



Thèse sur les consommateurs et les fournisseurs

Etude sur les perspectives stratégiques de l'énergie

Mai 2018



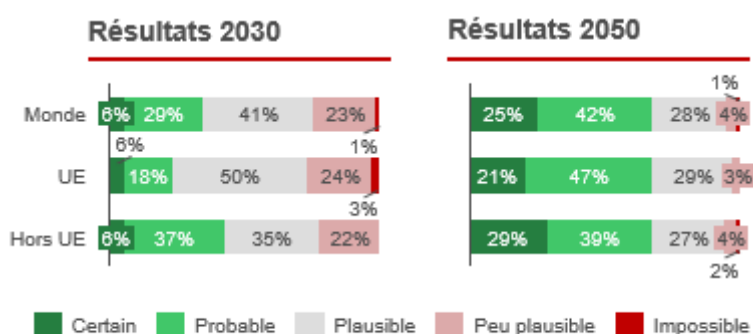
I. Rappel de la thèse et résultats du *Sounding Board*

De nombreuses alternatives au « fournisseur classique » s’offriront aux consommateurs pour s’approvisionner.

a. Le consommateur particulier ou PME sera de plus en plus souvent auto-producteur, à hauteur de plusieurs millions dans chacun des principaux pays européens à moyen terme. (Le consommateur pourra se procurer de l’électricité sur des plateformes « peer-to-peer » (par exemple de type blockchain), lui permettant de sélectionner à son gré l’énergie provenant d’actifs de production identifiés et localisés (logique de circuits courts) et/ou de vendre sa propre production excédentaire.)

b. Pour les grandes entreprises, la signature de contrats d’achat à long terme directs avec des producteurs d’énergie renouvelable sera développée à grande échelle dans tous les pays développés.

a) Autoconsommation et désintermédiation du fournisseur



- **Le panel est très partagé sur cette thèse à horizon 2030.** Les doutes portent sur le fait que des volumes tels que ceux mentionnés dans la thèse (plusieurs millions dans chaque grand pays européen) soient atteignables à cette échéance. On peut cependant noter que – malgré ces volumes – peu de répondants jugent la thèse « impossible » à cette échéance.
- **A 2050, le panel est beaucoup plus confiant dans la probabilité de réalisation de cette thèse, avec près de ~70% d’avis positifs.** Le développement de l’autoconsommation à cette échéance fait globalement consensus, toutefois les commentaires soulignent que l’ampleur de ce développement « dépend très étroitement de l’appétence sociale et des coûts » : la compétitivité des solutions solaire PV/stockage pour les particuliers sera déterminante, et l’atteinte de volumes importants supposera « des processus relativement simples à appréhender et de grands efforts de pédagogie » dans le cas de la France.
- Par ailleurs **la généralisation des plateformes P2P, qui permettraient au consommateur de sélectionner l’énergie provenant d’actifs de production identifiés et localisés ou de vendre sa propre production excédentaire, génère des incertitudes assez importantes du panel, même à long terme.** Certains commentaires soulèvent la question du modèle associé, par exemple la présence possible d’autres acteurs (de type GAFA ou acteurs existants du secteur de l’énergie) jouant le rôle d’agrégateur ou d’intermédiaire à une échelle locale, et soulignent que « les transactions P2P seront complexes et coûteuses », offrant une valeur supplémentaire négligeable par rapport à des transactions intermédiées.

Extraits des commentaires :

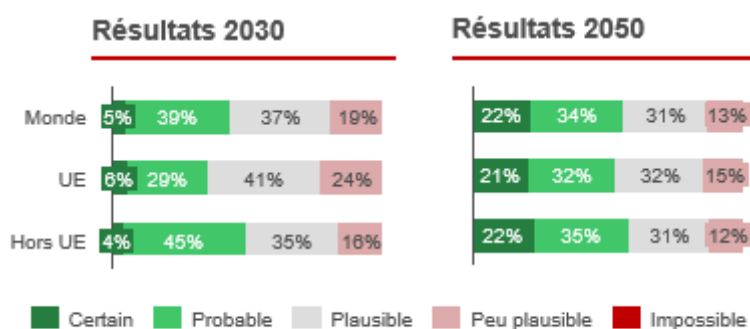
- **Verbatim en faveur de la thèse :**

- *"It is highly likely that, by 2030, "for residential customers and SMEs, the number of self-producers will increase, to reach several millions in all the main European countries.""*
- *« C'est technologiquement possible. Cela dépend très étroitement de l'appétence sociétale et des coûts. »*

