
Rapport de stage individuel

5^{ème} année
Stage d'Assistant
Développeur Territoriale

Melvan
2 Rue Saint Etienne,
45000 Orléans



Tuteur entreprise :
Florant COSTA
Développeur Territorial

Marzena GROSSE
IUT
2023-2024

Tuteur académique :
Laura VERDELLI

Table des matières

1. INTRODUCTION	4
2. DESCRIPTION GENERALE.....	4
A. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE.....	4
B. ROLE DU PHOTOVOLTAÏQUE DANS LA TRANSITION ECOLOGIQUE	8
C. APPEL D'OFFRE DE LA CRE	10
D. IMPLANTATION DE CENTRALE.....	10
3. MES MISSIONS	13
A. PROSPECTION ET QUALIFICATION	13
1. SURFACE	13
2. URBANISME.....	14
3. TOPOGRAPHIE.....	15
4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX.....	16
5. PATRIMOINE ET PAYSAGER.....	17
6. SERVITUDES ET RISQUES	17
7. RACCORDEMENT.....	18
8. PROPRIETAIRES.....	189
B. ELABORATION DE DOCUMENTS ADMINISTRATIFS	20
1. PROPOSITION TECHNIQUE FINANCIERE	20
2. ETUDE D'IMPACT ET DEMANDE DE CAS PAR CAS.....	21
3. CERTIFICAT D'ELIGIBILITE DU TERRAIN D'IMPLANTATION.....	22
C. CREATION D'UN OUTIL DE CALCUL DU BILAN CARBONE D'UN PROJET.....	23
4. CONCLUSION	229
5. BIBLIOGRAPHIE	30

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier toutes les personnes ayant contribué à la réussite de ce stage et m'ayant aidée tout au long de celui-ci.

Tout d'abord je remercie particulièrement mon tuteur de stage Florent Costa pour sa disponibilité et son encadrement tout au long de ce stage, ainsi que pour ses nombreux conseils. Ses connaissances et son soutien ont été essentiels à mon apprentissage et à la réalisation de mes missions.

Je tiens aussi à remercier mes collègues qui, bien que se trouvant à distance, ont su m'aider et m'apporter des réponses lorsque j'en avais besoin. Je suis aussi très reconnaissante envers notre directeur territoriale Samuel Neuvy pour m'avoir laissée intégrer cette équipe et effectuer ce stage.

Je voudrais aussi remercier les coworkers de Bliida pour leur présence et leur bienveillance. Je remercie aussi mes professeurs, en particulier Laura Verdelli, pour leur accompagnement et leurs conseils avisés dans le cadre de ce stage.

Enfin, je souhaite exprimer ma reconnaissance à ma famille et à mes amis pour leur soutien moral durant cette période de formation. Leur encouragement a été un véritable moteur pour moi.

1. INTRODUCTION

L'énergie photovoltaïque fait partie des énergies renouvelables permettant de produire de l'électricité verte. En France ces énergies ont connu une croissance significative ces dernières années et sont en constant développement. L'objectif fixé par la Loi de Transition Énergétique pour la Croissance Verte (LTECV) est d'atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. Pour cela il est nécessaire de réduire nos émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40% d'ici à 2030. Ce changement peut s'effectuer notamment avec l'évolution du secteur des énergies renouvelables en France, y compris l'énergie photovoltaïque. Cette énergie permet de produire de l'électricité à l'aide des rayonnements solaires. Pour ce faire, il faut installer des centrales solaires constituées de panneaux photovoltaïques permettant cette transformation.

Pour construire ces centrales, de nombreuses conditions sont à respecter. Ce stage au sein de l'entreprise Melvan SAS m'a permis d'appréhender les différents aspects permettant d'implanter des centrales sur le territoire français, en particulier dans le Grand-Est et les Hauts de France. J'ai pu m'intéresser à la détection de fonciers compatibles avec le développement de projet, participer à la sécurisation de ces fonciers et obtenir les autorisations administratives indispensables à la réalisation des projets. Après avoir effectué un stage au sujet des friches industrielles au sein de l'organisme de la région Grand-Est l'année précédente, celui-ci m'a permis de découvrir un autre aspect de ce territoire.

2. DESCRIPTION GENERALE

a. PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

Fondée en 2017, Melvan est une entreprise productrice indépendante française d'énergies renouvelables, qui développe, finance, construit et opère des centrales solaires et éoliennes, en y associant des unités de stockage lorsque cela est pertinent afin de les exploiter en propre et dans la durée. Elle est active en France métropolitaine et à l'outre-mer.



Figure 1: Photos des collaborateurs de l'entreprise lors du séminaire de juin 2023

L'entreprise développe aujourd'hui un portefeuille de projets multi-énergies d'environ 450 MW à différents stades de maturité (développement, instruction, autorisés, bénéficiaires de contrat d'achat long terme ou en repowering), avec une ambition de 1GW pour 2030. Elle est composée de 3 directions territoriales et de 5 agences de développement. Les 3 DT se situent à Avignon, Bordeaux et Orléans et les agences à Lyon, Toulouse, Metz, Rennes et Agen.



Figure 2: Portefeuille Melvan et Agences de Développement

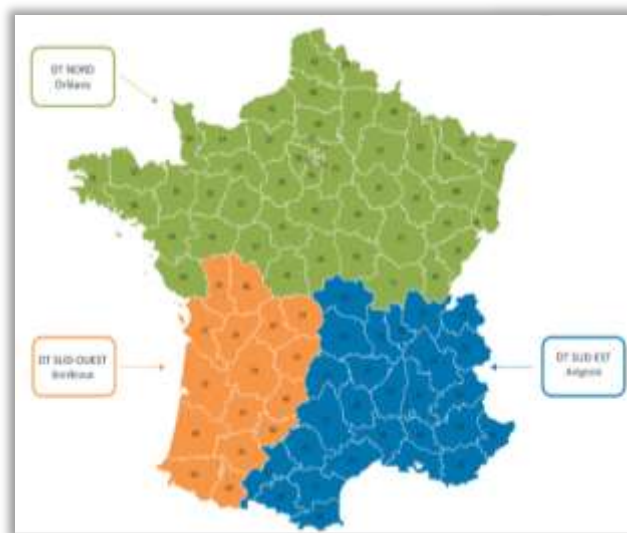


Figure 3 : Répartition Territoriale de Melvan

L'objectif de Melvan est d'apporter des réponses durables aux besoins énergétiques et environnementaux des entreprises et des collectivités en leur apportant des solutions afin de tirer le meilleur parti des ressources locales.

L'entreprise est présente sur l'ensemble des étapes du développement du projet et reste propriétaire des infrastructures. Ainsi, de la genèse d'un projet jusqu'à son démantèlement quelques décennies plus tard, la responsabilité des engagements pris est gardée par Melvan afin d'assurer la création et la fourniture d'une énergie durable. Une diversité de métier est présente au sein de l'entreprise et lui permet d'agir sur de nombreux aspects différents, que ce soit dans le suivi de ses projets ou dans les démarches précédant leurs mises en place.

Aussi, elle prône de nombreuses valeurs au sein de ses équipes, mais aussi auprès de ses clients, lui permettant de se définir au mieux.

Nos valeurs	Engagement Environnemental	Engagement Sociétal	Engagement Social
Proximité	Notre organisation est décentralisée et privilégie les circuits courts afin de limiter notre impact sur l'environnement.	Nous vous accompagnons dans la réalisation de projets de valorisation de vos territoires.	Faire équipe est capital chez Melvan. Nous sommes accessibles et solidaires.
Indépendance	L'indépendance est la condition de notre responsabilité et le gage de notre liberté.	Notre indépendance s'exprime par un circuit de décision agile et l'entretien de relations durables et de bonne foi.	Nos choix nous appartiennent et ne dépendent que de nous.
Diversité	Nous veillons à ce que nos actions préservent l'environnement et les richesses de la biodiversité.	Nous répondons à vos besoins avec des solutions sur-mesure et respectueuses de votre identité.	Nous veillons au respect de nos différences et nous encourageons au quotidien l'ouverture aux autres pour nous enrichir de nos complémentarités.
Audace	Nous relevons les défis d'aujourd'hui et de demain pour participer à la construction d'un modèle énergétique durable.	Notre sommes agiles, persévérants et innovants pour concrétiser vos projets.	Nous proposons un environnement de travail où la créativité de chacun et la prise d'initiative sont encouragées.
Plaisir	Face aux enjeux climatiques, le plaisir d'agir avec conviction pour le développement des énergies renouvelables nous anime au quotidien.	Nous collaborons avec enthousiasme et optimisme avec l'ensemble de nos partenaires vers un objectif commun au service d'un monde meilleur.	Le bien-être de nos équipes est essentiel. Le plaisir de travailler ensemble, pour une mission qui a du sens, favorise l'épanouissement de tous et la résilience de l'entreprise.

Figure 4: Valeurs de Melvan



Figure 5: Panel d'Action de Melvan

Melvan a été créée par 3 membres fondateurs ayant acquis leur expérience à travers de nombreuses années de travail dans les énergies renouvelables. Au fur et à mesure des années la start-up s'est agrandie en recrutant des salariés eux aussi fort d'une expérience dans le domaine. Elle est aujourd'hui formée de 35 employés s'ajoutant aux 3 membres fondateurs, sans compter les stagiaires et les recrutements en cours. Melvan a pour objectif d'atteindre 60 collaborateurs d'ici 2026.

