



Les impacts de l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque sur les coûts de développement et d'exploitation du réseau

Jean-Baptiste Lienhart

► To cite this version:

Jean-Baptiste Lienhart. Les impacts de l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque sur les coûts de développement et d'exploitation du réseau. 2018. hal-01889862

HAL Id: hal-01889862

<https://enpc.hal.science/hal-01889862>

Submitted on 8 Oct 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les impacts de l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque sur les coûts de développement et d'exploitation du réseau

Mémoire de thèse professionnelle pour le Mastère PAPDD, année universitaire 2017-2018.

Pour le compte de la Direction économie du système électrique (DiESE) de RTE.

Jean-Baptiste LIENHART

Encadré par Monsieur Fabien ROQUES, Professeur Associé en économie à l'Université de Paris-Dauphine

L'autoconsommation d'électricité consiste à produire une partie de l'électricité que l'on consomme. Elle implique des économies de facture pour les consommateurs ainsi qu'une diminution des flux d'énergie transitant sur le réseau électrique et donc des recettes des gestionnaires de réseaux. Un développement massif de l'autoconsommation pourrait compromettre le financement des infrastructures de transport et de distribution d'électricité et remettre en cause le système actuel de tarification de l'accès au réseau.

Bien que cette pratique n'en soit encore qu'à ses débuts en France, les pouvoirs publics se sont saisis du sujet de l'autoconsommation afin d'apporter des réponses aux nombreux enjeux individuels, sectoriels et collectifs qu'elle pose. Notre étude avait pour objectif de répondre à un besoin de quantification et de valorisation de certains effets induits par l'autoconsommation. Nous nous

sommes notamment intéressés au potentiel de réduction de la puissance maximale soutirée au réseau électrique et aux effets dus à l'introduction de stockage individuel. Par ailleurs, nous avons cherché à réaliser un bilan des impacts de l'autoconsommation sur le périmètre des gestionnaires de réseaux, et plus particulièrement sur celui des gestionnaires de réseaux de distribution.

L'autoconsommation photovoltaïque au cœur du débat public

D'ici 2035, l'autoconsommation pourraient concerner près de 4 millions de foyers en France selon RTE contre environ 20 000 à la fin de l'année 2017. Afin d'assurer un développement efficace et coordonné de la pratique sur l'ensemble du territoire national, il s'agit de définir dès aujourd'hui un cadre de régulation répondant aux nombreux enjeux que soulève l'autoconsommation.

La logique de l'autoconsommation ne cherche pas simplement à promouvoir la production décentralisée d'électricité. Elle vise davantage à **rapprocher géographiquement et temporellement production et consommation locales d'énergie**. Il s'agit ainsi d'inciter les auto-consommateurs à synchroniser leur production et leur consommation d'électricité,

à limiter les injections d'excédents de production sur le réseau électrique ou encore à réduire la puissance maximale qu'ils soutirent au réseau.

Du point de vue du système électrique, l'autoconsommation peut permettre de **réduire les pertes électriques ou même le dimensionnement des infrastructures** de transport et de distribution d'électricité en réduisant les pointes de transit. Sur-tout, elle vient **remettre en question la structure de la tarification actuelle de l'accès au réseau** électrique qui facture aujourd'hui davantage l'énergie soutirée au réseau que la puissance souscrite.

A l'échelle de la collectivité, l'autoconsommation peut participer au développement des énergies re-

nouvelables en France. En tant que phénomène local, elle **vient aussi questionner certains fondements du modèle électrique français** qui repose sur des principes de **solidarité nationale** entre les utilisateurs du réseau électrique et entre les territoires. L'autoconsommation pourrait enfin poser des questions budgétaires à l'État et aux collectivités.

Périmètre de l'étude

Le terme d'autoconsommation regroupe des réalités très différentes. L'autoconsommation peut en

effet être individuelle (le consommateur produit lui-même l'électricité qu'il consomme) ou collective (un ou plusieurs producteurs s'associent avec un ou plusieurs consommateurs). Elle peut concerner des consommateurs résidentiels ou industriels. Aussi, on peut y associer, ou non, des dispositifs de stockage de l'électricité.

Dans nous étude, nous considérerons le cas d'**auto-consommateurs résidentiels** en situation d'**autoconsommation individuelle**. **L'absence et la présence** de dispositif individuel **de stockage** seront étudiées.

Estimation des impacts physiques et des économies de facture pour l'auto-consommateur

Aspects méthodologiques

Nous disposons des données de **production** d'électricité et de **soutirage net** (i.e. la différence entre la consommation et la production d'électricité) de **33 auto-consommateurs** résidant en France. Avant analyse, ces données ont subi un prétraitement afin de les mettre au même pas de temps et d'identifier et de combler les trous existant dans les séries temporelles.

