



Janvier
2025

LES AVIS DE L'ADEME

Autoconsommation individuelle d'origine photovoltaïque

À retenir	2
Contexte et enjeux.....	4
Le développement plus important de l'autoconsommation est une opportunité pour la France	4
Focus : les kits photovoltaïques « Plug & Play ».....	5
Pour l'autoconsommateur, c'est également une opportunité économique	6
Deux approches possibles de l'autoconsommateur : autoconsommation totale ou autoconsommation avec vente plus.....	7
Focus : stockage par batterie stationnaire et stockage virtuel	8
Pour en savoir plus.....	9

Autoconsommation individuelle d'origine photovoltaïque

A retenir

Le marché de l'autoconsommation individuelle photovoltaïque connaît un essor très important ces dernières années (croissance de 54% du nombre d'installations entre 2023 et 2024¹) et participe ainsi à l'accélération du déploiement de l'énergie solaire en France. **Le développement de l'autoconsommation présente de réels bénéfices pour la collectivité et les consommateurs.**

- Pour la collectivité, elle contribue à l'atteinte des objectifs de développement des énergies renouvelables et du photovoltaïque en toiture en particulier, limitant ainsi le besoin de foncier et les conflits d'usage du sol.
- Pour les consommateurs (particuliers, collectivités et entreprises), elle permet de maîtriser l'origine d'une partie de sa consommation d'électricité, ainsi que de réduire et de sécuriser une partie de sa facture. En effet, pour les particuliers sur l'année 2024¹, le coût de production du solaire photovoltaïque d'une installation de 3 à 9 kWc est de l'ordre de 13 à 19 centimes d'euros par kWh, alors que le prix du kWh acheté via une offre de fourniture classique avoisine aujourd'hui 25 c€/kWh².
- C'est aussi un investissement propice à la mise en œuvre d'autres actions en faveur de la transition énergétique reposant sur la conversion d'usages à l'électricité, comme le passage à la mobilité électrique et aux pompes à chaleur.

Ces bénéfices ainsi que la rentabilité d'une installation en toiture reposent sur le **dimensionnement de l'installation photovoltaïque de manière à maximiser la puissance installée dans des orientations favorables (Sud, Est, Ouest), tout en cherchant à synchroniser au mieux les consommations d'électricité du site avec les moments de production de l'installation solaire.**

Les secteurs d'activités dont les consommations d'électricité sont principalement diurnes (tertiaire, agriculture, industrie) sont ainsi les plus favorables. Ces bâtiments, s'ils sont neufs et de surface d'emprise au sol supérieure à 500 m² sont d'ailleurs soumis à l'obligation de solarisation – obligation qui sera étendue aux bâtiments existants dès 2028. De plus, pour les bâtiments tertiaires de 1000 m² d'emprise au sol ou plus, neufs ou existants, le « décret tertiaire » impose de réduire la consommation d'énergie finale du bâtiment d'au moins 40% d'ici à 2030 par rapport à une année de référence. L'autoconsommation pourra contribuer à l'atteinte de ces objectifs, car l'électricité autoconsommée est assimilée, pour l'application du décret tertiaire, à une réduction de la consommation d'électricité habituellement issue du réseau.

Pour le secteur résidentiel, dont la consommation est moins bien synchronisée avec la production de l'installation solaire, l'autoconsommation y est pertinente notamment si les **usages les plus consommateurs sont déplacés pendant les heures d'ensoleillement**, comme la charge d'un véhicule électrique, la climatisation ou encore la production et le stockage d'eau chaude sanitaire dans les ballons d'eau chaude électriques. Pour les logements neufs, la mise en place de nouvelles dispositions réglementaires permettrait de déployer le photovoltaïque en optimisant les coûts d'investissement grâce à la substitution de certains équipements de couverture (tuiles, étanchéité...) par des modules solaires, ce qui faciliterait l'atteinte des objectifs de déploiement des énergies renouvelables tout en limitant les surcoûts par rapport aux travaux sur une couverture classique.

Afin de maximiser la consommation de la production photovoltaïque, il peut être tentant de recourir à du stockage par batterie stationnaire. L'ADEME préconise de rester prudent sur ce choix, leur pertinence environnementale pour maximiser l'autoconsommation pouvant être questionnée, notamment en raison des besoins en ressources minérales et métalliques nécessaires à leur fabrication. Le déploiement des véhicules électriques adossé à un pilotage intelligent de la recharge devrait contribuer à cette maximisation : en effet, ceux-ci possèdent des batteries « embarquées », dont la recharge pourra être effectuée lors des heures de production photovoltaïque, sans nécessiter de batteries additionnelles.

