

Réponse aux compléments

## PROJET PHOTOVOLTAÏQUE

Saint-Martin-de-Bavel

N° dossier : 2023-ARA-KKP-4900  
Communes de Saint-Martin-de-Bavel  
Département de l'Ain  
Région Auvergne-Rhône-Alpes

Adresse du projet :

Sur les Veaux  
01510 SAINT-MARTIN-DE-BAVEL



# Table des matières

1.	Présentation du projet et des installations.....	4
1.1.	Présentation de l'état du terrain et de ses abords.....	4
1.2.	Chiffres clés du projet photovoltaïque.....	4
1.3.	Modules photovoltaïques.....	5
1.4.	Structures et fixations.....	5
1.5.	Chemins internes.....	6
1.6.	Clôtures et portails d'accès.....	6
1.7.	Equipements électriques annexes.....	8
1.8.	Le raccordement électrique.....	8
1.9.	Equipement de défense incendie.....	10
2.	Phase chantier.....	11
2.1.	Généralités.....	11
2.2.	Foncier dégradé.....	11
2.3.	Préparation du chantier.....	12
2.4.	Déboisement.....	12
2.5.	Aménagement des accès et des aires de grutage.....	13
2.6.	Mise en place des structures photovoltaïques.....	13
2.7.	Installation des réseaux de câbles.....	14
2.8.	Installation des locaux techniques.....	14
2.9.	Raccordement au réseau électrique public d'ENEDIS.....	14
2.10.	Essais, mise en service et repli du chantier.....	15
2.11.	Mesures en faveur de l'environnement et de la santé humaine.....	15
3.	Phase d'exploitation.....	15
3.1.	Surveillance de la centrale.....	16
3.2.	Maintenance et entretien des installations.....	16
3.3.	Entretien du site.....	17
3.4.	Sécurité sur le site.....	17
4.	Démantèlement, remise en état et recyclage.....	18
4.1.	Contexte réglementaire.....	18
4.2.	Durée de vie.....	18
4.3.	Démantèlement de l'installation et remise en état.....	18
4.4.	Collecte et recyclage des matériaux.....	19
	Fondations et structures porteuses.....	19
	Modules photovoltaïques.....	19
	Les onduleurs et transformateurs.....	22

## Table des illustrations

Figure 1 : Carte de localisation du projet - Source : Melvan.....	4
Figure 2 : Exemples de structures – Source : Melvan.....	5
Figure 3 : exemple d'enfonce-pieux – source : Rabaud SARL.....	6
Figure 4 : Exemple de clôture facilitant le passage de la petite faune - Source : Artifex.....	7
Figure 5 : passage à petite faune - Source : Artifex.....	7
Figure 6 : Exemple de poste de livraison – Source : Melvan.....	8
Figure 7 : Disponibilité du poste source de Brachay - Source : RTE.....	9
Figure 8 : Localisation du poste HTA/BT - Source : Elasticmap.....	9
Figure 9 : Répartition des différents composants d'un panneau photovoltaïque (Source : Soren) .....	20
Figure 10 : Fragments de silicium et granulés de verre.....	21
Figure 11 : Démantèlement, recyclage et valorisation des composants d'un module photovoltaïque .....	21

# 1. Présentation du projet et des installations

## 1.1. Présentation de l'état du terrain et de ses abords

Le terrain concerné par le projet photovoltaïque de Saint-Martin-de-Bavel se situe en région Auvergne Rhône-Alpes, dans le département de l'Ain, et s'inscrit dans le territoire de la Communauté de Communes Bugey Sud et plus précisément sur les Commune de Saint-Martin-de-Bavel.



Figure 1 : Carte de localisation du projet - Source : Melvan

Le site concerné est donc composé d'une seule parcelle d'une superficie de 2,2 ha.

Il s'agit d'une ancienne décharge créée dans les années 60 et aujourd'hui fermée. A ce titre, il s'agit donc d'un foncier dégradé depuis de nombreuses années sur lequel les enjeux environnementaux sont extrêmement réduits.

## 1.2. Chiffres clés du projet photovoltaïque

Type de projet	Photovoltaïque sol
Surface clôturée	Environ 1,3 ha
Puissance installée	Max 999 kWc
Productible	1265 kWh/kWc
Production	1462 MWh/an
Nombre de panneaux	Max 1794
Nombre tables	Max 69
Surface panneaux réelle	4 824 m <sup>2</sup>
Surface panneaux projetée	4534 m <sup>2</sup>
Surface à déboiser	Environ 8 000 m <sup>2</sup>



### 1.3. Modules photovoltaïques

Le parc photovoltaïque sera composé d'environ 69 tables photovoltaïques. Chaque module dispose d'une puissance unitaire de 550 Wc.

Les modules à base de silicium répondent à une technologie éprouvée, qui apporte des garanties en termes de fiabilité et de rendement, capables de s'inscrire dans le temps.

### 1.4. Structures et fixations

Par groupe de 26, les modules seront fixés sur 69 structures métalliques d'ombrières.

Chaque table aura une longueur d'environ 15,22 mètres et une largeur de 4,60 mètres (projetées au sol). Les tables auront une inclinaison de 20° et seront orientées plein sud avec un espacement de 3,90 mètres entre les rangées (ce qui permet notamment le passage des véhicules du SDIS en cas de besoin).

Les tables auront un point bas à 0,8 mètres et un point haut situé à 2,6 mètres maximum.

La technologie pressentie pour les ancrages est l'utilisation de pieux battus dans le sol, **sans fondation en béton**.

Celle-ci est peu impactante pour le terrain récepteur. Les avantages sont multiples :

- temps de pose inférieur à celui nécessaire pour des pieux tarières ;
- procédé parmi les moins bruyants lors de la phase travaux ;
- réduction de façon importante des dégâts occasionnés au sol et à l'environnement (l'emprise au sol est négligeable et aucun travaux de terrassement n'est nécessaire) ;
- réversibilité totale de la centrale solaire. A la fin de l'exploitation, ces pieux sont simplement « dévissés » et exportés pour recyclage hors du site.

