



CENTRALE PHOTOVOLTAIQUE AU SOL ET FLOTTANTE DU CHERBOIS

PC4 : Notice décrivant le terrain et présentant le projet

Société Centrale photovoltaïque Haute-Vienne 1

*10 Place de Catalogne
75014 PARIS*

Juillet 2020

Art. R 431-8 du code l'urbanisme

SOMMAIRE

Sommaire.....	1
1 Préambule	4
2 Présentation du site d’implantation du projet de la centrale du Cherbois.....	5
2.1 Localisation géographique.....	5
2.2 Localisation cadastrale	6
2.3 Justification du choix du site	7
2.4 Historique du site	9
2.5 Un projet en ligne avec les orientations nationales et locales.....	9
2.6 Plan Local d’Urbanisme	10
2.7 Enjeux et servitudes	10
2.7.1 Servitudes d’utilité publique ICPE	10
2.7.2 Risque incendie.....	11
2.7.3 Risque sismique	11
2.8 Occupation du sol et usages à proximité du site.....	12
3 Présentation technique du projet	13
3.1 Le gisement solaire sur le site du Cherbois	13
3.2 Le plan d’implantation.....	14
3.3 La centrale solaire en quelques chiffres.....	15
3.4 Spécificités d’une centrale photovoltaïque flottante.....	16
3.4.1 Technologies de structures.....	16
3.4.2 Amarrage des structures	20
3.4.3 Mode d’installation des structures flottantes	21
3.4.4 Avantages de l’installation flottante	22
3.5 Les composants de la centrale au sol	22
3.5.1 Clôtures, voiries et surveillance du site.....	22
3.5.2 Les modules photovoltaïques et leur intégration	23
3.5.3 Les structures porteuses.....	23
3.5.4 L’ancrage au sol	24
3.5.5 Locaux techniques	25
3.6 La phase de travaux.....	27
3.7 La phase d’exploitation.....	28
3.7.1 Maintenance des équipements.....	28
3.7.2 Entretien de la zone.....	29
3.8 Repowering, démantèlement et remise en état du site	29
3.9 Le recyclage des panneaux.....	30

3.10	La gestion des déchets.....	31
3.11	Le raccordement de la centrale photovoltaïque au réseau électrique.....	31
3.12	L'accès au site.....	32

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1	: Localisation du site, grande échelle. Source : geoportail.gouv.fr.....	5
Figure 2	: Orthophotographie avec emprise du projet.....	6
Figure 3	: Plan cadastral.....	7
Figure 4	: Plan de zonage du PLUi de Brame Benaize.....	10
Figure 5	: Carte de l'aléa sismique en France.....	12
Figure 6	: Irradiation globale horizontale en France.....	13
Figure 7	: Schéma d'implantation de la centrale photovoltaïque ouest.....	14
Figure 8	: Schéma implantation de la centrale photovoltaïque est.....	15
Figure 9	: Exemples de centrales photovoltaïques flottantes utilisant des structures Ciel&Terre (source : Ciel&Terre).....	16
Figure 10	: Vue zoomée sur les structures photovoltaïques flottantes Ciel&Terre (source : Ciel&Terre).....	17
Figure 11	: Plan d'implantation de la centrale photovoltaïque flottante en utilisant des structures flottantes Ciel&Terre.....	18
Figure 12	: Vue modélisée des structures flottantes Zimmermann (source: Zimmermann).....	18
Figure 13	: Exemple de centrale photovoltaïque flottante utilisant des structures Zimmermann (source : Zimmermann).....	19
Figure 14	: Vue sur la structure composée de flotteurs et de barres métalliques (source : Zimmermann)...	19
Figure 15	: Schéma de l'effet d'évacuation de la chaleur sous les panneaux.....	19
Figure 16	: Localisation de l'amarrage aux berges.....	21
Figure 17	: Exemple de mise à l'eau de structures flottantes - credits: DENNIS SCHROEDER / NREL / Flickr Creative Commons.....	21
Figure 18	: Exemple de panneau en silicium cristallin.....	23
Figure 19	: Exemple de tables.....	23
Figure 20	: Exemple de génie civil.....	24
Figure 21	: Types de fondations utilisés.....	25
Figure 22	: Exemple de génie civil.....	25
Figure 23	: Exemple d'un onduleur centralisé outdoor. Source : INGETEAM.....	26
Figure 24	: Exemple d'un local technique transformateur type (source INGETEAM).....	26
Figure 25	: Exemple d'organisation d'un poste de livraison.....	27
Figure 26	: Illustration des différentes phases de chantier au sol (source : EOLFI).....	27
Figure 27	: Analyse du cycle de vie des panneaux photovoltaïques (source : PV Cycle).....	30
Figure 28	: Tracé potentiel de raccordement depuis le poste de livraison jusqu'au poste source.....	31
Figure 29	: Tracé de l'accès au site depuis la D912.....	32

1 PREAMBULE

La centrale photovoltaïque du Cherbois est développée sur un terrain de 11,2 ha au global propriété de la Communauté de Communes du Haut Limousin en Marche (CCHLeM), délaissé de toute activité.

La société EOLFI propose une solution de valorisation d'une ancienne mine d'uranium en projet d'intérêt public avec l'installation d'une centrale photovoltaïque.

Les atouts du projet photovoltaïque du Cherbois :

- S'inscrit dans une démarche en faveur du développement durable, en répondant notamment aux objectifs du SRADDET de la région ;
- **Permet la reconversion d'une friche industrielle liée à l'activité minière** délaissée de toute activité et hors conflit d'usage appartenant à la Communauté de Communes du Haut Limousin en Marche ;
- **Participe à la politique d'aménagement du territoire** : développement d'une activité industrielle à travers la production d'électricité verte ;
- Bénéficie du soutien de la municipalité, de la communauté de communes mais aussi des institutionnels consultés (DDT, DREAL, SDIS) ;
- Permet le développement et la diversification de l'activité économique et industrielle du territoire
 - Apports de taxes ou autres contributions de substitution,
 - Affichage d'une démarche environnementale responsable,
- **Favorise la création d'emplois locaux** (pendant les phases de développement, de construction et d'exploitation) ;
- Présente peu d'impact sur le milieu physique et humain, et un impact faible sur l'environnement.

2 PRESENTATION DU SITE D'IMPLANTATION DU PROJET DE LA CENTRALE DU CHERBOIS

2.1 LOCALISATION GEOGRAPHIQUE

Localisé au Nord du département de la Haute-Vienne (87), le secteur d'étude se situe sur la commune de Jouac au lieu-dit « Le Cherbois ». Les terrains, d'une superficie de 11,2 ha, appartiennent à la propriété de la Communauté de Communes du Haut Limousin en Marche.

La zone d'étude, est bordée entre la départementale D912 et l'ancien site clôturé d'extraction d'uranium. Le projet s'insère dans la zone d'activité du Cherbois et est localisé près de quelques habitations au nord-est de l'étang.

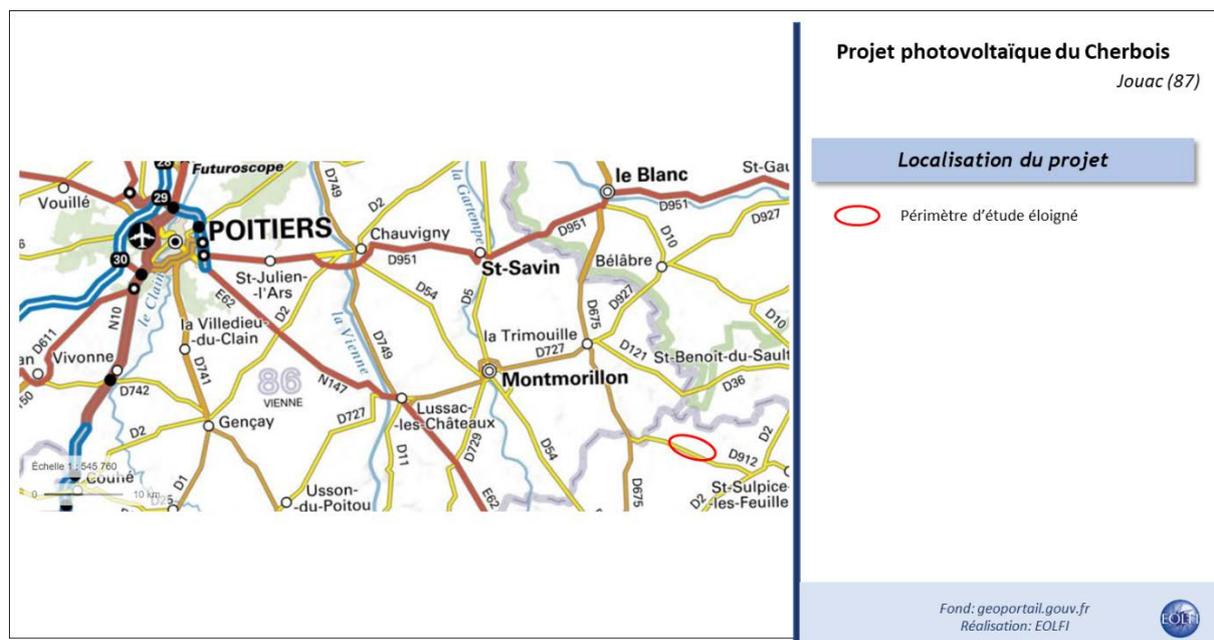


Figure 1 : Localisation du site, grande échelle. Source : geoportail.gouv.fr



Figure 2 : Orthophotographie avec emprise du projet

2.2 LOCALISATION CADASTRALE

D'un point de vue foncier, le terrain est propriété de la Communauté de Communes du Haut Limousin en Marche. L'emprise du projet occupe les lieux-dits La Brande du Bernardan, De L'Etang et Le Cherbois situés sur la commune de Jouac (87) et cadastré comme suit :