¹ Modélisations réalisées par l'ADEME pour l'année 2024

² Tarif réglementé de vente d'électricité en 2024

Le développement des flexibilités de la consommation d'électricité est un levier indispensable pour limiter les surplus d'électricité injectés ainsi que les tensions sur le réseau de distribution accrues par l'électrification des usages.

Les kits PV « Plug & Play » arrivés récemment sur le marché et disponibles en vente directe aux particuliers sont intéressants par leur coût et leur simplicité d'installation, bien que leur utilisation ne concerne que de faibles volumes en puissance. Ces solutions étant mises en œuvre sans l'intervention d'un électricien, l'ADEME recommande de **respecter scrupuleusement les consignes d'installation et de branchement** fournies par les fabricants et rappelle que leur déclaration est nécessaire auprès du gestionnaire de réseau, de l'assurance et de la mairie pour certaines installations.

Contexte et enjeux

L'énergie photovoltaïque est aujourd'hui une filière de production d'électricité renouvelable en plein essor qui présente de nombreux avantages. Elle est rapidement déployable à grande échelle et ses différentes technologies permettent de l'installer de manière variée sur divers types de terrains et de surfaces. A la mi-année de 2024, la puissance totale raccordée du parc solaire photovoltaïque atteint 22,2 GW. Une accélération notable est constatée depuis 2021, passant d'une moyenne d'1 GW/an avant 2021 à environ 2,5 GW/an entre 2021 et 2023ⁱⁱ. Toutes installations confondues, la production d'électricité d'origine solaire photovoltaïque a représenté 4,9 % de la consommation électrique française en 2023ⁱⁱⁱ.

En cohérence avec le développement global de la filière, l'autoconsommation photovoltaïque individuelle est également en plein essor ces dernières années. A la fin de l'année 2024, 63 % des installations photovoltaïques de France métropolitaine, représentant 18 % de la puissance photovoltaïque installée, réalisent de l'autoconsommation partielle ou totale de l'électricité produite.³ Ce développement de l'autoconsommation individuelle s'accélère. La puissance installée en autoconsommation totale ou partielle a ainsi augmenté de 72 % entre la fin d'année 2023 et la fin d'année 2024.

Mature technologiquement et compétitive économiquement, l'énergie photovoltaïque est amenée à jouer un rôle déterminant dans le mix électrique en France dans les années à venir. Ce rôle est conforté par les exercices de planification énergétique successifs. La PPE2 a fixé un objectif de déploiement de 20,1 GW raccordés en 2023 et une accélération pour atteindre entre 35,1 et 44 GW en 2028 soit entre 3 et 5 GW/an. La version en consultation de la PPE3⁴ fixe des objectifs de déploiement entre 75 et 100 GW d'ici 2035 nécessitant des déploiements annuels compris entre 5 et 8 GW/an.

Pour atteindre ces objectifs de déploiement, un cadre réglementaire favorable a été mis en place. La loi APER impose désormais à une grande partie des bâtiments à usages industriels et tertiaires neufs de plus de 500 m² d'emprise au sol de solariser ou végétaliser au minimum 30% de leur toiture – pourcentage qui sera porté à 40% en 2026 et 50% en 2027.^{iv} ^v De même, les bâtiments existants seront concernés à partir de 2028⁵. La loi APER a également introduit des **obligations de solarisation pour l'ensemble des parcs de stationnement existants de surface supérieure à 1500 m²**, sur 50% de leur surface au minimum, et ce à partir de juillet 2028. Pour les bâtiments tertiaires de 1000 m² d'emprise au sol ou plus, neufs ou existants, le « décret tertiaire » impose de plus de réduire la consommation d'énergie finale du bâtiment d'au moins 40% d'ici à 2030⁶ par rapport à une année de référence. L'autoconsommation pourra contribuer à l'atteinte de ces objectifs, car l'électricité autoconsommée est assimilée, pour l'application du décret tertiaire, à une réduction de la consommation d'électricité habituellement issue du réseau⁷. De la même manière, depuis 2021, l'installation de panneaux photovoltaïques **en autoconsommation** permet aux bâtiments résidentiels et tertiaires d'améliorer leur diagnostic de performance énergétique (DPE).

Le développement plus important de l'autoconsommation est une opportunité pour la France

L'augmentation importante de l'autoconsommation individuelle d'origine photovoltaïque constatée depuis 2019 a été particulièrement forte entre 2022 et 2024 (passage de 240 000 installations pour 1,13 GW fin 2022 à 677 000 installations pour 3,8 GW fin 2024^{vi}). Ainsi, entre fin 2023 et fin 2024, le nombre d'installations a augmenté de 54%, soit une hausse de plus de 70% de la puissance installée.

