

## CAHIER D'ACTEUR



Créé en 1979, **Observ'ER**, l'observatoire des énergies renouvelables, est devenu une référence dans le domaine des énergies renouvelables et du développement durable en France, en Europe et dans le Monde.

**Observ'ER** informe et promeut le développement des énergies propres et favorise des initiatives destinées à accroître le rôle des énergies renouvelables dans l'économie et la société.

**Observ'ER** participe activement à la protection des ressources naturelles et favorise la mise en place de technologies sobres et propres pour la défense de l'environnement et la lutte contre le réchauffement global du climat.

Contact :  
Cédric Philibert  
Observ'ER, 146  
rue de  
l'Université,  
75007 Paris.

Energies-  
renouvelables.org  
[cedricphilibert.net](http://cedricphilibert.net)  
[blogcedricphilibert@gmail.com](mailto:blogcedricphilibert@gmail.com)

## Importance du photovoltaïque

### Préserver le climat et la biodiversité

#### UNE ÉNERGIE NÉCESSAIRE

Les dérèglements climatiques s'accroissent. Face à cette menace, l'humanité s'est fixé pour objectif de réduire très fortement les émissions de gaz à effet de serre (GES) liées aux activités humaines, notamment le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et le méthane (CH<sub>4</sub>), en réduisant autant que possible l'utilisation des énergies fossiles, charbon, pétrole et gaz « naturel ». La filière photovoltaïque jouera, aux côtés de l'éolien, un rôle clé, en se substituant aux énergies fossiles dans la production d'électricité et au-delà, pour l'électrification, des bâtiments, de l'industrie et des transports. Ainsi l'Agence Internationale de l'Énergie estime-t-elle que le photovoltaïque (PV) devrait

fournir un tiers de l'électricité mondiale en 2050. En France, l'étude « Futurs énergétiques 2050 » de RTE, opérateur du réseau électrique, montre que pour remplacer peu à peu le parc nucléaire vieillissant, un fort développement du photovoltaïque est indispensable, avec ou sans construction de nouvelles centrales nucléaires (page suivante).

#### VERS UN PROJET INNOVANT

Le coût du photovoltaïque s'est effondré depuis dix ans, rendant les grandes centrales au sol compétitives dans le Sud de la France. Même si cela peut paraître choquant au premier abord, installer des panneaux PV sur des terrains actuellement consacrés à la sylviculture intensive peut contribuer, sous réserve d'un mode d'implantation approprié, au maintien voire au renforcement de la biodiversité en favorisant la (re-)création de prairies naturelles. Horizéo pourrait aussi préfigurer le futur du solaire par couplage avec un stockage innovant fournissant chaleur industrielle et électricité jour et nuit – c'est notre proposition dans ce débat public.

## L'étude Futurs énergétiques 2050 de RTE

La consommation d'électricité en France est appelée à se développer afin de substituer de l'électricité « bas-carbone » à l'utilisation des combustibles fossiles dans les bâtiments, les transports et l'industrie. Le scénario « de référence » de RTE prévoit pour 2050 une consommation de 645 térawattheures (TWh, ou milliards de kilowattheures), contre 473 TWh en 2019. Dans le même temps, la consommation totale d'énergie finale devrait diminuer de 42% - l'électricité en représentant alors plus de la moitié contre un quart aujourd'hui.

RTE propose six scénarios pour produire cette électricité. Trois d'entre eux (les scénarios « M ») font appel avant tout aux énergies renouvelables, trois autres (les scénarios « N ») font appel à la construction de nouvelles centrales nucléaires. Les principales hypothèses quant aux capacités nécessaires en 2050, en gigawatts (milliards de Watts, GW) sont indiquées **en gras** dans le tableau ci-dessous. Pour le solaire et l'éolien terrestre, une deuxième colonne indique par combien il faut multiplier les capacités par rapport à l'existant, une troisième le pourcentage attendu de ces sources d'énergie dans la production d'électricité.

