

Comment installer du photovoltaïque ? « Fondamentaux du PV »

Conférence CCCS - INES

Mardi 4 Avril 2023

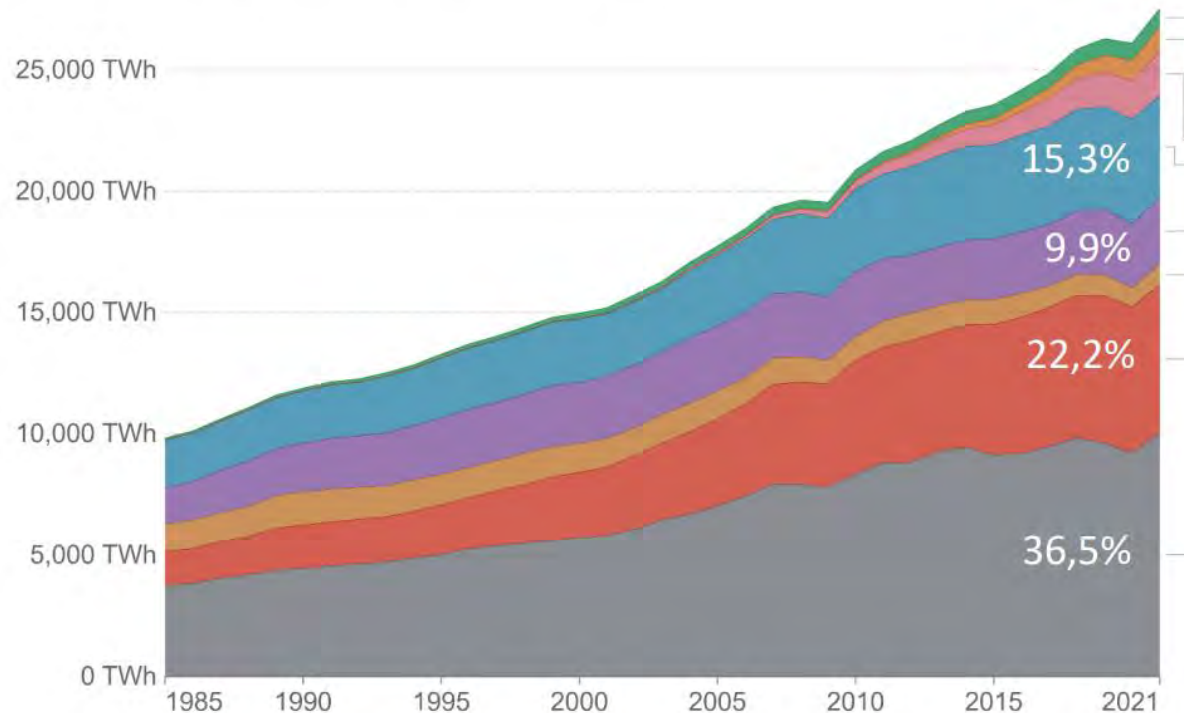


« Contexte énergétique »



Contexte électrique – Monde

Electricity production by source, World



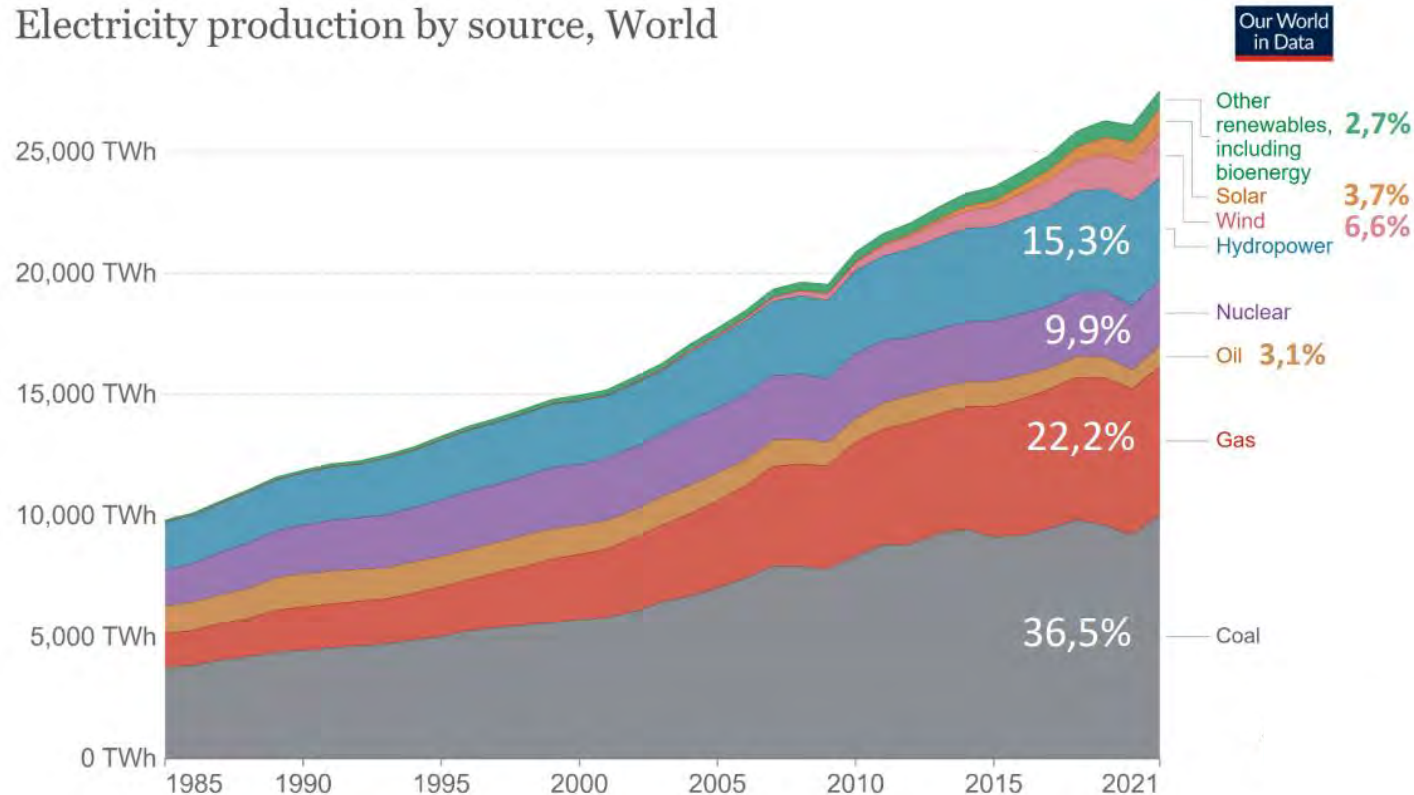
Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy, Ember Global Electricity Review (2022) & Ember European Electricity Review (2022)

Note: 'Other renewables' includes biomass and waste, geothermal, wave and tidal.