Cette dynamique est confortée par les résultats de l'enquête annuelle réalisée par l'ADEME^{vii} concernant l'attitude des Français à l'égard de l'énergie qui montre qu'en **2023, 67% des Français s'intéressent à produire et autoconsommer de l'électricité d'origine photovoltaïque même si elle coûte un peu plus cher**. Ce niveau élevé d'intérêt pour ce mode de production est relativement stable depuis 2016 (variations entre 61% et 69%). La stabilité constatée des coûts de production de l'électricité d'origine photovoltaïque (entre 13 et 20 centimes d'euros par kWh produit en autoconsommation en moyenne en France métropolitaine sur la période 2018-2022^{viii}) et de **fortes variations des tarifs de l'électricité qui ont impacté le quotidien des Français** semblent pouvoir maintenir un développement rapide

³ Sur le périmètre exploité par Enedis

⁴ A date de décembre 2024

⁵ Les pourcentages de toiture à couvrir pour les bâtiments existants restent à définir par voie réglementaire.

⁶ Objectif porté à 50% en 2040 et 60% en 2050.

⁷ Il ne s'agit pas d'une économie d'énergie à proprement parler : la mise en œuvre d'actions de sobriété ou d'efficacité énergétique reste nécessaire pour réaliser de réelles économies d'énergie.

pour cette filière. Par ailleurs, le fort développement attendu des **nouveaux usages de l'électricité** (recharge de véhicules électriques, processus industriels, climatisation...), dont certains **peuvent être déplacés en journée**, encourage d'ores et déjà le développement d'installations en autoconsommation individuelle. De plus, l'opportunité d'autoconsommer l'électricité produite localement semble avoir le potentiel de transformer les habitudes des consommateurs⁸.

L'ADEME recommande l'installation des panneaux sur les toitures ou espaces déjà artificialisés. L'autoconsommation individuelle est un bon moyen d'accélérer l'installation des équipements solaires sur bâtiment (dont le potentiel théorique maximal est supérieur à une centaine de GW à l'échelle nationale^{ix}) **limitant de ce fait l'artificialisation des sols et les impacts inhérents aux infrastructures dans les espaces naturels** (biodiversité, paysages...). Chaque collectivité peut estimer en seulement quelques étapes une liste de sites potentiellement solarisables, en croisant les données de bâtiments et emplacements appartenant à la collectivité avec des données techniques (orientation, surface disponible) dont une première estimation peut être visualisée en ligne gratuitement sur des sites de visualisation cartographique. Cette première estimation devra ensuite être complétée par des études plus détaillées prenant en compte le raccordement électrique, la couverture en toiture ou encore la structure du bâtiment. Un **manuel de l'ADEME à destination des collectivités** est disponible en ligne pour accompagner les collectivités qui souhaiteraient identifier le potentiel solaire de leur patrimoine dans le but de monter un projet d'installation photovoltaïque^x.

Afin de renforcer les obligations concernant les bâtiments, des dispositions réglementaires concernant les logements neufs permettraient de déployer le photovoltaïque en concevant, dès la conception, des bâtiments propices à l'installation de panneaux photovoltaïques : structure permettant de supporter les panneaux, orientation et inclinaison de la toiture adéquates, optimisation des coûts d'investissement grâce à la substitution de certains équipements de couverture par des modules solaires (tuiles, étanchéité...), mutualisation des coûts des travaux... En considérant un volume de 350 000 logements neufs construits par an (moyenne de la construction entre 2015 et 2024)^{xi} et la mise en œuvre d'installations photovoltaïques de 3 kWc en moyenne par logement (15 m² de modules) une puissance installée d'1 GWc/an pourrait ainsi être mise en œuvre concourant de manière non négligeable aux objectifs de déploiement. Pour les bâtiments existants, moins bien isolés, il est important d'envisager conjointement l'installation de panneaux photovoltaïques et l'isolation de la toiture, afin que l'installation de panneaux ne vienne pas freiner ou empêcher de futurs travaux d'isolation de la toiture.

