

Alpes-Maritimes

un retard solaire regrettable mais un appétit palpable

Le département fait figure de mauvais élève pour les énergies renouvelables, comparativement à PACA et à la France, elle-même mal classée en Europe. Ici, la densité du foncier et l'absence de vent disqualifient l'éolien. La géothermie est chère, la biomasse trop expérimentale, l'hydraulique historique menacé par les sécheresses récurrentes. Reste le solaire. Notre ensoleillement est le plus important de l'Hexagone et pourtant le photovoltaïque maralpin souffre d'indigence. Une réglementation aménagée, des aides publiques, une énergie chère se conjuguent à des technologies matures pour changer la donne.

Le solaire maralpin se réveille et enfin se lève.

par Antoine Guy



Agent ENEDIS lors d'un travail de pose © DR

« La production électrique solaire avec ses 19 TWh pèse un petit 4 % dans le mix énergétique français »

Alpes Maritimes: a regrettable delay in solar development but a clear desire for it

The Alpes Maritimes is a poor performer when it comes to renewable energies, compared to the PACA region and France as a whole, which itself ranks poorly in Europe. Here, the population density and the absence of wind rule out wind power. Geothermal energy is expensive, biomass too experimental and hydroelectric power threatened by recurrent droughts. That leaves solar power. We have the most sunshine in France, yet photovoltaic energy in the region suffers from a lack of resources. Improved regulations, public subsidies and expensive energy combine with mature technologies to change the situation. Solar power in the region is finally stirring and on the rise.

L'effet photoélectrique : des photons touche-à-trous dérangent des électrons baladeurs

1839: Antoine Becquerel (1788-1878) and his son Edmond (1820-1891) demonstrated with an experiment the appearance of an electric current between two immersed electrodes in the presence of a light source. The photovoltaic panel was not yet born, but the photoelectric principles on which it would be based had just been demonstrated. A sufficiently energetic incident photon dislodges an electron from an atom, creating a "hole" and a free electron in the photosensitive material, and thus the conditions for the appearance of an electric current. The reality is a little more complex, and it would take two centuries and a lot of brainpower to develop and industrialise today's multilayer silicon-based panels.

1958: the first photoelectric cells produced one watt to power the instruments of the American satellite **Vanguard 1**, a sphere weighing 1.5 kg and measuring 16.5 cm in diameter.

2023: a 1.7 m² panel, with an efficiency of 20%, exposed to sunshine equivalent to 1,300 kWh/year/m² (average in France) produces an electrical output of 260 kWh/year/m². "To meet the consumption of a family of 4, excluding heating, 20 m² of these panels will produce 5 MWh per year" explains **Paul de Preville**. Are these raw figures enough to clarify the situation of solar energy as a renewable energy source in France? Of course not. But they do show that the technology is available, mature and well mastered.

L'effet photoélectrique : des photons touche-à-trous dérangent des électrons baladeurs

1839 : Antoine Becquerel (1788-1878) et son fils Edmond¹ (1820-1891) démontrent expérimentalement l'apparition d'un courant électrique entre deux électrodes immergées en présence d'une source lumineuse. Le panneau photovoltaïque n'était pas encore né mais les principes photoélectriques sur lesquels il allait s'appuyer venaient d'être mis en évidence. Un photon incident suffisamment énergétique déloge un électron d'un atome, créant un « trou » et un électron libre dans le matériau photosensible, et donc les conditions d'apparition d'un courant électrique. La réalité est un peu plus complexe et il faudra deux siècles et pas mal de matière grise pour mettre au point et industrialiser les panneaux multicouches actuels à base de silicium.

1958 : les premières cellules photoélectriques produiront un watt pour alimenter les instruments du satellite américain **Vanguard 1**, une sphère d'1,5 kg et de 16,5 cm de diamètre.

