La commune d’Agneaux exprime la volonté de se doter d’un plan clair, structuré et opérationnel afin d’élaborer une stratégie énergétique pour son territoire.

Cette démarche a pour objectif de renforcer la résilience et l’autonomie énergétique du territoire en développant une production d’énergie locale à partir de sources renouvelables. Elle vise à produire et consommer directement sur le territoire une électricité issue de l’énergie solaire, grâce à l’installation de panneaux photovoltaïques, afin de mieux maîtriser les besoins énergétiques locaux et de réduire la dépendance de la collectivité aux sources extérieures.

**Comment développer une stratégie photovoltaïque sur le patrimoine communal d’Agneaux afin de renforcer l’autonomie énergétique et la résilience du territoire ?**

Pour cela, vous disposez d’un plan recensant l’ensemble des bâtiments et des parkings de la commune d’Agneaux, susceptibles ou non d’accueillir des installations photovoltaïques.

Une image contenant carte, Photographie aérienne

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Tous les bâtiments sont présentés avec plusieurs données associées, des informations liées à l’urbanisme, les tarifs d’électricité, les puissances souscrites et les consommations électriques qui sont essentielles pour réaliser les calculs d’autoproduction et d’autoconsommation. Ces informations sont regroupées et détaillées dans un fichier Excel mis à votre disposition, qui servira de base de travail pour l’analyse.

**Consultez l’annexe 1 :** Document « comprendre la filière photovoltaïque »

**Consultez le site :** <https://www.photovoltaique.info/fr/>

À l’origine, le scénario idéal pour un projet de production d’électricité renouvelable était la revente totale de l’électricité produite. Cette approche permettait aux producteurs de se rémunérer entièrement grâce à la vente de leur énergie au réseau. Cependant, ce modèle n’est aujourd’hui plus économiquement viable pour assurer la stabilité financière d’une opération.

La raison principale est simple : les prix de l’obligation d’achat de l’électricité ont fortement chuté au cours des dernières années. Alors qu’auparavant la revente permettait de couvrir l’investissement initial et de générer une rentabilité correcte, les tarifs actuels ne suffisent plus à amortir les coûts d’installation et de fonctionnement des systèmes de production. Dans ce contexte, la revente totale n’assure plus une stabilité économique suffisante pour les porteurs de projet.

C’est dans ce cadre que de nouvelles formes de consommation de l’électricité produite se développent rapidement :

* L’autoconsommation avec revente de surplus, qui permet d’utiliser d’abord l’électricité produite sur site, puis de revendre le surplus non consommé.
* L’autoconsommation totale, où toute l’électricité produite est consommée localement, maximisant ainsi l’indépendance énergétique.
* L’autoconsommation collective, qui permet à plusieurs points de livraisons consommateurs, sur un même territoire, de se partager l’électricité produite sur un territoire pour en optimiser l’usage et la valeur.

Ces modèles de valorisation présentent un équilibre économique plus sûr et répondent à la fois aux enjeux financiers et aux objectifs de transition énergétique, tout en favorisant une consommation locale.

**Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.Voici un aperçu de l’autoconsommation collective en France :**

Au 3ᵉ trimestre 2025, 1 343 opérations étaient actives au niveau national, impliquant environ 14 500 participants, producteurs et consommateurs confondus. En moyenne, cela représente 2 producteurs pour 10 consommateurs. En Normandie, on recense seulement 49 opérations, faisant de la région l’une des moins développées dans ce domaine. Il est intéressant de noter que près de 50 % des projets sont portés par des collectivités, soulignant l’intérêt public et stratégique de l’autoconsommation collective pour les territoires.

Une image contenant texte, Police, capture d’écran

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.Ainsi, l’autoconsommation collective tend à se démocratiser grâce à la baisse du tarif de rachat de l’électricité, mais son développement reste limité. Cela s’explique par l’obligation de PMO (Personne Morale Organisatrice), obligatoire dans les projets d'autoconsommation collective mais qui nécessite de l'ingénierie, des moyens humains ainsi que des logiciels de gestion de flux électriques donc des moyens financiers importants.