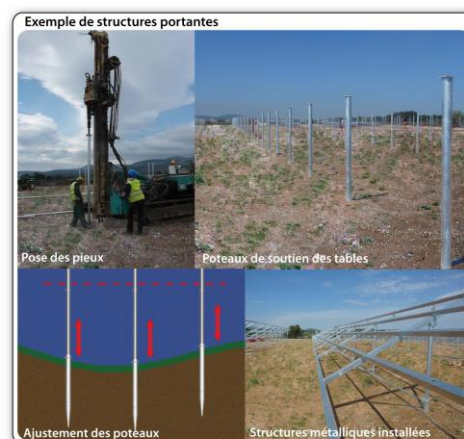


Figure 2 : Exemples de structures – Source : Melvan

Les structures permettent un ajustement exact de la hauteur grâce à un système télescopique. Les aspérités de terrain peuvent ainsi être égalisées rapidement et facilement à l'aide de ce système.

La hauteur réglable permet également de garantir la présence de lumière diffuse pour le développement de la végétation sous-jacente.



Figure 3 : exemple d'enfonce-pieux –  
source : Rabaud SARL

Elles présentent une grande durée de vie et sont facilement démontables. Il procure une transparence hydraulique quasi-totale. Leur mise en place se fera au moyen d'un engin similaire en taille à une sondeuse de sols. La couche de galvanisation est adaptée à la salinité des terrains en place afin d'assurer la stabilité des structures dans le temps. A la fin de l'exploitation, l'implantation des tables est ainsi entièrement réversible ; ces pieux sont enlevés. Dans tous les cas, l'installation ne nécessite aucune fondation en béton.

L'ensemble des composants de la structure est assemblé par boulonnage.

Le projet se trouvant sur une ancienne décharge identifiée au fichier Basol, des préconisations particulières pourront être adoptées à la suite de l'étude géotechnique réalisée en amont de la construction. Ainsi, en fonction des caractéristiques du sol et la présence éventuelle de polluants sur le site, les fondations de la centrale pourront être réalisées en longrine, des éléments linéaires en béton armé posés sur le sol. Cette approche personnalisée assure une adaptation précise aux conditions particulières du site tout en préservant l'intégrité du sol.

## **1.5. Chemins internes**

Pour la bonne circulation des exploitants et des équipes de maintenances, des **pistes internes** sont prévus dans le design du projet, permettant de circuler à l'intérieur de la surface clôturée (largeur : 5m). Un accès extérieur reliera les deux parties de la centrale.

## **1.6. Clôtures et portails d'accès**

### Clôture

L'ensemble du parc photovoltaïque sera clôturé. Elle sera aménagée pour permettre le passage de la petite faune. En effet, les clôtures qui entourent le site ont tendance à provoquer un isolement des biotopes en limitant les possibilités de déplacement de la petite faune (effet barrière). Pour entraver le moins possible les déplacements de la petite faune terrestre, le grillage de la clôture présentera des mailles ou des passages permettant de faciliter le passage de la petite faune sur le site.

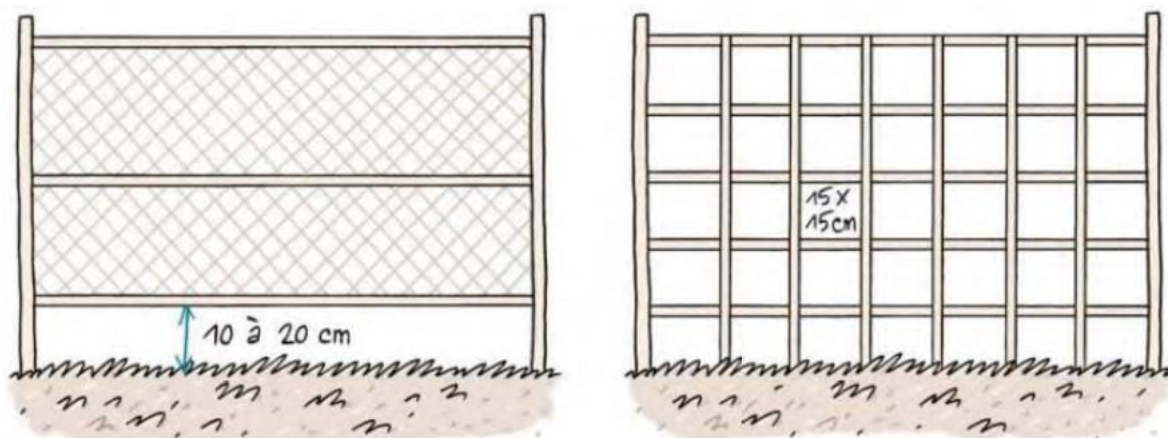


Figure 4 : Exemple de clôture facilitant le passage de la petite faune - Source : Artifex

Toutefois, si la taille choisie pour les mailles est inférieure à 15 cm et si le grillage ne dispose pas d'un espace libre de 20 cm entre le sol et sa rangée de mailles la plus basse, il est nécessaire de créer des passages à faune, espaces de 20 cm x 20 cm dans la clôture au ras du sol, répartis tous les 10 mètres, pour permettre la circulation de la petite faune et en particulier. Les passages et les mailles doivent permettre le déplacement sans risque d'accrochage. Pour cela, les éléments susceptibles d'accrocher ou de blesser, comme les extrémités des fils de fer, seront rendus inoffensifs (par exemple : rentrés, limés, etc.).



Figure 5 : passage à petite faune - Source : Artifex

### Portail

Un portail à deux vantaux fermant à clé interdira l'accès à l'ensemble du site aux personnes non autorisées. Le portail sera situé à l'entrée de chaque partie de la centrale, au nord de la zone projet (Cf. plan de masse).

## 1.7. Equipements électriques annexes

Le courant produit par les modules photovoltaïques sera acheminé vers des onduleurs qui permettront de passer du courant en courant alternatif basse tension. Des onduleurs seront fixés sur les ombrières photovoltaïques. Des transformateurs permettront ensuite d'élever la tension du courant pour la rendre compatible avec le réseau public HTA (convertissent l'électricité de 800 volts à 20 000 volts). Dans le cadre du projet, un transformateur sera installé dans le poste de livraison. Ce dernier comportant les équipements électriques nécessaires au bon fonctionnement de la centrale photovoltaïque.