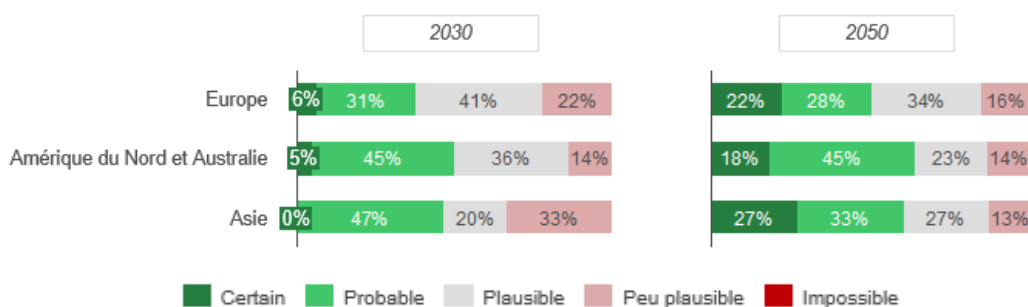
➤ **Réserves exprimées :**

- *"Regarding the statement "the consumer will be able to supply its power via « peer-to-peer » platforms (using for example blockchain technologies), enabling to select identified and localized assets for its energy supply and/or sell its own production surplus": this is unlikely by 2030; by 2050, this is plausible."*
- *« Mon avis personnel est que les clients souhaiteront le plus souvent disposer "d'un prestataire qui s'occupe de tout ". Ce sont ces "prestataires" qui mettront en œuvre les techniques permettant d'optimiser coût et disponibilité de la fourniture, le tout restant très transparent pour le client final. Seuls les gros clients industriels auront intérêt à se fournir seul sans utiliser ce type de "prestataire". »*
- *"I mostly agree with these statements, but have reservations about "peer-to-peer" and blockchain. I've had many conversations with proponents of both and have yet to hear a compelling value proposition for either. Having delved into the complexities of DSO-TSO operations with high DER, I think peer-to-peer energy transactions will be complex and costly to implement while offering negligible value over simpler transactions between end-users/self-producers and the community-based energy agency. Blockchain technology seems to be quite an energy hog, the subject of much techno-hype, and it's not clear how blockchain helps to ensure grid feasibility of delivering bilateral transactions. What makes more sense to me is local markets for energy and grid services operated by the DSO, and I don't see what blockchain has to offer in this arena."*
- *« Ces modèles vont exister - mais seront intermédiés par des plateformes puissantes, de type Google ou Amazon. »*

b) Corporate PPA



- **Des incertitudes sont exprimées à l'horizon 2030 sur la réalisation de cette thèse, ainsi qu'à 2050, échéance à laquelle les avis positifs sont plus nombreux mais dépassent à peine 50% au niveau mondial.** Cela cache une certaine disparité géographique dans les opinions exprimées : **dans les pays dans lesquels les corporate PPA sont déjà une pratique courante aujourd'hui, comme les Etats-Unis et l'Australie, les répondants sont plus confiants**, avec 50% d'avis positifs parmi les répondants nord-américains et australiens dès 2030, et un peu plus de 60% à horizon 2050. Le consensus n'est cependant pas particulièrement marqué même dans ces pays, ne dépassant pas les deux tiers des répondants.



- Au-delà de l'effet d'image lié à la fourniture d'énergie renouvelable, les avantages mis en avant par les avis positifs sont la visibilité et la sécurité financière associées aux PPA pour les entreprises, dans un contexte de digitalisation qui tire vers le haut leurs consommations d'électricité, ainsi que la création d'un « environnement de confiance pour les investissements dans les nouveaux moyens de production ».
- Mais un certain nombre d'obstacles au développement « à grande échelle » des PPA sont également cités, dont :
 - le contexte réglementaire, qui n'est pas partout favorable,
 - le fait que les grandes entreprises ont besoin d'une garantie d'approvisionnement, et que « la production ENR devra être associée à des solutions de flexibilité de consommation ou de stockage afin de garantir la livraison de quantités stables dans le cadre de la signature de contrats d'achat long terme avec de grands consommateurs »,
 - le fait que dans un contexte de baisse anticipée des coûts des ENR, les entreprises pourraient ne pas souhaiter s'engager sur un tarif de long terme.

Extraits des commentaires :

➤ Verbatim en faveur de la thèse :

- « La sécurité d'approvisionnement et le besoin de visibilité à moyen-long terme sont de puissants moteurs pour rechercher ces contrats de long terme. »
- “Long-term PPAs would create a confident investment environment in new energy supply and would reduce the cost of finance for new low carbon infrastructure.”
- “With digitization rapidly growing in most industries this will be a must for most large companies.”

