

4. DESCRIPTION DETAILLÉE DU PROJET

4.1. LES CARACTERISTIQUES TECHNIQUES DU PROJET

4.1.1. DESCRIPTION D'UN PARC PHOTOVOLTAÏQUE AU SOL

Un parc photovoltaïque au sol est composé des éléments suivants :

- **Un système photovoltaïque**
Il comprend plusieurs alignements de panneaux. Chaque panneau est constitué de cellules photovoltaïques et tous les panneaux sont fixés sur des supports.
- **Des câbles de raccordement**
Ils relient l'ensemble des éléments du parc entre eux. Des premiers câbles relient les modules photovoltaïques aux onduleurs, qui sont ensuite reliés à une boîte de distribution secondaire. Celle-ci est ensuite reliée au poste de transformation, lui-même relié par des câbles au poste de livraison. Les photos et schéma suivants montrent le principe de raccordement au niveau du parc photovoltaïque.
- **Des locaux techniques**
Ils abritent les transformateurs, qui sont au nombre de 16 dans le cas du parc photovoltaïque de Chevagnes.
- **D'onduleurs** (dans le cas du parc photovoltaïque de Chevagnes, il s'agira d'onduleurs strings).
- **Deux postes postes de livraison**
Ils représentent le nœud de raccordement de toute l'électricité produite par les panneaux photovoltaïques avant que celle-ci ne soit injectée dans le réseau public. Il fait donc le lien entre le parc énergétique et le poste source Enedis ; ce qui permet d'injecter l'énergie produite dans le réseau.
- **Une sécurisation du site**
Une clôture de protection sera installée tout autour du parc pour la protection des installations et des personnes. La sécurisation du site peut être renforcée en cas de besoin par des caméras de surveillance, un système d'alarme ou encore un gardiennage permanent.



Figure 8 : Exemple d'onduleurs string (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 10 : Exemple de transformateurs (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 9 : Exemple d'onduleurs string et d'une boîte de distribution secondaire (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 11 : Exemple de l'intérieur d'un transformateur (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 12 : Exemple d'un poste de livraison (Source : documents internes à l'entreprise)

4.1.2. CHOIX DES TECHNOLOGIES

4.1.2.1. SUPPORTS

Dans le cadre du projet photovoltaïque de Chevagnes, la structure portante des panneaux sera fixe.

L'ancrage des supports peut être réalisé par différentes techniques : vis d'ancrage, battage de pieux, plots de béton, etc. Dans le cadre de ce projet, **l'installation des structures de support des modules se fera sans recours à des fondations ou à du béton**. L'installation des pieux sera obtenue par enfoncement à la hie. Ceci permet d'éviter un décapage et des travaux de terrassement lors de la remise en état du site en fin de vie du parc.

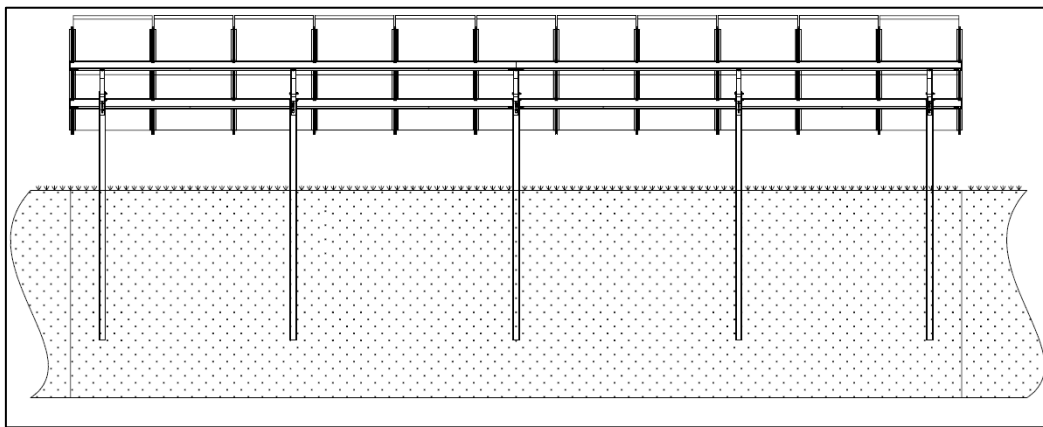


Figure 13 : Vue arrière des supports (Source : document interne à l'entreprise)

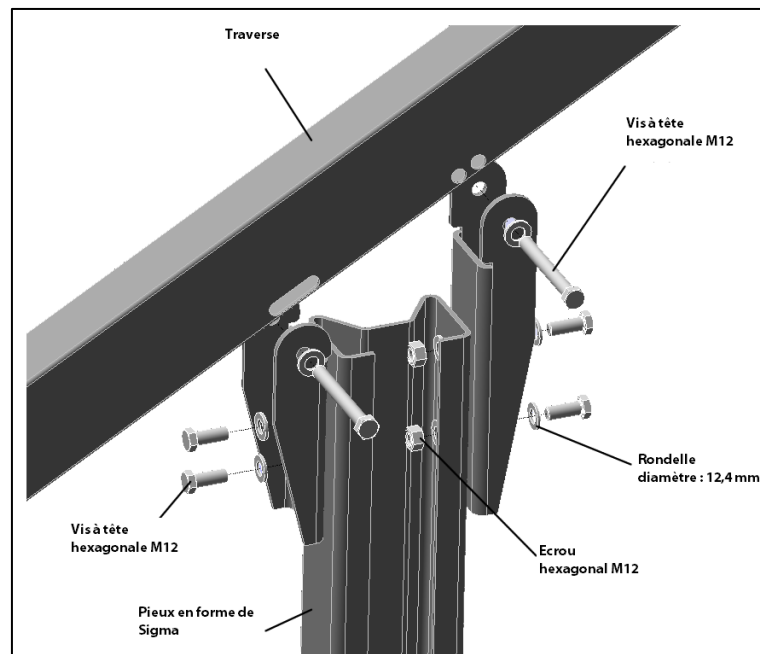


Figure 14 : Détails du système de fixation des supports des panneaux

4.1.2.2. PANNEAUX SOLAIRES PHOTOVOLTAÏQUES

4.1.2.2.1. La technique

Dans le cadre du projet de développement d'un parc photovoltaïque sur la commune de Chevagnes, le fournisseur et la marque des panneaux n'ont pas encore été déterminés de manière définitive. Les panneaux envisagés actuellement sont les panneaux « QCells - Q.PEAK-G4.1 300-310 » du fabricant allemand QCells et d'une puissance de 310 Wc. Ils présentent les caractéristiques suivantes :

- 60 cellules polycristallines en silicium
- Tolérance de puissance positive (0 à +5 Wc)
- Face avant en verre anti reflet (3,2mm)
- 12 ans de garantie produit et 25 ans de garantie de puissance linéaire
- Dimensions par panneau solaire : 1670 x 1000 x 32 mm
- Poids par panneau solaire : 18,5 kg

Le choix définitif des modules photovoltaïques se fera entre autres sur la base des bilans carbone fournis par différents producteurs. Ainsi, l'origine et les méthodes de fabrication seront prises en compte dans le choix des panneaux. Les modules ayant un faible bilan carbone seront privilégiés.

Quels que soit la technologie et les produits choisis pour ce projet, Green Energy 3000 GmbH veillera tout particulièrement à ce qu'ils soient conformes aux normes et réglementations en vigueur. Un programme de collecte et de recyclage des panneaux en fin de vie est garanti.

4.1.2.2.2. L'installation

Les modules seront ensuite fixés de manière simple sur les supports à l'aide de vis et par boulonnage.

L'ensemble d'une rangée aura une hauteur d'environ 2,5 mètres et la hauteur des structures par rapport au sol sera d'environ 80 cm (voir figure ci-contre). Une telle implantation est optimale pour une utilisation couplée à l'élevage ovin.

Les photos représentent sous plusieurs angles l'installation des supports et modules envisagée dans le cadre du parc photovoltaïque de Chevagnes.

