

Réponse à la consultation européenne

Stratégie de l'UE en faveur de l'énergie solaire

Date d'émission : avril 2022

Résumé

Le CEA se félicite de la volonté de la Commission européenne de se doter d'une stratégie pour l'énergie solaire, une énergie centrale pour l'atteinte des objectifs climatiques européens.

Le défi pour l'Union européenne est double :

- il faut créer les conditions d'un déploiement massif de capacités de production d'énergie solaire photovoltaïque et thermique;
- alors que seulement 3% des panneaux photovoltaïques installés dans l'UE sont aujourd'hui produits en Europe, l'émergence d'une industrie solaire européenne est nécessaire pour assurer l'autonomie stratégique de l'Union et éviter qu'elle ne substitue une dépendance à des composants importés à sa dépendance actuelle aux combustibles fossiles.

Cependant, cette industrie ne verra le jour que si l'UE développe une approche globale visant à maîtriser l'ensemble de la chaîne de valeur industrielle, de la R&D au déploiement à grande échelle.

Pour que l'industrie solaire européenne se développe, l'Union doit faire en sorte que la concurrence internationale joue selon des règles du jeu équitables (« *level-playing field* »), ce qui nécessite un ensemble de mesures (fiscales, douanières, réglementaires...) favorisant une production locale et vertueuse du point de vue environnemental.

L'Union européenne doit maintenir ses efforts afin de réduire l'empreinte carbone de l'énergie solaire sur l'ensemble de son cycle de vie. Ces mesures seront favorables à l'émergence d'une filière solaire européenne, l'énergie servant à produire les composants et panneaux étant moins carbonée dans l'Union que dans les pays lui fournissant aujourd'hui ces équipements.

L'énergie solaire étant par nature intermittente, son déploiement doit s'accompagner de mesures destinées à renforcer la flexibilité du système électrique : flexibilisation de la demande, moyens de stockage et d'interconnexion des réseaux bas carbone hydrogène et chaleur, etc. Le développement de la conversion et du stockage de l'énergie solaire sous forme chimique (carburants et chimie solaires) constitue une voie où l'Europe est pionnière. Il convient de la développer dans le futur en s'intéressant à toute la chaîne de valeur pour permettre l'émergence d'acteurs et d'écosystèmes européens.

Afin de préserver la compétitivité industrielle européenne, l'Union européenne doit permettre et favoriser la mise en place de mécanismes de régulation du prix de l'électricité et des autres vecteurs énergétiques décarbonés, pour rapprocher les prix de vente aux consommateurs des coûts de production.

Enfin, l'émergence d'une filière solaire européenne forte suppose une politique industrielle claire, qui apporte de la visibilité à long terme aux entreprises de la filière.

Le CEA se félicite de la volonté de la Commission européenne de se doter d'une stratégie pour l'énergie solaire. L'énergie solaire représente à la fois une partie de solution aux enjeux climatiques, mais aussi de souveraineté de l'Union européenne. Si les panneaux photovoltaïques et composants sont aujourd'hui en grande partie importés (à plus de 90% si on considère la chaîne de valeur complète), la situation géopolitique actuelle fait ressortir la nécessité impérieuse de renforcer l'autonomie stratégique européenne, ce qui passe par la construction de chaînes de valeur européennes.

Pour l'émergence d'une filière industrielle solaire européenne

L'Europe dispose de certaines briques de la chaîne de valeur industrielle solaire photovoltaïque : production de polysilicium, de *wafers*, de cellules et de modules... Cependant, ces briques, bien qu'indispensables à l'émergence d'une filière européenne solide, sont encore largement insuffisantes : loin d'être à l'échelle de la demande européenne de panneaux photovoltaïques, peu intégrées entre elles (le polysilicium produit dans l'UE est majoritairement exporté vers la Chine pour être transformé en lingots, puis *wafers*, puis cellules, puis modules... qui reviennent ensuite en Europe). **Le renforcement et l'intégration des différentes composantes de la chaîne de valeur industrielle solaire photovoltaïque sont donc essentiels pour que l'Union européenne dispose d'une industrie à la hauteur de ses besoins.**

À ce titre, le CEA partage pleinement l'analyse précise de la Commission européenne des dépendances stratégiques de l'Europe dans le secteur des technologies et modules solaires photovoltaïques, ainsi que les recommandations qui en découlent¹.

