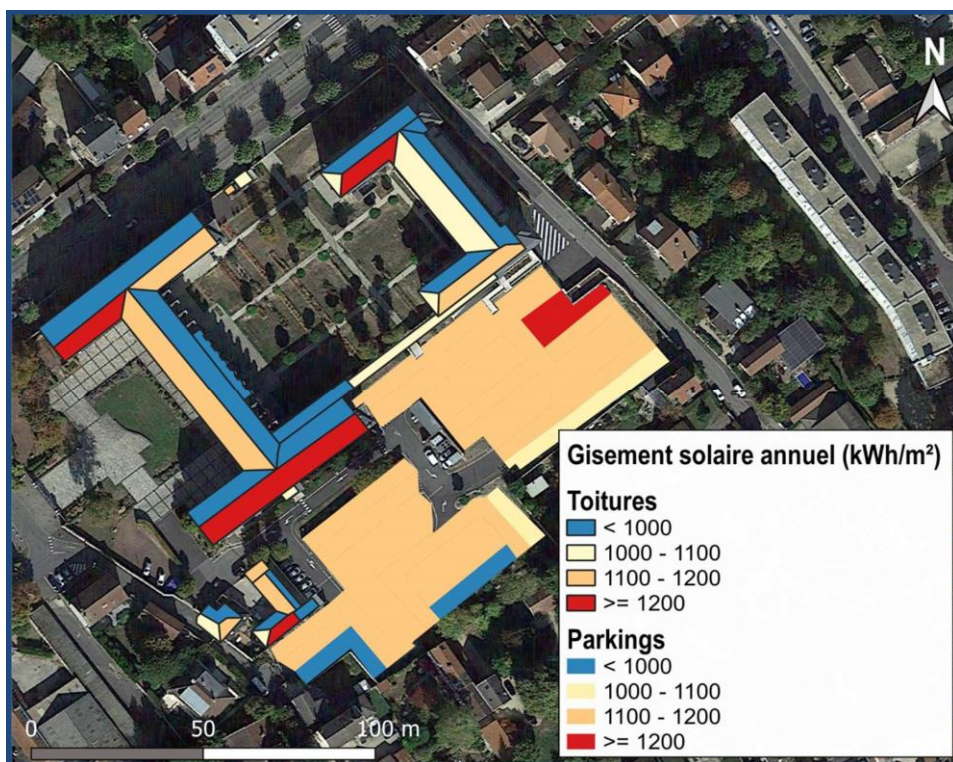


MISSION D'EVALUATION DU POTENTIEL SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE DU PATRIMOINE IMMOBILIER DE LA REGION GRAND EST AVEC INTEGRATION DES DONNEES AU SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE DE LA COLLECTIVITE

- RAPPORT D'ETUDES -



Laboratoire national de métrologie et d'essais

Établissement public à caractère industriel et commercial • Siège social : 1, rue Gaston Boissier - 75724 Paris Cedex 15 • Tél. : 01 40 43 37 00
Fax : 01 40 43 37 37 • E-mail : info@lne.fr • Internet : www.lne.fr • Siret : 313 320 244 00012 • NAF : 7120B • TVA : FR 92 313 320 244
CRCA PARIS C.AFF.RENNES - IBAN : FR76 1820 6002 8058 3819 5600 104 - BIC : AGRIFRPP882

Juillet 2020

Table des matières

1 Introduction.....	6
2 Préparation des données entrantes.....	6
2.1 Le modèle 3D	6
2.2 La préparation de la donnée « vecteur » bâtiments.....	7
2.3 La sélection des zones du modèle 3D comprenant les sites de la Région	7
3 Le calcul du gisement solaire.....	8
3.1 Le calcul du gisement solaire	8
3.2 La pente et l'exposition	9
3.3 Les modèles de référence pour l'évaluation du gisement solaire.....	9
4 Construction de la couche vectorielle des toitures.....	11
4.1 Vérification de l'emplacement des bâtiments	11
4.2 Croisements d'informations discriminantes pour les bâtiments et parkings	12
4.2.1 Les fichiers MAJIC, provenant de la Direction Générale des Finances Publiques	12
4.2.2 Les documents d'urbanisme	12
4.2.3 Les zones de servitudes liées aux monuments et aux sites patrimoniaux.....	13
4.2.4 Les zones de servitudes aéroportuaires	13
4.2.5 Les informations liées à la consommation électrique et au raccordement.....	14
4.2.6 Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).....	15
4.3 Numérisation des éléments intra-toiture (EIT)	15
4.4 Statistiques de gisement solaire	15
4.5 Calcul du potentiel solaire	16
5 Annexes.....	18
5.1 Glossaire.....	18
5.2 Liste des champs de la couche vecteur des toitures :	18
5.3 Liste des PLU disponibles pour les communes concernées de la Région Grand-Est.....	20
5.4 Attributs pour les bâtiments.....	23
5.5 Attributs pour les parkings	25

Table des figures

Figure 1 : localisation des zones de calcul du gisement solaire (en vert) autour des sites de la RGE ...	8
Figure 2 : Exemples de carte d'exposition (à gauche) et de pente (à droite).....	9
Figure 3 : Image de gisement solaire de référence et superposition de la couche vectorielle décrivant les bâtiments sur le site	11
Figure 4 : Saisie manuelle des polygones intra-toitures	15
Figure 5 : Illustration des éléments intra-toitures classés selon la médiane de gisement solaire annuel sur le site du Lycée François 1 ^{er}	16
Figure 6 : Processus de calcul du potentiel solaire, thermique et photovoltaïque ; le potentiel photovoltaïque est ramené à une puissance photovoltaïque.	17

Table des tableaux

Tableau 1 : Informations sur les données brutes utilisées par département : année d'acquisition et résolution spatiale	7
Tableau 2 : Nombre d'entités concernées par servitude.	14
Tableau 3 : Niveau de renseignement des indicateurs de consommation et de raccordement pour les sites de la Région Grand Est.	14

1 Introduction

La Région Grand Est a depuis plusieurs années pris en compte les différentes lois et adopté des plans et programmes pour atteindre les objectifs nationaux :

- La Loi de Transition Énergétique, publiée au Journal Officiel du 18 août 2015, vise entre autres à porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% de la consommation finale brute d'énergie en 2030. Cet objectif a été conforté par la Loi Énergie Climat publiée au Journal Officiel du 09 novembre 2019, fixant la part des énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie à au moins 33% en 2030. Par ailleurs, l'objectif de porter la part du nucléaire dans la production d'électricité de 75 à 50% a été décalé de 2025 à 2035. Ces dernières dispositions ont été encadrées dans la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE), adoptée le 21 avril 2020 et définissant les priorités pour les périodes 2019-2023 puis 2024-2028.
- La loi NOTRe (7 août 2015) a prévu l'élaboration d'un Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET). Il a pris le nom de Grand Est Territoires et a été adopté le 22 novembre 2019, dotant la Région d'une stratégie à horizon 2050. L'objectif n°1 : devenir une région à énergie positive et bas carbone à l'horizon 2050.

De fait, engagée en faveur de la transition énergétique, la Région Grand-Est a pour objectif de devenir une Région à énergie positive d'ici 2050, avec une première échéance en 2030, consistant à réaliser 40% de la production d'électricité par des énergies renouvelables. Pour cela, la Région compte stimuler le développement des énergies renouvelables électriques, qui sont déjà bien implantées sur son territoire, notamment en augmentant la contribution de l'énergie photovoltaïque au mix énergétique, et en favorisant l'autoconsommation. Afin de remplir cet objectif, la Région a décidé de mener une étude d'évaluation du potentiel photovoltaïque sur son patrimoine immobilier. La maîtrise de l'information et de sa diffusion est primordiale pour la Région, c'est pourquoi elle a choisi de se doter d'un outil de consultation en interne, intégrant les résultats de cette étude dans le Système d'Information Géographique (SIG).

2 Préparation des données entrantes

2.1 Le modèle 3D

Le calcul du gisement solaire sur un territoire donné nécessite un modèle 3D couvrant ce territoire, il s'agit d'une image dont chaque pixel contient les informations géographiques fondamentales, à savoir longitude (X), latitude (Y), auxquelles s'ajoute l'altitude (Z).