Section cadastrale	Numéro parcelle	Superficie (m ²)	Lieu-dit
AD	0056	16 270 m ²	DE L'ETANG
AD	0057	9 218 m ²	DE L'ETANG
AD	0058	6 171 m ²	DE L'ETANG
AD	0088	1 427 m ²	DE L'ETANG
AD	0089	1 873 m ²	LA BRANDE DU BERNARDAN
AD	0090	8 640 m ²	
AD	0093	18 695 m ²	DE L'ETANG
AD	0094	38 m ²	DE L'ETANG

Section cadastrale	Numéro parcelle	Superficie (m ²)	Lieu-dit
AD	0095	16 313 m ²	DE L'ETANG
AD	0096	4 284 m ²	DE L'ETANG
AD	0105	12 290 m ²	LA BRANDE DU BERNARDAN
AD	0107	3 978 m ²	LA BRANDE DU BERNARDAN
AD	0108	2 198 m ²	
AC	0071	21 870 m ²	LE CHERBOIS



Figure 3 : Plan cadastral

2.3 JUSTIFICATION DU CHOIX DU SITE

Les centrales solaires photovoltaïques au sol étant consommatrices d'espace, il est préférable de pouvoir les installer au niveau de parcelles qui n'ont pas ou plus de vocation particulière (éviter les parcelles à potentiel agricole, celles dédiées à l'activité économique, au logement, présentant un milieu naturel caractéristique ou un paysage reconnu).

EOLFI privilégie dans son travail de prospection le choix de sites sur des terrains industriels délaissés de toute activité économique et sans aucun conflit d'usage (notamment agricole), comme des centres

d'enfouissement de déchets en post-exploitation, délaissés ferroviaires, friches industrielles, sites pollués..., dont l'installation d'un projet photovoltaïque permettrait une opération de revalorisation et de réhabilitation. Dans un souci d'optimiser la production d'énergie et son coût (LCOE), des terrains dans des secteurs géographiques présentant un niveau d'ensoleillement intéressant, présentant des surfaces et une géométrie pour un ratio surfacique optimisé et une solution de raccordement pressentie sont également privilégiés.

Ces critères de sélection ont donné lieu à l'identification de certains sites intéressants pour l'étude de projets photovoltaïques tel que le site du Cherbois.

Ce projet à caractère industriel est en compatibilité avec le contexte économique du territoire communal et du secteur d'implantation. Les différentes études ont conduit au dessin du projet garantissant la bonne prise en compte des enjeux environnementaux et notamment écologiques.

Ce projet permet surtout l'utilisation d'un ancien site minier, sans conflit d'usage. Ce terrain fait l'objet de servitudes d'utilités publiques qui empêcheraient toute autre activité. La servitude interdisant les constructions lourdes et fondations profondes empêche la création d'autre activité économique.

Ce projet ne vient donc pas en concurrence avec le développement urbain de la commune prévu dans son document d'urbanisme

Le patrimoine historique et paysager protégé ne représente aucune contrainte pour le projet de centrale photovoltaïque du Cherbois. Les espaces de visibilité potentiels restent très limités puisque le projet photovoltaïque est ceinturé par des haies.

Les critères suivants ont permis de valider la possibilité de réaliser le projet sur le site identifié :

Critères techniques
Potentiel d'ensoleillement intéressant
Surface intéressante avec topographie plane
Absence d'ombrages sur les terrains propice à l'implantation du projet
Raccordement réseau à proximité
Critères environnementaux et sociaux
Prend place sur d'anciens terrains miniers
Aucun patrimoine culturel et archéologique connu à proximité immédiate
Aucun conflit d'usage : aucune utilisation des sols par une activité particulière (notamment agricole)
Acceptation/soutien local de la mairie, DREAL, Région
Contribution aux objectifs de la Région Nouvelle Aquitaine

2.4 HISTORIQUE DU SITE

Les terrains sur lesquels prennent place le projet sont issus de l'ancien site industriel du Bernardan pour le stockage de résidus de traitement de minerai d'uranium. La majeure partie du projet prend place au niveau des anciens bassins de décantation.

Le site d'extraction d'uranium du Bernardan situé à Jouac a été exploité par la Société des Mines de Jouac (SMJ), une entreprise ayant pour activité l'extraction et le traitement de minerai d'uranium.

Le gisement d'uranium de Jouac avait été découvert en 1964, et exploité en mine à ciel ouvert pendant 9 ans à partir de 1978.

Le gisement profond du Bernardan a quant à lui été découvert en 1980, son exploitation en mine souterraine démarra en septembre 1983 et la production d'uranium en novembre 1985.

La mine de Jouac a fermé en 2001 car la quantité de minerai n'était plus assez importante d'une part et l'exploitation du gisement plus profond aurait été trop coûteux d'autre part. Déjà en 1987, la mine à ciel ouvert avait été fermée car le gisement était épuisé. Seule la mine souterraine était exploitée jusqu'en 2001.

Certains des bâtiments ayant été utilisés à l'époque par le personnel ont été réutilisés pour former la zone d'activité du Cherbois, notamment :

- Une bibliothèque (« Bibliothèque pour l'Ecole ») ;
- Une entreprise de mécanique spécialisée dans la préparation de motos (« Golden Wolf Racing ») ;
- Des locaux voués à l'agriculture.

L'étang du Cherbois quant à lui est un étang historique, datant à minima du XVIIIème siècle. Cet étang fait l'objet d'une vidange annuelle depuis de nombreuses années dans le but de récolter le poisson, et d'entretenir l'étang.

<p>Le projet photovoltaïque permet une réhabilitation d'un ancien site industriel sans aucun conflit d'usage</p>

2.5 UN PROJET EN LIGNE AVEC LES ORIENTATIONS NATIONALES ET LOCALES

La Région Nouvelle Aquitaine a publié sa feuille de route régionale « Néo Terra » en 2019. Celle-ci stipule un développement massif des énergies renouvelables avec pour objectif 45% d'ENR en 2030 et 100% en 2050. Ce développement des énergies vertes passe donc également par le développement de centrale photovoltaïques au sol.

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Egalité des territoires (SRADDET) est le support de la stratégie régionale pour un aménagement durable et équilibré des territoires de la région.

Le SRADDET Nouvelle Aquitaine a été adopté le 16 décembre 2019.

Le SRADDET cite comme orientation prioritaire : « La priorisation des surfaces artificialisées pour les parcs au sol : terrains industriels ou militaires désaffectés, sites terrestres d'extraction de granulats en fin d'exploitation, anciennes décharges de déchets (ordures ménagères, déchets inertes ...), parkings et aires de stockage ... »

Le projet du Cherbois s’inscrit donc dans cette politique volontariste en faveur des énergies renouvelables et contribue à atteindre l’objectif de renouvelables de 25% dans la consommation du territoire en 2020. Par ailleurs il permet l’évitement d’environ 5 700 tonnes de CO2 par an pour une production électrique annuelle de 12 000 MWh.

2.6 PLAN LOCAL D’URBANISME

Le règlement d’urbanisme en vigueur sur la commune de Jouac sera le futur plan local d’urbanisme intercommunal de Brame Benaize. Le zonage est Nenr (naturel) et a été prévu en concertation avec les élus et la DDT pour permettre la bonne compatibilité du projet lors de l’entrée en vigueur du PLUi.



Figure 4 : Plan de zonage du PLUi de Brame Benaize

2.7 ENJEUX ET SERVITUDES

2.7.1 Servitudes d’utilité publique ICPE

Les servitudes en vigueur sur le site du Bernardan sont décrites dans l’Arrêté préfectoral du 07 août 2018 et permettent l’installation d’une centrale photovoltaïque sous certaines conditions :

- Interdiction d’usage des sols à des fins de maraichage et autre culture imposant une opération de labourage,
- Interdiction d’usage des sols à des fins d’activités de loisirs ou d’agriculture,
- Interdiction de constructions lourdes nécessitant le creusement de fondations profondes (>1m),
- Interdiction de toute construction à usage d’habitation,
- Interdiction de toutes constructions (stricto sensu : bâtiments) autre que celles nécessaires à l’activité de surveillance de l’établissement et de traitement des eaux,
- Interdiction de prélèvement de matériaux en vue de leur réutilisation à l’extérieur de l’établissement,

- Interdiction de tout affouillement, tranchée, sondage, sauf ceux nécessaires à la surveillance de l'établissement et à la mise en place d'équipement destinés à la production d'énergie par panneaux photovoltaïques,
- Interdiction d'usage des eaux.

Les parcelles situées sur la zone Est du projet sont concernées par ces servitudes d'utilité publique.

Concernant la police des mines, les parcelles en dehors de l'emprise ICPE y sont soumises (1er donné acte délivré) et l'implantation d'une centrale solaire n'a pas été prévue dans le dossier de demande d'arrêt des travaux miniers (DADT).

Il est donc nécessaire de sortir de la Police des Mines en obtenant un 2ème donné acte partiel pour les parcelles concernées par le projet situées en dehors de l'emprise ICPE.

L'arrêté préfectoral de sortie de Police des Mine a été délivré le 2 juin 2020 par la Préfecture de la Haute-Vienne.

Le projet est ainsi compatible avec toutes les dispositions d'urbanisme.