La production de chaleur compte pour 50% de la demande en énergie européenne². Le solaire thermique constitue un outil de décarbonation de cette chaleur à court terme. D'autant plus que les dynamiques croisées de déploiement de capacités de production d'électricité bas carbone et de demande – notamment pour servir de nouveaux usages (mobilité, hydrogène, chauffage...) – font entrevoir des tensions en matière d'approvisionnement dans les années et décennies à venir.

Le déploiement de production de chaleur solaire, par des technologies thermiques matures, conduirait à réduire jusqu'à 40%³ la consommation de gaz, fioul et charbon sous climats européens pour les secteurs résidentiel, réseaux de chaleur et une part de l'industrie (agro-industrie, séchage, papeterie, consommateurs de chaleur de 80°C- 150°C).

La hausse brutale du prix du gaz et des combustibles liquides, accompagnée de mesures réglementaires et de l'augmentation de la valeur du carbone (système ETS et taxations nationales), devraient permettre d'accélérer le déploiement de la chaleur solaire, ce qui devrait en retour entraîner des économies d'échelle et la baisse des coûts de production de la chaleur solaire (compris aujourd'hui entre 10 et 90€/MWh). Le décollage d'une filière européenne de constructeurs, installateurs, fournisseurs de chaleur solaire décarbonée a besoin d'une politique de soutien coordonnée (prix du CO₂, incitation à la production locale) pour accélérer le déploiement des technologies matures et le

¹ "EU strategic dependencies and capacities: second stage of in-depth reviews" :

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/48878>

² <https://heatroadmap.eu/heating-and-cooling-energy-demand-profiles/>

³ <http://ship2fair-h2020.eu/main-goals>

transfert des futures technologies mises au point par les RTO (150-350°C et haute température >400°C).

Soutenir la localisation européenne des chaînes de valeur

L'Union européenne occupe une place de premier plan à l'échelle internationale sur le plan des technologies solaires. C'est un atout qu'il convient de préserver et consolider. Mais l'expérience des dernières années a montré que cela ne suffisait pas à disposer industriellement de ces technologies. **L'Union doit également développer une vision générale des chaînes de valeur** – de l'approvisionnement en matières jusqu'à la fabrication des panneaux photovoltaïques et thermiques – pour que l'industrie européenne puisse se développer autour de ces technologies. Cette réflexion autour des chaînes de valeur est essentielle pour que l'UE réduise sa dépendance à l'Asie concernant les technologies solaires.

Il ne faudrait pas remplacer une dépendance aux combustibles fossiles importés par une dépendance aux composants importés dans un secteur d'importance stratégique comme celui de l'énergie solaire. Le secteur de l'énergie solaire constitue l'une des voies permettant de concilier politique climatique – avec l'objectif d'atteindre la neutralité carbone en 2050 – et politique industrielle. L'Union européenne aura besoin de l'énergie solaire pour réduire sa dépendance aux combustibles fossiles qui constituent toujours près de 80% de l'énergie finale consommée sur son territoire⁴. Il est donc nécessaire qu'elle dispose des technologies, industries, filières d'approvisionnement en matières et composants adéquates.

Afin d'assurer que la concurrence internationale se fasse selon des règles du jeu équitables (notion de « *level-playing field* »), l'Union doit se doter d'un ensemble de mesures fiscales, douanières, et/ou réglementaires conduisant à une part minimale de production locale et vertueuse sur le plan environnemental (barrières aux frontières, appels d'offres orientés vers un contenu local...). Si les industriels ne sont pas certains de disposer d'un marché, ils ne se développeront pas. Or, leur développement est évidemment un préalable indispensable à la baisse des coûts. L'Union européenne doit donc garantir un marché à ses industriels. C'est l'approche qu'ont adoptée des pays comme les États-Unis et l'Inde pour assurer le développement de leur industrie solaire photovoltaïque, malgré des coûts de production 30 à 40% supérieurs à ceux de la Chine dans le cas des États-Unis.

