
Rapport de stage individuel

4^{ème} année

Stage étudiant : développeur
de projets photovoltaïques au

ENERPARC
87 quai des Queyries 33100
BORDEAUX France


Tuteur entreprise :
Marceau Leroux
Chargé d’Affaire

Tuteur académique:
Mathilde Gralepois

Pauline Henry
Filière IUT
2019-2020



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Pauline Henry
2019-2020

Stage étudiant : développeur de projets photovoltaïques au sol

Résumé : Sous la tutelle d'une équipe de 3 personnes, la mission principale du stage était la réalisation d'un outil à l'aide du logiciel QGIS, permettant de faciliter l'identification de parcelles propices à l'installation de centrales photovoltaïques au sol. Cette mission s'accompagnait de la réalisation d'une méthodologie d'utilisation de l'outil. L'étude de plusieurs cas, la participation à des appels à projets, ainsi qu'à des conférences de l'OFATE

Mots Clés : Projet - Photovoltaïque - International - Logi-

ENERPARC :
87 quai des Queyries 33100
BORDEAUX France

Tuteur entreprise :
Marceau Leroux
Chargé d'Affaire

Tuteur académique:
Mathilde Gralepois

Table des matières

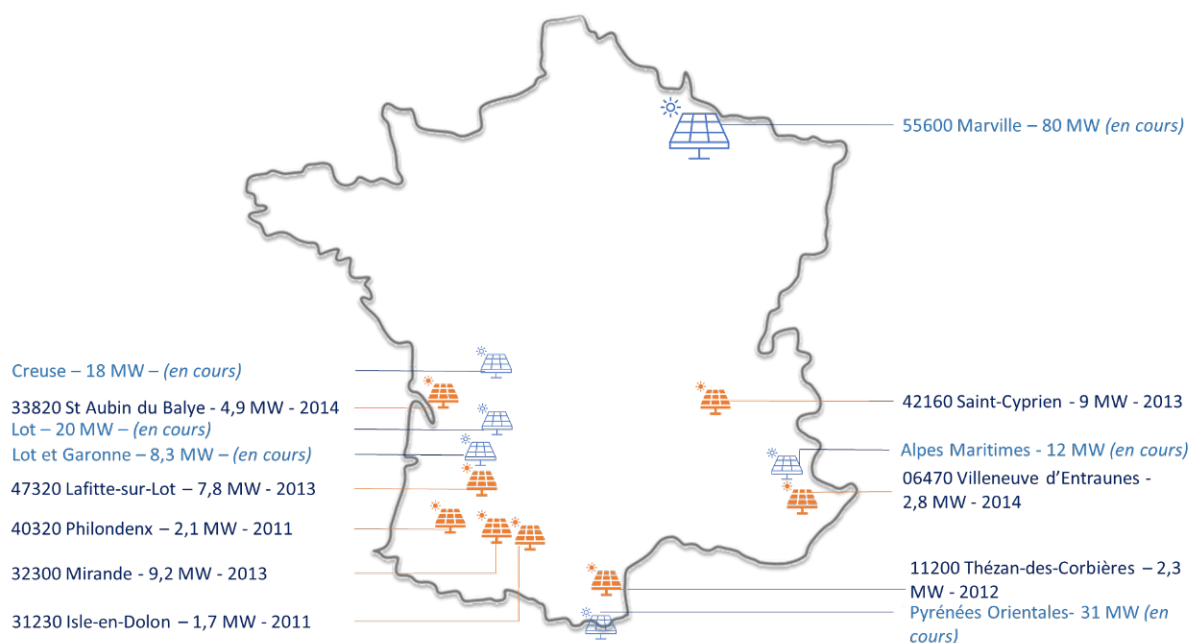
1. Introduction	3
A. Présentation des missions	3
B. Structure du stage	4
C. Présentation des attendus du stage	4
D. Méthodologie	5
2. Rendu destiné au commanditaire	8
A. Introduction.....	10
B. Mise en place du fond de carte et système de coordonnées de référence	11
C. Ajouter les données.....	12
D. Découper le territoire pour une prospection ciblée	13
E. Réaliser une requête pour les parcelles	14
F. Définir des périmètres autour des points de raccordement et des chemins de raccordement	15
G. Mesurer une pente	16
H. Réalisation d'un tableau de sélection de données	17
I. Astuces complémentaires.....	18
J. Mise en forme de carte	19
K. BASIAS	20
L. Parcelles forestières.....	21
M. Annexe	21
3. Conclusion	24
A. Atouts du stage	24
B. Limites du stage	25
C. Compétences acquises	26

1. Introduction

A. Présentation des missions

L'entreprise ENERPARC est une multinationale Allemande fondée en 2008, possédant de nombreuses filiales en Europe et dans le reste du monde. Spécialisée dans les installations photovoltaïques au sol de grande envergure, ENERPARC possède ainsi des filiales en France, en Espagne, en Inde, en Australie et développe des projets dans de nombreux pays à travers le monde. En 2017, la société possédait la deuxième plus grande capacité photovoltaïque en Europe, avec plus de 3GWc installés sur plus de 300 projets.

Localisée à Bordeaux, la filiale française est composée d'un groupe de 3 experts dont 2 basés à Berlin. Depuis 2011, neuf projets ont vu le jour sur le territoire français. Enerparc AG a mis en place la deuxième plus grande centrale photovoltaïque construite en France depuis 2016, possède un volume total d'exploitation de 42 MWc en fond propre et 130 MW en développement à travers la France.



Le stage vise à les aider dans leur mission de déploiement de projets photovoltaïques au sol en France. Afin de préciser les recherches dans la prospection de terrain, la mise en place d'un outil à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) a été réalisé. L'utilisation de QGIS a permis de réaliser un outil facilitant l'iden-

tification de parcelles propices à l'installation de centrales photovoltaïques au sol. De plus, le but du stage est de se familiariser avec tous les projets de la société en cours d'étude ou de réalisation, permettant de mieux comprendre les objectifs, les obstacles, les solutions éventuelles et le calendrier de chaque projet en cours. De plus, la réalisation d'une documentation spécifique à chaque projet sera nécessaire, intégrant à part entière les missions du stage.

