

Rapport de stage individuel de fin de cycle ingénieur

5^{ème} année

Gestion de projets solaire

Girasole
3 Rue Antoine Lavoisier, 31140
Launaguet

GIRASOLE
energies

Tuteur entreprise :
Gwendal Hart
Chef de projet Grand compte

Tuteur académique :
Kamal Serrhini

Ezra Procolam
Polytech Tours DAE
IUT (RESEAU)
2024-2025

Table des matières :

- **Remerciements**
- **Enjeux généraux**
 - 1. Enjeux environnementaux généraux
 - 2. Contexte d'apparition du photovoltaïque
 - 3. Enjeux actuels du solaire
- **Présentation de l'entreprise**
- **Enjeux actuels liés à l'entreprise**
- **Présentation du process projets**
 - 1. Phase Avant-projet
 - 2. Phase Commerciale
 - 3. Phase Pré-Développement
 - 4. Phase Développement
 - I Dérisquage projet*
 - II Développement administratif*
 - III Préparation du chantier*
 - 5. Phase Construction
 - 6. Phase Exploitation
- **Présentation du stage et des missions**
 - 1. Apprentissage du process projet et du secteur du photovoltaïque au sens large
 - 2. Prise en main des missions ponctuelles d'un chef de projet
 - 3. Cours personnel / formation
 - 4. Création d'outils d'organisation
 - 5. Montée en responsabilité
- **Retours de l'étudiant**
- **Avenir professionnel et projections**
- **Conclusion**
- **Bibliographie**
- **Annexe**

Remerciement :

Je souhaite ouvrir ce rapport en adressant mes sincères remerciements aux personnes qui m'ont accompagné et soutenu tout au long de ce stage.

En premier lieu, je tiens à remercier Louis Martin (étudiant à Polytech Tours), Cécile Paquet (Responsable chefs de projets) et Fabrice Caborderie (Commercial chez Girasole Energies), qui ont tous trois contribué à me permettre d'intégrer cette expérience professionnelle. J'ai été attiré vers cette opportunité grâce à Louis, qui avait lui-même été contacté par Fabrice pour ce même stage. Ayant finalement choisi un autre stage, il m'a mis en relation avec Cécile, ce qui m'a permis de candidater à mon tour. Après plusieurs entretiens, pour ce stage comme pour d'autres dans des domaines bien différents, notamment un stage à l'ADEME dans le conseil sur le chauffage renouvelable et un au sein de l'équipe RSE chez Vinci Immobilier, j'ai décidé de rejoindre cette structure et cette équipe principalement car j'y voyais une occasion de me confronter à des responsabilités et ainsi challenger ma légitimité.

Je souhaite également exprimer toute ma gratitude à mon tuteur de stage, Gwendal Hart (Chef de projet Grand Compte), pour son écoute, sa confiance et le temps qu'il m'a consacré. Son accompagnement attentif et constructif a été particulièrement précieux. J'ai beaucoup appris à ses côtés, mais également auprès des autres chefs de projets de l'équipe Toulousaine, notamment Charbel Bouzerdan, dont la patience et la sympathie sont remarquables, et Maxime Deniau, dont la pédagogie et la disponibilité ont rendu nos échanges particulièrement enrichissants.

Sans établir de hiérarchie, j'aimerais aussi témoigner ma reconnaissance envers Carole Bouthors (Office Manager) pour sa bonne humeur et son humour, Fabrice Caborderie (Commercial) pour sa disponibilité et sa convivialité, Nicolas Cadene (Chargé d'affaires) pour ses connaissances et sa bienveillance, ainsi que Pierre-Marie (Directeur Général) pour sa confiance et son professionnalisme.

De façon plus générale, ce stage a constitué pour moi une véritable immersion dans le monde professionnel, m'apportant une meilleure compréhension de ses codes, de ses exigences et de son fonctionnement. J'y ai également appris à mieux cerner mes propres appétences et ambitions. Ayant permis que tout ceci soit possible, je souhaite remercier mon établissement, le service de scolarité, Pascaline Robin (Responsable stages) et Kamal Serrhini (enseignant-chercheur) pour leur rôle déterminant dans la concrétisation de cette expérience. Sans leur soutien et leur implication, ce stage n'aurait pas été possible.

Enjeux généraux :

1. Enjeux environnementaux généraux

Le cycle du carbone est un schéma naturel décrivant la circulation du carbone entre ses différents grands réservoirs : l'atmosphère, la biosphère, la lithosphère et l'hydrosphère. À l'image du cycle de l'eau, c'est un cercle continu où le carbone est absorbé, stocké et libéré dans divers processus bioénergétiques (photosynthèse, respiration, dissolution, volcanisme, etc.) ([Grace, 2013](#)).

Afin que ce cycle soit à l'équilibre, les échanges de carbone entre les réservoirs doivent être stabilisés : les flux entrants compensent alors les flux sortants, assurant ainsi une quantité de carbone relativement constante dans chacun des réservoirs.

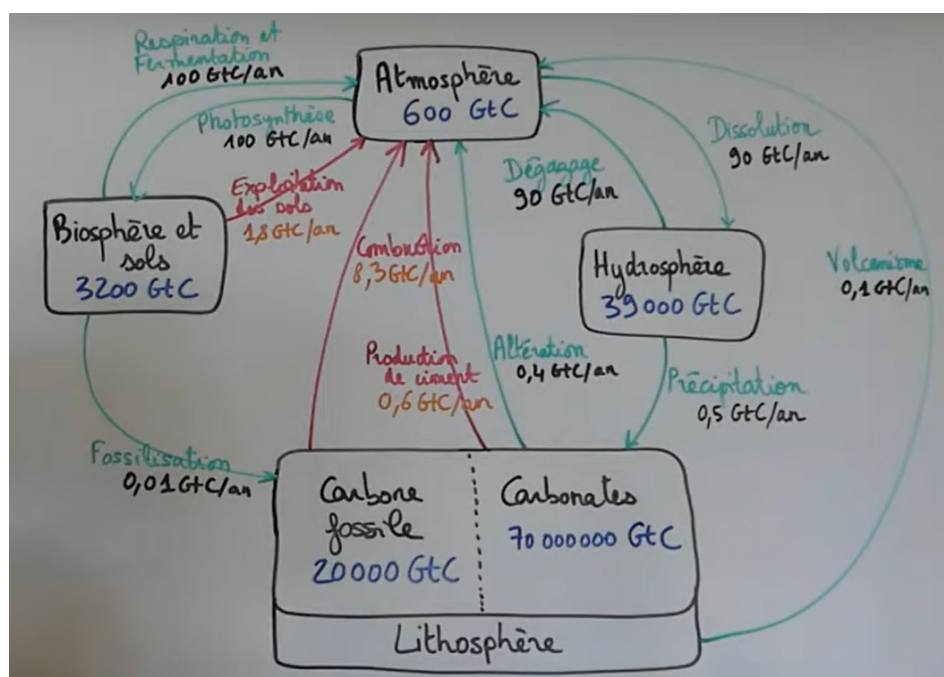


Figure 1 : Schéma illustratif du cycle du carbone à travers ses différents réservoirs

Cependant, depuis la révolution industrielle, l'humain s'est fait l'exploitant de plusieurs de ces réservoirs dont notamment celui principalement sujet de ce rapport, le réservoir lithosphérique, par l'utilisation des combustibles fossiles appréciés pour leur forte densité énergétique. L'extraction et la combustion de ces derniers (charbon, gaz, pétrole) participent aux processus bioénergétiques dirigeant le carbone de la lithosphère vers l'atmosphère, par conséquent le carbone stocké sur des millions d'années dans cette lithosphère, est relâché dans l'atmosphère en l'espace de quelques décennies. Ainsi le réservoir atmosphérique voit sa concentration en carbone enrichie bien plus qu'à l'accoutumé.

Ce dérèglement a deux conséquences majeures :

- L'épuisement des réservoirs lithosphériques : les ressources carbonées s'amenuisent et pourraient s'épuiser en quelques décennies. ([Sharma et Singh, 2009](#))
- L'augmentation de la concentration en carbone de l'atmosphère : cela induit un effet de serre additionnel : la concentration est passée d'environ 280 ppm (préindustriel) à plus de 420–427

ppm en 2024. Rendant ainsi l'atmosphère plus opaque au rayonnements infrarouges réfléchis par la Terre, les bloquant ainsi en dessous, ce phénomène est responsable en grande partie du réchauffement climatique ([Lindsey, 2025](#)).

Ce déséquilibre s'accompagne d'autres phénomènes, l'océan doit par exemple absorber bien plus de carbone qu'auparavant : environ un quart des émissions humaines, mais cela contribue fortement à son acidification. Parallèlement, la déforestation réduit la capacité d'absorption de la biosphère tout en relâchant du carbone stocké dans la végétation et les sols. Tout ceci n'étant pas à l'ordre du jour, je ne m'y attarderai pas plus.

2. Contexte d'apparition du photovoltaïque

Depuis la seconde moitié du 20ème siècle, les premiers avertissements concernant l'appauvrissement en ressources fossiles, le changement climatique, la dégradation de la qualité de l'air et les tensions géopolitiques liées aux ressources ont incité à rechercher des alternatives plus durables. Cette recherche s'est dirigée naturellement vers des énergies déjà exploitées par le passé de manière moins élaborée : l'énergie motrice du vent et de l'eau, avec les anciens moulins à vent et à eau ; ou l'énergie radiative du soleil, utilisé dans le passé, et encore aujourd'hui, pour sa chaleur ou encore sa lumière. Par la suite ces procédés ont été réétudiés et l'énergie motrice du vent et de l'eau est désormais transformée en électricité notamment grâce à des alternateurs. L'énergie radiative du soleil, sujet de ce rapport, est elle transformée en énergie électrique grâce à l'arrachement et le mouvement d'électrons dans des cellules photovoltaïque dû au contact avec les photons du soleil.