Les soutiens à l'industrie solaire photovoltaïque hors de l'Union européenne

Aux États-Unis :

- incitations fiscales pour soutenir la production nationale ;
- législation encourageant l'adoption et le déploiement de l'énergie solaire, avec notamment un crédit d'impôts sur la production (*production tax credit*) et un crédit d'impôts à l'investissement (*investment tax credit*) pour favoriser les projets solaires s'appuyant sur une fabrication nationale ;

⁴ IEA, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-browser?country=EU28&fuel=Energy%20consumption&indicator=TFCbySource>

- coordination de la politique commerciale à l'échelle du gouvernement fédéral pour créer des conditions équitables pour l'industrie solaire des Etats-Unis et ses travailleurs.

En Inde :

- *production linked initiative* (PLI) : subventions directes à des projets de production de plus de 10 GW/an de panneaux photovoltaïque sur le territoire. Les réponses des industriels à cette initiative ont dépassé les espérances ;

- accès à des financements compétitifs (coût moyen pondéré du capital plus faible, il avoisine 7-8% en Inde contre 12-14% ailleurs) ;

- exigence de contenu domestique dans tous les appels d'offre PV, sur un marché d'ampleur et en forte croissance ;

- barrières douanières aux frontières : le 9 mars 2021, le ministère indien des finances a instauré une taxation douanière à 25% sur les cellules photovoltaïques et à 40% sur les modules photovoltaïques, avec entrée en vigueur le 1er avril 2022.

L'Union doit définir ses priorités concernant l'intégration d'un haut niveau d'énergie solaire et cadrer sa politique de R&D en conséquence (intégration au bâtiment, utilisation des terres, recyclage, ...).

L'Union européenne peut également, comme le fait l'Inde, soutenir directement des projets industriels afin de limiter les besoins en CAPEX et OPEX.

Ces approches combinées doivent se faire à l'échelle de plusieurs dizaines de GW de capacité de production annuelle de panneaux, sur un périmètre européen, à un rythme rapide et avec un soutien continu aux projets à un horizon de temps d'au moins 10 ans. Cela attirera les investisseurs et permettra à un écosystème de progressivement émerger et de devenir compétitif.

Maîtriser l'intensité carbone de l'énergie solaire

L'Union européenne doit maintenir ses efforts afin de réduire l'intensité carbone de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique sur le cycle de vie.

Disposer de chaînes de valeur complètes sur le territoire européen est un moyen de réduire l'intensité carbone de l'énergie solaire. En effet, l'Union européenne et les États membres disposent d'un pouvoir normatif – notamment sur le plan environnemental – et de mise en application de ces normes sur leur territoire, ce qui n'est pas le cas pour les composants produits à l'étranger. En outre, l'Union européenne s'est dotée d'objectifs de décarbonation ambitieux qui, s'ils sont respectés, conduiront notamment à disposer de bouquets énergétiques moins carbonés que ceux des autres grandes puissances industrielles du monde. Produire les panneaux solaires et leurs composants en Europe permettra donc d'en réduire le bilan carbone et d'alléger d'autant l'intensité carbone de l'énergie solaire.

La prise en compte de l'intensité carbone de l'énergie solaire doit couvrir l'entièreté du cycle de vie. L'énergie solaire, photovoltaïque et thermique, n'émet pas de gaz à effet de serre à l'usage. Elle en émet cependant – comme toutes les énergies – sur son cycle de vie. Le suivi et les efforts de réduction des émissions de gaz à effet de serre concernant l'énergie solaire doivent donc couvrir l'entièreté du

cycle de vie. Il est à ce titre regrettable que dans la taxonomie européenne des investissements durables, le critère d'inclusion à 100 gCO_{2e}/kWh imposé à l'énergie hydraulique n'ait pas été repris pour l'ensemble des autres énergies, et notamment l'énergie solaire photovoltaïque. Cela aurait constitué une incitation à en réduire les émissions sur ce cycle de vie, notamment en localisant les chaînes de valeur dans l'Union européenne.