➤ Réserves exprimées :

- “If you define such agreements to include distributed energy resource providers and aggregators, I agree. If you limit this definition to only large-scale renewable producers located on the bulk grid, I think this will be much more limited in practice.”
- “Likely to certain: RE producers will be combined into carbon-free portfolios, which can then be managed at the wholesale level. Direct PPAs will almost certainly become too cumbersome; the portfolio approach will provide flexibility and less risk.”
- “Options of procuring renewable energy economically will be expanded and long-term agreements will not be reasonable.”

I. RAPPEL DE LA THESE ET RESULTATS DU SOUNDING BOARD	2
a) <i>Autoconsommation et désintermédiation du fournisseur.....</i>	2
b) <i>Corporate PPA.....</i>	3
II. ARGUMENTS EN FAVEUR DE LA THESE	6
1) PORTEE PAR LA BAISSSE DES COUTS DU PV, L’AUTOCONSOMMATION EST DEJA UNE TENDANCE FORTE A L’ECHELLE RESIDENTIELLE ET DEVRAIT CONTINUER DE SE DEVELOPPER A COURT ET MOYEN TERME.....	6
2) CETTE TENDANCE ET L’APPARITION DE LIENS DIRECTS ENTRE PRODUCTEURS ET CONSOMMATEURS, ECHANGEANT LEUR ENERGIE PAR DES PLATEFORMES PEER-TO-PEER, REMETTENT EN CAUSE LE MODELE TRADITIONNEL DU FOURNISSEUR D’ELECTRICITE	6
3) POUR LES GRANDES ENTREPRISES, LA CONTRACTUALISATION A LONG TERME ENTRE PRODUCTEUR ET CONSOMMATEUR EST DEJA UNE TENDANCE MARQUEE AVEC ~18 GW A L’ECHELLE MONDIALE, PRINCIPALEMENT EN AMERIQUE DU NORD (~60%) ET DE FAÇON EMERGENTE EN EUROPE.....	7
III. ARGUMENTS NUANÇANT OU ALLANT A L’ENCONTRE DE LA THESE	8
1) LE COUT D’APPROVISIONNEMENT VIA DES PLATEFORMES PEER-TO-PEER EST A PRIORI PEU COMPETITIF PAR RAPPORT A UN APPROVISIONNEMENT SUR LE MARCHE ; DANS TOUS LES CAS, IL DEPENDRA DE L’EVOLUTION DE LA COMPETITIVITE INTRINSEQUE DES ENERGIES RENOUVELABLES DIFFUSES	8
2) A L’ECHELLE RESIDENTIELLE, LE DEVELOPPEMENT DE L’AUTOCONSOMMATION NECESSITERA DES REGLAGES ET DES ARBITRAGES COMPLEXES SUR LES TARIFS ET LA FISCALITE AFIN D’EVITER LES TRANSFERTS DE VALEUR ENTRE CONSOMMATEURS ET DE GARANTIR QUE LES TARIFS RESEAU REFLETENT LE VERITABLE COUT DU RESEAU – CES AJUSTEMENTS POURRAIENT REVELER QUE L’AUTOCONSOMMATION N’EST PAS AUSSI COMPETITIVE QU’ANTICIPE	8
3) LES MODELES D’INTERMEDIATION POURRAIENT SE REVELER PEU COMPETITIFS PAR RAPPORT AU MODELE DE FOURNISSEUR TRADITIONNEL, MEME DANS L’HYPOTHESE D’UNE BAISSSE DE LEURS COUTS D’APPROVISIONNEMENT....	9
4) A L’ECHELLE DES GRANDES ENTREPRISES, LE DEVELOPPEMENT DES <i>CORPORATE PPA</i> RESTE PRINCIPALEMENT PORTE PAR LES TRES GRANDES ENTREPRISES, SOUVENT POUR DES RAISONS D’IMAGE PLUS QUE DE RATIONNEL ECONOMIQUE.....	10
IV. ANNEXES.....	12
1) GLOSSAIRE.....	12
2) LISTE DES FIGURES.....	12
3) BIBLIOGRAPHIE	12