Focus : les kits photovoltaïques « Plug & Play »

Les **kits photovoltaïques « Plug & Play »** sont une des solutions d'autoconsommation individuelle à la portée des particuliers. De puissance limitée⁹, leur fonction est de couvrir en journée une partie des consommations permanentes de la maison (consommation VMC, réfrigérateur, congélateur, box internet, chauffage de l'eau, PAC...). Particulièrement simples à mettre en œuvre, se branchant directement à une prise électrique, accessibles dans plusieurs enseignes de la grande distribution ou commercialisés en ligne et bénéficiant de démarches administratives simplifiées, ils sont un moyen simple d'auto-apprentissage de l'autoconsommation individuelle de l'énergie solaire photovoltaïque¹⁰. Cette simplicité de mise en œuvre nécessite toutefois une attention particulière concernant la qualité de l'installation (notamment sur toiture) et la sécurité électrique. Les règles de sécurité de l'installation des panneaux et du circuit sur lequel est branché un kit doivent être respectées. En cas de doute sur l'état de l'installation électrique existante, l'avis d'un électricien professionnel peut être nécessaire. **Le guide SER-ENERPLAN sur les kits « Plug & Play » fournit des préconisations précieuses de sécurité** aux fabricants et distributeurs de ces kits^{xii}. En effet, les particuliers ne faisant pas appel à un électricien pour l'installation doivent impérativement disposer de solutions sûres, et respecter scrupuleusement les consignes des fabricants et distributeurs, qui sont édictées sous leur responsabilité.

L'installation de ces kits nécessite comme pour toute installation photovoltaïque d'être déclarée (gratuitement) auprès du gestionnaire de réseau, de l'assurance du logement, et de la mairie pour certaines installations. La responsabilité civile et/ou pénale du producteur détenteur d'un kit « Plug & Play » pourrait être engagée en cas de dommages matériels ou corporels à la suite du dysfonctionnement d'une installation non déclarée.

⁸ La mise en place d'autoconsommation peut en effet entraîner des décalages et/ou une diminution de la consommation d'électricité, mais aussi potentiellement un « effet rebond », c'est-à-dire une hausse de la consommation totale d'électricité du consommateur. Cet « effet rebond » peut être dû à des consommations en faveur de l'électrification des usages (véhicules électriques, PAC), mais aussi à l'apparition de nouvelles consommations énergivores souvent expliquées par le fait que l'électricité autoconsommée est perçue comme « gratuite ».

⁹ Un à deux panneaux, représentant 400 à 900 Wc.

¹⁰ Le développement de panneaux « Plug & Play » ne peut cependant pas se substituer au développement d'installations en toiture de puissances supérieures (3 à 9 kWc) dans les logements individuels, qui participent de manière conséquente aux objectifs de développement du photovoltaïque en France.

Pour l'autoconsommateur, c'est également une opportunité économique

Plusieurs dispositifs de soutien à l'autoconsommation existent.

D'une part, il est possible de cumuler une **prime à l'investissement** pour les installations de puissance inférieure à 100 kWc (prime dégressive et variable selon la puissance), avec l'**obligation d'achat du surplus**, pour toutes les installations de puissance inférieure à 500 kWc implantées sur bâtiment¹¹. Ce dernier permet de vendre la part non autoconsommée de la production de l'installation photovoltaïque à un prix fixé par la loi et garanti pour une durée de 20 ans. En particulier, depuis mi-2024 pour le secteur résidentiel¹², à surface installée équivalente et donc à production électrique équivalente, **le tarif de rémunération via l'obligation d'achat de l'électricité en surplus des projets d'autoconsommation individuelle est devenu plus élevé que celui des projets injectant l'intégralité de l'électricité produite**, ce qui contribue à rendre l'autoconsommation avec vente des surplus plus attractive que la vente en totalité. Il s'agit toutefois d'un constat à la fin de l'année 2024, qui n'exclut pas qu'une prochaine réforme vienne rééquilibrer voire inverser cette tendance.

D'autre part, il est également possible de bénéficier d'aides publiques locales, régionales, nationales ou de l'Union Européenne. Toutefois, le cumul de ces aides avec l'obligation d'achat et la prime à l'investissement est interdit.

L'autoconsommation permet de surcroît de réduire ses factures d'électricité. En effet, la partie de l'électricité autoconsommée a un coût de revient inférieur à celle achetée à un fournisseur d'électricité, notamment du fait de l'absence de taxes (accise sur l'électricité et TVA, car l'électricité autoconsommée n'est pas achetée) et de TURPE (Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Electricité, qui permet de financer le transport et la distribution d'électricité en France), car l'électricité autoconsommée ne transite pas par le réseau public. Ainsi, pour les installations en toiture de puissance allant de 3 à 9 kWc déployées principalement chez les particuliers, le coût de revient de l'électricité autoconsommée varie entre 13 et 18 c€/kWh¹³ (subventions comprises), et est donc bien inférieur au tarif réglementé de vente d'électricité qui avoisine les 25 c€/kWh¹⁴. De plus, certaines **installations de 3 kWc autoconstruites sans soutien public** (c'est-à-dire sans prime à l'investissement et sans tarif d'obligation d'achat) permettent de produire de l'électricité à un coût de revient particulièrement intéressant – entre 9 c€/kWh et 11 c€/kWh – grâce aux économies réalisées sur la main d'œuvre. Ce cas de figure impose en revanche une implication plus importante du particulier dans les travaux d'installation des panneaux et l'obtention des attestations de conformité électrique.

