

- Nature / granulométrie des fonds et colmatage / envasement à l'aide d'un bathyscope depuis la surface (ci-contre) ;
- Relevé des espèces de poissons contactées de visu (utilisation du bathyscope). Seuls les adultes seront caractérisés à l'espèce ;
- Mesure de la hauteur d'eau en plusieurs points et détermination de la transparence avec un disque de Secchi ;
- Collecte des exuvies d'Odonates pour détermination à l'espèce sous loupe binoculaire ;
- Relevé des autres espèces liées aux milieux aquatiques (amphibiens par ex.) ;
- Photographies ;



Figure 7:
Bathyscope

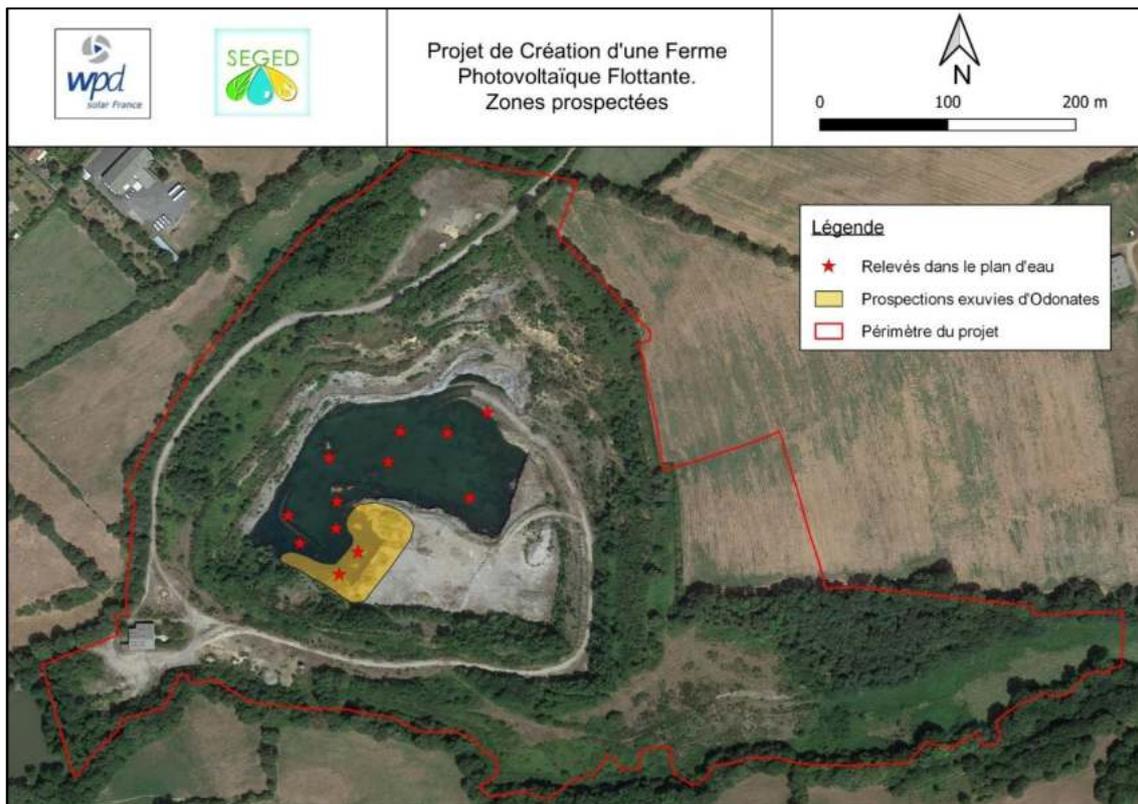


Figure 8 : Localisation des relevés effectués au niveau du plan d'eau et des zones prospectées pour la collecte d'exuvies d'odonates. A noter que le niveau d'eau au moment des prospections était plus important que celui visible sur le fond cartographique

Les relevés effectués ont été consignés dans des fiches de terrain et des photographies ont été prises pour illustrer ces relevés. En outre, un GPS a été utilisé pour pointer les éléments d'intérêt et faciliter leur cartographie ultérieure.

La recherche et la collecte des exuvies d'odonates ont été effectuées au niveau de la végétation des berges ainsi que dans les secteurs où de la végétation émerge de l'eau est présente (arbres partiellement immergés, branchages, touffes de joncs ou autres ...). La période de prospection (fin juin – début juillet) était favorable à cet exercice car postérieur au pic d'émergence de la plupart des espèces d'odonates.

Les berges ainsi que les abords du plan d'eau ont été dans la mesure du possible prospectés à pieds à l'exception des secteurs de très forte pente ou avec un sol instable. De même, les zones de l'ancien

front de taille n'ont pas été prospectées pour des raisons de sécurité. Ces prospections visaient pour l'essentiel à caractériser les principaux éléments du paysage qui entourent directement le plan d'eau ainsi que le cas échéant, à relever la présence de faune liée aux milieux aquatiques.

3.3.2 Cas des étangs voisins

Un premier travail d'acquisition de connaissances sur ces plans d'eau et leur histoire a été effectué en prenant contact avec les propriétaires. L'objectif était de connaître approximativement la date de création de ces plans d'eau ainsi que leur usage et le type d'intervention ou d'entretien dont ils font l'objet.

Ces entretiens ont également été l'occasion de se renseigner sur la nature des peuplements ichtyofaunistiques présents.

Ensuite, une visite de chaque plan d'eau a été effectuée afin de mieux appréhender leurs principales caractéristiques et de déterminer ce qu'ils peuvent apporter en termes d'éléments à enjeux (transfert d'individus ou de semences) au site de l'ancienne carrière.