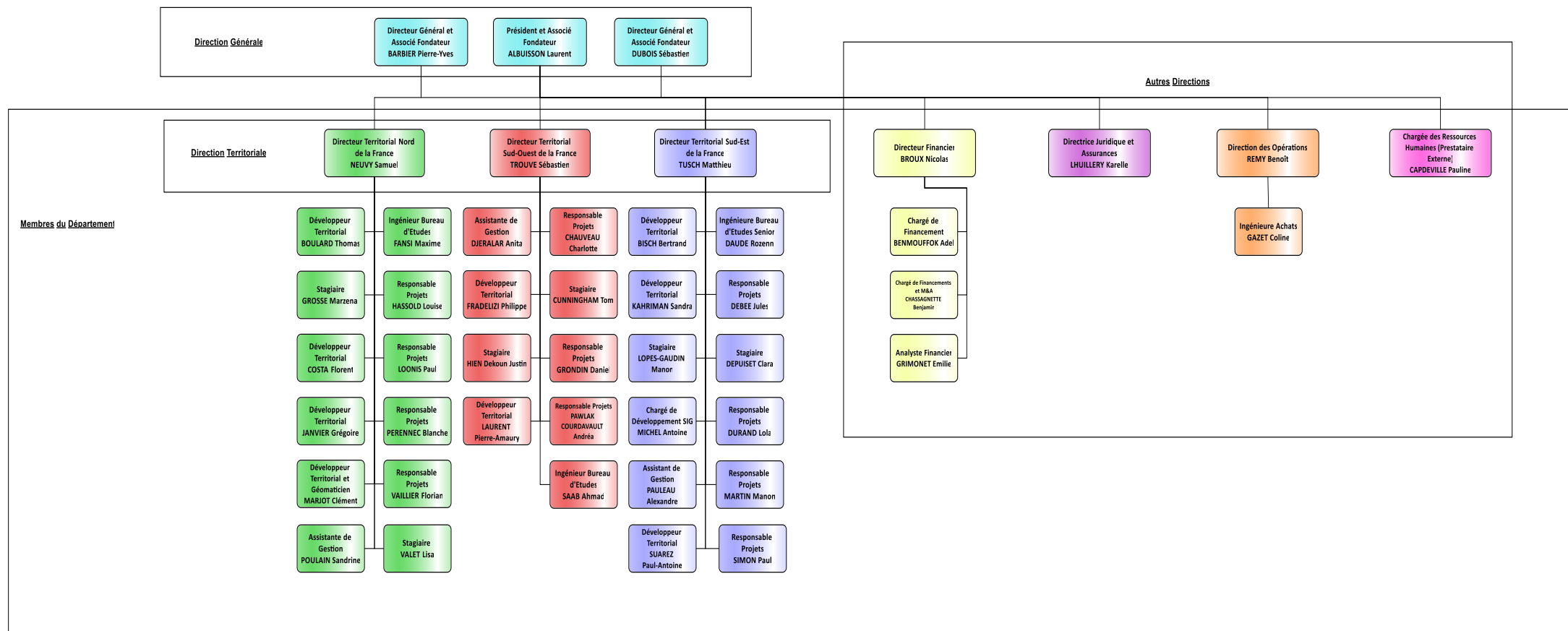


Figure 6 Organigramme Melvan

b. RÔLE DU PHOTOVOLTAÏQUE DANS LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE

Actuellement, le changement climatique, provoqué en particulier par les émissions de gaz à effet de serre, représente un enjeu important et global. Cette crise connaît de nombreuses conséquences, telle que la destruction massive des écosystèmes menant à l'extinction d'espèces et la disparition de la biodiversité. Tous ces impacts rendent d'autant plus urgent les actions à mener pour réduire nos émissions.



Figure 7 : Chiffres clés concernant le réchauffement climatique (EGLIN Thomas, 2023)

Si l'on souhaite atteindre en France l'objectif neutralité carbone fixé à 2050 par la loi énergie-climat de 2019, une réduction de 40% de la consommation d'énergies fossile d'ici à 2030 doit être constatée. Pour atteindre cette cible, il est nécessaire de développer les énergies renouvelables sur le territoire français.

RTE (Réseau de Transport d'Électricité), qui est responsable du réseau public de transport d'électricité, a publié un rapport en juin 2022 dans lequel il considère plusieurs scénarios qui permettraient d'avoir une électricité faible carbone. La totalité de ces scénarios se basent sur une augmentation de la capacité de production des énergies renouvelables sur le territoire. La loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte fixe un objectif de la part des énergies renouvelables à 32% de la consommation finale brut d'énergie en 2030. Pour y parvenir, les énergies renouvelables doivent représenter 40% de la production d'électricité.

L'intérêt de l'énergie solaire est qu'elle représente une source inépuisable et en perpétuel renouvellement, bien qu'elle ne soit pas modulable. La technologie photovoltaïque convertit le rayonnement solaire en énergie électrique. L'énergie photovoltaïque représente un enjeu mondial pour la COP21 (la conférence de Paris de 2015 sur le changement climatique). Le potentiel solaire de la France permet le développement des infrastructures photovoltaïques, en particulier dans le sud de

la France. En effet, le productible, c’est-à-dire la quantité totale de rayonnement solaire reçue sur une année, se situe globalement entre 1100 et 1900kWh/m².

Le parc photovoltaïque français connaît une croissance rapide. Il représentait environ 12GW en septembre 2021 tandis qu’en septembre 2022 sa puissance est passé à 15,7GW, pour ensuite atteindre environ 21,1GW au 31 mars 2024.

Solaire photovoltaïque	Nombre d'installations	Puissance en MW
Parc raccordé au 31/03/2024	949809	21080
Parc raccordé au 31/12/2023	891540	20079
Évolution (%)	7	5
Nouvelles installations du premier trimestre 2024	59366	1013
Nouvelles installations du premier trimestre 2023	40492	639
Évolution (%)	47	58

Tableau 1 : Données concernant le parc solaire français

Pour remplir les objectifs ambitieux de développement d’énergie renouvelable, les entreprises de production d’électricité, soutenues par les pouvoirs publics, sont en première ligne. Elles sont chargées de mettre en œuvre les solutions techniques et financières nécessaires pour répondre à cet impératif. L’entreprise Melvan fait partie de ces acteurs centraux dans la production d’électricité renouvelables. Concilier production électrique avec tous les différents enjeux présents sur les territoires considérés constitue le cœur de métier de l’entreprise.

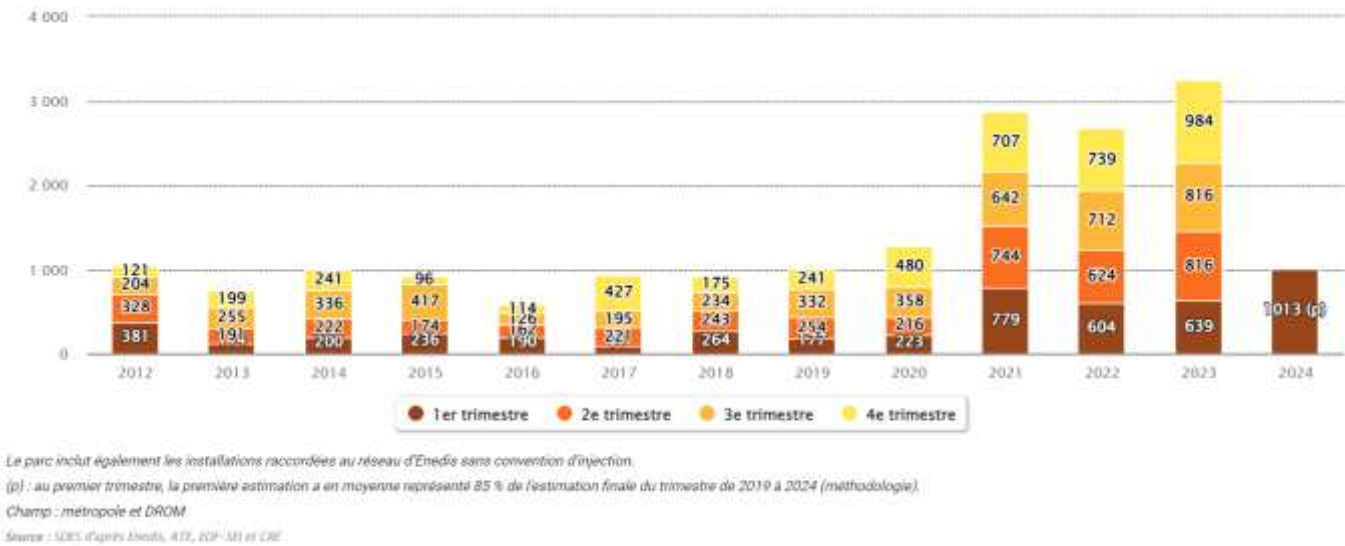


Figure 8 : Puissance raccordée au réseau d'Enedis depuis 2012 (Enedis)

C. APPEL D'OFFRE DE LA CRE

La Commission de Régulation de l'Énergie (CRE) est une autorité administrative indépendante qui est responsable du bon fonctionnement des marchés de l'électricité en France, au bénéfice des consommateurs finaux. Depuis les années 2000, elle veille à maintenir une cohérence avec la politique énergétique actuelle. Son rôle est d'établir des règles de fonctionnement (harmonisées avec les pays membres de l'UE) assurant l'indépendance des gestionnaires de réseau, garantissant une concurrence (entre les fournisseurs d'énergie) auprès des consommateurs afin de maintenir accessible le meilleur service à un prix juste.

Dans le cadre des projets photovoltaïques développés par l'entreprise, Melvan candidate à l'Appel d'Offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installation de production d'électricité à partir de l'énergie solaire "Centrales au sol" et « Bâtiments ». Ces AO permettent d'obtenir un tarif de rachat d'électricité à un prix fixe garanti sur 20 ans pour le projet. Lors de mon stage je me suis exclusivement intéressé à l'AO "Centrales au sol". Le cahier des charges de cet appel d'offre est précis et ne permet qu'à une certaine typologie de site de candidater (CRE, 2023). En effet, afin de préserver les espaces boisés et agricoles et de minimiser l'impact environnemental des projets seules peuvent concourir les Installations dont l'implantation correspond à l'un des quatre cas suivants :

Cas 1	Zone à urbaniser, hors exploitation agricoles
Cas 2	Zones naturelles, hors zones humides, non soumis à défrichement
Cas 2bis	Zones agricoles déclarées comme jachère agricole de plus de 5ans ou accueillant une activité d'élevage
Cas 3	Terrains dégradés, pollués (anciennes carrières, friches industrielles, anciennes décharges...)