Promouvoir le potentiel de stockage de l'énergie solaire

L'énergie solaire est, par nature, intermittente. **Son déploiement doit donc s'accompagner de réflexions et d'actions visant à développer les leviers de flexibilité, notamment côté demande et stockage, ainsi que par l'interconnexion des réseaux d'énergies bas carbone.**

Les moyens de stockage concernent l'électricité, la chaleur, l'hydrogène et les futurs carburants liquides et gazeux bas carbone, dont ceux issus d'énergie solaire.

Pour le futur, il apparaît ainsi essentiel d'identifier carburants et molécules solaires comme formes d'énergie solaire en tant que telle, aux côtés des technologies plus établies que sont le solaire photovoltaïque et thermique.

Les efforts de relocalisation de la production de batteries, notamment Li-ion, doivent également être maintenus et renforcés. D'une manière générale, la politique d'innovation sur l'énergie solaire doit être directement associée à l'ensemble des secteurs et vecteurs qui peuvent être couplés (stockage, mobilité, bâtiment, H₂, chaleur, électricité).

Il convient également, à court terme et en complémentarité, de développer les moyens de stockage massif d'électricité sous d'autres voies (thermique ou air comprimé) en tant qu'atouts de flexibilité et de stabilité additionnels.

Décorreler le prix des énergies bas carbone de celui des combustibles fossiles

L'énergie solaire, comme toutes les énergies bas carbone, permet de se protéger des fluctuations du prix de marché des combustibles fossiles : moins l'Union européenne dépendra des combustibles fossiles et plus la compétitivité de son industrie pourra être préservée face à un éventuel envol de leur cours. Cependant, le remplacement d'énergies carbonées par des énergies bas carbone ne suffit pas.

L'Union européenne doit favoriser la mise en place de régulation du prix de l'énergie qui permette de faire bénéficier les consommateurs particuliers et professionnels (dont l'industrie) de la « rente » que constituent les énergies bas carbone, notamment en période de prix élevés des combustibles fossiles. La fourniture d'énergie au prix de marché – c'est-à-dire au coût marginal de production des centrales à gaz pour l'électricité – ne permet pas de faire bénéficier les consommateurs des faibles coûts permis par les énergies bas carbone. Cela menace leur compétitivité à courte échéance.

Enfin, l'innovation n'est qu'un maillon des chaînes de valeur. Elle doit être soutenue, mais elle ne se maintiendra que s'il y a des industries prêtes à les développer. L'avenir de l'énergie solaire photovoltaïque et thermique dans l'Union européenne dépend donc de l'établissement par cette dernière d'**une politique industrielle claire, apportant de la visibilité à long terme aux acteurs de la filière solaire.**

Consolider la primauté technologique de l'Europe pour soutenir la filière industrielle

La capacité de l'Union européenne à construire une filière industrielle compétitive face à la concurrence internationale dans le solaire ne peut reposer que sur la R&D et l'innovation, premier maillon de la chaîne de valeur. L'Europe peut s'appuyer pour cela notamment sur ses organismes de recherche technologique (RTO) qui ont su maintenir une R&D à forte maturité technologique, prête à être transférée à des industriels.

En appui de l'ambition industrielle qui doit être au cœur de la stratégie européenne pour le solaire, les principaux enjeux de R&D pour les années à venir concernent :

Dans le domaine du solaire photovoltaïque

- *Le photovoltaïque à haut rendement dédié à la massification de la production électrique.* L'enjeu est d'utiliser au mieux les surfaces disponibles – sur lesquelles seront installés les panneaux – en les dotant d'installations performantes pour produire le maximum d'énergie par unité de surface. Les dernières générations de cellules, via la technologie d'hétérojonction, permettent d'atteindre des rendements de 25%, contre autour de 20% pour les technologies précédentes. L'objectif est d'améliorer les rendements pour dépasser les 25 % sur des cellules silicium grande surface et à terme dépasser les 30 % avec des technologies dites tandem, c'est-à-dire alliant silicium et pérovskite ;
- *L'intégration de modules photovoltaïques dans des supports divers tels que les bâtiments, véhicules, infrastructures (photovoltaïque everywhere).* L'objectif est d'ajouter à ces derniers de nouvelles fonctionnalités, rendues possibles grâce à l'autonomie énergétique fournie par les modules et ainsi augmenter leur valeur à travers les avantages indirects qui en résultent. Un point fort du photovoltaïque est en effet qu'il ouvre la porte à l'autonomie énergétique, ce qui permet d'envisager des applications « nomades », parmi lesquelles figurent les applications aéronautiques et spatiales, ainsi que des solutions de mobilité et de transports maritimes ou terrestres. Ce domaine n'obéit pas à la même logique que le photovoltaïque raccordé au réseau car c'est la fonctionnalité plus que la productivité qui est recherchée.
- *La séparation et le recyclage des composants* constitutifs des modules PV afin de les valoriser dans une logique d'économie circulaire. Afin de réduire l'empreinte environnementale – gaz à effet de serre, consommation de matières premières primaires – et la dépendance accrue aux importations, le déploiement de l'énergie solaire et du stockage d'énergie doivent s'inscrire dans une vision d'économie circulaire, avec le déploiement de chaînes de recyclage des composants et de valorisation des matériaux secondaires qui en sont issus.