Pour répondre à ce frein, le SDEM50 a créé officiellement sa PMO départementale mutualisée, COMM’UNE ÉNERGIE 50, le 24 octobre 2024. L’objectif est de mutualiser les moyens et faciliter le développement de projets d’autoconsommation collective dans tout le département de la Manche. La stratégie du SDEM50 est de se concentrer d’abord sur les collectivités pour ensuite élargir et ouvrir cet outil à tous les acteurs du territoire.

Une image contenant texte, capture d’écran

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.Concernant notre étude pour la commune d’Agneaux, **l’objectif principal est de mettre en place une opération d’autoconsommation collective dite « patrimoniale »,** limitée au patrimoine communal et gérée par une seule entité juridique. L’objectif est de produire de l’électricité d’origine photovoltaïque sur un ou plusieurs bâtiments ou parkings, afin de l’autoconsommer sur l’ensemble du patrimoine communal, c’est-à-dire sur tous les bâtiments consommateurs d’électricité où il est possible de réaliser des économies grâce à l’autoconsommation.

Une image contenant texte, capture d’écran, diagramme, Police

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.Cette opération se déroulera dans un périmètre défini par la loi, en fonction de la classification communale de densité de population. Ce périmètre d’autoconsommation délimite la zone où producteurs et consommateurs peuvent être situés et où la revente d’électricité en autoconsommation collective est possible. Il s’étend entre les points les plus éloignés, qu’il s’agisse de producteurs ou de consommateurs, c’est-à-dire soit entre deux producteurs, entre deux consommateurs, ou entre un producteur et un consommateur.

**AUTOCONSOMMATION**

Le taux d’autoconsommation est le rapport entre la production totale d’électricité produite par les panneaux photovoltaïques et la part de la production qui est consommée dans le bâtiment.

Exemple pour le bâtiment du SDEM50 :

Une image contenant capture d’écran, texte, Logiciel multimédia, diagramme

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Concrètement, cela signifie que 36,36% de l’électricité produite par la centrale est consommée directement sur site, pour couvrir les besoins du bâtiment. Cette énergie est utilisée instantanément, sans transiter par le réseau public d’électricité.

Les 63,64% restants de la production, non consommés sur place, sont injectés et revendus sur le réseau électrique.

**AUTOPRODUCTION**

Le taux d’autoproduction c’est la part de la consommation totale du bâtiment qui est couverte par notre production photovoltaïque. Même si vous consommez tout ce que vous produisez (taux d’autoconsommation 100 %), vous pourriez couvrir seulement une partie de vos besoins (taux d’autoproduction < 100 %).

Exemple pour le bâtiment du SDEM50 :

Une image contenant capture d’écran, Logiciel multimédia, Logiciel de graphisme

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

Cela signifie que 50,89 % des consommations électriques totales du bâtiment sont couvertes par l’électricité produite localement par la centrale photovoltaïque. Le reste est soutiré au réseau public d’électricité.

Concrètement, 50,89 % de l’énergie consommée n’est pas prélevée sur le réseau public, ce qui se traduit directement par une réduction significative de la facture d’électricité, de l’ordre de 50 % sur la part énergie.

**Explication des économies sur le tarif d’électricité :**

Quel que soit le type d'installation photovoltaïque, les électrons se déplacent de la même manière dans le réseau électrique, c'est-à-dire du lieu de production vers le lieu de consommation le plus proche. L'autoconsommation collective n'est donc pas un mode de répartition physique de la production d'électricité mais bien un mode de valorisation économique au même titre que les autres modes de valorisation.

Une image contenant texte, capture d’écran, Police, diagramme

Le contenu généré par l’IA peut être incorrect.

**Pour les bâtiments qui ne sont pas directement raccordés aux panneaux solaires :**

Quand un bâtiment utilise de l’électricité produite par des panneaux solaires mais qu’il n’est pas raccordé directement à l’installation, l’électricité doit passer par le réseau de distribution pour arriver jusqu’à lui. Or, chaque passage par le réseau entraîne des coûts et taxes obligatoires (TURPE (utilisation des réseaux), CTA **et** ACCISE (acheminement)). Donc, même si l’électricité vient de panneaux solaires, elle est soumise à ces taxes, car l’énergie a utilisé le réseau public pour arriver jusqu’au bâtiment.

Les économies en autoconsommation collective restent réelles par rapport à l’achat classique, mais elles sont moins importantes que pour le bâtiment qui consomme directement sur place.