Le système de **stockage** modélisé présente un caractère **idéal** (rendement de 1, absence de contrainte limitant les volumes des flux entrant et sortant ou la décharge maximale autorisée) et une capacité de 3 kWh pour chaque auto-consommateur. De plus, **cinq stratégies** de gestion du dispositif de stockage ont été considérées ; l'une a pour objectif de maximiser la quantité d'énergie auto-consommée, les autres cherchent à réduire davantage les pointes de soutirage d'électricité provenant du réseau.

Pour chaque stratégie et pour chaque auto-consommateur, les taux d'autoconsommation et d'autoproduction (voir encadré) ont été calculés ainsi que les différences entre des puissances caractéristiques (dont le maximum) de consommation et de soutirage net. Nous avons ensuite cherché à traduire en termes économiques les impacts physiques précédemment calculés.

Les gains économiques pour les auto-consommateurs correspondent principalement à des **économies sur leur facture d'électricité**. Celles-ci

peuvent être dues à une diminution de la quantité d'électricité soutirée au réseau ou à une réduction de la puissance souscrite. Pour ce second aspect, nous avons considéré qu'une réduction de la puissance maximale soutirée permise par les équipements d'autoconsommation pourrait se traduire par une réduction équivalente de la puissance souscrite. De plus, les **surplus de production injectés** sur le réseau bénéficient d'un tarif de rachat, ce qui constitue une autre source de recettes pour les auto-consommateurs.

Définitions

Le **taux d'autoconsommation** se définit comme le rapport entre la production autoconsommée et la production totale du site. Il correspond donc à la part de la production qui est autoconsommée.

Le **taux d'autoproduction** qui est défini comme la part de la consommation autoproduite et se calcule comme le rapport entre la consommation autoproduite et la consommation totale du site.

La consommation autoproduite et la production autoconsommée correspondent à la même quantité d'énergie.

Principaux résultats

On observe que certains auto-consommateurs semblent avoir effectué des **reports de consommation** plus ou moins importants vers les heures de production solaire afin de maximiser la quantité d'énergie autoconsommée.

Les impacts de l'autoconsommation sur le soutirage physique sont très variables d'un consommateur à l'autre. Sans dispositif de stockage, les taux d'autoconsommation vont ainsi de 40 % à 90 % (médiane : 70 %), quand la baisse de la puissance maximale en soutirage peut aller jusqu'à 1,5 kW mais peut aussi être nulle (médiane : 175 W).

Les différentes stratégies de stockage permettent d'augmenter les taux d'autoconsommation et d'autoproduction. **La diminution de la puissance maximale en soutirage reste quant à elle faible**, sauf si la stratégie de stockage est optimisée dans ce but (voir Figure 1).

La tarification actuellement en vigueur en France fait **d'avantage payer l'électricité soutirée au réseau à la puissance souscrite**. Elle ne constitue donc pas une incitation forte à la réduction des pointes de soutirage.

Au total, les gains économiques dus à l'autoconsommation sont en moyenne pour un consommateur d'environ 350 €/an en l'absence de stockage et d'environ 425 €/an dans le cas de stockage le plus favorable.

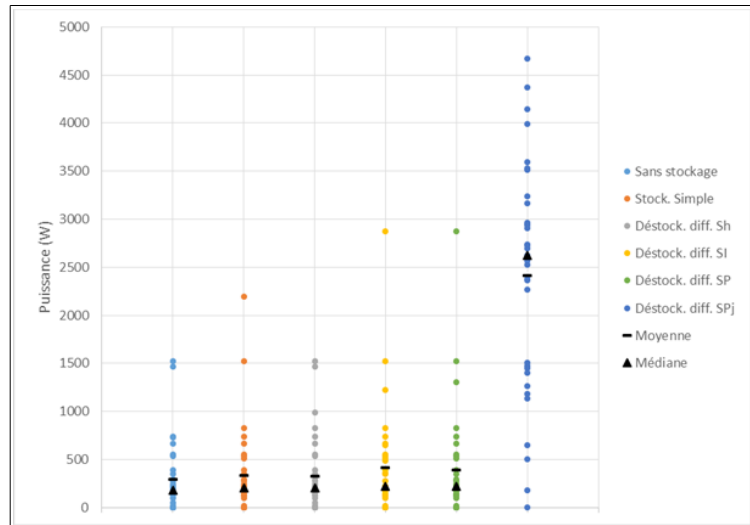


Figure 1 : Diminution de la puissance maximale en soutirage (en W) des différents auto-consommateurs avec et sans stockage

Estimation des bénéfices et des coûts pour la collectivité sur le périmètre des gestionnaires de réseaux

Aspects méthodologiques

Les ressources des gestionnaires de réseaux sont majoritairement constituées des **recettes d'accès aux réseaux**. Les économies de facture réalisées par les auto-consommateurs ont donc pour conséquence directe de diminuer les recettes des gestionnaires de réseaux.