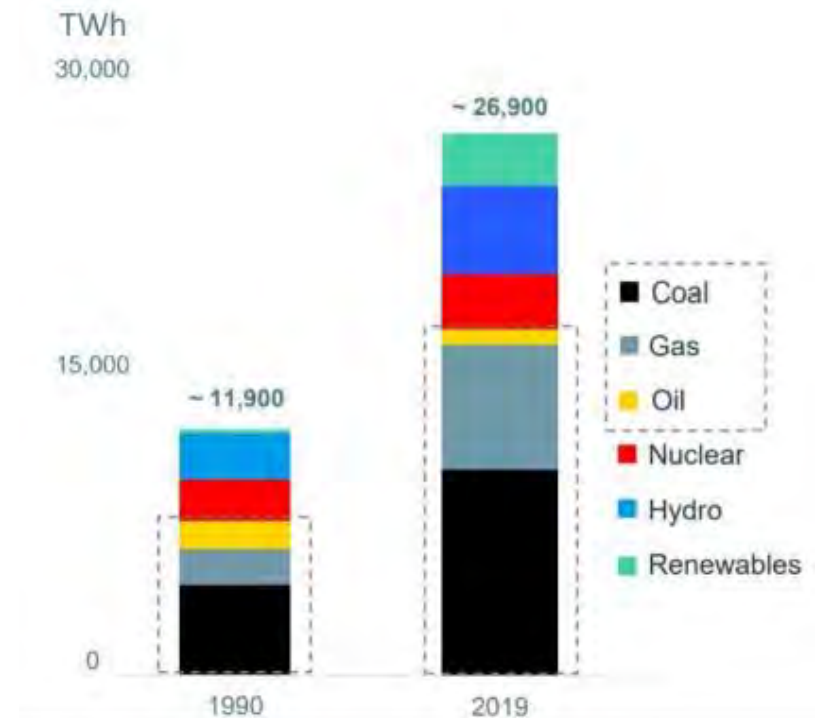
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Contexte électrique – Monde

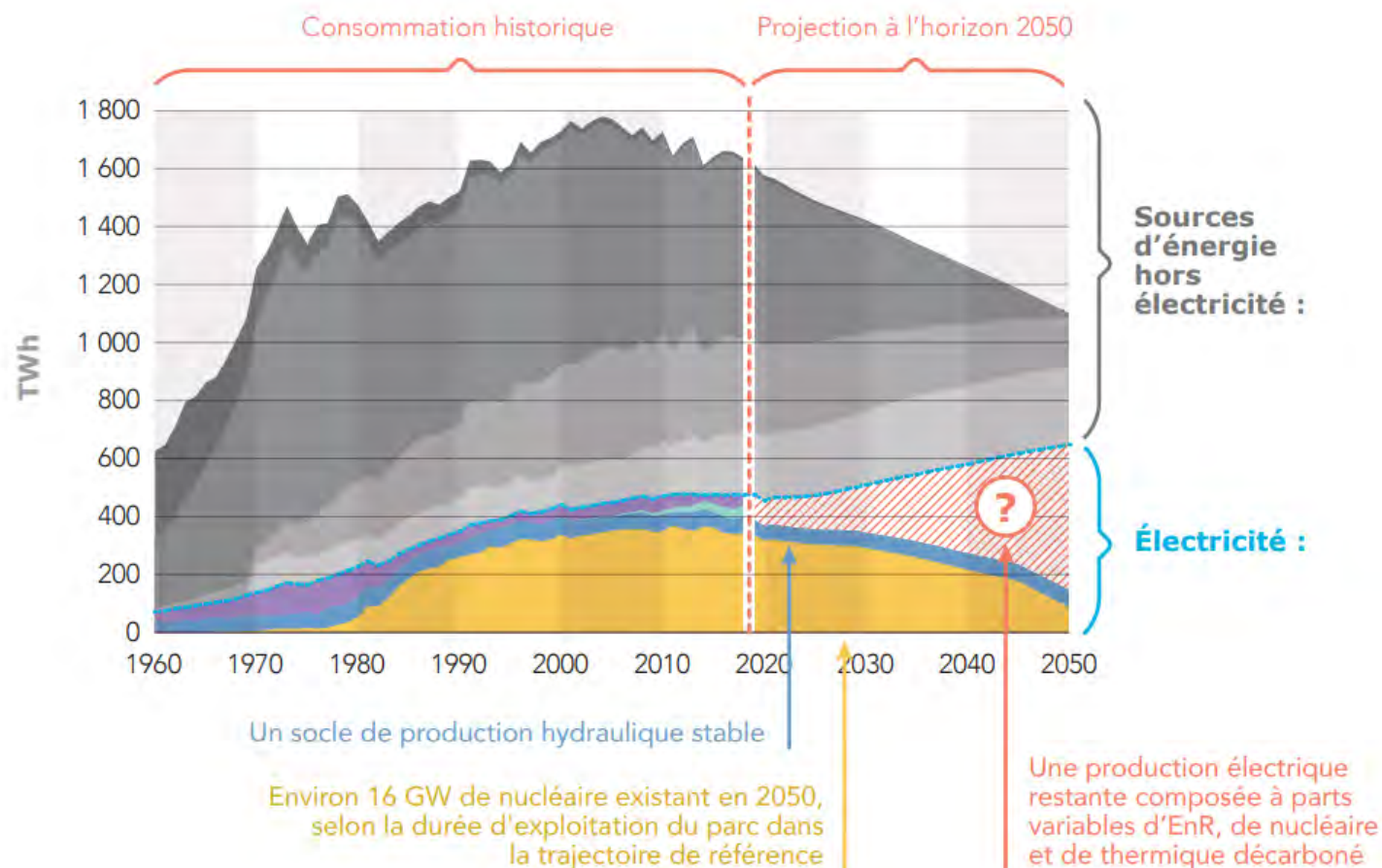
Electricity production by source, World



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy, Ember Global Electricity Review (2022) & Ember European Electricity Review (2022)
Note: 'Other renewables' includes biomass and waste, geothermal, wave and tidal.
OurWorldInData.org/energy • CC BY