1 poste de livraison et de transformation sera installé sur la centrale de Saint-Martin-de-Bavel. Il sera situé à l'entrée du site (Cf. Plan de masse). Le bâtiment sera de type préfabriqué et de couleur RAL 6005 « vert mousse » ou équivalent.

Il présentera une surface au sol de 24 m<sup>2</sup> (longueur : 8 m x largeur : 3 m et hauteur : 3,5 m).

Les locaux techniques seront équipés de bacs de rétention, afin de prévenir des éventuelles fuites d'huile.



Figure 6 : Exemple de poste de livraison – Source : Melvan

## 1.8. Le raccordement électrique

Dans le cas du projet de centrale photovoltaïque de Saint-Martin-de-Bavel, le raccordement final est sous la responsabilité d'ENEDIS, le gestionnaire du réseau. Le raccordement électrique est souterrain selon les normes en vigueur.

Le poste source le plus proche est le poste de Brachay sur la commune de Culoz, à environ 8,7 km. Sa capacité d'accueil disponible de 2,5 MW est suffisante pour permettre le raccordement du projet de Saint-Martin-de-Bavel.



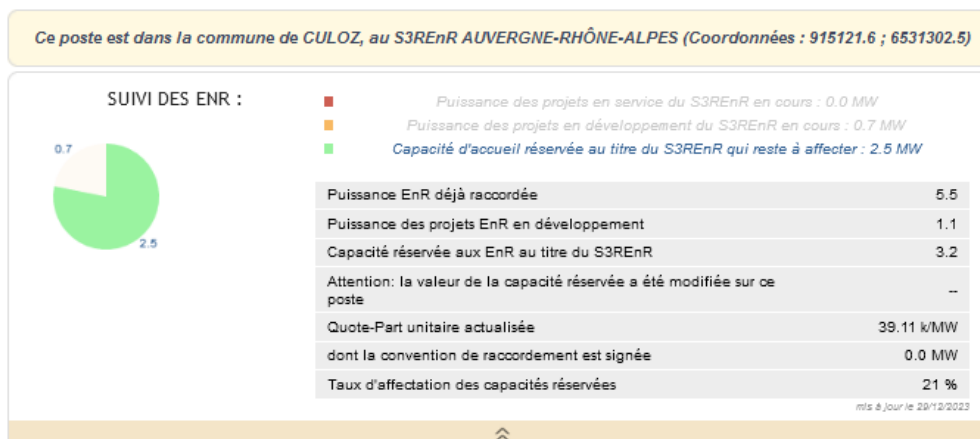


Figure 7 : Disponibilité du poste source de Brachay - Source : RTE

Cependant, la faible puissance du projet permet d'envisager son raccordement sur un poste HTA/BT plus proche. Le poste HTA/BT le plus proche avec la capacité d'accueil suffisante est situé à proximité immédiate du site :



Figure 8 : Localisation du poste HTA/BT - Source : Elasticmap

L'emplacement de ce poste HTA/BT situé à proximité immédiate du site permet d'envisager un raccordement dans des conditions budgétaires acceptables par rapport à l'équilibre économique du projet. De ce fait également, les impacts liés au raccordement du projet seront extrêmement réduits.

## 1.9. Equipement de défense incendie

Plusieurs mesures de défense incendie ont été prévues dans le cadre du projet :

- Un espacement de 3 mètres entre les rangées de panneaux, ce qui permet notamment le passage des véhicules du SDIS en cas de besoin ;
- La mise en place d'une piste interne (cf. plan de masse) ;
- La mise en place d'un portail adapté aux dispositifs d'ouverture des sapeurs-pompiers (clé polycoise).

La centrale photovoltaïque sera aussi conçue en respectant les dispositions réglementaires en matière de prévention contre les risques incendies et de panique, notamment les préconisations du guide UTE C15-712-1.

Tableau 1 : Mesures de sécurité

MESURE	DETAILS
Installation des organes de coupure de type interrupteurs/sectionneurs afin de réaliser la coupure du flux électrique DC provenant des panneaux solaires en cas d'intervention des sapeurs-pompiers	Dans toutes les boites de jonction ou de connexion
	Au plus près des panneaux photovoltaïques
	Sectionneurs manœuvrables par les pompiers, à distance et depuis le niveau d'accès secours
Indications à proximité des organes électriques sous panneaux (panneaux d'information)	Plan synoptique de l'installation,
	Plan de visualisation des dispositions de coupure AC et DC
	Signalétique des parties du réseau en toiture restant sous tension permanente
	Signalétique des dangers de l'électrification
	Signalétique indiquant la présence de 2 sources différenciées de tension électrique (réseau & photovoltaïque)
	Signalétique sur l'interdiction de procéder à des déconnexions en charge des câbles électriques et connecteurs DC accessibles
Equipements du local technique	Extincteur adapté à l'extinction d'un feu d'origine électrique (minimum 2 extincteurs CO2 de 2 kg)
Installation d'une signalétique adaptée sur le poste de livraison	Des panneaux « ATTENTION PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES SOUS TENSION » en lettres blanches sur fond rouge seront installés sur le poste de livraison
Absence de rejets d'eaux usées	Aucun rejet d'eaux usées n'aura lieu sur cette installation ; concernant les eaux pluviales, les modifications engendrées par le projet ne modifieront pas l'état actuel
Arrêt d'urgence	Un système d'arrêt d'urgence type « Coup de poing » sera mis en place coupant en cas d'urgence l'alimentation des TGBT.

Ainsi, ces équipements et mesures permettront, le cas échéant, d'assurer une sécurité efficiente en cas d'incendie.

## **2. Phase chantier**

### **2.1. Généralités**

La phase de chantier durera environ 2 mois et seront effectués entre septembre et novembre pour limiter au maximum les impacts sur la biodiversité. L'effectif prévu sur le chantier pourra varier de 3 à 5 personnes environ, selon les phases de travaux.

Une base de vie sera aménagée sur la zone de chantier qui sera clôturée dès le début des travaux. Celle-ci comportera des préfabriqués (bureau, vestiaire, sanitaires), et une aire de stockage des matériaux et des engins.