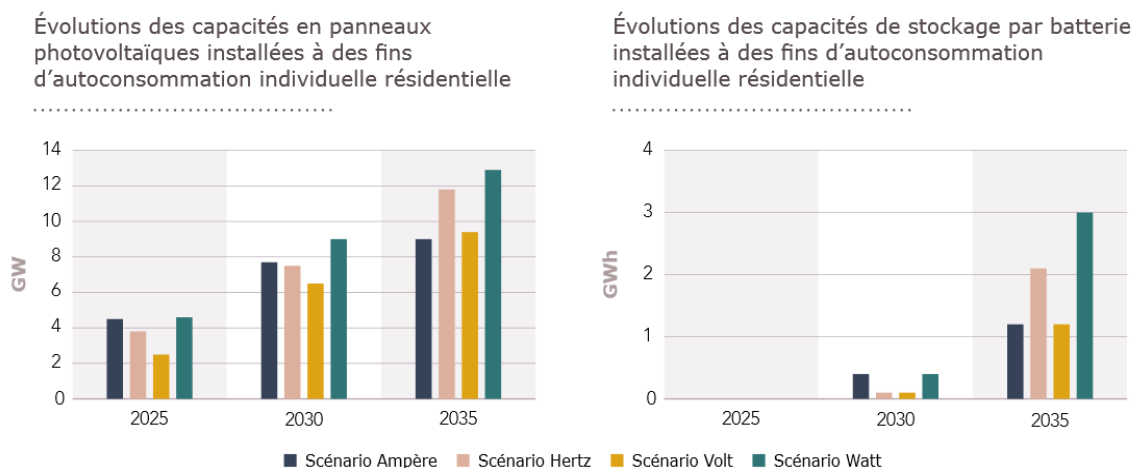
II. Arguments en faveur de la thèse

1) Portée par la baisse des coûts du PV, l'autoconsommation est déjà une tendance forte à l'échelle résidentielle et devrait continuer de se développer à court et moyen terme

L'autoconsommation est déjà une tendance forte dans de nombreux pays développés. L'Europe et l'Asie-Pacifique (en particulier Australie et Japon) sont les marchés les plus matures sur le segment du PV résidentiel, avec ~80% des 42 GW de capacité de solaire PV résidentiel installés fin 2016 dans le monde (y compris non autoconsommateurs). L'Allemagne est le plus gros marché européen pour l'autoconsommation, avec ~8 GW de capacité installée dans 1,5 millions de foyers, tous autoconsommateurs. Cette tendance d'autoconsommation est portée par un contexte de baisse des coûts du solaire PV (et plus récemment du stockage), parfois couplée à une hausse des prix de détail de l'électricité pouvant être due à la fiscalité. Cela amène un nombre croissant de pays à la parité réseau, incitant les propriétaires de panneaux solaires à autoconsommer leur production.

La capacité mondiale installée en systèmes PV résidentiels pourrait presque doubler d'ici 2020 pour atteindre ~80 GW. En France, où le cadre réglementaire a récemment évolué pour encourager l'autoconsommation individuelle résidentielle, d'après RTE, la capacité PV installée à des fins d'autoconsommation résidentielle devrait atteindre 9 à 13 GW en 2035 (contre moins de 0,1 GW à fin 2016) représentant ~3,5 à 5 millions de foyers autoconsommateurs [cf. [monographie n°8 sur le consommateur dans la transition énergétique](#)].

Figure 1 : Développement de l'autoconsommation individuelle résidentielle en France selon les scénarios du BP RTE 2017



2) Cette tendance et l'apparition de liens directs entre producteurs et consommateurs, échangeant leur énergie par des plateformes Peer-to-peer, remettent en cause le modèle traditionnel du fournisseur d'électricité

Grâce à ces actifs de production décentralisés, rendant accessible l'électricité à l'échelle locale, couplée à une volonté des consommateurs de se réapproprier la gestion de l'énergie et d'accéder à une énergie verte et locale, de nouveaux modèles commencent à apparaître, fondés sur des **échanges directs d'énergie en peer-to-peer**¹ permettant au consommateur de sélectionner à son gré l'énergie provenant

¹ Un échange en *peer-to-peer* est un échange direct bidirectionnel entre deux acteurs, en l'occurrence un consommateur et un producteur

d'actifs de production identifiés et localisés (logique de circuits courts) et/ou de vendre sa propre production excédentaire. Ces échanges directs entre producteur et consommateur, permis notamment par des outils comme la technologie Blockchain et les *Smart Contracts*², réduisent ainsi le rôle d'intermédiaire du fournisseur.

Ces applications sont déjà mises en place dans certains pays comme aux Pays-bas, en Australie, en Allemagne ou encore aux Etats-Unis :

- En Australie, la start-up Power Ledger a créé une plateforme blockchain pour de nombreuses applications dans le secteur de l'énergie et notamment pour les échanges peer-to-peer. L'entreprise lance actuellement son premier projet de trading *peer-to-peer* à l'échelle locale dans une zone résidentielle en Australie.
- Aux Pays-Bas : l'entreprise Powerpeers, lancée en 2016 par l'utility suédoise Vattenfall est une plateforme d'échange d'énergie renouvelable issue de sources résidentielles ou de producteurs néerlandais. Depuis sa création en 2016, la plateforme a permis l'échange de ~10 GWh³ d'électricité.
- En Allemagne, l'entreprise de batteries Sonnen a lancé en 2016 la SonnenCommunity. Cette offre rassemble les clients de Sonnen équipés de systèmes PV + stockage et leur permet d'échanger leur production électrique. Sur les 12 derniers mois, la plateforme a permis l'échange de ~15 GWh³.
- Aux Etats-Unis, l'entreprise Grid+ vise à créer un « monde de l'énergie 100% *peer-to-peer* », notamment grâce à la technologie blockchain.