B. Structure du stage

Le stage, réalisé à Bordeaux pour une durée de 12 semaines, intégrait de nombreuses missions. En effet, en plus de la mission principale qui était le développement d'un outil informatique permettant l'aide à la prospection de terrain, j'ai pu, à travers différentes autres missions, observer une vision d'ensemble de toutes les étapes nécessaires à la mise en place d'un projet.

Encadrée par une équipe de trois personnes, j'ai été directement intégrée à la filiale française de l'entreprise. Mr Leroux mon maître de stage travaillant à Bordeaux, ainsi que Mme Ladier et Mr Hörnicke m'ont ainsi encadré durant les douze semaines de stage effectuées. Le rôle de M. Leroux est chargé d'affaires, il s'occupe ainsi de la réalisation et de la mise en place du projet, et donne un avis technique sur les dispositifs à mettre en place. Mme Ladier travaille dans le développement de projet, elle est aussi en charge de la relation avec les différentes autorités compétentes publiques et privées (Mairies, DREAL...). Mr Hörnicke travaille aussi dans le développement de projet et s'occupe de toute la partie financement. La prospection de terrain est assurée par Mme Ladier et est validée par le reste de l'équipe.

Encadrée par cette équipe, et j'ai pu travailler sur différentes phases du développement de projet photovoltaïque et acquérir des connaissances transversales en matière de prospection, d'étude d'impact, de besoins techniques, notamment par l'étude des appels d'offres et la réalisation de l'outil GQGIS.

C. Présentation des attendus du stage

Le stage réalisé a pour but de se familiariser avec le monde de l'énergie photovoltaïque. En effet, voulant travailler dans les énergies renouvelables, ce stage m'a permis de mieux comprendre quelles pourraient être les missions d'un ingénieur en aménagement dans le monde du photovoltaïque. Ayant des compétences transversales en aménagement, urbanisme, système information géographique et en énergie, les

missions proposées correspondent parfaitement aux capacités acquises lors de mon cursus.

L'entreprise souhaitait que je réalise une méthodologie de l'outil d'aide à l'identification de parcelles propice à l'installation de centrales photovoltaïques. La partie 2 de ce rapport présentera cette méthodologie.

De plus, les attentes du stage vont au-delà de cette méthodologie. En effet, en plus de la création de cet outil, le stage a pour vocation de m'aider à comprendre la mission principale d'un développeur de projet photovoltaïque, en particulier en termes d'urbanisme. Il est aussi attendu de comprendre le contexte des activités et les enjeux auxquels les développeurs de projets sont confrontés chaque jour. Se familiariser avec les différents services régionaux ou départementaux pour mieux comprendre les exigences spécifiques des différentes institutions locales a été nécessaire.

Concernant le volet technique, il est attendu de pouvoir comprendre les différents aspects d'un système photovoltaïque : les technologies des principaux composants, leur construction, leur fonctionnement etc.

Ainsi, en réalisant la méthodologie de l'utilisation de l'outil QGIS, il est attendu de pouvoir trouver des solutions aux différents problèmes rencontrés, travailler en collaboration avec l'équipe internationale, et de savoir s'adapter et apporter des idées.

Enfin, une fois cette méthodologie terminée et testée, la transmission et l'apprentissage de cette méthodologie sera faite à l'équipe lors de la réalisation d'un atelier. Savoir mener une réunion et l'organiser fait donc aussi partie des attendus du stage.

D. Méthodologie

Afin de réaliser l'outil d'aide à l'identification de parcelles, j'ai d'abord eu beaucoup de lectures et de recherches documentaires concernant la mise en place de projets antérieurs. Pour mieux comprendre tous les enjeux des projets, la lecture d'étude des appels d'offre, de résumés non techniques de l'étude d'impact sur l'environnement, des dossiers de demande des permis de construire a été faite. De plus, l'étude préalable des différentes cartes de propositions d'implantation est nécessaire. Cette documentation réalisée sur plusieurs projets permet de faire un état de l'ensemble des contraintes à prendre en compte pour l'identification de parcelles. Ainsi, j'ai commencé le stage par 4 à 5 jours de recherche sur les différents projets mis en place, étudiés et abandonnés. Ces lectures ont donné lieu à de nombreuses questions auxquelles l'équipe a répondu précisément.

J'ai donc pu identifier des contraintes et réaliser une liste exhaustive de critères à prendre en compte pour la réalisation de l'outil. Ainsi, les principales conditions à relever sont : la distance entre le terrain et le point de raccordement, la pente, la surface, les zones protégées existantes, le zonage du PLU ou PLUi de la commune. La condition d'ensoleillement est jugée suffisante partout en France, ce n'est donc pas un critère à prendre en compte ici.

Cette identification m'a permis, pendant le premier mois, de commencer à développer l'outil, en commençant par l'échelle locale. Cette échelle permet d'observer les critères de près et de réaliser une première identification de terrain. Une fois l'outil mis en place sur le territoire de la Gironde, j'ai pu identifier des parcelles sur une communauté de commune, qui est la meilleure échelle pour réaliser une demande d'identification de propriétaires. Cette première projection a permis de comprendre le fonctionnement de l'outil à petite échelle.

La seconde étape consiste à reprendre chacune des manipulations réalisées, puis de revenir à l'échelle nationale afin de globaliser l'outil. Ainsi, chaque utilisateur pourra réaliser les manipulations sur tous les territoires de France voulus.

Les différents critères se distinguent ainsi :

Afin de restreindre la zone de recherche de parcelles, la distance au point de raccordement est un critère à prendre en compte. Les travaux nécessaires à la connexion au réseau coûtent cher, ainsi, il est nécessaire de prendre au maximum un ratio de 1km pour 1MW de puissance installée. Un maximum de 10 km entre le terrain et le poste source est défini. Ainsi, la mise en place d'une zone tampon de 10 km autour du poste source a été réalisée. Pour connaître les capacités du poste d'accueil, il faut se rendre sur le site www.capacreseau.fr, si le poste est saturé une demande de raccordement préalable doit être réalisée.