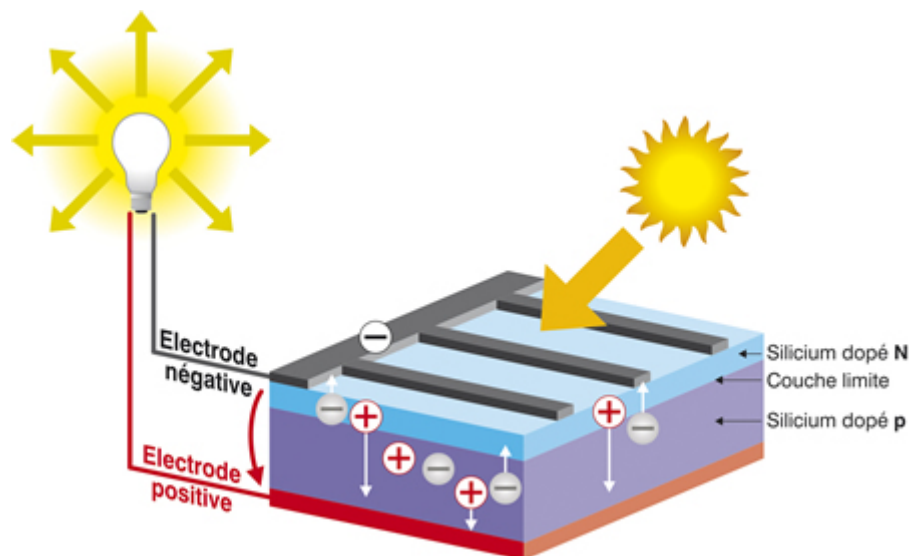


Figure 2 : Schéma de la création de courant électrique dans une cellule photovoltaïque

Les premiers panneaux photovoltaïques apparaissent dans les années 1950, initialement réservés à des applications spatiales, très onéreuses et, pour lors, inefficaces. Entre les années 1950 et 1990, les panneaux solaires ont connu une évolution lente mais continue. Les premières cellules photovoltaïques, développées en 1954 par les laboratoires Bell, affichaient un rendement de seulement 6 % et étaient extrêmement coûteuses, ce qui limitait leur usage à des domaines très spécifiques. Durant les années 1960 et 1970, les progrès technologiques ont permis une légère amélioration des rendements, atteignant environ 10 %, et une réduction progressive des coûts de production. Malgré cela, leur usage restait encore marginal, cantonné aux satellites et à quelques applications isolées. Ce n'est qu'à la suite des chocs pétroliers des années 1970 que l'intérêt pour l'énergie solaire connaît un regain, avec les premiers efforts gouvernementaux en faveur de la recherche et du développement.

Dans les années 1980, bien que les avancées technologiques se poursuivent, les panneaux solaires demeurent encore peu compétitifs face aux énergies conventionnelles. Toutefois, cette période jettera les bases techniques et industrielles qui permettent, dans la décennie suivante, la généralisation de la technologie. Il faudra alors attendre la fin des années 1990 pour que des programmes incitatifs (prix d'achat, subventions, initiatives comme le "Million Solar Roofs") en Allemagne, au Japon ou aux États-Unis commencent la réelle démocratisation du solaire. Depuis, la capacité installée dans le monde n'a cessé d'augmenter, prenant ainsi une part de plus en plus importante dans le mix énergétique mondial allant jusqu'à un peu plus de 5% en 2025.

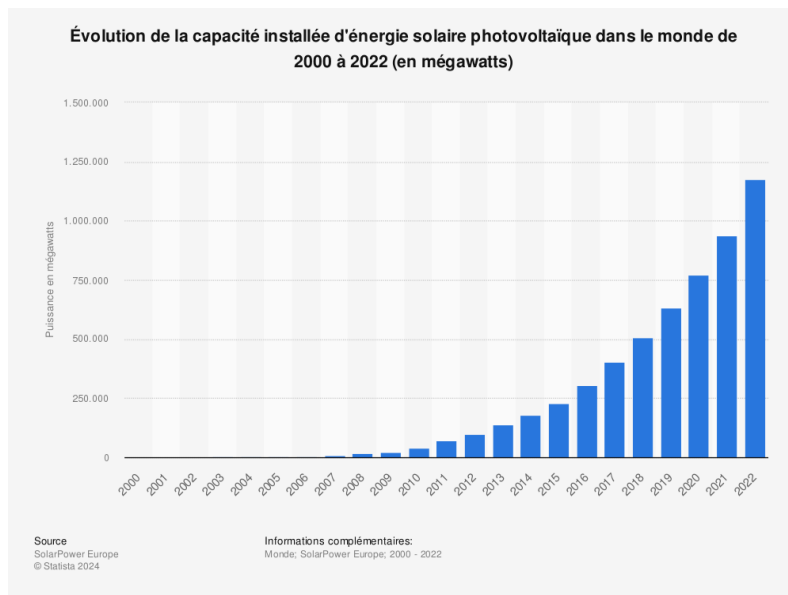


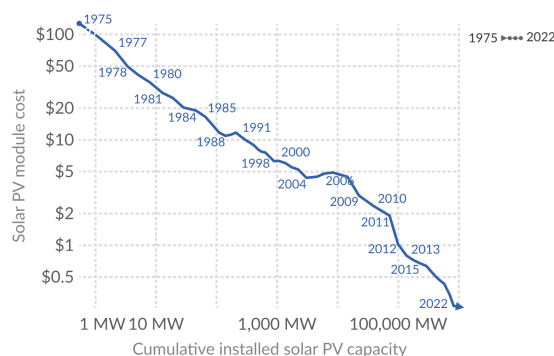
Figure 3 : Évolution de la capacité installée d'énergie photovoltaïque dans le monde

Tout ceci nous amène à aujourd'hui : En 2025, l'énergie solaire s'impose comme l'une des sources d'électricité les plus compétitives et stratégiques au monde. Grâce à une baisse drastique des coûts (plus de 80 % depuis 2010) et à des rendements tant énergétiques (valorisation énergétique de la surface) qu'économiques (prix du Wc) en constante amélioration. Avec plus de 1 500 GWc installés, le solaire connaît une forte expansion, portée par des pays comme la Chine, les États-Unis, l'Inde et ceux de l'Union européenne (notamment l'Allemagne et l'Espagne).

Solar panel costs have fallen by around 20% for every doubling of global cumulative capacity

Our World in Data

Costs are measured in US dollars per Watt, adjusted for inflation.



Data source: IRENA (2023); Nemet (2009); Farmer and Lafond (2016)
CC BY

Figure 4 : Evolution du prix des panneaux solaires en fonction de la capacité cumulée installée entre 1975 et 2022

3. Enjeux actuels du solaire

Les innovations réseau tels que l'autoconsommation collective & individuelle, ou les innovations techniques tels que le développement des batteries ainsi que les innovations comme les cellules tandem ou bifaciales promettent encore plus de performances pour l'avenir. Ainsi à l'aide de ces différentes innovations il est possible de penser que le solaire puisse, à termes, diminuer l'impact de son principal défi, l'intermittence de la production.

Au niveau sociétal, la perspective sur les énergies renouvelables et sur le solaire en particulier a profondément évolué. D'un simple objet de curiosité pour certains pionniers, le solaire est aujourd'hui perçu comme un élément central de la transition énergétique. Il accompagne l'indépendance énergétique, la résilience climatique, la création de richesse locale et enfin en fonction de la stratégie le solaire peut permettre de prendre une distance avec le modèle centralisé qui régit actuellement le réseau d'électricité pour se diriger vers un modèle plus ramifié avec un réel maillage structuré par des branches de production locales. Cependant il est important de noter que tous les projets de panneaux solaires ne bénéficient pas d'une image positive, en effet en zone rural, principalement, les projets photovoltaïque au sol sur des terrains agricoles souffrent d'une image négative. Cette image s'explique par la privatisation qui est faite de terrains agricoles pour la production d'énergie, au même titre que les biocarburants, ainsi ce système est vu comme un système privant, moyennant rémunération, le milieu agricole d'une partie de leurs récoltes, et par conséquent les français également. De la même manière que les projets éoliens sont vus par beaucoup comme des projets appauvrissant le foncier de manière considérable, car "gâchant le paysage". Attention ces points de vue ne concernent pas toutes les EnR, mais seulement certains types de projets, en effet, selon un sondage [Elabe](#), réalisé en novembre 2021, les français interrogés semblent avoir une image positive des énergies renouvelables (82 % des interrogés pensent que les EnR ont de l'avenir).

Dans ce contexte, beaucoup d'entreprises ont, depuis plusieurs années maintenant, tâché d'exploiter ce filon économique, c'est notamment le cas de l'entreprise d'accueil de ce stage : Girasole Energies.

Présentation de l'entreprise :

Girasole Energies est un producteur français d'électricité photovoltaïque. En 2019, au sein d'Enerlis, entreprise de rénovation énergétique, fut créée une division solaire dédiée au développement de projets photovoltaïques, et en 2022 cette division prend son indépendance et devient Girasole Energies.

Le capital de l'entreprise est aujourd'hui réparti comme suit :

- ± 60% possédé par les fondateurs et les dirigeants de l'entreprise
- ± 40% possédé par Mirova, société de gestion d'actifs internationale destinée à l'investissement responsable ayant investi en début 2023 à hauteur de presque 100 millions d'euros dans Girasole.

Girasole est un producteur d'électricité photovoltaïque sur toiture ou ombrières de parking, ses clients sont par conséquent :

- Des propriétaires de bâtiments possédant des toitures (Hangar agricole, École, Supermarché, etc.)
- Des agriculteurs nécessitant un Hangar agricole
- Des propriétaires de parking (projets plus marginaux)

La relation entreprise client est la suivante : Girasole prend à bail les toitures des bâtiments, moyennant loyer ou soulte, et ainsi recouvre ces dernières de modules photovoltaïque. Lorsque le bâtiment n'existe pas encore, Girasole assure également la construction de ce dernier, ainsi le loyer ou la soulte se voient remplacés par l'avantage en nature qu'est la jouissance de la pleine disposition du bâtiment. L'électricité est ensuite injectée dans le réseau de distribution d'Enedis et rachetée à prix fixe par la filiale d'EDF rattachée à l'achat d'électricité photovoltaïque aux producteurs, qu'ils soient particuliers ou professionnels : EDF OA (Obligation d'Achat). L'entreprise prend à charge la phase commerciale des projets, le développement administratif, la construction ainsi que l'exploitation de la centrale sur 30 ans.