Les éléments relevés ont été consignés dans une fiche et des photographies ont été prises en complément.

3.4 METHODE D'EVALUATION DES ENJEUX

Plusieurs outils réglementaires ou scientifiques permettent de hiérarchiser le caractère patrimonial des espèces faunistiques observées dans la zone d'étude. Les espèces sont ainsi hiérarchisées en fonction de leur enjeu local de conservation sur la zone d'étude selon les critères suivants :

3.4.1 Statut réglementaire de portée nationale ou régionale

Une espèce est considérée comme protégée si elle figure sur les listes nationale ou régionale des espèces protégées sur le territoire métropolitain.

Protection nationale : Liste nationale des espèces protégées sur l'ensemble du territoire : l'article L. 411-1 du Code de l'environnement prévoit un système de protection strict des espèces de faune et de flore sauvages dont les listes sont fixées par arrêté ministériel :

- Liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire (Arrêté modifié du 20 janvier 1982) ;
- Liste des espèces de poissons protégées sur l'ensemble du territoire français national (Arrêté interministériel du 8 décembre 1988) ;
- Liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire (Arrêté du 29 octobre 2009) ;
- Liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire (Arrêté du 23 avril 2007) ;
- Liste des amphibiens et des reptiles protégés sur l'ensemble du territoire (Arrêté du 19 novembre 2007) ;
- Liste nationale des insectes protégés sur l'ensemble du territoire métropolitain (Arrêté du 23 avril 2007) ;
- Liste des mollusques protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (Arrêté du 23 avril 2007).

Protection régionale : Listes régionales complétant les listes nationales :

- Arrêté du 12 mai 1993 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Centre ;

- Arrêté du 13 octobre 1989 relatif à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet d'une réglementation préfectorale permanente ou temporaire ;

3.4.2 Statut réglementaire de portée internationale

- **Directive Habitat** ou Directive Habitats-Faune-Flore : Directive européenne n°92/43/CEE du 21 mai 1992 concernant la conservation des habitats naturels ainsi que de la faune et de la flore sauvages.
- **Directive Oiseaux** : Directive européenne n°79/409/CEE du 2 avril 1979 concernant la conservation des oiseaux sauvages.
- **Convention de Berne** : Convention du 19 septembre 1979 relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe.
- **Convention de Bonn** : Convention du 23 juin 1979 relative à la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage.

3.4.3 Statut de menace :

Les listes rouges nationales ou régionales indiquent le degré de menace pesant sur les espèces concernées. Le degré de menace est décliné en plusieurs niveaux : RE = espèce disparue de la région considérée ; CR = En danger critique ; EN = En danger ; VU = Vulnérable ; NT = Quasi menacée ; LC = Préoccupation mineure ; DD = Données insuffisantes ; NA = Non applicable.

Elles permettent de déterminer le risque de disparition de notre territoire des espèces animales qui s'y reproduisent en milieu naturel ou qui y sont régulièrement présentes. Dans le cadre de cette étude, différentes listes rouges ont été consultées.

Listes rouges nationales :

- Liste rouge de la flore vasculaire de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2018) ;
- Liste rouge des oiseaux nicheurs de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2016) ;
- Liste rouge des mammifères continentaux de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2017) ;
- Liste rouge des reptiles et amphibiens de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2015) ;
- Liste rouge des odonates de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2016) ;
- Liste rouge des rhopalocères de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2012) ;
- Liste rouge des Poissons d'eau douce de France métropolitaine (UICN *et al.*, 2019) ;

Listes rouges régionales :

- Liste rouge poissons Région Centre Val de Loire (11/09/2013) ;
- Liste rouge mollusques Région Centre Val de Loire (13/02/2017) ;
- Liste rouge amphibiens Région Centre Val de Loire (09/02/2017) ;
- Liste rouge reptiles Région Centre Val de Loire (11/09/2013) ;
- Liste rouge orthoptères Région Centre Val de Loire (13/02/2017) ;
- Liste rouge odonates Région Centre Val de Loire (13/11/2013) ;
- Liste rouge flore vasculaire Région Centre Val de Loire (04/04/2014) ;
- Liste rouge chiroptères Région Centre Val de Loire (13/02/2017) ;
- Liste rouge oiseaux Région Centre Val de Loire (04/04/2014) ;
- Liste rouge habitats Région Centre (12/12/2014) ;
- Liste rouge mammifères Région Centre (11/09/2013) ;
- Liste rouge Lépidoptères Région Centre (05/03/2015) ;
- Listes rouge Coléoptères Région Centre (11/01/2019).

3.4.4 Espèces déterminantes ZNIEFF :

Les espèces déterminantes dans le cadre des Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Faunistique et Floristique (ZNIEFF) sont des espèces considérées comme ayant un fort caractère patrimonial.

En région Île-de-France, la liste des espèces et habitats déterminants validée le 23 novembre 2017 a été actualisée par le Conseil Scientifique Régional du Patrimoine Naturel d'Île-de-France (CSRPN) le 19/12/2019.

3.4.5 Trame vertes et bleues :

Décret n° 2014-45 du 20 janvier 2014 portant adoption des orientations nationales pour la préservation des trames vertes et bleues et annexe 1 du Document-Cadre, qui présente la « Liste d'espèces sensibles à la fragmentation dont la préservation est un enjeu pour la cohérence nationale de la Trame verte et bleue ».

Le caractère patrimonial d'une espèce faunistique ou floristique a été établie à partir de la méthodologie présentée dans le Tableau 2 ci-dessous.