Le projet photovoltaïque prend en compte les servitudes d'utilité publique en choisissant l'utilisation de longrines béton sur la zone Est pour éviter toutes fondations profondes qui entraîneraient l'excavation de terre et la mise en surface de terres potentiellement impactées par l'activité antérieure.

2.7.2 Risque incendie

La consultation du SDIS 87 a permis de prendre en compte les mesures suivantes :

- Chemin d'accès à la centrale d'au moins 3 mètres de larges et carrossable.
- Disposer d'au moins deux entrées sur chaque « champ solaire ».
- Ecartement entre les panneaux et la clôture d'au moins 5 mètres.
- Disposer au niveau du « champ solaire » de plusieurs voies de circulation d'au moins 3 mètres, pour quantifier le nombre de voies, nous souhaiterions un plan.
- Mettre en place une obligation de débroussaillage sur le site.
- Indiquer avec des panneaux appropriés le risque électrique s'il est présent dans certains locaux.
- Une réserve de 60 m³ ou un poteau de 30 m³/h. Pour ce projet une citerne a été privilégiée, sa localisation sera validée avec le SDIS 87

Ces préconisations ont été respectées pour l'implantation de la centrale photovoltaïque.

2.7.3 Risque sismique

L'article R. 563-4 du Code de l'environnement dispose que D'après l'annexe des articles R563-1 à R563-8 du code de l'Environnement modifiés par les Décrets n° 2010-1254 et 2010-1255 du 22 octobre 2010 relatifs à la prévention du risque sismique le territoire national est divisé en 5 zones de sismicité croissante : zones 1, 2, 3, 4 et 5.

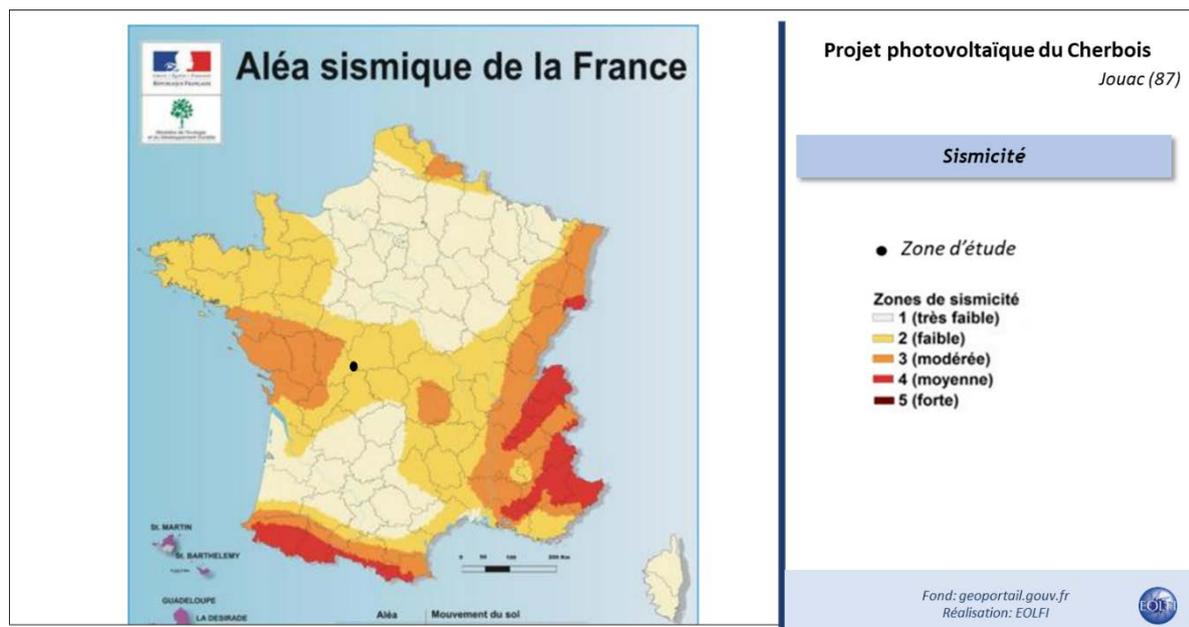


Figure 5 : Carte de l'aléa sismique en France

Le secteur d'étude se trouve dans une zone de sismicité faible (sismicité 2). Aucune mesure n'est à prévoir compte-tenu du type d'installations.

2.8 OCCUPATION DU SOL ET USAGES A PROXIMITE DU SITE

Les terrains concernés par le projet sont situés à environ 3 km au Sud-sud-est du bourg de Jouac en prenant la route départementale 88 en direction du Sud en sortant du bourg de la commune.

Le site du projet est entouré au Nord et à l'Ouest par l'ancienne mine d'uranium du Bernardan, à l'Est par des prairies et des chênaies et également par une chênaie au Sud-ouest.

La RD 912 longe le projet sur la bordure Sud. De l'autre côté de cette route, des boisements (chênaies) ainsi que des prairies occupent la zone.

Les terrains aux alentours du projet sont marqués par une forte activité agricole (pâturage en grande majorité).

Le secteur Ouest du projet correspond à une prairie, une zone rudérale ainsi qu'un bâtiment. Un alignement de conifères est présent sur la bordure Sud de cette partie.

La partie Est du projet est bordée par un plan d'eau au Nord-est et par une chênaie au Sud. Une ancienne lagune industrielle est présente au Sud-ouest de la zone aux abords d'un bâtiment. Le reste de la zone est occupée par une prairie mésophile.

Entre les deux parties du projet, une zone d'activité est présente.

Aujourd'hui l'emprise du projet au sol n'est utilisée pour aucune autre activité

Concernant le plan d'eau, l'étang fait l'objet d'une vidange annuelle depuis de nombreuses années dans le but de récolter le poisson, et d'entretenir l'étang.

L'étang est vide de poissons la plupart du temps. Il n'y a pas d'accueil de poissons sur une longue durée, mais seulement en stockage temporaire, à savoir pendant 15 jours lors de la vidange du Lac de Mondon et pendant 3 à 4 semaines lors de la vidange de l'étang des Pouyades.

Les poissons sont donc présents dans l'étang du Cherbois à raison de 15 jours à 1 mois tous les 2 à 3 ans.

L'étang du Cherbois est actuellement en cours de mise en conformité, les travaux de réhabilitation auront lieu avant l'installation de la centrale flottante.

Après l'installation du parc photovoltaïque flottant, l'étang sera vidangé tous les trois ans pendant la période hivernale. Enfin, pour avoir été asséché pendant une bonne partie de l'année 2019, nous avons constaté que le fond de l'étang est peu profond et plat. L'étang ne présente donc pas contraintes mécaniques.

3 PRESENTATION TECHNIQUE DU PROJET

3.1 LE GISEMENT SOLAIRE SUR LE SITE DU CHERBOIS

La Haute-Vienne fait partie de la moitié de la France la plus favorable au photovoltaïque, comme l'illustre la carte présentée ci-après.

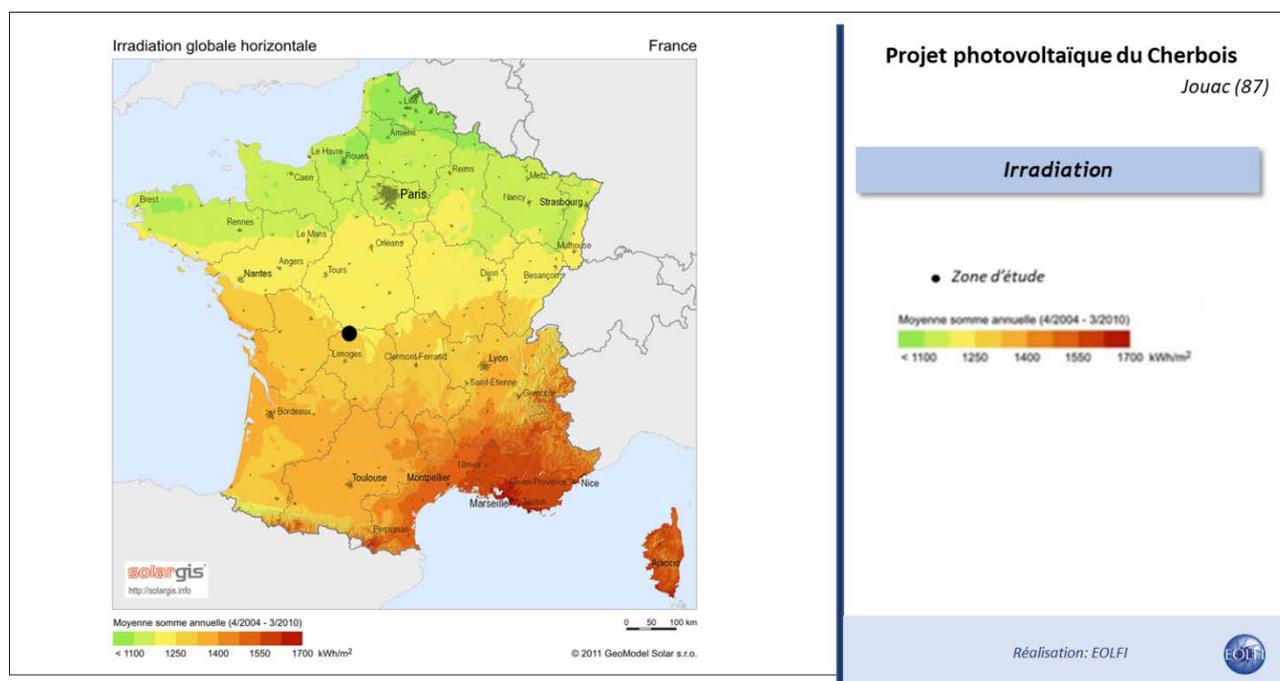


Figure 6 : Irradiation globale horizontale en France

Selon les données SolarGIS, la commune de Jouac présente une irradiation solaire moyenne annuelle sur le plan horizontal (ou irradiation globale) de 1 250 kWh/m²/an.