L'objectif général étant de faire un double usage du foncier en exploitant des bâtiments ayant un usage principal (écuries, toitures, parkings etc...) en les utilisant afin de produire de l'énergie électrique décarbonée.

Girasole est alors un tiers investisseur, ce qui signifie que l'entreprise paye l'ensemble des travaux et est par la suite propriétaire de tout le productible photovoltaïque, car propriétaire de la centrale. Ce terme s'oppose par définition aux entreprises qui font uniquement de la prestation, construisant donc les centrales moyennant paiement sans être propriétaires de ces dernières.

Le financement de projets chez Girasole suit ce qu'on appelle un financement de projet, ce dernier est à différencier d'un financement d'entreprise :

- **Financement d'entreprise** : L'entreprise mobilise ses propres ressources ou emprunte directement auprès des banques pour financer ses projets et activités. La garantie est fixée sur la solidité financière de l'entreprise, l'entreprise supporte alors l'ensemble des risques.
- **Financement de projets** : L'entreprise crée une société de projet (société ad hoc), qui est responsable des projets. Cette dernière est financée par des emprunts, l'entreprise mère et d'autres investisseurs. La garantie est donc basée sur la rentabilité des projets et les risques sont limités aux projets. L'avantage est donc de ne pas poser de risque sur l'entreprise mère.

L'équilibre financier des différents projets est essentiellement basé sur l'équilibre cohérent des trois pans suivants :

- **Investissement** : L'investissement initial va déterminer le montant des financements à lever pour réaliser le projet. Au contraire de l'exploitation, l'investissement est réalisé sur une période très courte (1 ou 2 ans) au début du projet. (CAPEX)
- **Exploitation** : Le flux d'argent (entrant + sortant) lors de l'exploitation de la centrale va déterminer si le projet est capable ou non de rembourser son financement et dans quelles proportions. L'équilibre de l'exploitation s'évalue sur le long terme : entre 20 et 30 ans pour du photovoltaïque par exemple.(OPEX & Chiffre d'affaire)
- **Financement** : La composition du financement va déterminer le montant et le calendrier des remboursements attendus, ainsi que les exigences qui pèseront sur les résultats de l'exploitation. Chaque mode de financement est associé à un taux de rentabilité et à une durée.

L'entreprise est organisée selon le schéma suivant :

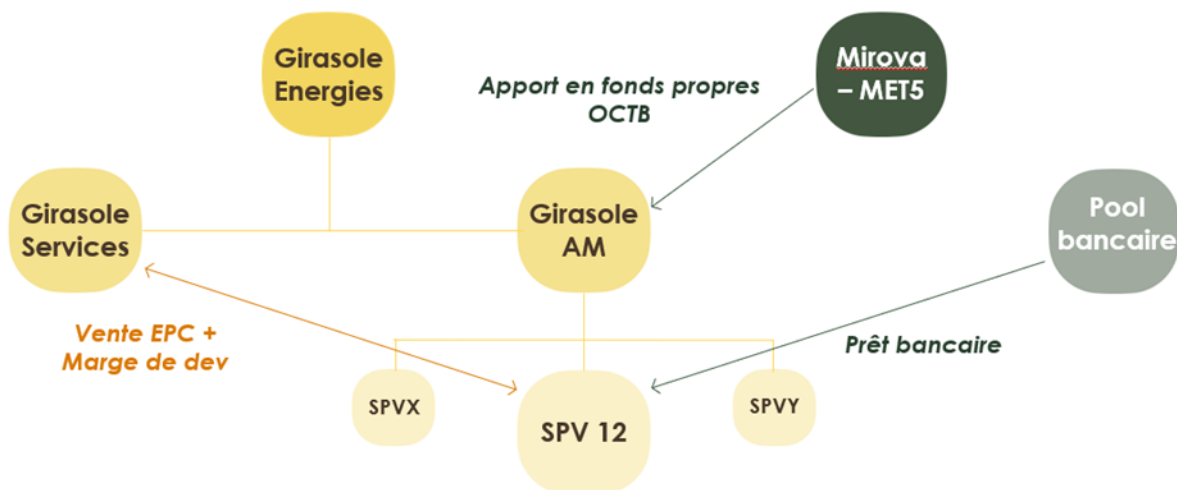


Figure 5 : Schéma de fonctionnement économique de Girasole Energies

Girasole Énergies se divise donc en deux entités distinctes :

- Girasole services : Tous les salariés se trouvent ici, c'est l'entité responsable du développement des projets
- Girasole AM (Asset Management) : Entité ayant à charge le financement des projets, elle crée et détient les différentes sociétés de projets évoquées plus tôt, ici appelées SPV (Special Purpose Vehicle).

L'entreprise possède plus de 850 projets actuellement en développement ou en construction et près 320 centrales en exploitation pour environ 73 MWc de puissance installée. En 2024, 18,64 GWh d'énergie ont été produits et injectés dans le réseau durant l'année.

Enjeux actuels liés à l'entreprise :

L'entreprise a bénéficié d'une stratégie nationale visant à accélérer significativement le déploiement du solaire en France. L'objectif est de conjuguer développement énergétique, transition écologique et optimisation de l'usage des espaces artificialisés. Cette stratégie s'est traduit par :

a) Incitations financières et soutien de l'État

Depuis l'arrêté du 6 octobre 2021 relatif aux modalités d'achat de l'électricité produite par les installations en toiture, le dispositif de « guichet ouvert » permet en France aux projets photovoltaïques d'une puissance allant jusqu'à 500 kWc (contre 100 kWc auparavant) de bénéficier de l'obligation d'achat. Ce mécanisme contractuel garantit la revente de l'électricité produite à un prix fixe, défini par l'arrêté S21, pour une durée de 20 ans, protégeant ainsi les producteurs des fluctuations du marché de l'énergie. À cette mesure s'ajoutent différents soutiens complémentaires, tels que la prime à l'autoconsommation, des aides locales ou encore les appels d'offres (CRE) pour l'obtention de tarifs avantageux et fixes pour des installations allant jusqu'à 8 MWc. L'ensemble de ces dispositifs contribue à renforcer l'attractivité et la rentabilité des projets commerciaux pour les entreprises et les collectivités.

b) Obligations de « solarisation » et végétalisation des bâtiments tertiaires

D'après l'article L171-4 du Code de la construction et de l'habitat et l'article 43 de la loi APER, tout bâtiment à usage commercial, de bureaux ou d'entrepôt ayant une emprise au sol de plus de 500 m² est désormais tenu, depuis juillet 2023, de « solariser » ou de végétaliser sa toiture pour au moins 30 % de sa surface. Pourcentage qui sera revu à la hausse jusqu'à 40 % dès juillet 2026 et enfin 50 % dès juillet 2027. Cette obligation vise à optimiser l'usage des surfaces artificialisées, en encourageant à la fois la production d'énergie renouvelable et la gestion écologique des toitures.

c) Obligations d'ombrières photovoltaïques sur les parkings

L'article 40 de la loi APER (Loi sur l'Accélération de la Production d'Énergies Renouvelables), du 10 mars 2023, instaure une obligation de couvrir au moins 50 % de la surface des parkings extérieurs de plus de 1 500 m² avec des ombrières intégrant des panneaux photovoltaïques. La mise en œuvre varie selon la taille et la date de conception des parkings :

- Pour les grands parkings ($\geq 10\,000$ m²) : échéance au 1er juillet 2026, avec possibilité d'un report sous certaines conditions (faible intensité carbone, engagement contractuel).
- Pour les surfaces comprises entre 1 500 et 10 000 m² : échéance au 1er juillet 2028.

Cependant cette stratégie étant un coup de pouce politique elle est soumise aux évolutions et autres intempéries liées au milieu politique. Voyant que ces subventions et incitations étaient éventuellement trop avantageuses, elles se sont fortement restreintes notamment le 12 février 2025. À cette date, 2 jours après le début de ce stage, le gouvernement a proposé un arrêté modifiant les mécanismes de soutien "S21" évoqués plus haut : réduction drastique des tarifs d'achat pour les installations de 0–9 kWc (division par deux ou plus de la prime au surplus), et baisse rétroactive pour les segments de 100–500 kWc, cheval de bataille de Girasole, à partir du 1er février 2025.

Cet arrêté modificatif a créé dans la filière la crainte d'un risque de paralysie des projets en cours, créant une crise de confiance massive. De plus, la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) a été révisée à la baisse, passant d'un objectif de 75–100 GW à seulement 65 GW de solaire installé à l'horizon 2035, compromettant les ambitions de transition. Les acteurs eux-mêmes (SER, Enerplan, CAPEB, FNSEA...) ont alerté le Premier ministre : les baisses rétroactives, la dégressivité violente et l'abandon des installations moyennes en toiture mettaient en péril des dizaines de milliers d'emplois et la viabilité des fabricants européens.

Une fois les alertes et craintes mises en lumière un nouvel arrêté modificatif est publié le 26 mars, ce dernier contient :

- Il confirme l'essentiel des annonces : gel du tarif pour le segment 9–100 kWc jusqu'à fin juin, mais net recul pour les 0–9 kWc (vente totale supprimée, prime au surplus réduite à 4 c€/kWh), et baisse des 100–500 kWc à 95 €/MWh avec des réductions plus importantes par la suite jusqu'à 8,86 pour les tout derniers tarifs, avec un système d'appel d'offres qui sera mis en place à partir de septembre
- Seule bonne nouvelle : la mesure n'est pas rétroactive aux projets postérieurs au 27 mars 2025, ce qui apporte un répit aux installations déjà entamées avant cette date.