Tableau 2 : Méthodologie des enjeux de conservation des espèces sur la zone d'étude

Niveau d'enjeu de conservation	Définition de l'enjeu de conservation de l'espèce
Très fort	Espèce des annexes II ou IV prioritaires de la Directive Habitats-Faune flore Espèces inscrites à la liste rouge de la faune ou de la flore menacée de France ou liste régionale en danger ou en danger critique d'extinction (EN/CR) Espèces extrêmement rares au niveau local (flore RRR)
Fort	Espèces de l'annexe II non prioritaires de la Directive Habitats-Faune-Flore Espèces de l'annexe I de la Directive Oiseaux Espèces inscrites à la liste rouge de la faune ou de la flore menacée de France ou liste régionale vulnérables (VU) Espèces très rares au niveau local (flore RR)
Moyen	Espèces inscrites à la liste rouge de la faune ou de la flore menacée de France ou liste régionale quasi-menacées (NT) Espèces rares (flore R) ou assez rares (flore AR) au niveau local Espèces bénéficiant d'un plan national ou régional d'actions
Faible	Espèces protégées au niveau national inscrites sur la liste rouge de la faune ou de la flore menacée de France ou liste régionale en préoccupation mineure (LC) Espèces de l'annexe IV non prioritaires de la Directive Habitats-Faune-Flore inscrites sur la liste rouge de la faune ou de la flore menacée de France ou liste régionale en préoccupation mineure (LC) Espèces déterminantes ZNIEFF Espèces sans statut mais peu communes présentant un enjeu local

4 CONTEXTE PHYSIQUE ET NATUREL

4.1 GEOLOGIE

Le projet d'aménagement est concerné majoritairement par la couche rocheuse des leptynites du complexe leptyno-amphibolique du Caregillesse (Figure 9). Le complexe leptyno-amphibolitique est repérable grâce à l'alternance de niveaux sombres composés d'amphibolite et de niveaux clairs correspondant aux leptynites (roche gneissique à grain fin). Ce sont ces roches qui étaient exploitées et qui sont à l'origine de la carrière.

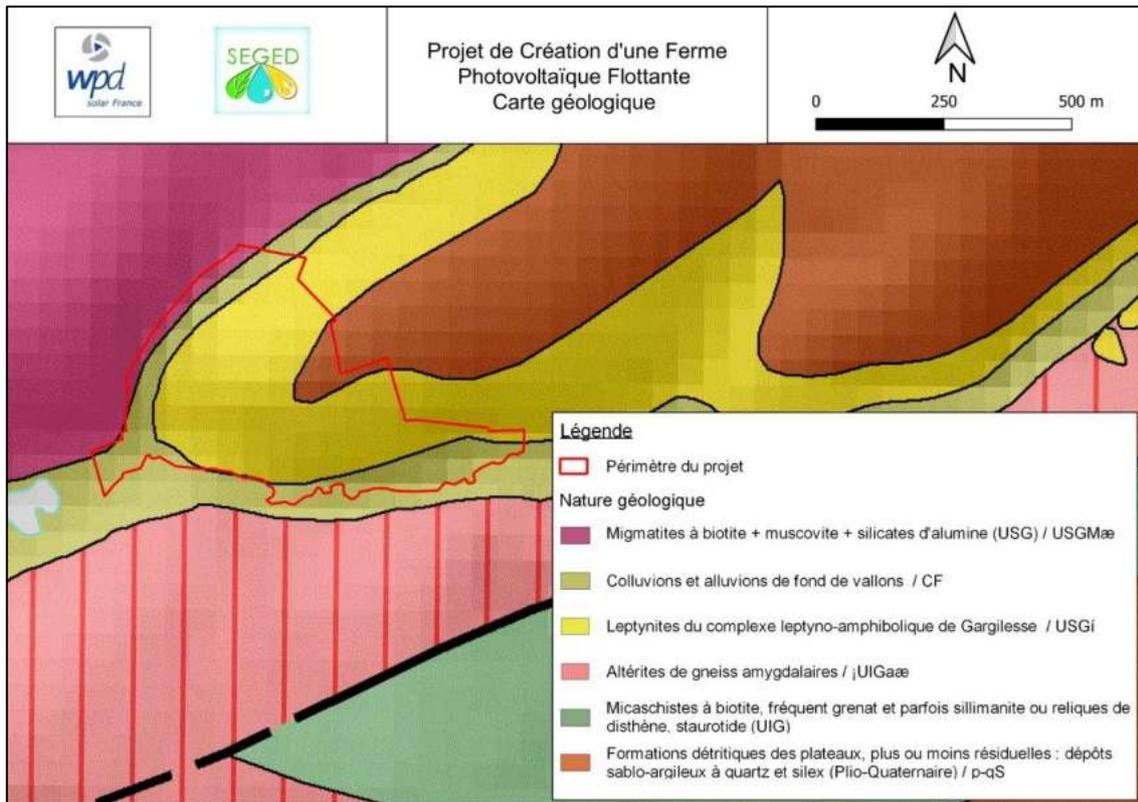


Figure 9 : Carte géologique

Selon l'étude effectuée par le bureau d'étude EDREE (2021), le plan d'eau est essentiellement alimenté par les eaux de ruissellement issues du bassin versant collecté par ce plan d'eau. D'après cette étude, il n'y a pas d'alimentation par remontée phréatique.

4.2 TOPOGRAPHIE

Le relief du secteur d'étude est peu marqué et oscille généralement entre 200 et 250 m d'altitude. Le secteur le plus marqué en termes de relief est celui de la carrière avec le front de taille vertical de plusieurs dizaines de mètres de hauteur côté ouest.

4.3 HYDROGRAPHIE

La zone de projet est concernée le long de sa limite sud par le ruisseau de Boisrémont (ou Portfeuille) à écoulement permanent. Ce cours d'eau présente une ripisylve assez développée. En limite ouest du site d'étude se trouve un fossé avec un écoulement temporaire qui se jette dans le ruisseau de Boisrémont (Figure 10).