Plusieurs types de modèles 3D existent, le premier étant le Modèle Numérique de Terrain (MNT), qui prend en compte les variations d'altitude uniquement dues au relief, le second étant le Modèle Numérique de Surfaces (MNS), qui additionne au MNT les éléments du sursol, c'est-à-dire l'élévation des bâtiments et les sommets des arbres. Dans le cadre de cette étude, nous avons donc utilisé un Modèle Numérique de Surfaces, à raison d'un modèle par département.

L'acquisition d'un MNS peut être réalisée soit par stéréoscopie à partir d'un couple de photographies aériennes, soit au moyen d'un système laser aéroporté (LIDAR). Dans les deux cas, la fiabilité de la donnée dépend de la date de l'opération d'acquisition, qui pourra enregistrer les nouveaux aménagements urbains, les nouvelles constructions ou modifications de bâtiments.

Le modèle MNS sur la Région Grand-Est et utilisé dans le cadre de cette étude est un modèle de source stéréoscopique et réalisé par l'IGN. Ce modèle est divisé en dalles d'un kilomètre carré jointives et couvrant l'intégralité du territoire. Il convient de noter que les dalles MNS sont par défaut livrées par l'IGN à une résolution spatiale de 25 cm, ce qui peut sembler sur-échantillonné si l'on considère que les couples stéréoscopiques sources ont une résolution native classique comprise entre 20 et 25 cm. On considère habituellement que la résolution obtenue d'un modèle 3D à la suite d'un processus de corrélation à partir d'un couple d'image aérienne, se situe entre 2 et 3 fois la résolution des images natives.

Nous avons donc procédé à un ré-échantillonnage de l'ensemble des dalles MNS à une résolution spatiale de 1 m, permettant de lisser un certain nombre d'artefacts tout en gardant une résolution adaptée à la thématique « cadastre solaire ».

Le Tableau 1 donne les caractéristiques des données 3D MNS utilisées pour le calcul du gisement solaire pour les 10 départements de la Région Grand-Est.

Tableau 1 : Informations sur les données brutes utilisées par département : année d'acquisition et résolution spatiale

Département	Année d'acquisition du MNE	Résolution spatiale
Ardennes	2016	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Aube	2016	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Marne	2016	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Haute-Marne	2016	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Meurthe-et-Moselle	2015	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Meuse	2019	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Moselle	2015	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Bas-Rhin	2015	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Haut-Rhin	2015	25 cm ré-échantillonnés à 1 m
Vosges	2018	25 cm ré-échantillonnés à 1 m

2.2 La préparation de la donnée « vecteur » bâtiments

La première étape dans la construction d'une couche « vecteur » bâtiments est le choix de la source de données, idéalement la plus exhaustive et la plus précise dans la localisation des bâtiments sur le terrain. Nous avons choisi la donnée du plan cadastral informatisé (PCI vecteur), au format EDIGEO, la BDTopo de l'IGN nous a servi dans le cas où l'EDIGEO n'était pas disponible ou incomplet, notamment sur l'agglomération de Strasbourg.

La deuxième étape est le repérage des parcelles répertoriées comme propriétés de la Région GrandEst, ce grâce aux bases adresses et parcellaires fourni par la Direction de l'Immobilier la Maîtrise d'Ouvrage (DIMO).

En effectuant un croisement de données, nous avons pu isoler les parcelles concernées grâce à leur code dans la couche « vecteur » BD Parcelle de l'IGN. La base adresse des sites de la Région, également fournie, nous a servi de comparatif. Pour une faible minorité de sites, un repérage par photointerprétation sur Google Street View a été nécessaire.

Enfin, la troisième étape a consisté à sélectionner les bâtiments se trouvant sur les parcelles repérées comme appartenant à la Région, pour chaque source vecteur bâtiment, EDIGEO et BDTopo.

Une couche vecteur unique comprenant tous les bâtiments rattachés à un site de la Région Grand-Est est constituée, puis elle est nettoyée, car les polygones de bâtiments provenant de l'EDIGEO ou de la BDTopo peuvent comporter des erreurs géométriques, ou bien contenir des doublons.

Nous précisons la source de la donnée bâtiminaire dans cette couche par le champ « SRC_BATI », qui peut comporter 3 valeurs : EDIGEO, BDTopo, ou LNE dans le cas où le bâtiment en question n'était représenté sur aucune des 2 sources initiales. La répartition des sources bâtiminaires est la suivante : 81,3% pour l'EDIGEO, 5,6% pour la BDTopo, et 13,1% pour les bâtiments ajoutés ou modifiés par le LNE.

2.3 La sélection des zones du modèle 3D comprenant les sites de la Région

Avant de lancer le traitement de gisement solaire sur le modèle 3D, il nous faut définir les zones

géographiques pour lesquelles le calcul sera réalisé, en utilisant la couche « vecteur » des bâtiments de la Région.

Autour de chaque site de la Région repéré par un ensemble de bâtiments, nous établissons une zone tampon de 2 kilomètres, afin de prendre en compte dans le calcul de gisement les effets induits par le relief et les éventuels masques proches créés par les autres bâtiments du secteur, pouvant diminuer la quantité de gisement reçue sur les toitures. Le modèle 3D se divisant en « dalles » de 1 km x 1 km, toutes les dalles intersectant les zones tampon sont sélectionnées.

La *Figure 1* ci-dessous indique, en vert, la localisation des zones tampon à partir desquelles les dalles du modèle 3D ont été sélectionnées pour le calcul du gisement solaire.

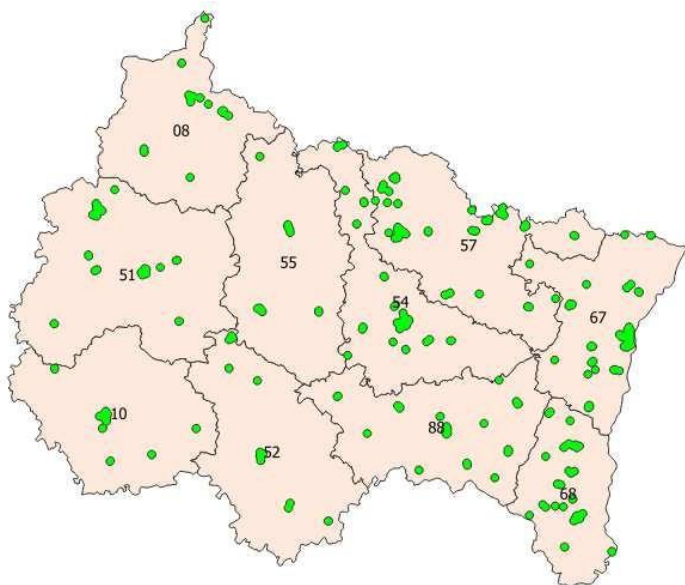


Figure 1 : localisation des zones de calcul du gisement solaire (en vert) autour des sites de la RGE

3 Le calcul du gisement solaire

3.1 Le calcul du gisement solaire

Le gisement solaire équivaut à l'irradiation solaire, qui est l'unité de mesure de la quantité du rayonnement solaire atteignant la surface terrestre en un point, et s'exprimant en kilo Watts heure par m² et pour une période définie (classiquement annuelle), noté par exemple « kWh/m².an ». Le terme « gisement » est couramment employé car il désigne l'énergie issue du rayonnement solaire comme ressource utilisable.

Nous précisons que les calculateurs de gisement solaire prennent en compte les deux composantes principales à savoir le rayonnement direct et le rayonnement diffus. La composante réfléchie, intégralement dépendante de l'albédo des surfaces impliquées n'est pas prise en compte dans le calcul. Elle ne reste significative que dans des situations particulières de surfaces très réfléchissantes : eau (zones côtières ou insulaires), neige, etc.