Contexte général peu rassurant à l'aube d'un début professionnel dans le milieu, pourtant des espoirs de mouvements de pivots de l'entreprise sont possibles. Vers des projets de tailles plus importantes, tels que des grands parkings à solariser, des entrepôts à recouvrir, etc. Cette modification de direction engendre de nombreux changements tant dans le process que dans l'organisation économique. La longévité économique de l'entreprise est, pour lors, largement tributaire des contrats d'achats d'électricité fixes et rassurants. Un pivotage impliquerait deux possibilités : naviguer sur les vagues tumultueuses du marché de l'énergie ou participer aux compétitions de projets induites par le système d'Appels d'Offres pour rémunération de la Commission de Régulation de l'Énergie. Ceci impliquant de grandes modifications d'organisation, de financement et de gestion.

Pour lors le process de développement des projets sur lesquels j'ai pu travailler lors de ce stage, majoritairement des projets de hangar agricole photovoltaïque, suit l'organisation suivante

Présentation du process projets:

1. Phase Avant-Projet

Un projet peut arriver de différentes manières :

- Démarchage direct : L'entreprise contacte directement des propriétaires fonciers, des exploitants agricoles et des entreprises ayant des surfaces disponibles pour leur proposer des solutions photovoltaïques adaptées (hangars, toitures, ombrières parking, etc.). Cette prestation est effectuée par des commerciaux terrains ou des téléprospecteurs fonciers.
- Réseaux partenaires : L'entreprise collabore avec des acteurs du secteur agricole, des chambres d'agriculture, des syndicats professionnels et des collectivités locales pour identifier des opportunités et proposer ses services. Cette prestation est, quant à elle, associée au service réseau et partenaires.

- Présence sur le web et marketing digital : L'entreprise utilise son site internet et les réseaux sociaux pour présenter ses projets, sensibiliser sur les avantages du photovoltaïque et capter des leads via des formulaires de contact et des contenus informatifs. Cette prestation est organisée par le service Marketing.
- Participation à des salons et événements : L'entreprise participe à des salons professionnels (agricoles, énergies renouvelables, immobilier d'entreprise) pour rencontrer des prospects et établir des contacts directs.
- Bouche-à-oreille et recommandations : Grâce à ses installations réalisées, l'entreprise bénéficie probablement de recommandations d'anciens clients satisfaits.
- Appels d'offres et réponses à des consultations publiques : Pour les collectivités et les grandes entreprises, Girasole répond à des appels d'offres visant l'installation de solutions solaires adaptées aux infrastructures existantes.

2. Phase Commerciale

Une fois le client intéressé, un commercial se charge de la première partie du projet. Le commercial et le client s'entretiennent, afin de mettre au clair la prestation que propose Girasole. Il se doit d'expliquer les modalités contractuelles, les différents délais et éventuelles échéances, en plus de convenir avec le client du type de prestation souhaitée : la localisation, la taille, le futur usage de l'éventuel hangar, etc. Se faisant il rédige, avec ce dernier, la Promesse De Bail (PDB), il s'agit d'un document juridique fixant sous réserve de certaines conditions la signature d'un futur Bail entre deux parties, cette PDB a une durée de validité de 2 ans.

Le commercial se doit également, de son côté, d'examiner la rentabilité financière du projet en mettant les résultats de son étude prévisionnelle de productible photovoltaïque et les informations de la PDB dans un Business Plan (BP).

A PARTE : Business Plan

Le BP est l'outil le plus important d'un commercial comme d'un chef de projet. Il prends en compte l'ensemble des coûts de développement et de construction d'un projet (CAPEX), les données prévisionnels d'irradiance solaire (en fonction de la localisation de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux), le tarif de rachat de l'électricité et les coûts d'exploitation de la centrale (OPEX). Ce dans le but d'avoir une image la plus précise possible des flux financiers qui officient lors de la conduite de ce projet. Les principaux indicateurs sur lesquels s'attardent les utilisateurs de ces BPs sont le TRI, le DSCR et la marge de développement :

Le TRI (Taux de Rentabilité Interne) : Le TRI est un indicateur qui permet de mesurer si un investissement est rentable ou non. Il exprime le rendement annuel moyen qu'un projet ou un investissement va générer sur sa durée de vie. Il nécessite la compréhension de ces deux termes :

- Taux d'actualisation : C'est un taux de rendement annuel que l'on fixe à la rentabilité d'un projet cette donnée est fixée par qui le souhaite, comme il le souhaite, mais généralement elle reflète plusieurs points comme le risque du projet, le coût du capital, l'inflation, les opportunités alternatives. Au global ce taux représente le rendement que tel ou tel projet ou dépense doit avoir pour qu'il soit, selon l'entité fixant le taux, considéré comme pertinent.

- **Valeur Actuelle Nette (VAN) :** La VAN est la somme des flux de trésorerie (les entrées et sorties d'argent) recalculés pour refléter leur valeur en euros d'aujourd'hui (grâce au taux d'actualisation). Cette VAN mesure combien un projet rapporte réellement après avoir pris en compte l'investissement initial cette dernière est décrite par la fonction suivante :

$$VAN = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

- CF_t = flux de trésorerie à l'année t
- r = taux d'actualisation
- n = durée du projet

En résumé, le TRI est le taux d'actualisation pour lequel la VAN devient égale à zéro, c'est-à-dire le point d'équilibre où l'investissement est exactement compensé par les gains futurs :

$$0 = \sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+TRI)^t}$$

DSCR (Debt Service Coverage Ratio) : C'est le ratio de couverture du service de la dette. Il mesure la capacité d'un projet ou d'une entreprise à couvrir ses obligations de dette avec son cash-flow disponible. Le **cash-flow**, ou flux de trésorerie en français, représente l'ensemble des entrées et sorties d'argent d'une entreprise sur une période donnée. Il reflète la liquidité disponible et permet d'évaluer la capacité d'une entreprise ou d'un projet à générer des fonds pour financer son activité, rembourser ses dettes et investir. Le DSCR est calculé comme suit :

$$DSCR = \frac{\text{Cash-flow opérationnel net}}{\text{Service de la dette (capital + intérêts)}}$$

Un DSCR supérieur à 100% indique que le projet génère suffisamment de liquidités pour rembourser sa dette.

Enfin la **marge de développement** est l'excédent financier que le projet rapporte à l'entreprise, il permet de financer de nouvelles opportunités ou absorber des imprévus d'un projet sans compromettre sa rentabilité ni sa capacité à rembourser ses dettes.

Fin de l'A PARTE

Si toutes les conditions sont validées pour le commercial, la PDB est signée par le Client.

Nota Bene : Dans le cas d'un projet en domaine public, la PDB est remplacée par la Promesse de Convention d'Occupation Temporaire du domaine public (COT).

Le Commercial se charge ensuite d'envoyer le dossier du projet au Chef De Projet (CDP) et au service urbanisme avec le plus d'informations subsidiaires possible.

3. Phase Pré-Développement

Le CDP vérifie à son tour la faisabilité technique et économique du projet en remplissant son propre BP ainsi qu'en feuilletant et en challengeant les informations données par le commercial, notamment :

- **Les éléments de faisabilité contractuelle / juridique** : PDB, registre du cadastre, PLU, etc.
- **Les éléments de faisabilité technique** : données altimétriques, de neige, de vent, d'irradiance solaire, distances de raccordement au réseau Enedis, etc.
- **Les éléments de rentabilité économique** : frais de développement, de construction, d'exploitation, marges, TRI (cf)

Le CDP contacte le Client pour se présenter en tant qu'interlocuteur principal du projet et expliquer le process complet (étapes, délais, protagoniste, devoirs réciproques) il possède la latitude de valider le lancement du développement du projet ou de le refuser

En parallèle, le service urbanisme vérifie également les documents du dossier et le PLU concernant les restrictions et prescriptions particulières liés au site du projet. Ce dernier peut également se permettre de refuser le projet, si au vu des lois de l'Urbanisme il n'est pas réalisable.

Une fois que ces deux entités aient validé le projet, démarre alors la phase de développement après signature de la PDB par la direction.

4. Phase Développement

I Dérisquage projet

Avant le lancement de la demande de raccordement auprès du gestionnaire de réseau plusieurs actions sont nécessaires afin de dérisquer le projet au maximum pour l'entreprise : savoir si l'investissement de temps et d'argent de cette demande ne sera pas vain, ces actions sont :

a) Audit foncier

L'audit foncier est une analyse d'un patrimoine foncier afin d'en évaluer sa situation juridique, administrative, technique et financière. Ici ces audit fonciers sont réalisés sur les parcelles relatives au projet, les objectifs sont :

- Vérifier la conformité légale et réglementaire : titres de propriétés, les droits d'usage, de servitude liés aux parcelles.
- Analyse cadastrale : comparaison cadastre / plans d'urbanisme, conformité aux règles, etc.
- Détecter les risques : litiges en cours, empiètements, risques environnementaux, d'expropriation

Cet audit est essentiellement là pour prévenir d'éventuelles mauvaises surprises possiblement bloquantes voire rédhibitoires d'un point de vue foncier plus tard, exemple : une hypothèque insoupçonnée.

b) Déclaration de Travaux (DT) :

Élément clé de la prévention des risques sur les chantiers, la Déclaration de projet de Travaux (DT), liée à la DICT que nous aborderons ultérieurement, joue un rôle central dans la phase de conception d'un projet. Elle est initiée par le maître d'ouvrage, en l'occurrence Girasole, qui prévoit de réaliser les travaux. Son objectif principal est d'identifier les réseaux existants et de recueillir les informations techniques nécessaires à la bonne préparation du chantier. Cette demande est adressée aux exploitants des réseaux concernés via un guichet unique permettant de centraliser les démarches.

