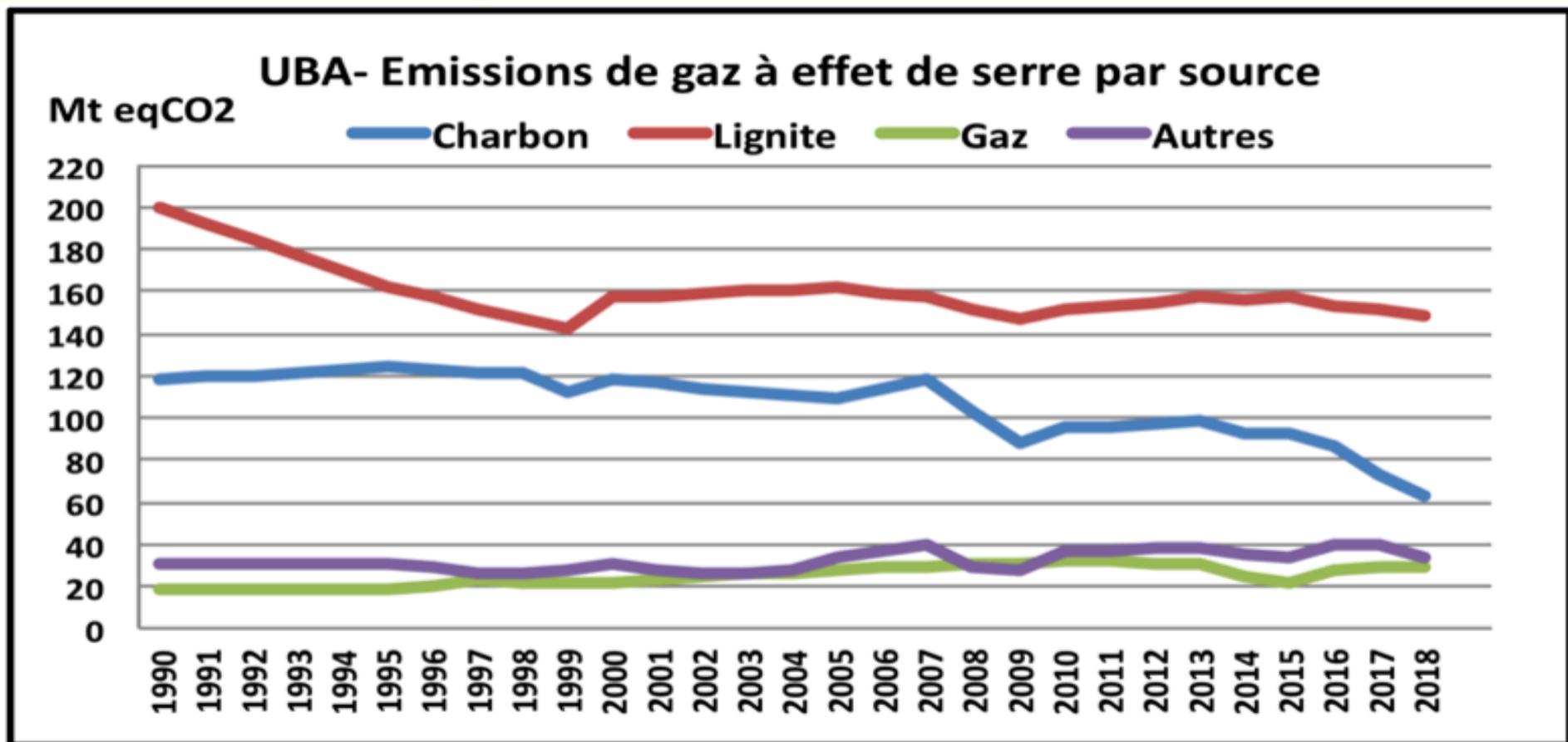
- Incinérées en cimenterie, les cendres étant incorporées au ciment.
- Broyées et tamisées, les fibres longues peuvent être incorporées au béton, les courtes incorporées à des plastiques.

Les pales en fibre de carbone peuvent être :

- Pyrolysées, permettant de produire de la fibre vierge.

Renouvelables = baisse des émissions de CO₂

Exemple, l'Allemagne, où se consomment moins de charbon et de lignite et, où la part des renouvelables dans l'électricité, est passée de 3 % en 1990, à 43 % en 2019.