Tableau 2 : Récapitulatif du cahier des charges de l'AO de la CRE « centrale au sol »

C'est la demande de CETI (Certificat Eligibilité du Terrain d'Implantation) à fournir à la DREAL qui définit la conformité du site au cas demandé. Le Cas 3 est le cas permettant d'obtenir le tarif le plus avantageux. En effet, la CRE encourage et favorise l'installation de centrales PV sur des sites déjà dégradés grâce à l'obtention d'un bonus environnemental. C'est pourquoi nos recherches se tournent essentiellement vers ces typologies de terrains.

d. IMPLANTATION DE CENTRALE

Pour pouvoir implanter une centrale sur un terrain, celui-ci doit répondre à certains critères d'éligibilité. Cette réglementation assez stricte limite fortement le nombre de terrains disponibles. En plus du cadre législatif, il est aussi nécessaire de contrôler la viabilité financière du projet avant d'envisager son développement. Une FCS (fiche de cadrage de site), qui est l'équivalent d'un business plan) crée par l'équipe financière de l'entreprise permet de définir la valeur du projet. Cependant, de nombreux facteurs sont incertains ou peuvent évoluer avec le temps, ces pourquoi la FCS ne représente qu'une estimation et non une certitude de cette valeur.

En tenant compte du cadre législatif et financier, le nombre de terrain sur lequel une implantation est possible se retrouve donc dès le départ assez réduit. Ensuite, même si le terrain est considéré éligible, de nombreux autres facteurs tout au long des différentes étapes de développement peuvent

venir perturber le déroulement du projet. Finalement, sur un nombre élevé de terrains prospectés, seul un faible pourcentage aboutit à l'implantation d'une centrale photovoltaïque.

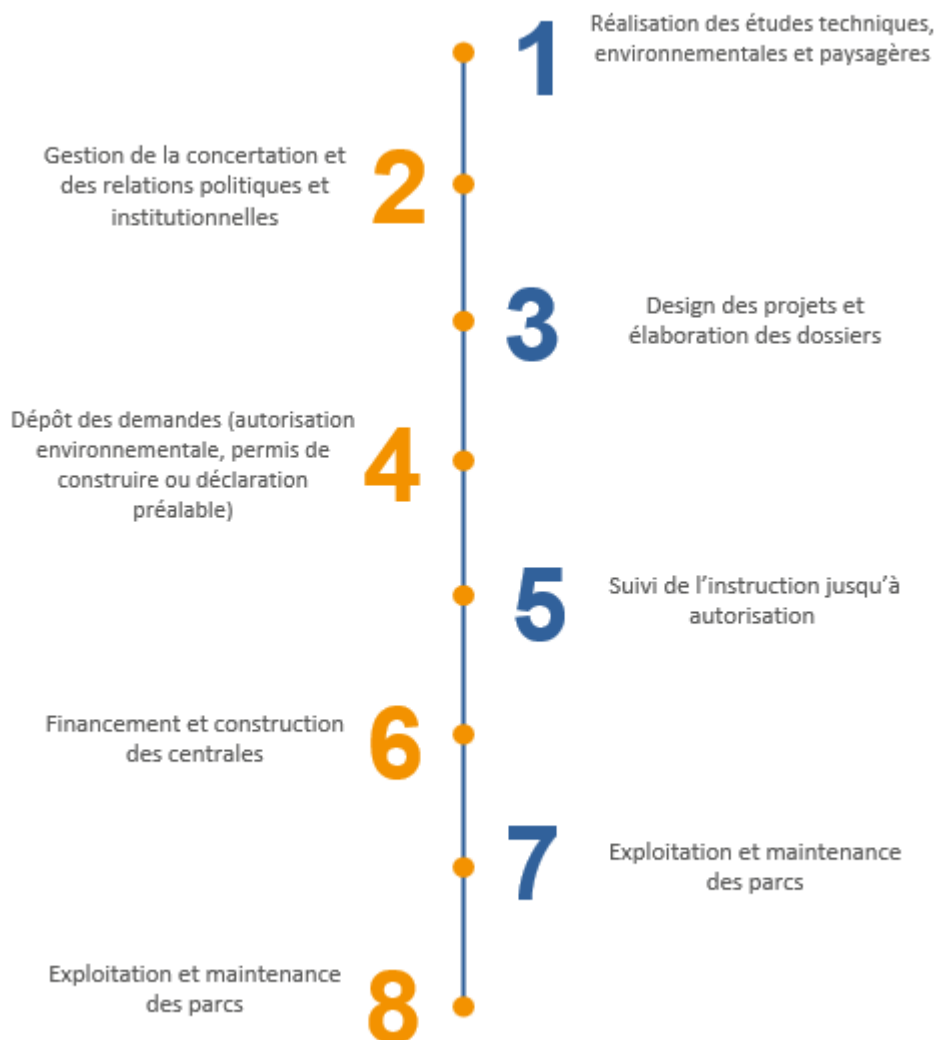


Figure 9: Cycle de vie d'un projet photovoltaïque

Cependant, la loi concernant le photovoltaïque est en constante évolution, ce qui permet de faciliter quelque peu le développement de projet. On peut citer notamment la loi du 10 mars 2023 relative à l'accélération de la production d'énergies renouvelables incitant les communes à fournir certains terrains sur lequel l'implantation d'une centrale serait possible, ou encore plus récemment le décret du 8 avril 2024 relatif au développement de l'agrivoltaïsme et aux conditions d'implantation des installations photovoltaïques sur des terrains agricoles, naturels et forestiers.

Pour mener un projet jusqu'à sa construction, un nombre d'étapes important est à prendre en compte. Un planning prévisionnel existe, permettant d'estimer la durée de mise en place du projet.

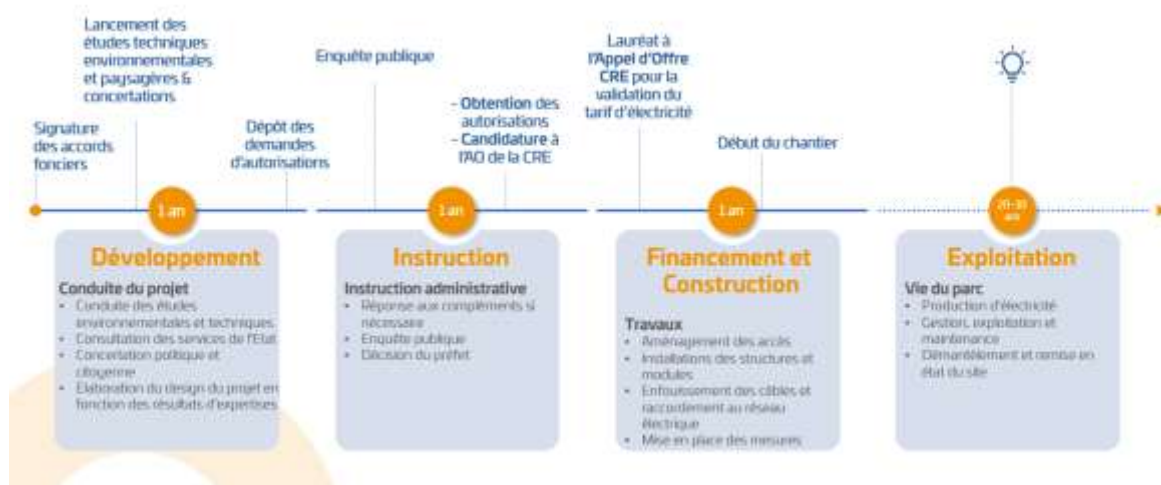


Figure 10: Planning Prévisionnel des Projets supérieurs à 1MWc

Cette durée est estimée à environ 3 ans, sachant qu'elle peut être raccourcie dans certains cas, notamment pour les projets ayant une puissance inférieure à 1MWc. Elle peut aussi parfois être rallongée, selon le temps de réponse des organisme sollicités par exemple.

Il existe différents types de centrale photovoltaïque. Tout d'abord on retrouve l'installation standard au sol. Pour fixer cette centrale, il existe deux solutions. En premier l'utilisation de pieux battus, qui sont enfoncés profondément dans le sol. Cette solution est à privilégier car est moins onéreuse, mais n'est pas toujours envisageable notamment selon la qualité et la pollution du sol. L'autre solution est d'utiliser des fondations longrines, qui sont des poutres en béton coulées en surface du site, évitant ainsi toute infiltration dans le sol. La centrale peut aussi s'installer avec des ombrières photovoltaïques qui sont surélevées de façon à ce qu'une activité soit possible en dessous, comme le parking de véhicule.

Selon le type d'infrastructure choisie, MELVAN utilise différents types de panneaux adaptés dont la puissance et les dimensions diffèrent.

Référence	Utilisation	Longueur	Largeur	Puissance Standard (01/03/2024)
DMEGC/EN-DMxxxM10RT-BS4HSW-2.0+2.0mm-202312_4	Toitures, Ombrières	1,762m	1,134m	450Wc
DMEGC/EN-DMxxxG12RT-B66HSW-202312_2	Sol, Flottant, Agri-PV	2,382m	1,134m	610Wc

Tableau 3 : Caractéristiques des panneaux Jinko Solar (CERTISOLIS,2024)

Les panneaux actuellement utilisés par Melvan sont de la marque Jinko Solar, qui est le premier fabricant mondial de panneaux solaires photovoltaïques. Ces panneaux sont d'origines chinoises, mais l'entreprise s'intéresse à l'utilisation de panneaux français afin de réduire ses émissions de CO₂. En effet, d'après la base empreinte de données de l'ADEME, les panneaux d'origines chinoises émettent environ 43,9gCO₂eq/kWh tandis que les panneaux français émettent seulement 32,3 gCO₂eq/kWh. Cette différence est majoritairement due au transport des panneaux chinois de Chine jusqu'en France. La réduction d'émissions qu'apporterait l'utilisation de panneaux français n'est pas négligeable, cependant la différence de prix entre les deux types de panneaux est trop importante pour permettre à Melvan d'utiliser les panneaux français tout en maintenant un projet viable dans la plupart des cas.

