

## L'énergie photovoltaïque.

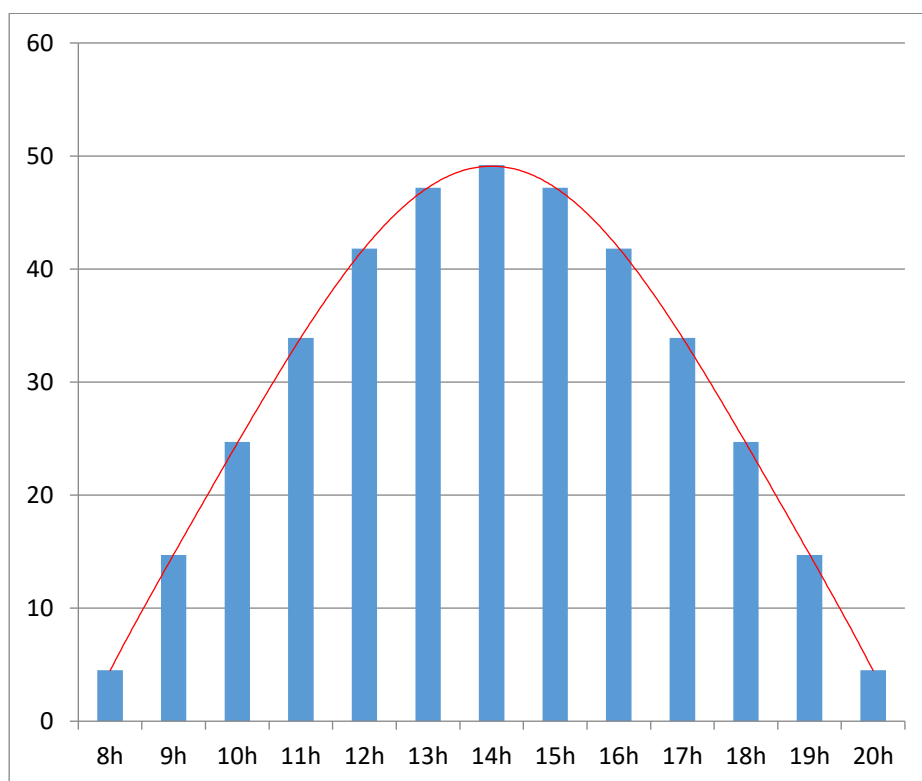
Thierry Piou sociétaire du Club d'astronomie "Pêcheurs d'étoiles" La Baule

Au premier mars 2020, le parc photovoltaïque représentait 6,9% de la puissance électrique installée, cependant son taux de couverture de la consommation nationale atteint péniblement 2% en ce début d'année (source RTE : eco2mix). Il est intéressant de se pencher sur les causes de cette médiocre performance. Elles sont pour l'essentiel d'origine astronomique.

La production des centrales photovoltaïques est directement liée aux mouvements de notre planète. Chacun sait que celle-ci tourne sur elle-même selon l'axe Nord-Sud en un temps moyen de 24h et qu'elle est animée d'un mouvement de révolution autour du Soleil d'une durée approximative de 365 jours.

Nous allons tout d'abord considérer l'influence de la rotation de la Terre, qui est la cause de l'alternance jour-nuit, sur la production photovoltaïque.

La figure 1 montre l'évolution de la hauteur du Soleil correspondant au 6 avril en France (la date ici est sans importance, n'importe quelle autre aurait pu convenir.) Afin de rendre la lecture plus aisée, l'axe des abscisses est gradué en temps légal. On constate que la hauteur est croissante entre 8h et 14h puis décroissante entre 14h et 20h. L'horaire de 14h correspond au midi solaire vrai<sup>1</sup>, c'est à cet instant qu'il atteint sa hauteur maximale pour la journée considérée ; il est à mi-parcours entre son Lever et son Coucher.