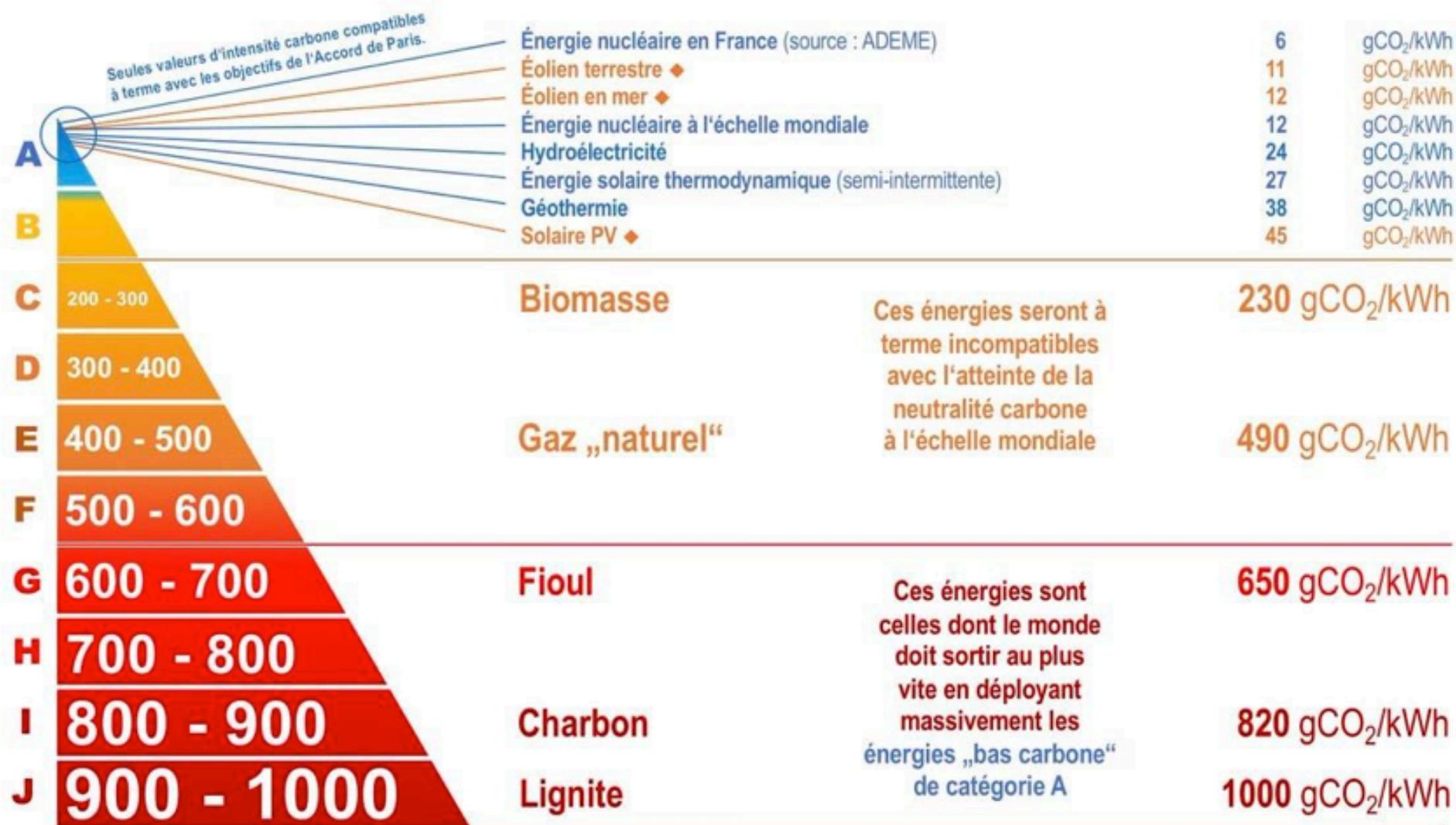
<https://journaldelenergie.com/nucleaire/contre-verites-allemande-sortie-nucleaire/>

Figure 11

La biomasse n'est pas si vertueuse...

„ENERGIE-SCORE“

Intensité carbone des principales énergies utilisées dans la production mondiale d'électricité.
Valeurs publiées par le GIEC, calculées avec la méthode de l'Analyse de Cycle de Vie.



♦ : sources d'énergies intermittentes nécessitant le recours à des énergies pilotables telles que le gaz, impactant de manière négative leur intensité carbone.

https://fr.wikipedia.org/wiki/Emission_de_gaz_à_effet_de_serre_par_source_d%27énergie_électrique

Etude 2014 du GIEC sur les émissions de CO₂ des différentes sources d'électricité