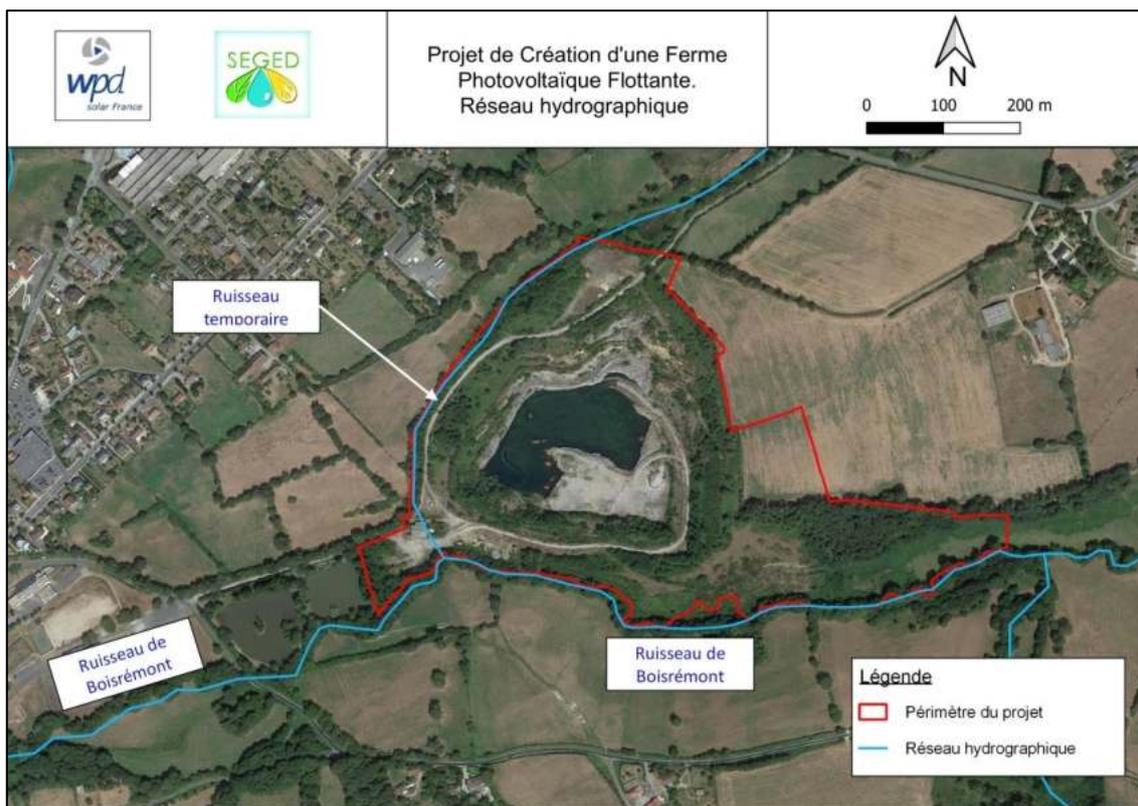


Figure 10 : Réseau hydrographique présent au niveau de la zone d'étude

4.4 ZONES HUMIDES

Il n'existe pas d'atlas départemental des zones humides disponible pour le département de l'Indre. Cependant, il existe à l'échelle nationale une carte des milieux potentiellement humides de la France métropolitaine. Cette carte modélise les enveloppes qui, selon les critères géomorphologiques et climatiques, sont susceptibles de contenir des zones humides au sens de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié. Les enveloppes d'extension des milieux potentiellement humides sont représentées selon trois classes de probabilité (assez forte, forte et très forte).

Cette carte est issue d'un travail de modélisation effectué par deux équipes de l'INRA d'Orléans (US InfoSol) et d'AGROCAMPUS OUEST à Rennes (UMR SAS) à la demande du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.

L'étude des résultats de ce travail pour la zone d'étude (Figure 11) montre que les zones humides potentielles sont fortement liées aux cours d'eau présents avec une probabilité forte à très forte. La largeur de ces milieux potentiellement humides est assez faible et correspond plus ou moins à l'étendue de la ripisylve.