Scénario	Solaire			Eolien terrestre			Eolien maritime	Nucléaire historique	Nouveau nucléaire
	Capacité (GW)	x	%	Capacité (GW)	x	%			
M0	<b>208</b>	x 21	36%	<b>74</b>	x 4	21%	<b>62</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
M1	<b>214</b>	x 22	36%	<b>59</b>	x 3,5	17%	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
M23	<b>125</b>	x 12	22%	<b>72</b>	x 4	21%	<b>60</b>	<b>16</b>	<b>0</b>
N1	<b>118</b>	x 11	22%	<b>58</b>	x 3,3	17%	<b>45</b>	<b>16</b>	<b>13</b>
N2	<b>90</b>	x 8,5	17%	<b>52</b>	x 2,9	16%	<b>36</b>	<b>16</b>	<b>23</b>
N03	<b>70</b>	x 7	13%	<b>43</b>	x 2,5	13%	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>27</b>

Dans tous les scénarios, une forte progression des capacités solaires et éoliennes est donc indispensable. RTE propose également des hypothèses alternatives de consommation. Un scénario de « sobriété » limite certes la demande d'électricité à 555 TWh, mais cela ne permet pas de faire l'économie d'un fort développement des énergies renouvelables, à moins d'aller vers un quasi « tout nucléaire » peu réaliste, ni forcément préférable.

## SYLVICULTURE ET "PRAIRIES PV"

### LE BILAN CARBONE

#### La sylviculture

Les arbres croissent grâce à la photosynthèse. Alimentée par l'énergie du soleil, celle-ci capture le CO<sub>2</sub> de l'air pour former du glucose.

En sylviculture, les arbres sont régulièrement coupés. Si les coupes rases de certaines parcelles sont compensées par la croissance des autres arbres

et des replantations, le stock de carbone peut être constant, voire augmenté.

Si le carbone des arbres coupés est stocké durablement (bois-matériau), on a des émissions « négatives » de CO<sub>2</sub>. S'il est relâché dans l'atmosphère par combustion (bois-énergie), on a des émissions « neutres » qui permettent néanmoins de réduire l'utilisation des énergies fossiles, ce qui contribue à limiter les changements climatiques. La pousse de pins dans la forêt des Landes capture environ 7,5 tonnes de CO<sub>2</sub> par hectare par an (tCO<sub>2</sub>/ha.an).



## La prairie

Une prairie naturelle fixe annuellement dans le sol entre 0,7 et 4,2 tC/ha.an, correspondant à l'absorption de 2,7 à 15,4 tCO<sub>2</sub>/ha.an. On note que la moyenne de ces chiffres est légèrement supérieure à la performance de la sylviculture.

## Le photovoltaïque

Des capteurs photovoltaïques avec « suivi » du soleil sur un axe déployés extensivement pour privilégier la végétation s'étendent typiquement sur 1,6 hectare par mégawatt-crête (ha/MWc). Sur un site comme Saucats, avec un productible annuel de 1,44 MWh/kWc, la production attendue est d'environ 900 MWh/ha.an.

On peut calculer les émissions de CO<sub>2</sub> évitées sur la base du « contenu CO<sub>2</sub> » moyen de l'électricité française, environ 75 gCO<sub>2</sub>/kWh. Nous pensons avec RTE qu'il faut plutôt prendre en compte le contenu carbone du kWh « marginal » : l'électricité PV remplace du gaz ou du charbon dans des centrales françaises (ou européennes grâce aux interconnexions), ou des carburants pétroliers grâce aux voitures électriques. Les émissions évitées sont alors de 320 à 750 gCO<sub>2</sub>/kWh.

Les émissions liées à la production des panneaux solaires. Des panneaux d'origine asiatique installés à Saucats ont une « empreinte carbone » d'environ 25 gCO<sub>2</sub>/kWh. C'est bien moins que les émissions de CO<sub>2</sub> évitées par le PV, sans même qu'on tienne compte du carbone fixé dans le sol par la prairie. Le PV s'avère donc infiniment plus efficace que la

sylviculture pour protéger les climats.

## LA BIODIVERSITÉ

Les premières études portant sur la biodiversité des parcs PV à capteurs fixes montrent des évolutions négatives ou positives selon les espèces considérées<sup>1</sup>.

L'exploitation photovoltaïque, surtout avec des capteurs avec suivi du soleil, est largement compatible avec la présence de prairies d'herbes hautes. L'artificialisation des surfaces est très réduite, elles ne sont imperméabilisées que sur une très faible proportion de la surface totale. La diminution de l'éclairement diurne naturel est limitée et mieux répartie.