Le calcul du gisement solaire a d'abord été généré pour chaque mois, avant d'être rapporté à l'année par la somme des gisements mensuels. Nous intégrons dans ce calcul l'effet des masques proches, ombres portées des bâtiments hauts ou des arbres, ainsi que ceux des masques lointains, qui sont les ombres produites par le relief. La présence de masques autour d'un bâtiment altère fortement la quantité de gisement solaire reçu, avec souvent de grandes disparités sur une même surface de toiture. Afin de prendre en compte au mieux les effets des masques, le calcul a été effectué selon 48 axes d'azimut différents autour de chaque pixel calculé. Chaque axe partant du pixel calculé se dirigeant vers une ligne d'horizon, il peut être intersecté par un relief ou bien par un obstacle proche, un bâtiment, un arbre, constituant alors un masque local.

3.2 La pente et l'exposition

La pente et l'exposition sont des informations fondamentales pour étudier la pertinence d'une installation photovoltaïque, en complément du gisement solaire. À titre d'exemple, si un pan de toiture a une exposition au nord, il pourrait être exclu de l'analyse par ce seul paramètre, mais si sa pente est relativement faible, son gisement peut tout de même atteindre un niveau intéressant.

De plus, les toits plats, ayant une pente inférieure à 5% peuvent être appropriés pour une installation de panneaux inclinés.

À partir des sélections du modèle 3D, nous avons donc généré les images Raster de pente et d'exposition sur les emprises des zones géographiques autour des sites de la RGE. Au même titre que le gisement solaire, ces mosaïques permettent de rattacher des données statistiques pertinentes à chaque polygone bâtiment et intra-toiture. La Figure 2 présente des exemples de cartes des expositions et des pentes exprimées en degrés et intégrant une symbologie adaptée.

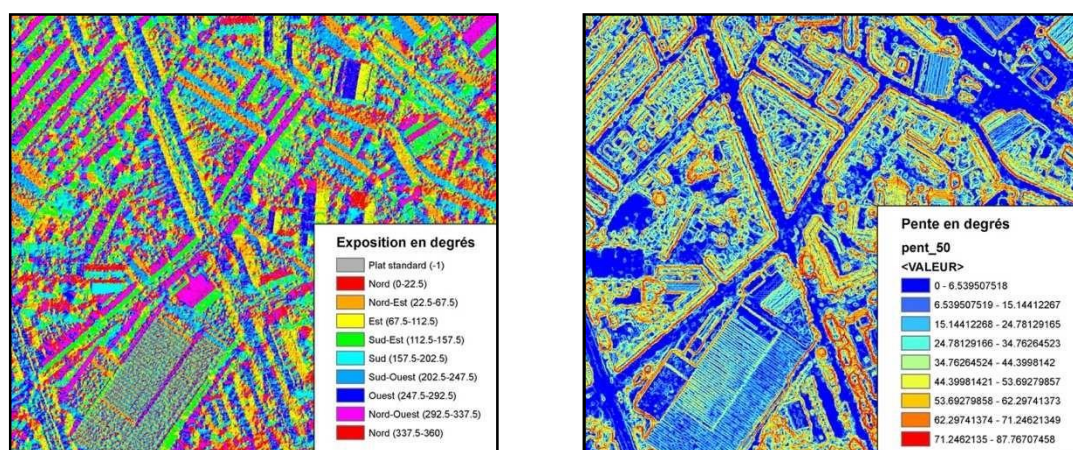


Figure 2 : Exemples de carte d'exposition (à gauche) et de pente (à droite)

3.3 Les modèles de référence pour l'évaluation du gisement solaire

Afin de s'assurer de la fiabilité des résultats obtenus par le calcul de gisement solaire, nous avons comparé ces résultats avec des référentiels utilisés et par l'outil en ligne PVGIS Solar Radiation (outil de référence en Europe et en constante évolution). Nous utilisons notamment la base de données CMSAF (Climate Monitoring Satellite Application Facility), intégrant les acquisitions du satellite géostationnaire SARA (Solar Surface Radiation Data Set – Heliosat), réalisées entre 2005 et 2016. Cette base de données climatologique fournit plusieurs types de données, dont l'irradiation solaire mesurée à la surface terrestre, elle est considérée comme la plus fiable pour une modélisation climatique sur le continent européen¹.

Nous avons donc comparé les niveaux de gisement mensuels obtenus via l'outil PVGIS et la base CMSAF-SARA avec les résultats obtenus par le calcul solaire réalisé au LNE. Dans le cas où des différences étaient observées, nous avons ajusté les paramètres de notre traitement solaire avant de relancer un calcul.

Ces comparaisons ont été effectuées pour chaque regroupement de sites de la Région, à raison d'un test par agglomération, comme Reims ou Strasbourg, en revanche elles ont été réalisées pour chaque site étant en zone de montagne ou moyenne montagne, par exemple le département des Vosges, où les variations de gisement solaire peuvent être importantes entre des villes très proches.

¹ Ruben Urracaa, A. M.-A.-T. (2017). Extensive validation of CM SAF surface radiation products over Europe. Elsevier : Remote Sensing of Environment (n°199), pp 171-186.

La pente et l'exposition des toitures a été prise en compte pour les comparaisons. En utilisant le raster de pente, nous avons relevé une inclinaison moyenne des toitures, puis sélectionné 4 bâtiments à tester avec ce même niveau d'inclinaison, ayant une exposition nord, sud, est et ouest.

4 Construction de la couche vectorielle des toitures

4.1 Vérification de l'emplacement des bâtiments

Grâce à l'image du gisement solaire annuel dont nous disposons, il convient de vérifier la bonne superposition entre la donnée « vecteur » des bâtiments et la signature de ces mêmes bâtiments sur l'image du gisement, que nous pouvons déceler à vue. Une fois ce processus de recalage terminé, nous veillons à ce que les identifiants associés à chaque bâtiment soient uniques et cohérents par rapport à la cartographie.

Nous veillons également à ce que la donnée des bâtiments soit en cohérence avec l'image de gisement solaire : si sur l'image du gisement nous observons un écart avec les contours de la couche « vecteur » des bâtiments, nous modifions l'entité en question dans la couche en suivant son emprise sur l'image. A l'inverse, toute modification d'un bâtiment, construction, modification ou destruction, postérieure à l'acquisition du modèle 3D, ne pourra être répercutée sur l'image du gisement solaire.

Sur la *Figure 3*, à gauche, l'image de gisement solaire permettant de déceler l'emprise des bâtiments et à droite la superposition de la couche bâtiment (contours) sur cette image de référence (ici le lycée Louis de Cormontaigne à Metz).

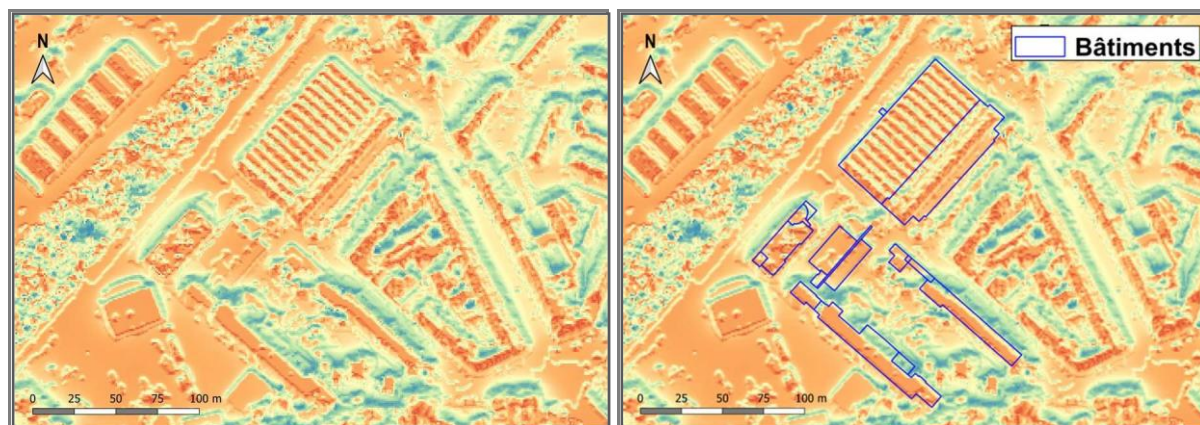


Figure 3 : Image de gisement solaire de référence et superposition de la couche vectorielle décrivant les bâtiments sur le site

Nous avons utilisé les plans de masse stockés sur la base de données GEPAT de la Région Grand-Est pour s'assurer de la présence ou non d'un bâtiment dans un site.