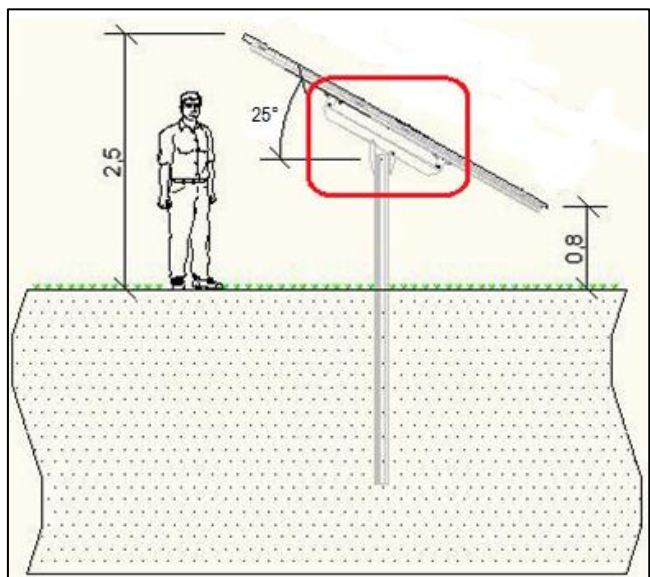


Figure 15 : Installation des supports et des modules
(Source : document interne à l'entreprise)



4.1.2.3. ONDULEURS

Un onduleur est un dispositif de conversion permettant de transformer le courant continu produit par les installations photovoltaïques en courant alternatif qui peut ensuite être réinjecté sur le réseau de distribution électrique.

Dans le cadre du projet photovoltaïque de Chevagnes, il est envisagé des onduleurs strings du fabricant Huawei, d'une puissance nominale de 48 kW ou d'onduleurs strings possédant les mêmes caractéristiques. Les onduleurs ne seront pas placés dans un bâtiment fermé, mais seront implantés en dessous des panneaux photovoltaïques. Les modèles « SUN2000-42KTL » présentent par exemple les avantages suivants :

- Rendements élevés
- Bruit ≤ 29 dB
- Haute fiabilité
- Non nécessité de ventilateur externe, grâce à la technologie de refroidissement naturel
- Intégration d'appareils de protection contre les surtensions

4.1.2.4. TRANSFORMATEURS

Un transformateur électrique est un système de conversion permettant de modifier la tension et l'intensité d'un courant électrique. Les transformateurs ou postes de transformation permettront donc d'élever la tension produite par les modules photovoltaïques du futur parc, afin de pouvoir injecter cette tension dans le réseau électrique national (Enedis).

Dans le cadre du parc photovoltaïque de Chevagnes, il s'agira de 16 transformateurs d'une puissance nominale chacun d'environ 2 000 kVA.

Les stations de transformations seront d'une surface maximale de 25 m² chacun.

4.1.2.5. POSTES DE LIVRAISON

Le poste de livraison représente le nœud de raccordement des équipements avant que l'électricité ne soit injectée dans le réseau public. Il fait donc le lien entre le parc énergétique et le réseau électrique (RTE) ; ce qui permet d'injecter l'énergie produite dans le réseau.

Le modèle du poste de livraison n'a pas encore été défini dans le cadre du parc photovoltaïque de Chevagnes. Le modèle présenté ci-après est celui du fabricant AREVA T&A SA, le modèle Concerto BP10. En effet, les résultats de l'étude approfondie de raccordement auprès de RTE n'étant pas encore disponibles à ce jour, il a été décidé de prévoir un modèle très puissant. Il est important de préciser ici qu'en réalité le poste de livraison sera très certainement moins puissant et de dimensions bien inférieures. L'emprise au sol de sera en aucun cas supérieure à celle du poste de livraison Concerto BP10, dont les dimensions sont les suivantes :

- Hauteur hors sol : 2,640 m

- Hauteur totale : 3,240 m
- Largeur extérieure : 2,530 m
- Longueur extérieure : 10,260 m
- Longueur intérieure : 10,060 m
- Emprise au sol : 26 m²

Ainsi, avec ce modèle de poste de livraison il est possible d'analyser dans le cadre de l'étude d'impacts « le pire des scénarios ».

Le poids du poste de livraison Concerto BP10 est d'environ 50 tonnes et le transport se fait par convoi exceptionnel au moyen d'un camion plateau. Dans le souci d'une meilleure intégration du poste de livraison dans l'environnement du parc, il est envisagé un bardage en bois du poste. Nous sommes à ce sujet ouverts à toute recommandation.



Figure 16 : Transport du poste de livraison (Source : TDA Architecture)



Figure 17 : Possibilité d'intégration du poste de livraison (Source : TDA Architecture)

4.1.3. DEVELOPPEMENT DU CONCEPT D'IMPLANTATION

Pour des raisons d'innovation et de productibilité, il a été envisagé d'implanter un parc photovoltaïque de 94 560 panneaux sur supports mobiles et orientables.

4.2. LE PROJET TOUT AU LONG DE SON CYCLE DE VIE

4.2.1. LE PROJET EN PHASE DE CONSTRUCTION

4.2.1.1. PLANIFICATION DU CHANTIER

La cohérence du déroulement de la construction et sa bonne organisation sont des critères essentiels, déterminant la qualité du futur parc photovoltaïque.

La construction du parc solaire photovoltaïque de Chevagnes se déroulera sur une durée totale d'environ 3 mois (de la préparation du site jusqu'à la phase de test et la mise en service).

À chacune des différentes étapes de construction et durant toute la phase de chantier, de nombreuses mesures seront mises en place et toutes les réglementations seront respectées, afin de prévenir tout risque éventuel de pollution (atmosphérique ou sonore), de préserver l'environnement du site et d'assurer la remise en état des accès.

4.2.1.2. ACCES AU SITE ET TRANSPORT DES MATERIAUX

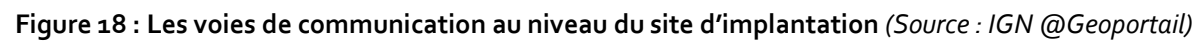
Le site d'implantation du parc est facilement accessible par de nombreuses voies départementales et liaisons locales. L'accès au chantier se fera donc à partir du réseau routier existant.

Les principales liaisons qui seront utilisées pour le transport des matériaux et des personnes seront entre autres :

- La RD 973 à environ 1300 m à l'ouest de la zone du projet
- La RD 298 au sud de la zone du projet
- La RD 779 à environ 600 m au sud de la zone de projet

L'accès au site se fait ensuite par des voies communales.

La carte ci-après montre les axes de communication au niveau de la zone d'implantation du projet.



Le transport des matériaux pour la construction du parc photovoltaïque ne nécessitera pas d'engins particuliers. Seuls des camions de transport de dimensions ordinaires seront utilisés. En effet, les différents éléments de construction de la centrale photovoltaïque seront amenés séparément et en pièces détachées.

Outre les camions de transport de matériaux, la construction du parc nécessitera :

- Des trancheuses, pour la création de tranchées (enfouissement des câbles électriques)
- Des tractopelles pour le transport des éléments sur place
- Une grue mobile pour la pose des locaux techniques



Figure 19 : Engins de chantier utilisés lors de la phase de construction

L'accès au site est donc garanti par des routes nationales et départementales en bon état. À l'intérieur du site, les chemins nécessaires pour les livraisons, le montage et la gestion du futur parc seront facilement aménageables. En effet, le site du projet est entouré de chemins, qui seront adaptés à la livraison des matériaux et des équipements annexes après avoir été renforcés. Mais il est prévu la création d'autres chemins afin de faciliter les travaux de construction, l'exploitation et la remise en état du site.



Figure 20 : Exemple d'accessibilité au site (Source : Google Earth)

4.2.1.3. PREPARATION DU SITE – PHASES PRELIMINAIRES AUX TRAVAUX

Les étapes suivantes doivent être effectuées avant la construction proprement dite et la mise en place des éléments constituant le futur parc photovoltaïque :

- 1. Arpentage**
- 2. Clôture**
- 3. Réalisation des plateformes et des voies d'accès et de montage**
- 4. Positionnement des points « Sigma/U » (fonction de fondation)**

Les photos suivantes ont été prises lors de la construction d'un parc photovoltaïque réalisée par la société Green Energy 3000 GmbH dans la commune de Scheibenberg en Allemagne.

Cette série de photos permet de décrire à titre d'exemple les différentes étapes de la construction d'un parc photovoltaïque.

Il est important de noter que tout au long de la construction du parc photovoltaïque sur la commune de Chevagnes, une attention particulière sera portée après chaque étape à la restauration du couvert végétal et à la salubrité du terrain pour éviter au mieux toute pollution.

Par ailleurs, avant la construction du parc et tout au long de son exploitation, les mesures de réduction prévues par les études externes seront mises en place afin de respecter au maximum l'environnement du site d'implantation.



