

PRODUIRE SA PROPRE ÉLECTRICITÉ : PAS UNE RÉVOLUTION, MAIS UNE OPPORTUNITÉ À SAISIR !

De plus en plus de panneaux solaires sont installés en métropole. Si, hier, les particuliers vendaient la totalité de leur production, ils préfèrent aujourd'hui produire de l'électricité pour leur propre consommation.

Pour les électrons, il n'y a pas de différence.

En revanche, c'est un changement de paradigme pour les acteurs du système électrique. Certains y voient une émancipation des citoyens les métamorphosant en "consom'acteurs", d'autres parlent de "passagers clandestins". En réalité, loin des fantasmes qu'elle suscite, l'autoconsommation gardera des effets sur le système électrique français comparables à ceux de la vente en totalité déjà pratiquée.

À l'occasion de notre mémoire de fin d'études au Corps des Mines, nous avons été amenés à travailler sur l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque par les particuliers en France métropolitaine. Ce phénomène, qui prend de l'ampleur depuis 2014, a fait couler beaucoup d'encre ces dernières années, bien que pour les électrons, il n'y ait pas de différence avec la vente en totalité qui se pratique depuis des années. En revanche, c'est un changement de paradigme pour les acteurs du système électrique. Certains y voient une émancipation des citoyens les métamorphosant en "consom'acteurs", émancipation nécessaire pour la transition énergétique. D'autres parlent de "passagers clandestins", qui évitent indûment des taxes sur l'énergie qu'ils autoproduisent. Mais qu'en est-il vraiment ? Notre étude a cherché à dépasser ces fantasmes et positions caricaturales pour comprendre quels sont les enjeux et les conséquences du développement de l'autoconsommation pour le système électrique.

QU'EST-CE QUE L'AUTOCONSOMMATION ?

Situation actuelle

Lorsqu'un particulier décide d'installer des panneaux photovoltaïques sur son toit, deux options s'offrent à lui : revendre la totalité de sa production - c'est la vente en totalité - ou en consommer une partie lui-même - c'est l'autoconsommation. Dans ces deux modèles, la circulation des électrons est identique. Seuls les flux comptabilisés et leurs valorisations financières



diffèrent. L'autoconsommation se résume donc, du point de vue technique, à une question de position de compteur.

Si la vente en totalité était massivement privilégiée il y a quelques années, l'autoconsommation lui est désormais largement préférée. Ainsi, en 2018, 71 % des demandes de raccordement d'installations photovoltaïques ont été faites en autoconsommation.

Bien que l'autoconsommation n'ait jamais été interdite, son statut juridique, et les subventions qui en découlent, n'ont été définis en France qu'en 2016. On observe depuis une hausse rapide du nombre d'installations, concernant non moins de 45 926 autoconsommateurs au premier trimestre 2019.

Modèle économique

Pour expliquer ce phénomène, il est tout d'abord important de comprendre le modèle économique de l'autoconsommation et celui de sa concurrente, la vente en totalité.

Les dépenses de l'autoconsommateur sont les coûts d'investissement dans l'installation photovoltaïque ainsi que les coûts de maintenance. Sa principale recette, qui est la raison d'être de l'autoconsommation, est l'économie générée sur sa facture d'électricité par la production autoconsommée. Cette recette repose donc fondamentalement sur la synchronisation entre consommation et production.

L'État complète cette recette avec deux subventions différentes :

- une prime à l'installation (390 €/kWc en 2019 pour les petites installations) ;

- un tarif garanti sur vingt ans pour la revente du surplus de la production que l'autoconsommateur ne consomme pas lui-même (10 ct/kWh en 2019).

On remarque qu'1 kWh autoconsommé, qui génère une économie d'environ 15 ct, rapporte plus qu'1 kWh réinjecté dans le réseau, valorisé à 10 ct. La consommation est donc un élément décisif pour la rentabilité de l'opération. En conséquence, l'autoconsommateur a intérêt à la déplacer aux heures de production solaire pour consommer un maximum de l'électricité qu'il produit et l'installation doit être dimensionnée en fonction de la consommation du ménage pour atteindre sa meilleure rentabilité.