2023 : un panneau d'1,7 m², avec un rendement de 20 %, exposé à un ensoleillement équivalent à 1 300 kWh/an/m² (moyenne en France) produit une puissance électrique de 260 kWh/an/m². « Pour satisfaire à la consommation d'une famille de quatre personnes hors chauffage, 20 m² de ces panneaux produiront annuellement 5 MWh² », explique **Paul de Preville**³. Ces chiffres bruts suffisent-ils à éclairer la situation du solaire comme énergie renouvelable en France ? Non bien sûr. Ils montrent en revanche que la technologie est disponible, mature et maîtrisée.

Production et consommation électrique en France : état des lieux

En 2022, la France a produit 445 TWh d'électricité, un chiffre en recul, légèrement en dessous du chiffre de... 1995 ! La production électrique solaire avec ses 19 TWh pèse un petit 4 % dans le mix énergétique français, à côté du mastodonte nucléaire à 63 %, de l'hydraulique à 11 %, du thermique à 11 %, de l'éolien à 9 %. Seules les bioénergies ferment la marche avec 2 %. La consommation nationale a elle aussi régressé à 452 TWh. En comparaison, celle de 2016 s'établissait à 482 TWh.

Arrêtons là la litanie des chiffres. Force est de constater que le prix de l'énergie a recommencé à augmenter depuis 2020, que les experts estiment cette progression installée structurellement et durablement au moins pour la prochaine décennie. Les nombreuses alertes climatiques obligent le monde à agir pour abandonner le fossile et se tourner résolument vers les ENR⁴, dont le solaire. L'objectif formalisé au niveau européen et français se nomme « *Neutralité Carbone en 2050* ». Quel rôle le solaire peut-il jouer pour nous mener sur la bonne trajectoire et diminuer les émissions de gaz à effet de serre, alors qu'il est encore un nain au pays des géants ?

Sud-est : un élève moyen qui bénéficie depuis peu de soutiens solaires

Selon Météo-France, le sud-est bénéficie d'un ensoleillement moyen de 2 700 heures par an, nous classant parmi les deux premières régions en France. Les derniers (Haute Normandie, Centre Bretagne) frissonnent avec 1 400 heures par an. Nous disposons de la ressource, et pourtant la puissance solaire installée en PACA (chiffre 2021) ne reflète pas franchement le podium de l'ensoleillement, avec un petit 1 650 MW à comparer avec la Nouvelle Aquitaine et ses 3 250 MW, ou l'Occitanie avec ses 2 600 MW. « *Notre région a fait sien ce slogan : "Gardons une COP d'avance". Nous peinons à le respecter s'agissant du solaire. Dans les Alpes-Maritimes,*

le photovoltaïque ne représente que 16 % du bouquet des ENR, elles-mêmes couvrant tout juste 9 % de notre consommation totale, alors que la région affiche 15 % », souligne **Frédéric Olive** d'ENEDIS⁵. Le solaire dans notre territoire n'est-il simplement pas adapté ou juste en retard ?

Une dynamique s'est clairement enclenchée depuis trois ans, turbo-chargée par l'augmentation significative des factures d'électricité. Le trou dans le portefeuille interpelle au moins autant que l'écologie vertueuse et les comportements sobres : restons humbles et demeurons lucides. « *Depuis dix ans le prix des panneaux solaires a été divisé par 10, leur rendement amélioré de 10 à 20 %, et leur durée de vie étendue de 15 à 30 ans* », commente **Paul de Preville**. Conjugué à une multiplication d'aides gouvernementales, mais aussi régionales et départementales, créant d'ailleurs une petite jungle dans laquelle il est devenu complexe de trouver son chemin, le photovoltaïque dans notre département, a contrario des éoliennes, a le vent en poupe.