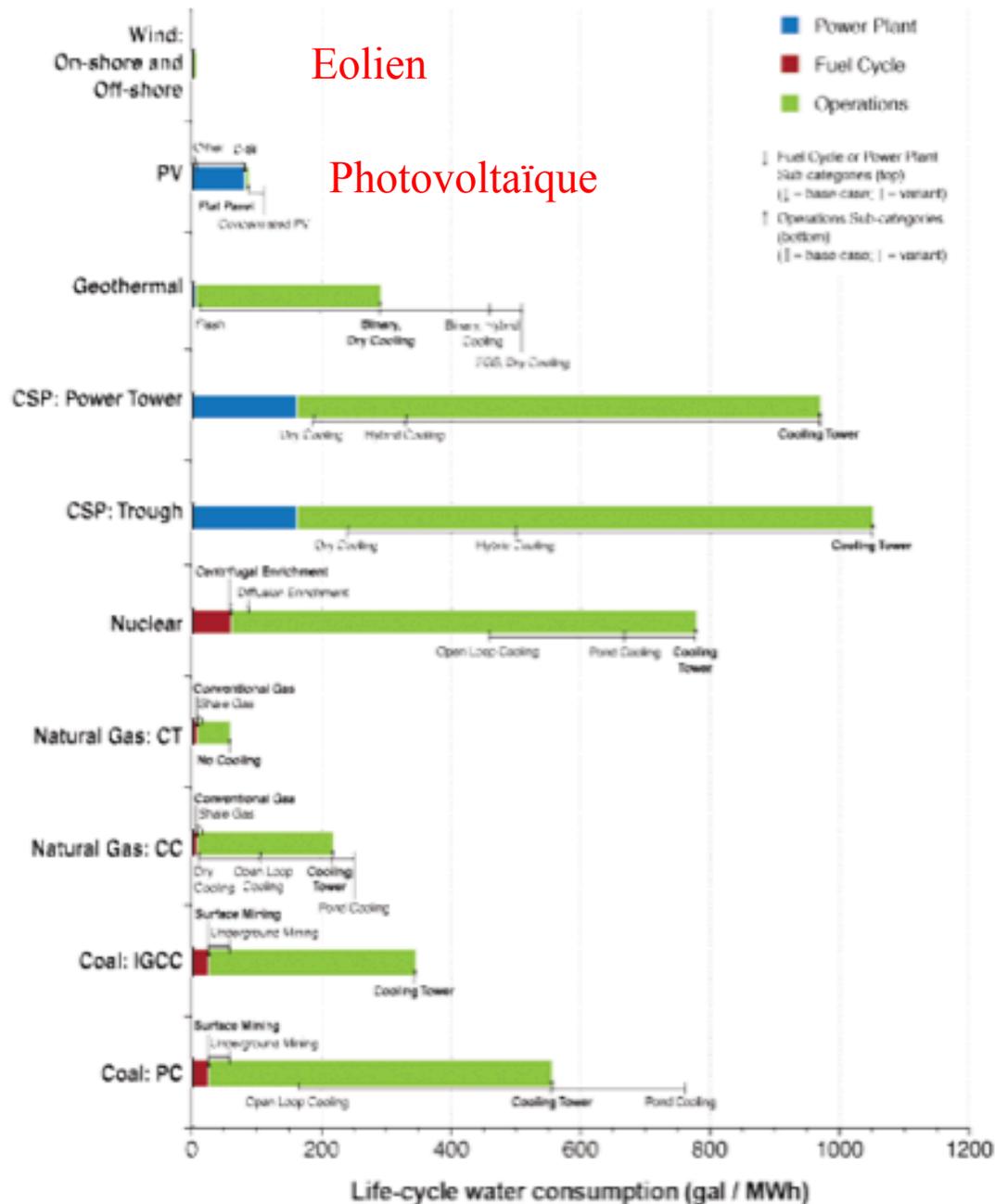
[[modifier](#) | [modifier le code](#)]

Émissions en grammes de CO₂ par kilowattheure (gCO₂eq/kWh)^{1,2} par ordre décroissant de la valeur médiane.

Technologie	Min.	Médiane	Max.
Technologies actuellement disponibles			
Charbon	740	820	910
Biomasse combinée au charbon	620	740	890
Gaz – cycle combiné	410	490	650
Biomasse seule	130	230	420
Panneaux solaires à grande échelle	18	48	180
Panneaux solaires sur toits	26	41	60
Géothermie	6.0	38	79
Energie solaire concentrée	8.8	27	63
Hydroélectricité	1.0	24	2200 ¹
Eolien en mer	8.0	12	35
Nucléaire	3.7	12	110
Eolien terrestre	7.0	11	56

https://fr.wikipedia.org/wiki/Emission_de_gaz_à_effet_de_serre_par_source_d%27énergie_électrique

Figure 10.3 Life Cycle Water Consumption Estimates for Various Electricity Generation Technologies⁴⁴



Eolien et photovoltaïque :

Très faibles consommations d'eau, contrairement au thermique fossile et au nucléaire.

www.energy.gov/sites/prod/files/2015/09/f26/

Temps de retour énergétique excellent

Grand éolien (prod 25 ans) : 3 mois à 1 an.
Rembourse de 25 à 100 fois son énergie grise ⁽¹⁾.

Capteurs thermiques (prod 40 ans) : < 1 an.
Remboursent + de 40 fois leur énergie grise.

Capteurs photovoltaïques (prod 30 ans) : 1 an ½ ⁽²⁾.
Remboursent 20 fois leur énergie grise.

(1) Energie grise = l'énergie totale consommée pour fabriquer un bien.

(2) Durée moyenne pour des capteurs installés en France. www.pvcycle.fr
(nucléaire TRE ~ 7 ans et 4 à 10 ans de construction - Solar-club.cern.ch)

Rendements ⁽¹⁾ des énergies renouvelables

Solaire thermique : 40 % à 80 % ⁽²⁾

Eolien : 50 % ⁽³⁾

Photovoltaïque : environ 20 %

Photosynthèse : inférieur à 1 % ⁽⁴⁾

- (1) Il y a prélèvement sur une énergie de flux, aussi les pertes n'ont aucun impact sur l'environnement.
- (2) Production d'eau chaude et chauffage à basse température.
- (3) Production $> 800 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{an}$ en Mer du Nord.
- (4) Sous nos climats.