Ces exemples sont présentés de façon détaillée dans la [monographie n°4 sur les métiers de la fourniture et des services](#).

3) Pour les grandes entreprises, la contractualisation à long terme entre producteur et consommateur est déjà une tendance marquée avec ~18 GW à l'échelle mondiale, principalement en Amérique du Nord (~60%) et de façon émergente en Europe

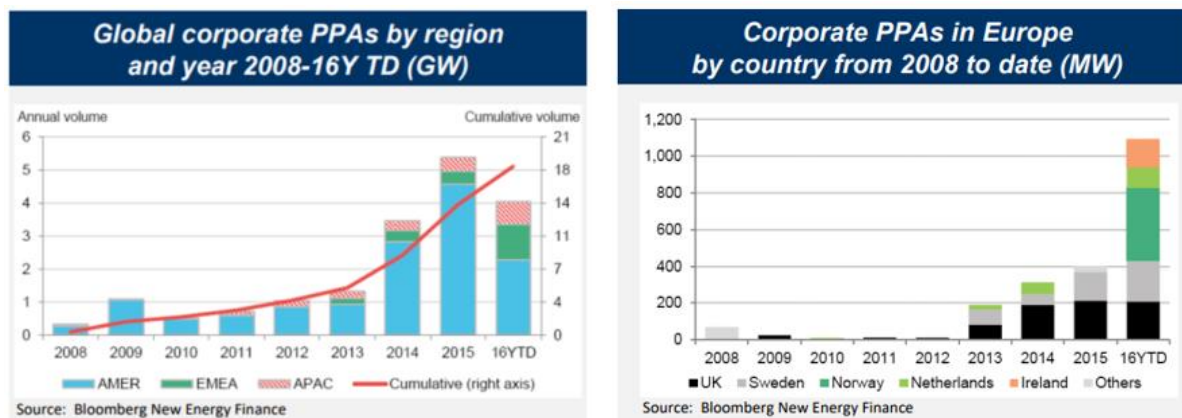
Un *corporate Power Purchase Agreement* (PPA) est un contrat à long terme (10 à 15 ans voire 20 ans) par lequel une entreprise accepte d'acheter de l'électricité directement à un producteur d'énergie, désintermédiant ainsi le modèle historique de fournisseur d'énergie. Ce type de contrat permet d'apporter une visibilité aux deux parties, et une sécurité financière aux producteurs et aux développeurs, facilitant ainsi le financement de nouvelles capacités de production renouvelable.

Les *Corporate PPA* se sont déjà fortement développés ces dernières années sur le segment des énergies renouvelables pour atteindre ~18 GW de capacité contractualisée au niveau mondial en 2016, principalement aux Etats-Unis qui représentent ~60% des capacités contractualisées. Ces contrats sont principalement signés par de très grandes entreprises de type GAFAM qui souhaitent soigner leur image. (voir partie III.4))

² Protocole transparent, connu des deux parties (généralement public) qui exécute automatiquement une transaction dès que les conditions prédéfinies sont satisfaites : échange de jetons, de crypto-monnaie, d'énergie, etc. Il n'y a donc pas d'implication d'intermédiaires traditionnels tels qu'une banque ou un notaire. Une fois le contrat exécuté, ce bloc est ajouté aux transactions déjà enregistrées dans le réseau blockchain (*Ethereum* par exemple) et est ainsi archivé et infalsifiable.

³ Données publiées par les entreprises au mois de Mars 2018

Figure 2 : Développement des corporate PPAs dans le monde et en Europe entre 2008 et 2016



Les *Corporate PPA* émergent aussi en Europe (principalement au Royaume-Uni et dans les pays scandinaves) (voir Figure 2) et en Asie dans les pays où les cadres réglementaires et mécanismes de soutien aux ENR leurs sont favorables. Par exemple dans les pays nordiques, le soutien aux ENR passe par un marché de certificats d'origine sans garantie de revenus pour les producteurs. Face à des surplus de certificats, les *PPA* sont un instrument de protection pour le producteur. En France aucun *corporate PPA* n'a été signé à ce jour, les entreprises françaises du RE100⁴ choisissant de se fournir en électricité renouvelable auprès de fournisseurs agréés [cf. monographie n°8 sur le consommateur dans la transition énergétique].