Par la suite, les réunions en maisons de Région se sont avérées cruciales pour affiner le travail de tri au sein des établissements, de lever des ambiguïtés, notamment pour les cités scolaires, en apportant des précisions sur les bâtiments modifiés, cédés ou vendus, et sur les matériaux de toitures. De même pour les parkings ou surfaces au sol. Lors de ce passage en revue des couches bâtiments et des parkings, un champ appelé « EXTRA_SITE » a été inséré dans la table attributaire reliée aux entités bâtiments ou parkings, servant à filtrer les bâtiments qui ont été exclus des sites :

- 0 : bâtiment faisant bien partie d'un site de la Région
- 1 : bâtiment à exclure
- 2 : bâtiment rajouté, statistiques à recalculer
- 3 : partie de bâtiment rajoutée ou redécoupée, statistiques à recalculer

Suite aux consultations en maisons de Région, le nombre de bâtiments repérés comme appartenant à la Région Grand-Est est de 3 469, le nombre de parkings ou surfaces au sol s'élève à 1 577, le tout réparti dans 348 sites (dont 5 parkings isolés, non rattachés à un site ou établissement en particulier).

Les annexes 5.3, pour les bâtiments, et 5.4, pour les parkings, présentent le nombre d'entités

rattachées à chaque site, avec un classement des sites par Maison de Région.

Au terme de ce processus de vérification, un champ identifiant chaque bâtiment individuellement est créé, par la concaténation du code INSEE de la commune et de l'identifiant original du bâtiment. Nous ne conservons pas l'identifiant original de la source « vecteur » bâtiment car plusieurs bâtiments peuvent porter le même identifiant s'ils se trouvent dans des départements différents. Ce champ a été nommé « ID_BAT ».

Concernant les parkings, ne disposant pas de sources SIG fiables, une couche « vecteur » a été constituée entièrement par opérateur au LNE (par photo-interprétation), d'après la disposition des zones de stationnement observées sur les photographies aériennes Google Satellite, avec un contrôle de cohérence sur l'image de gisement solaire.

4.2 Croisements d'informations discriminantes pour les bâtiments et parkings

Pour la mise en place de l'outil d'aide à la décision et pour la réussite du dispositif d'accompagnement, il était nécessaire d'ajouter au simple potentiel solaire des informations dites discriminantes. Nous avons pris en compte un large éventail de paramètres, incluant le zonage du document d'urbanisme, les zones soumises à avis de l'Architecte des Bâtiments de France, etc. Ces données ont été croisées avec la localisation des bâtiments appartenant à la Région Grand-Est, afin de créer des attributs adaptés.

4.2.1 Les fichiers MAJIC, provenant de la Direction Générale des Finances Publiques

5 champs d'information détaillés ci-dessous ont été jugés pertinents et extraits des tables MAJIC :

- **CCOAFF** : type de maître d'ouvrage ou type d'occupation du bâtiment (habitation, commerce, hôtel, bâtiment industriel...)
- **JANNAT** : année de construction ou de rénovation (déclarée) du bâtiment
- **DMATTO** : matériau de couverture (toiture)
- **DMATGM** : matériau des murs porteurs
- **DETENT** : indice sur l'état d'entretien du bâtiment

Les données des tables MAJIC peuvent être jointes aux bâtiments au format EDIGEO via un champ nommé « Object_RID », il n'existe pas de tel champ de jointure pour les entités issues de la BDTopo de l'IGN. Cependant l'utilisation des champs MAJIC doit être relativisée, car les tables sont souvent incomplètes, aussi l'indice de fiabilité des renseignements apportés reste faible. Le taux de couverture des données MAJIC pour les bâtiments appartenant à la Région est de l'ordre de 50%.

L'année de construction du bâtiment peut constituer un filtre pertinent, si l'on s'intéresse en particulier à la problématique de l'amiante, autorisée jusqu'en 1997. Néanmoins il existe des ambiguïtés sur les valeurs renseignées par la DGFIP, qui peuvent se rapporter soit à l'année de construction, soit à l'année d'une rénovation déclarée du bâtiment. Il est donc recommandé de manipuler ces informations avec prudence.

4.2.2 Les documents d'urbanisme

Une partie des Plans Locaux d'Urbanisme informatisés ont été publiés sur le Géoportail de l'Urbanisme, nous avons pu disposer de la cartographie des zonages de 45 communes de la Région. Par superposition des couches SIG, nous avons pu associer le libellé et le détail du zonage urbain à chaque bâtiment, pour les 45 communes actuellement disponibles.

Source : Géoportail de l'Urbanisme, consulté en Avril 2020, à l'adresse suivante :

<https://www.geoportailurbanisme.gouv.fr/map/#tile=1&lon=2.424722&lat=46.76305599999998&zoom=6>

4.2.3 Les zones de servitudes liées aux monuments et aux sites patrimoniaux

Nous avons travaillé à identifier trois types de servitudes pouvant venir impacter un projet photovoltaïque :

- *Les zones de servitudes liées aux monuments historiques*

Nous avons localisé tous les monuments historiques et tracé un périmètre de 500 mètres autour d'eux². Selon que les entités se trouvent dedans ou non, nous avons relevé l'information dans un attribut.

- *Les sites inscrits ou classés :*

Il peut s'agir d'espaces naturels ou bien d'ensembles de bâtiments à caractère historique ou artistique. La présence ou l'absence est donnée dans des attributs adaptés.

- *Les sites patrimoine remarquable (SPR) :*

Sont rassemblés sous cette même dénomination depuis 2016 les anciennes Zones de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager (ZPPAUP), les Aires de mise en Valeur de l'Architecture et du Patrimoine (AVAP), et les secteurs sauvegardés.

- *Les zones de servitudes liées au patrimoine mondial de l'UNESCO.*

La présence d'un périmètre est effective pour l'ensemble des sites inscrits au patrimoine mondial.

Nous en avons recensé plusieurs :

- Coteaux, maisons, caves de Champagne
- Chemins de Compostelle
- Cathédrale de Reims
- Saint-Dié Usine Duval (doute)
- Nancy Places Stanislas-Carrière-Alliance
- Strasbourg Grande-Île et Neustadt
- Citadelle de Longwy

Sources :

- *Atlas des Patrimoines, consulté en Avril 2020, à l'adresse suivante : <http://atlas.patrimoines.culture.fr/atlas/trunk/>*
- *Site de l'UNESCO, liste du Patrimoine Mondial, consulté en Avril 2020 à l'adresse suivante :*

<https://whc.unesco.org/fr/etatsparties/fr>

4.2.4 Les zones de servitudes aéroportuaires

Une couche « vecteur » répertoriant tous les aéroports, aérodromes ou aéroclubs présents sur le territoire de la Région Grand-Est a été constituée par numérisation manuelle des pistes et bâtiments, à l'aide de l'imagerie aérienne de Google Maps. Nous avons prévu une zone tampon de 3 kilomètres autour de ces sites aéroportuaires, correspondant aux zones de servitude à partir des pistes et des tours de contrôle. Il est cependant possible que certains des sites répertoriés ne soient plus en service en 2020.

Un repérage et une numérisation des héliports ont été réalisés d'après la liste officielle des héliports français, avec une zone tampon de 3 km.

Cette zone tampon correspond aux prescriptions techniques éditées le 27/07/2011 et appliquées par la Direction Générale de l'Aviation Civile.

Source : *Site de l'Aviation Civile, consulté en Avril 2020*

² Le périmètre peut dans certains cas être plus important, mais nous n'avons pas la possibilité d'avoir massivement cette information.

Les 2 tableaux suivants indiquent la proportion de bâtiments et de parkings se trouvant inclus dans une zone de servitude, parmi les 5 types de zones étudiées :

Tableau 2 : Nombre de bâtiments situés dans une zone de servitude.