**Pour les bâtiments équipés de panneaux solaires :**

Quand l’électricité est produite et utilisée directement dans le même bâtiment, elle ne passe pas par le réseau public. Or, chaque passage par le réseau coûte de l’argent à cause des taxes (TURPE (utilisation des réseaux) ~ 22 %, CTA et ACCISE (acheminement) ~ 9 %). Même si l’électricité semble “gratuite”, ces taxes s’appliquent dès qu’elle passe par le réseau. Donc, plus on consomme sur place, plus on économise. Ainsi, le bâtiment avec les panneaux solaires fait le plus d’économies car il utilise directement sa production.

**Urbanisme**

Certaines zones peuvent être classées « zone ABF » (Architectes des Bâtiments de France). Dans ces zones, l’installation de panneaux photovoltaïques peut être plus complexe et soumise à des contraintes strictes. Il est donc important de consulter attentivement le Plan Local d’Urbanisme intercommunal (PLUi), notamment toutes les parties relatives aux énergies renouvelables, afin de bien comprendre les règles applicables.

Il est également conseillé de vérifier sur Géoportail Urbanisme si la commune d’Agneaux comporte des zones soumises à l’avis des ABF et de déterminer si ces zones touchent des bâtiments communaux ou des parkings. Cela permettra de savoir si le projet pourra être réalisé directement ou si une demande de validation auprès des Architectes des Bâtiments de France sera nécessaire, ce qui pourrait retarder ou empêcher l’installation de panneaux photovoltaïques.

Le PLUi fournit des indications précieuses sur l’implantation des panneaux photovoltaïques. Il permet de connaître les parcelles concernées, de vérifier les recommandations sur la couleur et le positionnement des installations, et d’identifier les contraintes visuelles ou patrimoniales. Il est donc essentiel de parcourir attentivement ces informations pour ne rien omettre.

Enfin, il est important d’analyser l’environnement et de sélectionner les bâtiments sur lesquels l’installation de panneaux photovoltaïques serait la plus logique et pertinente. Il s’agit de choisir des toitures adaptées, bien orientées et qui permettront une autoconsommation efficace, tout en tenant compte de l’impact visuel et des contraintes réglementaires. Les bâtiments moins adaptés ou trop contraints ne doivent pas être inclus dans le projet.

**Capacité du réseau**

Il est important d’utiliser la cartographie du réseau électrique de la ville d’Agneaux, qui indique les différentes capacités des lignes et des postes de distribution. Cette cartographie permet de savoir quelle puissance maximale peut être injectée sur chaque partie du réseau sans le surcharger ni provoquer de problèmes techniques.

En pratique, chaque réseau a une limite de puissance qu’il peut supporter. Installer trop de panneaux photovoltaïques sur une même zone peut dépasser cette capacité, ce qui pourrait entraîner des risques tels que :

* des surtensions ou déséquilibres sur le réseau,
* des coupures de courant,
* ou la nécessité pour le gestionnaire de réseau d’imposer des restrictions.

En utilisant cette cartographie, on peut déterminer le nombre maximal de panneaux photovoltaïques que l’on peut installer sur chaque bâtiment ou secteur, tout en restant en sécurité par rapport aux limites du réseau. Cela permet d’optimiser l’autoconsommation locale de l’électricité produite et d’éviter des contraintes techniques ou réglementaires coûteuses.

**CAPEX – Investissement**

Ratios indicatifs d’estimation des coûts d’investissement d’un système photovoltaïque, en fonction du type d’installation et de la puissance de la centrale :

| **Type d’installation photovoltaïque** | **Ratio d’investissement** |
| --- | --- |
| Installation photovoltaïque sur toiture en intégration au bâti | *2 150 € / kWc installé* |
| Installation photovoltaïque sur toiture en surimposition | *1 450 € / kWc installé* |
| Installation photovoltaïque sur toiture terrasse (plots lestés ou structures soudées) | *1 600 € / kWc installé* |
| Installation photovoltaïque au sol | *1 150 € / kWc installé* |
| Installation photovoltaïque sur ombrière de parking | *2 000 € / kWc installé* |

Le CAPEX, correspondant à l’investissement présenté précédemment dans le tableau, représente le coût global d’une installation photovoltaïque. Il s’agit du coût d’investissement complet « clé en main », intégrant l’ensemble des dépenses nécessaires à la réalisation et à la mise en service de l’installation.