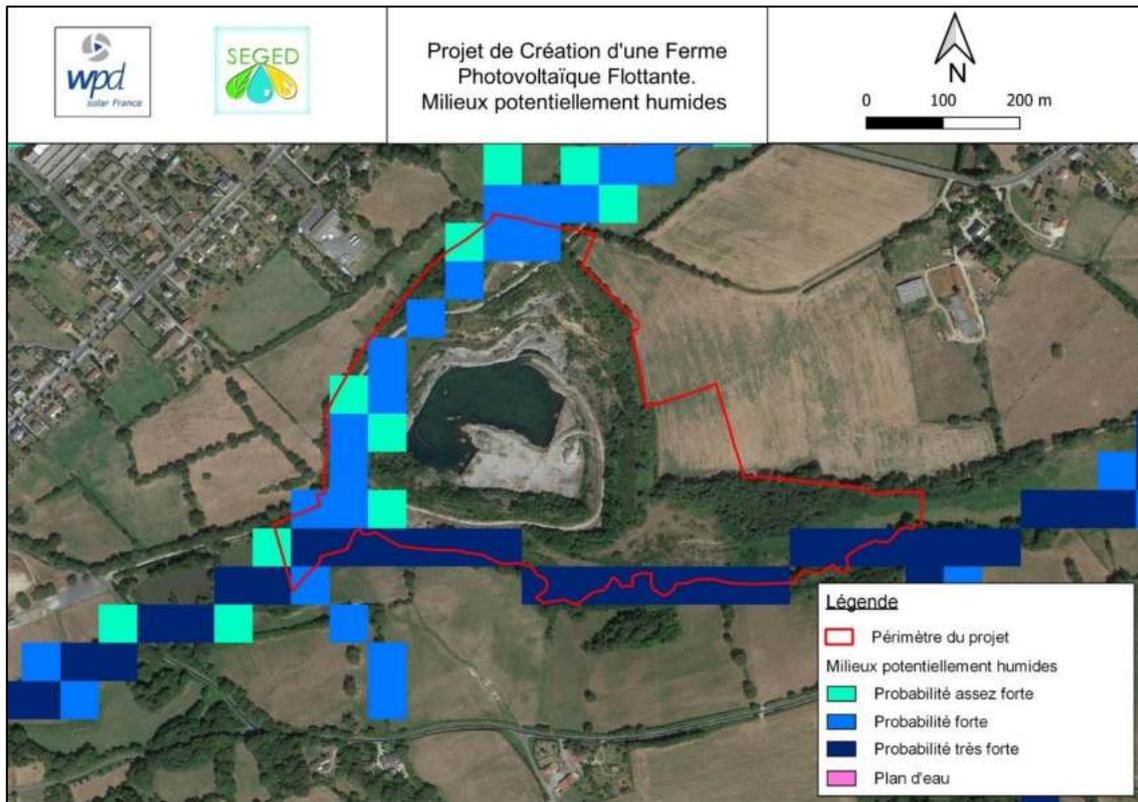


Figure 11 : Cartographie des milieux potentiellement humides

En dehors de ces éléments, il n’y a pas d’autres milieux potentiellement humides dans l’emprise du projet.

4.5 OCCUPATION DU SOL

L’occupation des sols au niveau de la zone d’étude est très largement agricole avec un ensemble dominé par des terres arables, des terres agricoles mixtes ainsi que des prairies pour l’élevage. On note également la présence assez importante d’étangs (Figure 12).

De nombreuses haies séparent les différentes parcelles composant ainsi un ensemble de type bocage bien développé.

On note également la présence de quelques formations forestières.

Les zones urbaines sont peu étendues et se limitent pour l’essentiel à Saint-Benoît-du-Sault et Maincléf.

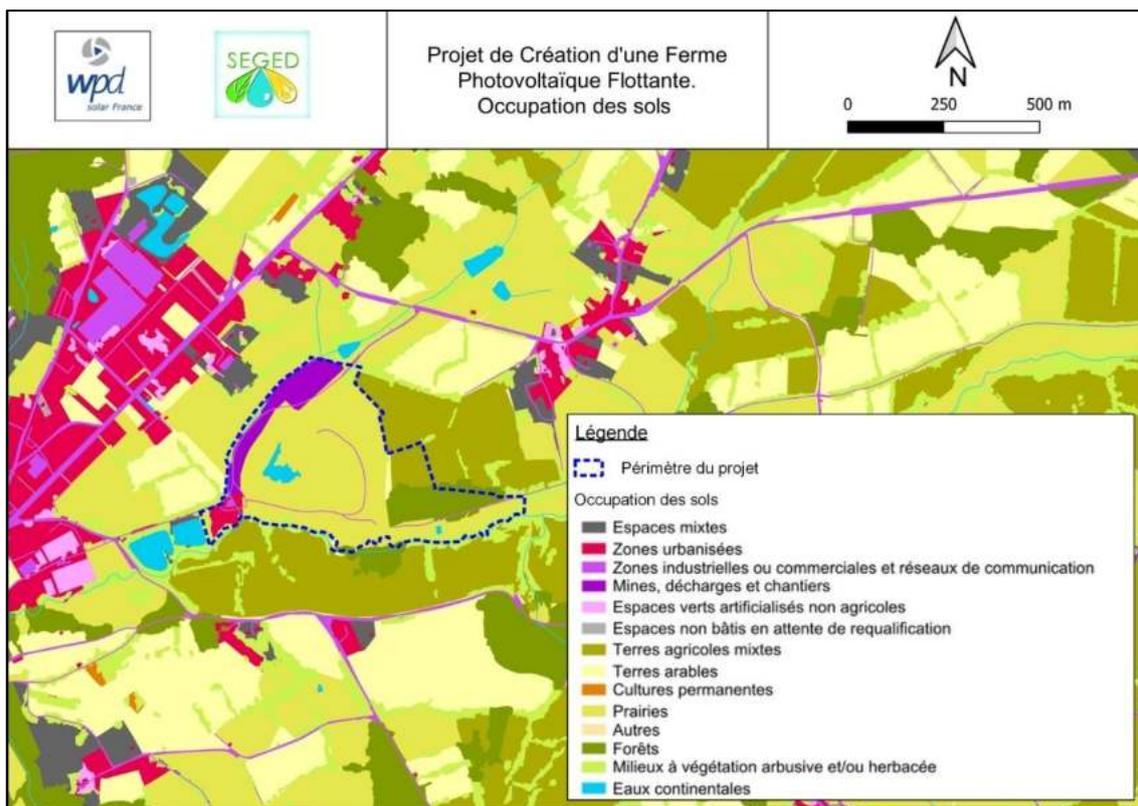


Figure 12 : Occupation des sols au niveau de la zone de projet

4.6 ZONAGES ENVIRONNEMENTAUX

4.6.1 Zonages réglementaires

Dans un périmètre de 10 km autour du projet, plusieurs protections réglementaires et contractuelles sont présentes, principalement au nord et à l'ouest du périmètre du projet. Aucun périmètre réglementaire n'est directement impacté par le projet.