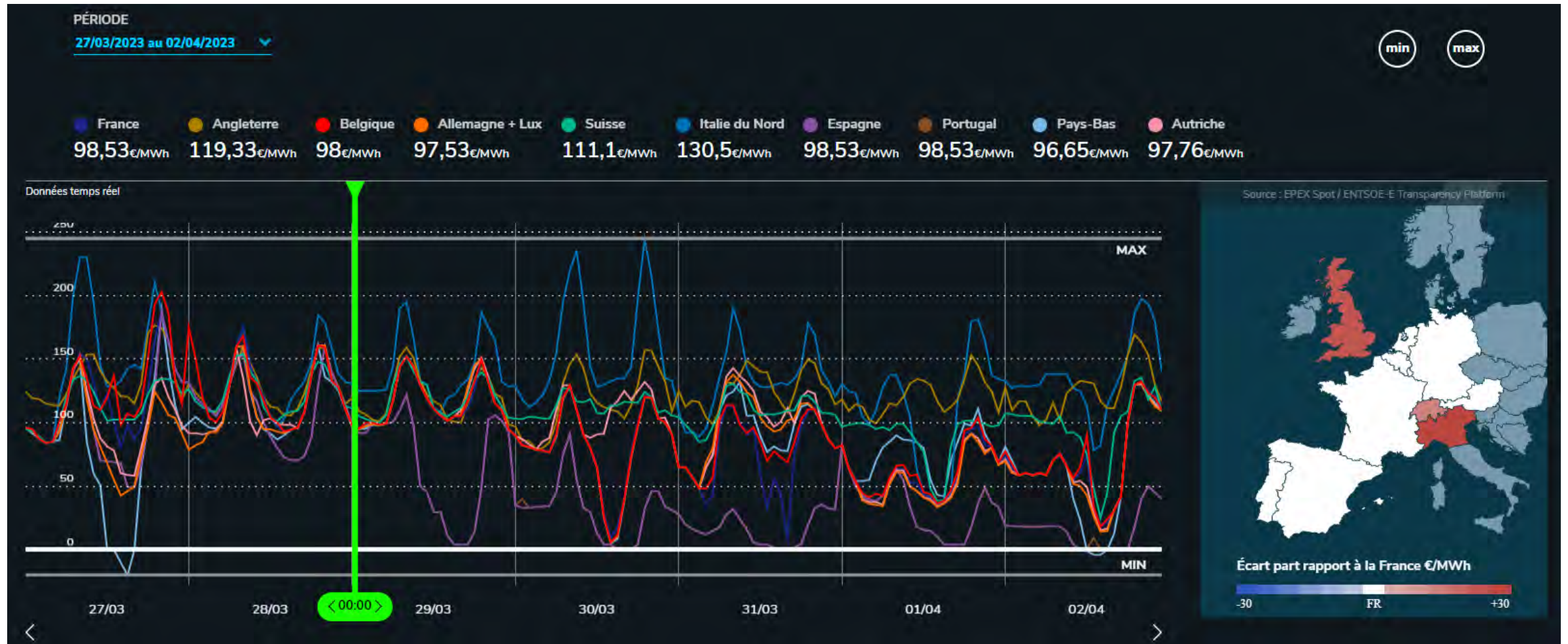
Contexte énergétique – France



Source : RTE – Futurs énergétiques 2050



Contexte énergétique – Prix



Source : RTE – ECO2MIX → <https://www.rte-france.com/eco2mix/les-donnees-de-marche#>

Contexte énergétique – Prix

Les barèmes et prix présentés ci-dessous s'entendent hors taxes (HT) et intègrent la part approvisionnement en énergie y compris l'ARENH, le tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité, les coûts commerciaux ainsi que la marge des fournisseurs. Ils prennent en compte le fait que la majorité des consommateurs ont une consommation plus forte en période hivernale et en heures pleines.

Fourchettes de prix de référence moyens sur l'année (€/MWh)

€/MWh	Client type-moyen			Client type-saisonnalisé		
	Prix de marché bas	Prix référence	Prix de marché haut	Prix de marché bas	Prix référence	Prix de marché haut
	(quantile 10%)		(quantile 90%)	(quantile 10%)		(quantile 90%)
Client bleu option base	317	334	351	317	334	351
Client bleu option HPHC	281	296	311	309	326	343
Client jaune option base	279	294	310	337	357	377
Client vert A5 base	249	264	278	288	307	324

Contexte PV – Puissance installée

Répartition des installations photovoltaïques raccordées par tranche de puissance

Tranches de puissance	Parc au 31 décembre 2022			Nouvelles installations de l'année 2022		
	Nombre d'installations	Puissance (en MW)	dont métropole	Nombre d'installations	Puissance (en MW)	dont métropole
≤ 3 KW	423 072	1 102	1 094	48 652	109	109
> 3 et ≤ 9 KW	172 870	1 022	1 017	42 695	233	233
> 9 et ≤ 36 KW	28 210	685	643	2 995	71	71
> 36 et ≤ 100 KW	32 524	2 796	2 736	5 462	493	486
> 100 et ≤ 250 KW	9 192	1 707	1 658	889	183	182
> 250 KW	2 671	9 020	8 702	292	1 296	1 289
Total	668 539	16 333	15 851	100 985	2 385	2 369

Le parc inclut également les installations raccordées au réseau d'Enedis sans convention d'injection.

Champ: métropole et DROM.

Source : SDES d'après Enedis, RTE, EDF-SEI et CRE

Contexte PV – Obligation de solarisation

→ Obligation de solarisation des bâtiments (code de l'urbanisme + construction)

Après le **1^{er} Juillet 2023** – nouveaux bâtiments + existants si rénovation lourde :

1. Bâtiment de bureaux
 - o *Seuil 1000m² et obligation de couvrir min. 30% (puis 50% en 2027)*
2. Bâtiments à usage commercial, locaux industriels, entrepôts, parking couverts
 - o *Seuil 500m² et obligation de couvrir min. 30% (puis 50% en 2027)*



→ Obligation de solarisation des parkings (loi ENR de mars 2023)