Ce coût comprend notamment : les modules photovoltaïques, le / les onduleur(s), les équipements et accessoires électriques, les travaux d’installation et de pose, le raccordement électrique, les structures de support et éléments de couverture, ainsi que les prestations d’ingénierie et d’études.

**Lors du rendu, il est demandé de décomposer précisément le coût total de l’installation en fonction de ces différents postes de dépenses. Pour ce faire, vous vous appuierez sur le document intitulé « Comprendre la filière photovoltaïque », qui présente la répartition type des coûts d’investissement d’un projet photovoltaïque.**

**OPEX – Coûts de maintenance et d’exploitation**

Les coûts de maintenance et d’exploitation (OPEX) des installations photovoltaïques sont estimés en pourcentage du CAPEX et varient selon le type d’installation et les contraintes d’exploitation associées. Ils incluent la maintenance préventive et corrective, la supervision de l’installation, les assurances, la gestion de l’exploitation ainsi que les taxes éventuelles, hors opérations de renouvellement majeur (notamment le remplacement des onduleurs en fin de vie).

| **Type d’installation photovoltaïque** | **OPEX (% du CAPEX / an)** |
| --- | --- |
| Installation photovoltaïque sur toiture en intégration au bâti | *2,75 %* |
| Installation photovoltaïque sur toiture en surimposition | *2,15 %* |
| Installation photovoltaïque sur toiture terrasse (plots lestés ou structures soudées) | *2,35 %* |
| Installation photovoltaïque au sol | *1,75 %* |
| Installation photovoltaïque sur ombrière de parking | *2,75 %* |

**TRI – Taux de Rentabilité Interne**

Le TRI est le taux d’actualisation pour lequel la valeur actuelle nette (VAN) du projet est nulle. Autrement dit, c’est le taux de rendement annuel réel du projet, qui prend en compte : l’investissement initial (CAPEX), l’ensemble des flux de trésorerie sur la durée du projet, la valeur temps de l’argent (actualisation).

Caractéristiques :

* Exprimé en % par an
* Indicateur financier de référence
* Permet de comparer un projet PV à d’autres investissements
* Plus le TRI est élevé, plus le projet est rentable

Exemple : Un projet avec un TRI de 6 % signifie que l’investissement génère un rendement équivalent à 6 % par an sur la durée de vie du projet.

*Indice : il y a une formule TRI sur Excel qui vous permet de calculer plus rapidement le TRI de votre projet*

**TRA – Temps de Retour sur Investissement (ou Temps de Retour Actualisé)**

Le TRA correspond au temps nécessaire pour récupérer l’investissement initial grâce aux flux de trésorerie générés par le projet.

Caractéristiques :

* Exprimé en années
* Indicateur plus intuitif, souvent utilisé par les décideurs
* Ne prend pas (ou partiellement) en compte les flux après le retour sur investissement

Exemple : Un projet avec un TRA de 12 ans signifie que l’investissement initial est récupéré au bout de 12 ans.

**Autres informations importantes :**

* Indexation du tarif d’électricité (ADEME) : + 2,0 %/an
* Dégradation annuelle de production des panneaux : - 0,5 %/an

Annexes :

**Annexe 1 :** Document « comprendre la filière photovoltaïque »

**Annexe 2 :** Exemple analyse économique et rentabilité

**Annexe 3 :** Fiche technique - DM505M10-66HSW-V-EN

**Annexe 4 :** Fiche technique : LR5-54HTH 445-455M V1（30-30&15Black Frame-Scientist)

**Annexe 5 :** Fiche technique : SOLARSTRUCTURE-SOLARDOISE-210Wc-1

**Annexe 6 :** Fiche technique : STPxx-50-DS-fr-22

**Annexe 7 :** Fiche technique : STP50-40-DS-en-30

**Annexe 8 :** Fiche technique : SMA\_CORE2\_datasheet\_FR

**Annexe 9 :** Fiche technique : SUNNY TRIPOWER 15000-20000-25000 TL

**Annexe 10 :** Fiche technique : SB30-60-DS-fr-61

**Annexe 11 :** Catalogue AdiWatt - Ombrières

Liens et documents utiles :