Type de zones de servitudes	Nb de bâtiments concernés	% de bâtiments concernés
Périmètre autour de monuments historiques	1 129	32,5
Périmètre autour de zones aéroportuaires	1 031	29,7
Périmètres inscrits au patrimoine de l'UNESCO	121	3,5
Sites inscrits ou classés	43	1,2
Sites patrimoine remarquable	309	8,9

Tableau 3 : Nombre de parkings situés dans une zone de servitude

Type de zones de servitudes	Nb de parkings concernés	% de parkings concernés
Périmètre autour de monuments historiques	436	27,6
Périmètre autour de zones aéroportuaires	463	29,4
Périmètres inscrits au patrimoine de l'UNESCO	62	3,9
Sites inscrits ou classés	0	0
Sites patrimoine remarquable	112	7,1

4.2.5 Les informations liées à la consommation électrique et au raccordement

Ont été intégrées, pour une partie des sites de la Région Grand-Est, les informations relatives à la consommation énergétique et au point de raccordement au réseau de distribution. Ces informations pourront être utiles dans le cas de l'approfondissement de démarches relatives à l'autoconsommation. Elles renseignent également sur les conditions de raccordement actuelles, en soutirage.

Ci-dessous, la disponibilité des informations relatives à l'énergie parmi les sites de la Région :

Tableau 4 : Niveau de renseignement des indicateurs de consommation et de raccordement pour les sites de la Région Grand Est.

Indicateurs	Nb de sites renseignés	% de sites renseignés
Fournisseur d'électricité	328	95,3
Fournisseur de gaz	321	93,3
Tension (BT/HTA)	190	55,2
Puissance souscrite*	140	41,2
Puissance du point de raccordement*	140	41,2
Consommation annuelle totale par site*	170	49,4

* Les unités de puissance et de consommation sont parfois données en kW et d'autres fois en kVA (kilo Volt Ampère)

Source :

Région Grand-Est, Liste des points de livraison et des données techniques associées :

- LOT n°1 : Points de livraison dits « profilés » ou « télé-relevés » raccordés en basse tension (BT) et en moyenne tension (HTA) sur le périmètre du gestionnaire de réseau de distribution ENEDIS (anciennes régions Champagne-Ardenne – Lorraine)
- LOT n°2 : Points de livraison sur le périmètre des distributeurs non nationalisés de l'ancienne Région Alsace

4.2.6 Les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE)

Des contraintes spécifiques de mise en œuvre des installations photovoltaïques sont à considérer pour des sites soumis à la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE). Et ce que le site en question soit soumis à enregistrement, à autorisation ou à déclaration. Le repérage des installations ICPE a été opéré par une sélection des chaudières ayant une consommation supérieure à 1 MW/an, d'après les données de consommation énergétique mises à disposition par la Région Grand-Est, évoquées dans le point 4.2.5.

4.3 Numérisation des éléments intra-toiture (EIT)

Une fois le travail de vérification et de croisement de données à l'échelle du bâtiment achevé, nous devons affiner la donnée bâtiminaire à l'échelle du pan de toiture, chaque polygone de bâtiment doit être subdivisé en polygones de pans de toiture ou « éléments intra-toiture ». Cette étape est indispensable afin d'obtenir une échelle d'analyse pertinente. En effet, des résultats globalisés sur des toitures mixant des pans de différentes orientations et pentes seraient biaisés et non révélateurs.

Cela passe par une numérisation manuelle des pans de toiture, en observant les lignes de faîtage sur la photographie aérienne, et en comparant avec l'image de gisement solaire annuel, sur laquelle les entités bâtiminaires sont superposées, et qui nous permet aussi de visualiser des ruptures dans les niveaux de gisement reçu. Nous validons ainsi notre découpage. La *Figure 4* montre l'exemple du lycée Louis de Cormontaigne à Metz, avec des ateliers en toitures de type « sheds » :

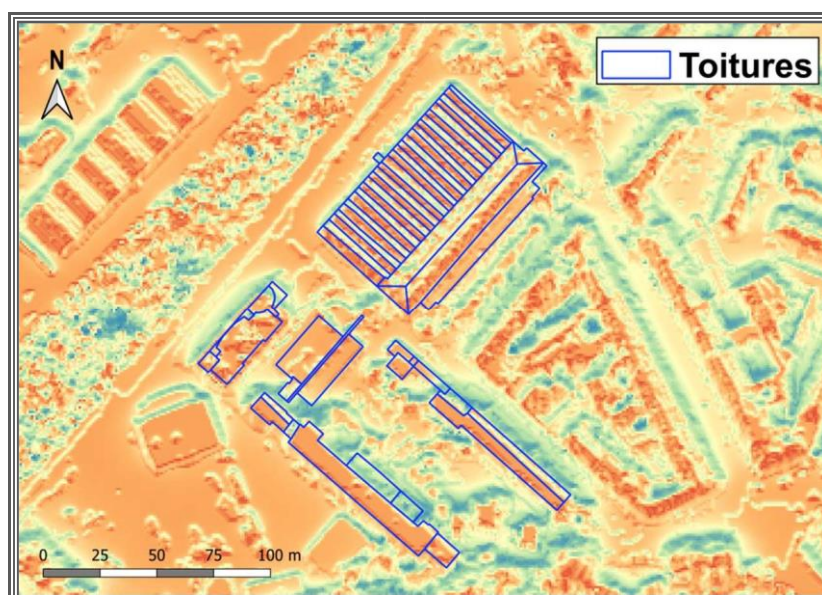


Figure 4 : Saisie manuelle des polygones intra-toitures

4.4 Statistiques de gisement solaire

Après la numérisation des éléments de toitures et des parkings, nous procédons à un calcul statistique pour évaluer la quantité de gisement solaire reçue dans chaque polygone – entité de toiture ou parking.

Notre objectif est d'obtenir une valeur de gisement solaire (en kWh/m².an) à l'échelle de l'entité polygonale qui soit la plus représentative des valeurs des pixels de gisement inclus dans ce polygone.

La méthode de calcul choisie est la médiane, car dans cet objectif

elle est plus pertinente que la moyenne : le calcul de la moyenne peut être influencé par certains pixels aux valeurs extrêmes qui rehausseraient ou abaisseraient artificiellement la valeur de gisement à l'échelle du polygone de toiture ou de parking.

Chaque polygone - pan de toiture se voit donc attribué une valeur médiane du gisement solaire annuel, et 12 valeurs pour le gisement mensuel. Une classification par niveau de gisement médian est ensuite adoptée, comprenant 4 classes :

- **Inférieur à 1 000 kWh/m².an ;**
- **De 1 000 à 1 100 ;**
- **De 1 100 à 1 200 ;**
- **Supérieur à 1 200.**

La Figure 5 illustre, avec une image Google Satellite en fond de plan, les classes de gisement solaire annuel sur les toitures des bâtiments du lycée François 1^{er} à Vitry-le-François. L'utilisation d'un code couleur adapté permet l'identification rapide des parties de toitures intéressantes et à étudier plus en profondeur dans le cadre d'un projet d'installation photovoltaïque.

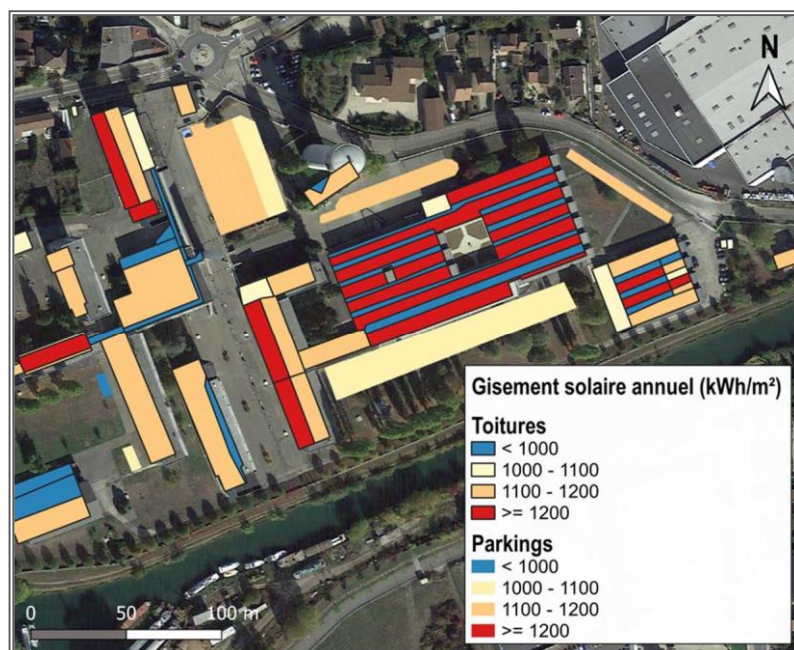


Figure 5 : Illustration des éléments intra-toitures classés selon la médiane de gisement solaire annuel sur le site du Lycée François 1^{er}

4.5 Calcul du potentiel solaire

Le gisement solaire obtenu par le calcul statistique sur chaque entité de toiture et de parking est une donnée de la quantité d'énergie solaire reçue. Le potentiel solaire exprime la production (d'électricité ou de chaleur) obtenue par la conversion de ce gisement par un équipement photovoltaïque ou thermique.