3. Parking extérieurs
 - o *Seuil 1500m² et obligation de couvrir min. 50%*

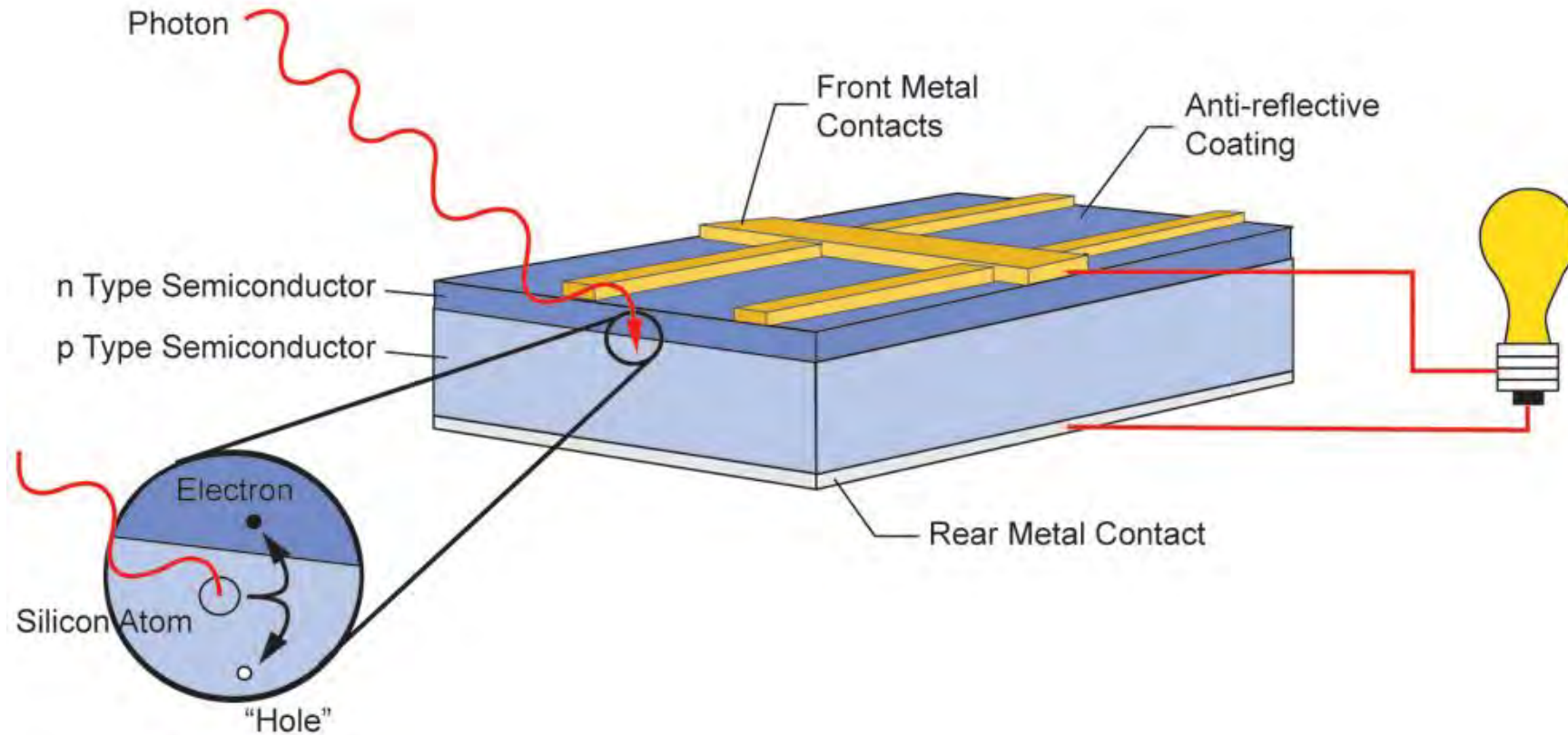
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000047294244>



« Principe photovoltaïque »



Introduction – Principe PV



Vidéo explicative CNRS : https://www.youtube.com/watch?v=23i-_v_tWTA

Production électrique... Mais avec quel rendement ?

Technologies – Rendement

Modules PV et critères de sélection

SUNPOWER | FROM MAXEON
SOLAR TECHNOLOGIES

PANNEAU SOLAIRE MAXEON 3

415 à 430 W | Jusqu'à 22,7% de rendement



Idéal pour les
applications
résidentielles



Cadre noir avec
couche arrière blanche

Plus d'énergie produite cumulée

Conçu pour maximiser l'énergie produite, avec un rendement et des performances inégalés à haute température et une meilleure conversion énergétique par faible luminosité, par exemple le matin, le soir ou par temps nuageux.

Une longévité sans compromis

Produit de l'énergie par tous les temps, grâce à des cellules qui ne cassent pas et à des connexions renforcées qui protègent contre l'usure et la corrosion, ainsi qu'une architecture électrique qui limite l'impact de l'ombre et évite la formation de hot-spots (points d'échauffement).



Plus écoresponsable

Des matériaux propres, une fabrication responsable et une production d'énergie garantie pendant 40 ans font des panneaux SunPower Maxeon les plus respectueux de l'environnement.



La garantie la plus longue du secteur

Les panneaux SunPower Maxeon sont couverts par une garantie¹ de 40 ans qui s'appuie sur de nombreux tests indépendants et des données de terrain collectées sur plus de 33 millions de panneaux installés dans le monde entier.

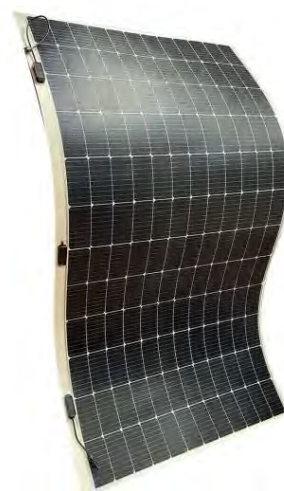
Garantie couvrant produit et puissance	40 ans
Puissance minimale garantie la première année	98,0%
Taux de dégradation annuel maximal	0,25%



En savoir plus sur le SPR-MAX3-XXX
sunpower.maxeon.com

Luxsiol®

LUX 430 F



Puissance de sortie 430 Wc
Tolérance de Puissance 0-5 W

Marque déposée et
assemblée en FRANCE par

**CREA
WATT
FABRICK**



Ultra léger : Par l'absence de verre et de cadre, et une fixation révolutionnaire, Luxsiol ne pèse que 3,2 kg/m² (fixations incluses).



Flexible : Combine des matériaux uniques et brevetés assemblés avec du silicium cristallin flexible. Possibilité d'installation sur des surfaces courbes.



Transportable : De faible encombrement, le Luxsiol réduit considérablement les frais de transport et de fret.



Installation Easy Grip : Fixation conçue et assemblée en France permettant l'installation sur tout support.



Résistant : Les panneaux sont certifiés pour résister à un test en charge de 2400 Pa. (avec coef de sécurité x1,5).



Wind Proof : Le système Luxsiol résiste à des vents constants entre 185 et 239 km/h toutes directions et inclinaisons et sans acrotères.



Durable : Le choix et la qualité des matériaux nous permet d'avoir une grande durée de vie du produit et un impact carbone FAIBLE.