La phase de préparation du sol et de génie civil sera réduite ; elle ne nécessitera l'utilisation que de quelques engins de chantier de type pelle hydraulique, boueur pour la création des pistes, chariot élévateur, dérouleurs de câbles, etc.

Le transport des panneaux, et des supports sera effectué par camions à raison d'environ 7 camions par MWc installé, soit environ 7 camions pour le projet concerné, à savoir :

- environ 4 camions pour les panneaux, à raison de 250 kWc par camion,
- 1 camion pour l'acheminement des locaux techniques et onduleurs ;
- 2 camions pour la livraison des systèmes de support, câble électrique et fournitures diverses.

Enfin, la pose du câble de raccordement le long des axes routiers existants, est effectuée au moyen d'une trancheuse permettant de creuser et déposer le câble au fond de la tranchée de façon continue et très rapide. Le remblaiement est effectué manuellement immédiatement après le passage de la machine.

Des règles de sécurité et de protection de l'environnement seront fixées aux différents prestataires intervenant sur site. Les règles de bonne conduite environnementale seront indiquées, en particulier, concernant la prévention des risques de pollution accidentelle, l'utilisation de l'espace, le bruit et la poussière, la circulation sur les voiries et la remise en état des accès.

Tout au long du chantier, il est accordé une attention particulière à la gestion des déchets. Ceux-ci sont triés (matériaux recyclables ou non) et regroupés dans des conteneurs adaptés.

### **2.2. Foncier dégradé**

Le projet de construction de la centrale photovoltaïque se déroule sur un terrain précédemment utilisé comme décharge, répertorié dans le fichier Basol sous le code d'identification SSP0011502. Étant donné l'objectif de la municipalité de fermer définitivement cette décharge, le projet photovoltaïque présente un triple avantage. Il permettra non seulement de clôturer et de surveiller le site pour prévenir les dépôts illégaux, mais aussi de réhabiliter un terrain

actuellement dégradé. De plus, il contribuera à la promotion des énergies renouvelables en alignement avec les objectifs du Plan Pluriannuel de l'Énergie (PPE2).

La décharge initiale a été établie le 20 novembre 1965 et a été étendue le 3 juillet 1972, avant d'être définitivement fermée au début des années 1990. Par la suite, la municipalité a autorisé l'élimination de déchets inertes sur le site jusqu'en 2002, et actuellement, seuls quelques déchets verts municipaux sont encore acceptés. Cependant, la municipalité a l'intention de fermer officiellement la décharge.

En raison du risque de contamination du sol résultant de l'activité passée de la décharge, des mesures particulières seront mises en place, notamment un travail minimal du sol pour éviter tout déplacement potentiel de polluants. Selon les informations du fichier Basol, lors de l'inspection du 20 septembre 2010, aucun rejet de lixiviats ou de biogaz n'a été constaté sur le site. Par conséquent, les fondations envisagées sont des pieux battus. Cependant, une étude géotechnique préalable à la construction sera réalisée, et en fonction des résultats obtenus sur site, le type de fondation pourra être modifié, éventuellement par l'utilisation de longrines posées directement sur le sol, préservant ainsi l'intégrité du terrain.

### **2.3. Préparation du chantier**

La préparation du site est estimée environ 15 jours. En tout premier lieu, un géomètre aura la charge de la délimitation de l'emprise foncière.

La clôture et la base vie seront mises en place en début du chantier, l'accès sera strictement réservé aux seules personnes habilitées. La base vie, d'une superficie de 500 m<sup>2</sup> environ, permet d'accueillir les entrepreneurs pour la période de construction de la centrale solaire et constitue une zone de stockage.

### **2.4. Déboisement**

La phase de déboisement sera planifiée afin de limiter le dérangement de la faune et d'adapter le calendrier des travaux au cycle biologiques des espèces présentes. Pour cela les opérations seront organisées en plusieurs étapes.

La première étape, le débroussaillage, impliquera l'utilisation d'un broyeur forestier adapté et d'un tracteur pour éliminer le couvert ligneux non valorisable, préalablement ou simultanément à la coupe. Cette opération facilitera l'accès aux arbres à abattre et permettra d'assurer des conditions de sécurité optimales.

L'abattage des arbres et arbustes, manuel ou semi-mécanisé, sera réalisé par des professionnels équipés de tronçonneuses, d'ébrancheurs et d'autres outils spécialisés. Le choix de la méthode sera adapté au terrain, favorisant le bûcheronnage manuel dans des zones inaccessibles aux équipements lourds.

Le débardage, qui suivra l'abattage, se fera à l'aide de techniques appropriées telles que le traînage mécanisé ou le portage. Ces méthodes seront sélectionnées en fonction des



caractéristiques du site, en veillant à réduire au minimum les impacts sur les sols et à préserver l'intégrité de l'écosystème local.

L'organisation de la période d'abattage sera méticuleusement planifiée afin d'éviter toute perturbation des cycles biologiques des espèces locales. La période allant de mars à août est particulièrement délicate en raison de la reproduction active de nombreuses espèces animales, tandis que de novembre à mars, plusieurs espèces entrent en phase d'hibernation. Afin de réduire au minimum les risques de dérangement, les opérations de déboisement et de travaux seront programmées entre septembre et octobre.

La durée des travaux, estimée à 15 jours, sera planifiée de manière continue, sans interruption excédant deux semaines. Cette continuité assurera une progression efficace du déboisement tout en limitant les dérangements potentiels pour la faune et la flore environnantes.

## **2.5. Aménagement des accès et des aires de grutage**

Les éléments constitutifs du projet sont de taille modeste. Leur acheminement jusqu'au site d'implantation se fera par camions en empruntant le réseau local, départemental ou national. Les voies existantes pour accéder jusqu'à l'entrée du site semblent adaptées au passage des engins de chantier nécessaires à la construction de la centrale.

La construction du parc solaire génèrera une circulation de l'ordre de 1 camions par jour ouvré en moyenne sur toute la durée du chantier. Des pistes d'accès ainsi que des aires de grutage des postes électriques seront créées dans l'enceinte du parc afin de faciliter l'accès lors de la phase d'exploitation / maintenance et selon les préconisations du SDIS33. Deux types de pistes seront mises en place, des pistes empierrées et des pistes enherbées.