Le deuxième critère à prendre en compte est la surface de la parcelle. En effet, la parcelle doit mesurer au minimum de 2 ha pour être intéressante. Un agrégat de petites parcelles peut aussi être recherché si les parcelles appartiennent à un même ensemble de propriétaires, facilitant ainsi le dialogue. J'ai donc choisi de me concentrer sur les grandes parcelles pour obtenir un nom de propriétaire unique, si le retour est positif, le contact de propriétaires adjacents sera donc intéressant.

Le zonage de la carte du PLU intervient ensuite. Ce critère est primordial, car il est celui qui permet de dire si le projet est faisable sur la parcelle définie. En effet, les zonages autorisés sont : Au, N (Npv, Nm...). Les zonages AU (A Urbaniser) sont privilégiés pour la construction de logement, ainsi, il est parfois difficile d'obtenir un accord de la commune sur une parcelle Au. Les parcelles N (Naturelle) sont à favoriser car elles autorisent généralement la construction et installation nécessaire aux services publics d'intérêt collectif. Ainsi, les dispositifs photovoltaïques sont générale-

ment autorisés sur ces parcelles. La mise en place de dispositifs photovoltaïque en zonage A (Agricole) est généralement plus compliquée. En effet, il faut réaliser une étude préalable prouvant que la zone possède un faible potentiel agricole et environnemental, car les zones A ne doivent pas perdre leur vocation agricole. Une mise en place de d'éco-pâturage de bovidés peut permettre une aide mutuelle. Le pâturage évite d'avoir retour à un entretien de la parcelle et les bovidés profitent d'une ressource inexploitée par les dispositifs.

Cependant, la première limite de l'outil apparaît ici. En effet, pour pouvoir utiliser une carte du PLU d'une commune dans l'outil, il est nécessaire que celle-ci soit géoréférencée. Cependant, de nombreuses petites communes ne possèdent pas de couche informatisée de leur plan de zonage. Ce critère est donc étudié au cas par cas, sur un fichier à part et non sur le logiciel QGIS.

Le zonage est aussi étudié pour visualiser les différentes zones protégées : il est important de savoir si la parcelle est en ZNIEFF 1, ZNIEFF 2, ZPS, RAMSAR, Natura 2000 etc. Un règlement spécifique s'applique sur ces zones, elles sont donc à éviter pour un souci de préservation de l'environnement et un souci technique (zone humide, dispositifs pour les espèces sensibles etc.).

Enfin, le calcul de la pente intervient. Le terrain ne doit pas posséder une pente supérieure à 20° et doit être orienté sud (meilleur ensoleillement). Le calcul et la méthodologie de calcul sont détaillés dans la partie 2.

Ainsi, l'étude de tous ces critères sont nécessaires à la prospection d'un terrain. La mise en place d'une base de données nationale a été réalisée avec les données de raccordement, topologiques, environnementales et territoriales.

Par la suite, cette méthodologie à été testé et validé : j'ai réalisé un premier test avec la construction d'un tableau de parcelles comprenant tous les critères identifiés. Par la suite, ma collègue Mme Ladier a testé cette méthodologie en réalisant toutes les manipulations et a validé celle-ci. Enfin, la réalisation d'une réunion incluant toute l'équipe à été organisé afin d'expliquer à tout le monde le fonctionnement de l'outil. De plus, cette réunion à pour but de finaliser mon stage avec la concrétisation de la mission principale du commanditaire. J'ai donc organisé cette réunion en présentant la méthodologie, les idées principales :

- Pourquoi choisir cette échelle territoriale ?
- Comment ai-je procédé pour arriver à ce résultat ?
- Pourquoi avoir classé les données en deux dossiers : national et local ?
- Quelles sont les principales limites de l'outil ?

Puis, après une introduction expliquant ces différentes questions, j'ai expliqué pas à pas le fonctionnement de l'outil pour définir l'obtention une liste de parcelles.

2. Rendu destiné au commanditaire

Cette partie représente le rendu du travail destiné au commanditaire. En effet, comme expliqué dans les parties ci-dessus, la mission principale de mon stage consistait en la création d'un outil QGIS, permettant d'identifier les parcelles propices à l'installation de centrales photovoltaïques. Cet outil a été réalisé durant les douze semaines de stage dans l'entreprise ENERPARC. En coopération avec Hélène Ladier, j'ai pu après avoir observé son ancienne méthode de travail, réaliser sur QGIS un outil fonctionnant de manière intuitive. La méthodologie ci-dessous permet de comprendre son utilisation et sa mise en place pas à pas, de l'ouverture du logiciel jusqu'à la détection de parcelles. Chaque partie est détaillée, toute la méthodologie permettant d'arriver à une liste de parcelles, mais aussi des astuces complémentaires permettant de réaliser des manipulations essentielles à la création de cartes, à de nouvelles couches shapefile etc. Des explications sur les limites de l'outils sont aussi disponibles en fin de méthodologie.

Méthodologie QGIS : aide à l'identification de parcelles propice à l'installation d'une centrale PV



Table des matières

1. Introduction	3
A. Présentation des missions	3
B. Structure du stage	4
C. Présentation des attendus du stage	4
D. Méthodologie	5
2. Rendu destiné au commanditaire	8
A. Introduction.....	10
B. Mise en place du fond de carte et système de coordonnées de référence	11
C. Ajouter les données.....	12
D. Découper le territoire pour une prospection ciblée	13
E. Réaliser une requête pour les parcelles	14
F. Définir des périmètres autour des points de raccordement et des chemins de raccordement	15
G. Mesurer une pente	16
H. Réalisation d'un tableau de sélection de données	17
I. Astuces complémentaires.....	18
J. Mise en forme de carte	19
K. BASIAS	20
L. Parcelles forestières.....	21
M. Annexe	21
3. Conclusion	24
A. Atouts du stage	24
B. Limites du stage	25
C. Compétences acquises	26

A. Introduction

Afin de procéder à une sélection plus précise de parcelles favorables à l'installation de centrales photovoltaïques, l'utilisation de l'outil QGIS semble pertinent. En effet, grâce à son système de couche, il permet une vue d'ensemble plus précise des terri-

toires ainsi que des contraintes et avantages qu'il procure. Cette méthodologie détaille comment utiliser l'outil pour n'importe quel territoire de France.