III. Arguments nuancant ou allant à l'encontre de la thèse

- 1) Le coût d'approvisionnement via des plateformes peer-to-peer est a priori peu compétitif par rapport à un approvisionnement sur le marché ; dans tous les cas, il dépendra de l'évolution de la compétitivité intrinsèque des énergies renouvelables diffuses

Le développement des plateformes *peer-to-peer* est dépendant du coût de production et du coût de commercialisation de l'électricité. Or, la production échangée sur les plateformes *peer-to-peer* est d'origine renouvelable, souvent produite par des actifs de petite taille, ne bénéficiant pas des effets d'échelle des actifs de production centralisés (renouvelables ou non). Ainsi, les LCOE calculés par Lazard pour les Etats-Unis mettent en avant des coûts 3 à 6 fois supérieurs pour le photovoltaïque résidentiel par rapport aux centrales photovoltaïques au sol. Néanmoins cet argument est à nuancer car dans le cas d'échanges peer-to-peer la compétitivité de la production renouvelable diffuse est à comparer au prix de détail, les échanges locaux permettant de se passer d'une partie des coûts de réseau (en fonction de la tarification) et des frais commerciaux des fournisseurs grâce à des échanges principalement réalisés à l'échelle locale. En outre, il s'agit le plus souvent d'excédents de production qui pourront être facturés au prix de gros.

- 2) A l'échelle résidentielle, le développement de l'autoconsommation nécessitera des réglages et des arbitrages complexes sur les tarifs et la fiscalité afin d'éviter les transferts de valeur entre consommateurs et de garantir que les tarifs réseau

⁴ Initiative d'entreprises s'engageant à s'alimenter en électricité 100% renouvelable

reflètent le véritable coût du réseau – ces ajustements pourraient révéler que l'autoconsommation n'est pas aussi compétitive qu'anticipé

En France comme à l'étranger, la tarification de l'énergie soutirée du réseau peut occasionner un transfert de coûts des autoconsommateurs vers les non-autoconsommateurs, faisant ainsi porter l'effort collectif de développement des ENR et de financement des réseaux sur les non-autoconsommateurs. Pour un autoconsommateur, le réseau apporte une valeur assurantielle dont le tarif doit refléter les coûts au plus juste. Les mécanismes de transfert sont de deux natures :

- Fiscale : les autoconsommateurs bénéficient aujourd'hui d'exonérations de taxes sur l'énergie autoconsommée : CSPE⁵ et taxes locales en France, taxe EEG en Allemagne⁶. Un développement de l'autoconsommation dans ces conditions a donc pour effet de réduire l'assiette de ces taxes. Dans le cas de la CSPE et de la taxe EEG, cela occasionne un transfert vers les non-autoconsommateurs des charges de service public de l'électricité des autoconsommateurs, et de l'effort collectif dédié au développement des ENR. L'exonération de taxes locales sur l'énergie autoconsommée en France aura d'autre part pour effet de diminuer les recettes perçues par les collectivités.
- Structure tarifaire du réseau : l'autoconsommation permet au consommateur final d'économiser sur la part énergie et, le cas échéant, sur la part puissance de son tarif d'utilisation du réseau. Or les coûts de réseau dépendent pour l'essentiel de la pointe de transit dimensionnante, dont la durée varie de quelques centaines d'heures (BT) à 3000 heures (HTB). Si la part énergie n'est pas différenciée en fonction des périodes générant ou non des coûts de réseau, le tarif ne reflète qu'imparfaitement la structure réelle des coûts de réseau. Les économies réalisées par les autoconsommateurs seraient alors supérieures à leur impact réel sur le réseau. Le manque à gagner pour les gestionnaires de réseau devrait être reporté sur les non-autoconsommateurs.

Si ce problème est pour l'instant marginal (~0,04% d'autoconsommateurs en France), il se posera avec plus d'acuité avec la baisse des coûts des installations PV individuelles. [\[cf. monographie n°8 sur le consommateur dans la transition énergétique\].](#)

3) Les modèles d'intermédiation pourraient se révéler peu compétitifs par rapport au modèle de fournisseur traditionnel, même dans l'hypothèse d'une baisse de leurs coûts d'approvisionnement

Il est difficile pour des plateformes aujourd'hui de s'engager sur un équilibrage complet de la demande de leurs clients : la taille de leurs portefeuilles amont et aval est encore réduite et elles ne bénéficient pas à plein d'effet de foisonnement, en l'absence d'actifs renouvelables dispatchables. Leur seul recours est d'équilibrer leurs portefeuilles sur le marché et, le cas échéant, de compenser l'énergie grise par des achats de certificats d'origine (voir Figure 3).