## **2.6. Mise en place des structures photovoltaïques**

La solution technique d'ancrage est fonction de la structure, des caractéristiques du sol ainsi que des contraintes de résistance mécanique telles que la tenue au vent ou a des surcharges de neige.

Globalement, il existe deux techniques de fixation au sol : les pieux battus/vissés et les plots en béton (fondations superficielles ou enterrées).

En ce qui concerne le projet de centrale photovoltaïque, la solution de pieux battus semble la plus appropriée sur la totalité de la zone. Cette possibilité sera validée avant implantation par une étude géotechnique afin de sécuriser les structures et les soumettre à des tests d'arrachage, en général ils sont enfoncés dans le sol jusqu'à environ 1,60 mètres de profondeur. Effectivement en fonction de la nature du sol, les pieux seront plus ou moins enfouis. Leur mise en place se fera au moyen d'un engin similaire en taille à une sondeuse de sols.

Les panneaux photovoltaïques sont ensuite vissés sur les supports en respectant un espacement d'environ 2 cm entre chaque panneau afin de laisser l'eau s'écouler dans ces interstices.

## **2.7. Installation des réseaux de câbles**

Un réseau électrique interne à la centrale sera mis en œuvre afin d'interconnecter les différents éléments entre eux : entre les panneaux photovoltaïques sous les structures puis jusqu'aux onduleurs (ces derniers sont fixés sous les tables le long des pieux) ; des différents onduleurs jusqu'aux transformateurs (réseaux enterrés) ; de chaque transformateur jusqu'au poste de livraison (réseau enterrés) en limite de clôture de la centrale photovoltaïque.

À la sortie de la centrale solaire, au niveau du poste de livraison, une liaison avec le réseau public d'électricité sera réalisée par le gestionnaire du réseau public de distribution. (voir paragraphe : Raccordement au réseau électrique public d'ENEDIS)

## **2.8. Installation des locaux techniques**

En amont de l'arrivée des locaux techniques (poste de livraison et postes de transformation), une excavation sera réalisée sur environ 80-90 cm de profondeur. Un lit de sable sera posé en fond de fouille. Les postes seront déposés sur le lit de sable à l'aide d'une grue de façon à enterrer 60 cm environ. Cette partie enterrée sera utilisée pour le passage des câbles des réseaux sur site à l'intérieur des postes. Les matériaux excavés seront réutilisés pour les remblaiements (si besoin) si leurs propriétés mécaniques le permettent. Sinon, ils seront régalez sur place afin d'éviter leur évacuation.

L'équipotentialité des terres est assurée par des conducteurs reliant les structures et les masses des équipements électriques, conformément aux normes en vigueur.

## **2.9. Raccordement au réseau électrique public d'ENEDIS**

Le raccordement au réseau est un paramètre technico-économique nécessaire à prendre en compte dans le cadre d'un projet de cette nature. Il est en effet indispensable de connaître les conditions (parcours, délai, coût) de raccordement de la centrale au réseau public de distribution de l'électricité HTA/HTB pour finaliser la réalisation du projet. Le raccordement est réalisé sous maîtrise d'ouvrage d'Enedis (applications des dispositions de la loi n°85-704 du 12 juillet 1985, dite « MOP »). La solution de raccordement sera définie par ENEDIS dans le cadre de la Proposition Technique et Financière soumise au producteur, demandeur du raccordement.

Selon la procédure d'accès au réseau, Enedis étudie, à la demande du producteur, les différentes solutions techniques de raccordement et a obligation de lui présenter la solution au moindre coût.

Les travaux de construction/aménagement des infrastructures à faire par Enedis démarrent généralement une fois que la Convention de Raccordement a été acceptée et signée par le producteur. Si de nouvelles lignes électriques doivent être installées, elles seront systématiquement enterrées par Enedis et suivront prioritairement la bordure de la voirie existante (concession publique), aucune ligne aérienne ne sera créée.

Le choix définitif du tracé de raccordement sera imposé par Enedis une fois le permis de construire obtenu.

## **2.10. Essais, mise en service et repli du chantier**

Préalablement à la mise en service, des tests de fonctionnement seront réalisés. Ils visent à s'assurer du bon fonctionnement de l'ensemble des composantes de la centrale d'un point de vue électrique et de contrôle à distance (supervision). Si les tests sont favorables, la centrale sera mise en service.

La base vie sera alors démontée :

- Les bâtiments seront réacheminés vers un autre chantier ;
- la plateforme logistique sera démontée ;
- le site d'installation de la base vie sera remis en état.

## **2.11. Mesures en faveur de l'environnement et de la santé humaine**

Afin de limiter les impacts environnementaux du projet photovoltaïque, plusieurs mesures ont été planifiées.

Tout d'abord, une stratégie d'évitement a été adoptée, excluant les zones à forts enjeux environnementaux, notamment la proximité de la rivière au nord. Cette approche garantit la préservation des écosystèmes sensibles.

Dans le souci de préserver la perméabilité écologique, les clôtures seront adaptées pour permettre le passage de la petite faune (cf. 1.6 Clôtures et portails d'accès).

Les travaux de chantier, particulièrement ceux nécessitant des engins lourds, seront programmés par temps sec pour réduire les risques de compaction du sol et de formation d'ornières. L'utilisation d'engins légers dotés de pneus à basse pression sera privilégiée autant que possible, contribuant ainsi à minimiser l'impact sur la structure du sol. Les tranchées créées pour le raccordement électrique seront remblayées rapidement pour éviter tout drainage d'eau ou risque de piège pour la faune. La limitation de la vitesse des engins contribuera à réduire au maximum le risque de destruction d'individus et limiter le dérangement pour la faune.

La période de travaux a été délibérément planifiée entre septembre et novembre, une période caractérisée par la plus faible sensibilité écologique et seront exclusivement réalisés en journée. Cela assure une moindre perturbation des écosystèmes locaux lors des activités de construction.