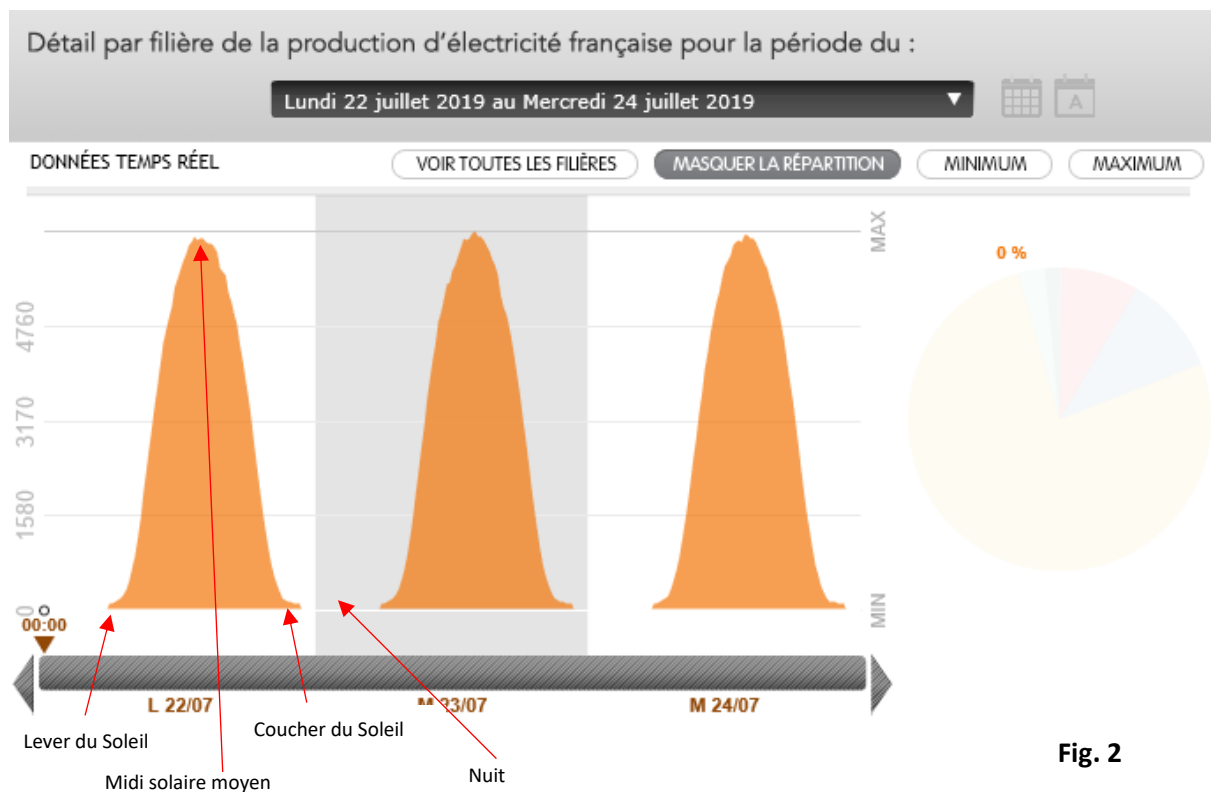
Variation de la hauteur du Soleil pour la journée de 6 avril à une latitude de 47°N.  
La réfraction atmosphérique est négligée ainsi que le diamètre du Soleil.

**Fig. 1**

Si l'on dispose d'un panneau photovoltaïque exposé Plein Sud par une journée bien ensoleillée sans nuage, la production électrique aura la même forme que celle de la figure 1 ; croissante entre le

<sup>1</sup> Il faut tenir compte de la longitude du lieu, de l'équation du temps et ajouter 2 heures au temps solaire vrai pour obtenir l'heure légale exacte du passage du Soleil à un méridien quelconque pour la période comprise entre le dernier dimanche de mars et le dernier dimanche d'octobre. (horaire d'été).

Lever et le midi, puis décroissante entre le midi et le Coucher et enfin nulle entre le Coucher et le Lever suivant. C'est ce que montre la figure 2, qui correspond à la production photovoltaïque française les 22,23 et 24 juillet 2019. (source : RTE : eco2mix).



La production photovoltaïque est continûment variable entre le Lever et le Coucher et nulle entre le Coucher et le Lever. Elle ne présente aucune discontinuité. Parler d'énergie intermittente est donc un abus de langage.

En observant la figure 2 on discerne cependant les difficultés potentielles du gestionnaire du réseau électrique (RTE en France). Il n'existe pas en effet de "zone de stockage" entre une centrale électrique et le lieu de consommation. Le stockage, dans le cas d'une centrale pilotable, ne peut se faire qu'en amont de celle-ci sous forme d'énergie primaire (fioul, gaz, charbon, matière fissile, barrage hydraulique). Les lois de l'électrocinétique imposent la relation fondamentale suivante :

$$1 \text{ joule consommé à l'instant } t = 1 \text{ joule produit au même instant} \quad (4)$$

On prend alors conscience de la difficile mission du gestionnaire de réseau qui doit en permanence faire face à la variabilité naturelle de la production photovoltaïque et la compenser instantanément. Exercice périlleux et non sans danger pour le réseau électrique quand on pense au caractère chaotique des phénomènes météorologiques.