3. MES MISSIONS

a. PROSPECTION ET QUALIFICATION

L'une de mes missions principales a été de chercher des terrains sur lesquels il était possible d'implanter une centrale photovoltaïque. Mes recherches se sont essentiellement basées sur les anciennes carrières et les plans d'eau qui font partie des typologies de terrains permettant de candidater au tarif du cas 3 du cahier des charges de la CRE. Je me suis aussi intéressée aux terrains respectant les critères agri-PV, pouvant correspondre au cas 2 bis

Il est possible de prospecter ce foncier de plusieurs façons différentes. La technique que j'ai le plus utilisée était la recherche sur QGIS, à travers d'anciennes photos aériennes ou en croisant différentes données afin d'obtenir des terrains compatibles avec les infrastructures agrivoltaïques. J'ai aussi pu aller aux archives de Metz afin de trouver d'anciens arrêtés d'ouvertures et de fermetures de carrières. Une fois un terrain trouvé, il faut le qualifier pour identifier si le développement d'un projet sur celui-ci est possible et viable. Pour cela de nombreux critères sont à prendre en compte.



Figure 11: Photographies aériennes (QGIS) représentant une ancienne carrière sur la commune de Marville (55)

1. SURFACE

Pour les anciennes carrières la surface minimale pour que le terrain soit considéré intéressant est d'un hectare, tandis que pour les plans d'eau elle est de 5 hectares. Ces surfaces sont définies par des critères de rentabilité du projet. Cette surface peut se déterminer à l'aide du logiciel elasticmap. On considère que pour un hectare de panneaux posés l'on obtient une puissance d'environ 1MWc. L'intérêt des sites dont la puissance est inférieure ou égale à 1MWc est qu'ils devraient bénéficier d'un tarif préférentiel pour la revente de l'électricité auprès de la CRE. En effet, un décret d'application doit sortir avant la fin de l'année 2024, permettant de valoriser les terrains de petite taille. Ces sites étaient souvent mis de côté par les entreprises dû au manque d'intérêt financier qu'ils représentaient. L'évolution réglementaire en cours, en offrant un tarif de revente de l'électricité supérieur à celui proposé actuellement, permet de rendre ce type de foncier attractif.

La durée de développement d'un projet est d'environ 3 à 5 ans pour les projets supérieurs à 1MWc, ce délai comprend environ un an d'études environnementales. Dans le cas où la puissance du projet est inférieure à 1MWc, ces études peuvent être évitées en émettant une demande de cas par cas auprès de la DREAL, qui peut ensuite accepter ou non l'exemption d'études d'impacts.

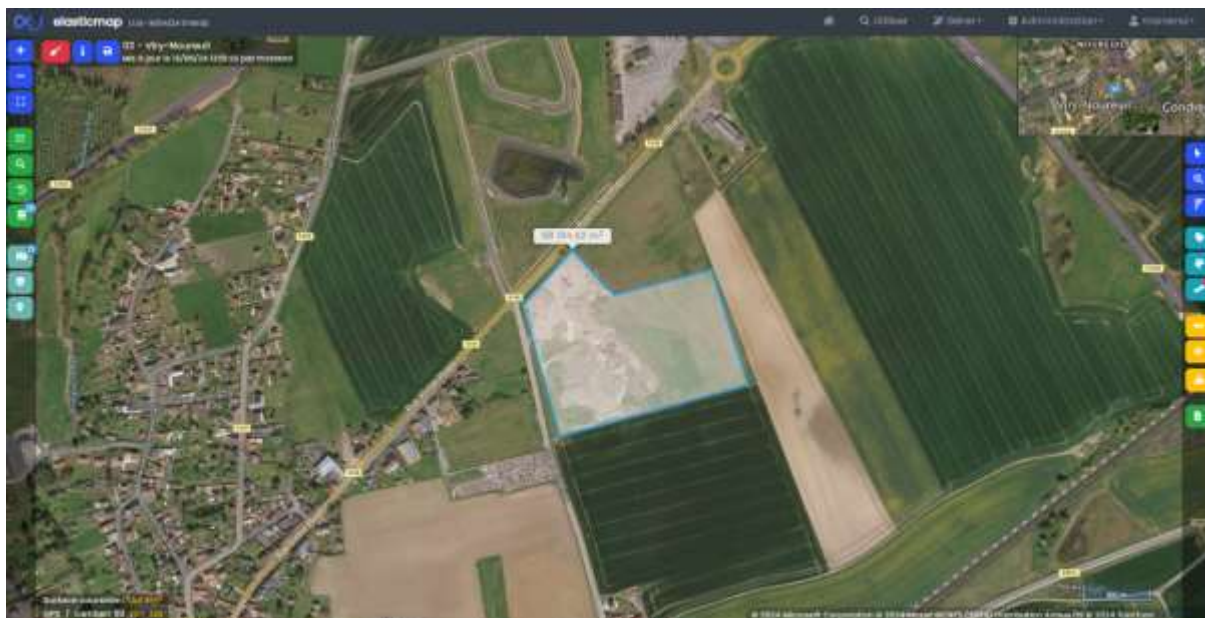


Figure 12 : Projet sur la commune de Viry-Noureuil (02)(elasticmap)

2.URBANISME

Afin de vérifier la compatibilité du projet avec la zone dans laquelle il se trouve il est nécessaire de consulter les documents d'urbanisme dont dispose la commune concernée. Il peut être défini soit à l'échelle d'une commune (carte communale, Plan Local d'Urbanisme), soit à l'échelle d'un Etablissement Public de Coopération Intercommunale (EPCI) comme une communauté de commune ou communauté d'agglomération (Plan Local d'Urbanisme intercommunal). Pour certaines communes, c'est le Règlement National d'Urbanisme qui s'applique. Ce document est plus simple et possède un règlement national unique. Les documents d'urbanisme peuvent se trouver sur Géoportail de l'urbanisme lorsqu'ils sont disponibles en ligne, ou parfois directement sur le site de la commune. Cependant, seules les communes de plus de 10 000 habitants ont pour obligation de fournir des informations sur les documents d'urbanisme en vigueur, c'est pourquoi parfois il est nécessaire de contacter directement la commune pour les obtenir.

Ces documents ont pour but de planifier le développement des agglomérations, de réglementer son expansion en protégeant certains espaces. Pour ce faire le document d'urbanisme découpe le territoire en différentes zones qui influent sur les règles d'aménagement et de construction. Pour implanter une centrale solaire dans la zone sur laquelle se trouve le terrain, il faut que le document d'urbanisme fasse mention d'une autorisation de construction pour ce type d'équipement. Cela peut être précisé de différentes manières, comme autoriser « les équipements d'intérêt collectifs » ou bien « les constructions liées aux énergies renouvelables ». Parfois il est directement indiqué que les centrales solaires ne sont pas acceptées dans la zone concernée.

- Les constructions et installations nécessaires à des équipements collectifs ou à des services publics, dès lors qu'elles ne sont pas incompatibles avec l'exercice d'une activité agricole, pastorale ou forestière du terrain sur lequel elles sont implantées et qu'elles ne portent pas atteinte à la sauvegarde des espaces naturels et des paysages,
- Les ouvrages et installations techniques nécessaires aux équipements d'infrastructure et au fonctionnement des services publics,

Figure 13: Extrait du PLU de la commune de Fagnon (08)

A noter que si le document ne précise pas l'autorisation de la construction dans la zone, cela n'est pas nécessairement signe de l'abandon du projet. En effet il est possible de demander une Procédure de Mise en Compatibilité pour modifier le PLU ou le PLUi. Cette étude peut prendre beaucoup de temps (9 mois en général), et cela engendre des frais supplémentaires.

3. TOPOGRAPHIE

Avant d'implanter la centrale, il est nécessaire d'étudier la topographie du terrain afin de constater si la pente n'est pas trop forte et d'identifier les potentielles zones accidentées à éviter (trous, buttes...). Sur elasticmap, il est possible de visualiser la topographie en établissant le profil altimétrique du site. Cependant, celle-ci peut évoluer très fortement même sur un court laps de temps, c'est pourquoi pour être sûr que le site soit adapté à l'implantation de panneaux photovoltaïques il est nécessaire d'effectuer une visite sur site.



Figure 14: Profil altimétrique du terrain de Viry-Nouveau (02) (elasticmap)

4. ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

L'impact des projets sur la biodiversité est également un enjeu majeur du développement d'un projet. En France, il existe de nombreuses zones protégées, leurs enjeux faune flore sont importants, et dans un souci de conservation des écosystèmes, la construction est limitée dans ces espaces. Toutes ces zones sont répertoriées par l'Inventaire National du Patrimoine Naturel et sont consultables en ligne. Le réseau Natura 2000 vise à assurer la survie à long terme des espèces et habitats particulièrement menacés, à fort enjeux de conservation en Europe. Ce réseau comprend des Zones de Protection Spéciales (ZPS, anciennement ZICO (Zones d'Importance pour la Conservation des Oiseaux)) conforme à la directive Oiseaux, et des Zones Spéciales de Conservation conforme à la directive Habitat faune flore. Ces surfaces, dites d'Intérêt Communautaire, sont représentatives de la biodiversité européenne. Toute nouvelle construction dans ce secteur est soumise à une évaluation préalable (étude d'incidence Natura 2000).

L'Inventaire des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique (ZNIEFF) recense les espaces naturels terrestres remarquables séparés en 2 catégories :

- ZNIEFF de type I : des espaces d'une superficie limitée, homogènes écologiquement, qui abritent au moins une espèce et/ou un habitat rare, remarquable ou caractéristique du patrimoine naturel régional, national ou communautaire.
- ZNIEFF de type II : grands ensembles naturels riches (peu modifiés), fonctionnels et paysagers, possédant une cohésion élevée qui offrent des potentialités biologiques importantes.