Le solaire est un commun : l'autoconsommation est devenue la norme

Le modèle de production évolue aussi. À l'origine, un particulier propriétaire de son toit s'équipait et revendait la totalité de sa production à un opérateur, espérant un amortissement de son investissement dans le meilleur des cas sur dix ans, plus vraisemblablement sur quinze. « *Les réglementations se sont assouplies et le modèle de l'autoconsommation est apparu (avec revente d'un inévitable surplus à un tarif garanti sur vingt ans, 13 centimes du kWh par EDF-OA, EDF Obligation d'Achat)* », note **Paul de Preville**. L'autoconsommation présente de nombreux avantages, pour les particuliers, les entreprises, et même les quartiers. Le retour sur investissement s'établit plutôt à sept ans. En privilégiant le circuit court, elle retarde le moment où les infrastructures de transport seront saturées par les productions locales, diminue les factures et limite les transports sur les longues distances où les pertes en ligne par effet joule restent significatives. Dans le cas du tertiaire qui consomme majoritairement en journée, les batteries de stockage qui grèvent la rentabilité et occupent de l'espace ne sont pas nécessaires.

Dernier point, et non des moindres. « *Il est désormais autorisé, en s'appuyant sur les capacités des compteurs Linky, de créer à l'intérieur d'un périmètre de 2 km, des communautés virtuelles de producteurs pour une autoconsommation collective* », s'enthousiasme **Frédéric Olive**. Particuliers, commerçants, entreprises, institutionnels mutualisent un investissement initial, produisent et autoconsomment entre

Electricity production and usage in France: an overview

In 2022, France produced 445 TWh of electricity, a figure that is down slightly on the figure for ... 1995! At 19 TWh, solar-generated electricity accounts for just 4% of the French energy mix, alongside the nuclear behemoth at 63%, hydropower at 11%, thermal power at 11% and wind power at 9%. Only bioenergy comes in at the bottom with 2%. National consumption also fell to 452 TWh. This compares with 482 TWh in 2016.

Let's stop this litany of figures there. It has to be said that the price of energy has started to rise again since 2020, and that experts believe that this increase will be structural and lasting at least for the next decade. The numerous climate warnings are forcing the world to act to abandon fossil fuels and turn resolutely towards renewable energy sources, including solar. The objective formalised at European and French level is "*Carbon Neutral by 2050*". What role can solar energy play in getting us on the right track and reducing greenhouse gas emissions, even though it is still a dwarf in a land of giants?

The south-east: an average performer that has only recently benefited from solar support

According to France Météo, the south-east enjoys an average of 2,700 hours of sunshine per year, ranking us among the top two regions in France. The bottom ones (Haute Normandie, Central Brittany) shiver with 1,400 hours a year. We have the resource, and yet frankly the solar power installed in PACA (2021 figure) does not reflect the degree of sunshine, with a small 1650 MW to compare with Nouvelle Aquitaine and its 3250 MW, or Occitania with its 2,600 MW. "*Our region has adopted the slogan "Gardons une COP d'avance". We are struggling to respect it when it comes to solar. In the Alpes Maritimes, photovoltaics represents only 16% of the RE mix, even covering just 9% of our total consumption, while the region has 15%*" stresses **Frédéric Olive** of ENEDIS. Is solar power in our region simply not adapted for it or just late?

A dynamic clearly started three years ago, driven by the significant increase in electricity bills. Pain in the wallet challenges us to change at least as much as virtuous ecology and sober behaviour: let us remain humble and remain lucid. "*Over the past 10 years, the price of solar panels has been divided by 10, their yields improved by 10 to 20%, and their lifespan extended by 15 to 30 years.*" comments **Paul de Preville**. Combined with a multiplication of governmental, but also regional and departmental aid, creating a small jungle in which it has become complex to find one's way, photovoltaics in our department, unlike wind turbines, are on the rise.

Solar is a common resource: self-consumption has become the norm

The production model is also evolving. Originally, a private owner of his roof, equipped himself and sold all of his production to an operator, hoping to amortize his investment in the best case over 10 years, more likely over 15. "*The regulations were relaxed and the model of self-consumption appeared (with resale of an inevitable surplus at a rate guaranteed over 20 years, 13 cents per kWh by EDF-OA, EDF Obligation d'Achat)*" notes **Paul de Preville**. Self-consumption has many advantages, for individuals, businesses, and even neighbourhoods. The return on investment is around 7 years. By favouring the short circuit, it delays the moment when the transport infrastructures will be saturated by local production, reduces the bills and limits transport over long distances where the losses remain significant. In the case of the tertiary sector, which consumes most of its energy during the day, storage batteries are not necessary.