Dans le domaine du solaire thermique

- La recherche de nouveaux dispositifs durables et les moins intensifs possibles en matières et en émissions de gaz à effet de serre afin de substituer la production de chaleur issue d'énergies fossiles par une production de chaleur solaire décarbonée sur l'ensemble de sa chaîne de production et d'opération (support, intégration aux surfaces, et procédés industriels).

- L'intégration fiable par le déploiement de stockage et d'hybridation de la ressource solaire, et le déploiement à grande échelle de la chaleur dans des procédés industriels à moyenne température (<200°C).
- À haute température ($T > 400^\circ\text{C}$), le développement de technologies solaires spécifiques (caloporteurs, réacteurs solaires) aux besoins des industries chimiques, minérales et métallurgiques.

Dans la conversion et le stockage chimique d'énergie solaire

La conversion et le stockage chimique d'énergie solaire sous forme de carburants solaires et de molécules de commodité pour l'industrie chimique – à partir de molécules abondantes (CO_2 , N_2 , H_2O) – apparaît comme une piste prometteuse. Elle a vocation à contribuer à la décarbonation des secteurs de l'énergie et de l'industrie chimique et à diminuer la dépendance de l'Union aux ressources fossiles importées, tout en participant d'une transition vers une économie circulaire avec création de chaînes de valeur locales. Apportant des capacités de stockage dense, à court et long terme, elle est adaptée à un système énergétique à forte pénétration d'énergies renouvelables.

Deux approches principales pour convertir et stocker l'énergie solaire sous forme chimique existent :

- la conversion multi-étapes par électrolyse à partir d'électricité renouvelable et bas carbone (e-carburants) déployable à l'échelle industrielle à brève échéance, d'ici 2025 ;
- la conversion directe (ou photosynthèse artificielle) plus prospective dont les premiers développements à l'échelle industrielle sont attendus à partir de 2030. L'Union possède de solides atouts dans ce domaine avec une communauté académique et industrielle à la pointe rassemblée et structurée au sein de l'initiative européenne SUNERGY qu'il faut accompagner afin que les innovations participent de la création d'acteurs et écosystèmes européens.

L'ensemble de ces objectifs de recherche mériterait d'être intégrés dans un grand partenariat de R&D d'Horizon Europe pour promouvoir l'accélération de la maturation technologique et du déploiement industriel de ces différentes technologies. Ce partenariat devrait être de nature co-programmée, en coopération entre acteurs publics et privés afin de s'assurer que l'effort de recherche soutenu en Europe sera bien transféré vers le secteur privé pour donner lieu à des innovations commercialisables.

La période actuelle correspondant à un moment clef à cet égard. C'est maintenant que l'Union européenne doit promouvoir l'émergence d'une filière industrielle intégrée dans le secteur de l'énergie solaire, au moment où des investissements massifs vont être réalisés pour non seulement remplacer les installations de première génération mais également augmenter considérablement les capacités installées. À défaut, l'Europe restera dans une dépendance à la fois économique et stratégique à long terme sur ce secteur. Les efforts de R&D publique, qui ont permis la primauté technologique actuelle de l'Europe, risquent également d'être difficiles à maintenir sans une filière industrielle prête à en tirer parti.