Une installation photovoltaïque de $\approx 20 \text{ m}^2 / 3 \text{ kWc}$

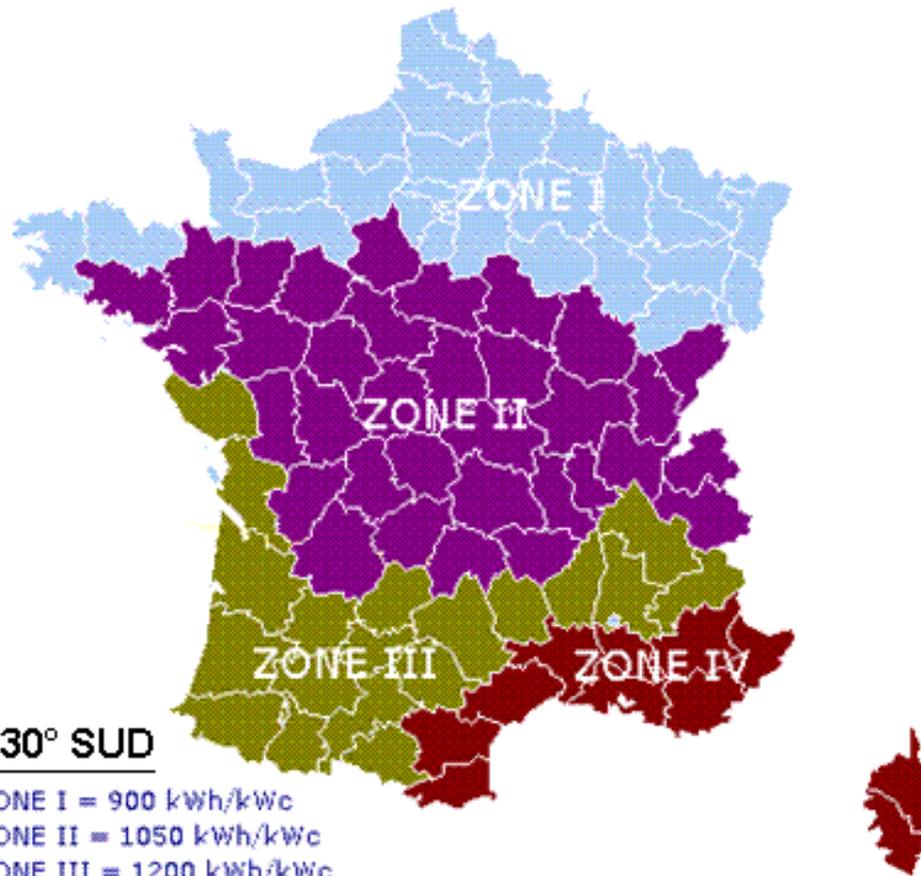
- Coûte 4 000 € en kit, et moins de 8 000 € installée.
- Produit en moyenne en France 3 000 kWh/an.
- Rembourse son énergie grise en environ 1 an $\frac{1}{2}$.
- Mobilise moins de 300 kg de matériaux non rares, non toxiques, et très facilement recyclables.
- Recharge en une journée ensoleillée une batterie de voiture, permettant de parcourir plus de 100 km.
- Permet, pendant une trentaine d'années, d'alimenter une voiture électrique parcourant 20 000 km/an.
- Sur 30 ans, économise $\approx 30 000$ litres de carburant, soit environ 45 000 € (prix du carburant en 2020).
- Avec le kit, elle produit une électricité à moitié prix.

Production annuelle du photovoltaïque

Soit en zone II plus de
3 000 kWh/an
pour 3 kWc
($\approx 20 \text{ m}^2$)

Optimal 30° SUD

ZONE I = 900 kWh/kWc
ZONE II = 1050 kWh/kWc
ZONE III = 1200 kWh/kWc
ZONE IV = 1300 kWh/kWc



Slant of the modules to the horizontal
Neigung der Bauelemente zum Waagerechten
Pendiente de los módulos para la línea horizontal

	Inclinaison des modules PV par rapport à l'horizontale						
	0°	15°	25°	30°	50°	70°	90°
EST	88%	87%	85%	83%	77%	65%	50%
SUD-EST	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
SUD	88%	96%	99%	100%	98%	87%	68%
SUD-OUEST	88%	93%	95%	95%	92%	81%	64%
OUEST	88%	87%	85%	82%	76%	65%	50%

Facteur correctif / Corrective factor / korrektiver Faktor / Factor correctivo

Facteur correctif

L'efficacité du photovoltaïque !

En France, 20 m² de photovoltaïque, associés à une pompe à chaleur (avec COP de 3), produisent annuellement, et pendant + 30 ans, autant de chaleur que l'exploitation d'un hectare de bois (7 stères).

Production annuelle moyenne de bois : 7 stères/ha \approx 8 400 kWh
20 m² / 3 kWc de photovoltaïque : 3 000 kWh/an x 3 = 9 000 kWh

Depuis 2016, le photovoltaïque installé dans le monde

Produit davantage d'électricité que la consommation d'énergie nécessaire à la fabrication de nouveaux modules.*

- Cette électricité se substitue à celle produite essentiellement à partir de combustibles fossiles.
- Le photovoltaïque permet donc de réduire les émissions mondiales de CO₂.
- Le photovoltaïque devient ainsi à émissions de CO₂ négatives.
- C'est aussi le cas pour l'éolien.

Nous sommes rentrés dans un cercle vertueux :
plus on en installe, plus ils réduisent les émissions de CO₂.

* En 2016, les 300 GWc implantés ont produit 350 TWh.

<https://www.alternatives-economiques.fr/lavenir-radieux-photovoltaique/00082495>

Les 73 GWc installés en 2016 ont consommé 190 TWh pour leur fabrication.

<https://fr.slideshare.net/Innhotep/innhotep-energie-grise-photovoltaque>

De nouvelles techniques dans l'éolien

Mille fois moins de terres rares, nacelle ¼ moins lourde.



Avec
l'utilisation d'un
ruban de 1 kg de
gadolinium
supraconducteur
remplaçant une
tonne de
néodyme.