1. Père d'Henri Becquerel (1852-1908) prix Nobel de physique en 1903 partagé avec Marie et Pierre Curie, découvreurs de la radioactivité en 1896.

2. L'ensemble des chiffres donnés dans cet article sont issus de l'étude « Le Solaire photovoltaïque en France : réalité, potentiel et défis », préparée par le CNRS et la Fédération de Recherche du Photovoltaïque - deuxième édition de l'étude, en date du 14 sept 2023, disponible en libre-service sur www.solairephotovoltaïque.fr

3. SophiaMag a interviewé Paul de Preville, jeune cofondateur de la startup Ensol qui vient de lever 3 millions d'euros - voir www.goensol.com

4. ENR est l'acronyme utilisé pour désigner les énergies renouvelables.

5. SophiaMag a interviewé Frédéric Olive d'Enedis, adjoint domaine développement, innovation et numérique, référent mobilité électrique et Smart Grid, Enedis Côte d'Azur



De gauche à droite : Frédéric Olive, ENEDIS © E. Maumon ; Paul de Prévaille, ENSOL © DR

eux, et enfin revendent. Le principe moyenâgeux de la fontaine partagée au centre du village est revenu sur le devant de la scène avec la ressource solaire. L'engouement est palpable. Le soleil, comme d'autres objets, étant un bien commun, son exploitation locale semble désormais évidente. Elle séduit car plus vertueuse pour la planète et soulage significativement les factures. « Les projets photovoltaïques communautaires de quartiers et les ombrières sur les parkings, les bâtiments communaux, bourgeonnent depuis 2020. Les élus locaux comme les chefs d'entreprises en font même des arguments d'attractivité, de recrutement, de fidélisation, et mentionnent volontiers ces initiatives dans leurs 'pitch' », résume Frédéric Olive.

Ne pas tomber trop vite dans le panneau... solaire

Ne péchons pas cependant par excès d'optimisme. Toute médaille comporte un revers. La filière solaire est ralentie par un manque de compétences et de personnel qualifié notamment chez les installateurs qui peinent à obtenir le label RGE (Reconnu garant de l'Environnement), label nécessaire pour que leurs clients obtiennent les aides publiques. Plus de 80 % des cellules photovoltaïques sont construites en Chine, contre 1,3 % en Europe, nous mettant de facto en situation de dépendance vis-à-vis de l'Asie. La France a produit en 2021 des cellules photovoltaïques valant 850 MW de puissance, alors que dans le même temps nous en installons pour une puissance de 3 000 à 3 500 MW.

« Il est désormais autorisé de créer à l'intérieur d'un périmètre de 2 km des communautés virtuelles de producteurs-consommateurs »

Le millefeuille réglementaire appuie parfois sur la pédale de frein, non sans raison. Les Bâtiments de France ont leur mot à dire dans le cas du foncier patrimonial et historique, les pompiers dans le cadre des Plans de Prévention des Risques. La réglementation RE2020 (Règlementation environnementale) impose également son lot de contraintes pour bâtir plus sobre et moins carboné. Enfin, la loi APER du 10 mars 2023, relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables, incite tous les acteurs à bouger pour multiplier par dix la production d'électricité solaire d'ici à 2050, c'est-à-dire atteindre 100 GW.