## **3. Phase d'exploitation**

Les opérations relatives à l'exploitation d'une centrale photovoltaïque sont très limitées et consistent en la gestion continue et optimale, grâce à des systèmes de supervision et une équipe de maintenance. Les outils d'exploitation et de suivi de production les plus récents seront utilisés, afin de garantir une productivité optimale à l'ensemble de la centrale.

Ainsi, les interventions sur site consistent à de petites maintenances et à l'entretien de la centrale. Ces prestations seront réalisées par une ou des sociétés locales.

### **3.1. Surveillance de la centrale**

Le fonctionnement des installations sera contrôlé à distance, grâce à un système de télésurveillance et d'enregistrement des données de la centrale.

Le dispositif de supervision permet de disposer en temps réel de différents paramètres : contrôle de la production, détection d'anomalie et panne, historiques...

Les informations visualisables proviennent des capteurs et automatismes installés au sein des différents équipements de l'installation : poste de transformation et poste de livraison. Les valeurs instantanées et cumulées seront visualisables sur place et à distance.

Le logiciel de supervision à distance permettra à l'exploitant de visualiser l'ensemble des informations relatives aux dysfonctionnements comme par exemple un disjoncteur ouvert, un onduleur hors service, une alarme incendie.... Grâce à son analyse et à cet outil, il pourra initier les actions correctives nécessaires.

Aussi, les messages d'alerte émis seront analysés, afin d'initier ces actions.

Par ailleurs, l'injection de l'électricité sur le réseau de distribution (local ou public) est également contrôlée. En cas de surcharge du réseau public, la puissance injectée est automatiquement limitée. De même, en cas de défaut sur le réseau, la centrale photovoltaïque est découplée du réseau, jusqu'au retour à la normale.

La centrale photovoltaïque sera également dotée d'un système de gardiennage.

### **3.2. Maintenance et entretien des installations**

En phase d'exploitation, la maintenance des installations est minime surtout en l'absence de système de tracking. Il s'agit principalement de maintenance préventive, comprenant diverses opérations de vérifications et de contrôles visuels, et dans une moindre mesure, de maintenance corrective.

#### Maintenance préventive

La maintenance préventive contribue à améliorer la fiabilité des équipements (sécurité des tiers et des biens) et la qualité de la production. Elle se traduit par la vérification du bon fonctionnement électrique (systèmes de ventilation et de filtration) et d'interventions sur les équipements, par le remplacement de certaines pièces en voie d'usure et par l'inspection et le nettoyage des armoires électriques deux fois par an.

Le nettoyage des locaux techniques est en effet important, afin d'assurer une bonne aération des composants électroniques.

L'entretien des installations techniques sera conforme aux bonnes pratiques et lois en vigueur pour leur bon fonctionnement. Les installations électriques seront contrôlées une fois par an par un organisme habilité et qualifié. Un plan de maintenance préventif sera élaboré.



### Maintenance corrective

Il s'agit de l'intervention ponctuelle d'une équipe technique sur la centrale après déclenchement d'une alarme d'alerte ou de constat d'un dysfonctionnement (panne onduleurs, perte de communication, réception d'un message d'erreur, etc.). Les opérations de maintenance corrective consistent principalement à remplacer les éléments ou composants défectueux ou abîmés, et à remplacer les éléments électriques au fur et à mesure de leur vieillissement.

### Équipe d'intervention

Deux à trois visites seront planifiées par an. Durant les visites, la maintenance technique et l'entretien du site (travaux de fauchage, réparations, etc.) sont effectués avec 2-3 personnes. Indépendamment de la maintenance habituelle, les techniciens interviennent sur site en cas de souci technique pour dépanner la centrale (cf *paragraphes ci-dessus*). En moyenne 6 interventions /an de ce type sont nécessaires.

### Entretien des panneaux

L'empoussièrement ou l'encrassement des modules photovoltaïques (poussière, pollens...) peuvent engendrer la diminution de leur rendement. Leur entretien sera minimal, d'autant plus que les pluies sont régulières dans la région. Une vérification régulière est néanmoins indispensable.

Dans le cas des installations photovoltaïques, les principales tâches de maintenance curative sont les suivantes :

- Nettoyage éventuel des panneaux solaires ;
- Nettoyage et vérifications électriques des onduleurs, transformateurs et boîtes de jonction ;
- Remplacement des éléments éventuellement défectueux (structure, panneau...) ;
- Remplacement ponctuel des éléments électriques à mesure de leur vieillissement ;
- Vérification des connectiques et échauffements anormaux.

L'exploitant procédera à des opérations de lavage dont la périodicité sera fonction de la salissure observée à la surface des panneaux photovoltaïques. Le nettoyage s'effectuera à l'aide d'une lance à eau haute pression sans aucun détergent.

## **3.3. Entretien du site**

L'entretien du site s'effectuera sous la forme d'opérations de fauchage mécanique. Enfin, l'accès au site sera maintenu en bon état de propreté et d'entretien.

## **3.4. Sécurité sur le site**

L'exploitation et la maintenance du site photovoltaïque par le personnel d'intervention peuvent être à l'origine des risques principaux suivants : chute, accident électrique, brûlures, blessures lors d'opération de manutention ou d'entretien.

La mise en place de plusieurs mesures de prévention et de règles simples permet d'éviter ces risques :

- Interventions réalisées par un personnel qualifié et habilité,
- Formation du personnel (réglementation, risques, consignes de sécurité, procédures...),
- Isolement des matériels électriques et procédure de consignation,
- Respect des normes électriques en vigueur et vérification annuelle des équipements,
- Détention d'une habilitation pour l'accès au poste de transformation et de livraison.

L'accès au site sera interdit à toute personne non autorisée.

## **4. Démantèlement, remise en état et recyclage**

### **4.1. Contexte réglementaire**

Le démantèlement des installations photovoltaïques et la gestion des déchets qu'il engendre entre dans le cadre de la directive 2002/96/CE relative aux déchets d'équipements électriques et électroniques, dite directive DEEE ou D3E. Elle a été transposée en droit français par le décret n°2014-928 du 22 août 2014, modifiant les articles R.543-1472 à 206-4 du Code de l'environnement (sous-section relative aux DEEE). L'objectif est d'encadrer une filière de gestion spécifique des DEEE, sur le principe de la responsabilité élargie des producteurs.