Avant de passer au potentiel, nous avons d'abord cherché à calculer la quantité totale de rayonnement reçue sur la surface considérée. Pour cela, nous multiplions la médiane de gisement obtenue précédemment, par la surface calculée. Nous appliquons à cette surface installée un coefficient dit de « surface utile », qui permet de prendre en compte les obstacles et contraintes que le travail de modélisation n'aurait pas permis de détecter (sorties, locaux techniques, tuyauteries, fenêtres de toit plates, allées de parkings, etc.). Ce coefficient a été fixé à 70% pour les bâtiments et 50% pour les parkings.

Nous obtenons alors une quantité de rayonnement en kWh/an, que nous désignons comme le rayonnement utile. Cette quantité de rayonnement peut être convertie en chaleur par le biais d'une installation solaire thermique, ou en électricité, par le biais d'une installation solaire photovoltaïque. Les rendements choisis (respectivement 40% et 17%) correspondent aux rendements moyens observés pour les technologies les plus courantes du marché.

Ce potentiel, là aussi en kWh/an, n'est pas particulièrement parlant, notamment pour le photovoltaïque. Il est donc ramené à une puissance photovoltaïque, en divisant le potentiel par le produit du gisement et du ratio de performance³. Cette valeur de puissance sera particulièrement utile pour l'outil d'aide à la décision et pour le dispositif d'accompagnement.

La Figure 6 montre en un schéma les différentes étapes explicitées auparavant.

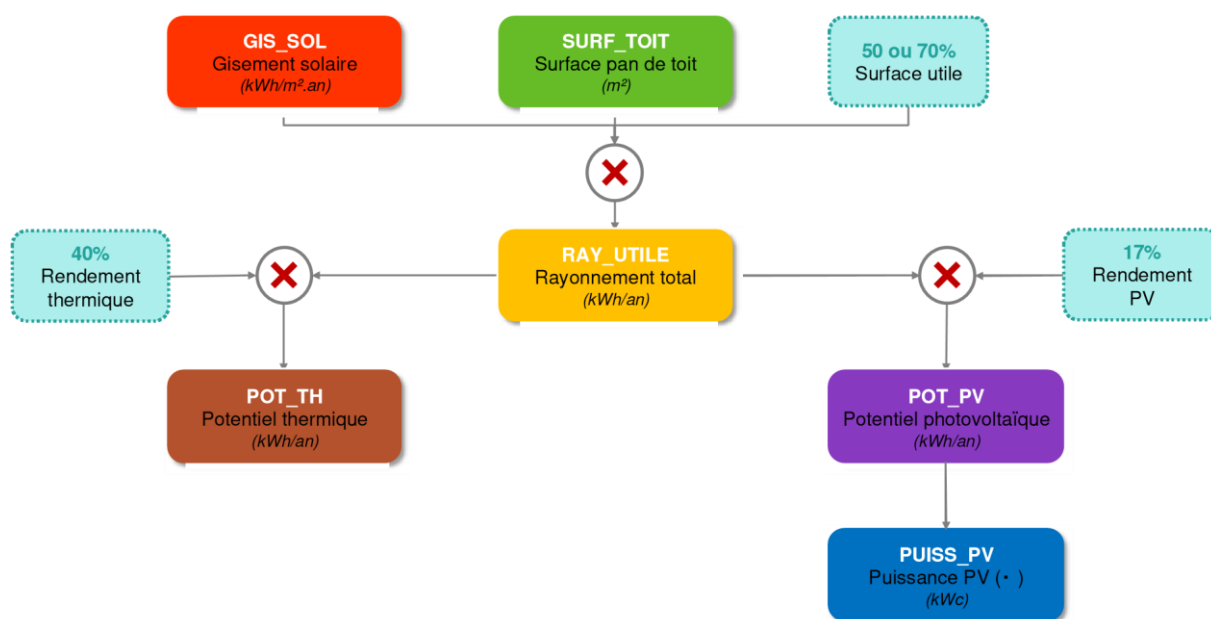


Figure 6 : Processus de calcul du potentiel solaire, thermique et photovoltaïque ; le potentiel photovoltaïque est ramené à une puissance photovoltaïque.

³ Sans unité, ce ratio entre 0 et 1 désigne les performances d'une installation photovoltaïque en conditions réelles d'exploitation. Il a été considéré égal à 0,85 (85%), signifiant qu'il y a en moyenne 15% de pertes annuelles dues au câblage, à l'empoussièrment, aux pertes dans les organes électriques, etc.

5 Annexes

5.1 Glossaire

- ACC : autoconsommation collective.
- ACI : autoconsommation individuelle.
- BOFIP : Bulletin Officiel des Finances Publiques.
- CAPEX : capital expenditures / dépenses d'investissement.
- CMP : Coût Moyen de Production.
- CRE : Commission de Régulation de l'Énergie.
- EIT : Élément Intra-Toiture.
- GRD : Gestionnaire du Réseau de Distribution.
- HTA-BT : Haute-Tension / Basse-Tension.
- IAC : Ingénierie, Approvisionnement et Construction.
- IFER : Imposition Forfaitaire sur les Entreprises de Réseaux
- IGP : Indice de Gestion de Projet.
- ITR : Indice de Temps de Retour.
- kVA : kilovoltampère ; unité de mesure de la puissance électrique apparente.
- kW et kWc : kilowatt ; unité de mesure de la puissance. L'indice « c » désigne la puissance crête, *i.e.* la puissance délivrée par un module photovoltaïque sous spectre normé, à 25°C et 1 000 W.m⁻² d'irradiation.
- kWh : kilowatt heure ; unité de mesure de l'énergie.
- NOP : Note d'Opportunité.
- OPEX : operation expenditures / dépenses d'exploitation.
- PMO : Personne Morale Organisatrice.
- PV : Photovoltaïque.
- SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours.
- TICFE / CSPE : Taxe intérieure sur la consommation finale d'électricité, appellation de la Contribution au Service Public de l'Electricité.
- TURPE : Tarif d'Utilisation du Réseau Public d'Electricité.