La DT doit être effectuée en amont du projet, durant la phase de conception, et elle comprend des éléments tels que la nature, la localisation et les caractéristiques générales des travaux envisagés. Elle garantit d'abord la sécurité en réduisant les risques d'accidents graves, notamment en cas de contact avec un réseau électrique ou de gaz. Elle engage également la responsabilité du maître d'ouvrage : en cas d'absence de DT ou d'erreurs dans sa formulation, les conséquences peuvent être lourdes, allant de la responsabilité pénale au refus de prise en charge par l'assurance. Enfin, cette déclaration répond à une obligation réglementaire, en conformité avec le code de l'environnement (article R.554-1), et permet ainsi d'éviter de lourdes sanctions financières.

c) Etude de sol / structure :

Il existe plusieurs cas de figure engendrant différents types d'étude :

- Dans le cas d'un projet de pose de panneaux sur un bâtiment existant "PV ready" (prêt dès sa construction à recevoir des panneaux solaires) : Pas d'étude à réaliser, le CDP collecte simplement la fiche technique du bâtiment et les notes de calculs charpente.
- S'il s'agit d'un projet de rénovation de toiture non PV-ready : Une étude de structure G2 AVP est nécessaire, pour définir si le bâtiment est en mesure de recevoir les panneaux solaires ou dans le cas inverse quels renforts doivent être mis en place (demande faite auprès d'un structuriste). Si l'année de construction est d'avant 2003, un diagnostic amiante est également nécessaire de la même manière que si la toiture est en fibrociment.
- Si c'est un projet de construction de bâtiment : Cette fois, une étude de sol G2 AVP est nécessaire, afin de déterminer si le sol du terrain est en mesure de recevoir le bâti et dans quelles conditions de fondation. (demande faite auprès d'un géotechnicien). Si l'étude de sol montre que la profondeur des fondations doit être supérieure ou égale à 1.5m, le géotechnicien devra effectuer une étude G2Pro.

C'est le CDP qui lance les différents prestataires, ces derniers vont ensuite effectuer leur visite sur site pour les relevés nécessaires, une fois ces relevés faits, ils s'occupent d'effectuer les analyses et d'écrire leur rapport avec les recommandations à suivre pendant les travaux (renforts à disposer/ profondeur des assises à respecter, etc.).

d) Permis de Construire / Déclaration Préalable (PC/DP) :

- Permis de construire : Autorisation d'urbanisme effectuée auprès de la mairie relative au terrain associé au projet, essentielle à la construction d'un bâtiment.
- Déclaration préalable : Forme simplifiée du permis de construire, applicable à des travaux ou des modifications de faible importance. Il peut s'agir de la création de petites surfaces ou de

certain aménagements intérieurs et extérieurs exemple : la disposition de panneaux solaires sur une toiture.

Avec l'aide de l'architecte, le service urbanisme constitue le dossier de demande de PC ou de DP à la mairie. Lors de cette phase, les échanges entre les différents partis (service Urba, Client, Architecte) sont constants pour assurer la conformité du bâtiment, tant en normes, qu'avec les attentes et espérances du Client.

Si le Client donne son aval, le dossier est déposé en Mairie par le service urbanisme. Par la suite, la demande de PC/DP est, après environ trois mois d'instruction, soit :

- Accepté, auquel cas le projet passe à l'étape suivante
- Refusé, auquel cas une demande de complétude est émise par la Mairie pour re-dépôt.

Une fois l'obtention d'un PC/DP, plusieurs documents sont reçus :

- L'arrêté de permis de construire (décision officielle composée également des prescriptions techniques et réglementaires à respecter).
- Le panneau d'affichage, obligatoire pour informer le voisinage.
- Les recommandations éventuelles et annexes administratives selon le projet.

C'est seulement après cette obtention que le bénéficiaire peut afficher le panneau sur le terrain et que commence le délai de recours (deux mois). Passé ce délai et sans opposition, le permis est définitivement validé et les travaux peuvent démarrer. Un huissier est mandaté pour confirmer la correcte pose du panneau d'affichage pendant ces mêmes deux mois, et ainsi éviter toute contestation concernant ladite pose de ce dernier. Il rédige alors un rapport aussi appelé Procès-Verbal de Constat, ce document a une valeur juridique et peut servir de preuve incontestable en cas de litige. 3 mois après l'affichage du panneau (pour éviter tout recours), le service urbanisme fait une demande d'Attestation de Non Retrait / Recours (ANR/R) auprès de la mairie associée et auprès du tribunal administratif, ces documents garantissent la conformité des travaux et évitent d'éventuels litiges ou blocages juridiques.

En parallèle, le CDP analyse les prescriptions de l'arrêté pour s'assurer que le projet est aux normes et modifie en fonction. Dans le cas éventuel de grandes modifications ajouter *a posteriori* qui diffèrent du PC (ex : déplacement, agrandissement, etc.), il faudra effectuer une demande de Permis de Construire Modificatif (PCM). Celle-ci ne change pas la date de validité du PC mais permet d'y inclure uniquement les changements.

Une fois le projet dérisqué au maximum tant sur un plan technique que juridique le CDP lance alors la Demande De Raccordement (DDR) auprès du service raccordement et de sa responsable.

II Développement administratif

a) Raccordement (DDR, T0, CRD)

Cette étape consiste en l'obtention du tarif de raccordement et de revente de l'électricité auprès du Gestionnaire du Réseau de Distribution (GRD), généralement il s'agit d'Enedis mais dans certains cas, 5% tout au plus, la distribution est gérée par des régions locales. Cette étape nécessite qu'un maximum de points soit dérisqué en amont car elle requiert le versement d'une caution de 10 000 euros auprès de Enedis pour le traitement du dossier.

Le rôle du service raccordement est de faire cette demande de raccordement auprès du GRD, cette demande contient des documents administratifs, un plan avec l'emplacement de la centrale et du PDL, certaines données techniques sur les onduleurs et la puissance de la centrale. Une fois déposé le dossier est par la suite déclaré complet par Enedis (généralement dans la journée) et la date de cette déclaration (T0) est très importante, c'est cette dernière qui induira par la suite le tarif de rachat de l'électricité produite par ce projet.

Une fois la demande déclarée complète le GRD fait sa propre étude prenant en compte plusieurs facteurs comme le terrain, le réseau aux alentours de la centrale, les contraintes réseau, etc. Une offre de raccordement est alors envoyée pour expliquer comment le GRD raccordera l'installation, à quel prix, sous quels délais et à quelle date le tarif de rachat de l'électricité peut se référer (T0 fixé précédemment). Cette offre est matérialisée par l'envoi d'une Convention de Raccordement Direct (CRD) à Girasole. L'entreprise (ici Girasole) a généralement 3 mois pour retourner le document signé ou avec des réserves (il est possible de challenger les offres).

Avant la validation par le CDP de cette CRD, ce dernier réalise sa première visite technique accompagné du Chargé d'Affaires (CA : responsable construction)

b) Visite Technique

Cette visite a pour but de rencontrer le client, de s'assurer du bon état de la parcelle, de l'absence d'ombrage, des bonnes intentions du client quant aux tâches qui lui reviennent (essentiellement la préparation de la plateforme des travaux : terrassement, empiérement, évacuation des terres excavées). En d'autres termes, il s'agit pour le CDP et le CA de l'occasion de s'assurer que le projet va avancer sans encombre jusqu'à l'exploitation voire après.

À l'issue de cette visite le CDP peut enfin challenger la faisabilité économique du projet, dans son Business Plan (BP), avec l'ensemble des informations dont il dispose et valider ou non la signature de la CRD.

c) Géomètre

Après avoir été mandaté par le CDP à la réception du T0, le Géomètre enverra les plans préliminaires de division/servitudes au CDP, ce dernier les valide ou relance le Géomètre pour modification. Après validation, le Géomètre se rend sur site, place les piquets et envoie les documents nécessaires au service du cadastre compétent pour la zone concernée, pour la mise à jour du plan Cadastral et de la Matrice Cadastreale. On obtient ensuite le Document Modificatif du Parcellaire Cadastral (DMPC) numéroté et/ou l'État Descriptif de Division en Volume (EDDV) en cas de projet sur bâtiment existant.

Une fois la visite réalisée, la CRD reçue et signée et les documents cadastraux à jour, le moment vient pour le CDP de lancer les consultations d'entreprises auprès du CA afin de définir les prestataires qui s'occuperont des différents lots du chantier à venir.

III Préparation du chantier

a) Dossier de Consultation des Entreprises (DCE)

Après que le CDP ait lancé les consultations, le CA, accompagné du service achat, s'occupe de suivre et recevoir les différents devis Charpentes et Fondations. Ils choisissent, après comparaison, le prestataire le plus adapté au projet, le CA coopère également avec le CDP pour établir un planning prévisionnel, un budget réaliste et une liste de prestataires à présenter lors du "GO construction" : passage du projet devant la direction pour validation finale.

b) Phase notariale

En parallèle, une fois réception faite des documents cadastraux, le CDP prévient le service Foncier pour qu'il puisse lancer la phase notariale : *phase dédiée à la rédaction du bail en collaboration avec un notaire, le client et Girasole*. A l'issue de cette phase notariale, le CDP devra disposer, avant le GO construction, d'un projet de bail abouti validé par lui-même, par le service Foncier et par le client.

Le bail est un document juridique dont le domaine d'influence dépends de la typologie du projet (rénovation, construction de hangar, ombrières de parking, etc.), mais dans leurs globalité ils régissent les conditions dans lesquelles le client nous cède à bail sa parcelle, son bâtiment ou autre mais également les conditions dans lesquelles nous cédon au client la jouissance des éventuels bien construits. Le terme conditions peut englober tant des conditions assurantielles, que contractuelles ou encore d'éventuels paiements : reste à charge, loyer, soulte, etc.

Si le projet se trouve dans le domaine publique, comme vu précédemment, le bail est remplacé par une COT, la particularité qu'il est important de noter ici est qu'après rédaction du notaire et validation de l'intermédiaire client, le dossier repasse en délibération, il est donc essentiel de s'assurer de la validation de ce dernier avant de passer au GO.

c) Calepinage

Enfin, avant le GO Construction, le bureau d'étude interne produit le calepinage Avant Projet Définitif (APD) : un calepinage photovoltaïque est un schéma à destination des électriciens posant les panneaux sur la toiture, ce schéma contient le nombre, l'orientation, l'inclinaison et la disposition des panneaux solaires. Ce document est essentiel au passage en GO afin de s'assurer d'une puissance théoriquement figée.