Du côté de la vente en totalité, les dépenses sont les mêmes, mais la seule recette est la revente de la production à un tarif garanti sur vingt ans par l'État (18,5 ct/kWh). Dans ce cas, la consommation du foyer n'a aucun impact sur l'équation économique de l'installation.

L'AUTOCONSOMMATION ARRIVE EN FRANCE

Bien que les autoconsommateurs français restent peu nombreux aujourd'hui, on s'attend à un fort développement de cette pratique dans les années à venir.

Des facteurs sous-jacents qui se renforcent

En effet, les paramètres économiques en jeu dans ces modèles devraient évoluer dans un sens très favorable à l'autoconsommation, au détriment de la vente en totalité.

Les coûts des modules photovoltaïques, qui constituent la part la plus importante de la dépense pour une installation de panneaux solaires, n'ont cessé de baisser depuis une cinquantaine d'années. D'après Bloomberg New Energy Finance (2018), la courbe d'apprentissage est nette : à chaque doublement de capacité totale installée au niveau mondial, les prix des modules ont chuté de 28,5 %. En conséquence, l'État diminue les subventions accordées aux installations photovoltaïques. Ainsi, les tarifs d'achat garantis sur vingt ans pour les kWh photovoltaïques n'ont cessé de diminuer, réduisant l'attrait pour la vente en totalité.

De plus, le prix de l'électricité est en hausse constante. Si les hausses de 2019 (+5,9 % au 1^{er} juin et +1,23 % au 1^{er} août) sont particulièrement élevées, cette augmentation est tendancielle et continuera à l'avenir. La tentation de produire sa propre électricité devient donc de plus en plus forte !

Modèle microéconomique

Pour approfondir l'étude de cette dynamique, nous avons développé un modèle adoptant le point de vue d'un consommateur (fictif) spécifique qui étudie la rentabilité de l'installation de panneaux solaires sur son toit, en autoconsommation ou en vente en totalité. Pour cela, il fait,

comme nous, des hypothèses sur les évolutions décrites ci-dessus sur vingt ans et sur le taux d'autoconsommation qu'il pense pouvoir atteindre en fonction de la quantité d'électricité produite.

Selon ce modèle, il conclut que les deux décisions (vente en totalité et autoconsommation) sont rentables, mais que la vente en totalité reste plus intéressante dans la majorité des ensoleillements et dimensionnements étudiés.

L'autoconsommation est-elle susceptible de devenir économiquement plus intéressante si l'on retarde l'investissement de quelques années, sachant que les évolutions de prix semblent de plus en plus favorables au consommateur ?

L'installation de panneaux solaires pour autoconsommer deviendra de plus en plus rentable (car le prix de l'électricité augmente) et la vente en totalité de moins en moins intéressante (car les tarifs d'achat de la production diminuent). Malgré tout, la vente en totalité reste plus rentable à moyen terme que l'autoconsommation dans de nombreux cas. Et pourtant, l'autoconsommation se développe !

Engouement social

Les chiffres du développement de l'autoconsommation vont en effet à l'encontre du constat qu'elle est économiquement moins intéressante que la vente en totalité. On explique cet apparent paradoxe par l'engouement social dont bénéficie

l'autoconsommation. Un sondage commandé par Qualit'EnR en 2018 indique que 88 % des sondés déclarent qu'ils préféreraient autoconsommer plutôt que vendre en totalité.

La production d'électricité pour sa propre consommation a ainsi plus de sens que la vente en totalité, car elle permet de se réapproprier la production d'électricité, de consommer local, d'avoir le sentiment – discutable, on le verra – de faire une bonne action pour l'environnement. Ce phénomène s'inscrit par ailleurs dans un mouvement sociétal plus large de maîtrise de l'origine de ses consommations.