Projet européen
Eco Swing

Nombre d'éoliennes pour produire la même quantité d'électricité et tonnage correspondant en matériaux.



Mât de 150 m
1 x 3 MW
400 tonnes**

Zone : campagne*

800
éoliennes
de 10 kW



Mât de 20 m
800 x 10 kW
> 1000 tonnes**

1200
éoliennes
de 10 kW



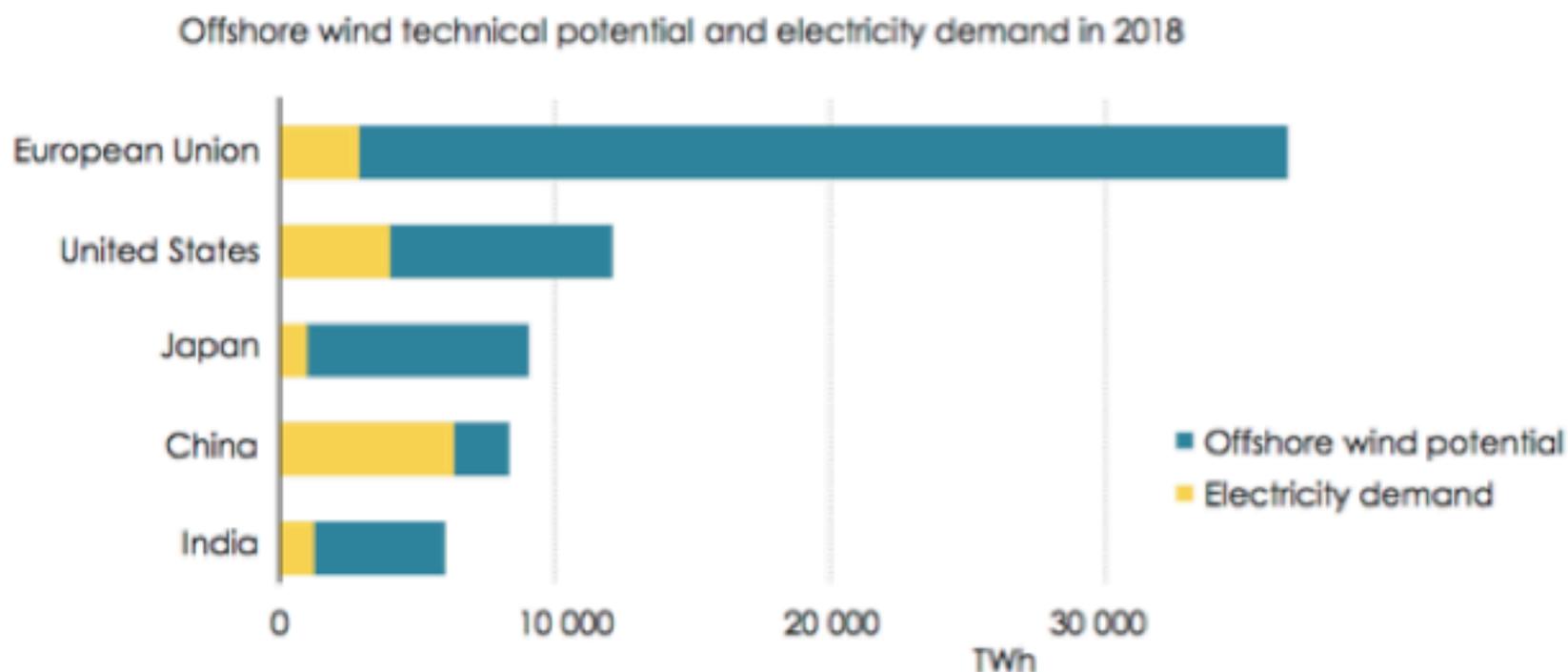
Mât de 10 m
1200 x 10 kW
> 1600 tonnes**

* La rugosité du sol est différente entre villes, campagnes, mer.

** Poids sans les fondations.

Potentiel de l'éolien en mer.

Il représente 12 fois la consommation électrique de l'Europe.



Based on the latest satellite data on wind speed and new turbine designs, offshore wind has vast potential. It is capable of generating more than 18-times global electricity demand today.

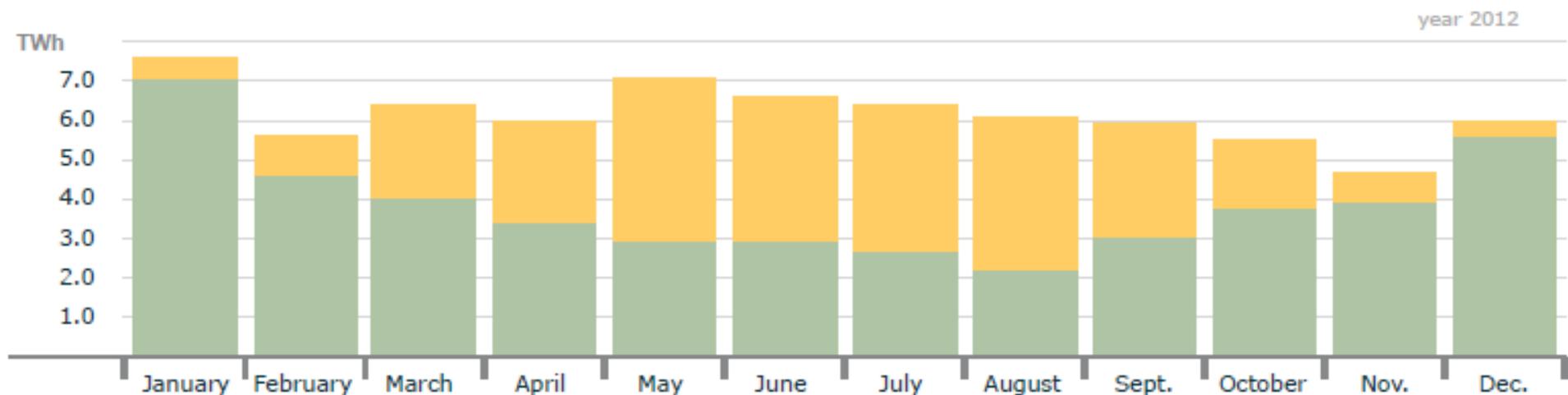
La complémentarité photovoltaïque/éolien