Alors que la superficie de la forêt française augmente de 40 000 ha/an, celle des prairies permanentes diminue de 50 000 ha/an : c'est un écosystème particulièrement menacé.

Avec le mode d'implantation que nous proposons, la conversion de quelques pour-mille ou pour-cent de l'immense forêt des pins des Landes de Gascogne en « prairies photovoltaïques », naturelles voire humides, sera donc favorable à la biodiversité.

## La compensation forestière

La valeur économique de l'électricité produite à l'hectare par une centrale photovoltaïque est très supérieure à celle de la sylviculture. Dans le cadre de la « compensation » due au titre du code forestier, cette valeur supérieure peut fournir les moyens

<sup>1</sup> Par exemple, ENERPLAN / SER / Région Nouvelle-Aquitaine / Région Occitanie / Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 2020, *Photovoltaïque et biodiversité : exploitation et valorisation de*

*données issues de parcs photovoltaïques en France, Rapport final, Décembre.*

d'une évolution favorable des exploitations sylvicoles vers une plus grande diversité des espèces, une meilleure résistance aux événements météorologiques extrêmes, et une diversification des produits forestiers.

## VERS UN PROJET EXEMPLAIRE

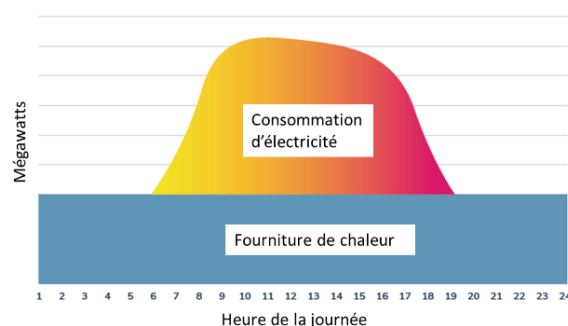
Le projet actuel, nous l'avons vu, peut être amélioré dans son intégration au site et son rapport à la biodiversité grâce à une installation plus « extensive ». On peut aussi augmenter son rôle de préservation du climat mondial, par exemple en le liant à une forme innovante de stockage de chaleur industrielle et d'électricité.

### Le stockage de chaleur

De nouvelles technologies pour transformer l'électricité en chaleur à haute température et la stocker temporairement apparaissent, basées par exemple sur des radiateurs électriques industriels et des briques réfractaires.

Ainsi l'électricité solaire (et éolienne) variable peut-elle être transformée et stockée sous forme de chaleur, par exemple pour alimenter en continu

certaines industries (ci-contre).



Cette chaleur pourrait aussi être retransformée en électricité via des turbines installées sur site, notamment aux heures de pointes de la demande, par exemple en soirée, quand l'électricité a davantage de valeur.

Le mieux en termes d'efficacité consisterait à produire simultanément – dans une ou plusieurs usines à identifier – chaleur industrielle et électricité, consommée sur place ou injectée dans le réseau. Cette « cogénération » innovante, sans combustible carboné, permet de combiner l'électrification de l'industrie avec une forme nouvelle de stockage de l'électricité aussi efficace que celle des batteries chimiques, mais à peu près dix fois moins chère.

## CONCLUSION

Un développement rapide des énergies renouvelables, éolienne et solaire, est aujourd'hui nécessaire pour lutter contre les changements climatiques, en France et dans le monde. A condition de choisir judicieusement les technologies, la forêt des Landes de Gascogne peut accueillir plusieurs gigawatts de parcs photovoltaïques sans aucunement sacrifier sa biodiversité ni porter véritablement atteinte à ses autres fonctions écologiques ou récréatives.

Coupler l'installation d'une grande « prairie photovoltaïque » à des stockages de chaleur haute température sur des installations de cogénération industrielles, existantes ou à créer, donnerait au projet Horizéo un caractère particulièrement exemplaire. Cette combinaison démontrerait que les énergies renouvelables, même variables comme l'éolien et le solaire, peuvent répondre de façon économique à l'ensemble de nos besoins énergétiques.

*Illustrations et crédits : photo p.3 : le parc photovoltaïque de Brach Energies, photo VisionAir; schéma p.4 : Rondo Energy.*