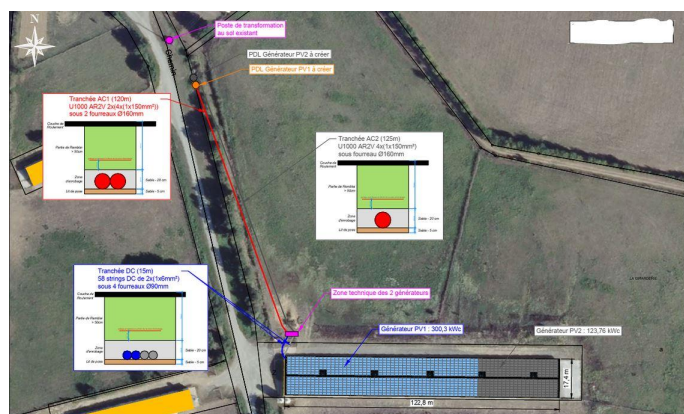


Figure 6 : Calepinage type

À l'issue de ces différentes étapes le CDP doit remplir un troisième BP, ce dernier se doit d'être le plus exhaustif possible avec l'ensemble des informations financières à sa disposition afin d'avoir un CAPEX, *Bilan des dépenses nécessaire à la réalisation du projet*, autant précis que possible. Encore une fois si le projet n'est pas viable et sans solution alternative un abandon reste possible. S'il est viable, le CDP prépare une présentation qu'il présente devant sa direction afin de valider la signature du bail de 30 ans.

5. Phase Construction

Une fois la phase de construction lancée, le CDP a pour charge de piloter le suivi de travaux dans le global via l'intermédiaire notamment du CA (planning, dérives financières...). Il demeure, en cas de problème ou de réunion, l'interface de contact principale avec le Client. Le CA est chargé, quant à lui, de piloter le suivi de travaux dans le détail, il s'assure que les prestataires réalisent le chantier correctement dans le respect du PC, des délais, des matériaux, etc. Il se doit bien souvent d'avoir une vision plus technique et terrain que le CDP.

Le chantier commence naturellement par la collecte des documents nécessaires :

a) DICT : Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux

La DICT, faisant suite à la DT, est lancée par le maître d'œuvre, c'est-à-dire les prestataires de Girasole chargés des travaux (maçon, terrassier). Elle a pour but d'avertir officiellement les exploitants des réseaux concernés du démarrage du chantier, via un guichet unique qui centralise les demandes. Réalisée après la phase d'étude et juste avant le début des travaux, elle comprend des informations précises sur le chantier : dates, techniques employées et mesures de protection des réseaux.

b) RICT : Rapport Initial de Contrôle Technique

Le RICT est un rapport initial, émis par un contrôleur technique agréé à la fin de la phase de conception, qui évalue la conformité et la sécurité du projet, identifie les risques, et guide les corrections nécessaires avant le lancement des travaux. Il va de paire avec le RFCT que nous verrons plus tard

c) Plans EXE

En parallèle de la collecte de document, le BE se lance dans la réalisation du Plan EXE, il s'agit d'un regroupement de différents schémas détaillant l'ensemble des ouvrages électriques associés à la centrale (plan de chaîne, schéma de communication, note de calcul, etc.), ce plan est à destination des installateurs électriques en fin de chantier.

d) Démarrage du chantier

Lorsque le projet est un hangar à construire, le chantier débute par la pose des fondations du bâtiment à construire, pour assurer une stabilité meuble sur laquelle poser le hangar. Ce lot est réalisé par un maçon à la profondeur qui aura été préalablement conseillée par le géotechnicien et selon le protocole suivant :

- Réalisation des puits de fondation à l'aide d'une pelle mécanique ou bien d'une tarière mécanique.
- Coulage des plots en béton, réalisé à l'aide d'une toupie béton, d'une pompe à béton et d'un vibreur
- Le béton ainsi coulé prend 28 jours pour sécher correctement

Ensuite, la structure du bâtiment ainsi que la couverture du bâtiment à construire sont posées, lorsqu'il s'agit de la rénovation d'une toiture existante, les seuls renforts prescrit par le structeur sont nécessaires. Quoiqu'il en soit le protocole est le suivant :

- Les portiques sont les premiers éléments installés sur les plots en béton.
- Ensuite les fermes (structures triangulées) sont levées et fixées aux poteaux grâce à une grue mobile (de la même manière que pour les portiques)
- Les pannes (barres horizontales sur le toit) sont les prochains éléments installés via une plateforme nacelle.
- La couverture est ensuite fixée sur les pannes grâce au même engin
- Le bardage est l'avant-dernier élément fixé.
- Les différents derniers éléments sont les chénaux, faîtage, rives, etc.

Enfin, le bâtiment est équipé en panneaux PV :

- Utilisation d'une nacelle élévatrice, protection des travailleurs par des harnais voire des filets.
- Pose du système d'intégration : crochets / rails
- Fixation des panneaux.
- Installation du local technique des onduleurs, sur une plateforme béton.
- Raccordement des onduleurs avec le PDL

Le chantier se termine idéalement en même temps que les travaux d'Enedis et avant les dates limites du permis de construire (PC), de la convention de raccordement (CRD) ou encore des clauses de durée de travaux du bail à construction.

Théoriquement avant la mise en service (MES) de la centrale le BE se charge de réaliser le dossier des Documents des Ouvrages Exécutés (DOE). Ce dernier est destiné au service exploitation et est assimilable à une mise à jour des plans EXE avec la différence que les schémas représentent littéralement les ouvrages qui ont été réalisés et non une projection souhaitée.

Certaines attestations / certifications sont également nécessaires avant la MES de la centrale, comme le RFCT évoqué précédemment qui est simplement un rapport de contrôle technique afin de valider la correcte réalisation des travaux, anticiper les éventuels risques et rassurer les assureurs. Le RFCT porte sur la construction du bâtiment, le formulaire DRE (Document Résumé de Conclusion) porte quant à lui sur la partie électrique. Ce formulaire est rédigé par l'auditeur technique, qui réalise les contrôles techniques, et est d'une importance capitale pour obtenir la validation du CONSUEL (Comité National pour la Sécurité des Usagers de l'Électricité). Ce dernier certifie la conformité des installations selon les normes de sécurité et rend possible la mise sous tension tout en protégeant les usagers contre des risques électriques graves.

Une fois la validation du CONSUEL reçu, la MES est lancée, gérée par le CA, cette dernière consiste à raccorder la centrale au réseau de distribution électrique, permettant l'enclenchement du contrat de revente de l'électricité.

6. Phase Exploitation

Le CDP s'occupe de collecter l'ensemble des documents pouvant être utiles au service exploitation avant de leur fournir.

Le service Exploitation s'occupe quant à lui d'analyser la performance de la centrale à court terme (15 jours) et produire une garantie de performance, cette fois-ci sur le long terme (1 an).

Présentation du stage et des missions :

Le stage que j'ai réalisé au sein de Girasole Energies était un stage qui se voulait formateur au métier de chef de projet, pour se faire j'ai donc intégré l'équipe de chefs de projets de Toulouse. Mes missions ont, petit à petit, monté en responsabilité et ont de plus en plus challengé ma légitimité, ce qui est un point que j'attendais particulièrement de ce stage. Les différentes étapes d'apprentissage dans ce stage étaient les suivantes :

1. Apprentissage du process projet et du secteur du photovoltaïque au sens large

La raison pour laquelle je m'y suis tant attardé dans la partie précédente est que l'apprentissage de ce process était la colonne vertébrale de l'ensemble de ce stage. Il est essentiel de le saisir complètement afin de remplir correctement les missions de "chef d'orchestre" qui incombent au chef de projet. Cet apprentissage a abouti sur la création d'un document retraçant l'ensemble du process projet, d'un diagramme de Gantt (cf Annexe) et d'une présentation auprès de ma manager de ce que j'avais pu saisir du process après 1 mois. Pour saisir le process le plus précisément possible j'ai eu l'occasion de m'entretenir avec plusieurs collaborateurs de différents services, afin de me sensibiliser à leurs missions, leurs quotidiens et leurs enjeux. Cela m'a permis d'avoir un point de vue global, et à la fois détaillé, sur l'activité, les enjeux autour des projets et les acteurs de ce milieu.

2. Prise en main des missions ponctuelles d'un chef de projet

Relativement rapidement j'ai eu l'occasion d'avoir à charge différentes petites missions propres au poste de chef de projet comme contacter des prestataires, challenger des budgets dans des business plans, vérifier des offres commerciales et bien d'autres missions encore. Cette partie m'a bien plus immergé dans le quotidien d'un chef de projet, me permettant de comprendre les défis et le quotidien des chefs de projets. Durant la réalisation de ces missions j'ai pu chercher à optimiser le temps de réalisation de ces dernières, notamment en me créant des templates facilitatrices afin de perdre le moins de temps possible sur certaines de ces missions importantes mais fastidieuses.

3. Cours personnels / formations

Mon quotidien lors de ce stage était ponctué, ici et là, d'auto-formations auto-attribuées. Il m'arrivait souvent de constater un déficit certain de connaissances techniques ou juridiques sur certains domaines (Descente de charges, section de câble, subventions / incitations, etc.). Ces déficits n'étant pour la plupart pas un problème pour le poste vers lequel je souhaitais me diriger, ma curiosité me poussa, malgré tout, à me faire une culture sur différents enjeux propres à d'autres corps de métiers de ce secteur d'activité.

4. Création d'outils d'organisation

Cette création d'outils pouvait être, comme évoqué précédemment, des outils individuels :

- Outils pour l'optimisation de temps via des templates spécifiques pour les différentes missions de chefs de projets, validation de budget à destination de la hiérarchie, mails prestataires, validation projet commercial, etc.
- Outils d'aide à l'organisation comme un tableau de bord, très important pour un chef de projet afin d'avoir un suivi ergonomique de l'avancée de ses projets (portefeuille moyen de 80 projets par chef de projet) ou des fiches projets : fiches regroupant l'ensembles des informations utiles pour un projet permettant d'unifier les sources d'informations (CRD, bail, PC etc.).