La production d'électricité photovoltaïque est proportionnelle à l'ensoleillement reçu sur le plan des modules.

Ces données montrent que la Haute-Vienne dispose de ressources suffisantes pour le développement de la production d'électricité photovoltaïque.

3.2 LE PLAN D'IMPLANTATION

La centrale photovoltaïque d'une superficie de 11,2 ha clôturés prévoit une puissance installée de 9,4 MWc répartie en une partie au sol et une partie flottante. L'électricité produite estimée à 12 000 MWh par an sera transformée par 3 postes de conversion (onduleur + transformateur) de 50 m² maximum chacun et 1 poste de livraison de 23 m² maximum.

Cette variante prend en compte plusieurs mesures d'évitement :

- Evitement des zones humides
- Préservation des haies abusives permettant d'éviter les risques de covisibilités
- Réduction de la partie flottant pour ne pas impacter les jonchaies
- Préservations des alignements de chânaies.

Cette implantation apparait alors comme un projet de moindre impact sur l'environnement et de valorisation de terrains anthropisés.



Figure 7 : Schéma d'implantation de la centrale photovoltaïque ouest

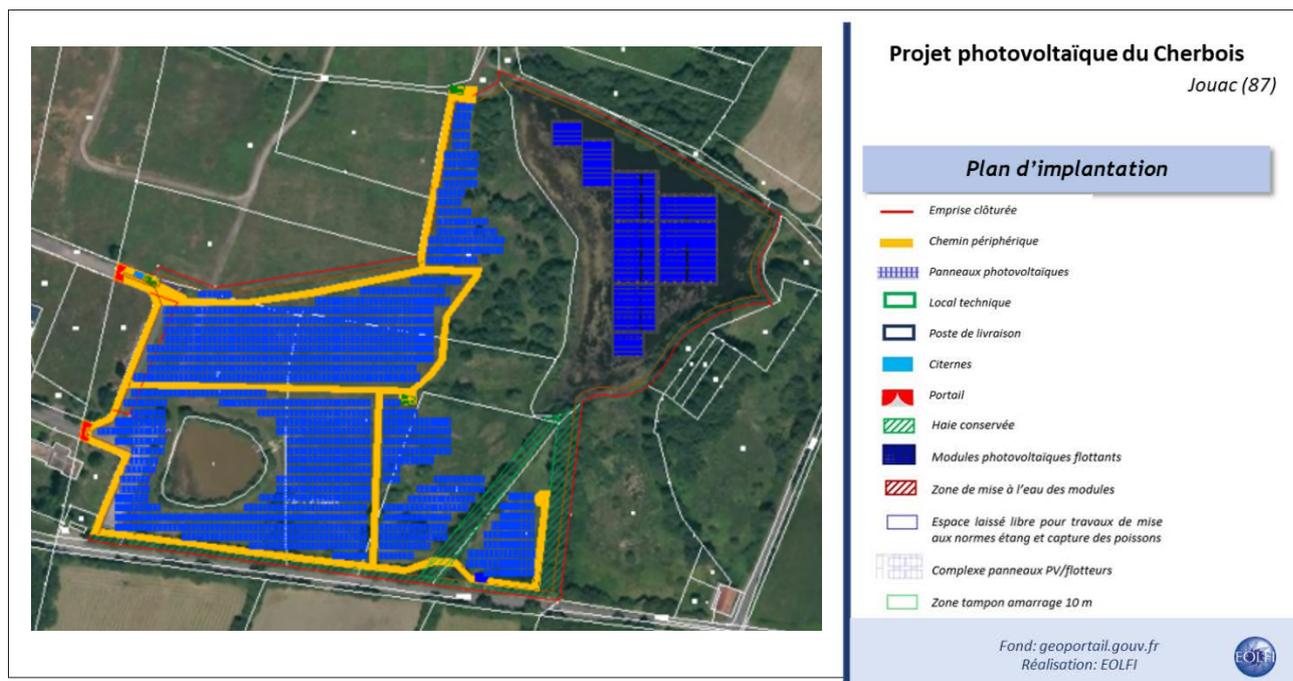


Figure 8 : Schéma implantation de la centrale photovoltaïque est

Le parc photovoltaïque est constitué des parties principales suivantes :

- Modules photovoltaïques ;
- Structures de support fixes pour la partie au sol ancrées par pieux vissés ou battus ou par des longrines béton ;
- Structures flottantes pour la partie flottante ;
- 3 locaux techniques onduleurs / transformateurs (50 m² maximum chacun) ;
- 1 poste de livraison (23 m²) ;
- Les câblages entre les équipements ;
- Supervision et surveillance.

3.3 LA CENTRALE SOLAIRE EN QUELQUES CHIFFRES

Les chiffres clés sont les suivants :

- Superficie d'emprise (emprise clôturée) : 11,2 ha ;
- Nombre prévisionnel de panneaux photovoltaïques : 20 000 ;
- Superficie de panneaux solaires : 4,9 ha ;
- Puissance installée prévisionnelle : 9.4 MWc ;⁽¹⁾
- Production annuelle prévisionnelle : 11 223MWh / an ;
- Équivalent gisement solaire : 1 250 kWh/m²/an ;
- Tonnes de CO₂ évitées : 5 342⁽²⁾
- Consommation équivalent foyer : 4 489⁽³⁾
- Consommation équivalent habitant : 9 158 habitants.⁽⁴⁾

[1] La puissance installée estimée aujourd'hui par EOLFI pour des panneaux de type monocristallin à haut rendement peut être amenée à évoluer selon les avancées technologiques ou un changement de fournisseur de panneaux.

[2] Sur une base de 0.476 kg/kWh représentant la moyenne en Europe – source INES

[3] Sur une base de 2500 kWh par foyer et par an – source RTE

[4] Sur une base de 2,04 habitants par foyer – source INSEE

3.4 SPECIFICITES D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANTE

EOLFI, acteur pionnier de l'éolien flottant s'est très tôt intéressé aux opportunités offertes par le photovoltaïque flottant.

Ce marché et cette technologie étant relativement innovants, une **large consultation intégrant des experts de l'amarrage, des bureaux d'études et plus de 20 fournisseurs de structures flottantes** à travers le monde a été réalisée.

Grâce à son expérience en éolien flottant, tant sur la conception des flotteurs, sur l'amarrage du système que sur le raccordement, l'équipe ingénierie et R&D d'EOLFI a pu évaluer la crédibilité technique de chacun des acteurs impliqués dans la vie des projets flottants et est en mesure de présenter la technologie pressentie pour la partie flottante du projet photovoltaïque du Cherbois. Cette étude a permis d'identifier deux grandes technologies de structure et un acteur de référence pour chacune de ces technologies.

3.4.1 Technologies de structures

Les deux gabarits de structures flottantes étudiés sont les suivants :

- structure individuelle de type Ciel et Terre ou équivalent
- structure en îlot de type Zimmermann ou équivalent

3.4.1.1 Structure individuelle

La structure Ciel&Terre propose des flotteurs individuels, s'emboîtant les uns avec les autres et permettant donc une excellente modularité par rapport à la forme du plan d'eau.



Figure 9 : Exemples de centrales photovoltaïques flottantes utilisant des structures Ciel&Terre (source : Ciel&Terre)

Ces structures sont composées de flotteurs en HDPE qui assure une complète innocuité sanitaire.

Les modules photovoltaïques sont inclinés de 15° environ vers le sud.

Le complexe de flotteurs/modules recouvre directement 44% de la surface implantée (surface des flotteurs). Le reste des éléments repose sur les flotteurs par des bras leviers. Au total la centrale créera 76% de couverture indirecte.



Figure 10 : Vue zoomée sur les structures photovoltaïques flottantes Ciel&Terre (source : Ciel&Terre)

La surface sous les modules peut donc recevoir de l'ensoleillement direct, et à minima diffus du fait de l'inclinaison des modules. Les flotteurs permettent d'accéder à chaque module. Toutes les parties de la structure sont recyclables.