Figure 21 : Exemple d'arpentage (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 23 : Clôture - 2 (Source : documents internes à l'entreprise)

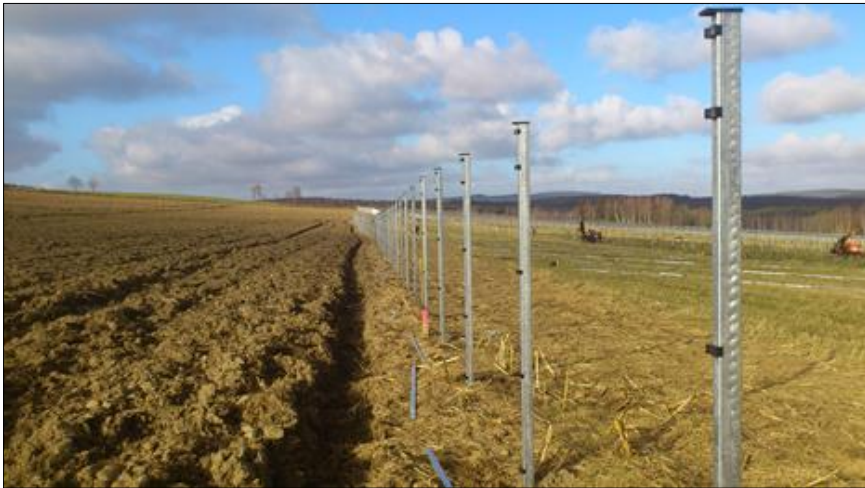


Figure 22 : Clôture - 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 24 : Clôture terminé (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 25 : Voie d'accès renforcée - Plateforme de montage et de stockage (Source : documents internes à l'entreprise)

4.2.1.4. TRAVAUX DE CONSTRUCTION

La phase de construction proprement dite comprend les étapes suivantes :

- **Enfoncement à la hie des poteaux « Sigma/U » (fondations)**
- **Détermination des lignes de passage de câbles**
- **Réalisation des tranchées de passage de câbles**
- **Réalisation du réseau souterrain de câbles**
- **Fermeture des tranchées**
- **Remise en état du terrain**
- **Montage des supports sur fondations « Sigma/U »**
- **Livraison et installation des équipements annexes**
- **Installation des panneaux**
- **Interconnexion électrique / Connexion au poste de livraison**
- **Travaux de finition et de remise en état**

L'enfoncement des supports se fait grâce à des poteaux en forme de Sigma par enfouissement à la hie, donc sans fondations bétonnées, afin d'éviter toute dégradation du sol.



Figure 26 : Enfouissement à la hie des poteaux Sigma – 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 27 : Enfouissement à la hie des poteaux Sigma – 2 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 28 : Enfouissement à la hie des poteaux Sigma – 3 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 29 : Enfoncement à la hie des poteaux Sigma – 4 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 31 : Enfoncement à la hie des poteaux Sigma – 6 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 30 : Enfoncement à la hie des poteaux Sigma – 5 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 32 : Enfoncement à la hie des poteaux Sigma – 7 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 33 : Réalisation des tranchées de passage des câbles – 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 35 : Réalisation des tranchées de passage des câbles – 3 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 34 : Réalisation des tranchées de passage des câbles – 2 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 36 : Réalisation des tranchées de passage des câbles – 4 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 37 : Réalisation du réseau souterrain – 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 38 : Réalisation du réseau souterrain – 2 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 39 : Réalisation du réseau souterrain – 3 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 40 : Fermeture des tranchées – 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 42 : Fermeture des tranchées – 3 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 41 : Fermeture des tranchées – 2 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 43 : Fermeture des tranchées – 4 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 44 : Montage des supports sur fondation Sigma – 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 46 : Montage des supports sur fondation Sigma – 3 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 45 : Montage des supports sur fondation Sigma – 2 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 47 : Montage des supports sur fondation Sigma – 4 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 48 : Montage des supports sur fondation Sigma – 5 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 50 : Montage des supports sur fondation Sigma – 7 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 49 : Montage des supports sur fondation Sigma – 6 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 51 : Montage des supports sur fondation Sigma – 8 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 52 : Installation des panneaux – 1 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 53 : Installation des panneaux – 2 (Source : documents internes à l'entreprise)



Figure 54 : Parc photovoltaïque après les travaux de finition et remise en état (Source : documents internes à l'entreprise)

4.2.1.5. MISE EN SERVICE DU PARC

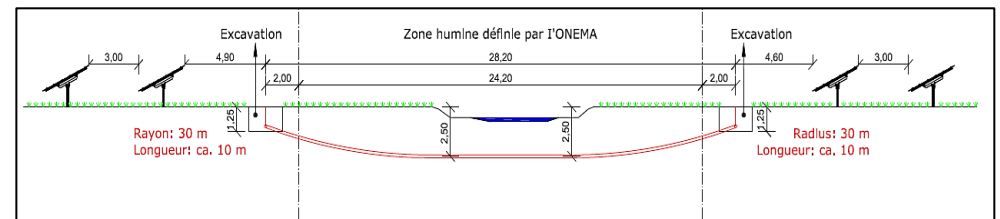
La dernière étape avant la phase d'exploitation du parc est la phase de contrôle et de validation, permettant d'assurer une mise en service de qualité et conforme à toutes les réglementations.

En tant que porteur de projet, Green Energy 3000 GmbH dépêche ses spécialistes sur le site, qui examinent visuellement les modules, la clôture, les supports, les bâtiments techniques et l'état du sol. Une entreprise externe spécialisée se charge du contrôle poussé des réseaux de moyennes tension (câbles et équipements électriques) et en particulier des dispositifs de protection. L'entreprise ayant été en charge de l'installation des composants du parc, contrôle quant à elle les câbles de basse tension.

Un système de monitoring, composé de capteurs et d'un système de suivi à distance, permettra de surveiller le bon fonctionnement du parc et sa production tout au long de sa phase d'exploitation.

4.2.1.6. POSSIBILITE D'ENFOUISSEMENT DES CABLES – SPECIFICITE DES TRAVAUX A CERTAINS PROJETS

Les retours d'expériences sur de nombreux parcs photovoltaïques également développés par Green Energy 3000 GmbH ont montré que dans certains cas, une technique dite de « fonçage » pouvait être utilisée afin de permettre l'enfouissement des câbles sans endommager la couverture du sol. Les photos ci-après montrent par exemple l'utilisation de cette technique pour ne pas endommager une chaussée bitumée et détaillent ladite technique.



4.2.1.7. CALENDRIER DES TRAVAUX

Il est prévu, à ce stade du projet, que la construction du parc photovoltaïque de Chevagnes durera environ 3 mois. Le tableau ci-après montre le planning prévisionnel du chantier. Cependant, les conditions météorologiques, les disponibilités des partenaires constructeurs et d'autres paramètres imprévisibles pourraient influencer la durée du chantier.

Par ailleurs, la phase de décapage (correspondant ici à l'étape de préparation du terrain) sera réalisée, dans la mesure du possible, pendant la période automnale (entre septembre et novembre) afin de répondre à la mesure d'évitement préconisée par le bureau d'études environnementale Evinerude.

Tableau 6 : Planning prévisionnel des travaux de construction

| Planning | Semaine des travaux | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| Arpentage du terrain | | | | | | | | | | | | | |
| Préparation de chantier | | | | | | | | | | | | | |
| Construction des chemins d'exploitation/aires de montage | | | | | | | | | | | | | |
| Pose du réseau haute tension le long des chemins d'exploitation | | | | | | | | | | | | | |
| Construction de la clôture | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en place des supports | | | | | | | | | | | | | |
| Réalisation de tranchées et pose réseau basse tension | | | | | | | | | | | | | |
| Livraison et montage des panneaux PV | | | | | | | | | | | | | |
| Installation et raccordement des équipements annexes (onduleurs, stations transformateurs, postes de livraison) | | | | | | | | | | | | | |
| Mise en service | | | | | | | | | | | | | |

4.2.2. LE PROJET EN PHASE D'EXPLOITATION

4.2.2.1. PRODUCTION D'ELECTRICITE ESTIMEE

En prenant en compte les données moyennes d'ensoleillement de la région ainsi que les données et capacités techniques des composants choisis pour le parc photovoltaïque de Chevagnes, il est possible d'estimer la production en électricité de la future centrale.

L'estimation de la production ci-après a été réalisée en interne à l'aide du logiciel PVsyst.