(en 2012 en Allemagne)

Production mensuelle moyenne supérieure à 6 TWh/mois.

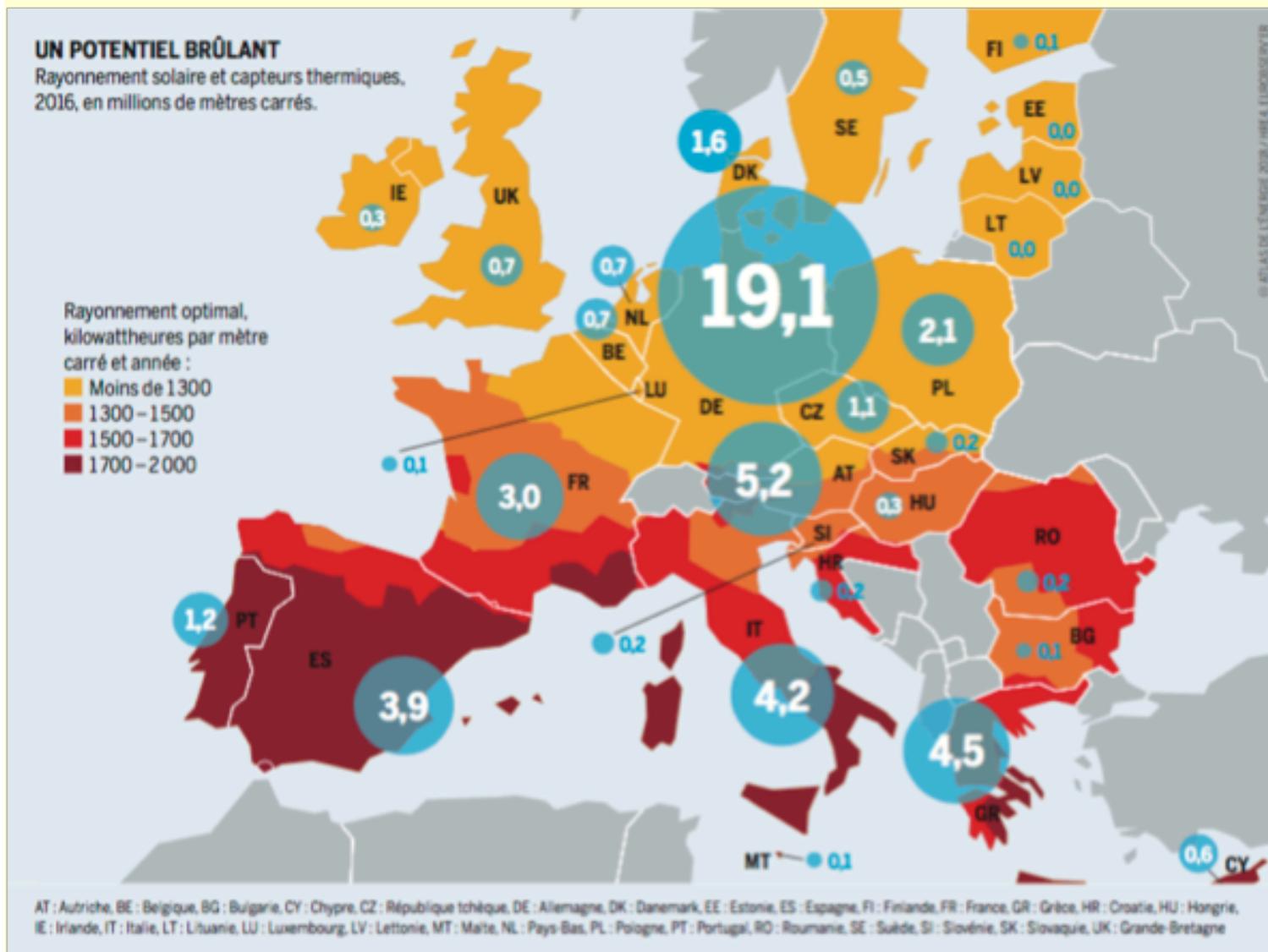
Soit l'équivalent de la production
d'environ 10 réacteurs nucléaires.

Monthly Production Solar and Wind



Fraunhofer ISE / BMWi Energiedaten / 2013

Le solaire thermique, permettrait de réduire notre consommation d'électricité.