Face à des fournisseurs traditionnels (ou à leur évolution attendue), leur développement pourrait être handicapé par la fragilité de la promesse client – dans le modèle d'équilibrage évoqué ci-dessus – et en raison de fondamentaux défavorables. La taille du portefeuille est importante pour bénéficier d'effet d'échelle, il faut disposer d'actifs dispatchable, il faut gérer la demande client dans le cadre de contrats de performance ou installer et piloter des systèmes de batteries on-site –ce qui ne fait pas partie de leur offre sauf pour certaines d'entre elles, telles que Sonnen⁷. L'entreprise propose la SonnenCommunity à

⁵ Contribution au Service Public de l'Electricité

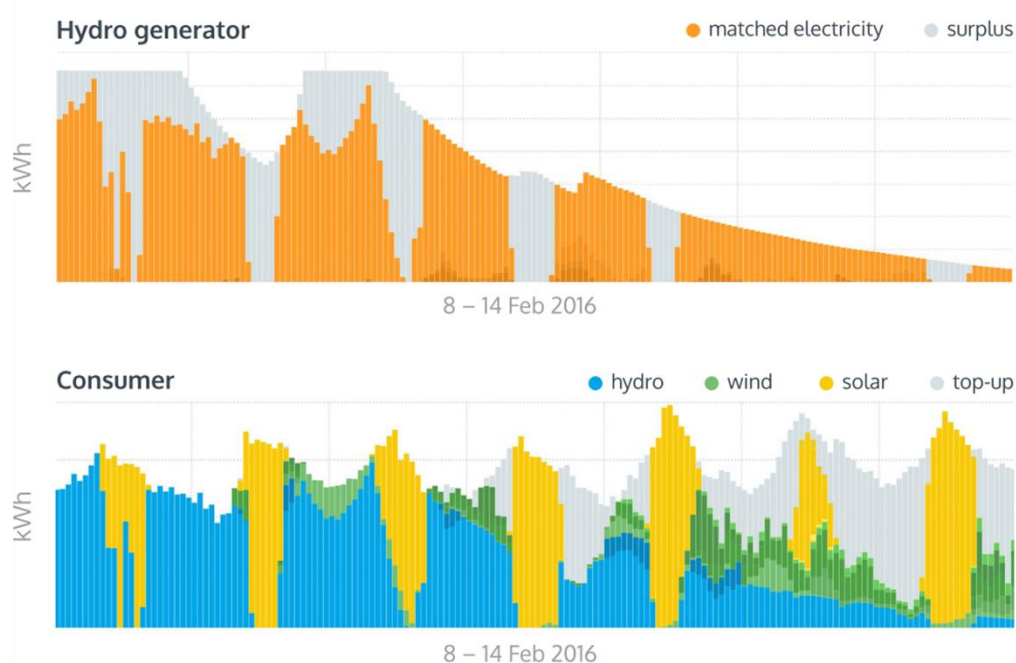
⁶ Exemption complète pour les systèmes résidentiels 10 kWp

⁷ Cette entreprise est présentée de façon détaillée dans la monographie n°4 sur les métiers de la fourniture et des services

ses clients : une plateforme d'échange entre consommateurs, sans marquage au temps réel mais dont les actifs de stockage permettent de pallier en partie l'intermittence des énergies renouvelables.

Ces plateformes pourraient être confrontées à un autre risque : la majorité des actifs de production renouvelable pourraient se révéler inaccessibles soit parce qu'ils seront dans le giron de fournisseurs traditionnels (pour les actifs de grande taille), soit parce qu'ils feront l'objet d'un PPA, soit parce qu'ils seront développés dans des schémas d'auto-consommation.

Figure 3 : correspondance entre production et consommation pour un client de Pico⁸



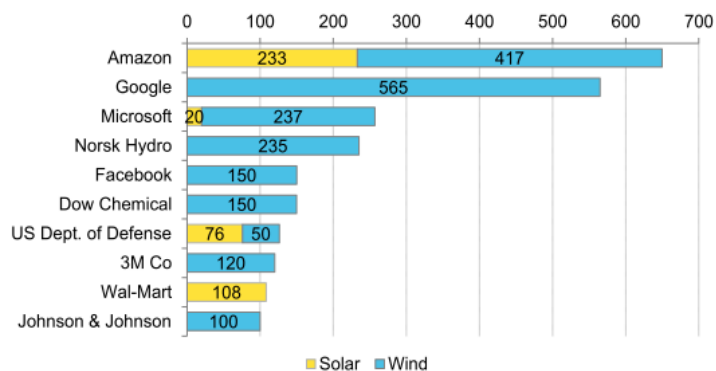
Source : Open Utility – 2016 – « A Glimpse into the future of Britain's energy economy »

4) A l'échelle des grandes entreprises, le développement des *corporate PPA* reste principalement porté par les très grandes entreprises, souvent pour des raisons d'image plus que de rationnel économique

Les PPA sont signés par de très grandes entreprises : en 2016, les 10 premiers contractants de PPA représentaient ~60% de la capacité mondiale contractualisée à travers des PPA, les trois acteurs leaders étant Amazon, Google et Microsoft (voir Figure 4). Ces mécanismes contractuels sont plus difficilement accessibles pour des entreprises de taille moyenne en raison de leur complexité de mise en œuvre et des volumes nécessaires pour amortir les frais de mise en œuvre.