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------------------------------|---------------------------|------------------|----------------------------|------------|---------------------|--------------|------------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| PVSYST V6.75 | Green Energy 3000 GmbH (Germany) | | | | 12/10/18 | | Page 1/5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Torgauer Straße 231 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Système couplé au réseau: Paramètres de simulation | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Projet : | | 5105 Chevagnes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Site géographique | | Chevagnes | | | Pays | | France | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Situation | | Latitude | | 46.61° N | | Longitude | | 3.58° E | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Temps défini comme | | Temps légal | | Fus. horaire TU+1 | | Altitude | | 229 m | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Albédo | | 0.20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Données météo: | | Chevagnes | | Meteonorm file - Künstlich | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Variante de simulation : Hanwha 310Wp + Huawei 42 KTL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Date de la simulation | | | | 12/10/18 à 10h05 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Paramètres de simulation | | Type de système | | Sheds on ground | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Orientation plan capteurs | | Inclinaison | | 25° | | Azimut | | 0° | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Modèles utilisés | | Transposition | | Perez | | Diffus | | Perez, Meteonorm | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Horizon | | Pas d'horizon | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Ombrages proches | | Selon chaînes de modules | | | | Effet électrique | | 70 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caractéristiques des champs de capteurs (2 type de champs définis) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Module PV | | Si-mono | | Modèle | | Q.PEAK-G4.1 310 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Custom parameters definition | | | | Fabricant | | Hanwha Q Cells | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sous-champ "Unterfeld #1" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de modules PV | | En série | | 20 modules | | En parallèle | | 2352 chaînes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre total de modules PV | | Nbre modules | | 47040 | | Puissance unitaire | | 310 Wc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puissance globale du champ | | Nominale (STC) | | 14582 kWc | | Aux cond. de fonct. | | 13160 kWc (50°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caractéristiques de fonct. du champ (50°C) | | U mpp | | 596 V | | I mpp | | 22066 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sous-champ "Unterfeld #2" | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre de modules PV | | En série | | 20 modules | | En parallèle | | 2376 chaînes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Nombre total de modules PV | | Nbre modules | | 47520 | | Puissance unitaire | | 310 Wc | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Puissance globale du champ | | Nominale (STC) | | 14731 kWc | | Aux cond. de fonct. | | 13294 kWc (50°C) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caractéristiques de fonct. du champ (50°C) | | U mpp | | 596 V | | I mpp | | 22291 A | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | Puissance globale champs | | Nominale (STC) | | 29314 kWc | | Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Surface modules | | | | 157915 m² | | Surface cellule | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 94560 modules | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | 138606 m² | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Onduleur | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Original PVsyst database | | Modèle | | SUN2000_42KTL | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Caractéristiques | | Fabricant | | Huawei Technologies | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Tension de fonctionnement | | 200-1000 V | | Puissance unitaire | | 42.0 kWac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sous-champ "Unterfeld #1" | | Nbre d'onduleurs | | 294 unités | | Puissance totale | | 12348 kWac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Rapport Pnom | | 1.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Sous-champ "Unterfeld #2" | | Nbre d'onduleurs | | 297 unités | | Puissance totale | | 12474 kWac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | Rapport Pnom | | 1.18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total | | Nbre d'onduleurs | | 591 | | Puissance totale | | 24822 kWac | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Facteurs de perte du champ PV | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Encrassement du champ | | | | Average loss fraction | | | | 1.5 % | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <table><tr><td>Jan.</td><td>Fév.</td><td>Mars</td><td>Avr.</td><td>Mai</td><td>Juin</td><td>Jul.</td><td>Août</td><td>Sep.</td><td>Oct.</td><td>Nov.</td><td>Déc.</td></tr><tr><td>3.0%</td><td>3.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>1.0%</td><td>3.0%</td></tr></table> | | | | | | | | | | | | Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Jul. | Août | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | 3.0% | 3.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 3.0% |
| Jan. | Fév. | Mars | Avr. | Mai | Juin | Jul. | Août | Sep. | Oct. | Nov. | Déc. | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3.0% | 3.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 1.0% | 3.0% | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fact. de pertes thermiques | | | Uc (const) | | 29.0 W/m²K | | Uv (vent) | | 0.0 W/m²K / m/s | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perte ohmique de câblage | | | Champ#1 | | 0.30 mOhm | | Frac. pertes | | 1.0 % aux STC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Champ#2 | | 0.30 mOhm | | Frac. pertes | | 1.0 % aux STC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | Global | | | | Frac. pertes | | 1.0 % aux STC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Perte diode série | | | Chute de tension | | 0.7 V | | Frac. pertes | | 0.1 % aux STC | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

PVsyst Licensed to: Green Energy 3000 GmbH (Germany)

| | | | |
|---|---|------------------------------|---------------|
| PVSYST V6.75 | Green Energy 3000 GmbH (Germany) | 12/10/18 | Page 2/5 |
| Torgauer Straße 231 | | | |
| Système couplé au réseau: Paramètres de simulation | | | |
| LID - "light Induced degradation" | | Frac. pertes 0.6 % | |
| Perte de qualité module | | Frac. pertes 0.0 % | |
| Perte de "mismatch" modules | | Frac. pertes 1.0 % au MPP | |
| Effet d'incidence (IAM): User defined IAM profile | | | |
| 0° | 20° | 40° | 60° |
| 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.970 |
| 70° | 75° | 80° | 85° |
| 0.900 | 0.830 | 0.690 | 0.440 |
| 90° | 0.000 | | |
| Facteurs de perte du système | | | |
| Perte AC entre onduleur et transfo | | Tension onduleur 480 Vac tri | |
| | | Conducteurs: 3x30000.0 mm² | 127 m |
| Transformateur externe | | Perte fer (Connexion 24H) | 28861 W |
| | | Pertes résistives/inductives | 0.1 mOhm |
| | | Frac. pertes | 1.0 % aux STC |
| | | Frac. pertes | 0.1 % aux STC |
| | | Frac. pertes | 1.0 % aux STC |
| Besoins de l'utilisateur : Charge illimitée (réseau) | | | |

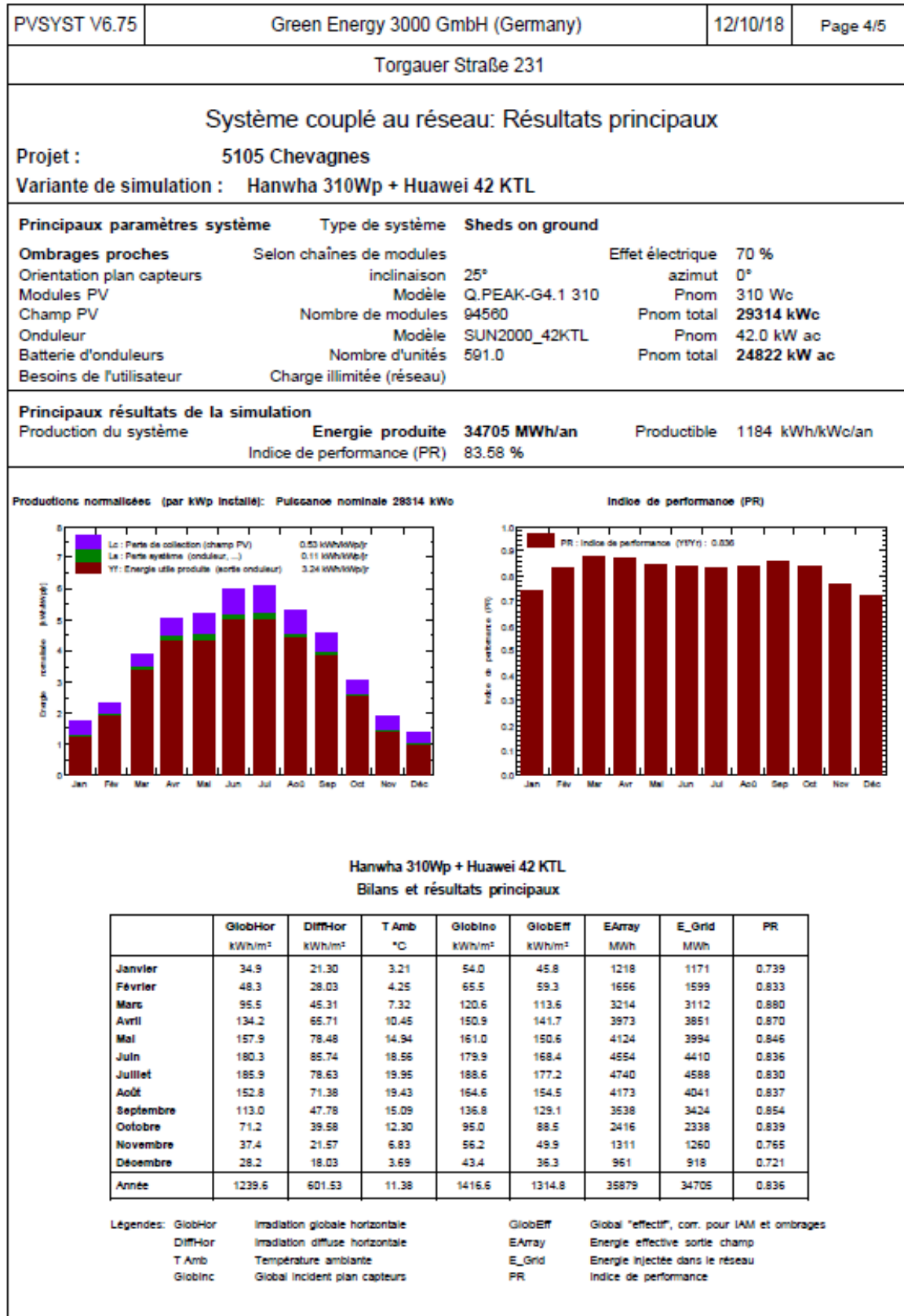


Figure 55 : Simulation de la puissance et de la production du parc (Source : PVsyst, documents internes à l'entreprise)

Il est donc prévu que la future centrale photovoltaïque ait une puissance nominale d'environ 29,3 MWc soit une production annuelle estimée à environ 34 705 MWh.