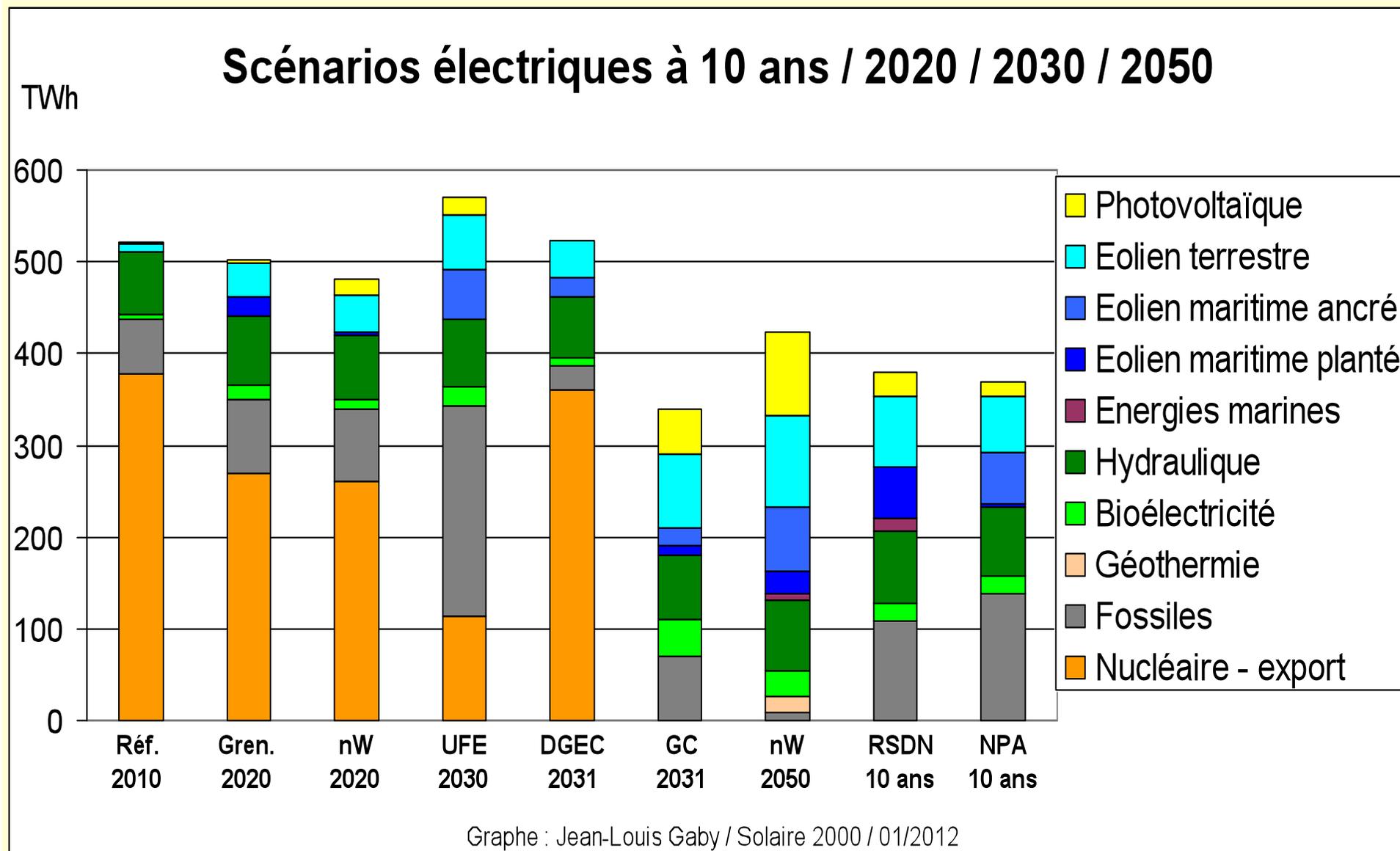


Nous avons 6 fois moins de surfaces installées qu'en Allemagne, alors que nous avons davantage de soleil.

A quand une vraie relance ?

Scénarios de transition énergétique

Si les scénarios de transition énergétique, chiffrent toujours les productions (TWh), ils oublient presque toujours les puissances (MW), et les stockages (TWh).



Pour réussir notre transition énergétique il faudra :

- Développer prioritairement l'éolien et le photovoltaïque.
- Installer des STEP entre des barrages existants, répondant à des critères de faisabilité (potentiel de stockage x 22).⁽¹⁾
- Utiliser les batteries des voitures électriques.
- Avoir résolu l'isolation des passoires thermiques.
- Remplacer le chauffage électrique par d'autres systèmes.
- Accroître la part de la gestion de la demande.
- Utiliser les possibilités de pilotage des compteurs Linky.
- Relancer le solaire thermique (habitat, tertiaire, industrie).
- Gagner en efficacité énergétique.
- Développer l'utilisation des isolants sous vide.
- Développer l'économie circulaire.
- Mettre en place la tarification progressive de l'électricité.
- Modification du « tarif agent » pour les employés bénéficiant du statut IEG (électricité 16 fois moins chère que les tarifs réglementés).⁽²⁾

(1) <https://cutt.ly/qjNSCrr>

(2) <https://tarifgaz.com/faq-specifique/tarif-agent-edf-gdf-suez>

Pour développer massivement

le photovoltaïque et l'éolien, sans aides de l'Etat, et des STEP, et il faudra pouvoir créer des coopératives citoyennes* avec des rendements financiers incitatifs, comme cela existe ailleurs en Europe avec succès.