5.2 Liste des champs de la couche vecteur des toitures :

Intitulé du champ	Descriptif
DEP	Département
M_REG	Maison de Région de rattachement du bâtiment
ID_BAT	Identifiant du bâtiment : - CODE_COM + identifiant du bâtiment selon la source de donnée SRC_BAT
ID_TOIT	Identifiant du pan de toiture
SRC_BAT	Source de la donnée vectorielle du bâtiment : - EDIGEO - BDTopo - LNE : pour les bâtiments rajoutés n'étant pas présents dans les 2 sources de données bâtimentaires
EXTRA_SITE	-0 : fait partie du site -1 : ne fait pas/plus partie du site -2 : a été rajouté au site -3 : fait partie du site mais a été modifié
COMMUNE	Nom de la commune
CODE_COM	Code INSEE de la commune

CODE_SITE	Code du site appartenant à la Région Grand-Est, pour la plupart des cas, il s'agit du code site présent dans la base de données en ligne GEPAT, composé du n° de département, des premières lettres de la commune, et des premières lettres du nom de l'établissement, ex : « 68 ALTK HENN » pour le lycée Jean-Jacques Henner à Altkirch
NOM_TABLI	Nom de l'établissement
ADRESSE	Adresse de l'établissement
ICPE	Installation classée pour la protection de l'environnement - 0 : site sans ICPE - 1 : site avec une installation type ICPE
CCOAF	Type d'occupation du bâtiment
DMATTO	Matériau de couverture du bâtiment
JANNAT	Année de construction ou de rénovation
DMATGM	Matériau des murs porteurs
DETENT	Etat d'entretien du bâtiment
PM_MH	Périmètre des servitudes autour des monuments historiques, correspondant à un rayon 500 mètres dans la plupart des cas : - 0 : bâtiment hors périmètre monument historique - 1 : bâtiment en périmètre monument historique
PM_AERO	Périmètre de 3 km autour des aéroports/aérodromes/aéroclubs et des héliports : - 0 : bâtiment hors périmètre - 1 : bâtiment se trouvant à moins de 3 km d'un site aéroportuaire ou d'un héliport
PM_UN	Périmètre inscrit au patrimoine mondial de l'UNESCO : - 0 : bâtiment hors périmètre - 1 : bâtiment situé en zone inscrite au patrimoine mondiale de l'UNESCO
S_C	Site inscrit ou classé : - 0 : bâtiment hors site classé - 1 : bâtiment se trouvant en site classé
SPR	Site patrimoine remarquable : - 0 : bâtiment hors site SPR - 1 : bâtiment se trouvant dans un site SPR
LIB_PLU	Libellé du zonage PLU
ZONE_PLU	Nom du zonage PLU
ELEC	Réseau de distribution d'électricité (Enedis)
GAZ	Réseau de distribution de gaz
BT_HTA	Tension du point de raccordement (basse tension / haute tension)
CAT_SITE	Consommation annuelle totale par site
PS	Puissance souscrite par l'établissement
PPR	Puissance du point de raccordement
UN_PUISS	Unité de puissance (kW / kVA)
GIS_SOL_01...12	Médiane du gisement solaire mensuel sur l'élément de toiture, en kiloWatts heure / m² par an (kWh/m².an), de Janvier à Décembre
GIS_SOL_AN	Gisement solaire annuel de l'élément de toiture : somme des gisements mensuels
SURF_TOIT	Surface de l'élément de toiture en mètres carrés
RAY_TOTAL	Rayonnement solaire total en kWh : GIS_SOL_AN * SURF_TOIT
RAY_UTIL	Rayonnement solaire utile : RAY_TOTAL * 0.70 <i>Il est considéré que généralement, 70% de la surface de toiture est impropre à une installation (chiens assis, velux...)</i>

POT_PV	Potentiel photovoltaïque : RAY_UTIL * 0.14 <i>Le rendement d'un panneau photovoltaïque en laboratoire est actuellement évalué à 14%</i>
POT_TH	Potentiel thermique : 0.40 * RAY_UTIL <i>Le rendement d'un panneau solaire thermique en laboratoire est actuellement évalué à 40%</i>
PUISS_PV	Puissance photovoltaïque en kWc (kiloWatts crête) : POT_PV / (0.85 * GIS_SOL_AN)
EXPO	Exposition médiane de la toiture, de 0 à 360°
LIB_EXPO	Classe d'exposition : <ul style="list-style-type: none"> - Nord : 0-22 et 337-360 - Nord-Est : 22-67 - Est : 67-112 - Sud-Est : 112-157 - Sud : 157-202 - Sud-Ouest : 202-247 - Ouest : 247-292 - Nord-Ouest : 292-337
PENTE	Pente médiane de la toiture exprimée en degrés

5.3 Liste des PLU disponibles pour les communes concernées de la Région Grand-Est

Département	Commune	PLU disponible
08	BAZEILLES	Non
08	CHARLEVILLE-MEZIERES	Oui
08	GIVET	Non
08	RETHEL	Oui
08	REVIN	Oui
08	SAINT-LAURENT	Oui
08	SEDAN	Oui
08	VIVIER-AU-COURT	Non
08	VOUZIERES	Non
10	AVIZE	Non
10	BAR-SUR-AUBE	Non
10	BAR-SUR-SEINE	Non
10	LES LOGES-MARGUERON	Oui
10	ROMILLY-SUR-SEINE	Oui
10	SAINTE-SAVINE	Non
10	SAINT-POUANGE	Oui
10	TROYES	Non
51	CHALONS-EN-CHAMPAGNE	Oui
51	EPERNAY	Non
51	L'EPINE	Non
51	POMACLE	Non
51	REIMS	Non
51	SEZANNE	Non
51	SOMME-VESLE	Non
51	VITRY-LE-FRANCOIS	Oui

52	BETTANCOURT-LA-FERREE	Non
52	CHAMARANDES-CHOIGNES	Oui
52	CHAUMONT	Oui
52	FAYL-BILLOT	Non
52	JOINVILLE	Oui
52	LANGRES	Oui
52	SAINT-DIZIER	Non
52	WASSY	Oui
54	DOMBASLE-SUR-MEURTHE	Oui
54	ESSEY-LES-NANCY	Non
54	FLAVIGNY-SUR-MOSELLE	Oui
54	JARNY	Non
54	LANDRES	Non
54	LAXOU	Oui
54	LONGLAVILLE	Oui
54	LONGWY	Non
54	LUNEVILLE	Non
54	MALZEVILLE	Oui
54	NANCY	Non
54	POMPEY	Oui
54	PONT-A-MOUSSON	Non
54	PONT-SAINT-VINCENT	Oui

54	ROSIERES-AUX-SALINES	Non
54	TOMBLAINE	Non
54	TOUL	Non
54	VAL-DE-BRIEY	Oui
54	VANDOEUVRE-LES-NANCY	Non
54	VANNES-LE-CHATEL	Non
54	VILLERS-LES-NANCY	Oui
55	BAR-LE-DUC	Non
55	BELLERAY	Non
55	COMMERCEY	Non
55	STENAY	Non
55	VERDUN	Non
57	BEHREN-LES-FORBACH	Non
57	BITCHE	Non
57	CHATEAU-SALINS	Oui
57	CHATEL-SAINT-GERMAIN	Non
57	COURCELLES-CHAUSSEY	Oui
57	CREUTZWALD	Oui
57	DIEUZE	Non
57	FAMECK	Oui
57	FORBACH	Non
57	FREYMING-MERLEBACH	Oui
57	HAYANGE	Non
57	MARLY	Non
57	METZ	Non
57	MONTIGNY-LES-METZ	Non
57	MOYEUVRE-GRANDE	Non
57	PHALSBOURG	Non

57	ROMBAS	Oui
57	SAINT-AVOLD	Non
57	SARREBOURG	Oui
57	SARREGUEMINES	Oui
57	SCHOENECK	Non
57	TALANGE	Non
57	THIONVILLE	Oui
67	BARR	Non
67	BISCHHEIM	Non
67	BISCHWILLER	Oui
67	BOUXWILLER	Non
67	ERSTEIN	Non
67	GUEBWILLER	Non
67	HAGUENAU	Non
67	ILLKIRCH-GRAFFENSTADEN	Non
67	LEMBACH	Non
67	MOLSHEIM	Oui
67	OBERNAI	Non
67	SARRE-UNION	Oui
67	SAVERNE	Non
67	SCHILTIGHEIM	Non
67	SCHIRMECK	Oui
67	SELESTAT	Non
67	STRASBOURG	Non
67	VALFF	Oui
67	WISSEMBOURG	Oui
68	ALTKIRCH	Non
68	CERNAY	Oui
68	COLMAR	Oui
68	ILLZACH	Non
68	INGERSHEIM	Oui
68	MASEVAUX-NIEDERBRUCK	Non
68	MULHOUSE	Non
68	MUNSTER	Oui
68	PULVERSHEIM	Oui
68	RIBEAUVILLE	Oui
68	ROUFFACH	Oui
68	SAINTE-MARIE-AUX-MINES	Non
68	SAINT-LOUIS	Non
68	THANN	Non
68	TURCKHEIM	Oui
68	WINTZENHEIM	Non
68	WITTELSHEIM	Non
88	BRUYERES	Non
88	CONTREXEVILLE	Oui
88	EPINAL	Non
88	GERARDMER	Non
88	LA VOGUE-LES-BAINS	Oui
88	MIRECOURT	Non
88	NEUFCHATEAU	Non
88	POUSSAY	Oui