En prenant en compte une consommation d'environ 2 000 kWh par personne et par an, le futur parc photovoltaïque de Chevagnes permettrait donc d'alimenter jusqu'à 17 352 personnes en électricité renouvelable chaque année.

4.2.2.2. MAINTENANCE ET GESTION TECHNICO-COMMERCIALE

Même si la technologie photovoltaïque ne nécessite pas d'opérations d'entretien lourdes, des opérations de maintenances légères sont tout de même à conduire pour prévenir d'éventuelles anomalies et s'assurer du bon fonctionnement du parc en toute sécurité et dans le respect des réglementations.

Ci-après sont listées les opérations de maintenance qui seront à effectuer tout au long de la phase d'exploitation du futur parc photovoltaïque de Chevagnes :

- **L'inspection visuelle des modules**

Elle s'effectue en principe annuellement et a pour objectifs de déceler si certains modules sont brisés ou souillés, s'il y a d'éventuelles délaminations (altération de l'état de surface des cellules pouvant entraîner de la condensation à l'intérieur des modules). La maintenance a aussi pour but de vérifier l'état de fixation des modules par rapport à la structure.

- **Le nettoyage des modules**

Sa fréquence dépend entre autres de l'environnement du site d'implantation et de l'inclinaison du système. D'une manière générale, il est préférable d'observer le niveau de salissure des installations les deux premières années pour évaluer la fréquence et la nécessité des opérations de nettoyage.

- **Le déneigement des modules**

Il est important de procéder à un déneigement des modules lorsque la météorologie l'exige, car les pertes de production peuvent ne pas être prises en compte à temps. En effet, en hiver le soleil monte moins haut sur l'horizon et il est possible de croire qu'une baisse de production est liée à la période de l'année, alors qu'en réalité elle est peut être liée à un enneigement des modules.

- **La vérification et le dépoussiérage des onduleurs**

Afin d'éviter des baisses importantes de rendement des onduleurs, il est important de bien les entretenir. Cela consiste entre autres à vérifier le fonctionnement et à nettoyer si besoin les entrées d'air des onduleurs.

- **L'inspection des boîtiers des onduleurs**

Celle-ci a lieu annuellement. L'inspection consiste à vérifier le bon état des isolants et l'absence de dégâts potentiels causés par des animaux, à vérifier le serrage des connexions, à contrôler l'état des parafoudres ainsi qu'à contrôler l'état des fusibles.

- **Les tests électriques**

Ils seront conduits annuellement et consistent essentiellement en des opérations de contrôle des équipements électriques et à tester les dispositifs d'arrêt d'urgence.

- **La signalétique**

Elle sert à vérifier l'état de la signalétique sur les équipements électriques.

Au-delà de ces opérations de maintenance prévues de manières annuelles ou biannuelles permettant de prévenir en amont d'éventuelles anomalies, la gestion technico-commerciale du parc photovoltaïque de Chevagnes permettra d'assurer une bonne productivité et rentabilité de la future centrale. En effet, la société sœur de Green Energy 3000 GmbH, Green Management 3000 GmbH, est spécialisée dans le suivi technico-commercial de parcs photovoltaïques et éoliens et suivra la production du parc en temps réel grâce à ses logiciels de supervision et établira des rapports mensuels. Ceux-ci indiqueront entre autres la production d'énergie depuis la mise en service ainsi que la puissance des différents composants techniques. Ainsi, toute anomalie pourra être rapidement détectée et corrigée.

4.2.2.3. LE CONCEPT MIXTE

Afin de répondre aux exigences de la circulaire du 18 décembre 2009, qui préconise d'économiser les espaces et d'assurer l'utilisation durable des sols (notamment pour l'agriculture), Green Energy 3000 GmbH souhaite en tant que porteur de projet, concevoir un concept dit « mixte » lors de la phase d'exploitation du futur parc photovoltaïque de Chevagnes.

4.2.2.3.1. Compatibilité entre l'élevage ovin et le parc photovoltaïque de Chevagnes

Le photovoltaïque ne doit pas se substituer à l'agriculture. La diminution des surfaces agricoles principalement due à l'urbanisation, est un enjeu majeur pour l'agriculture française. L'élevage ovin sur les parcs photovoltaïques est un scénario préconisé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche car il présente une combinaison adéquate ainsi qu'une interaction entre les deux usages. Dans d'autres pays



bien en avance dans le domaine des énergies renouvelables, notamment en Allemagne, une partie importante des parcs photovoltaïques se combine d'ores et déjà avec l'élevage ovin. L'activité agricole peut être maintenue et supportée, ainsi l'opérateur du parc photovoltaïque pourra réduire ses coûts d'entretien du site. L'installation de la centrale photovoltaïque est faite en rangées séparées avec une distance allant de 3 à 5 mètres entre chaque rangée. De plus, la hauteur à laquelle les panneaux sont montés permet une lumière diffuse sous les panneaux qui garantit une prairie similaire à un couvert herbacé vierge de toute installation.



Figure 56 : Exemple de concept mixte et d'espacement entre les rangées de tables de panneaux solaires
(Source document interne à l'entreprise)

De manière générale, l'entretien du couvert végétal d'un parc photovoltaïque peut présenter quelques difficultés. En effet, les panneaux sont installés sur les supports sous lesquels il faudrait couper l'herbe de façon manuelle, ce qui est coûteux. L'élevage ovin sur le même terrain présente donc un avantage clair pour l'entretien du site. Les moutons assurent un **entretien certes partiel mais permanent du site** en maintenant l'herbe à une certaine hauteur. Les bêtes peuvent également s'abriter sous les panneaux pour se protéger des intempéries et également du soleil en été.

Dès lors que l'on opte pour une utilisation mixte des terres (élevage ovin et production d'électricité photovoltaïque) il est essentiel de considérer les exigences d'un élevage de moutons sur le site dès le début de la planification du parc photovoltaïque. La hauteur du bord inférieur des panneaux doit être adaptée et si nécessaire relevée, afin que les moutons puissent circuler sous les panneaux et qu'ils ne puissent pas accéder aux installations.

Les câbles de connexion entre les panneaux doivent être disposés et fixés de façon adéquate et ordonnée à une hauteur non accessible pour les moutons. La photo cadrée en rouge illustre un exemple de câblage de modules solaires non adapté à l'élevage ovin et la photo cadrée en vert un câblage en hauteur. Ce type de câblage est préconisé et sera mis en place dans le cadre du parc photovoltaïque de Chevagnes pour éviter que les câbles ne soient endommagés.



En rouge, de câblage trop bas. En vert, câblage en hauteur à réaliser pour le concept mixte

Le parc photovoltaïque de Chevagnes a été planifié en amont du développement du projet pour être en adéquation avec l'élevage ovin.

Dans un premier temps, l'installation des panneaux en hauteur (0,8 m minimum) permet une libre circulation des moutons. Cette hauteur minimum, combinée avec l'angle de disposition des panneaux photovoltaïques (25°), permettent également une diffusion de la lumière optimale en dessous de l'installation. De plus, la variation de la position de l'ombre tout au long de la journée permet d'obtenir une couverture verte et herbacée sous les panneaux.

Dans un second temps, grâce aux grands espacements entre les différentes tables de panneaux photovoltaïques (de 3 à 5 m), les moutons peuvent facilement circuler et avoir un beau pâturage sans aucune différence avec un terrain nu.

La quasi-totalité des terrains, d'une surface totale de 41,08 ha, seront disponible pour l'élevage ovin. En effet, même si les panneaux occuperont une surface totale d'environ 30,6 ha, ces derniers seront montés sur des supports métalliques. Les pieux de ces supports ne représentent qu'une surface au sol d'environ 17 m² (environ 14 500 pieux x 12 cm²). Il est donc possible de considérer que la surface utilisée pour produire de l'électricité photovoltaïque est négligeable.