Nom de la zone	Portée juridique	Risque	Type de protection
ZNIEFF	France	Intermédiaire	Inventaire de l'intérêt écologique
Natura 2000	Europe	Elevé	Maintien de biodiversité et d'activités durables
Ramsar	International	Très élevé	Protection des zones humides

Tableau 4 : Caractéristiques des différentes zones de protection de l'environnement

Les sites Ramsar, sont protégés par un traité international qui défend la conservation et prône l'utilisation rationnelle des Zones Humides. Ce sont des espaces de transition entre terre et eau, c'est-à-dire des terrains inondés ou gorgés d'eau de façon permanente ou temporaire, potentiellement habitée par des plantes hygrophiles. Il est impossible de construire une installation dans cette zone. De plus les Zones Humides ne rentrent dans aucun cas du cahier des charges de l'AO de la CRE. Il existe de nombreuses autres zones protégées, présentant diverses contraintes comme les Schéma Régional de Cohérence Ecologique (les Corridors Ecologiques, les Réservoirs de Biodiversité), les Trame Verte et Bleue, les Réserves Naturelles Régionales et Nationales, les Réserves de Biosphère (Unesco), les Réserves Biologiques, les Parcs Naturels Régionaux et Nationaux, les Arrêtés de Protection de Biotope et de Géotope. Une distance minimum de 50m est à maintenir entre l'installation photovoltaïque et chaque massif forestier, c'est l'Obligation Légale de Débroussaillage. Les projets ne peuvent pas voir le jour dans les Espaces Boisés Classés. Dans tous les cas, la séquence Eviter Réduire Compenser est appliquée. C'est-à-dire que s'il est possible d'éviter une zone sans impacter la viabilité du projet, elle sera évitée, si ce n'est pas possible, on réduira l'impact de la centrale sur la zone, et si cela n'est pas possible non plus, alors nous compenserons la zone détruite en créant une nouvelle.

5. PATRIMOINE ET PAYSAGER

En France, le patrimoine culturel immobilier est protégé depuis le XXème siècle. Pour garantir sa bonne conservation, les usagers et les propriétaires ne peuvent pas disposer librement des édifices classés ou inscrits. Les Architectes des Bâtiments de France (ABF) sont responsables de la protection, de l'entretien et de la restauration du patrimoine. L'article 1er de la LOI n°92 du 25 février 1943 (portant modification de la loi du 31 décembre 1913) sur les monuments historiques ajoute la notion de champ de visibilité autour d'un monument historique et la norme en instaurant un périmètre de protection de 500m à l'abord de chaque monument historique.

Lorsque le terrain étudié se situe dans le périmètre de 500m d'un Monument Historique, la consultation des ABF est requise et le développeur doit s'y conformer. En effet ils veillent à ce que chaque construction s'intègre harmonieusement dans son environnement. L'interdiction de construire du photovoltaïque est rare cependant mais de nombreuses contraintes importantes peuvent être imposées.

Au niveau paysager, un problème peut aussi subvenir lorsque la centrale se trouve proche d'habitations. En effet, si cela impacte fortement la vue des habitants, des mesures paysagères seront mises en place. La plupart du temps, il s'agira de végétation plantée par l'entreprise autour des zones du projet concernées.

6. SERVITUDES ET RISQUES

La construction de nouvelles installations est contrainte par les périmètres des Plans de Préventions des Risques, qu'ils soient naturels (PPRN) ou technologiques (PPRT). En effet, la plupart du temps si le terrain se trouve dans une zone à Aléa Fort, notamment aléa inondation du PPRI, les constructions y sont interdites ou admises sous conditions, ce qui ne permet pas ou alors difficilement l'installation d'une centrale. Ces informations peuvent se trouver à l'aide du site Géorisques.

Il se peut aussi qu'une canalisation de gaz soit enterrée sous la surface étudiée, ou qu'une ligne électrique HTB traverse le terrain. Dans ces cas-là, l'ancrage au sol des panneaux est modifié, soit les zones concernées sont évitées, soit la technologie longrines est utilisée. Une part non négligeable du territoire français se situe sur des sols argileux : selon le niveau d'exposition aux retraits et gonflements des argiles, l'installation sera plus ou moins simple. Cette problématique revêt par ailleurs une importance grandissante avec les sécheresses chroniques liées au changement climatique.

7. RACCORDEMENT

Pour que la centrale injecte l'électricité produite, elle doit pouvoir être raccordée au réseau électrique français. Ce raccordement permettra de livrer des électrons verts auprès des riverains. Ainsi, l'on estime à l'aide du logiciel SIG calepinage la puissance crête future de la centrale, puis l'on cherche avec le logiciel capa-reseau, fourni par Enedis, le poste HTA/BT (ou poste source lorsque la puissance est trop grande) le plus proche qui puisse accueillir la puissance qui sera injectée. Selon la distance séparant le projet et le poste d'injection, les coûts de raccordement peuvent être trop élevés ce qui peut obérer la viabilité du projet. La distance joue un rôle essentiel sur la valeur prévisionnelle du projet.

Le réseau électrique français est considéré comme un bien public, il permet de relier les sites de production d'électricité à tous les lieux de consommation. Cela représente un maillage de lignes électriques interconnectées par des postes électriques, couplés à des transformateurs pour acheminer l'électricité à différents niveaux de tension. Le réseau Très Haute Tension (HTB) est le réseau de transport d'électricité confié à RTE (Réseau de Transport d'Electricité). C'est le moyen de transport sur très longue distance permis par une tension très élevée. Le réseau Moyenne et Basse Tension (HTA et BT) est le réseau de distribution (ENEDIS couvre 95% du territoire). Pour raccorder les installations au réseau, il est nécessaire de faire une demande de raccordement au gestionnaire du réseau de distribution. Melvan ne choisit pas comment se raccorder, c'est la gestionnaire qui propose une solution.

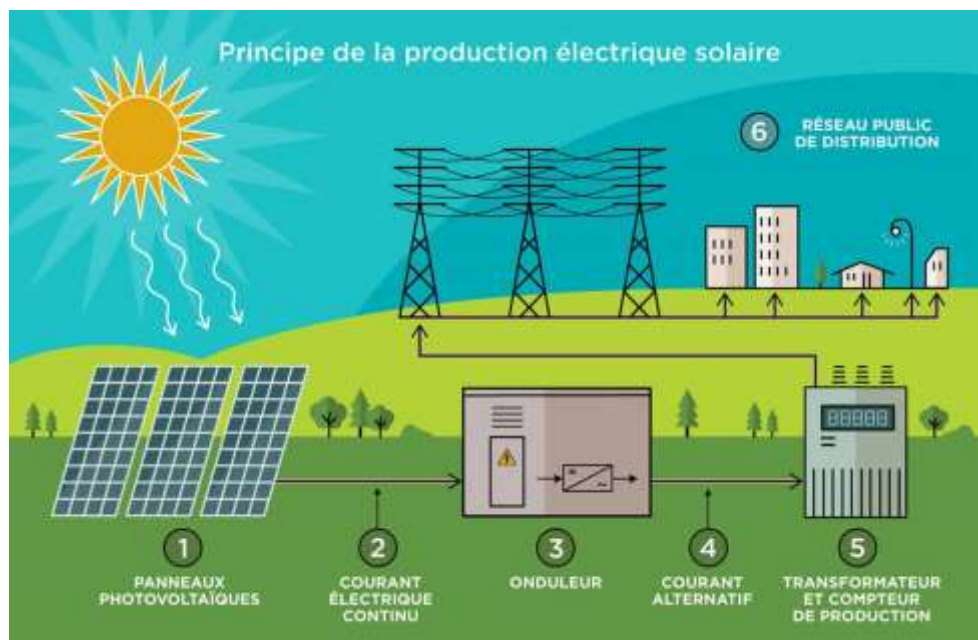


Figure 15: Principe de production d'électricité solaire photovoltaïque

8. PROPRIETAIRES

Les propriétaires de la ou des parcelles correspondant à la zone qualifiée peuvent être déterminé avec elasticmap. Selon le profil du propriétaire, le projet peut s'avérer être plus ou moins faisable. Tout d'abord, si le propriétaire est indiqué comme privé, il faut émettre une demande de matrice cadastrale auprès du SDIF (Service départemental des impôts fonciers) pour obtenir ses coordonnées. Dans la plupart des cas il s'agit d'une personne civile. Ensuite, après avoir reçu la matrice cadastrale, nous envoyons un courrier au propriétaire en lui expliquant l'intérêt que l'on porte à son terrain pour implanter un projet photovoltaïque. Le courrier est aussi joint d'une plaquette de présentation de l'entreprise. Dans l'autre cas, si le propriétaire est une société il est possible de le contacter par téléphone.

Monsieur ,

La société MELVAN (cf. annexe 1) est une entreprise indépendante française spécialisée dans le développement, le financement, la construction et l'exploitation de centrales de production d'énergies renouvelables en France et en Outre-Mer. Notre siège social est situé à Orléans, avec des implantations à Avignon, Bordeaux, Toulouse, Lyon, Metz et Rennes.

Nous sommes à la recherche de nouveaux sites pour y développer des **centrales solaires photovoltaïques** au sol, flottantes et en ombrières de parking.

Dans ce cadre, nous avons identifié un site dont vous êtes propriétaire qui présente un potentiel pour le développement d'un projet photovoltaïque au sol : il s'agit de la parcelle **section ZI numéro 63** localisée sur la commune de Amigny-Rouy, ayant accueilli une carrière par le passé (cf. annexes 2 et 3).

Nous souhaiterions étudier la possibilité de vous louer ce terrain pour y développer un projet solaire, **en contrepartie du versement d'un loyer annuel vous permettant de valoriser ce foncier.**

Pour ce faire, je vous propose de **convenir d'une date de rendez-vous** : nous pourrions ainsi échanger en direct sur la faisabilité technico-économique d'un projet solaire sur la parcelle mentionnée ci-avant, ce qui vous permettra d'estimer votre intérêt pour un tel projet.