D'autre part, en diminuant la quantité d'énergie transitant dans le réseau électrique, l'autoconsommation entraîne une **diminution des pertes techniques** (nous supposons que l'énergie autoconsommée ne génère pas de pertes). L'utilisation d'un dispositif de stockage peut également rendre un auto-consommateur **insensible à certaines coupures d'électricité**. Les coûts associés à ces coupures (qui correspondent à une valorisation socio-économique des quantités d'énergie non-distribuée (END) – cas de la consommation – et non-injectée (ENI) – cas de la production – pendant la durée de la coupure) se retrouvent donc diminués. Enfin, en diminuant les pointes de transit sur le réseau électrique, l'autoconsommation peut permettre de **re-**

pousser des investissements de renforcement des réseaux. Pour quantifier ce dernier aspect, nous avons modélisé l'évolution de la production et de la consommation d'électricité d'un quartier fictif.

L'autoconsommation étant un phénomène local, nous avons privilégié l'étude du périmètre des gestionnaires de réseaux de distribution.

Principaux résultats

Les pertes pour la collectivité sur le périmètre des gestionnaires de réseaux de distribution s'élèvent, en moyenne, à environ 60 €/an par auto-consommateur en l'absence de stockage et pourraient monter à environ 80 €/an par auto-consommateur avec une stratégie de stockage maximisant le taux d'autoconsommation.

Les différentes catégories de gains envisagées sont toutes petites devant les pertes liées aux parts puissance et énergie du tarif d'utilisation des réseaux publics d'électricité (TURPE). Ces pertes sont notées « TURPE E.&P. » dans la Figure

2 ; la notation « TURPE CG » désigne quant à elle les gains liés à l'augmentation de la composante de gestion du TURPE. Globalement, **le bilan n'est pas équilibré** et l'autoconsommation représente un surcoût pour la collectivité d'environ 50 €/an par auto-consommateur. Par ailleurs, **les surcoûts sont plus importantes en présence de stockage**

Conclusion

Dans cette étude, nous nous sommes principalement intéressés aux impacts de l'autoconsommation sur le réseau électrique et sur les gestionnaires de réseaux. Nous avons pour objectifs de quantifier certains effets de l'autoconsommation et d'apporter un éclairage sur l'enjeu lié à la tarification des réseaux précédemment évoqué.

Nous avons pu constater que la transition vers l'autoconsommation s'accompagne probablement d'une **modification du comportement des consommateurs** avec notamment des **transferts de consommation vers les heures de production solaire** afin de maximiser le taux d'autoproduction. De plus, l'autoconsommation a un effet très variable d'un consommateur à l'autre sur **la réduction de la pointe de soutirage**. Cette diminution de puissance **reste globalement faible en l'absence de dispositif de stockage optimisé à cet effet**. Enfin, le système de tarification actuelle ne semble pas constituer une incitation à la réduction des pointes de soutirage. Et le gain supplémentaire apporté par l'introduction d'un système de stockage paraît faible en comparaison des coûts d'investissement.

En miroir des économies réalisées par les auto-consommateurs, **les gestionnaires de réseaux voient leurs recettes diminuer** par l'autoconsommation. Par ailleurs, l'autoconsommation permet aussi de réduire certains coûts pour la collectivité.

Bibliographie

Commission de régulation de l'énergie, Délibération n°2018-027 de la Commission de régulation de l'énergie du 15 février 2018 portant orientations et recommandations sur l'autoconsommation

M. A. Cohen, P. A. Kauzmann et D. S. Callaway, « Effects of distributed PV generation on California's distribution system, part 2: Economic analysis », *Solar Energy*, vol. 128, pp. 139-152, 2016

M. Bordigoni et L. Gilotte, « Costing network services for consumers with photovoltaic self-generation », *International Conference & Exhibition on Electricity Distribution (CIRED)*, 2017

RTE, *Bilan prévisionnel de l'équilibre offre-demande d'électricité en France*, 2017

même si les bénéfices sont alors également plus grands.

On peut tout de même relever que, comme les gains économiques des auto-consommateurs, les pertes des gestionnaires de réseaux dépendent de l'option de tarification considérée.



Figure 2 : Bilan global pour la collectivité des impacts de l'autoconsommation sur le périmètre des gestionnaires de réseaux de distribution (cas sans stockage)

En particulier, elle **réduit les pertes techniques** ; elle peut permettre **repousser dans le temps des investissements de renforcement des réseaux** ; associée à un dispositif de stockage, elle peut permettre d'être **insensible à certaines coupures d'électricité et aux coûts qui y sont associés**. Cependant, il semble que **les gains des auto-consommateurs soient supérieurs aux bénéfices qu'ils apportent au réseau électrique**. Ces résultats laissent penser qu'un **développement conséquent de l'autoconsommation devrait impliquer un ajustement de la tarification** afin d'assurer la pérennité du financement des infrastructures de telle sorte que chaque classe de consommateurs participe à hauteur des coûts qu'elle génère.