Hélas, des contraintes législatives rendent impossible en France une rémunération comparable !

Nota : le financement participatif, via le crowdfunding permet, grâce à un rendement d'environ 5%, d'avoir l'acceptation par le public, mais l'investisseur temporaire n'a aucun pouvoir.

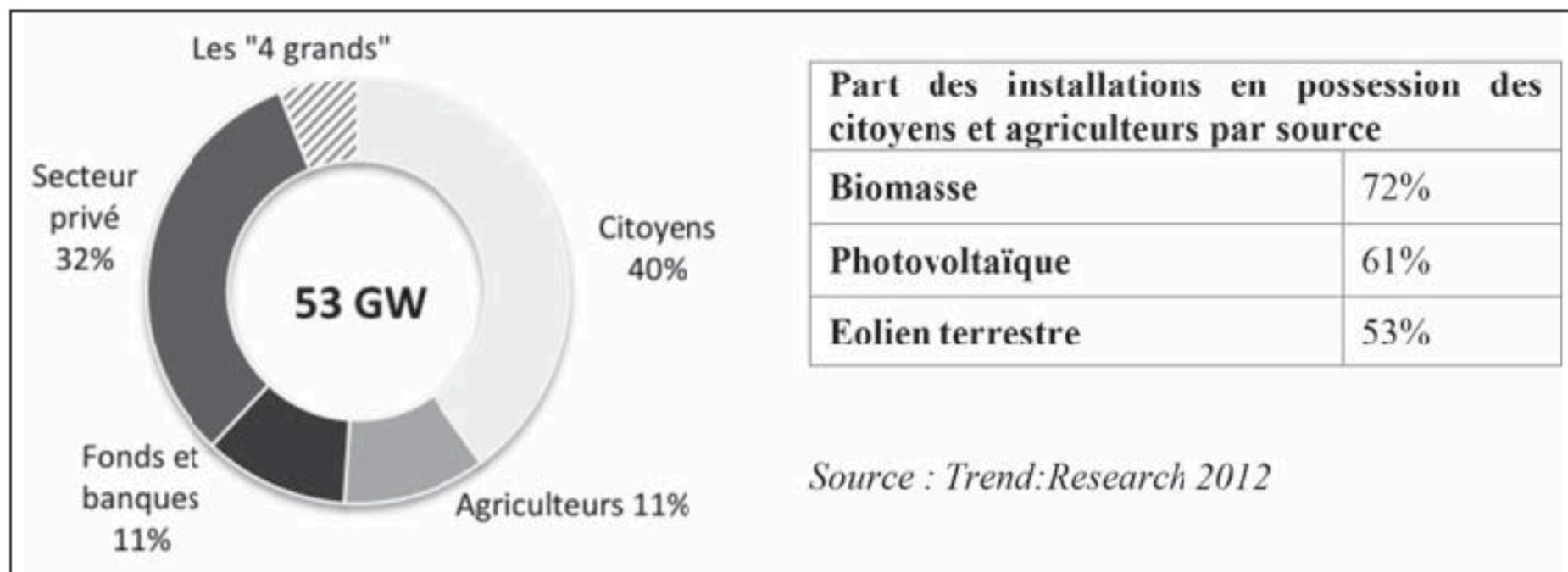
* <https://cutt.ly/xjNQSMf>

Des coopératives financièrement rentables

En Allemagne, les citoyens ont investi près de 20 Md€ en fonds propres, déclenchant 100 Md€ de projets rentables.

En 2010, c'était 50 % de la puissance installée en énergies renouvelables.

Fig. 6. Structure de possession des capacités renouvelables installées entre 2000 et 2010



En France seuls les grands groupes investissent, et s'enrichissent. Les coopératives citoyennes sont très marginales, car une juste rentabilité est légalement impossible, alors que les citoyens sont impactés !

<https://cutt.ly/xjNQSMf>

Un financement local rapporte 8 fois plus au territoire !



Quelques chiffres

Etude en Allemagne : en 20 ans, un parc de 7 éoliennes rapporte au territoire

7 M€ sans financement local

56 M€ si entièrement financé en local

La plupart territoires ruraux, impactés par les renouvelables, voient la rentabilité leur échapper et leur développement handicapé, au profit de multinationales.

Enfin, il ne faut pas oublier que, pour lutter contre :

- Les problèmes climatiques.
- L'épuisement des ressources naturelles.
- Les pollutions croissantes de notre environnement.

Et aller vers les 100 % de renouvelables,
aidés par l'efficacité et la sobriété,

il est impératif de décroître nos consommations :

- Chauffage.
- Transports.
- Consommer local et utile.
- Dépanner, réparer, faire durer.

Et de stopper le développement de l'hydrogène, pas viable à court terme, et le stockage de CO₂ sous terre.

Je me tiens à votre disposition
pour toute information complémentaire
et pour présenter ce diaporama,
ou d'autres thèmes sur l'énergie.

Jean-Louis Gaby, ingénieur électromécanicien,
ancien artisan en énergie solaire.

Le Bourg - 03430 – Tortezeais

<https://www.facebook.com/jeanlouis.gaby>

<http://solaire2000.pagesperso-orange.fr>

solaire2000@wanadoo.fr

Mes articles, documents, diaporamas :

<https://cutt.ly/pjvVJAM>

Janv/2021