J'ai pu également avoir à créer des outils se voulant plus général et utilisable par tous en fonction des demandes :

- Un tableau de bord général tirant ses informations du logiciel interne à l'entreprise, permettant de globaliser les différents tableaux de bords. Avant cela, chaque CDP avait son propre tableau de bord avec différentes spécificités. Suite à ce constat et pour améliorer le suivi de l'avancement des projets par la manager, j'ai été missionné par cette dernière avec deux collègues pour la réalisation de ce dernier. Il dispose également d'un diagramme de Gantt automatique se remplissant en fonction du nom du projet afin de savoir où en est rendu le projet mais également à quelle partie du process ce dernier à pris du retard ou à l'inverse a accéléré.
- En fin de stage, légèrement éloigné du travail de chef de projet, j'ai pu réaliser un outil pour l'équipe commerciale, la réalisation de ce dernier était très formatrice et m'a permis de me replonger dans les macros Excel et donc le codage en VBA. Cet outil peut, à partir des données annuelles de consommations d'un client et des données théoriques de production du site (données unitaires pour 1 kWc installé en fonction de la localisation, l'orientation et l'inclinaison), sortir le pourcentage d'autoconsommation générale, journalière et mensuelle en fonction de la puissance installée de la centrale. Il en découle différents tableaux, dont les principaux étaient le pourcentage général d'autoconsommation en fonction de la puissance installée et le pourcentage journalier d'autoconsommation pour une puissance définie.

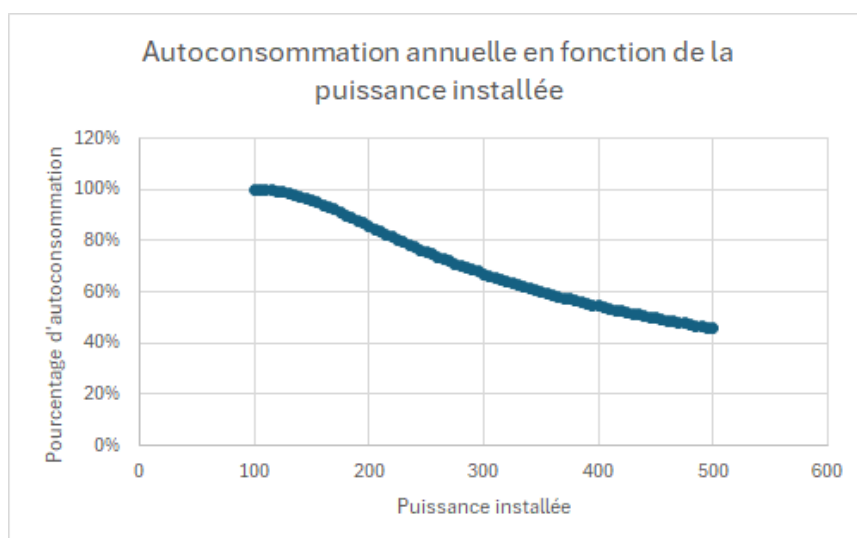


Figure 7 : Graphique 1 issu de l'outil d'autoconsommation

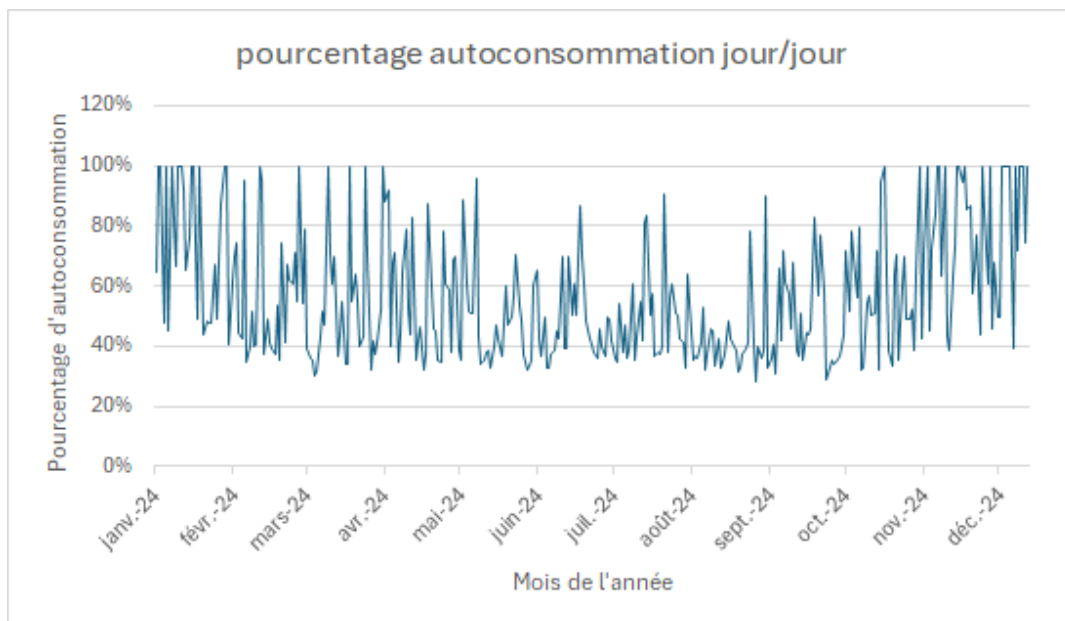


Figure 8 : Graphique 2 issu de l'outil d'autoconsommation

Cet outil répondait à la problématique suivante :

L'autoconsommation individuelle est mieux rémunérée que l'injection sur le réseau dû à une réduction des intermédiaires, souvent des prix à 14 c€/kWh contre 9 c€/kWh. Il faut par conséquent avant de construire une centrale savoir quelle serait la puissance installée optimale pour optimiser le rapport dépenses bénéfices.

5. Montée en responsabilité

A mesure que le stage se rapprochait de son échéance, j'ai pu monter petit à petit en responsabilité et réaliser des missions challengeant de plus en plus ma légitimité en tant que chef de projet en devenir.

En cela j'ai pu cadrer des visites techniques avec des clients, comme expliqué précédemment il s'agit de visites sur le lieu du futur projet afin de dérisquer le projet au maximum, rassurer le client autant que possible et répondre à l'entièreté de ses questionnements. J'ai trouvé cela très enrichissant et cela m'a permis pendant un temps d'emprunter la posture de l'acteur responsable d'un projet, responsable également d'une image, celle de l'entreprise, mais également de travailler mon rapport client qui était pour lors en retrait.

J'ai pu également présenter un projet devant la direction pour signature du bail. Cet exercice présenté plus tôt dans le process est très stimulant car il demande de connaître son projet sur le bout des doigts et ainsi d'être en mesure de défendre ou de présenter l'ensemble des choix qui ont été fait lors du développement de ce dernier. C'est un exercice plutôt intimidant, qui exige de savoir présenter, de proposer une posture confiante basée sur une connaissance du sujet mais également d'avoir en amont une forme de perfectionnisme facilitant la confiance en ses connaissances le moment de la présentation venu.

De manière générale je sentais à mesure que le stage avançait que les missions qu'on me confiait ainsi que le regard que l'on me portait traduisaient une certaine confiance accordée par mes pairs. C'est un sentiment plaisant qui a fait grandir mon impression de légitimité, qui était, à l'origine pas/peu présent et que je cherchais à obtenir à l'issue de ce stage de fin d'étude.

Retours de l'étudiant, appréciation :

Ce stage de fin d'étude a représenté pour moi bien plus qu'une simple étape académique : il a été une véritable conclusion à mon parcours à Polytech Tours et, en même temps, une passerelle vers ma vie professionnelle. Même si le sujet s'éloigne légèrement des thématiques d'urbanisme propres à ma spécialité en aménagement et environnement, il m'a offert une ouverture précieuse vers un secteur connexe, celui de l'énergie, qui est aujourd'hui au cœur des enjeux de société. Les compétences acquises dans la gestion de projets énergétiques, la compréhension du fonctionnement du réseau électrique français ou encore l'appropriation des cadres réglementaires (incitations, subventions, obligations) m'ont apporté une vision transversale et complémentaire de ma formation. Ces savoirs, loin de constituer une rupture avec mon cursus, en prolongent au contraire la logique et enrichissent la compréhension des interactions entre aménagement, environnement et transition énergétique.

Le domaine de l'énergie me fascine depuis plusieurs années, car j'y vois l'une des pierres angulaires de notre avenir collectif. Sans une gestion réfléchie et responsable de nos ressources, il me semble illusoire de parler de durabilité ou de société respectueuse de l'environnement. C'est dans cette perspective que ce stage a pris tout son sens : il m'a permis d'ancrer mes connaissances dans la réalité et d'expérimenter un secteur des plus passionnant. Je suis arrivé avec une curiosité sincère, mais aussi avec un certain scepticisme. À l'image de mon projet de fin d'études sur la pertinence écologique de la méthanisation et des biocarburants, je voulais comprendre si le photovoltaïque était réellement aussi vertueux. Mon objectif était d'aller au-delà du discours pour juger de moi-même avec le plus d'informations possible. Et aujourd'hui, avec le recul, je peux dire que cette immersion m'a convaincu. J'ai découvert la pertinence de ce mode de production, notamment lorsqu'il est intégré intelligemment dans nos territoires et permet de construire un réseau électrique bien plus axé sur des ramifications locales que le système centralisé actuel. Je garde néanmoins encore des réserves quant aux projets sur des surfaces agricoles qui devraient selon moi rester allouées à l'alimentation, cette réserve est peut-être le fruit de ma distance avec ces projets-ci.

Au-delà de ces considérations techniques et environnementales, ce stage m'a aussi beaucoup appris sur moi-même. Il a été une occasion unique de tester ma capacité à endosser un rôle à responsabilité, à m'affirmer dans un environnement professionnel exigeant et à réfléchir à la légitimité de ma posture d'ingénieur. Comme beaucoup d'étudiants en fin de cursus, et peut-être encore davantage après une expérience Erasmus, je me posais la question de ma légitimité à endosser ce type de position : *Ai-je réellement les compétences nécessaires ? Que puis-je revendiquer face à des professionnels expérimentés ?* C'est une posture que j'appréhendais énormément et je pense que dans un premier temps ce stage m'a aidé à m'absoudre de cette pensée, à être à l'aise avec mon niveau de compétence d'autant qu'il est en perpétuelle évolution et d'un point de vu général d'avoir l'aplomb de me présenté comme ingénieur.