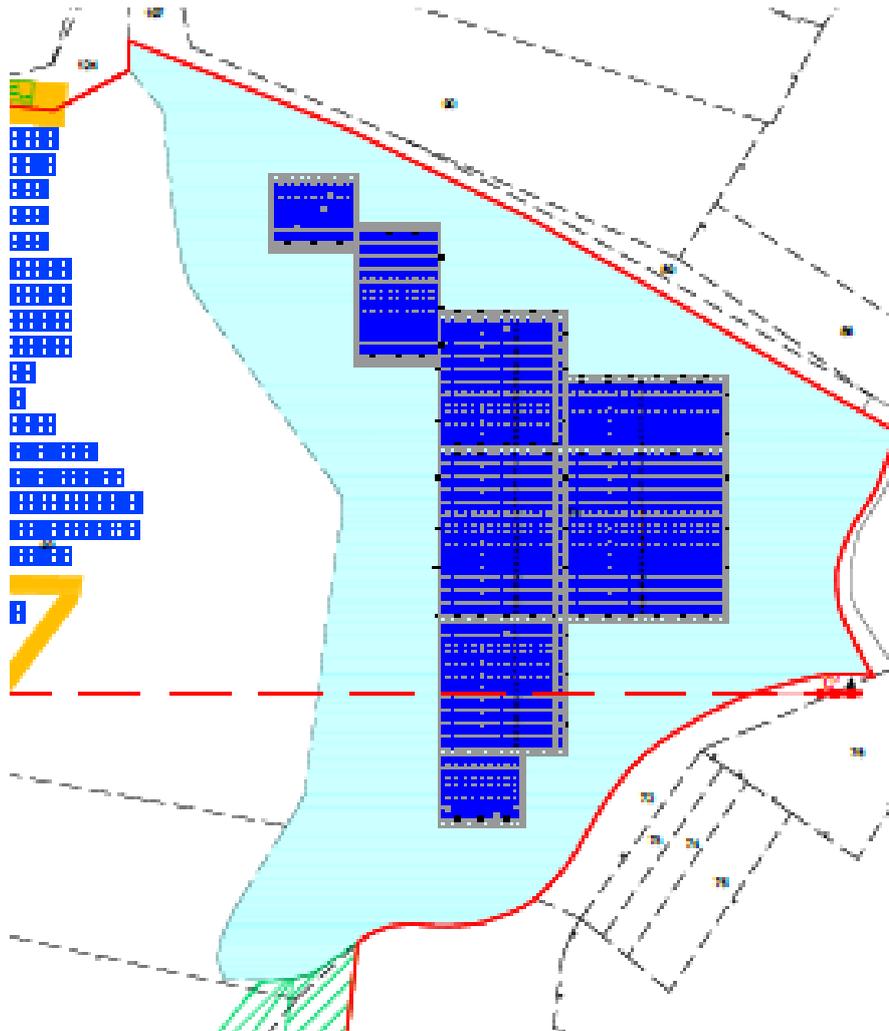


Figure 11 : Plan d'implantation de la centrale photovoltaïque flottante en utilisant des structures flottantes Ciel&Terre

3.4.1.2 Structure en îlots

La structure Zimmermann propose une solution en îlots constituée de 12 modules photovoltaïques en orientation est-ouest.



Figure 12 : Vue modélisée des structures flottantes Zimmermann (source: Zimmermann)



Figure 13 : Exemple de centrale photovoltaïque flottante utilisant des structures Zimmermann (source : Zimmermann)

Ces structures sont composées de flotteurs en HDPE qui assurent une complète innocuité sanitaire.

Les modules photovoltaïques sont inclinés de 12°.

La structure est composée de flotteurs reliés par des barres en acier galvanisé. Les tables de panneaux sont donc installées sur les barres d'acier.

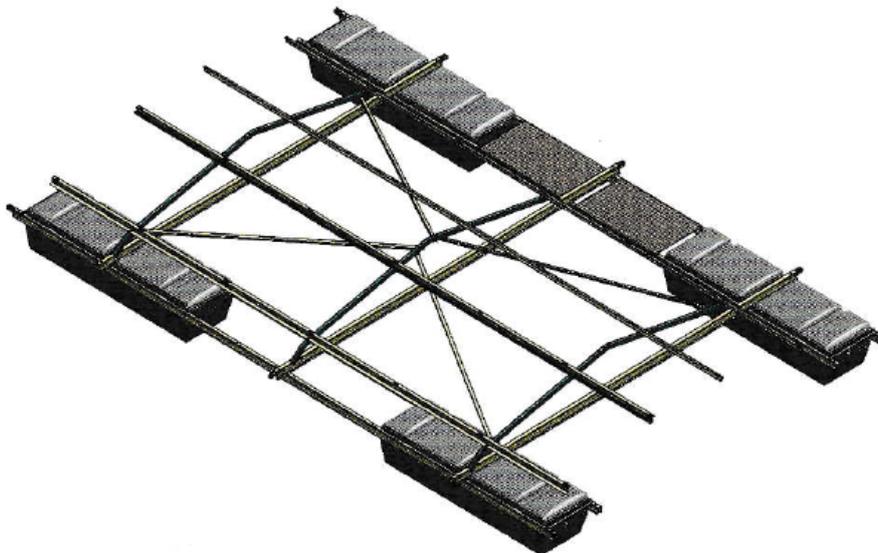


Figure 14 : Vue sur la structure composée de flotteurs et de barres métalliques (source : Zimmermann)

Le complexe de flotteurs/modules recouvre directement moins de 20% de la surface implantée (surface des flotteurs). Le reste des éléments repose sur les flotteurs par des barres en acier.

La surface sous les modules peut donc recevoir de l'ensoleillement direct, et à minima diffus du fait de l'inclinaison des modules. La circulation de l'eau n'est pas impactée.

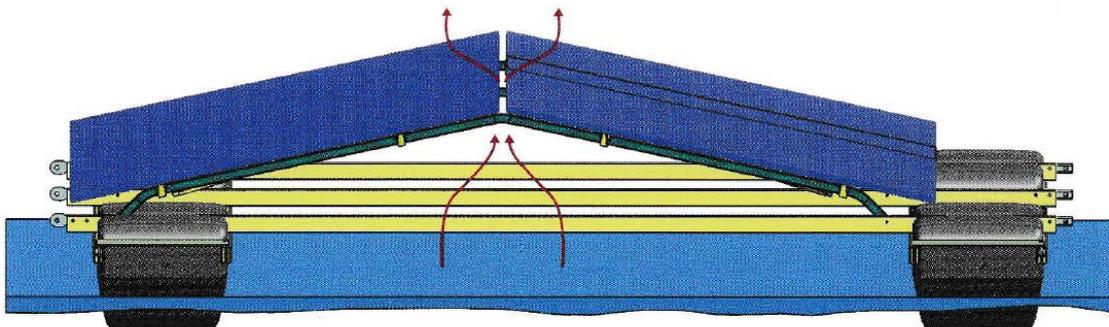


Figure 15 : Schéma de l'effet d'évacuation de la chaleur sous les panneaux

La structure ne permet pas d'accumulation de chaleur sous les panneaux.

Des caillebotis métalliques s'intègrent entre chaque ligne d'îlots afin d'effectuer la maintenance en accédant à chaque module aisément et en sécurité.

Toutes les parties de la structure sont recyclables.

Dans le cadre de l'étude d'impact, les plans et photomontages sont sur la base de structures flottantes individuelles de type Ciel & Terre ou équivalent. Cependant, les deux gabarits de structures ayant sensiblement la même surface d'implantation sur l'étang et les mêmes caractéristiques (ombrage porté, matériaux), le porteur de projet pourra faire le choix pour des raisons technico-économiques et environnementales, et en fonction des évolutions technologiques de changer de type de gabarit de structure flottante, qui conservera néanmoins les caractéristiques similaires à celles présentées dans ce présent dossier. Si les caractéristiques de la structure étaient amenées à être modifiée de manière plus impactante, le changement de gabarit pourra faire l'objet d'une demande d'avis d'un écologue.

3.4.2 Amarrage des structures

Le système d'ancrage permet de maintenir en place le complexe flotteur/panneaux peu importe la force du courant et les variations du niveau d'eau. L'ancrage doit aussi permettre aux structures de résister à la force du vent.

Le système d'ancrage pressenti sera par ancrages à vis (surface impactée de 1 m² maximum) au fond de l'étang et les caractéristiques seront déterminées selon la bathymétrie et la composition du sol. Il existe aussi un système d'ancrage par poids morts qui consiste en des blocs de béton de 5 m³ environ. Ce système n'est pas privilégié car lorsque l'étang est vidangé, les structures doivent pouvoir se déposer au fond de l'étang.

Une étude de bathymétrie et de sol sera donc réalisée afin de préciser le dimensionnement (nombre de point, emplacement et type d'ancrage) de l'ancrage.

La souplesse et la flexibilité des câbles d'amarrage permettront de maintenir la centrale sous tension et stabilité constante, par rapport à sa localisation d'origine, sans risquer de briser la structure.

Une zone tampon de 10 m minimum sera laissée libre pour permettre à la centrale flottante de réagir à la souplesse de l'amarrage. La circulation en bateau autour de la centrale sera également facilitée pour les opérations de maintenance

L'amarrage sera conçu pour permettre de réagir aux montées des eaux ou à l'inverse à l'assèchement de l'étang. Des cas de crues meurtrières en Inde ou d'assèchement total à Taïwan ont notamment été constatés sans aucun dommage aux centrales flottantes qui sont restées en place et n'ont donc pas constitué de danger pour les riverains.

Les points d'amarrage seront localisés au niveau de la zone tampon (voir en vert ci-dessous de manière à ce que lorsque l'étang est asséché, les ancrages ne se retrouvent pas sous les flotteurs. De plus les structures flottantes seront ancrées sur tout le pourtour de manière à garder une tension constante sans possibilité de dérive.



Figure 16 : Localisation de l'amarrage aux berges

3.4.3 Mode d'installation des structures flottantes

Les structures, la fixation des panneaux et le pré câblage seront effectués au sol.

Une plateforme temporaire surélevée de type terrasse en bois ou plastique de 1000 m² maximum et de 50 m de long pourra être installée afin de faciliter l'installation pour les techniciens et protéger le matériel et le sol de la zone humide

Une fois l'îlot assemblé, il est glissé depuis la plateforme temporaire sur l'eau puis tracté jusqu'à sa position par un bateau léger.



Figure 17 : Exemple de mise à l'eau de structures flottantes - credits: DENNIS SCHROEDER / NREL / Flickr Creative Commons

Un amarrage temporaire sera mis en place pendant le chantier afin de protéger les structures des effets du vent.

Le plus gros du matériel sera donc stocké au niveau du périmètre de la centrale au sol. Les matériaux seront acheminés petits à petits pour être assemblés en îlot sur la plateforme temporaire à proximité directe de l'étang.