Figure 16: Extrait du courrier type envoyé aux propriétaires

A la suite de l'envoi des courriers le taux de réponse est assez faible (moins de 10%). Lorsque l'on obtient une réponse du propriétaire, on peut organiser une rencontre avec lui. Celle-ci a pour but d'expliquer plus précisément et de vive-voix aux propriétaires la raison de notre prise de contact. On lui explique aussi pourquoi son terrain nous intéresse et la rémunération financière que l'on pourrait lui proposer, sans pour autant s'engager sur un prix. Ensuite, nous visitons le terrain avec lui afin de constater son état (particulièrement lorsqu'il s'agit d'une ancienne carrière) et les éventuelles zones à éviter. A la suite de ce rendez-vous, nous étudions de nouveau plus précisément le terrain en question en prenant en compte la visite et les éventuelles informations annexes que le propriétaire nous a fourni, puis le recontactons pour lui préciser s'il est possible de donner suite ou non au projet.

B. ELABORATION DE DOCUMENTS ADMINISTRATIFS

Pour obtenir les droits d'implantation d'une centrale sur un terrain, de nombreux documents et plans sont à fournir, notamment aux organismes de gestion de l'aménagement et aux propriétaires des parcelles concernées par le projet. J'ai eu l'occasion à travers mon stage d'en réaliser un certain nombre.

1. PROPOSITION TECHNIQUE FINANCIERE

Au sein de l'entreprise, le service financier a mis au point une FCS dans laquelle l'on doit entrer les différentes caractéristiques du projet afin de déterminer la valeur du projet. Aussi, l'un de ces critères est le loyer annuel (donné soit par hectare soit par MWc) fourni au propriétaire en échange de son foncier. En fonction de la valeur projet obtenue lorsque l'on fait tourner cette FCS, le loyer que l'on peut proposer au propriétaire s'avère être plus ou moins élevé, sachant que la proposition sera probablement suivie de négociations.

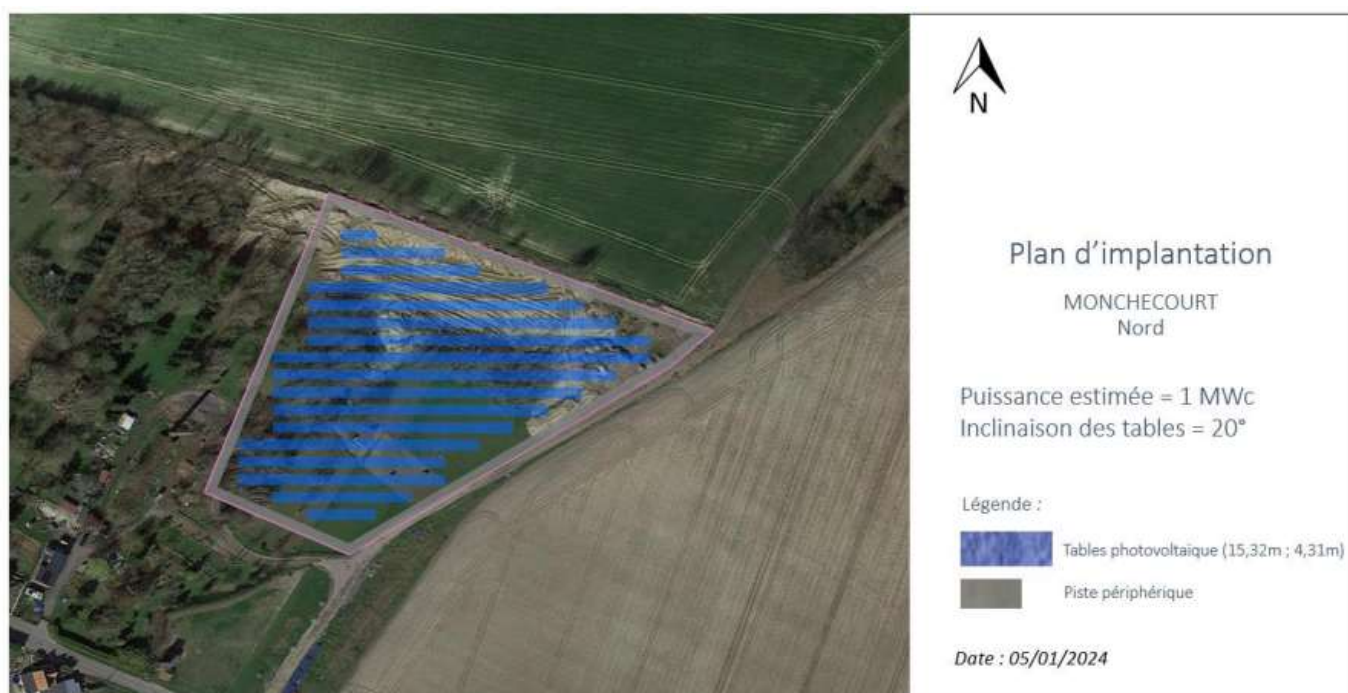


Figure 17: Plan d'implantation du projet de Monchecourt (59), fourni avec la PTF

Lorsque l'on a déterminé un loyer cohérent, nous élaborons une Proposition Technique Financière (PTF) [ANNEXE 1] expliquant les détails concernant le projet, ainsi que l'offre financière proposée par l'entreprise.

Une fois les potentielles négociations faites et l'offre acceptée par le propriétaire, nous rédigeons la Promesse de Bail Emphytéotique (PBE). Cette PBE nous permet de nous avancer sur la suite des études et d'engager des frais plus importants sur le projet.

2. ETUDE D'IMPACT ET DEMANDE DE CAS PAR CAS

Les études environnementales sont réalisées par des Bureaux d'Etudes externes spécialisés qui se concentrent sur 3 aspects :

- L'étude faune flore permet d'identifier les enjeux et sensibilités écologiques rencontrées sur le site. Elle doit s'effectuer sur une année complète afin de prendre en compte le cycle biologique complet des espèces ;
- L'étude paysagère permet de travailler l'implantation du projet dans son environnement ;
- L'étude d'impact, appuyée par les deux précédentes, détermine les effets du projet dans sa globalité, de la phase de construction à la phase de démantèlement. Elle est destinée à intégrer les préoccupations environnementales lors de la conception d'un projet, afin d'adapter le projet au mieux pour réduire les impacts.

Ces études sont complémentaires et obligatoires pour les projets de centrales au sol et flottantes mais elles sont facultatives pour les ombrières et les équipements sur bâtiments. (Ces différentes études expliquent bien pourquoi les projets au sol et les centrales flottantes durent plus longtemps que les projets d'ombrières et de bâtiments.)

Cependant, pour les projets de centrale au sol inférieurs à 1MWc, il est tout de même possible d'être exempté de ces études en effectuant une demande dite « de cas par cas » [ANNEXE 2] auprès de la Direction Régionale de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement (DREAL). Cette demande définit le projet et les éléments extérieurs le concernant afin de permettre à la DREAL de juger si l'exemption d'études d'impact est acceptable ou non. Cette demande est complétée par des plans permettant de visualiser la localisation du projet et sa proximité avec les différents enjeux (environnementaux, proximité avec des monuments historiques, etc.) J'ai eu l'occasion d'effectuer des demandes de cas par cas et leurs plans (avec le logiciel QGIS) pour certains projets.

A la suite de cette demande, il est possible qu'une demande de complément soit émise par la DREAL, afin de spécifier certains aspects du projet. La réponse attendue est moins détaillée qu'une étude complète et prend moins de temps, mais nécessite tout de même des études plus approfondies que celles fournies précédemment. Un retour sur site est souvent nécessaire. Dans le cas où la demande de cas par cas est acceptée, l'étude environnementale n'est alors pas nécessaire et la durée du projet se voit raccourcie.



Figure 18: Plan de situation rapproché du projet "Briqueterie Vandermersch" situé sur la commune de Deûlémont (59) fourni avec la demande cas par cas

3. CERTIFICAT D'ELIGIBILITE DU TERRAIN D'IMPLANTATION

Après avoir obtenu la demande de permis ou demande préalable, il est important de fournir les documents permettant d'obtenir la tarification souhaitée. En effet, la typologie de projet ciblée par notre prospection s'avère être intéressante par le tarif qu'elle nous permet d'obtenir auprès de la CRE. Cependant, pour candidater à l'appel d'offre, il est nécessaire de fournir un certificat d'éligibilité du terrain d'implantation (CETI) [ANNEXE 3] du projet prouvant que le terrain correspond aux critères définis par le cahier des charges.

Pour obtenir ce CETI, il faut formuler une demande auprès de la région, comprenant notamment un plan de situation du projet à l'échelle 1/5000 au minimum, sur lequel doivent clairement apparaître :

- Les contours de l'implantation du projet
- Le zonage des documents d'urbanisme en vigueur (PLU, POS, cartes communales...)
- Les coordonnées géodésiques WGS84, exprimées au format DMS (XX°YY'ZZ.Z"N/S/E/O) des points extrémaux du terrain d'implantation (4 à 6 points représentatifs)
- Lorsqu'il s'agit d'un terrain candidatant au cas 3 du cahier des charges, les pièces justificatives détaillées dans le tableau au paragraphe 2.6 des cahiers des charges



Figure 19: Plan du CETI pour le projet de la commune d'Aboncourt (59)

C. CREATION D'UN OUTIL DE CALCUL DU BILAN CARBONE D'UN PROJET

Bien que l'énergie solaire soit une énergie renouvelable, l'installation d'une centrale émet des gaz à effets de serre. Ces émissions doivent être calculées (BORT Romain, BERTHAULT Daniel, EL BEZE Laëtitia, MATON Daniel, MILLARD Frédérique et SAUVAGE Floriane, 2024) et renseignées à la MRAE lors de la demande de cas par cas ou de l'évaluation environnementale. L'une de mes missions a été de créer un outil interne à l'entreprise permettant de calculer le bilan carbone d'un projet [ANNEXE 4].

Lors de mon arrivée, plusieurs outils internes permettant de calculer ces émissions existaient déjà, mais ils n'étaient pas complets et les données utilisées n'étaient pas nécessairement à jour. Ma mission a donc consisté en la création d'un outil regroupant tous les critères nécessaires au calcul du bilan carbone avec des données actuelles. J'ai pour cela repris les outils existant et récupéré les données et formules encore valables, puis j'ai effectué des recherches afin de compléter au maximum ce bilan.