Après le mouvement de rotation, considérons l'effet de la révolution de la Terre autour du Soleil<sup>2</sup>. La figure 3 (source RTE : eco2mix) montre la production photovoltaïque du territoire métropolitain pour quatre dates remarquables de l'année 2018 : les équinoxes de printemps et d'automne ainsi que les solstices d'été et d'hiver. On distingue l'influence du mouvement diurne : croissance de la puissance

<sup>2</sup> La révolution de la Terre autour du Soleil ainsi que l'inclinaison de son axe de rotation par rapport à la normale du plan de l'écliptique sont à l'origine des saisons.

fournie entre le Lever et le méridien moyen, puis décroissance jusqu'au Coucher. On remarquera que ces évolutions sont entachées de bruit dû aux aléas météorologiques. Les surfaces colorées représentent la quantité d'énergie produite. Elles montrent bien l'effet du mouvement de révolution de la Terre autour du Soleil.

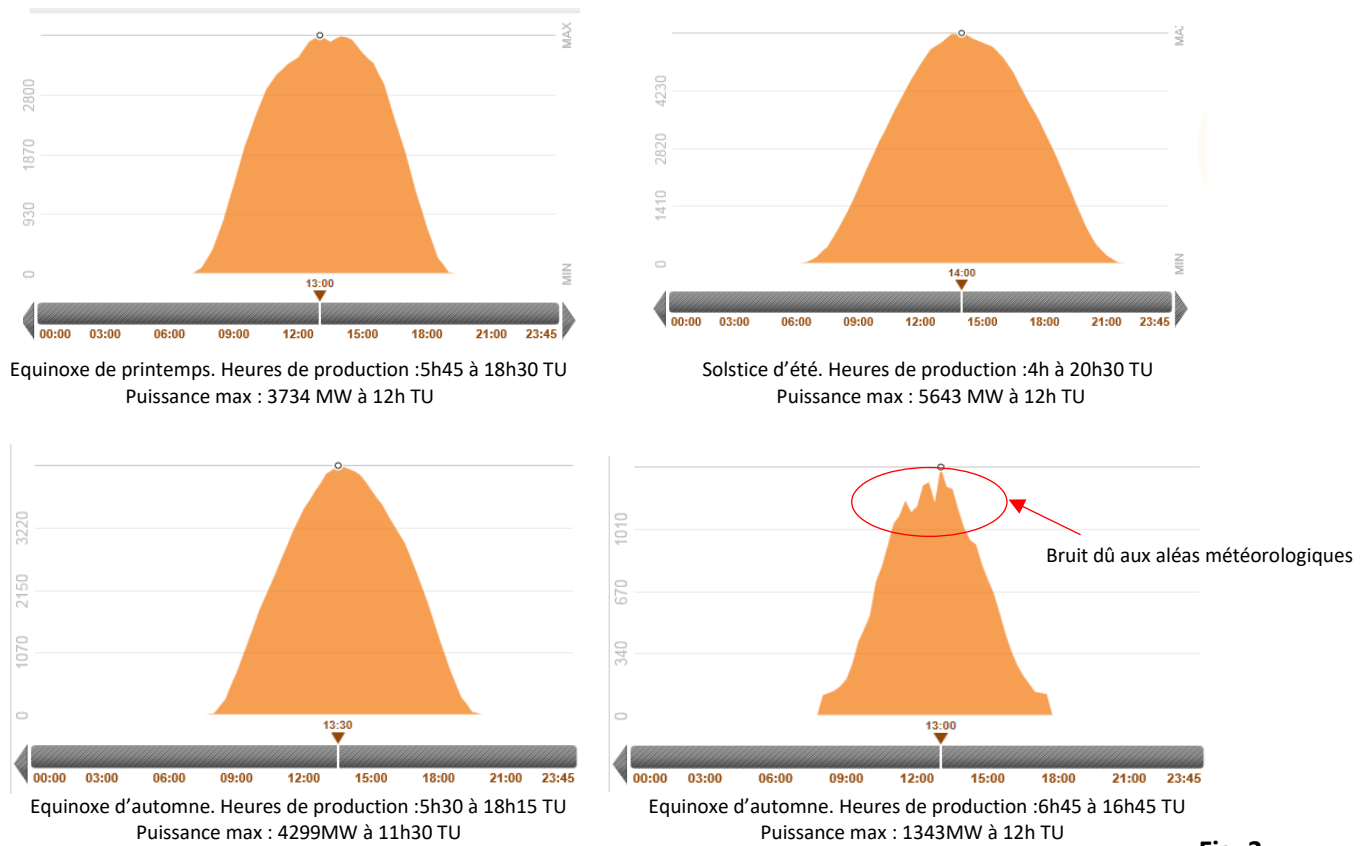


Fig. 3

Cet effet est clairement mis en évidence à la figure 4 où les courbes des solstices d'été (en rouge) et d'hiver (en vert) sont à la même échelle.