Elle permet, pour une parcelle sélectionnée, de déterminer le point de raccordement le plus proche ainsi que la distance les séparant, s'il existe une zone protégée particulière (ZNIEFF, Natura 2000, ZICO...), l'altimétrie en mesurant la pente du terrain, sa surface ainsi que le recueil de données par observation aérienne (boisement, pré etc.).

NB : Les sources permettant d'accéder aux données seront spécifiées en annexe, il est nécessaire de les redécharger dans un fichier sur son bureau pour les utiliser et les intégrer à QGIS.

B. Mise en place du fond de carte et système de coordonnées de référence

Fond de carte :

Afin d'utiliser une base commune, le fond de carte doit être le même pour tous les utilisateurs de l'outil. Ainsi, la première étape est la mise en place du fond proposé par GOOGLE SATELLITE. Ce fond de carte est le plus récent que nous puissions trouver sur QGIS.

Extensions → Installer/Gérer des extensions → Rechercher dans la barre d'outils « QuickMapServices » : Installer le plugin

Une fois installé, pour faire apparaître tous les fonds de cartes de cette extension, aller dans « Internet » → « QuickMapServices » → « Settings » → Onglet « More services » → « Get contributed pack » → Enregistrer

Il y a maintenant de nombreux fonds de cartes disponibles : Waze, Google, Bing, ... Sélectionner Google puis Google Satellite.

Système de coordonnées de référence :

« Il y a deux types de **systèmes de coordonnées de référence** : **Systèmes de Coordonnées Géographiques** et **Systèmes de Coordonnées Projétées**. La projection à la volée est une fonctionnalité dans les SIG qui permet de superposer des couches, même si elles sont projetées dans différents **systèmes de coordonnées de référence**. » *Documentation de QGIS 2.8*

Le système de coordonnées utilisé ici est WGS84 dont ID certifié est EPSG :4326 ainsi que RGF93 - Lambert 93 avec ID certifié est EPSG :2154. Ces deux systèmes de coordonnées sont projetés en EPSG :2154 (il faut régler cette fonctionnalité en cliquant en bas à droite de la carte sur le SCR et sélectionner EPSG :2154).

Ainsi, les différentes couches seront projetées dans le même Système de Coordonnées de Référence. Les couches à ajouter (partie 1.C) ont différents systèmes de coordonnées :

- Données environnementales : RGF93 - Lambert 93 EPSG :2154
- Données de raccordement : RGF 93 / CC49 - EPSG :3949
- Réseaux de transport et aérodrômes : RGF93 - Lambert 93 EPSG :2154
- Données territoriales : WGS84 EPSG :4326

C. Ajouter les données

Dans un premier temps, il faut que le projet soit en mode « enregistrement des chemins relatifs », afin que le projet enregistre les chemins des différentes données pour pouvoir les retrouver, et ainsi sauvegarder le projet. Pour cela, aller dans « Projet » → « Propriétés » → Vérifier dans les « Paramètres Généraux » que le paramètre « enregistrer les chemins » soit réglé sur « relatif ».

Pour commencer sur une base commune, il est nécessaire d'ajouter des données à l'échelle nationale. Ainsi, dans le dossier commun, ajouter les différentes couches shapefiles (simplement prendre la couche .shp et la faire glisser sur le fond de carte QGIS).

Dans l'annexe, il y a la localisation des données dans le serveur commun. Il suffit de suivre le chemin relatif pour arriver à la donnée.

Ajout de données à l'échelle nationale :

Dossier 1 : Données territoriales

- Communes
- Départements
- Régions

Dossier 2 : Données raccordement

- Poste-source

Dossier 3 : Réseaux de transports et aérodrômes

- Tronçons de voies ferrées

- Tronçons de routes
- Aérodrome

Dossier 4 : Données environnementales

- Tronçons hydrographiques
- RASMSAR (Zones Humides), SIC (Natura 2000), ZICO, ZNIEFF 1, ZNIEFF 2, N_ENP_PN_S_000, ZNIEFF Mer

Dossier 5 : Données topographiques

Les données des courbes de niveau sont réparties en 4 dossiers (la France est coupée en 4 grandes régions). Leur mise en forme constituera une partie de ce dossier car leur traitement nécessite des manipulations.

Ajout de données à l'échelle locale :

Données territoriales :

- Cadastre parcellaire (source en annexe) : Cette donnée est trop lourde pour être téléchargée à l'échelle nationale, même régionale. L'échelle du département est lente à manipuler mais reste possible, la meilleure échelle est celle de la commune directement.

D. Découper le territoire pour une prospection ciblée

La meilleure échelle pour travailler sur un territoire est la communauté de commune. Afin de créer une couche locale, on part de la couche « commune » à l'échelle nationale :

Couche commune → Table d'attributs  → Passer en Mode édition  → Sélectionner une entité en utilisant une expression 

- Si l'on souhaite sélectionner une commune à partir de son nom :
« nom » = 'NOM COMMUNE 1' puis cliquer sur « sélectionner des entités »
- Si l'on souhaite sélectionner plusieurs communes à partir de leurs noms :
« nom » = 'NOM COMMUNE 1' OR « nom » = 'NOM COMMUNE 2' OR « nom » = 'NOM COMMUNE 3' puis cliquer sur « sélectionner des entités »
- Si l'on souhaite sélectionner une commune à partir de son code commune (code INSEE), appelé « id » dans la table attributaire :
« id » = 33514 puis cliquer sur « sélectionner des entités » → la commune SOULAC-SUR-MER est sélectionnée

NB : /!\ écrire le *nom* des communes exactement de la même façon que dans la table attributaire : majuscules/minuscules, pas d'apostrophe... sinon QGIS ne reconnaitra pas et ne pourra exécuter la sélection

Petit récapitulatif :

- Deux Guillemets « pour noter un champ : "nom"
- Un Guillemet ' pour la sélection (si nom propre) : 'SOULAC SUR MER'
- Rien pour la sélection si nombre : 33514

Créer une couche à partir des entités sélectionnées :

Cliquer sur la couche de départ → Exporter → Sauvegarder les entités sélectionnées sous → choisir un dossier ou ranger la couche shapefile → enlever le Mode édition et Sauvegarder → la couche apparaît

Découper le territoire de prospection ciblé :

Cette manipulation permet de découper une couche par rapport à une autre, par exemple, si l'on veut découper la donnée des points de raccordement et faire apparaître seulement ceux à inclure dans une communauté de communes.