Certificats et normes des modules Luxsiol®

Certifications

- ETN Ref A.2106191
- ECS CRE4 N°047-2022_001
- CE
- PID
- UL1703
- Test au Feu : Broof (t3) N° RA21-0247
- Bitume; PVC/TPO
- Test au Vent* : EN-CAPE 21.200 C - V0

www.jinkosolar.com

Tiger Neo N-type 72HL4-BDV 550-570 Watt

BIFACIAL MODULE WITH
DUAL GLASS

N-Type

Positive power tolerance of 0~+3%

IEC61215(2016); IEC61730(2016)

ISO9001:2015: Quality Management System

ISO14001:2015: Environment Management System

ISO45001:2018
Occupational health and safety management systems



Hi-MO 5m

LR5-72HPH 535~555M

- Based on M10-182mm wafer, best choice for ultra-large power plants
- Advanced module technology delivers superior module efficiency
 - M10 Gallium-doped Wafer
 - Smart Soldering
 - 9-Busbar Half-cut Cell
- Excellent outdoor power generation performance
- High module quality ensures long-term reliability

12 12-year Warranty for
Materials and Processing

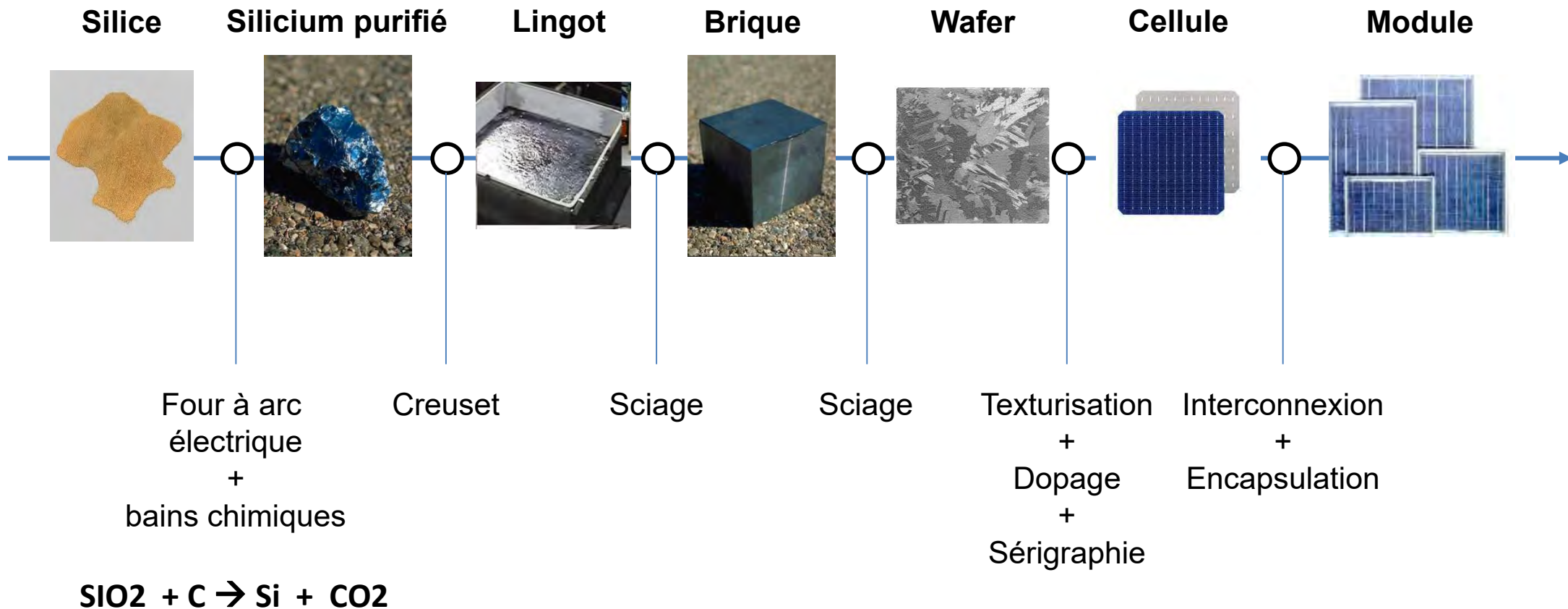
25 25-year Warranty for Extra
Linear Power Output



Jinko Solar
Building Your Trust in Solar

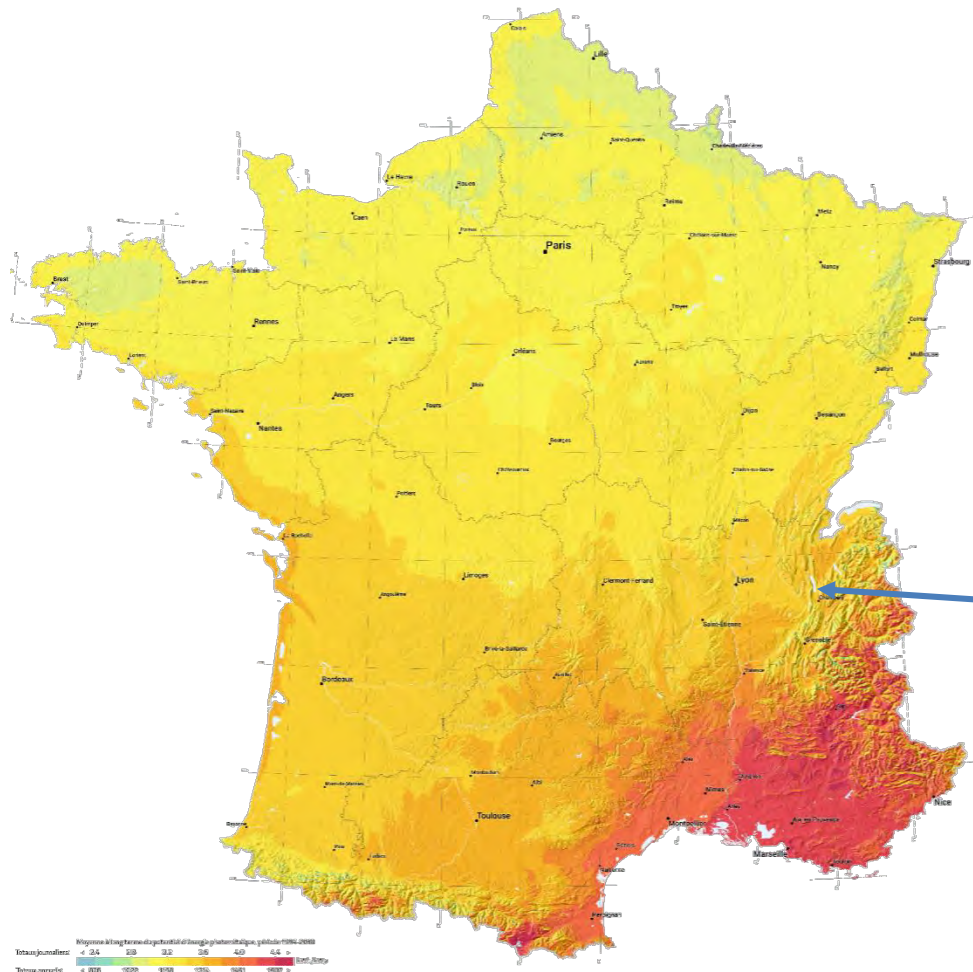
Silicium cristallin – Fabrication

De la silice au module photovoltaïque...