88	RAON-L'ETAPE	Non
88	REMIREMONT	Non
88	SAINT-DIE-DES-VOSGES	Oui
88	SAINT-NABORD	Non
88	SAULXURES-SUR-MOSELLOTTE	Oui
88	THAON-LES-VOSGES (CAPAVENIR-VOSGES)	Oui

5.4 Attributs pour les bâtiments

Bâtiments

Intitulé du champ	Descriptif
ID_BAT	Identifiant du bâtiment (OBJECT_RID / ID / LNE)
COMMUNE	Nom de la commune
CODE_COM	Code INSEE de la commune
CODE_SITE	Code du site (Lycée, Administration)
NOM_TABLI	Nom de l'établissement
ADRESSE	Adresse de l'établissement
ICPE	ICPE (0 : non, 1: oui)
CCOAF	(données MAJIC) Catégorie de maître d'ouvrage
DMATTO	(données MAJIC) Matériaux des toitures
JANNAT	(données MAJIC) Année d'achèvement
DMATGM	(données MAJIC) Matériaux des gros murs
DETENT	(données MAJIC) Etat d'entretien du bâtiment
PM_MH	Périmètre < 500 mètres monument historique (0 : non, 1 : oui)
PM_AERO	Périmètre de 3 km autour des aéroports et aérodromes (0 : hors périmètre, 1 : à l'intérieur)
PM_UN	Périmètre zone patrimoniale de l'UNESCO
S_C	Sites Classés ou Sites Inscrits (0 : non, 1: oui)
SPR	Site Patrimonial Remarquable
LIB_PLU	Libellé du zonage PLU
ZONE_PLU	Zonage du PLU
ELEC	Distributeur d'électricité selon la commune
GAZ	Distributeur de gaz selon la commune
BT_HTA	Tension du point de raccordement
CAT_SITE	Consommation active totale par site (cf. CODE_SITE) pour l'année 2016 (kWh)
PPR	Puissance du point de raccordement au réseau
PS	Puissance souscrite
UNITE_PUISS	Unité de la valeur de puissance (kW ou kVA)

SURF_TOIT	Superficie du polygone concerné (m²)
POT_PV	Potentiel PV (kWh/an) RAY_UTIL * Rendement PV
PUISS_PV	Puissance PV (kWc) : POT_PV / (GIS_SOL * Ratio de performance)
CLASSE_PUISS	Classe de puissance 0 : < 1 kWc 1 : 1-3 kWc 2 : 3 -9 kWc 3 : 9-36 kWc 4 : 36-100 kWc 5 : 100-250 kWc 6 : 250-500 kWc 7 : > 500 kWc
ECO_GES	Facteur d'économie de GES (kgCO2e/kWh) : ADEME - 55 gCO2e/kWh Mix moyen élec - 57,1 gCO2e/kWh
SURF_UTILE	Surface du bâtiment propice au PV (m²)
ORIENTATION 1 kWc	Exposition moyenne des EIT (°) avec seuil de puissance appliqué (1 kWc)
LIB_EXPO_MOY	Libellé de l'exposition moyenne des EIT
AZIMUT_PVGIS 1 kWc	Azimut moyen des EIT (°) avec seuil de puissance appliqué (1 kWc)
PENTE 1 kWc	Inclinaison moyenne des EIT (°) avec seuil de puissance appliqué (1 kWc)
TOIT_PLAT	Bâtiments avec pente moyenne < 5° : 0 : supérieur au seuil, toit incliné 1 : inférieur au seuil, toit plat
M_REG	Code de la maison de Région
ID_BAT 1 kWc	Identifiant du bâtiment repris s'il présente plus d'1 kWc de potentiel

5.5 Attributs pour les parkings

Parkings

Intitulé du champ	Descriptif
ID_PARK	Identifiant du parking
VERIF	Appartenance à la Région à confirmer
M_REG	Maison de Région
COMMUNE	Nom de la commune
CODE_COM	Code INSEE de la commune
CODE_SITE	Code du site
NOM_TABLI	Nom de l'établissement
ADRESSE	Adresse de l'établissement
ICPE	
PM_MH	Périmètre < 500 mètres monument historique (0 : non, 1 : oui)
PM_AERO	Périmètre de 3 km autour des aéroports et aérodromes : (0 : hors périmètre, 1 : à l'intérieur)
PM_UN	Périmètre zone patrimoniale de l'UNESCO
S_C	Sites Classés ou Sites Inscrits : (0 : non, 1 : oui)
SPR	Site Patrimonial Remarquable
LIB_PLU	Libellé du zonage PLU
ZONE_PLU	Zonage du PLU
ELEC	Distributeur d'électricité selon la commune
GAZ	Distributeur de gaz selon la commune
BT_HTA	Tension du point de raccordement
CAT_SITE	Consommation active totale par site (cf. CODE_SITE) pour l'année 2016 (kWh)
PPR	Puissance du point de raccordement au réseau
PS	Puissance souscrite
UNITE_PUISS	Unité de la valeur de puissance (kW ou kVA)
GIS_SOL_01	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Janvier
GIS_SOL_02	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Février
GIS_SOL_03	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Mars
GIS_SOL_04	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Avril
GIS_SOL_05	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Mai
GIS_SOL_06	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Juin
GIS_SOL_07	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Juillet
GIS_SOL_08	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Août
GIS_SOL_09	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Septembre
GIS_SOL_10	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Octobre
GIS_SOL_11	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Novembre
GIS_SOL_12	Gisement solaire mensuel (kWh/m²) Décembre
GIS_SOL_AN	Gisement solaire annuel de référence (kWh/m².an)
CLASSE_GIS	Classe de gisement (kWh/m².an) : 1 : < 1 000 2 : 1 000 - 1 100 3 : 1 100 - 1 200 4 : > 1 200
REJET_GIS	Seuil de gisement solaire (kWh/m².an) 0 : inférieur au seuil donc non traité 1 : supérieur au seuil
SURF_PARK	Superficie du parking (m²)

RAY_TOTAL RAY_UTIL	Rayonnement total (kWh/an) : GIS_SOL * SURF_PARK Rayonnement utile (kWh/an) : RAY_TOTAL * Coefficient surface utile
POT_PV	Potentiel PV (kWh/an) : RAY_UTIL * Rendement PV
ECO_GES	Facteur d'économie de GES (kgCO2e/kWh) : ADEME - 55 gCO2e/kWh Mix moyen élec - 57,1 gCO2e/kWh
PUISS_PV	Puissance PV (kWc) : POT_PV / (GIS_SOL * Ratio de performance)
CONTROLE_PV	Calcul du rendement spécifique pour contrôle (kWh/kWc)
REJET_PUISS_PV	Toute installation supérieure au seuil de puissance (kWc)
CLASSE_PUISS	Classe de puissance 0 : < 1 kWc 1 : 1-3 kWc 2 : 3 -9 kWc 3 : 9-36 kWc 4 : 36-100 kWc 5 : 100-250 kWc 6 : 250-500 kWc 7 : > 500 kWc
POT_PV 1 kWc	Potentiel PV (kWh/an) avec seuil de puissance appliqué (1 kWc)
SURF_UTILE	Surface du parking propice au PV (m²)
EXPOSITION	Exposition moyenne de l'EIT (°) : Nord = 0° et 360° Est = 90° Sud = 180° Ouest = 270°
LIB_EXPO	Libellé de l'exposition moyenne de l'EIT
AZIMUT_PVGIS	Azimut selon PVGIS (°) : EXPOSITION - 180
PENTE	Inclinaison de l'EIT (°) : entre 0 et 90°
IDPark_1kWc	Identifiant du parking repris s'il présente plus d'1 kWc de potentiel