**Site regroupant toutes les informations nécessaires sur le photovoltaïques :**

* <https://www.photovoltaique.info/fr/>

**Guide parc de stationnement et obligation de solarisation (page 12, 13, 29, 30 et 31) :**

* <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/documents/Guide-parcs-de-stationnement-WEB.pdf>

**Logiciel de simulation 3D (calcul ombrage) SUNNYDESIGN :**

* <https://www.sunnydesignweb.com/sdweb#/Home>

*(Mettre l’adresse -> Configurer l’installation photovoltaïque -> Simuler le bâtiment en 3D -> Sélectionner panneaux PV et onduleur -> Simuler l’installation (SANS OMBRAGE) -> Regarder le rendement énergétique annuel -> Modifier la simulation et ajouter obstacles (arbres…) -> Re simuler l’installation (AVEC OMBRAGE) -> Regarder le nouveau rendement énergétique annuel -> Calculer % de pertes = 1- (avec ombrage/sans orange)\*100)*

**Logiciel de simulation PVGIS :**

* <https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/fr/tools.html>

*(Mettre l’adresse -> Aller dans données horaires -> Année 2023 -> Compléter inclinaison et azimut -> Puissance PV installée -> Pertes du système =14% + %pertes calculé avec SUNNYDESIGN -> exporter CSV)*

**Site étude d’urbanisme (Géoportail de l’urbanisme) :**

* [*https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/*](https://www.geoportail-urbanisme.gouv.fr/)

**PLUi Saint-Lô Agglo :**

* [*https://data.geopf.fr/annexes/gpu/documents/DU\_200066389/65699efaff97670d727515228dc9b85c/200066389\_reglement\_20241014.pdf*](https://data.geopf.fr/annexes/gpu/documents/DU_200066389/65699efaff97670d727515228dc9b85c/200066389_reglement_20241014.pdf)

RENDU DU PROJET :

L’objectif est de développer une **stratégie photovoltaïque sur le patrimoine communal d’Agneaux** afin de renforcer l’autonomie énergétique de la commune et sa résilience face aux variations du réseau et aux fluctuations du coût de l’électricité. Il s’agit de proposer un plan cohérent d’implantation de panneaux photovoltaïques sur les bâtiments communaux et les parkings, en optimisant l’autoconsommation et en respectant les capacités du réseau électrique.

La première étape consiste à réaliser un **inventaire des bâtiments communaux et des parkings disponibles**. Il faut identifier ceux qui sont les plus adaptés à l’installation de panneaux photovoltaïques : toitures bien orientées, sans ombrage, de surface suffisante. Chaque choix doit être justifié, en expliquant pourquoi ce bâtiment ou ce site est pertinent pour la commune.

Ensuite, il est nécessaire d’étudier la **consommation totale d’électricité de la commune** et de la mettre en parallèle avec la production attendue des différentes centrales photovoltaïques (logiciel PVGIS) que vous avez sélectionné. Cette analyse permettra de déterminer la puissance maximale installable sur chaque site sans dépasser les limites du réseau. À partir de ces données, on pourra calculer le **taux d’autoconsommation** ainsi que le **taux d’autoproduction**. La courbe de charge de l’opération pourra ensuite être tracée pour visualiser la correspondance entre production et consommation sur l’année.

Sur la base de cette analyse, un **scénario optimal** doit être proposé, indiquant la répartition des panneaux sur les différents bâtiments et justifiant les choix retenus. L’objectif est de maximiser l’efficacité énergétique, l’autoconsommation et la pertinence économique du projet pour la commune.

Enfin, une **analyse économique et de rentabilité** doit être réalisée. Cela comprend l’estimation du coût d’investissement initial (CAPEX) pour chaque centrale photovoltaïque, le calcul des coûts d’exploitation et de maintenance (OPEX), ainsi que les économies réalisées sur la facture énergétique de la commune, en se basant sur un prix de référence de l’électricité donné ci-avant. Il faut également prendre en compte les recettes potentielles liées à la vente éventuelle de surplus d’électricité. Enfin, le calcul du TRI et le **graphique de rentabilité sur 30 ans** (TRA) permettra de visualiser l’évolution des gains nets et de justifier la pertinence financière du projet (cf. Annexe 2).