Vecteur → Outil de géotraitement → Couper  → dans les Paramètres, choisir la donnée que l'on souhaite voir apparaître dans le premier champ (ex, les postes sources), puis la couche géographique dans le deuxième champ (couche communauté de communes) → Enregistrer la nouvelle couche dans un dossier → Exécuter, la nouvelle couche apparaît

(Ce processus peut prendre du temps si la donnée demandée est lourde à traiter)

E. Réaliser une requête pour les parcelles

Afin de connaître les aires des parcelles d'une commune ou communauté de commune, il est possible de les faire calculer directement par QGIS en rajoutant un champ dans la table attributaire. Dans un premier temps, ajouter la couche shapefile de la donnée du cadastre parcellaire de la commune. *(Le lien menant à cette donnée est en annexe)*

Ouvrir la table attributaire → clic en haut à gauche afin de sélectionner toutes les données de la table attributaire * → basculer en Mode édition → Ajouter un champ



- Le nommer : Aire
- Type : décimal

- Longueur : 4
- Précision (nombre de chiffres après la virgule) : 2

Valider

Méthode 1 : Aller dans Calculateurs de champs  → Mise à jour d'un champs existant (ici choisir le champ « Aire » à mettre à jour) → taper la formule : « contenance »/10000 → OK

On voit ainsi apparaître dans le champ « Aire » de la table attributaire le calcul de la surface de chaque parcelle en hectare.

Le champs contenance déjà existant dans la table attributaire correspond à la surface de la parcelle en mètres carrés. Cette manipulation va arrondir la surface de la parcelle et la mettre en hectare.

(Ce processus peut prendre du temps si la donnée demandée est lourde à traiter)

Enlever le mode édition et enregistrer pour sauvegarder le nouveau champ créé.



	id	nom
1	26196	MONTELEGER
2	32140	GAUJAC
* 3	47108	GAUJAC

Créer une requête, sélectionner des parcelles souhaitées :

Exemple de souhait : sélectionner les parcelles supérieures à 10 hectares

Aller dans la table attributaire des parcelles → Mode édition → Sélectionner des entités en utilisant une expression  → Ecrire dans l'expression

« Aire » > 10 → sélectionner des entités

Quitter la table attributaire → Clic droit sur la couche parcelle → Exporter → Enregistrer les entités sélectionnées sous... → Enlever le mode édition et Sauvegarder, la couche apparaît

F. Définir des périmètres autour des points de raccordement et des chemins de raccordement

Déterminer des périmètres de recherche :

Afin de réduire le périmètre de recherche, il est nécessaire de créer des zones tampons autour des points de raccordement. En effet, il est d'usage d'éliminer les ter-

rains à plus de 10 km du poste source. Ce paragraphe explique comment créer une zone tampon autour d'un point géographique.

Dans un premier temps, il est nécessaire de télécharger la donnée en **Lambert 93** (l'unité est le mètre).

Aller dans Vecteur → Outils de géotraitement → Tampon  → choisir l'unité de distance (km) et la distance (ici, 10km) → Enregistrer la couche dans un dossier choisi → Exécuter

!!\ Toujours choisir un dossier dans lequel enregistrer la couche, elle sera sinon enregistrée par défaut en couche temporaire

On voit ainsi se dessiner des zones de 10 km autour des points de raccordement. Afin de les joindre entre elles pour une lecture plus simple :

Vecteur → Outils de géotraitement → Regrouper  → choisir la couche → Enregistrer → Exécuter

Déterminer les chemins de raccordement :

Afficher les couches tronçons de routes et voies ferrées ainsi que les cours d'eau. Il est important de voir si le chemin au point de raccordement proposé doit traverser un obstacle. Prendre l'outil mesure (longueur), et suivre les petites routes de campagne de préférence depuis la parcelle jusqu'au point de raccordement. Noter la distance parcourue jusqu'au point.

G. Mesurer une pente

Afin de mesurer une pente, il faut obtenir des courbes de niveau de la zone choisie. Pour cela, il faut récupérer les données sur le site <http://dwtkns.com/trtm/> et télécharger la zone choisie, puis dézipper le contenu. *Cette étape a déjà été réalisée pour la France, les dossiers sont pré-téléchargés dans la base de données.*

- Glisser dans QGIS le fichier « .tif » : on voit apparaître le relief de la zone sélectionnée en négatif : un raster
- Menue Raster → Extraction → Création de contours  : dans la fenêtre qui s'ouvre, choisir le raster dont on souhaite extraire les courbes de niveau, enregistrer le fichier dans un dossier. Il est nécessaire de choisir la distance entre les courbes de niveau choisir 2 m, vérifier que la valeur de « Décalage par rapport à 0 » est bien à 0. → Exécuter

(Ce processus peut prendre du temps si la donnée demandée est lourde à traiter)

Sur QGIS, clic sur info  → clic droit sur la courbe → prendre l'élévation (par rapport au niveau de la mer) → regarder le niveau de chaque courbes présentes sur le terrain.

Outils règle de mesure  → mesurer la distance entre les courbes de niveau

Se rendre sur le site <https://www.lememento.fr/calcul-pente>, rentrer les informations (distance, différence d'élévation des courbes), lancer le calcul de la pente.

H. Réalisation d'un tableau de sélection de données

Réaliser une sélection de parcelles sur la commune ou communauté de commune en créant une couche. Afin de sortir une première base de parcelles, il faut exporter cette base au format Excel :

Couche → Exporter → Sauvegarder les entités sous... → choisir le format XLSX

Conserver les informations suivantes du fichier Excel créé : Commune, Section, Numéro, Aire.

A partir de cette base de données, il faut créer un tableau incluant tous les renseignements nécessaires à la sélection des parcelles :

Commune - N° Ensemble - Section - Numéro de parcelle - Zonage PLU - Aire (ha) - Surface totale de l'ensemble (ha) - Point de raccordement le plus proche (X ; Y) - Distance au point de raccordement - Pente - Zone de protection - Caractéristiques particulières

Pour obtenir la coordonnée du point de raccordement, sélectionner info , puis cliquer sur le point de raccordement. Afin d'obtenir des informations complémentaires, se diriger vers le site capareseau (lien en annexe) pour obtenir le nom, la puissance raccordée, la puissance encore disponible...