Pour les **installations de plus grande puissance (36 kWc, 100 kWc, 250 kWc)**, des économies peuvent également être réalisées, par rapport à un approvisionnement en électricité provenant uniquement du réseau. Ainsi, pour des installations dans le Sud de la France, le coût de revient de l'électricité autoconsommée avoisine les 14 c€/kWh pour des installations de 36 kWc, 12 c€/kWh pour des installations de 100 kWc et 11 c€/kWh pour des installations de 250 kWc. L'ADEME recommande toutefois de mener des études de faisabilité au préalable, car le coût de revient de l'électricité autoconsommée peut varier en fonction de la puissance installée, de la localisation de l'installation et de sa durée de vie. Dans des zones ensoleillées telles que le Sud de la France, les économies réalisées par rapport à une fourniture d'électricité entièrement issue du réseau peuvent aller jusqu'à 4 c€/kWh¹⁵, ce qui peut s'avérer conséquent pour des profils fortement consommateurs. En particulier, certains secteurs d'activités ou types d'usages, tels que la production de froid, sont particulièrement pertinents pour la mise en place d'autoconsommation. Il en va de même pour l'industrie : l'électrification des processus industriels en lien avec les objectifs de décarbonation permettra la mise en place de nouveaux usages flexibles de l'électricité qui pourront tirer parti de la consommation ou de l'autoconsommation d'électricité photovoltaïque.

Si dans certaines configurations, les économies permises pour des installations de puissances plus élevées se révèlent moins importantes (dans le Nord de la France par exemple), l'autoconsommation reste néanmoins un des leviers permettant d'atteindre les objectifs réglementaires du « décret tertiaire », et pourra également être mise en œuvre pour répondre aux obligations de solarisation des bâtiments et des parcs de stationnement extérieurs introduites par la loi APER, comme détaillé dans la partie « Contexte et enjeux ».

Enfin, l'autoconsommation individuelle permet d'avoir de la visibilité sur la durée. La part d'électricité autoconsommée a un coût prévisible et indépendant des variations du prix de l'électricité. Il en va de même pour la part d'électricité qui n'est pas autoconsommée et qui peut être vendue à prix garanti sur 20 ans via le mécanisme d'obligation d'achat, comme expliqué plus haut. De plus, l'investissement initial réalisé par l'autoconsommateur est amorti sur la durée de vie de l'installation. Afin d'être rentable plus rapidement, **l'ADEME recommande aux autoconsommateurs de déplacer le plus possible leurs consommations d'électricité** (ballon d'eau chaude électrique,

¹¹ Pour bénéficier du tarif d'achat du surplus, l'installateur doit obligatoirement être qualifié ou certifié (voir dans les « ressources pour passer à l'action » à la fin du document). A noter par conséquent que les installations sous forme de kit ne sont pas éligibles à ce mécanisme de soutien.

¹² Installations de puissances inférieures à 9 kWc.

¹³ Valeurs des tarifs d'achat et primes à l'investissement prises à date de décembre 2024 (S21)

¹⁴ Tarif réglementé de vente d'électricité en 2024

¹⁵ Par rapport à des tarifs utilisés par l'ADEME dans ses modélisations économiques en 2024.

lave-vaisselle, machine à laver, recharge de véhicule électrique...) **lors des périodes de production solaire, afin d'autoconsommer le plus possible leur propre production.** Par exemple, autoconsommer 45% de sa production au lieu de 25% permet à une installation résidentielle de 3 ou 9 kWc d'être rentable en moyenne 5 ans plus tôt¹⁶; implantée dans le Sud de la France, elle est rentabilisée au bout de 14 ans¹⁷, pour une durée de vie de 25 ans en moyenne.

Pour des puissances installées plus élevées, autoconsommer 75% de sa production au lieu de 55% permet à des installations de 36 kWc ou 100 kWc d'être rentabilisées en 15 ans au lieu de 20 ans, et à des installations de 250 kWc d'être rentabilisées en 15 ans au lieu de 17 ans.

