



63

Janvier 2023

Transition énergétique



© Arnaud Bouissou - Terra

Focus sur...

Photovoltaïque en Nouvelle-Aquitaine

Identification du potentiel sur les toitures

L'utilisation de surfaces déjà artificialisées comme les toitures répond à deux enjeux : augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique français tout en conciliant un objectif de consommation foncière raisonnée. Les bâtiments construits en région Nouvelle-Aquitaine occupent environ 780 km² de surface au sol. Un travail exploratoire estime à environ 38 % la part de toiture de ces bâtiments qui pourrait potentiellement être équipée de panneaux photovoltaïques.

Le développement du photovoltaïque contribue à deux politiques publiques majeures : augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique français en prenant en compte l'objectif de réduction de la consommation d'espace fixée par la loi climat et résilience. L'utilisation de surfaces déjà artificialisées est une solution qui répond à ces deux enjeux. Une précédente étude (cf. [Pour en savoir plus - Focus sur... n° 55](#)) a montré que les surfaces en friches, délaissées ou les ombrières de parking déjà existantes ne suffiront pas. L'utilisation des toitures apparaît donc comme une alternative pour satisfaire les enjeux régionaux de production d'énergies renouvelables.

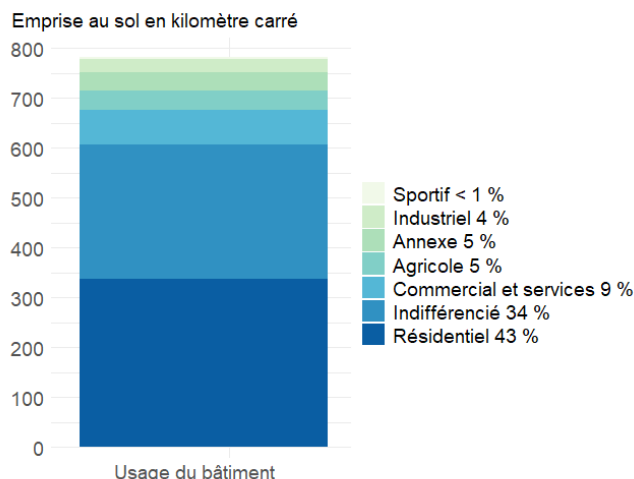
Bâtiments néo-aquitains : 780 km² d'emprise au sol

En 2022, (source BD TOPO®) les bâtiments en Nouvelle-Aquitaine occupent environ 780 kilomètres carrés de surface au sol, hors châteaux, monuments, serres et églises ([figure 1](#)), soit 0,9 % de la superficie de la région.

Les constructions de plus de 90 mètres carrés de surface au sol représentent 80 % de l'emprise totale des bâtiments, soit 650 kilomètres carrés. Quelques bâtiments sont de très grande dimension : 154 000 constructions de plus de 500 mètres carrés de surface au sol occupent 22 % de la surface totale (source BD TOPO®).

Figure 1 - Résidentiel : plus de 40 % de l'emprise au sol

Répartition de la surface au sol des bâtiments selon leur usage



Source : BD TOPO® 2022

Champ : bâtiments en Nouvelle-Aquitaine hors châteaux, monuments, serres et églises