Afin de compléter la colonne « Zonage PLU », il est nécessaire d'obtenir la carte du PLU de la commune considérée et de compléter les informations sur le zonage à partir de ce support. Ouvrir la carte en parallèle de la sélection sur QGIS et observer les zonages : exclure premièrement les zonages agricoles (zones destinées à la pratique agricole), favoriser les terrains en zone N, Npv, ou Au. Inscrire les renseignements de cette carte dans le tableau ci-dessus.

La colonne « Caractéristiques particulières » permet de noter des informations visibles en vue aérienne : boisement, friche, pré, prairie... Cependant, ces informations sont subjectives et peuvent être obsolètes. En effet le fond de carte google satellite date au minimum de 2012-2013, les parcelles ont pu être modifiées depuis. Ce champ sert aussi à inscrire des données d'identification d'obstacles : cours d'eau, voie ferrée, route...

I. Astuces complémentaires

Modifier la table attributaire :

Besoin de dézipper la couche pour pouvoir jouer avec la table attributaire.

Fusionner des couches :

Vecteur → Outils de gestion de données → Fusionner des couches Vecteurs  (choisir les couches à fusionner)

Mise en forme des couches :

Afin d'obtenir une lecture plus simple et claire des différentes données, il est nécessaire de les mettre en forme. Par exemple, obtenir une couche des communes avec seulement la découpe des contours de la commune ou de la zone tampon autour des points de raccordement. Ainsi, il est possible de jouer avec la mise en forme des données (couleurs, épaisseurs des traits, rayure etc.).

Double clic sur la couche considérée (ici commune pour l'exemple)

→ Symbologie  → clic sur Remplissage simple → il est possible de modifier le remplissage à partir de cet onglet, on peut mettre ou non un remplissage de la couche, jouer sur la couleur, le style de trait, le style de jointure, ...

→ Etiquettes  → ajouter des étiquettes simples, multiples (nom des communes par exemple)

Ajouter un fichier Excel :

Afin d'ajouter un fichier Excel dans le projet QGIS, il est nécessaire de le changer de format pour l'ajouter au format .CSV, puis suivre la marche suivante :

Couche → Ajouter une couche → Ajouter une couche de texte délimité  → choisir le fichier .csv à insérer → choisir Délimiteur de L'expression régulière et ajouter « ; » → plusieurs possibilités :

- Le fichier contient des champs possédant des coordonnées GPS (X ; Y) : Dans la définition de la géométrie, renseigner « point » et les champs X et Y considérés
- Le fichier n'a pas de coordonnées, dans la définition de la géométrie, renseigner : Pas de géométrie (juste la table).

Puis cliquer sur Ajouter → Le fichier apparaît dans l'onglet avec vos couches.

Créer une jointure (entre un fichier Excel et un fichier shapefile) :

Cette manipulation peut apparaître quand nous voulons relier une donnée d'un tableau Excel à une donnée d'une couche shapefile.

Par exemple, nous possédons un fichier Excel avec les centrales photovoltaïques présentes en France, et que nous voulons représenter graphiquement les communes dans lesquelles elles sont présentes. Pour cela, il est nécessaire d'avoir **un champ commun aux deux fichiers**. En effet, il est nécessaire que le fichier Excel présentant les centrales PV en France et un fichier shapefile du projet ait un champ commun. Ici, le champ sera **le nom** de la commune. Attention, **les noms doivent être indiqués de la même façon dans les 2 fichiers** (majuscules/minuscules, accents, orthographe, apostrophe...) sinon la jointure ne fonctionnera pas.

Double clic sur la couche commune → aller dans « Jointure »  → Cliques sur .

- Joindre la couche : ici centrale de France (fichier csv)
- Champ de jointure : champs du fichier csv commun à celui de la couche commune (nom commune)
- Champ dans la couche cible : champs de la couche commune commun (ici nom)
- Clic sur champs joints : Choisir les champs que l'on veut voir apparaître (dans cet exemple nous aurons la puissance de la centrale, son constructeur etc.).

Clic sur OK puis APPLIQUER : dans la table attributaire de la couche commune, on voit maintenant apparaître, pour les communes possédant une centrale, les informations jointes.

NB : Cette manipulation peut être réalisée aussi entre 2 fichiers shapefiles.

Créer une couche shapefile :

Cette fonction permet de créer 3 types de couches :

- Une couche polygonale (fermée)
- Une couche formée de lignes
- Une couche formée de points

Pour créer une couche aller dans : couche → Créer une couche → Nouvelle couche shapefile → enregistrer la couche, choisir le type de géométrie (pour créer un espace fermé choisir polygone, pour créer une courbe/ligne choisir ligne, pour créer des points choisir point) → enregistrer : la nouvelle couche apparaît → passer la couche en mode édition  → Editer → Ajouter une entité polygonale/linéaire

A partir de cette fonction, il est possible de créer soi-même les entités de la couche. Une fois l'entité dessinée, clic droit pour terminer, donner un nom puis OK. Enlever le mode édition et enregistrer.

J. Mise en forme de carte

Afin de réaliser une carte légendée, cliquer sur « Projet » → Nouvelle mise en forme



→ nommer → le projet s'ouvre

Il est possible d'ajouter une carte : prise de vue de ce que l'on observe sur QGIS avec l'onglet

Dans le bandeau à gauche, de multiples fonctions sont disponibles. Afin d'ajouter correctement les éléments (légende , flèche du nord , échelle ) , toujours sélectionner la carte avant d'ajouter l'élément (ainsi, celui-ci est relié à la carte, si la carte est modifiée, il sera directement modifié). Lors de l'ajout d'une légende, choisir d'indiquer « Ne montrer que les entités à l'intérieur de la carte liée ». Il est possible de modifier la mise en forme, ajouter un titre etc.