Les enjeux sont assez diversifiés et concernent à la fois des habitats et certaines espèces à forte valeur patrimoniale.

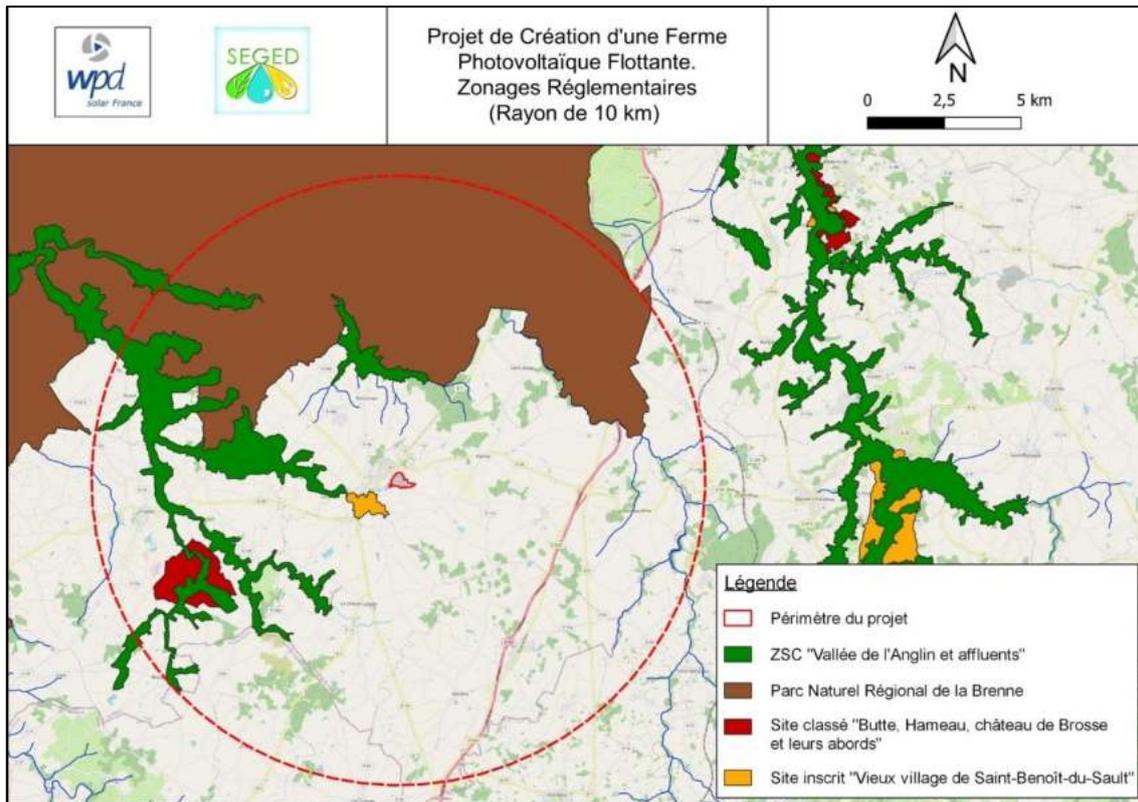


Figure 13 : Carte synthétique des périmètres réglementaires à proximité du projet dans un rayon de 10km

4.6.1.1 Synthèse des Enjeux et Hiérarchisation ZSC « Vallée de l'Anglin et affluents ».

Le Tableau 3 ci-après est extrait du Document d'Objectif de mai 2013 du site Natura 2000 dont l'une des parties est située à environ 1,5 km du projet.

Tableau 3 : Synthèse des Enjeux et Hiérarchisation pour la Zone de Conservation Spéciale « Vallée de l'Anglin et affluent »

Entité écologique	Habitats d'intérêt communautaire (Code N2000 et appellation)	Espèces d'intérêt communautaire (Code N2000 et appellation)	Niveau d'enjeu pour le site	Motif justifiant le niveau d'enjeu
Grottes et habitats rocheux	- Grottes naturelles (8310)	Chiroptères	Majeur pour les grottes qui constituent des gîtes pour les chiroptères	- Présence de 16 espèces de chauves-souris - Présence d'un gîte d'hibernation et de reproduction d'importance nationale - Présence du R. euryale considéré comme une espèce vulnérable en Europe
	- Végétation des fissures (8210) - Pelouses calcicoles sèches du Xérobromion (6210) - Pelouses médio-européennes sur débris rocheux (6110)		Fort pour les habitats rocheux	- Présence d'habitats naturels et d'espèces d'intérêt communautaire à la marge
Habitats et espèces liés à la rivière Anglin	- Rivières de l'étage planitiaire avec végétation du <i>Ranunculus fluitans</i> (3260) ou Herbiers à Renoncules flottantes - Mégaphorbiaie eutrophe (6430) - Forêts alluviales à Aulnes et Frênes (91E0*) - Forêts mixtes riveraines des grands fleuves (<i>Ulmion minoris</i>) (91F0)	Chiroptères Castor d'eurasie (1337) Lamproie marine (1095) Saumon atlantique (1106) Bouvière (1134) Chabot (1163) Cistude d'Europe (1220) Cordulie à corps fin (1041) Gomphe de Graslin (1046) Mulette épaisse (1032)	Fort en tant qu'habitat utilisé comme territoire de chasse par les Chiroptères	- Présence d'habitats d'espèces d'intérêt communautaire - Présence d'espèces d'intérêt communautaire
			Moyen pour les habitats et espèces inféodées au milieu aquatique	- Présence d'un habitat naturel d'intérêt communautaire prioritaire - Présence d'espèces d'intérêt communautaire - Présence d'habitats d'espèces d'intérêt communautaire
Complexe « Forêt » et habitats naturels associés	- Forêts alluviales à Aulnes et Frênes (91E0*) - Forêts mixtes riveraines des grands fleuves (<i>Ulmion minoris</i>) (91F0) - Forêts de pentes, éboulis ou ravins du Tilio-Acerion (9180*)	Chiroptères Triton crêté (1166) Lucane Cerf-volant (1083)	Fort en tant qu'habitat utilisé comme territoire de chasse par les Chiroptères	- Présence de 2 habitats naturels d'intérêt communautaire prioritaire - Présence d'espèces d'intérêt communautaire - Présence d'habitats d'espèces d'intérêt communautaire
	- Pelouses maigres de fauche de basse altitude (6510) - Pelouses calcicoles sèches du Xérobromion et du Mésobromion (6210) - Pelouses médio-européennes sur débris rocheux (6110) - Landes à Genévrier commun sur pelouses calcaires (5130)		Fort en ce qui concerne les autres habitats naturels et espèces associés	- Présence d'habitats naturels et d'espèces d'intérêt communautaire
Milieux agricoles	- Pelouses maigres de fauche de basse altitude (6510) - Pelouses semi-sèches médio-européennes à <i>Bromus erectus</i> (6210) - Pelouses médio-européennes du Xérobromion (6210)	Chiroptères	Fort en tant qu'habitat utilisé comme territoire de chasse par les Chiroptères	- Présence d'habitats d'espèces d'intérêt communautaire - Présence d'espèces d'intérêt communautaire
	- Mégaphorbiaie eutrophe (6430) - Mares avec végétation enracinées flottantes (potamots) (3150)	Triton crêté (1166)	Moyen en ce qui concerne les autres habitats naturels et espèces	- Présence d'habitats naturels et d'espèces d'intérêt communautaire à la marge