*La plupart
des autoconsommateurs
ont été en effet démarchés
par des entreprises
qui ne cherchent pas à
adapter l'installation à la
consommation du ménage,
mais à installer
un maximum de panneaux
photovoltaïques.*

Gisement limité

L'autoconsommation va donc se développer en France dans les années à venir. Cependant, ce phénomène contient des contraintes intrinsèques : disposer d'une résidence principale individuelle bien exposée, de capacités d'investissement financier, d'une visibilité sur vingt ans ; faire des hypothèses qui, si elles ne se réalisaient pas, pourraient remettre en cause la rentabilité du projet... Le gisement technique estimé par RTE est de 3,8 millions d'autoconsommateurs, soit 11 % des foyers.

Et les batteries ?

L'impact d'une installation en autoconsommation sur le système électrique diffère beaucoup selon que cette installation dispose d'une batterie ou non. C'est pourquoi nous nous sommes interrogés sur le développement de batteries avec ces installations en autoconsommation.

Les batteries sont rentabilisées par la maximisation du taux d'autoconsommation : l'électricité produite en surplus est stockée (il y a donc perte du tarif d'achat garanti) pour être utilisée à un moment où la production est insuffisante pour couvrir la consommation (gain par une économie de facture). La rentabilité de l'opération se fait donc sur la différence entre le tarif d'achat du surplus et le tarif de vente de l'électricité, en tenant compte des pertes de la batterie. Or cette différence est aujourd'hui très faible en France (3,5 ct/kWh) et les prix des batteries restent très élevés : il faudrait au moins quarante ans pour rentabiliser l'installation d'une batterie, c'est-à-dire bien plus que sa durée de vie.

Le décalage de la production solaire ne permet donc pas de rentabiliser l'installation d'une batterie chez un particulier aujourd'hui en France. En Allemagne, au contraire, l'équilibre économique est bien plus favorable aux batteries (prix de l'électricité deux fois plus élevé et absence de valorisation du surplus), ce qui explique leur développement. Un modèle économique prospectif nous a également permis de montrer que cette situation n'évoluera pas à moyen terme : il n'y a donc pas de place économique pour le stockage stationnaire à moyen terme chez les autoconsommateurs français.

Par ailleurs, il n'est pas dans l'intérêt de la collectivité de modifier cet équilibre économique pour forcer l'arrivée des batteries : un stockage industriel serait beaucoup plus optimal. Certains facteurs, comme un engouement pour les batteries, le déploiement du *vehicle to grid* ou de batteries de seconde vie pourraient venir remettre en cause ces conclusions, mais nous pensons que cela a peu de chance de se produire.

CONSOM'ACTEURS OU PASSAGERS CLANDESTINS ?

Nous avons alors étudié les impacts du développement de l'autoconsommation sur le système électrique et les avons comparés à ceux, déjà existants, de la vente en totalité.

Installation de panneaux photovoltaïques en toiture

Les objectifs du gouvernement pour le développement de la production d'électricité photovoltaïque, présentés dans la Programmation pluriannuelle de l'énergie 2019, nécessiteront l'installation d'une trentaine de GWc de panneaux photovoltaïques d'ici à 2030. Les installations au sol seront privilégiées, mais il existe des contraintes (utilisation des sols, acceptabilité) qui rendent le solaire en toiture incontournable pour l'atteinte de ces objectifs.

Dans ce cadre, l'engouement social fort dont bénéficie l'autoconsommation pourrait convaincre certains foyers d'installer des panneaux photovoltaïques sur leur toit, ce qui permettra une augmentation de la puissance installée au niveau

national. Toutefois le dimensionnement d'une installation en vente en totalité (dimensionnée par la capacité d'investissement financier) sera souvent supérieur à celui d'une installation en autoconsommation (dimensionnée par rapport à la consommation du ménage). Installer en autoconsommation plutôt qu'en vente en totalité pourrait donc induire une perte globale de capacité installée de l'ordre de 1 GW par million d'autoconsommateurs.