Tout d'abord, j'ai lu toutes les remarques effectuées sur les deux dernières années par les MRAE des différentes régions (MONEGLIA Pasquale, BURGUET-MORETTI Amandine et LECIGNE Solène, 2023). Je me suis principalement intéressée aux remarques émises à la suite de demandes de cas par cas effectuées dans le cadre de projets photovoltaïques (MRAE, 2023). Cela m'a permis de lister tous les

critères que Melvan ne prenait pas encore en compte et qui devait donc être ajouté au nouvel outil. Le but est que la calculatrice finale soit la plus détaillée et complète. A travers ces lectures j'ai pu constater que selon les régions la MRAE demandait plus ou moins de précisions au sujet des formules et des facteurs pris en compte lors des calculs.

Après avoir effectué la liste des critères à prendre en compte, j'ai recherché les données et formules nécessaires aux différents calculs. Certaines étaient publiées et accessibles publiquement sur internet, notamment sur le site de l'ADEME, tandis que d'autres n'étaient disponibles qu'à travers une formation. N'ayant pas suivi la formation nécessaire, j'ai contacté un bureau d'étude avec lequel Melvan avait déjà travaillé afin d'étudier son bilan carbone (ENCIS ; BRUNEAU Mathieu. (2024). *Bilan Carbone® du parc photovoltaïque de Venesmes*) et d'obtenir les éléments manquants ADEME ; PAYET Jérôme. (2012). *Référentiel d'évaluation des IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX des systèmes PHOTOVOLTAIQUES par la méthode d'ANALYSE DU CYLCE DE VIE*). Ceci m'a permis de finaliser le bilan carbone en termes de données.

J'ai ensuite mis au propre l'outil sur Excel de façon à ce qu'il soit le plus simple et rapide à utiliser par les membres de Melvan, en indiquant clairement les cases à remplir et celles qui donnaient un résultat d'émissions de CO2.

L'outil est séparé en plusieurs interface. La première est celle correspondant aux caractéristiques du projet, où l'utilisateur doit rentrer certaines données comme la puissance installée, la région d'implantation, etc...

Caractéristiques du projet		
Puissance installée :	8	MWc
Nombre de modules :	13115	modules
Type de table :	standard (2*13)	
Nombre d'ancrage par table :	4	ancrages
Type d'ancrage choisi :	pieux battus	
Nombre de tables :	504	tables
Puissance d'un module :	610	Wc
Surface d'un module :	2,701	m ²
Durée d'exploitation de la centrale :	30	ans
Région d'implantation	Bretagne	
Productible :	1250	kWh
Consommation d'un foyer de la région :	4,86	MWh/foyer
Production de la centrale :	8760	MWh/an
Production de la centrale :	262,80	GWh
Equivalent production centrale :	1802	foyers/an
Equivalent production centrale :	3893	habitants/an
Distance base d'exploitation/maintenance :	150	km
Surface du site :	12000	m ²
Puissance d'un onduleur :	300	kVA
Nombre d'onduleurs :	23	onduleurs
Puissance totale des onduleurs :	6900	kVA
Puissance d'un transformateur :	2200	kVA
Nombre de transformateurs :	3	transformateurs
Puissance totale des transformateurs :	6600	kVA
Longueur de route d'accès et piste d'exploitation :	100	ml
Longueur de clôture :	100	ml
Surface imperméabilisée (poste de transformation) :	30	m ²
Nombre de poste de livraison :	1	pdl
Surface imperméabilisée (poste de livraison)	20	m ²
Surface imperméabilisée (dûe à l'ancrage) :	2,4192	m ²
Surface imperméabilisée totale :	32,4192	m ²

Figure 20: Extrait de l'Outil Bilan Carbone

Au début l'utilisateur doit rentrer un certain nombre de données décrivant les caractéristiques principales de son projet. En jaune se trouvent les données que l'utilisateur doit rentrer, en blanc celles qui sont déduites directement par l'outil, à l'aide de calculs et données externes que j'ai insérés, et en vert les émissions de CO2 déduites des formules rentrées dans l'outil.

Pour clarifier l'utilisation de cette calculatrice, j'ai distingué les différentes sources d'émissions en fonction des phases du projet et des domaines dans lesquelles elles sont produites. Les catégories d'émissions que j'ai différenciées sont :

- Celles liées à la fabrication des panneaux (avec des données fournies par le fabricant) ;
- Celles liées aux transports, comprenant les trajets depuis la sortie d'usine jusqu'au centre de traitement pour le recyclage. Elles dépendent ici de la distance séparant 2 lieux et du type de transport utilisé pour le déplacement ;
- Celles liées aux autres composants nécessaires à la fabrication de la centrale (comme les onduleurs, les transformateurs, le raccordement, l'installation/désinstallation, etc...). Ce sont ces formules et données que le bureau d'études a fournies.
- Celles liées à la fin de vie (incinération et recyclage des composants).

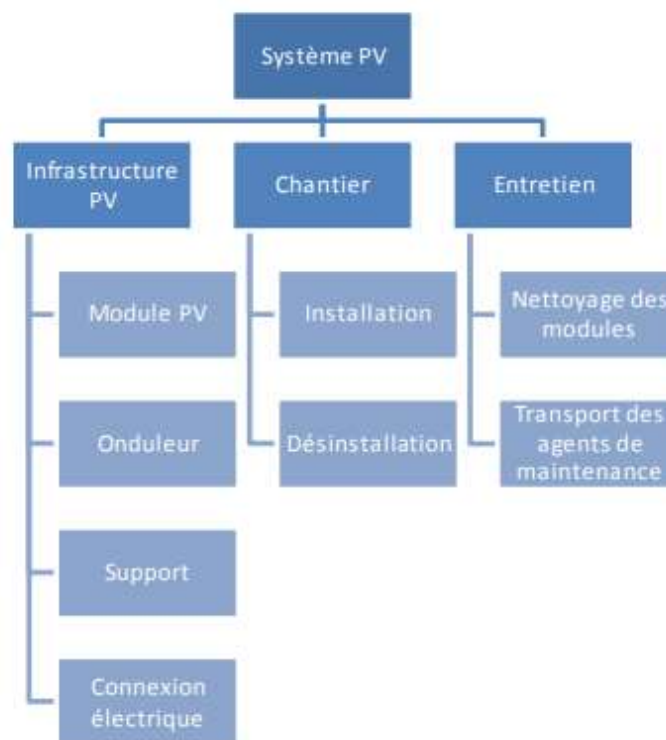


Figure 21: Granulométrie des panneaux photovoltaïques

Pour les émissions de fin de vie, j'ai considéré que la méthode appliquée serait la délamination (BONHOMMÉ Emmanuel et GERLAND Cyril, 2022) des panneaux photovoltaïque (qui est pour l'instant la technique la plus avancée), bien qu'elle ne soit utilisée pour l'instant que dans un seul des centres de traitement existant (celui d'Envie 2E en Aquitaine). En effet, sachant que cette étape n'arrivera qu'environ 30ans après la pose des panneaux, on peut considérer que d'ici là cette méthode sera répandue dans tous les centres, ou alors même qu'une méthode encore moins polluante aura été développée. La technique de délamination est une technologie importée du Japon qui permet, en découpant le panneau photovoltaïque, de séparer la couche de verre des composants

métalliques avec l'utilisation d'une lame chauffée à 300°C. Les matières premières retirées sont le verre (à 70%), l'argent, du silicium, du cuivre et de l'aluminium. L'ensemble des matières sont destinées à des fonderies et des entreprises de transformation verrière. Aujourd'hui, la valorisation d'un panneau est estimée à 95%.

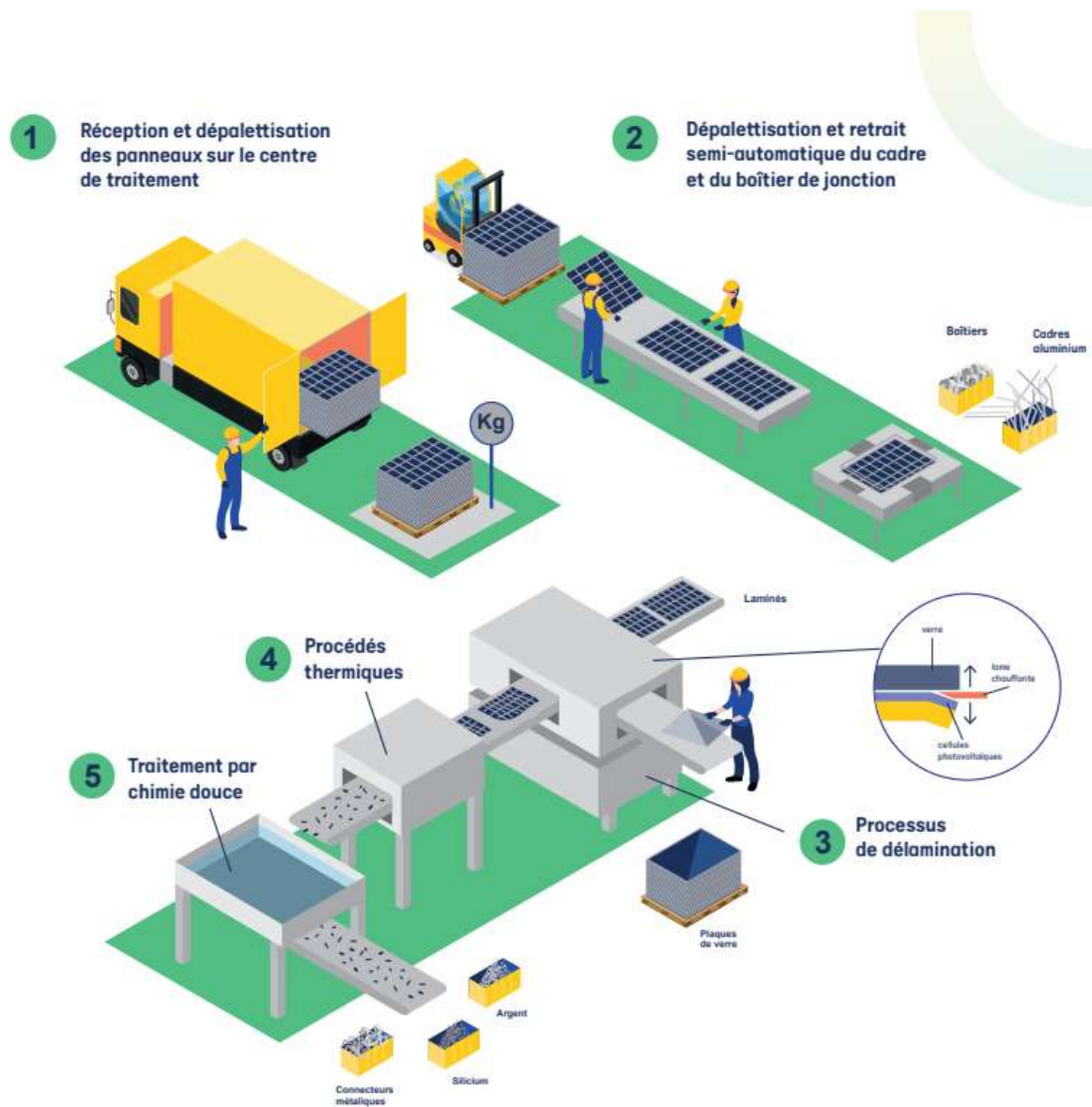


Figure 22: Recyclage des panneaux par Délamination (cemater, 2022)