Dans le respect de cette directive, les fabricants d'onduleurs doivent depuis 2005, réaliser à leurs frais la collecte et le recyclage de leurs produits. Suite à sa révision en 2012, les fabricants des panneaux photovoltaïques doivent désormais également respecter les obligations de collecte et de recyclage des panneaux, à leur charge.

### **4.2. Durée de vie**

Les modules photovoltaïques actuellement sur le marché sont encore en mesure de produire environ 80% de leur puissance initiale après 25 ans, ce qui est garanti par les fabricants. La fin de vie reste donc à l'appréciation du producteur.

La durabilité des structures est garantie par les constructeurs pendant 30 ans.

L'obligation de démantèlement interviendra à la fin de la période d'exploitation de la centrale.

### **4.3. Démantèlement de l'installation et remise en état**

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

La remise en état du site se fera à l'expiration du bail ou bien dans toutes circonstances mettant fin au bail par anticipation (résiliation du contrat d'électricité, cessation d'exploitation, bouleversement économique...). Toutes les installations seront démantelées :

- Le démontage des tables de support y compris les pieux battus ;
- Le retrait des locaux techniques (transformateur, et poste de livraison) et citernes incendie ;

- L'évacuation des réseaux câblés, démontage et retrait des câbles et des gaines ;
- Le démontage de la clôture périphérique.

Les délais nécessaires au démantèlement de l'installation sont de l'ordre de 3 mois.

Le démantèlement en fin d'exploitation se fera en fonction de la future utilisation du terrain. Ainsi, il est possible que, à la fin de vie des modules, ceux-ci soient simplement remplacés par des modules de dernière génération ou que la centrale soit reconstruite avec une nouvelle technologie, ou bien que les terres redeviennent vierges de tout aménagement.

Ces opérations seront intégralement prises en charge par le Maître d'ouvrage.

#### **4.4. Collecte et recyclage des matériaux**

La collecte des déchets engendrés englobe la logistique liée à l'étiquetage, au stockage et au transport des déchets vers les filières et centres de traitement adaptés.

La plupart des matériaux utilisés dans l'installation photovoltaïque est recyclable : fer, aluminium, cuivre. Ils sont récupérés, revendus et/ou recyclés.

##### **Fondations et structures porteuses**

Les pieux et structures porteuses des panneaux photovoltaïques étant métalliques, les filières de retraitement sont bien identifiées et leur recyclage sera réalisé en conséquence.

##### **Modules photovoltaïques**

Le procédé de recyclage des modules est un simple traitement thermique qui permet de dissocier les différents éléments du module permettant ainsi de récupérer séparément les cellules photovoltaïques, le verre et les métaux (aluminium, cuivre et argent). Le plastique comme le film en face arrière des modules, la colle, les joints, les gaines de câble ou la boîte de connexion sont brûlés par le traitement thermique.

Le fournisseur/importateur de panneaux solaires retenu pour la réalisation des projets aura l'obligation contractuelle de se conformer au décret n°2014-928 concernant la collecte et le retraitement des panneaux solaires. À ce titre, le respect de cette norme et l'adhésion à Soren (anciennement PV CYCLE) lui sont imposés. L'éco participation correspondante à la collecte et au recyclage via la filière Soren est facturée par le fournisseur/importateur à la Société de projet.



L'éco-organisme Soren regroupe des fabricants européens de panneaux photovoltaïques et structure aujourd'hui le réseau de collecte et de traitement des panneaux solaires photovoltaïques usagés sur l'ensemble du territoire métropolitain et ultramarin. Depuis 2015, ce sont plus de 16 000 tonnes de panneaux solaires qui ont été collectées.

Lorsqu'un distributeur signe un contrat avec un éco-organisme pour la prise en charge de ses DEEE (Déchets d'équipements électriques et électroniques), il a l'obligation de remettre tous les anciens équipements qu'il collecte à sa filière agréée.

L'éco-participation représente une contribution environnementale s'appliquant à chaque panneau photovoltaïque neuf et permettant de financer et de développer les opérations de collecte, de tri et de recyclage actuelles et futures. Ainsi le barème des éco-participations est modulé en fonction du poids et des différentes technologies de panneaux photovoltaïques mis sur le marché.

Soren est l'éco-organisme agréé par les pouvoirs publics pour la collecte et le traitement des panneaux photovoltaïques en France. Celui-ci 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, leur date de mise sur le marché ou leur technologie.

En 2021, Soren compte 232 points d'apport volontaire, plus de 5 sites de traitement et 340 adhérents.

Pour la collecte, si la quantité de panneaux est inférieure à 40, le détenteur doit se renseigner sur le point d'apport volontaire le plus proche et y déposer ses panneaux. Dans le cas contraire, si la quantité est supérieure à 40 panneaux, il est nécessaire de remplir une demande en ligne sur [www.soren.eco](http://www.soren.eco) pour que Soren vienne collecter les équipements usagers.

Lors du démantèlement de la centrale photovoltaïque, une demande de collecte sur site devra être réalisée par la société de projet.