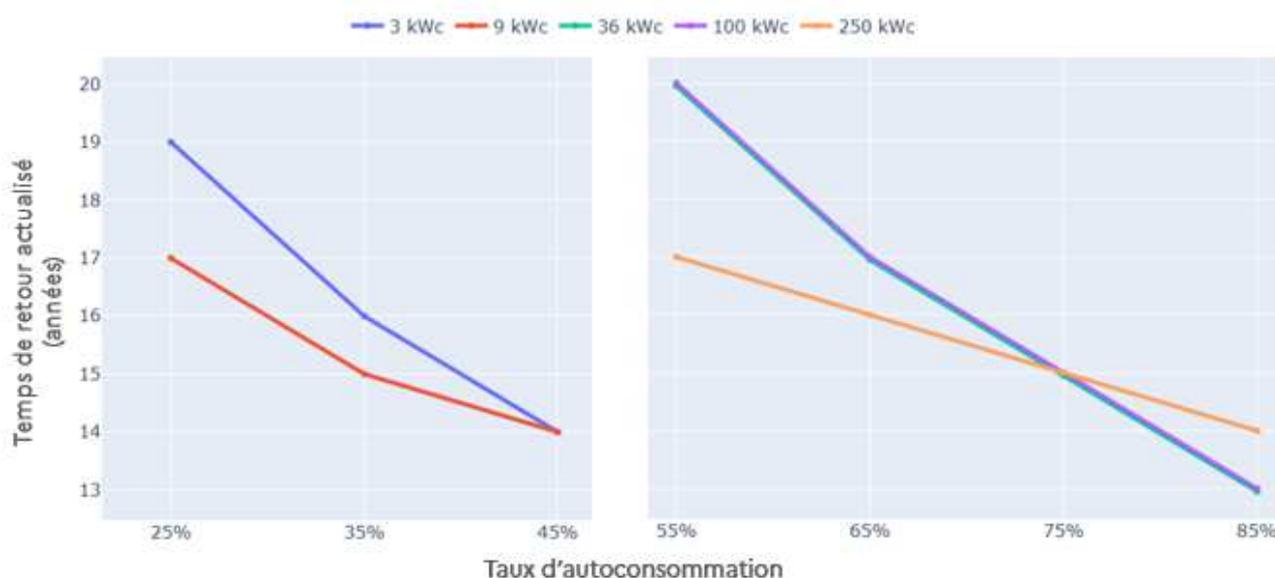


Figure 1 - Evolution du temps de retour actualisé en fonction du taux d'autoconsommation de l'installation, pour différentes puissances installées, dans le Sud de la France. On note que plus le taux d'autoconsommation augmente, plus l'installation est rentable rapidement.

Enfin, pour les installations de puissance inférieure à 100 kWc, **l'autoconsommation doit être privilégiée par rapport à la vente en totalité, qui ne permet plus de rentabiliser son installation** depuis la baisse des tarifs d'obligation d'achat en 2024 décrite ci-dessus. Quant aux installations de puissance supérieure à 100 kWc, la rentabilité du modèle de vente en totalité n'est pas non plus garantie et doit faire l'objet d'études précises prenant en compte la localisation, la puissance et la durée de vie de l'installation.

Deux approches possibles de l'autoconsommateur : autoconsommation totale ou autoconsommation avec vente du surplus

Plusieurs choix se présentent au moment de la conception d'une opération d'autoconsommation individuelle entre d'un côté, l'autoconsommation totale impliquant de réduire les surfaces des installations et de l'autre, la maximisation des surfaces disponibles sur le bâtiment impliquant d'injecter le surplus d'électricité non autoconsommé sur le réseau électrique. Les incidences techniques et économiques de ces choix sont différentes.

Le choix de l'autoconsommation totale correspond à des installations de plus petites tailles, ajustées au profil de consommation ou a minima dimensionnées pour couvrir une partie des consommations permanentes du bâtiment (c'est par exemple le cas des kits PV « Plug & Play »). Une installation de 0,8 kWc de type « Plug & Play » est rentabilisée en 4 à 5 ans¹⁸ et permet d'économiser entre 17 et 19 c€/kWh par rapport à de l'électricité achetée à un fournisseur classique, **à condition de consommer à 100% l'électricité produite.** Cependant, **la baisse de facture d'électricité peut être marginale**, car la production d'un kit ne permet de couvrir qu'une petite partie des consommations du bâtiment. Ce type d'installation pourra être privilégié pour les bâtiments dont les consommations peuvent être déplacées en

¹⁶ Les temps de retour exprimés ici prennent tous en compte un taux d'actualisation, qui permet de tenir compte de la valeur « temporelle » de l'argent : l'argent reçu aujourd'hui a plus de valeur que l'argent reçu dans le futur, en raison de l'inflation, des taux d'intérêt et d'autres facteurs économiques.