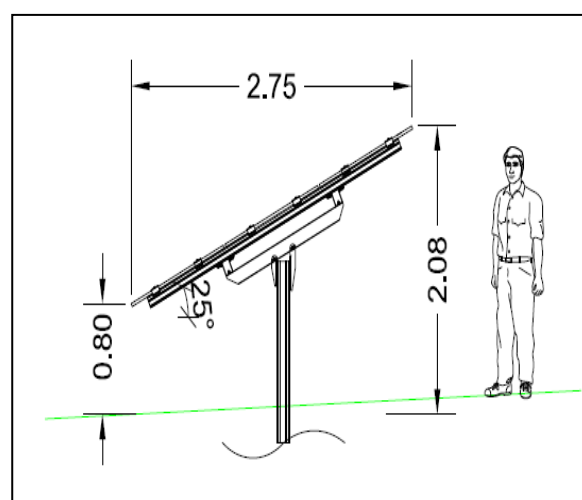


Figure 57 : Hauteur minimum et maximum des tables de modules

4.2.2.3.2. Aspects, avantages et inconvénients du concept mixte

En tant que porteur de projet, Green Energy 3000 GmbH, a l'obligation et le devoir d'apporter une solution individuelle à ses différents projets. C'est pourquoi la société souhaite, dans le cadre du parc photovoltaïque de Chevagnes, ne pas seulement s'arrêter sur le développement et l'exploitation du projet, mais mêler production d'énergie d'origine renouvelable et élevage ovin. Ceci afin de répondre aux besoins alimentaires et énergétiques d'un point de vue régional ainsi que national.

Le scénario d'utilisation mixte proposé comporte plusieurs aspects importants garantissant une cohabitation saine :

1. **Le maintien de la couverture verte sur le site en amont comme en aval du projet.** En effet, il est nécessaire d'assurer l'entretien de la prairie sous les panneaux, afin de garantir leur bon fonctionnement. Les moutons du fermier seront placés sur les parcelles concernées par le projet afin d'y assurer l'entretien de la couche herbacée. La création et la constitution de la nouvelle prairie devra être anticipée en collaboration avec le fermier pour que le site puisse accueillir les moutons dès la première année de mise en service de la centrale photovoltaïque.
Il est également important de planter un mélange d'espèces naturellement présentes dans l'environnement du site et assez diversifié pour répondre aux contraintes d'ensoleillement et des flux d'eau spécifiques. De plus, l'installation des supports des panneaux sera planifiée et calculée dans le respect des distances entre les rangées de 3 à 5 mètres et à une hauteur minimum par rapport au sol d'au moins 0,8 mètres. Ainsi, un ensoleillement suffisant de la prairie sera assuré.
2. **Les moutons sur le site seront conduits via des enclos mobiles qui pourront être déplacés en fonction de la disponibilité l'herbe.** Un chien berger sera également une solution adéquate pour la conduite du troupeau puisqu'il peut passer facilement sous les panneaux.



Figure 58 : Enclos mobiles pour les moutons (Source : documents internes à l'entreprise)

3. **Afin d'assurer la surveillance du troupeau, il sera nécessaire que le fermier vienne sur le site tous les 2 jours.** En ce qui concerne l'installation photovoltaïque, il est prévu que la surveillance soit réalisée par notre entreprise chargée de la gestion technico-commerciale du parc Green Management 3000 GmbH (société sœur de Green Energy 3000 GmbH). Le rendement du parc et sa fonctionnalité pourront être effectués à distance. De plus, une équipe technique sera chargée de la maintenance des installations à intervalles réguliers.
4. **Une clôture intégrale sera installée tout autour du parc.** L'exploitation du parc photovoltaïque sera ainsi facilitée et les installations seront protégées contre le vol et le vandalisme. La clôture présente également un avantage pour les moutons, puisqu'une protection optimale des animaux contre des influences externes peut être ainsi assurée. Cela aura des influences positives sur leur santé et donc sur le taux de croissance de l'élevage. Sur le site, des routes stables seront mises en place avec une garantie d'entretien d'au moins 20 ans. Les conditions d'accès au site optimales pour le fermier et les entreprises d'entretien seront donc assurées.
5. Le dernier aspect essentiel du concept d'utilisation mixte concerne la qualité **d'élevage des moutons**. Green Energy 3000 GmbH souhaite non seulement que l'activité agricole du berger soit pérennisée, mais aussi que la qualité de cette activité soit optimisée. Une mission vétérinaire tous les six mois sur le site du projet durant toute la période d'exploitation sera ainsi mise en place. Cette visite vétérinaire biannuelle doit apprécier la qualité du pâturage et de l'élevage et donc de la ferme elle-même.

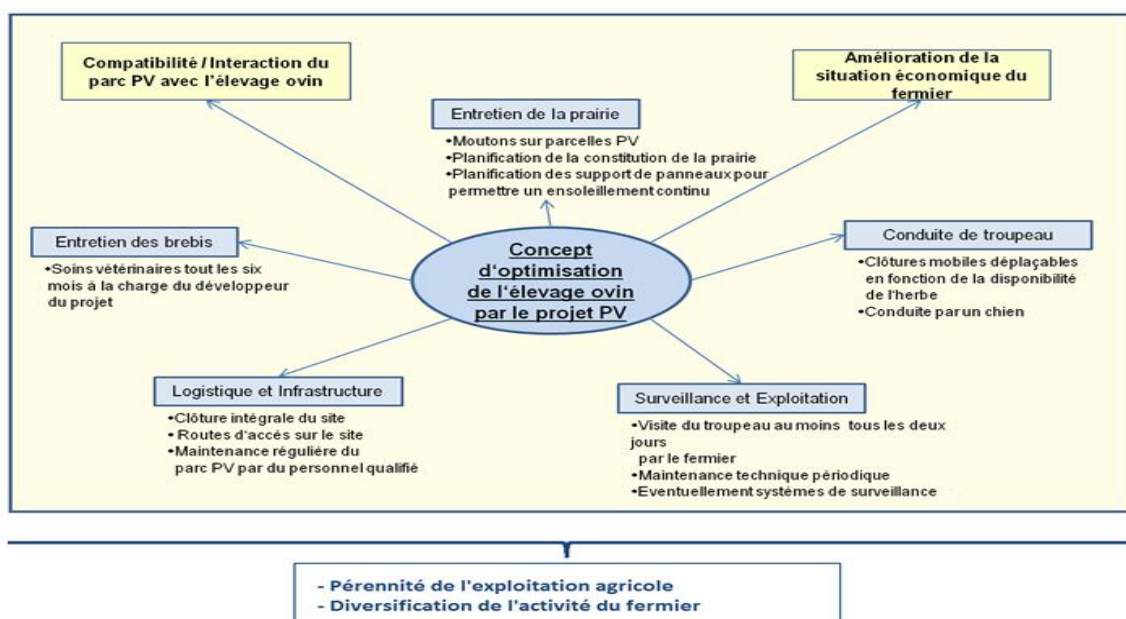


Figure 59 : Concept d'optimisation de l'élevage ovin par le projet PV (Source : document interne à l'entreprise)

Avantages

- Redevance pour service rendu concernant l'entretien et la récoltes des herbes.
- Le berger profitera des infrastructures du parc photovoltaïque (route, clôtures bâtiments, etc.).
- Soins vétérinaires régulier à la charge du développeur de projet mis à disposition (visite tous les 6 mois environ).
- Protection du troupeau contre les menaces extérieures via les infrastructures du parc (clôtures).
- Protection contre le soleil ou les intempéries grâce à l'ombre des tables de modules.
- Développement de l'élevage sur un site actuellement libre de toute exploitation.



Figure 6o : Moutons profitant de l'ombre créée par les bâtiments annexe du parc photovoltaïque.
(Source : document interne à l'entreprise)

Inconvénient :

Le principal inconvénient est le fait que les moutons se trouvent en présence de câbles sous tension. Cependant, les risques liés à l'électrocution des moutons ont été fortement minimisés grâce à nos retours d'expériences sur de nombreux projets photovoltaïques, notamment en fixant l'ensemble du câblage électrique en hauteur et en renforçant les gaines de câblages pour éviter tout mordillement. De ce fait Green Energy 3000 GmbH est dans la capacité de proposer un concept mixte sans inconvénient majeur.