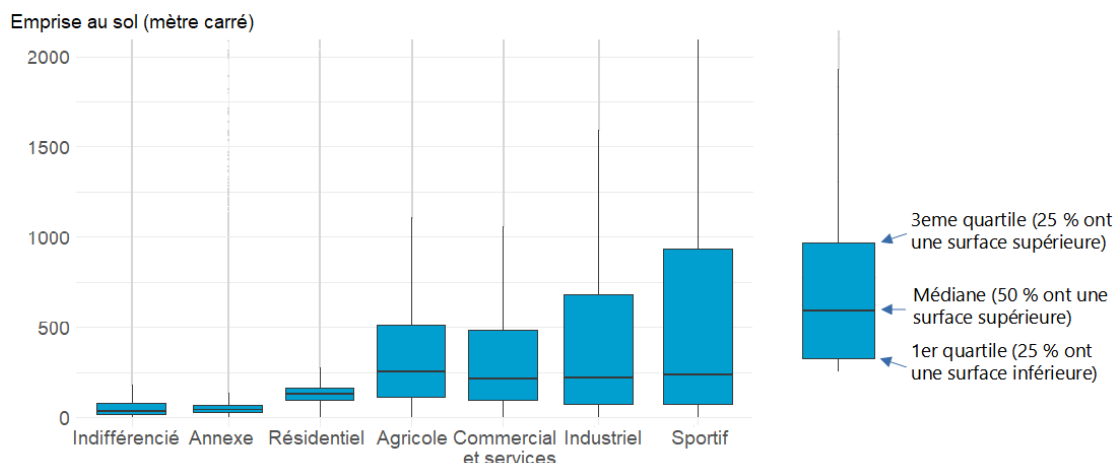
L'emprise au sol est liée à l'usage du bâtiment (figure 2). Avec un cumul de 337 kilomètres carrés de surface au sol, les bâtiments à usage d'habitation, individuels ou collectifs, représentent une part importante des constructions de la région. Leur dimension est souvent comprise entre 60 et 220 mètres carrés.

Les bâtiments identifiés à usage professionnel hébergent des services, des commerces, des industries ou sont à usage agricoles. Ils représentent 18 % de la surface au sol totale du bâti (136 kilomètres carrés). Si les trois quarts ont une emprise supérieure à 100 mètres carrés, leur surface est très hétérogène.

Enfin, des bâtiments au sens de la BD TOPO® en 2022, ont un usage indéterminé (ou indifférencié) dans la base. C'est 35 % de l'emprise au sol. Ce sont souvent des petites surfaces. Près de la moitié sont des constructions légères (sans fondations ou ouvertes sur un côté). Elles peuvent être physiquement rattachées à des habitations ou bâtiments professionnels.

Figure 2 - Grande hétérogénéité de l'emprise au sol des bâtiments à usage professionnel

Distribution des surfaces au sol selon l'usage des bâtiments



Source : BD TOPO® 2022

Champ : bâtiments en Nouvelle-Aquitaine hors châteaux, monuments, serres et églises.

Diagramme zoomé sur les surfaces inférieures à 2000 mètres carrés

Résultats expérimentaux : Environ 38 % de la surface en toiture serait favorable au photovoltaïque

La surface de toiture propice à un équipement en photovoltaïque est estimée par la méthode d'enquête visuelle (cf. méthodologie) à environ 38 % de la surface totale. En considérant que toute cette surface est utilisée, cela représenterait jusqu'à 290 kilomètres carrés de potentiel photovoltaïque sur les toits en Nouvelle-Aquitaine (y compris les surfaces déjà équipées). Un peu moins de la moitié de cette surface serait très bien exposée.

Le potentiel le plus important est celui des habitations, mais il est à modérer compte tenu de la réglementation actuelle, du coût et des difficultés d'optimisation sur des petites surfaces. Les petites et moyennes habitations représentent environ 60 % de cette surface favorable et les propriétaires ne vont pas exploiter l'intégralité du potentiel de leur toiture.

Environ la moitié des toitures des bâtiments agricoles, commerciaux et de service sont estimées favorables pour la pose de panneaux photovoltaïques. Près de 60 % des toits des bâtiments industriels seraient mobilisables. Leur part de surface très bien exposée est peu élevée mais ces toits ont l'avantage d'être souvent plats et de grande dimension.

Plus de 80 % des bâtiments de plus de 500 mètres carrés, soit 130 000 bâtiments, pourraient solariser au moins 30 % de leur emprise au sol. Cela représenterait au minimum 40 kilomètres carrés de surface potentielle.

Cette estimation doit être interprétée avec précaution, en tenant compte des limites induites par la méthodologie utilisée. De plus, elle ne prend pas en compte certaines contraintes : périmètre de sécurité autour des panneaux, type de couverture du toit, inclinaison du toit, réglementation. En particulier, 4 % de la surface en toiture sont localisées dans des sites protégés ou classés.