Productivité du PV

Production d'électricité (kWh) pour 1 kWc ($\approx 5\text{m}^2$)



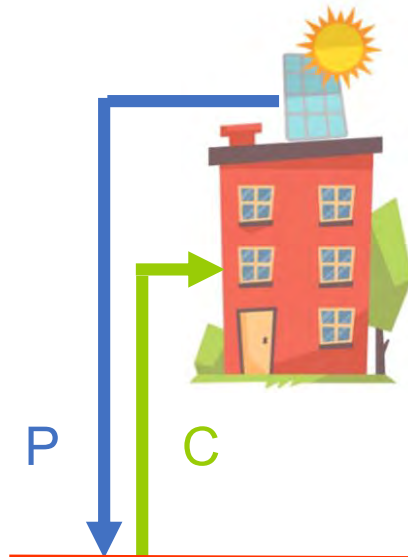
Totaux annuels:



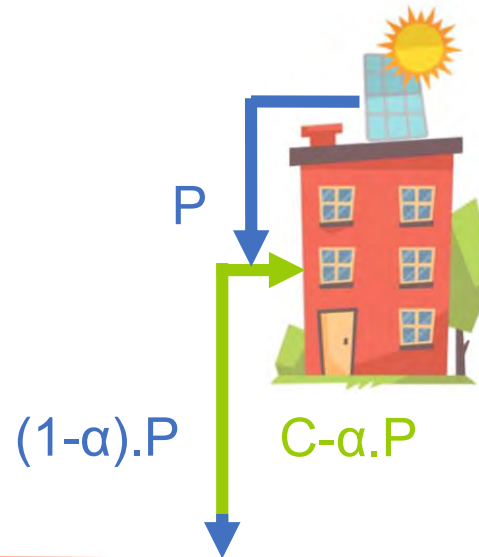
Environ 1200 - 1400 kWh/an
en Savoie

Mode de valorisation de l'électricité PV

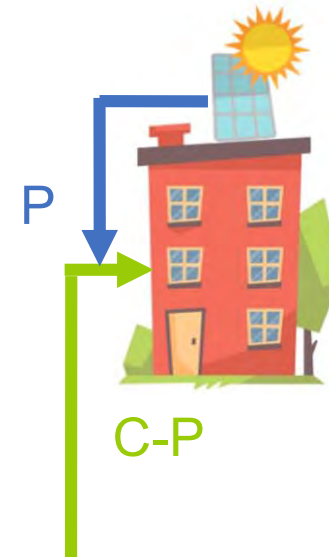
Injection totale
de la production
(vente totale)



Injection partielle
de la production
(vente du surplus)



Autoconsommation
totale



Réseau public
de distribution
d'électricité

Idées reçues...





Toiture PV

Investissement (CAPEX) → tous les équipements, études, pose, raccordement, ...

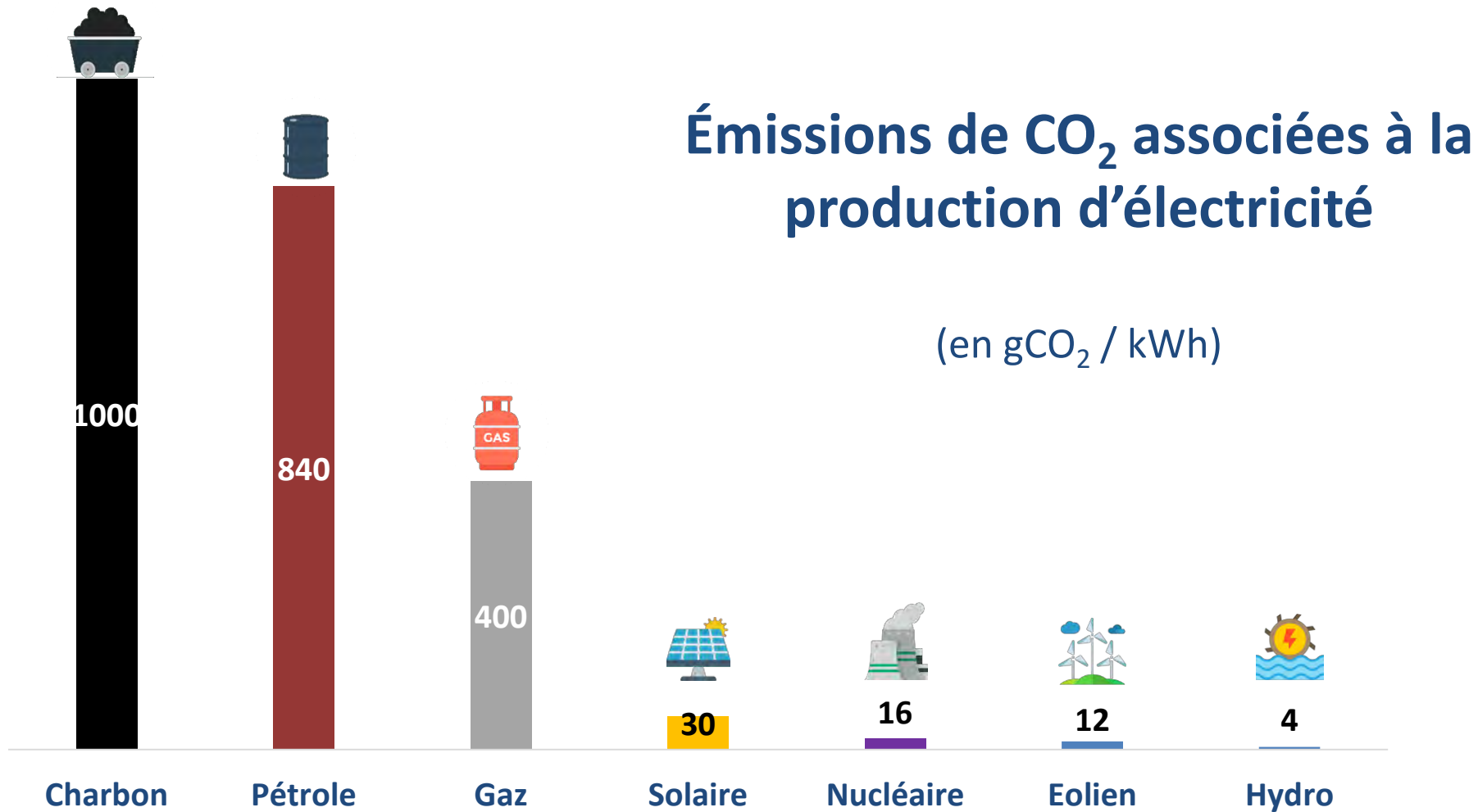
- o 3 kWc Env. 2,5 €HT/Wc soit 7 500 €
- o 100 kWc Env. 1 €HT/Wc soit 100 000 €
- o 1 MWc Env. 0,8 €HT/Wc soit 800 000 €

Charges annuelles (OPEX) → maintenance, taxes, impôts, loyers, ...