¹⁷ Pour un taux d'autoconsommation de 45%

¹⁸ Temps de retour actualisé, cf. note de bas de page ci-dessus.

journée (climatisation, PAC réversibles, VE...) et pour les zones où le réseau électrique est contraint en capacité d'injection (zone rurale disposant de peu de consommation et/ou avec une présence importante de moyens de production d'électricité raccordés).

Le choix de l'utilisation maximale de la surface disponible de toiture correspond à des installations de plus grandes tailles et **implique qu'une part plus ou moins importante de l'électricité produite sera injectée sur le réseau**. Les économies sur la facture d'électricité (rendues possibles par l'électricité non achetée au fournisseur et les revenus permis par la vente des surplus) pourront être conséquentes mais le temps de retour sur investissement sera plus long, comme décrit dans la partie précédente. Cette option concourt plus efficacement à l'atteinte des objectifs français de déploiement d'énergies renouvelables et pourra être privilégiée dans les zones où le réseau électrique est non contraint (zones urbaines, zones industrielles en développement...)].

La pose de panneaux solaires en toiture sur plusieurs orientations simultanément (Sud, Est et Ouest) peut contribuer à favoriser l'autoconsommation tout en maximisant la puissance installée. En effet, la diversité des orientations des panneaux engendre une diminution de l'ordre de 10% du productible¹⁹ de l'installation par rapport à une orientation plein Sud, mais permet en contrepartie d'étaler les heures de production solaire sur la journée. Cet étalement conduit à une hausse du taux d'autoconsommation de l'ordre de 6%²⁰, car une installation Sud-Est-Ouest produit plus tôt le matin et plus tard le soir, permettant ainsi de mieux répondre aux besoins des consommateurs résidentiels.

Certaines typologies de consommateurs permettent de combiner autoconsommation totale et maximisation de la puissance installée : notamment les consommateurs professionnels ayant de fortes consommations diurnes et estivales, telles que celles d'un supermarché ou d'un entrepôt frigorifique.

Focus : stockage par batterie stationnaire et stockage virtuel

Afin de maximiser la consommation de la production photovoltaïque il peut être tentant de recourir à du **stockage par batterie stationnaire**²¹. L'ADEME préconise de rester prudent sur ce choix, la pertinence environnementale de cette maximisation de l'autoconsommation pouvant être questionnée, car ces batteries ont des impacts environnementaux non négligeables, par exemple sur les ressources minérales et métalliques (lithium et graphite notamment) nécessaires à leur fabrication. Le déploiement des véhicules électriques adossé à un pilotage intelligent de la recharge pourra contribuer à cette maximisation : en effet, les véhicules électriques possèdent des batteries « embarquées », dont la recharge pourra être placée lors des heures de production photovoltaïque et ainsi maximiser son utilisation, sans nécessiter de batteries additionnelles.

Le stockage par batterie stationnaire ne doit pas être confondu avec l'appellation commerciale de « stockage virtuel » proposée par certains acteurs économiques. Dans le cas du « stockage virtuel », l'électricité en surplus n'est pas stockée dans une batterie : elle est envoyée sur le réseau d'électricité. Ce surplus est comptabilisé comme un « crédit », qui pourra être utilisé plus tard, pour consommer de l'électricité issue du réseau à un autre moment (typiquement quand le panneau photovoltaïque ne produit pas). **Il ne s'agit donc pas de « stockage » à proprement parler.** Ces offres de « stockage virtuel » permettent certes de s'affranchir du coût financier et de l'impact environnemental d'une batterie physique, mais entraînent automatiquement la perte de plusieurs subventions (prime à l'autoconsommation, obligation d'achat), l'apparition de nouveaux coûts (taxes, forfait d'abonnement selon la quantité d'électricité « stockée » virtuellement, frais supplémentaires...) et peuvent obliger à changer de fournisseur afin de pouvoir souscrire à une offre. Leur intérêt économique pour le consommateur n'est donc pas garanti et reste à analyser au cas par cas.

Plutôt que d'installer des batteries – stationnaires ou virtuelles – **ce sont les pratiques de flexibilité telles que le décalage des consommations d'électricité qui doivent être priorisées**, car plus compétitives d'un point de vue économique et avec un impact environnemental moindre. A titre d'exemple, la recharge d'un véhicule électrique grâce à la production solaire d'une installation de 3 kWc sur une journée permet de parcourir environ 70 km²², et ce sans avoir à recourir à de l'électricité supplémentaire issue du réseau.