/!\ Par défaut, lorsque l'on change des légendes ou autre dans le projet, ces modifications se répercutent dans la mise en page de la carte. Ainsi, lorsque la carte est terminée, pour la fixer, il est nécessaire de cocher « Verrouiller les couches » ainsi que « Verrouiller le style des couches ».

K. BASIAS

Les BASIAS sont une base de données des anciens sites industriels et activités de services. La France a été l'un des premiers pays européens à conduire des inventaires des sites pollués ou susceptibles de l'être d'une façon systématique (premier inventaire en 1978) (georisques.gouv.fr).

Enerparc se dirige vers la reconversion d'anciens sites industriels en centrales photovoltaïques au sol, l'identification et la localisation de BASIAS est donc une piste à suivre. Afin d'obtenir un tableau des BASIAS par département ou commune, se rendre sur le site et télécharger sous forme de tableau la donnée : <http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/basias/donnees#/>

Suivre la démarche expliqué au 9. Ajouter un fichier Excel comportant des coordonnées de géolocalisation (X ; Y : champs 13 et 14 du fichier). Le fichier comporte les renseignements suivants :

Identifiant, Commune principale, Raison sociale, Nom usuel, Commentaire, Adresse, Commentaire localisation, Etat occupation, Code activité, Libellé activité, Commentaire activité, X_WGS84, Y_WGS84, Géolocalisation site, Précision adresse, Surface totale, Site réaménagé, Site en friche, Type de réaménagement, Projet de réaménagement.

Une fois ajoutée dans le projet, il est possible de jouer avec la table attributaire. En effet, il est possible de trier, supprimer, remanier les données. En effet, il est nécessaire, par exemple, de sélectionner les BASIAS dites en « Activité terminé » et de supprimer les autres. Pour réaliser des manipulations de sélection de données, suivre les consignes chapitre 4. Et 5.

Cette donnée peut permettre de resserrer la recherche dans l'identification de parcelles et se concentrer sur des points particuliers.

L. Parcelles forestières

Certaines forêts en France sont à éviter dans la prospection de terrain. En effet les parcelles domaniales (publiques) sont soumises au régime forestier par principe. Ainsi, il est obligatoire d'obtenir des autorisations spéciales pour le défrichement ou pour en détourner l'usage en cas d'absence d'arbres. Ces autorisations sont compliquées et prennent du temps à obtenir, il faut donc exclure ces parcelles.

Ainsi, il est nécessaire de vérifier si la parcelle retenue n'est pas sur un domaine de forêt domaniale, à partir de la couche sur Géoportail : <https://www.geoportail.gouv.fr/carte>

M. Annexe

Thème	Données	Source
Définition d'un périmètre de recherche	Couches .shp : Régions, départements, communes	http://cartonumerique.blogspot.com/p/fonds-carte-sig.html

Localisation des points de raccordement et d'un périmètre de prospection	Couches .shp pour la localisation des postes sources d'ENEDIS : Données relatives aux postes sources :	https://data.enedis.fr/explore/?flg=fr&sort=modified&refine.theme=Infrastructures Autre site Open Data : https://opendata.reseaux-energies.fr/explore/?sort=modified https://www.capareseau.fr/
Localisation des ZNIEFF, parcs naturels et zones Natura 2000	Plein de données .shp recensées sur ce site :	https://naturagis.fr/outils-donnees-naturalistes/telecharger-donnees-sig-gratuites-environnement/
Utilisation du sol	Voies de transport ajoutés en couche .shp et Aéro-dromes ajoutés en .shp Forêts domaniales/non domaniales	BASIAS et BASOL : données existantes mais impossibles à télécharger d'un bloc (http://infoterre.brgm.fr/page/telechargement-cartes-geologiques) BASIAS : http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/basias/donnees#/ Lien avec plein de données : https://geoservices.ign.fr/documentation/diffusion/telechargement-donnees-libres.html https://www.geoportail.gouv.fr/carte
Mesures altimétriques et de surface de zones repérées	Courbes de niveau Calcul pente	site http://dwtkns.com/trtm/ site https://www.lememento.fr/calcul-pente

Lien entre les zones sélectionnées et les parcelles cadastrales (pour identifier les propriétaires)	Données parcellaires nationale :	http://cartonumerique.blogspot.com/p/fonds-carte-sig.html
	Données parcellaires par commune :	https://cadastre.data.gouv.fr/data/etalab-cadastre/2020-01-01/geojson/communes/
	Données .shp cadastrales par département :	https://cadastre.data.gouv.fr/data/etalab-cadastre/2020-01-01/shp/departements/

3. Conclusion

A. Atouts du stage

Le stage m'a permis de découvrir le monde du photovoltaïque, en France comme à l'étranger. En effet, à travers la réalisation des différentes missions proposées et la participation à de nombreuses conférences de l'OFATE (Office Franco-Allemand pour la Transition Energétique). Les différentes conférences m'ont permis de découvrir les lois en vigueur, les craintes et les opportunités des entreprises de centrales photovoltaïques au sol ou sur toiture.

Grace aux missions que j'ai réalisées, j'ai pu découvrir le fonctionnement de la prospection et de la mise en place d'un projet : de l'identification de parcelles à la mise en forme d'un dossier, du contenu de celui-ci, ou du contact de propriétaires. Toutes les missions m'ont ainsi permis de découvrir le métier de développeur de projets photovoltaïques.

De plus, travailler avec une équipe à l'internationale, localisée à Berlin, permet d'apprendre à travailler en collaboration à distance. Ce stage m'a aussi permis de travailler l'anglais, par la rédaction de rapports, de résumés non techniques, destinés à la chaîne d'approvisionnement en Allemagne.

L'étude des Appels d'Offre de la CRE (Commission de Régulation de l'Energie) m'a permis de comprendre en détail les recommandations, le fonctionnement, les critères de sélection des différents projets mis en concurrence : impact carbone, coût, puissance proposée, proportion de composants locaux (France, UE) etc.