Méthodologie

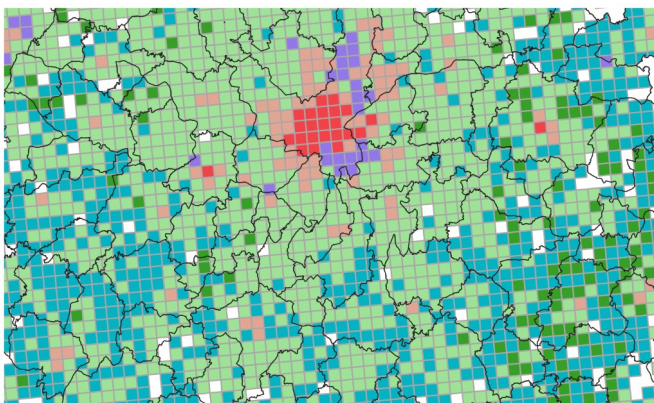
Ce travail d'identification du potentiel photovoltaïque en Nouvelle-Aquitaine a été mené en 2022 par Arnaud Wilczynski et Destinée Mouely dans le cadre de leur mémoire universitaire de niveau respectif master 2 et DUT. La méthode consiste en une enquête visuelle sur photo-satellite afin d'estimer les surfaces favorables à l'installation de panneaux solaires sur les toitures néo-aquitaines. Les étapes sont les suivantes : construire une base de sondage, la stratifier, tirer un échantillon, réaliser l'analyse visuelle, effectuer un calage des résultats et enfin, analyser les résultats.

Les sources utilisées

La BD TOPO® de l'IGN modélise les infrastructures en deux et trois dimensions, avec une précision métrique. Cette base recense la nature du bâtiment et son usage. Les châteaux, monuments, serres et églises sont exclus de l'étude.

La base Filosofi de l'Insee fournit des indicateurs localisés sur les revenus sociaux et fiscaux des ménages. Les données sont carroyées sur des carreaux de un kilomètre. Le millésime utilisé est 2015. Ces données sont utilisées pour construire des strates pour l'échantillon et pour réaliser le calage de l'estimateur.

Figure 3 - Exemple de stratification (autour de Limoges)



©IGN - Sources : Insee, traitement DREAL Nouvelle-Aquitaine

Types de carreaux

- Centre ville, dense avec présence de logements collectifs et de commerces
- Résidentiel, peu dense (périurbain, lotissements)
- Résidentiel de type lotissements, avec présence industrielle
- Rural résidentiel
- Rural avec dominante agricole
- Rural isolé plutôt pauvre
- Pas de ménages (exclus de la stratification)
- Limites communales

Bâtiments et usages

Un **bâtiment** au sens de la BD TOPO® est une « construction au-dessus du sol utilisée pour abriter des humains, des animaux, des objets, pour la production de biens économiques ou pour la prestation de services et qui se réfère à toute structure construite ou érigée de façon permanente sur son site. » Il n'existe plus de seuil minimal pour leur superficie.

Pour 90 % d'entre eux la géométrie est issue de la BD PARCELLAIRE® (cadastre), parfois recalée par l'IGN. La géométrie peut aussi provenir de numérisation d'images aériennes. Plusieurs bâtiments contigus ou superposés de même nature et de même usage sont généralement considérés comme un seul et même objet.

La **nature** d'un bâtiment permet de distinguer ces derniers selon leur architecture (château, monument, serre...). L'usage du bâtiment ou d'une partie du bâtiment est enrichi par appariement avec les fichiers fonciers.

Les **usages** conservés pour l'étude :

- Agricole : bâtiment réservé à des activités agricoles.
- Annexe : construction accessoire au bâtiment principal sans communication intérieure avec lui (sens fiscal) : cabanes et abris de jardin, garages externes, carport, remises, serres d'agrément...
- Commercial et services : bâtiment à usage commercial, administratif ou de services.
- Indifférencié : bâtiment d'usage inconnu.
- Industriel : bâtiment réservé à des activités industrielles.
- Résidentiel : bâtiment d'habitation, d'usage résidentiel.
- Sportif : bâtiment réservé à la pratique sportive : gymnase, piscine couverte, salle de sport, patinoire...