Le développement des flexibilités de la consommation d'électricité est un levier indispensable pour limiter les surplus d'électricité injectés ainsi que les tensions sur le réseau de distribution accrues par l'électrification des usages.

¹⁹ C'est-à-dire la quantité d'électricité que devrait théoriquement produire l'installation

²⁰ Par rapport à un taux d'autoconsommation de référence de 35%.

²¹ On parle de batterie stationnaire par opposition aux batteries embarquées (par exemple : véhicules électriques)

²² Sur la base d'une autonomie de 15 kWh/100 km et d'une production solaire de 10 kWh/jour pour une installation de 3 kWc.

POUR EN SAVOIR PLUS

- Le **centre de ressources d'Hespul** : <https://www.photovoltaique.info/fr/>
- Les conseillers de l'**Agences Locales Energie Climat** (ALEC) présente sur votre territoire pourront vous accompagner dans la mise en œuvre de projets d'installations photovoltaïques et vous informer sur les programmes de soutiens locaux : <https://www.federation-flame.org/carte-des-alec/>
- Deux outils en ligne pour réaliser une **estimation de son potentiel solaire et de son autoconsommation** : <https://evaluer-mon-devis.photovoltaique.info/> ou <https://autocalsole.com/etude/localisation/>
- Trouver un professionnel Reconnu Garant de l'Environnement (RGE) : <https://france-renov.gouv.fr/annuaire-professionnels/artisan-rge-architecte>
- Plus d'informations sur les obligations de solarisation et de végétalisation :
 - o <https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/contexte-reglementaire-calendrier-et-textes-d-a742.html>
 - o <https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/obligations-de-solarisation/>
- **Pour les particuliers** :
 - o Guide publié par l'Agence Qualité Construction « Comment bien choisir son installateur » : <https://qualiteconstruction.com/ressource/construction-neuve/photovoltaique-comment-bien-choisir-installateur/>
- **Pour les collectivités** :
 - o Contacter son Syndicat d'Energie
 - o **Les Générateurs**, un réseau de conseillers photovoltaïque et éolien co-financés par l'ADEME et les Régions : <https://lesgenerateurs.ademe.fr/mon-conseiller-en-region/>
 - o **Vade-mecum de l'ADEME Bourgogne-Franche-Comté** sur la solarisation du patrimoine des collectivités
- **Pour les entreprises et exploitants agricoles** :
 - o Contacter les chambres consulaires (CCI, CMA, Chambre d'Agriculture)

ⁱ **Enedis**, Observatoire français de la transition écologique – Autoconsommation (<https://observatoire.enedis.fr/autoconsommation>)

ⁱⁱ **SDES**, Chiffres clés des énergies renouvelables (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/edition-numerique/chiffres-cles-energies-renouvelables-2024/>)

ⁱⁱⁱ **SDES**, Tableau de bord : solaire photovoltaïque (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/publicationweb/621>)

^{iv} **Ministère de la Transition Ecologique et de la Cohésion des Territoires**, Les réglementations du bâtiment (<https://rt-re-batiment.developpement-durable.gouv.fr/contexte-reglementaire-calendrier-et-textes-d-a742.html>)

^v **Centre de ressources photovoltaïque.info**, Obligations de solarisation des bâtiments (<https://www.photovoltaique.info/fr/preparer-un-projet/quel-type-de-projet/obligations-de-solarisation/>)

^{vi} **Enedis**, Observatoire français de la transition écologique (<https://observatoire.enedis.fr/autoconsommation>)

^{vii} **ADEME**, Attitude des Français à l'égard de la qualité de l'air et de l'énergie en 2023 - Vague 10 - Baromètre sur la qualité de l'air, les énergies renouvelables et les économies d'énergie dans le logement

^{viii} **ADEME**, Evolution des coûts des énergies renouvelables et de récupération en France entre 2012 et 2022 - Edition 2024

^{ix} **France Potentiel Solaire** (<https://france-potentiel-solaire.cadastre-solaire.fr/>)

^x **ADEME Bourgogne-Franche-Comté**, Vade-mecum : solarisation du patrimoine des collectivités (<https://bibliothèque.ademe.fr/energies/7676-vade-mecum-solarisation-du-patrimoine-des-collectivites.html>)

^{xi} **SDES**, Logements autorisés et commencés, nombre et surfaces, séries annuelles (<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/catalogue?page=dataset&datasetId=6513ee3a3b05e5cd969c270f>)

^{xii} **ADEME**, Guide kit photovoltaïque autoconsommation plug & play (<https://bibliothèque.ademe.fr/energies-renouvelables-reseaux-et-stockage/6258-guide-kit-photovoltaique-autoconsommation-plug-play.html>)