J'ai travaillé en autonomie car ma principale correspondante était en Allemagne, on organisait donc des réunions 1 à 2 fois par semaine par visioconférence. Ces réunions nous permettaient de faire le point sur l'avancée de mon travail, ce qu'il me restait à faire et de mettre en place les lignes directrices sur les prochaines missions. Cette façon de travailler m'a donc permis de gagner en autonomie de travail, de savoir s'organiser, prendre des initiatives pour planifier et exécuter les différentes missions. Afin de présenter ma progression lors de ces réunions, je devais organiser mon travail et poser des jalons afin d'être efficace chaque jour et d'avancer dans les différents objectifs du stage.

Grace aux différentes tâches et missions que j'ai effectué pendant ces trois mois de stage, j'ai pu travailler et découvrir plein de domaines concernant la fonction de développeur de projets photovoltaïques. Cette pluralité de tâches m'a permis d'être polyvalente et de répondre aux attentes de l'entreprise sur de nombreux domaines. L'utilisation de l'outil informatique, mais aussi la prospection auprès de pro-

priétaires, la rédaction de documents à destination d'appel à projets ou de concours. Ceci est un des atouts forts du stage, car j'avais une mission principale complétée de plein d'autres me permettant de faire un tour d'horizon sur le métier et de gagner en autonomie et polyvalence.

Enfin, afin de transmettre et de faire comprendre à l'équipe le fonctionnement de l'outil QGIS, j'ai réalisé un atelier de deux heures que j'ai entièrement animé. Cet atelier m'a permis de savoir faire preuve d'initiative, de savoir être concise et de classer mes idées. Ainsi, le stage est très complet car il comprend la réalisation d'un outil, puis la concrétisation de celui-ci en le testant et en appliquant toutes les manipulations et enfin la transmission du savoir à l'équipe. Cet atelier me permettra de plus, de mener une réunion du début à la fin et donc de travailler mon aisance à l'oral.

Pour conclure ces 3 mois de stage, M. Marceau, maitre de stage, m'a proposé un CDD de 5 mois, à raison de 24h par mois. Ce CDD a pour but d'utiliser l'outil que j'ai créé et de les aider dans la mission de recherche parcellaire et de cartographie. C'est donc pour moi une première expérience de stage très concluante et satisfaisante.

B. Limites du stage

Le stage comporte certaines limites, notamment dans la réalisation de l'outil. Beaucoup de communes en France ne possèdent pas de PLU numérisé et géoréférencé, ce qui empêche une utilisation optimale de l'outil. Nous devons passer par une recherche sur internet pour trouver le PLU en carte et comparer au cas par cas. Il n'est pas possible de réaliser un outil complètement autonome.

De plus, le travail à distance en collaboration avec l'équipe située à Berlin peut être difficile car qu'il n'y a pas de contact direct. En effet, du fait de la crise sanitaire, je n'ai pas pu rencontrer l'équipe située à Berlin. Une rencontre devait être organisée en début de stage, permettant ainsi de créer une cohésion avec l'équipe. Cependant, ce voyage a dû être annulé, les visioconférences sont donc les seuls moyens de communication utilisés durant le stage. Marceau Leroux, mon maitre de stage était cependant dans le même bureau que moi, mais mon principal interlocuteur était Madame Hélène Ladier, basée à Berlin. De plus, les deux premières semaines du stage se sont déroulées en télétravail, ce qui a rendu le début plus difficile. Commencer un stage à distance est plus compliqué : poser toutes les questions nécessaires, organiser son travail, ses journées, comprendre les objectifs du stage, toutes ces tâches sont plus difficiles à distance.

Lors de mon arrivée dans l'entreprise, un projet était en cours de lancement, une centrale photovoltaïque située à Marville. Mon maitre de stage était très occupé

par les préparatifs de cette centrale, et comme le projet était beaucoup avancé, je n'ai pas pu y participer. De plus n'ayant aucune expérience ni compétence dans le management, ni dans la rédaction ou les demandes de permis de construire, le dialogue avec les collectivités locales, je n'ai pas pu participer ni découvrir tous les aspects du métier de développeur de projet.

C. Compétences acquises

D'un point de vue purement technique, ce stage m'a permis de maîtriser le logiciel QGIS, un logiciel de système d'information géographique. En effet, ayant eu des cours en 3^{ème} année d'école à Polytech, cela faisait 1 an que je n'avais pas utilisé ce logiciel. Cette compétence sera d'une grande utilité dans la suite de mon cursus ainsi que dans ma vie professionnelle. En tant qu'ingénieur en aménagement, l'utilisation d'un logiciel de cartographie s'avère nécessaire au quotidien. Les premiers jours ont été quelque peu difficile, je demandais de l'aide à des camarades pour des tâches ou des manipulations à effectuer. Cependant, au bout de quelques semaines, je maîtrisais l'outil sans problème, et j'ai pu découvrir des fonctionnalités que je ne connaissais pas. La maîtrise d'un outil informatique comme QGIS est un réel atout que je pourrais mettre en avant dans mes futures recherches d'emploi.

La découverte du métier de développeur de projet ainsi que du monde du photovoltaïque m'a permis d'acquérir des connaissances dans le domaine de l'énergie solaire à différentes échelles : la prospection de terrain (recherche de terrain favorable à l'implantation de centrales photovoltaïques), les appels d'offre, la réponse aux appels d'offre ou appel à projets, le dialogue avec les différentes autorités compétentes etc.

D'un point de vue relationnel, j'ai pu tisser de réel lien avec mes collègues en France comme à l'étranger. En effet, s'intégrer dans une petite équipe de trois personnes m'a permis de réellement connaître mes collègues. Bien que le travail à distance rende les contacts plus compliqués, j'ai pu réellement m'intégrer dans cette équipe. Le travail d'équipe est primordial pour s'intégrer et s'épanouir dans une société, c'est ce que j'ai pu ressentir dans cette équipe.

Tableau récapitulatif :

Atouts du stage	Compétences acquises
Découvrir le monde de l'énergie photovoltaïque	Connaissances en matière d'énergie

Travail en équipe internationale	S'intégrer dans une équipe, autonomie, efficacité de travail
Travail en autonomie sur le développement d'un outil à travers un logiciel	Maîtrise de QGIS, organisation du temps de travail
Découverte du métier de développeur de projet	Polyvalence, être capable de s'adapter aux différentes missions demandées
Organisation d'un atelier	Parler à l'oral, expliquer mes idées et transmission du savoir