Le fait d'avoir un outil interne à l'entreprise et non externe permet de gagner du temps et de l'argent lorsqu'il est nécessaire de fournir un bilan carbone. En effet, si la demande est faite à un bureau d'études externe, la durée d'obtention de ce bilan carbone est d'environ 2 semaines et son coût revient à plus de 1000 euros.

Phase 1 : Réalisation du bilan carbone du projet PV	JT Terrain	JT Rédaction	Montant HT	Montant TTC
Réunion de lancement	0	0,25	140,00 €	168,00 €
Collecte et analyse des données	0	0,5	280,00 €	336,00 €
Réalisation du bilan carbone	0	0,75	420,00 €	504,00 €
Prise en compte du changement d'usage des sols	0	0,25	140,00 €	168,00 €
Réunion de restitution	0	0,25	140,00 €	168,00 €
Coût total Phase 1	0	2	1 120,00 €	1 344,00 €

Option 1 : Réunion complémentaire (visioconférence)	JT Terrain	JT Rédaction	Montant HT	Montant TTC
Réunion	0	0,5	280,00 €	336,00 €
Coût total Option 1	0	0,5	280,00 €	336,00 €

Figure 23: Exemple des Conditions Financières du Bureau d'Etudes

Après avoir complété au maximum l'outil et avoir rendu l'interface d'utilisation intuitive, j'ai créé un document world pouvant servir de « bilan carbone type » [ANNEXE 4] à l'entreprise. Ce bilan type a pour but d'uniformiser les réponses émises par l'entreprise mais permet aussi aux utilisateurs d'être sûr de n'oublier aucun facteur important lors de la remise de ce bilan à la MRAE. Ce document décrit assez précisément les éléments pris en compte lors des différents calculs de chaque étape, permet de définir certains composants du bilan et évite à l'utilisateur d'avoir à tout écrire lui-même, ce qui lui permet de gagner du temps. Les émissions sont représentées sous forme de tableaux et à la fin 2 graphiques automatisés permettent de visualiser la part de chaque composant et étape au niveau des émissions. Les incertitudes choisies sont aussi précisées à ce stade.

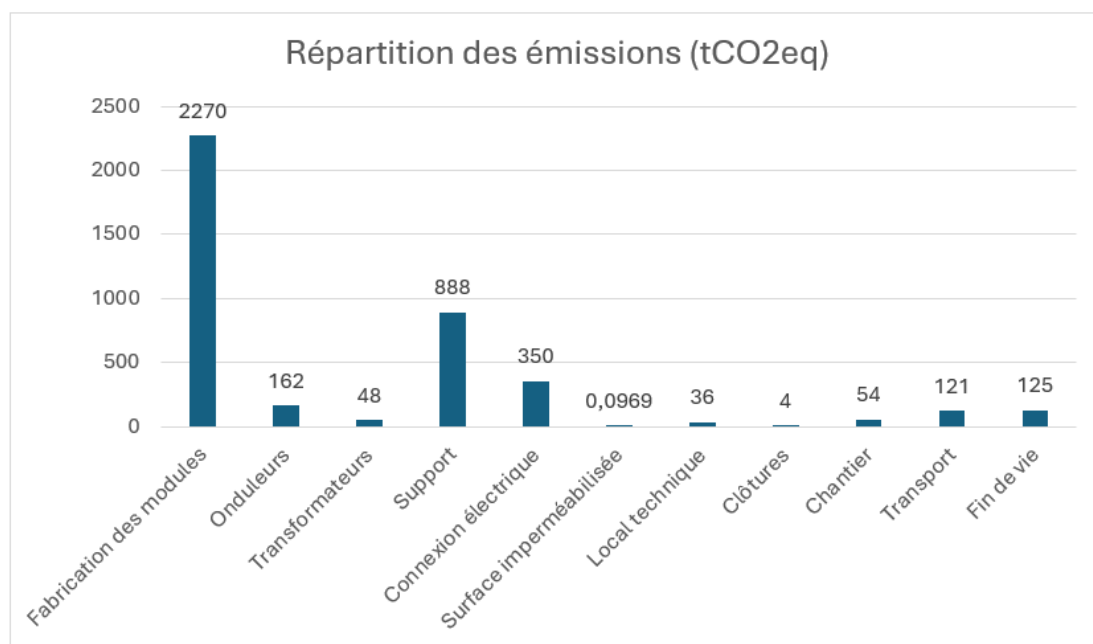


Figure 24: Graphique représentant les émissions de chaque partie pour le projet de Venesmes(18)

4. CONCLUSION

Mon stage au sein de Melvan m'a offert une immersion enrichissante dans le domaine de la prospection photovoltaïque. Au cours de ces 6 mois de stage j'ai pu apprendre et comprendre les enjeux environnementaux et sociétaux relatifs au développement des énergies renouvelables, en particulier l'énergie solaire. J'ai pu activement participer à la prospection et à la qualification de fonciers potentiellement adaptés à l'installation de centrales photovoltaïques, en analysant les données externes ainsi qu'en élaborant des dossiers techniques nécessaires à l'implantation du projet.

Ce stage m'a aussi permis de développer des compétences techniques spécifiques, notamment en utilisant des logiciels de modélisation solaire et de SIG. J'ai aussi pu appréhender les défis réglementaires et économiques propres au milieu des énergies renouvelables, ce qui m'a permis de prendre connaissance des nombreuses difficultés existantes lors du développement d'un projet.

Les missions qui m'ont été confiées ont renforcé mon intérêt pour le secteur des énergies renouvelables, et plus particulièrement pour le photovoltaïque, qui représente un levier crucial pour la transition énergétique. Ce stage a confirmé mon souhait de poursuivre ma carrière dans ce domaine dynamique et porteur, où les innovations technologiques et les évolutions réglementaires offrent de nombreuses perspectives.

5. BIBLIOGRAPHIE

CRE. (2023). *Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire « Centrales au sol » : AO PPE2 PV Sol.*

Endemys ; MONEGLIA Pasquale, BURGUET-MORETTI Amandine et LECIGNE Solène. (2023). *Etude d'Impact du projet de parc photovoltaïque flottant sur la commune de Captieux.*

ADEME ; EGLIN Thomas. (2023). *Photovoltaïques, sol et biodiversité : enjeux et bonnes pratiques*

ORIUM CONSEIL ; BONHOMMÉ Emmanuel et GERLAND Cyril. (2022). *Dossier de demande d'autorisation environnementale pour la création d'un site de recyclage de panneaux photovoltaïques : Etude d'impact.*

CERTISOLIS. (2024). *Test-Certification Photovoltaïque : Evaluation Carbone simplifiée ECS PPE2 N°024-2024_009.*

cemater. (2022). *Démantèlement et Recyclage des parcs solaires.*

Ministère de la Transition Ecologique ; BORT Romain, BERTHAULT Daniel, EL BEZE Laëtitia, MATON Daniel, MILLARD Frédérique et SAUVAGE Floriane. (2022). *Prise en compte des émissions de gaz à effet de serre dans les études d'impact.*

MRAE. (2023). *Avis délibéré de la mission régionale d'autorité environnementale de Bretagne sur le projet d'implantation au sol d'une central photovoltaïque à Nivillac (56).*

Résumé :

Lors de ce stage j'ai pu comprendre les différents enjeux liés à l'énergie solaire et à son développement sur le territoire français. J'ai pris connaissance des différents décrets et lois encadrant l'implantation de centrales photovoltaïques, ce qui m'a permis de constater les difficultés rencontrées lors du développement de projet. J'ai pu aussi m'intéresser à l'impact carbone de ces projets en développant un outil permettant le calcul des émissions de CO₂. Ce stage s'est avéré complet et m'a permis d'appréhender de nombreux aspects importants relatifs au domaine des énergies renouvelables.

Abstract :

During this internship, I have had the opportunity to understand the various challenges of solar energy and its development in France. I familiarized myself with the various laws and decrees governing the implementation of photovoltaic power plants, which enabled me to see the difficulties encountered during project development. I also took interest in the carbon impact of these projects by developing a tool for calculating CO₂ emissions. This internship proved to be comprehensive and enabled me to grasp many important aspects of the renewable energy sector.



POLYTECH[®]
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Marzena GROSSE
5^{ème} année
2023-2024

Stage d'Assistant Développeur Territoriale

Mots Clés : Prospection, Bilan Carbone, Photovoltaïque,
Qualification, Développement de Projet, Urbanisme,

Melvan
2 Rue Saint Etienne,
45000 Orléans

Tuteur entreprise :
Florent COSTA
Développeur Territorial

Tuteur académique :
Laura VERDELLI