3.4.4 Avantages de l'installation flottante

L'implantation de panneaux photovoltaïques sur l'étang pourra permettre la création d'une centrale d'une puissance installée comprise entre 0,5 et 1 MWc ce qui représenterait la consommation d'électricité (hors chauffage) d'environ 1 000 habitants.

L'implantation de panneaux serait compatible avec l'usage d'origine de l'étang (activité piscicole temporaire).

La technologie utilisée permettra des optimisations techniques : potentiel rafraîchissement des panneaux grâce à l'effet de convection de la température de l'eau (meilleur rendement de la centrale) et peu d'ombrage entre les tables de panneaux. Toutefois cela est à tempérer avec la faible inclinaison des panneaux qui ne permet pas aux panneaux de produire de manière optimale (inclinaison optimale de 30° environ).

L'impact prévisible sur l'environnement est faible :

- Préservation de l'innocuité sanitaire du plan d'eau, les matériaux des structures pouvant être compatibles avec les réservoirs d'eau potable
- Effet d'ombrage raisonné et étudié pouvant notamment limiter la prolifération d'algues
- Réduction de l'évaporation de l'eau

De plus l'impact paysager est modéré car les structures ont une faible hauteur car faiblement inclinés et sont éloignées des sites inscrits ou classés. La faible inclinaison permet aussi de réduire les risques de portée au vent.

3.5 LES COMPOSANTS DE LA CENTRALE AU SOL

3.5.1 Clôtures, voiries et surveillance du site

L'ensemble de la centrale photovoltaïque sera clôturé et fermé par plusieurs portails. L'accès à l'intérieur de la centrale photovoltaïque sera strictement interdit pour des personnes non habilitées. Les portails d'accès seront verrouillés et surveillés et les consignes de sécurité affichées. Il en sera de même pour le poste de livraison en bordure de clôture.

Les services d'incendie et de secours disposeront d'une clé et/ou d'un code d'ouverture du portail permettant ainsi d'accéder au site en cas de besoin d'intervention.

Des clôtures galvanisées seront édifiées tout autour du site. Les clôtures auront une hauteur d'environ 2 mètres.

Une voie périphérique de 4 m de largeur interne à la centrale au sol permettra de desservir les locaux techniques et les portails d'accès de la centrale. D'autres voies traversantes de 3 m de largeur seront créées. Ces pistes seront revêtues de tout-venants (graviers, etc.), permettant ainsi d'avoir un impact faible sur le sol.

Ces voies permettront aussi l'accès des véhicules de chantier et des véhicules pour l'exploitation des panneaux photovoltaïques.

La longueur totale des pistes situées à l'intérieur de la centrale sera d'environ 2 200 m, soit une emprise totale d'environ 8 800 m².

3.5.2 Les modules photovoltaïques et leur intégration

Le choix de la technologie des modules photovoltaïques est basé sur des éléments de performance, de rendement et de coût.

Les modules retenus pour le projet du Cherbois seront des panneaux au silicium cristallin à haut rendement. Ces modules présenteront toutes les certifications attendues et auront une faible empreinte carbone.



Figure 18 : Exemple de panneau en silicium cristallin

EOLFI maintient une veille constante des acteurs et technologies de modules photovoltaïques afin de garantir la performance de la centrale sur le long terme.

Les modules choisis seront certifiés :

- ISO 9001 et ISO 14001 pour la conception et la fabrication
- NF EN 61215 pour la qualification de la conception et homologation (caractérise les performances et la sécurité électrique)
- NF EN 61730 : qualification de la sûreté de fonctionnement des modules.
- Par Certisolis avec une valeur ECS faible

3.5.3 Les structures porteuses



Vue de face



Vue de côté

Figure 19 : Exemple de tables

La centrale photovoltaïque du Cherbois comporte des panneaux photovoltaïques reposant sur des structures fixes orientées plein sud et inclinées sur 20°. L'objectif est d'augmenter de façon significative le rendement de production énergétique. Les composants choisis sont en aluminium pour sa résistance à la corrosion et au fait qu'il soit léger. La structure est composée d'éléments de construction préfabriqués et est adaptable à tout type de modules : les systèmes de montage peuvent se configurer en fonction du type de module choisi et de son orientation (horizontale ou verticale).

Les modules photovoltaïques positionnés sur chaque structure ne sont pas jointifs. Un espacement de 2,5 m est laissé entre les rangées. Les panneaux du présent projet ont une hauteur de base d'environ 0,5 m et une hauteur maximale relativement faible (2 m). Ces hauteurs sont susceptibles d'évoluer à +/- 50 cm.

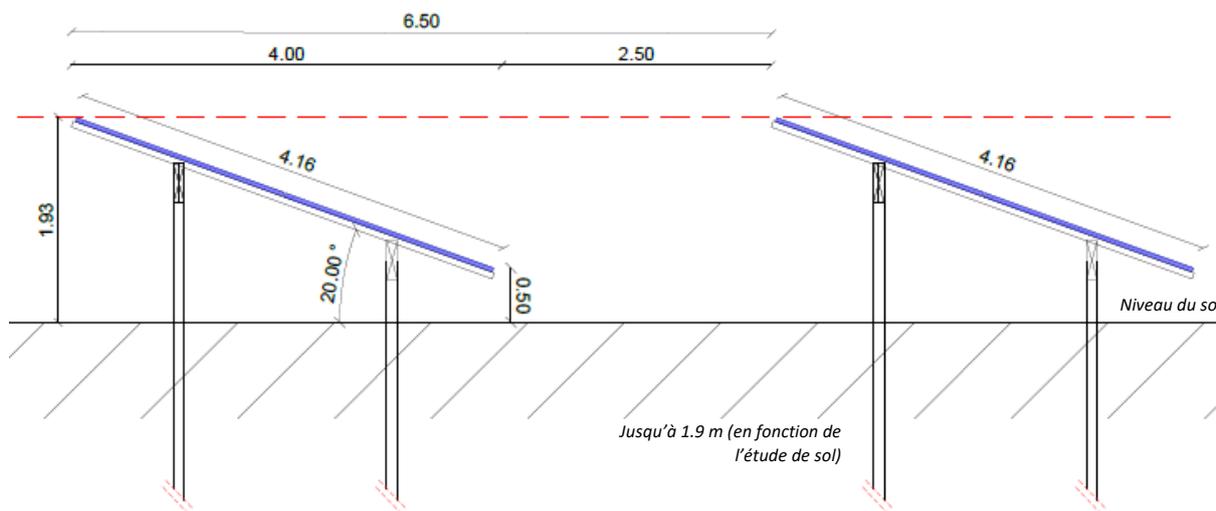


Figure 20 : Exemple de génie civil

Les fournisseurs des panneaux, des structures et des locaux, n'étant pas retenus à ce stade, les dimensions indiquées dans la présente demande de permis de construire seront susceptibles d'évoluer de +/- 50 cm (pour les structures par exemple).

3.5.4 L'ancrage au sol

La conception de l'installation prendra en compte la topographie du site, la nature du sol et les contraintes hydrauliques.

Les fondations des supports seront constituées soit :

- par des pieux battus ou vis de fondation sur la partie Ouest du site. Le choix se fera sur la base des études géotechniques effectuées sur le terrain préalablement à l'installation des structures ;
- par longrines bétons afin de respecter les servitudes d'utilités publiques de la partie l'Est du site.



Figure 22 : Exemple de génie civil

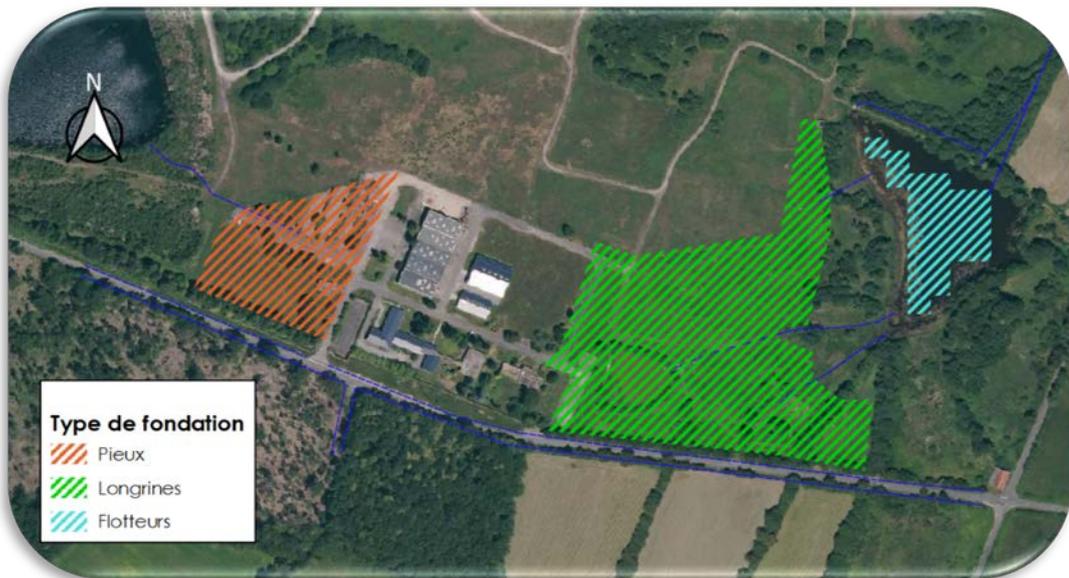


Figure 21 : Types de fondations utilisés

Les pieux battus/vis de fondation envisagés sont en acier galvanisé de diamètre compris entre 9 et 10 cm. La profondeur d'enfouissement envisagée à ce jour varie entre 1,6 et 1,9 m
Les ancrages seront dimensionnés en respect des règles de l'art et des normes Neige et Vent NV 65 en vigueur, afin d'assurer la stabilité et la résistance à l'arrachement des structures.