J'ai appris à être à l'aise avec mon niveau de compétence, même imparfait, car il est appelé à évoluer constamment. J'ai également découvert le plaisir d'apprendre en situation réelle, de me confronter à des défis concrets et de voir mes connaissances se traduire en actions tangibles. Cette expérience m'a donné confiance, non seulement dans mes aptitudes techniques, mais aussi dans ma capacité à porter un projet, à défendre des idées.

En définitive, ce stage fut à la fois une conclusion et un tremplin : une conclusion à mon parcours académique, qui m'a permis de mettre en pratique ce que j'ai appris, et un tremplin vers mon avenir professionnel, en me donnant les outils, les réflexes et la confiance nécessaires pour m'inscrire durablement dans le monde de l'énergie et de la transition écologique.

Avenir professionnel et projections:

Maintenant que ce stage est derrière moi et que je m'apprête à entrer dans la vie active, je me sens conforté dans mon choix de poursuivre dans le management de projet. C'est un métier qui correspond à mes aptitudes autant qu'à ma manière de travailler : j'aime coordonner, structurer, anticiper et trouver des solutions, tout en gardant une vision d'ensemble. Ces qualités, que j'ai pu développer et éprouver au sein de Girasole Energies, me donnent aujourd'hui l'envie de continuer dans cette voie, même si je ne souhaite pas m'enfermer trop tôt dans un secteur en particulier.

En effet, si le photovoltaïque a constitué une formidable porte d'entrée dans le monde professionnel, mon projet ne se limite pas exclusivement à ce domaine. Je reste curieux d'explorer d'autres univers, d'autres procédés et d'autres manières de concevoir et de conduire des projets. Cette polyvalence vers laquelle j'aspire est, pour moi, une nécessité : elle me permettrait de mieux comprendre les enjeux de différentes filières, d'acquérir une palette de compétences élargie et d'aiguiser ma capacité d'adaptation. Bien sûr, je suis conscient que cette volonté de diversité peut parfois apparaître en contradiction avec une éventuelle ambition de carrière, car changer de secteur demande du temps et peut freiner certaines progressions hiérarchiques. Mais je préfère assumer ce choix : j'attache plus d'importance à un parcours varié, riche d'expériences complémentaires, qu'à une ascension linéaire et motivée par l'ambition.

À côté de ce désir de polyvalence, un autre principe guide mes choix : l'attachement aux valeurs environnementales que je souhaite porter. Je souhaite que mon parcours professionnel soit cohérent avec mes convictions personnelles. Cela signifie non seulement travailler dans des secteurs en lien avec la transition énergétique, mais aussi contribuer à des projets qui intègrent une certaine sobriété et une réflexion sur l'impact réel de nos modes de consommation. Cette posture peut parfois sembler en décalage avec les logiques de rentabilité immédiate que privilégient la grande majorité des entreprises, mais elle constitue pour moi un axe duquel je ne souhaite pas m'éloigner. Mon expérience dans le photovoltaïque m'a montré qu'il est possible de concilier innovation, performance et respect des ressources ; je veux continuer à chercher et à défendre cette cohérence, quel que soit le secteur dans lequel j'évoluerai à l'avenir.

Aujourd'hui, je suis en pleine recherche d'opportunités. Plusieurs entretiens récents m'ont déjà permis d'entrevoir des voies possibles : certains dans la continuité, au sein du management de projet photovoltaïque, et d'autres plus inattendus, comme dans le nucléaire, opportunité faisant suite au lancement par le gouvernement du programme EPR2. Ces perspectives illustrent bien mon état d'esprit actuel : avancer pas à pas, rester ouvert aux différentes filières de l'énergie et construire progressivement une carrière à la fois solide, polyvalente et alignée avec mes valeurs.

Conclusions :

Ce stage de fin d'études a constitué pour moi une étape particulièrement significative, à la fois comme point d'aboutissement de mon parcours académique et comme tremplin vers la suite de mon parcours professionnel. Il s'est révélé extrêmement formateur, me permettant de progresser sur un grand nombre de plans, tant techniques que personnels. J'y ai non seulement consolidé mes connaissances, mais également gagné en assurance, en autonomie et en discernement.

Au fil des semaines, j'ai eu la chance de faire des rencontres marquantes, autant sur le plan humain que professionnel, dont certaines resteront gravées dans ma mémoire. Ces échanges, nourris par la diversité des parcours et des points de vue, m'ont offert une vision plus large de mon domaine et de ses réalités concrètes.

Sur le plan professionnel, j'ai affiné ma compréhension du photovoltaïque, de ses enjeux et de ses défis, qu'ils soient techniques, économiques ou environnementaux. J'ai pu en appréhender les logiques profondes, mais aussi percevoir l'articulation complexe entre les aspects politiques, juridiques et physiques qui structurent l'organisation énergétique française. Cette immersion m'a permis de mieux saisir l'équilibre délicat entre innovation, régulation et pragmatisme opérationnel.

Plus personnellement, ce stage m'a donné les moyens de porter mes projets avec davantage de conviction et de confiance, tout en apaisant mes interrogations récurrentes sur ma légitimité dans un environnement professionnel exigeant. Je ressors de cette expérience grandi, renforcé dans mes ambitions et plus conscient de mes atouts comme de mes axes d'amélioration.

Si j'ai pu vivre une telle progression, c'est autant grâce à l'accompagnement et à la confiance de mon établissement, Polytech Tours, qu'à l'accueil et à l'encadrement bienveillant de l'entreprise Girasole Énergies. Chacun, à sa manière, a contribué à faire de cette étape une expérience aussi enrichissante que structurante pour la suite de mon parcours.

Bibliographie :

Articles scientifiques :

Grace, J. (2013). Carbon cycle. *Elsevier eBooks* (p. 674-684). [en ligne](#).

Sharma, Y. C., & Singh, B. (2009). Development of biodiesel : Current scenario. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 13(6-7), 1646-1651. [en ligne](#).

Lindsey R. (2025). Climate change: atmospheric carbon dioxide. [en ligne](#)

Liens des différentes figures empruntées :

Figure 1 :

<https://www.youtube.com/watch?v=1lav2jCzXQU>

Figure 2 :

<https://bcltenergie.com/home/2017/05/26/fonctionnement-dun-panneau-photovoltaique/>

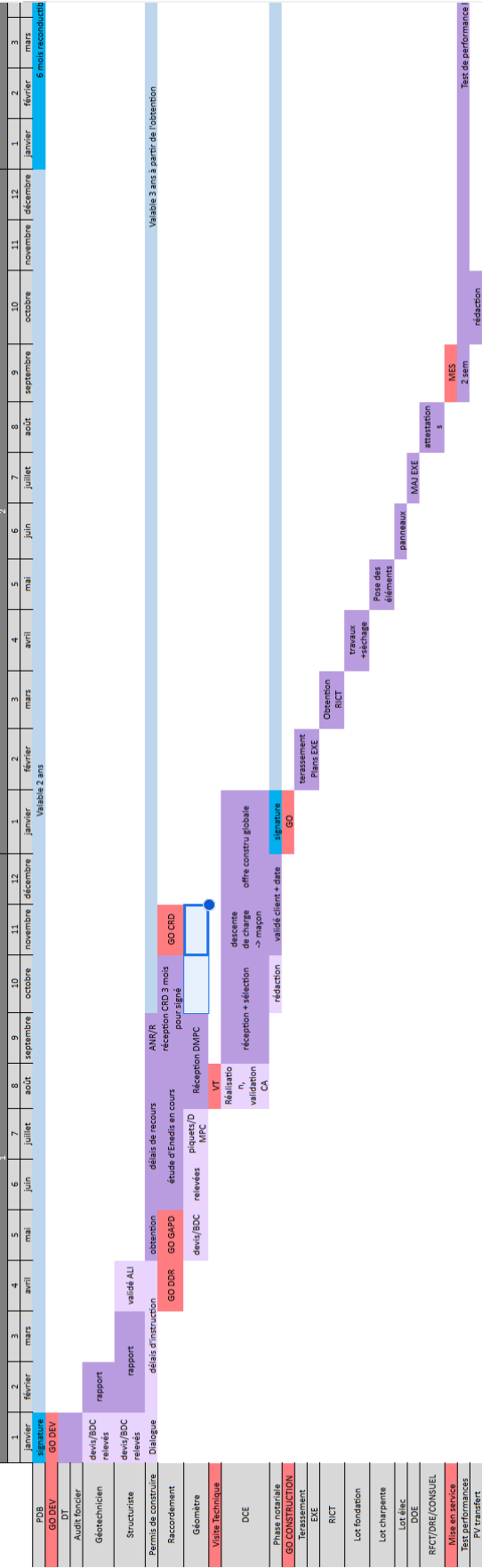
Figure 3 :

<https://fr.statista.com/statistiques/753480/capacite-solaire-photovoltaique-monde/>

Figure 4 :

https://ourworldindata.org/data-insights/solar-panel-prices-have-fallen-by-around-20-every-time-global-capacity-doubled?utm_source=chatgpt.com

Annexes





POLYTECH
TOURS

35 ALLÉE FERDINAND DE LESSEPS
37200 TOURS

Ezra Procolam
Polytech Tours DAE
2024-2025

Titre Gestion de projets solaire

Sous titre Jeu des subventions : moteurs comme freins au développement

Abstract :

In this report, I share my journey into the photovoltaic sector, exploring climate challenges, economic realities, and ongoing innovations. My internship at Girasole Énergies gave me the chance to experience firsthand how a solar project is developed from technical and legal aspects to its final implementation.

Beyond the knowledge I gained, this experience marked an important step in my path: taking on more responsibilities, meeting inspiring people, and reflecting on my professional future, guided by my environmental values.

Mots Clés :

Photovoltaïque, subventions, rentabilité, projets

Girasole : 77 rue Marcel Dassault 92100
Boulogne-Billancourt.

Bureaux toulousains : 3 Rue Antoine Lavoisier, 31140
Launaguet

Tuteur entreprise :

Gwendal Hart

Chef de projet Grand Compte

Tuteur académique :

Kamal Serrhini