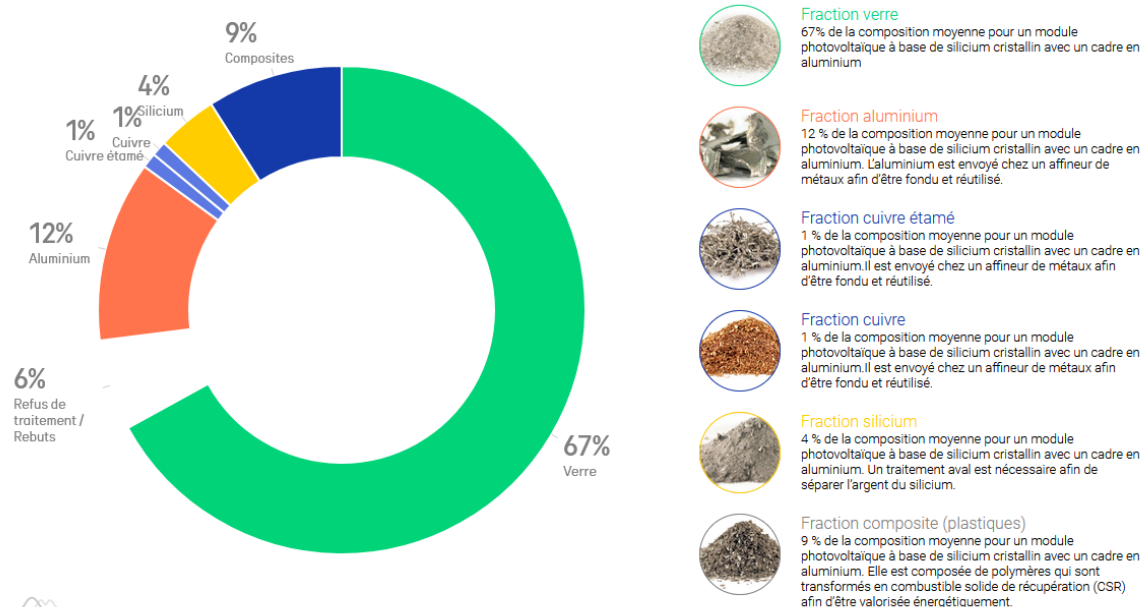


Figure 9 : Répartition des différents composants d'un panneau photovoltaïque (Source : Soren)

Trois étapes constituent l'opération de recyclage des modules photovoltaïques à base de silicium cristallin :



- Le **traitement mécanique** consiste à séparer mécaniquement les câbles, les boîtes de jonction et les cadres métalliques.
- Le **traitement thermique** consiste à éliminer les composants synthétiques par combustion (four à température entre 400 et 600°C) pour séparer les différents éléments du module photovoltaïque et récupérer de manière distincte les cellules, le verre et les métaux (aluminium, cuivre et argent).
- Le **traitement chimique** consiste à extraire le silicium des cellules récupérées manuellement à l'issue du traitement thermique, à l'aide d'une solution de décapage permettant d'éliminer les contacts métalliques et la couche antireflets.



Figure 10 : Fragments de silicium et granules de verre

Ces plaquettes recyclées sont alors :

- Soit intégrées dans le process de fabrication de cellules et utilisées pour la fabrication de nouveaux modules, si elles ont été récupérées dans leur intégrité,
- Soit fondues et intégrées dans le process de fabrication de lingots de silicium.

Ce système s'applique en fin de vie de l'installation, mais également pour tout panneau ou module détérioré en cours d'exploitation.

Les filières de valorisation des matériaux extraits lors des opérations de recyclage sont naturellement celles de la production de modules photovoltaïques, mais aussi les filières traditionnelles des matières premières secondaires comme le verre et l'aluminium, ainsi que le marché des métaux pour le cuivre, l'argent, le cadmium, le tellure, etc.

La figure suivante présente les filières de réutilisation ou valorisation pour chacun des composants d'un module photovoltaïque.

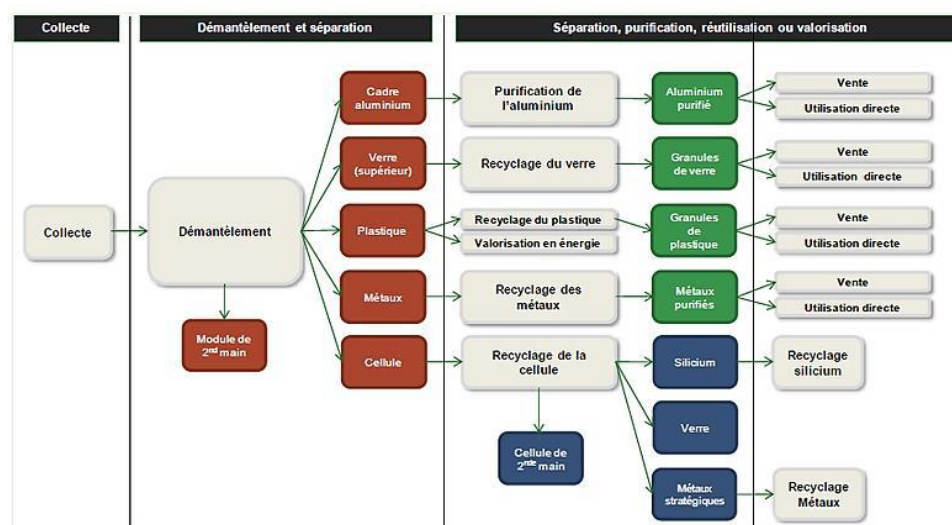


Figure 11 : Démantèlement, recyclage et valorisation des composants d'un module photovoltaïque

La prise en compte anticipée du devenir des modules et des différents composants de la centrale solaire en fin de vie permet :

- De réduire le volume de modules photovoltaïques arrivés en fin de vie ;
- D'augmenter la réutilisation de ressources de valeur comme le verre, le silicium et les autres matériaux semi-conducteurs ;
- De réduire le temps de retour énergétique des modules et les impacts environnementaux liés à leur fabrication.

### **Les onduleurs et transformateurs**

La directive européenne n° 2002/96/CE (DEEE ou D3E) modifiée par la directive européenne n°2012/19/UE, portant sur les déchets d'équipements électriques et électroniques, a été adoptée au sein de l'Union Européenne en 2002. Elle oblige depuis 2005, les fabricants d'appareils électroniques, et donc les fabricants d'onduleurs, à réaliser à leurs frais la collecte et le recyclage de leurs produits.

### **Les câbles électriques et gaines**

Les câbles seront déposés et recyclés en tant que matières premières secondaires dans la métallurgie du cuivre. Les gaines seront déterrées et envoyées vers une installation de valorisation matière (lavage, tri et plasturgie) ou par défaut énergétique.

### **Recyclage des autres matériaux**

Les autres matériaux issus du démantèlement des installations (acier) suivront les filières de recyclage classiques. Les pièces métalliques facilement recyclables, seront valorisées en matière première. Les déchets inertes (graves) seront réutilisés comme remblai pour de nouvelles voiries ou des fondations.

En fin de vie, le site sera démantelé et les différents composants intégreront les filières de recyclage prévues à cet effet.