4.6.1.2 Synthèse des enjeux pour le Parc Naturel Régional de la Brenne.

La grande majorité du Parc de la Brenne est classée au titre de la convention de Ramsar depuis 1991 en tant que zone humide d'importance internationale. Par conséquent, une grande majorité des enjeux présents sont liés aux milieux aquatiques, qu'il s'agisse d'eaux courantes (sources, ruisseaux, rivières...) ou d'eaux stagnantes (étangs, mares, fossés de vidanges et de remplissage des étangs...).

Le nombre important de plans d'eau (environ 5 000 créés par l'Homme) a permis l'expression d'habitats des milieux humides comme les zones de marais ou les landes et prairies humides.

La diversité de la faune et de la flore est importante avec de nombreuses espèces protégées ou patrimoniales.

4.6.2 Zonages Inventaires

Dans un périmètre de 10 km autour du projet, on notera la présence d'une grande Znieff de type II nommée « Haut bassin-versant de l'Anglin et du Portefeuille » et de neuf Znieff de type I dont certaines de très petite taille (Figure 14) :

- 1 – Prairies et bocage de la Fontourée ;
- 2 – Tourbière des Rulauds ;
- 3 – Chênaie – hêtraie des trois chênes ;

- 4 – Prairie humide du Pré Cène ;
- 5 – Aulnaie – Frênaie et landes de Seillant ;
- 6 – Tourbière de Passebonneau ;
- 7 – Etang du champ Robin ;
- 8 – Lande de Coury et étang du Pontauzier ;
- 9 – Landes du Coury.

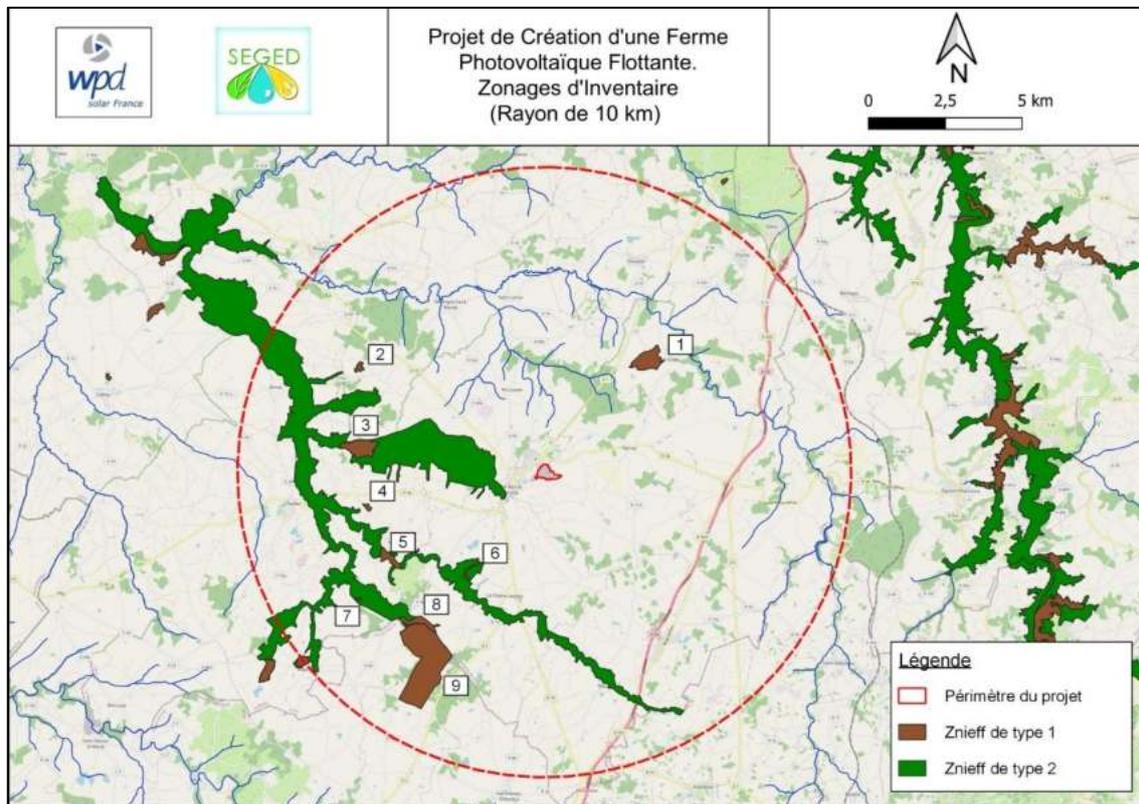


Figure 14 : Carte synthétique des zonages d'inventaire à proximité du projet dans un rayon de 10km