Utilisation du réseau

Certains croient que l'autoconsommation réduit le recours au réseau électrique. Or, c'est totalement faux ! Tout d'abord, la production solaire n'est jamais strictement égale à la consommation du ménage, et l'installation est en permanence en train soit de soutirer de l'électricité du réseau pour compléter la production, soit d'en injecter pour évacuer le surplus. De plus, l'autoconsommation (sans batteries) ne permet pas de réduire la pointe de soutirage, dimensionnante pour le réseau général, car l'installation solaire ne produit pas aux moments critiques (le soir à 19h00 en hiver). Enfin, dans le cas des installations étudiées, la technologie d'onduleur utilisée ne fonctionne pas si elle n'est pas reliée au réseau (consigne en tension et fréquence). Le réseau est donc utilisé en permanence pour assurer l'équilibre de l'installation, tout comme pour une installation en vente en totalité.

Une désoptimisation du système de production...

Au même titre que d'autres installations de production d'énergie renouvelable, l'autoconsommation induit une désoptimisation du système de production. Le coût de production d'1 kWh est en effet plus élevé avec un panneau photovoltaïque dans une petite installation sur un toit qu'avec une centrale nucléaire et un réseau de transport. Cela est également vrai pour la vente en totalité.

... et des manques à gagner au niveau global

Cependant, et bien que l'autoconsommation induise un surcoût pour le système électrique, l'autoconsommateur, lui, gagne de l'argent en installant des panneaux solaires sur son toit. En effet, le prix qu'il paye pour acheter son électricité au réseau ne correspond pas au coût de production centralisé. Ce dernier ne constitue qu'un tiers de sa facture, deux autres parts s'y ajoutant : des taxes (comme la CSPE) et le TURPE qui finance le réseau.

Or l'autoconsommateur n'utilise pas moins de réseau et les collecteurs de taxes n'ont pas moins de coûts à couvrir pour autant. Cette situation a pour conséquence que l'autoconsommation constitue des manques à gagner pour de nombreux acteurs pour qui les recettes diminuent sans que les coûts associés ne baissent pour autant. Ces manques à gagner devront donc être compensés et il est probable que, pour cela, les acteurs augmentent leurs tarifs.



Ce surcoût et cette compensation des manques à gagner devront être supportés par les consommateurs qui soutirent toujours leur énergie du réseau, c'est-à-dire surtout les non-autoconsommateurs. Cela induit donc des effets anti-redistributifs, dans la mesure où les autoconsommateurs sont des propriétaires de leur logement ayant les moyens d'investir dans des panneaux solaires, et les non-autoconsommateurs n'ont pas forcément ce même patrimoine.

De même, le financement du soutien de la vente en totalité passe par la CSPE¹, une taxe prélevée sur la facture d'électricité de tous les consommateurs pour financer les installations de foyers ayant les moyens d'investir : cela aboutit au même effet anti-redistributif. L'évitement de taxes (TURPE², CSPE, taxes... non payées dans la part de facture économisée, car autoproduite) peut également être considéré comme une forme de subvention indirecte de l'autoconsommation. Le défaut d'une subvention indirecte est qu'elle est difficilement pilotable pour les pouvoirs publics et qu'elle passe par des manques à gagner qu'il faudra veiller à compenser.

Pour le système électrique, l'autoconsommation n'induit donc pas de bouleversements majeurs par rapport à la vente en totalité, que ce soit d'un point de vue technique, ou même du point de vue du financement.

CIRCULEZ, IL N'Y A RIEN À VOIR ?

Le lecteur, arrivé à ce stade, pourrait se demander pourquoi un nouveau statut juridique a été créé pour un outil qui, au final, n'apporte rien de bien nouveau. Penchons-nous quand même sur les bénéfices que l'on pourrait tirer de l'autoconsommation. Pour commencer, rappelons que la transition énergétique ne se fera pas uniquement sur les moyens de production, mais passera également par une modification importante des usages de consommation (réduction, augmentation de la flexibilité...).

Une modification des comportements

Le fait de produire sa propre électricité permet à l'autoconsommateur de prendre conscience de la difficulté à produire 1 kWh et de la rapidité de sa consommation. Ainsi sensibilisé, il acceptera plus aisément de changer de comportement, voire même s'impliquera activement pour le faire.