Construction de la base de sondage

Les données de la BD TOPO® et de Filosofi sont appariées à partir d'une jointure spatiale. L'unité de la base d'échantillonnage est le carreau de un kilomètre. Les informations concernant les bâtiments sont agrégées au carreau : nombre et surface selon les usages. La base de sondage contient 65 800 carreaux.

Stratification

Les variables de stratification sont construites à partir des caractéristiques des ménages et des bâtiments présents dans les carreaux. Les strates sont obtenues par l'algorithme des k-means sur les 65 800 carreaux. Le nombre de strates est déterminé par le critère du coude et par le besoin d'une typologie facilement exploitable et explicable. Six classes sont retenues (figure 3).

Plan de sondage

Il s'agit d'un sondage aléatoire stratifié avec allocation de Neyman. Dans chaque strate, un échantillon de carreaux est tiré par sondage aléatoire simple. La taille de ces échantillons est calculée pour minimiser la variance de l'estimateur, sous la contrainte de la taille d'échantillon global. Le temps disponible pour l'analyse visuelle limite la taille de cet échantillon à 77 carreaux. La variable d'intérêt est la surface de toit bien exposée.

Analyse visuelle

Cette étape consiste à dessiner les parties de toits bien ou moyennement exposées (figure 4). Une partie de toit orientée sud, sud-est, sud-ouest ou plate est bien exposée. Si elle est orientée est ou ouest, elle est moyennement exposée. Les toits au nord ne sont pas mesurés. Les ombres portées éventuelles sont prises en compte si elles sont repérées. La BD TOPO® est superposée à une image photo-satellite. L'enveloppe du bâtiment ne correspond pas toujours parfaitement avec la photo mais les écarts sont relativement faibles. La surface favorable est calculée automatiquement et comparée à celle du bâtiment.

Calage sur marges

Les méthodes de calage produisent des repondérations des individus de l'échantillon qui permettent d'améliorer sa précision. Le but ici est de contrôler l'effet volume du nombre de ménages et de petites habitations, les possibilités d'investissement par le niveau de vie et les surfaces par usage.

Pour en savoir plus

[Production d'électricité photovoltaïque sur délaissés et parkings en Nouvelle-Aquitaine - Focus sur... n° 55](#)

[Méthodologie d'identification de sites potentiel - Focus sur... hors série](#)

[La BD TOPO® de l'IGN](#)

Figure 4 - Exemple de dessin des surfaces favorables sous QGIS



Note de lecture : En vert, l'enveloppe du bâtiment selon la BD TOPO®, en bleu le polygone dessiné représente la partie du toit favorable à la pose des panneaux.

Remarques

Certains carreaux contiennent des bâtiments mais sont sans ménage : ce défaut de couverture représente 45 000 bâtiments pour 917 hectares, soit 1,1 % du total régional.

En cas de multiples usages des bâtiments, un seul est conservé avec dans l'ordre de primauté : résidentiel, commercial et services, agricole, industriel, sportif, annexe, indifférencié.

Si un bâtiment chevauche plusieurs carreaux, il est attribué aléatoirement sur un seul.

Un même commerce, habitation, usine ou autre local est parfois composé de plusieurs polygones dans la BD TOPO®. Cela génère indument des bâtiments annexes ou indifférenciés. Les mises à jour de la base améliorent progressivement ce fait.

**Direction régionale de l'Environnement,
de l'Aménagement et du Logement
Nouvelle-Aquitaine**

15 rue Arthur Ranc
BP 60539 - 86020 Poitiers CEDEX
Tél : 05 49 55 63 63 - Fax : 05 49 55 63 01

www.nouvelle-aquitaine.developpement-durable.gouv.fr

Directrice de publication : Alice-Anne Médard

Rédacteur :

Mission Connaissance et Analyse des Territoires (MiCAT)

[Page internet liée au thème](#)

Courriel : micat.dreal-na@developpement-durable.gouv.fr

ISSN : 2607-8007