4.2.3. LE PROJET EN FIN DE VIE

Suite à la révision en 2012 de la directive 2002/96/CE dite DEEE (ou D3E), relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques, dont la transposition en droit français a été publiée le 22 août 2014 (décret n°2014-928), modifiant la sous-section relative aux DEEE du code l'environnement (articles R 543-172 à R 543-206-4), les fabricants des panneaux photovoltaïques doivent désormais respecter les obligations de collecte et de recyclage des panneaux, à leur charge.

Aujourd'hui, les fabricants garantissent en général 80% de la puissance initiale après 25 ans. Cela ne signifie pas que l'installation doit être démontée au bout de 25 ans, bien au contraire puisqu'elle reste encore en mesure de produire 80% de sa puissance initiale. La fin de vie reste donc à l'appréciation du producteur, selon ses besoins de production (par rapport à ses besoins de consommation par exemple).

Dans tous les cas, lorsqu'il opte pour le démantèlement, le parc est complètement démantelé et les différentes structures sont évacuées vers des filières de gestion et de revalorisation adaptées. Le recyclage des modules est assuré par PVCycle. Les autres déchets seront collectés et valorisés par les filières adaptées. Les terres redeviennent vierges de tout aménagement.

Les opérations de collecte sont d'ordre logistique, et adressent des problématiques d'emballage, d'étiquetage, de stockage et de transport vers les centres de traitement.

En ce qui concerne le cahier des charges précis de ces opérations, le producteur signera un contrat avec chaque prestataire de collecte, d'étiquetage, de stockage et de transports selon la réglementation en vigueur au moment des opérations.

En ce qui concerne la remise en état des lieux, il est opportun de noter que :

- La construction du parc respectera toutes les mesures environnementales préconisées par les études d'experts ;
- L'exploitation du parc se fera dans le respect de l'environnement et le terrain servira tout au long de la vie du parc à l'exploitation ovine ;
- Le démantèlement se fera sans décapage.

Par ailleurs, les mesures d'évitement et de réduction des impacts mises en place lors de la création des centrales photovoltaïques doivent permettre une réversibilité des aménagements. La remise en état devrait donc être limitée en tout état de cause, la végétation spontanée apparue au cours de l'exploitation du parc sera préservée et entretenue via l'exploitation ovine sur place.

Les différentes opérations de démantèlement sont détaillées ci-dessous.

4.2.3.1. LE DEMANTELEMENT DU PARC PHOTOVOLTAÏQUE

Le démantèlement d'une centrale photovoltaïque, de par les matériaux qui la constituent et sa configuration, n'est pas particulièrement complexe. Par ailleurs, une bonne part des matériaux est recyclable, tels que le fer, l'aluminium ou le cuivre. Le futur parc photovoltaïque ne comportera pas de béton, que ce soit pour les fondations des supports ou pour les moteurs. Aucun solvant ni produit de traitement de sol ne sera utilisé.

Le démantèlement d'une installation photovoltaïque consiste à déposer tous les éléments constitutifs du système, depuis les modules jusqu'aux câbles électriques en passant par les structures support.

Dans le cadre du futur parc photovoltaïque de Chevagnes, le processus de démantèlement se fera selon les étapes suivantes :

1. Consignation de l'installation
2. Décâblage des installations (modules, onduleurs, équipements annexes)
3. Démantèlement des modules
4. Démantèlement des supports
5. Réouverture des tranchées et enlèvement des câbles
6. Démantèlement des postes de transformation et du poste de livraison
7. Refermeture des tranchées
8. Démantèlement de la clôture et des dispositifs de sécurité
9. réhabilitation des terrains



Figure 61 : Panneaux en fin de vie (Source : PV Cycle)

La directive 2002/96/CE dite DEEE (ou D3E) relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques impose aux fabricants d'onduleurs de réaliser à leurs frais la collecte et le recyclage de leurs produits.

Le tableau ci-après présente les techniques et méthodes qui seront utilisées pour le démantèlement du futur parc.

Tableau 7 : Méthodes de démantèlement d'installations photovoltaïques au sol (Source : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable des Transports et du Logement, Guide de l'étude d'impact)

| ÉQUIPEMENTS | ÉLÉMENTS | TYPES DE FIXATION | MÉTHODE DE DÉMANTÈLEMENT |
|---|--|--|--|
| Production, transformation et livraison de l'électricité | <i>Panneaux photovoltaïques</i> | Les modules sont plaqués sur la structure métallique par des clips | Dévisage des clips de maintien des modules sur la structure métallique |
| | <i>Onduleurs</i> | Fixés sur des supports métalliques enfoncés au sol sans fondation béton | Dévisage des onduleurs Arrachage des supports métalliques |
| | <i>Poste de livraison</i> | Posé au sol sans fondation béton | Enlèvement à l'aide d'une grue |
| Supports des modules | <i>Cadres métalliques</i> | Les cadres métalliques sont fixés sur les pieux | Dévisage |
| Ancrage des structures de supports | <i>Pieux métalliques maintenus dans le sol</i> | Les pieux sont enfoncés dans le sol sans fondation béton | Arrachage des supports métalliques |
| Câblages électriques | <i>Câbles</i> | Enfouis dans une tranchée protégée | Décâblage des installations, réouverture des tranchées, enlèvement des câbles et refermeture des tranchées |
| Sécurité | <i>Clôture</i> | Attaché à l'aide de poteaux enfoncés dans le sol | Démantèlement classique |
| Circulation | <i>Piste d'accès</i> | À considérer selon les souhaits du propriétaire des terrains et l'utilisation du site après cessation d'activité. Elles peuvent par exemple servir de pistes d'accès agricoles ou être revégétalisées. | |

4.2.3.2. LE RECYCLAGE DES MATERIAUX

Le taux moyen de recyclage d'un panneau à base de silicium cristallin est d'environ 90 %.

En France, le seul éco-organisme agréé par les pouvoirs publics pour la prise en charge des panneaux photovoltaïques usagés pour la période 2015-2020 est la SAS PV CYCLE France, créée en 2014.



Figure 62 : Fragments de silicium (Source : PV Cycle)

Elle a mis en place un système collectif de collecte et de recyclage et accepte tous les panneaux en provenance du marché français, quelle que soit leur marque ou leur technologie.

Le processus de recyclage de modules photovoltaïques à base de silicium cristallin est le suivant.

La première étape consiste en la séparation mécanique des câbles, des boîtes de jonction et des cadres métalliques. Ensuite, le recyclage peut se faire de deux manières différentes :

- 1^{ère} manière : le traitement thermique. Il permet d'éliminer le polymère encapsulant en le brûlant et ainsi de séparer les différents éléments du module photovoltaïque (celles, verre et métaux)
- 2^{ème} manière : le traitement chimique. Il consiste à broyer l'ensemble du module puis à extraire des matériaux secondaires par fractions.

Une fois séparées des modules, les cellules subissent un traitement chimique qui permet d'extirper les contacts métalliques et la couche anti-reflet.

Les plaquettes recyclées sont alors :

- Soit intégrées dans le processus de fabrication de cellules et utilisées pour la fabrication de nouveaux modules
- Soit fondues et intégrées dans le processus de fabrication de lingots de silicium.

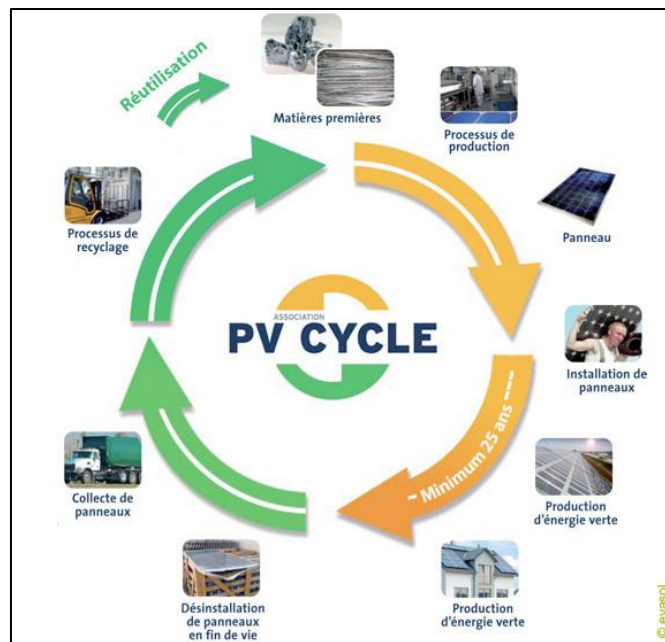


Figure 63 : Analyse du cycle de vie des panneaux photovoltaïques (Source : PV Cycle)

4.2.3.3. LA REMISE EN ETAT DU SITE

La société Green Energy 3000 GmbH s'engage ici même à remettre en état initial et conformément aux réglementations les surfaces mises à disposition pour le parc photovoltaïque à la fin de son exploitation.