Autrefois élève moyen, le solaire est désormais diagnostiqué haut potentiel

Certains Cassandra agitent le drapeau rouge des « terres rares » entrant dans la composition des cellules photovoltaïques. Attention à ne pas confondre « matériaux rares, ou critiques » avec « terres rares ». Seuls les matériaux rares, c'est-à-dire ceux qui peuvent poser des difficultés d'approvisionnement, entrent dans la composition des modules photovoltaïques en silicium monocristallin. Par ailleurs, leur recyclabilité à 95 % est plus qu'honorable. Selon l'ADEME (sourcé au GIEC), une installation photovoltaïque sur toiture sans batterie émet entre 32 et 46 gCO₂eq/kWh⁶ (75 % de cette quantité lors de la fabrication), que l'on comparera avec 469 pour le nucléaire, 840 pour le pétrole et 1001 pour le charbon !

Face aux enjeux de transition énergétique et de décarbonation, il serait criminel, quand on se nomme Côte d'Azur, de ne pas valoriser l'ensoleillement généreux dont nous bénéficions, ce don du ciel qui a forgé notre tourisme, attiré tant d'artistes, contribué à l'avènement d'une technopole. Les clignotants de la filière solaire passent au vert un à un.

Si nous ne le faisons pas, alors qui le fera en France ? 2050 n'est que dans 26 ans. ●

6. Les facteurs d'émission associés aux sources d'énergie correspondent pour l'essentiel à des émissions de CO₂. Ils s'expriment en général en grammes d'équivalent CO₂ par kilowattheure (gCO₂eq/kWh)

Last but not least. "It is now permitted, based on the capacities of Linky meters, to create virtual communities of producers for collective self-consumption within a 2 km perimeter" enthuses Frédéric Olive. Individuals, traders, companies, institutions, pool an initial investment, produce and consume among themselves, and finally resell. The medieval principle of the fountain shared in the centre of the village has returned to the forefront with solar resource. The craze is palpable. The sun, like other objects, being a common good, its local exploitation now seems obvious. It is seductive because it's more virtuous for the planet and significantly reduces bills. "Community photovoltaic projects in neighbourhoods and shade areas in car parks and municipal buildings have been booming since 2020. Local elected officials as well as business leaders, even use them to substantiate arguments of attractiveness, recruitment, loyalty, and happily mention these initiatives in their 'pitch'" summarises Frédéric Olive.

Don't fall in the solar trap too quickly

However, let us not err on the side of optimism. There is a downside to every up. The solar sector is slowed down by a lack of skills and qualified personnel, especially among installers who are struggling to obtain the RGE certification (Recognized Guarantor of the Environment), the necessary certification for their customers to get public support. More than 80% of photovoltaic cells are built in China, compared to 1.3% in Europe, putting us de facto in a situation of dependence on Asia. France produced photovoltaic cells worth 850 MW of power in 2021, while at the same time we install them for a capacity of 3,000 to 3,500 MW.

The mass of regulations sometimes puts a brake on things, not without reason. The Bâtiments of France have their input too when it comes to heritage and historical land, as do firefighters as part of the Risk Prevention Plan. The RE2020 regulation (Environmental Regulation) also imposes its share of constraints to build more sober and less carbon. Finally, the APER law of March 10, 2023, on the acceleration of renewable energy production, encourages all actors to move to multiply by ten the production of solar electricity by 2050, that is to say to reach 100 GW.

Once just an average student, solar is now classed as having high potential

Some prophets of doom wave the red flag of « rare earths » used in the composition of photovoltaic cells. Be careful not to confuse "rare or critical materials" with "rare earths". Only rare materials, that is to say those that may pose supply difficulties, enter into the composition of monocrystalline silicon photovoltaic modules. Moreover, their 95% recyclability is more than honourable. According to ADEME (sourced from the IPCC), a photovoltaic system on a roof without a battery, emits between 32 and 46 gCO₂eq/kWh (75% of this quantity during manufacturing), compared with 469 for nuclear, 840 for oil and 1001 for coal!

Faced with the challenges of energy transition and decarbonisation, it would be criminal, when we call ourselves the Côte d'Azur, not to value the generous sunshine we enjoy, this gift of heaven that has forged our tourism, attracted so many artists, contributed to the advent of a technopole. The traffic lights for the solar sector are turning green one by one.

If we don't, then who in France will? 2050 is only 26 years away. ●