⁸ Pico est une plateforme d'échange d'énergie lancée par Open Utility au Royaume-Uni. La plateforme propose aux entreprises un sourcing local et renouvelable en temps réel en fonctionnant en lien avec un fournisseur : Pico prend en charge l'interface client et la correspondance entre production et consommation selon les préférences du client, le fournisseur Good Energy se charge des contrats, des données de compteur, de la facturation et de l'équilibrage

Figure 4 : Liste des 10 principaux acteurs ayant contractualisé des PPA en 2016 [MW]



Source: Bloomberg New Energy Finance. Note: These figures are subject to change and update as more information is made available.

D'un point de vue économique, les PPA permettent aux entreprises de réduire leur exposition à la volatilité des prix de l'électricité et de garantir une visibilité sur les factures énergétiques, mais entraînent un surcoût par rapport au prix de marché. Par exemple aux Etats-Unis, le NREL publie des LCOE de 48 \$/MWh pour l'éolien et ~59 \$/MWh pour le PV⁹ par rapport à un prix moyen de marché de ~27 \$/MWh sur la zone ERCOT et ~35 \$/MWh chez PJM en 2017¹⁰ (aux Etats-Unis, ce surcoût est néanmoins atténué car le *tax credit* vient réduire le coût de production de l'ordre de ~10 \$/MWh¹¹).

Au-delà de la visibilité et de la couverture contre la volatilité des prix, la motivation principale pour la contractualisation des PPA est l'atteinte d'objectifs de développement durable, liés à l'empreinte carbone et à l'image auprès du public. Cela est illustré par l'initiative RE100 qui rassemble des entreprises qui s'engagent à atteindre 100% de fourniture d'électricité renouvelable. Cette initiative rassemble par exemple Google, Facebook, Apple ou encore Microsoft [cf. monographie n°8 sur le consommateur dans la transition énergétique].

⁹ EIA – 2018 – “Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation”

¹⁰ EIA, Wholesale Electricity and Natural Gas Market Data

¹¹ EIA – 2018 – “Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation”

IV. Annexes

1) Glossaire

- **ENR** : énergie renouvelable
- **GAFA** : Google, Apple, Facebook, Amazon
- **PPA** : Power Purchase Agreement
- **Peer-to-peer** : un échange direct bidirectionnel entre deux acteurs, en l'occurrence un consommateur et un producteur
- **PV** : Photovoltaïque
- **Smart Contracts** : Protocole transparent, connu des deux parties (généralement public) qui exécute automatiquement une transaction dès que les conditions prédéfinies sont satisfaites : échange de jetons, de crypto -monnaie, d'énergie, etc. Il n'y a donc pas d'implication d'intermédiaires traditionnels tels qu'une banque ou un notaire. Une fois le contrat exécuté, ce bloc est ajouté aux transactions déjà enregistrées dans le réseau blockchain (Ethereum par exemple) et est ainsi archivé et infalsifiable.

2) Liste des figures

- Figure 1 : Développement de l'autoconsommation individuelle résidentielle en France selon les scénarios du BP RTE 2017 6
- Figure 2 : Développement des corporate PPAs dans le monde et en Europe entre 2008 et 2016 8
- Figure 3 : correspondance entre production et consommation pour un client de Piclo 10
- Figure 4 : Liste des 10 principaux acteurs ayant contractualisé des PPA en 2016 [MW]..... 11

3) Bibliographie

E-CUBE Strategy Consultants – 2017 – « E-can.ch, Powerpeers, Grid+ Blockchain : Ces nouveaux modèles qui veulent rapprocher consommateur et producteur d'électricité »

E-CUBE Strategy Consultants – 2017 – « Autoconsommation collective et blockchain - Perspectives sur deux phénomènes émergents et liés »

BNEF - 2016 – « Corporate Renewable Energy Procurement Monthly December »

RTE – 2017 – « Bilan Prévisionnel de l'équilibre offre demande »

EIA – 2018 – « Levelized Cost and Levelized Avoided Cost of New Generation »

Lazard – 2017 – « Lazard's levelized cost of energy analysis — version 11.0 »

Open Utility – 2016 – « A Glimpse into the future of Britain's energy economy »