3.5.5 Locaux techniques

La centrale photovoltaïque du Cherbois sera composée de :

- 3 locaux techniques comprenant les onduleurs et les transformateurs
- 1 Poste de livraison qui sera la liaison entre la centrale et le réseau Enedis

Les onduleurs permettant la transformation du courant continu en courant alternatif seront placés dans des locaux techniques.



Figure 23 : Exemple d'un onduleur centralisé outdoor. Source : INGETEAM

Ces locaux techniques d'une emprise maximale au sol de 50 m² pourront faire l'objet d'un habillage paysager. A titre d'illustration, des bardages en bois ou des peintures de couleurs neutres ont permis une bonne intégration paysagère de locaux techniques de projets déjà développés par EOLFI et en cours d'exploitation. Leur emplacement est étudié précisément afin de limiter les pertes électriques internes et de faciliter la liaison au poste de livraison assurant l'interconnexion au réseau de distribution. Ainsi, le courant alternatif obtenu est acheminé vers le poste de livraison via les lignes électriques de raccordement qui seront enterrées.



Figure 24 : Exemple d'un local technique transformateur type (source INGETEAM)

Le poste de livraison sera placé au sud du site pour garantir un accès aux équipes d'Enedis en cas d'intervention. Le poste sera préfabriqué et conçu pour des applications NFC13100, NFC13200 et respectant la NFC15100. Il répondra à la norme CEI 62271-20.



Figure 25 : Exemple d'organisation d'un poste de livraison

3.6 LA PHASE DE TRAVAUX

La construction de la centrale photovoltaïque du Cherbois durera de 6 à 8 mois et privilégiera les partenaires locaux afin de générer un maximum d'activité économique au niveau régional.

Un bureau d'expertise et de contrôle indépendant sera associé à toute la phase chantier. Il interviendra également sur une mission de coordination santé sécurité.

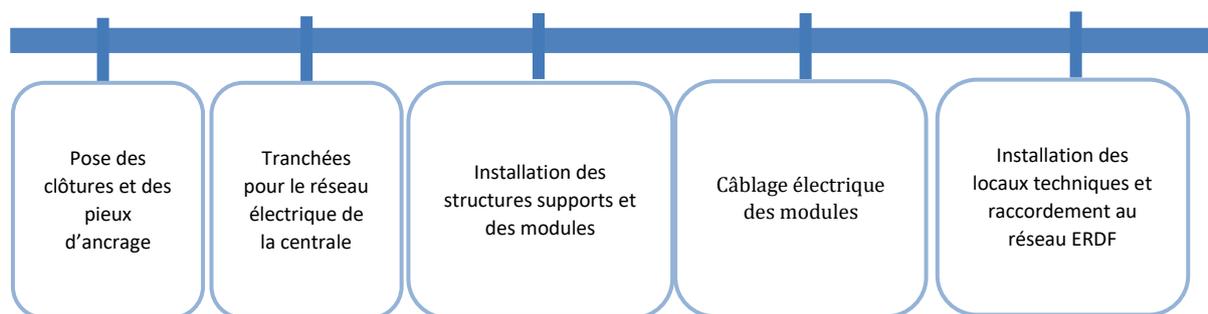


Figure 26 : Illustration des différentes phases de chantier au sol (source : EOLFI)

Les principales phases des travaux sont les suivantes :

- Création de la clôture
- Installer une base de vie pour les ouvriers du chantier et une aire de stockage pour l'arrivée des équipements ainsi que la plateforme temporaire de mise à l'eau ;
- Création des chemins

- Creuser les tranchées pour le réseau électrique qui sera intégralement enterré ;
- Poser les structures et assembler les modules pour la partie au sol ;
- Assemblage mécanique des modules et des structures flottantes porteuses qui sont glissées sur l'eau au fur et à mesure et tractées jusqu'à leur lieu d'implantation ;
- Remplacement de l'amarrage temporaire pour un ancrage et amarrage définitif ;
- Implanter les locaux techniques : pose des préfabriqués onduleurs/transformateurs/poste de livraison ;
- Installer les onduleurs, les transformateurs et le poste de livraison ;
- Câbler et raccorder les réseaux ;
- Mettre sous tension et effectuer les tests et essais de mise en service ;
- Réalisation des aménagements paysagers et de la revégétalisation

Le chantier sera conforme aux dispositions réglementaires applicables notamment en matière d'hygiène et de sécurité. Il sera placé sous la responsabilité d'un chef de chantier et d'un coordonnateur SPS. Le pétitionnaire choisira des entreprises de génie civil habilitées à réaliser ce genre d'aménagement. Les installations nécessaires à la réalisation du chantier (ateliers, locaux sociaux, sanitaires...) seront conformes à la législation du travail en vigueur.

La création du parc photovoltaïque du Cherbois nécessitera l'aménagement des voies à l'intérieur du site pour acheminer les éléments constitutifs du parc et le déplacement des engins de chantier.

Les engins nécessaires (bulles, pelles mécaniques, camions) sont peu nombreux. Ils seront laissés sur le site pendant la durée des travaux afin de limiter les déplacements.

Les voies internes seront adaptées à la circulation des engins avec l'utilisation de matériaux stables, etc. Leur largeur sera compatible avec le passage des engins.

Un plan d'accès au chantier sera réalisé et communiqué à toutes les personnes amenées à travailler sur le site de Jouac. Ce plan sera valable durant toute la durée du chantier.

3.7 LA PHASE D'EXPLOITATION

La durée d'exploitation sera supérieure à 35 ans.

3.7.1 Maintenance des équipements

Une centrale photovoltaïque ne requiert pas d'interventions de maintenances lourdes. De manière générale, aucun technicien n'a besoin d'être présent en permanence sur site, l'essentiel des opérations pouvant être effectué à distance depuis un centre de supervision.

Le fonctionnement du parc solaire nécessitera quelques visites de techniciens pour la vérification et/ou l'entretien des équipements (une visite annuelle d'entretien et quelques visites ponctuelles selon les besoins).

La centrale sera suivie quotidiennement à distance depuis un centre de supervision. Un logiciel de gestion des alarmes permettra, après caractérisation par un opérateur, d'optimiser le besoin d'interventions sur site. Les opérations de maintenances se décomposent en trois familles : les maintenances curatives, les maintenances préventives et les interventions de contrôles et d'entretien.

- Les interventions de maintenance curatives concernent les pannes inattendues qui seront détectées par le centre de supervision. Ces pannes seront soit corrigées à distance pour

l'essentiel, soit une intervention sur site sera nécessaire. Les structures fixes ou flottantes pourront être remplacées si besoin.

- Les interventions de maintenances préventives biennuelles permettent d'éviter la survenance de dommages sur les équipements et ainsi d'augmenter la performance et la sécurité de la centrale. Elles sont effectuées d'une à deux fois par an selon les préconisations. Les centrales flottantes ne requièrent pas plus d'opération de maintenance que celles au sol

3.7.2 Entretien de la zone

Un parc solaire ne demande pas beaucoup d'entretien. La périodicité d'entretien restera limitée et sera adaptée aux besoins de la zone.

Le nettoyage des modules se fait essentiellement de manière naturelle par la pluie ; il peut être complété par un arrosage en période de sécheresse si nécessaire. Le nettoyage se fait hors tension et avec de l'eau claire (sans ajout de produit). L'inclinaison des modules permet un « auto-lavage » par l'eau de pluie.

Par ailleurs, sous les panneaux il est important qu'il n'y ait pas de végétation haute. Les allées entre les rangées seront donc fauchées mécaniquement une fois par an.

Enfin les feuillus présents au Sud du projet pourront être étêtés afin de limiter l'ombrage sur le parc photovoltaïque.

Concernant la partie flottante spécifiquement, un carénage annuel des structures flottantes sera effectué pour limiter le biofouling (accumulation de micro-organismes sur les flotteurs).

3.8 REPOWERING, DEMANTELEMENT ET REMISE EN ETAT DU SITE

La durée de vie du parc est supérieure à 35 ans, ce qui correspond à la durée de vie des modules photovoltaïques. Le terrain peut avoir une vocation sur le long terme à convertir l'énergie solaire en électricité.

Ainsi, dans la mesure où les élus locaux et le propriétaire foncier seraient d'accord, il est possible qu'à la fin de vie des modules, ceux-ci soient simplement remplacés par des modules de dernière génération, ou que le parc soit reconstruit avec une nouvelle technologie.

Si l'activité de production électrique était arrêtée, le démantèlement en fin d'exploitation se ferait soit en fonction de la future utilisation du terrain, soit de manière à retrouver l'état initial des parcelles. Le projet est totalement réversible. En effet, sur le présent projet le sol n'est pas décapé, et seuls les pieux qui maintiennent la structure portant les modules sont enfoncés dans le sol, de même quelques tranchées sont réalisées afin d'enfouir les câbles.

S'il est décidé de rendre le terrain dans son état initial, les travaux suivants seront réalisés :

- Enlèvement des modules ;
- Démontage et évacuation des structures et matériels hors sol ;
- Pieux arrachés ou découpés jusqu'à 1 m sous la surface pour les pieux installés, et rebouchage simple par de la terre ;
- Câbles et gaines déterrées et évacuées lorsqu'elles sont à une profondeur inférieure à 1 m ;
- Enlèvement des postes en béton et de leurs dalles de fondation ;
- Pistes empierrées décompactées et remises en état (apport de terre végétale), sauf si les propriétaires fonciers souhaitent les conserver pour leur commodité (accès aux champs...).