Pour une bonne réalisation de la remise en état initial du site, des états des lieux, c'est-à-dire des documentations exactes sous forme de texte et de photos du site de construction avant et après la construction, sont obligatoires et prévus.

Ils permettent d'apprécier après la construction l'état des surfaces modifiées et les modifications apportées à l'environnement de la zone de construction. Ils permettent également de comparer de façon aisée les prévisions faites lors de la planification avec la réalité sur le terrain après la construction. Ils évitent donc tout conflit potentiel, rassurent les partenaires au projet et mettent le développeur et particulièrement les sociétés de construction sous-traitantes devant leurs responsabilités ; ceci sur la base d'un cahier des charges précis.

Ces états des lieux initiaux sont réalisés non seulement par les services de Green Energy 3000 GmbH en interne, mais également par un huissier indépendant pour garantir la légitimité et l'indépendance des informations relevées.

4.3. JUSTIFICATION DU PROJET RETENU

4.3.1. CONTRIBUTION DU PROJET AUX OBJECTIFS EUROPEENS, NATIONAUX ET REGIONAUX

Avec une production annuelle d'énergie verte estimée à environ 34 705 MWh, le futur parc photovoltaïque de Chevagnes devrait non seulement permettre d'alimenter jusqu'à 17 352 personnes en électricité renouvelable chaque année (en prenant une consommation annuelle de 2 000 kWh par an et par personne), mais également d'économiser environ 30 733 tonnes de CO₂ tous les ans ; soit 614 666 tonnes sur une période de 20 ans.

Ainsi, le projet de développement d'un parc photovoltaïque sur la commune de Chevagnes s'inscrit dans la volonté européenne, nationale et régionale de développement des énergies renouvelables et de lutte contre le réchauffement climatique.

En effet, avant le remaniement territorial et la fusion des régions, le Schéma Régional du Climat, de l'Air et de l'Énergie (SRCAE) de la région Auvergne avait fixé les objectifs suivants d'ici l'horizon 2020 :

- Un objectif de réduction de 15 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport à 2007 (soit -20 % par rapport à 1990)
- Un objectif de production d'énergies renouvelables équivalente à 30 % dans la consommation énergétique finale de 2020
- Un objectif de réduction de 22,4 % de la consommation énergétique finale par rapport à 2008.

Aujourd'hui, la région Auvergne Rhône-Alpes souhaite co-investir dans le domaine de la production énergétique afin de viser un taux de 36 % d'énergies renouvelables en 2030 pour 19 % actuellement.

Cet objectif est issu d'un document stratégique élaboré par Auvergne-Rhône-Alpes Energie Environnement, agence régionale.²

4.3.2. CHOIX DU SITE D'IMPLANTATION

La naissance du développement de ce projet photovoltaïque est survenue suite à une volonté de la propriétaire d'optimiser l'utilisation de ces terres. L'idée était de maintenir voir d'étendre l'activité agricole sur le site mais également de participer aux objectifs gouvernementaux dans le cadre du développement des énergies renouvelables et de la lutte contre le changement climatique. Le respect de l'environnement naturel, humain et physique du site reste au cœur même de ce développement.

² <https://www.enviscope.com/auvergne-rhone-alpes-vise-36-denergies-renouvelables-en-2030/>

Une Étude Préalable Agricole (ci-joint) a été menée pour donner suite à l'avis de l'autorité environnementale afin de démontrer l'impact réel du projet sur l'économie agricole en place. Cette étude établit que l'agriculture à mener sur le site lors de l'exploitation du projet équivaut à l'agriculture actuelle réalisée sur le site. Ainsi, on peut dire que le parc photovoltaïque associé à cette agriculture permet une continuité de l'utilisation de l'espace agricole et par extension une lutte marquée contre le changement climatique.

Une projection primaire a été faite, après le contact de la propriétaire du site afin d'évaluer les sites potentiels idéaux pour ce genre de projet sur la commune. A cette occasion, une friche a été identifiée à environ 500 mètres du site. Cependant, nous continuons à ce jour à essayer de convaincre les propriétaires afin qu'ils adhèrent à un tel projet mais ces derniers restent peu réceptifs à nos échanges et propositions.

Comme détaillé au point 3.5., le site d'implantation retenu pour le développement du parc photovoltaïque sur la commune de Chevagnes permet de suivre les objectifs suivants :

- Préserver la biodiversité
- Economiser l'espace
- Assurer l'utilisation durable des sols
- Protéger les paysages et améliorer le cadre de vie quotidien
- Assurer la faisabilité économique du projet

Le choix de ce site d'implantation permet donc en amont de la construction et de la mise en service du parc, d'éviter de nombreux impacts notamment paysager, architectural, culturel ou historique dans le périmètre de l'environnement naturel, physique (pas de zone de captage d'alimentation en eau potable par exemple) et humain (site facilement accessible, voisinage limité à quelques fermes isolées). De plus, en comprenant la mise en place d'un concept mixte, le parc photovoltaïque de Chevagnes répond à la problématique de pertes d'espaces agricoles et permet une revalorisation de terres non utilisées.

Ainsi, le site d'implantation choisi répond à tous les critères d'éligibilité pour le développement d'un parc photovoltaïque.

De plus, un certificat d'urbanisme a été délivré le 22 mai 2018 (dossier n°CUB 003 074 18 M0003) pour ce projet d'implantation d'un parc photovoltaïque sur la commune de Chevagnes (annexe 1).

4.3.3. CHOIX DU CONCEPT D'IMPLANTATION

Le concept d'implantation choisi dans le cadre du futur parc photovoltaïque de Chevagnes a été développé en prenant en compte les enjeux environnementaux. L'implantation a également été définie en concertation avec les experts naturalistes du bureau d'études EVINERUDE, afin d'éviter en amont de nombreux impacts.

Après la réalisation d'une première étude en 2015, quelques contraintes environnementales ont été relevées par les experts. Green Energy 3000 GmbH étant soucieux de l'environnement et de

la parfaite intégration de ses projets, le concept d'implantation du site a été modifié afin de palier aux différentes contraintes et de présenter un projet respectueux de l'environnement de son implantation. Ainsi la surface du site d'implantation qui était auparavant de 54 ha à été réduite à moins de 42 ha avec une surface des modules photovoltaïques réévaluée à 30,6 ha.

De plus, les **haies périphériques** utilisées par plusieurs espèces d'oiseaux, de mammifères, de reptiles et d'amphibiens comme habitat d'alimentation, de reproduction et de repos **seront conservées** et excluent de l'emprise du projet ce qui permet d'éviter des impacts sur ces groupes d'animaux mais également de réduire l'impact visuel du projet. Cependant, une partie de la haie centrale (arbustes et arbres) sera supprimée. Cette destruction n'aura pas d'impact sur la biodiversité du site.

En outre, le concept d'implantation développé par Green Energy 3000 GmbH propose une solution spécifique visant la valorisation des activités agricoles, la création de revenus complémentaires, le développement des énergies propres ainsi que la préservation de la biodiversité. En effet, grâce à une implantation adaptée des installations, le terrain mis à disposition peut être utilisé à la fois pour de l'élevage ovin et pour la production d'énergie solaire photovoltaïque.

4.3.4. ENGAGEMENTS DE GREEN ENERGY 3000 GMBH RELATIFS AU SUIVI DU PARC APRES SA MISE EN SERVICE

En tant que porteur de projet, fort de nombreuses expériences sur ces autres parcs photovoltaïques développés dans toute l'Europe, la société Green Energy 3000 GmbH s'engage à veiller à la sécurité des installations et à leur bon fonctionnement pendant toute la période d'exploitation du futur parc photovoltaïque de Chevagnes.

Par ailleurs, elle reconnaît la nécessité d'un suivi de qualité, afin de s'assurer que les mesures mises en œuvre pour éviter, réduire et suivre les impacts pressentis du projet sont effectivement bien adaptés à l'installation et à son environnement. De plus, la société s'engage dans le cadre du concept mixte, à faire venir un vétérinaire sur le site tous les 6 mois, qui s'assurera de la bonne gestion et de la mise en œuvre respectueuse de son environnement du concept mixte.

Ainsi, il est possible de conclure que le projet de développement d'un parc photovoltaïque sur la commune de Chevagnes répond aux objectifs stratégiques fixés par l'Union Européenne et la France, tout en préservant et enrichissant son environnement. En outre, il est important de noter ici que Green Energy 3000 GmbH s'engage à respecter toutes les réglementations en vigueur à toutes les étapes du développement de ce projet.