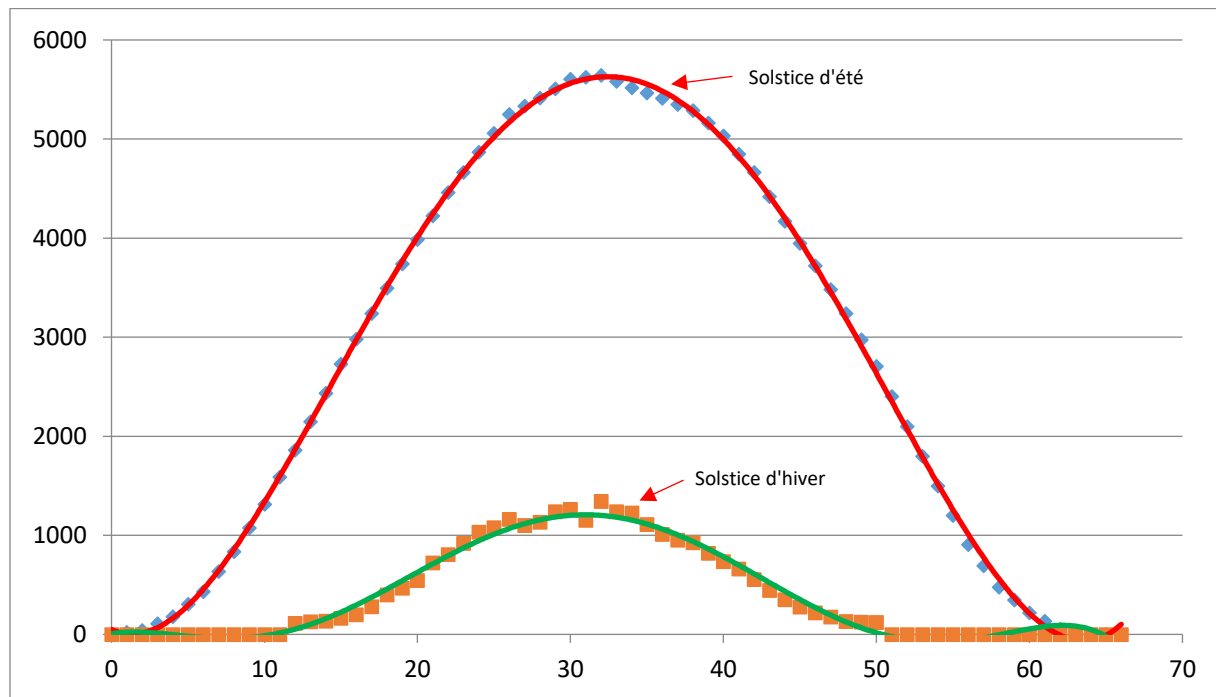


Fig. 4

Alors qu'en été le facteur de charge du photovoltaïque peut dépasser 20% sous nos latitudes, il est inférieur à 5% au cœur de l'hiver et n'est, en moyenne sur une année en France métropolitaine, que de 12,5%.

Afin d'assurer une bonne rentabilité aux propriétaires d'installations photovoltaïques, le prix de vente du MWh est particulièrement élevé comme on peut le constater avec le tableau ci-dessous (source : ECOinfos)

## **1 / TARIFS DE VENTE DE L' ELECTRICITE PHOTOVOLTAIQUE EN TOTALITE DU 1 AVRIL AU 30 JUIN 2020**

### **Tarif de vente de l'électricité photovoltaïque du 1 Avril au 30 Juin 2020 (2 ième trimestre 2020)**

(vente totale de l'électricité produite : le client installe des panneaux photovoltaïques et vend la totalité de sa production aux tarifs suivants) :

sous réserve de confirmation au journal officiel.

Type installation	Puissance (kWc)	Tarifs (c€/kWh) du 1/04 au 30/06/2020
<b>Intégration au bâti</b> ( avec fin de la prime IAB depuis le 30/09/18)	≤ 3 kWc	<b>18,53 + 0,00 = 18,53 €</b>
	≤ 9 kWc	<b>15,75 + 0,00 = 15,75€</b> fin de la prime IAB (0,00 €) depuis le 31/09/18
<b>Intégration simplifiée au bâti (ISB)</b>	≤ 3 kWc	<b>18,53 €</b>
	≤ 9 kWc	<b>15,75 €</b>
<b>Non intégré au bâti</b> ou IAB/ISB < 100kWc	≤ 36 kWc	<b>12,07 €</b>
	≤ 100 kWc	<b>10,51 €</b>

Ainsi, pour une installation domestique le prix de vente en totalité est de 185,3 euros le MWh où de 100 euros dans le cas de la revente du surplus d'électricité d'une installation destinée à l'autoconsommation.

Il s'agit de coûts exorbitants fatalement répercutés à l'ensemble des consommateurs et ce, pour des installations inutiles qui doivent impérativement être soutenues par des centrales pilotables. Cette source d'énergie électrique sans issue ne peut qu'affaiblir davantage notre pays et son économie, qui n'en a évidemment pas besoin en ces temps difficiles.