Malheureusement, on constate qu'aujourd'hui, dans bien des cas, l'autoconsommation ne permet pas particulièrement de changer les comportements ni même de véhiculer les bons messages. La plupart des autoconsommateurs ont été en effet démarchés par des entreprises qui ne cherchent pas à adapter l'installation à la consommation du ménage, mais à installer un maximum de panneaux photovoltaïques. De nombreux autoconsommateurs se retrouvent ainsi mal informés, non accompagnés, et peuvent développer de fausses croyances sur l'indépendance du réseau, la "gratuité" de l'électricité si la journée est ensoleillée... On perd alors tout intérêt que pourrait avoir l'autoconsommation, voire même, on obtient des changements de comportements contre-productifs...

Il faudrait donc mieux accompagner les candidats à l'autoconsommation au moment de l'investissement pour les informer sur la solution la plus adaptée, et après l'installation en fournissant obligatoirement des outils permettant de suivre la consommation et la production.

Un premier marché pour les solutions de flexibilité

L'un des enjeux du système électrique de demain est le besoin croissant de flexibilité de la consommation, lié à l'intégration d'une part croissante d'énergies renouvelables dans la production, mais aussi à l'apparition de nouveaux usages comme la voiture électrique.

Ce besoin est encore très faible aujourd'hui et il n'y a aucune incitation tarifaire pour les consommateurs normaux à décaler leur consommation. Or, les autoconsommateurs ont, eux, un intérêt économique et une sensibilisation pour adopter des solutions de flexibilité. Ils pourraient donc permettre de préparer l'avenir, en constituant un premier marché pour les solutions de décalage de consommation.

Cependant, pour cela, il ne faut pas laisser le sujet de l'autoconsommation uniquement entre les mains de vendeurs de panneaux solaires, mais construire un écosystème d'entreprises qui propose des solutions globales et compatibles entre elles.

Une opportunité à saisir malgré tout

L'autoconsommation individuelle des particuliers n'est pas une révolution pour le système énergétique, en particulier en comparaison de la vente en totalité.

Si un particulier a envie de s'investir pour la transition énergétique, il vaut mieux l'orienter vers la rénovation énergétique ou l'achat de nouveaux appareils moins gourmands en énergie que vers l'autoconsommation. Néanmoins, malgré ses bénéfices limités, l'autoconsommation ne doit pas être interdite (ce qui n'est d'ailleurs plus possible), ni freinée : ce serait aller contre ce mouvement de réappropriation de l'énergie et enverrait un signal déresponsabilisant aux citoyens.

L'autoconsommation va donc se développer dans les foyers français, portée par un fort engouement social, un intérêt économique croissant et un soutien institutionnel. Autant en tirer tous les avantages possibles et faire en sorte qu'elle ne se résume plus à une installation de production, mais devienne une démarche dans laquelle les particuliers s'intéressent à l'énergie et modifient leur façon de la consommer pour préparer l'avenir.

*Simon Garnier, Gaëtan Lafforgue-Marmet
et Anne-Lou Roguet, ingénieurs des mines*

NOTE

¹ Contribution au Service Public de l'Électricité.

² Tarif d'Utilisation des Réseaux Publics d'Électricité.

La Gazette de la société et des techniques

La Gazette de la société et des techniques a pour ambition de faire connaître des travaux qui peuvent éclairer l'opinion, sans prendre parti dans les débats politiques et sans être l'expression d'un point de vue officiel. Elle est diffusée par abonnements gratuits. Vous pouvez en demander des exemplaires ou suggérer des noms de personnes que vous estimez bon d'abonner.

Vous pouvez consulter tous les numéros sur le web à l'adresse :

<http://www.annales.org/gazette.html>

RENSEIGNEMENTS ADMINISTRATIFS

Dépôt légal mai 2019

La Gazette de la Société et des techniques

est éditée par les *Annales des mines*,
120, rue de Bercy - télédéc 797 - 75012 Paris
<http://www.annales.org/gazette.html>
Tél. : 01 42 79 40 84
mél : michel.berry@ecole.org
N° ISSN 1621-2231.

Directeur de la publication : François Valérian

Rédacteur en chef : Michel Berry

Illustrations : Véronique Deiss

Réalisation : PAO - SG - SEP 2 C

Impression : Graph'Imprim



MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE
ET DES FINANCES