- o Env. 2% du coût d'investissement chaque année

Ombrières PV

+15-30% du coût standard pour une toiture





Taxe obligatoire à la vente des modules PV pour financer le recyclage & revalorisation

Les **panneaux** sont **séparés** de leur cadre aluminium et de leur boîtier de jonction, puis **broyés** afin d'obtenir **des fractions**, qui sont ensuite triées à l'aide de différentes méthodes (vibration, tamisage, courant de Foucault, tri optique...).

Les **matières premières secondaires** peuvent être utilisées pour de nouveaux usages.



<https://www.soren.eco/>

« Exemple de bureaux à ALPESPACE »

100 kWc posés – 1,2 €HT/Wc avec raccordement
Tarif actuel de l'électricité = 0.25 €/kWh avec +2%/an

AutoCalSol par  **ines**
INSTITUT NATIONAL
DE L'ENERGIE SOLAIRE

Bilan en vente totale / autoconsommation

- Alpes Connectique Services
- Puissance crête = **100 kWc**
- Orientation du bâtiment = - 20°



Bilan en vente totale / autoconsommation

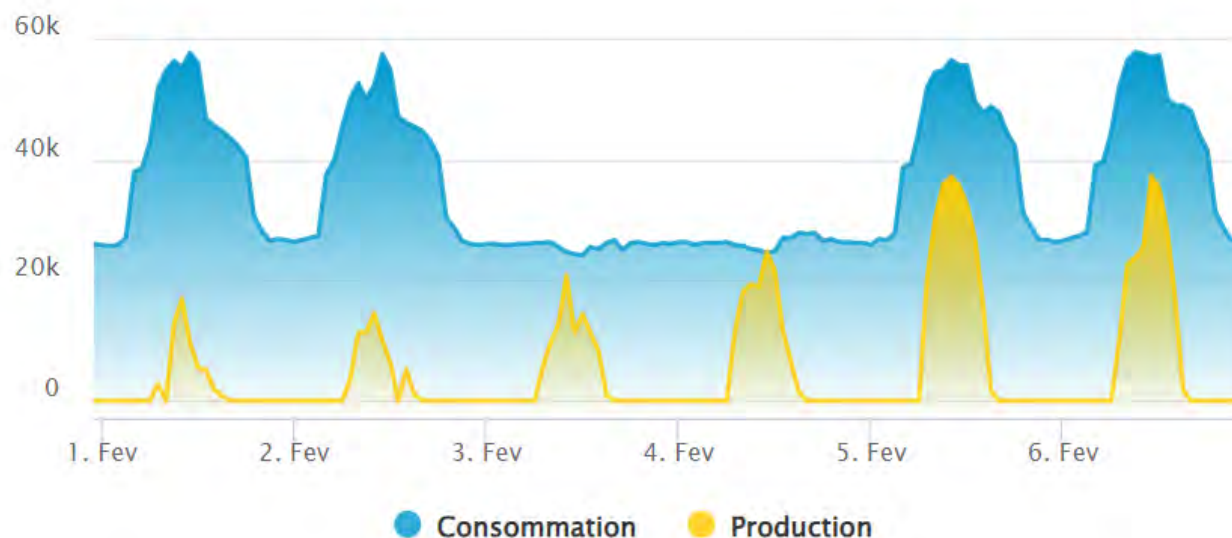
Production annuelle

123 693 kWh

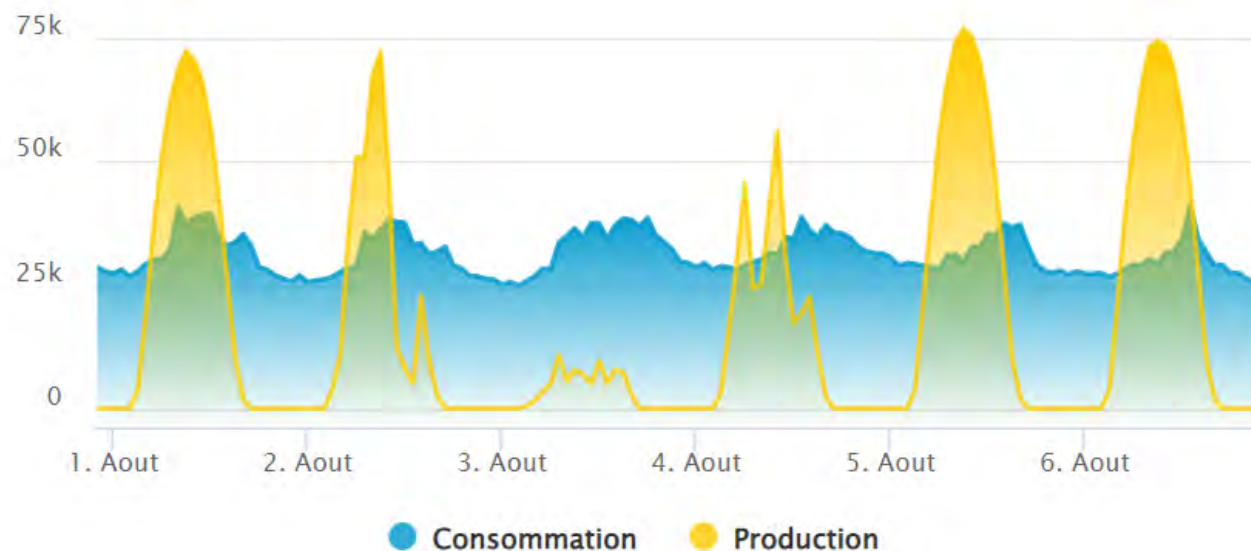
Consommation annuelle

300 613 kWh

Semaine typique de consommation & production en Février



Semaine typique de consommation & production en Aout



Bilan en vente totale / autoconsommation

Autoconsommation

- Autoconsommé
- Injecté

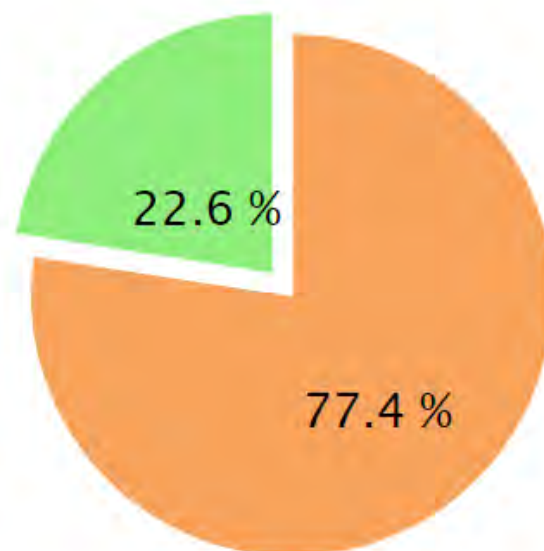


Figure 4 : Production annuelle

Autonomie

- Autoproduit
- Soutiré

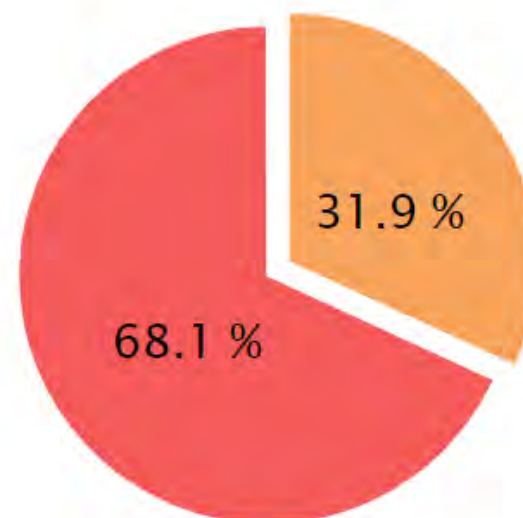
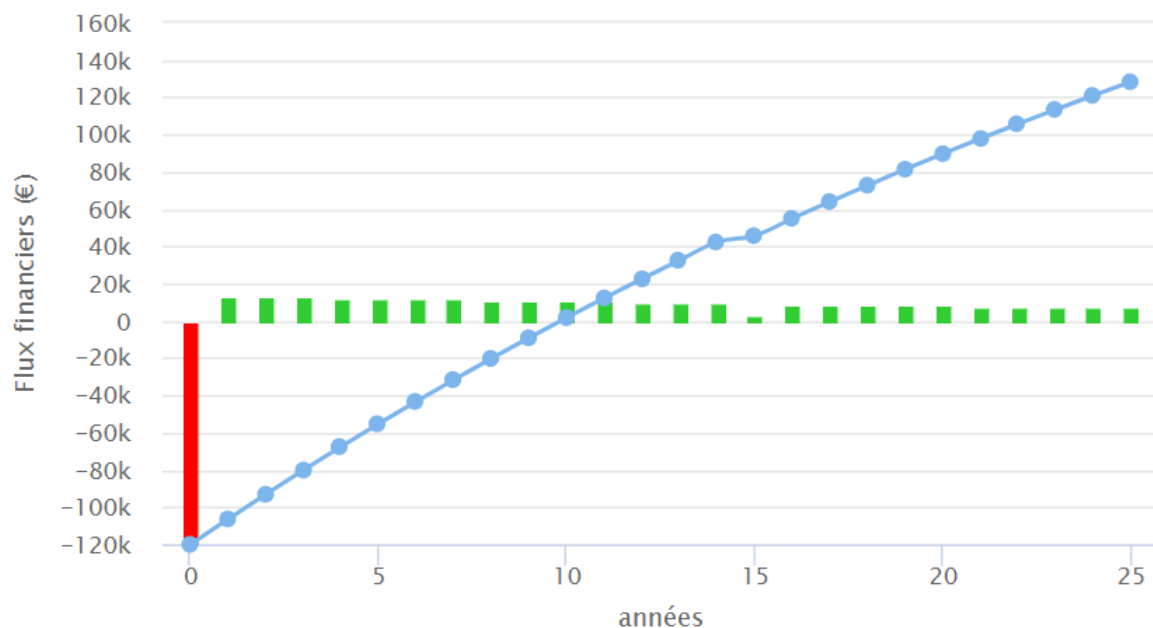


Figure 5 : Consommation annuelle

Bilan en vente totale / autoconsommation

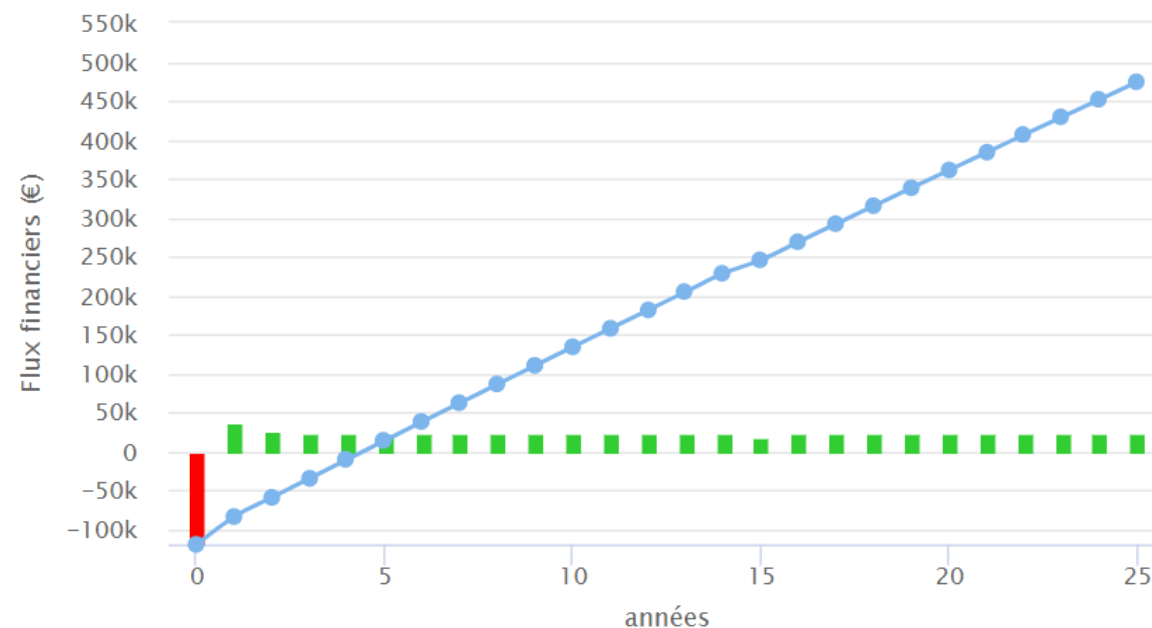
Flux financiers – Vente totale



● Bilan annuel ● Bilan annuel cumulé

Highcharts.com

Flux financiers – Injection partielle



● Bilan annuel ● Bilan annuel cumulé

Highcharts.com



Merci de votre attention