3.9 LE RECYCLAGE DES PANNEAUX

À l'issue de la phase d'exploitation, l'intégralité de l'installation photovoltaïque sera démantelée et tous les équipements seront recyclés selon les filières de recyclage appropriées. Le taux moyen de recyclage/réutilisation pour les panneaux photovoltaïques en 2019 est de 95%.

Une fois les câblages et le cadre enlevés, les modules sont broyés. Ce broyat est alors soumis à des traitements successifs (dissolutions chimiques, séparation mécanique et séparation par électrodéposition) afin d'extraire le verre et certains composés (on estime récupérer ainsi environ 80% des matériaux semi-conducteurs). Enfin, le mélange final, est revendu à des entreprises métallurgiques où il sera fondu et raffiné. Les différents métaux (cadmium, aluminium, cuivre, nickel, etc.) seront récupérés puis réutilisés.



Figure 27 : Analyse du cycle de vie des panneaux photovoltaïques (source : PV Cycle)

Les matériaux contenus dans les modules photovoltaïques peuvent donc être récupérés et réutilisés soit en produisant de nouveaux modules, soit en récupérant de nouveaux produits comme le verre ou les matériaux semi-conducteurs.

Concernant les autres équipements comme notamment les onduleurs, la directive européenne n°2002/96/CE (DEEE ou D3E) 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.

La prise en compte anticipée du devenir des modules et des différents composants du parc photovoltaïque en fin de vie permet ainsi :

- 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.

- Au coût actuel des matériaux, le démantèlement s'autofinance par le recyclage du parc, très riche en métaux.

3.10 LA GESTION DES DECHETS

Les entreprises attributaires des travaux sont responsables du tri et de l'évacuation des déchets et emballages générés par le chantier.

Les entreprises devront notamment s'engager à :

- Organiser la collecte et le tri des déchets et emballages, en fonction de leur nature et de leur toxicité;
- Prendre les dispositions contre l'envol des déchets et emballages sur le chantier et lors de leur transport;
- Définir une aire provisoire de stockage quotidien des déchets générés par le chantier en vue de faciliter leur enlèvement ultérieur selon les filières appropriées ;
- Enfin, pour tous les déchets industriels spécifiques, l'entreprise établira ou fera établir un bordereau de suivi permettant notamment d'identifier le producteur des déchets (en l'occurrence le porteur du projet), le collecteur-transporteur et le destinataire, ceci concerne également les terres présentes sur le site si elles devaient être amenées à être évacuées.

Le chantier sera nettoyé hebdomadairement afin d'éviter dispersion de poussières et de déchets.

3.11 LE RACCORDEMENT DE LA CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE AU RESEAU ELECTRIQUE

La puissance injectée sur le réseau est estimée à 8,5 MW.

Un poste source ENEDIS est situé à moins d'1km du site. Le poste « MAGNAZEIX » possède une capacité réservée aux EnR au titre du S3EnR de 74 MW. Cependant la puissance de projets en cours de développement impliquera une capacité insuffisante. Une pré étude de raccordement permettra de connaître le coût et la solution de raccordement à privilégier.

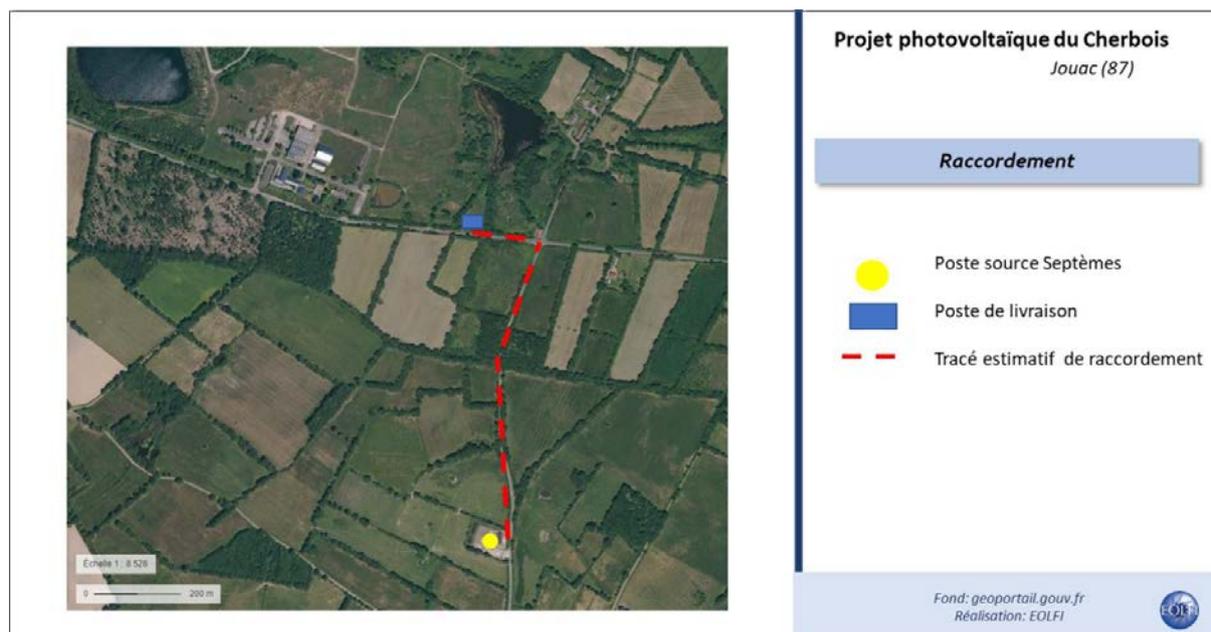


Figure 28 : Tracé potentiel de raccordement depuis le poste de livraison jusqu'au poste source

Les bordures des chemins communaux et routes seront utilisés afin d’y enterrer les réseaux électriques.

Les modalités précises de travaux ne sont pour l’instant pas définies (dispositions techniques, dimensionnement, planning, organisation ...).

3.12 L’ACCES AU SITE

Le secteur d’étude est accessible directement depuis la départementale D912.

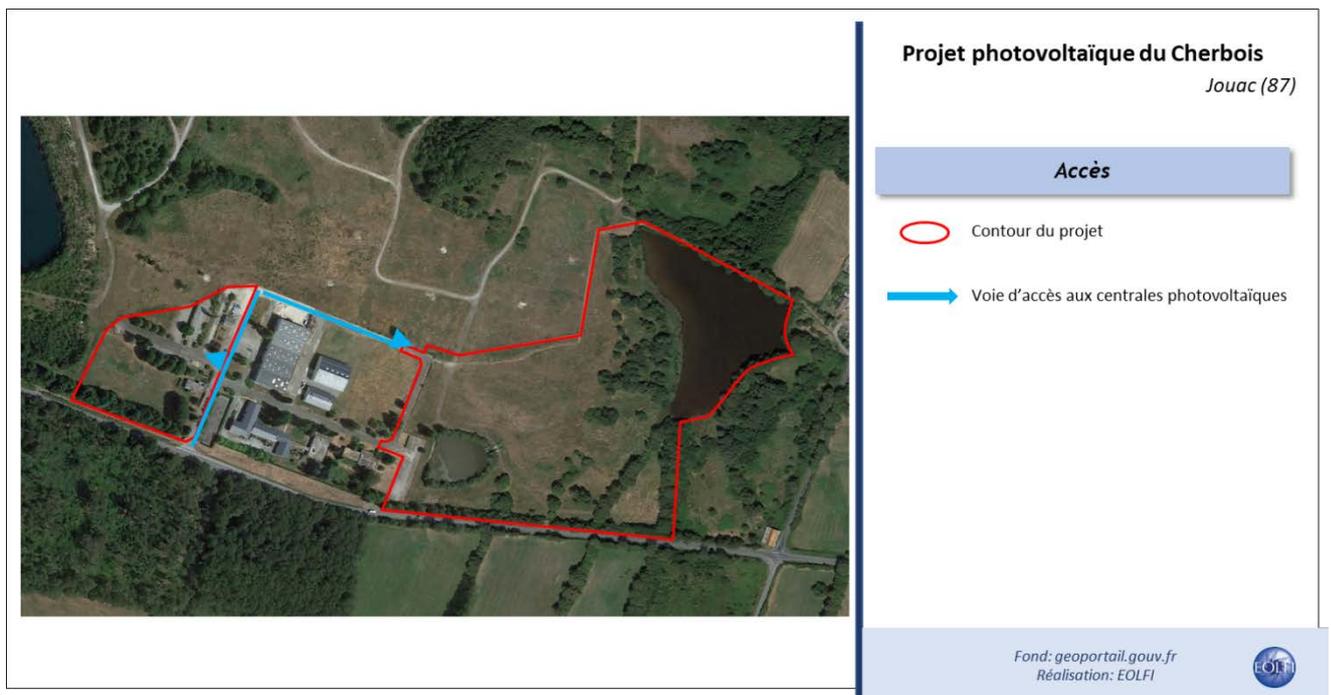


Figure 29 : Tracé de l'accès au site depuis la D912

Un ensemble d’axes viaires (notamment la RD 912) permet un accès facile et direct au site du projet, notamment pour les approvisionnements dans le cadre de la phase travaux. Les voiries sont suffisamment dimensionnées pour recevoir ce trafic temporaire supplémentaire.