Sur l'ensemble de ces périmètres sont recensés de multiples habitats, espèces animales et végétales protégées ou avec une valeur patrimoniale plus ou moins élevée. La plupart sont liés plus ou moins fortement aux milieux aquatiques avec par exemple pour la grande Znieff de type II qui constitue l'ensemble le plus proche du site d'étude :

- 12 habitats déterminants ;
- 4 espèces déterminantes d'amphibiens ;
- 5 espèces déterminantes de coléoptères ;
- 17 espèces déterminantes de lépidoptères ;
- 3 espèces déterminantes de mammifères (exclusivement des chiroptères) ;
- 1 espèce déterminante de mollusques ;
- 8 espèces déterminantes d'odonates ;
- 7 espèces déterminantes d'oiseaux ;
- 80 espèces végétales déterminantes ;
- 4 espèces déterminantes de poissons ;
- 2 espèces déterminantes de reptiles.

Au regard de la proximité de cette grande Znieff avec le site d'étude, il est possible que certains taxons soient présents au niveau du site d'étude.

5 ETAT INITIAL DU SITE

Note : Pour la bonne compréhension du document, il est rappelé que les prospections sur site ainsi que l'estimation des enjeux ont été effectuées pour une situation à la date de juillet 2020 (date des prospections). Lors de ces prospections le niveau du plan d'eau était situé aux environs de la cote 185 m NGF, soit 15 mètres en dessous de la cote théorique utilisée pour dimensionner le projet. C'est notamment pour cette raison que les cartes présentant les enjeux présentent des contours différents pour le plan d'eau et l'estimation des enjeux observés.

5.1 LES HABITATS

5.1.1 Description générale

De façon générale, le site est dominé par l'emprise des extractions avec en son centre le plan d'eau dont l'alimentation est pour l'essentiel assuré par la pluviométrie associée aux ruissellements. La cuvette présente des pentes assez fortes à abruptes avec la présence de secteurs de falaises (ancien front de taille) sur la moitié du périmètre du plan d'eau (secteur nord et ouest).



Figure 15 : Vue générale du site au niveau du plan d'eau



Figure 16 : Vue générale du site depuis le plan d'eau

La végétalisation du site est prononcée avec de nombreux arbres et arbustes ainsi que des fourrés avec des genêts, des ronces etc.

Les milieux ouverts à semi-ouverts dominent encore le paysage avec de nombreuses herbacées présentes. L'arrêt « récent » de l'exploitation (2010) explique en grande partie cet état en plus de la nature des substrats présents (roche mère, sables et graviers).

On note la présence d'une grande plage de sable grossier et graviers qui donne sur le plan d'eau. La végétation présente est assez rase avec un début de colonisation par les peupliers ou les saules. Il est assez probable que cette plage soit immergée une partie de l'année en fonction des fluctuations du niveau du plan d'eau à la suite de fortes précipitations par exemple.



Figure 17 : Plage en début de végétalisation permettant l'accès au plan d'eau

De façon globale sur le site d'étude, les milieux ouverts à semi-ouverts dominent avec cependant la présence de secteurs boisés en lisière de site le long des cours d'eau ainsi qu'à l'est du site.

5.1.2 Le plan d'eau

Les relevés effectués le 1^{er} juillet 2020 sur le plan d'eau ont mis en avant une hauteur d'eau assez uniforme de l'ordre de 7 m. Le minimum observé était de 6,8 m et le maximum de 7,5 m.

La température moyenne en surface était de 23 °C en avec une eau plutôt transparente (taux de solides dissouts de 0,27). Le pH est légèrement basique et se situe aux environs de 8,5.

Les relevés effectués à l'aide du disque de Secchi donnent une transparence comprise entre 3,3 m (une seule mesure) et 4,3 – 4,4 m (toutes les autres mesures), ce qui correspond à un plan d'eau mésotrophe (moyennement enrichi en matière organique).

De nombreux radeaux de végétation aquatique composés d'utriculaires pour l'essentiel (très probablement l'Utriculaire citrine (*Utricularia australis*) ont été observés sur l'ensemble du plan d'eau (Figure 18). Cette espèce ne bénéficie pas d'une protection nationale et elle n'est pas non plus protégée en région Centre Val-de-Loire. Selon l'UICN, le niveau de conservation pour cette espèce présente un niveau de préoccupation mineur.

Le niveau d'enjeu associé à cette espèce est **faible**.

Quelques hydrophytes ont été observés mais la configuration du plan d'eau (berges abruptes avec hauteur d'eau importante) n'est pas favorable à leur implantation hormis pour le secteur en prolongement de la plage (partie sud du plan d'eau - Figure 20).



Figure 18 : Radeau d'Utriculaires (gauche) et détail de la floraison de l'utriculaire (droite)

Quelques poissons ont été observés, des juvéniles et des alevins pour l'essentiel. Il s'agit de cyprinidés trop petits pour pouvoir indiquer à quelle espèce ils appartiennent avec certitude.

Dans le prolongement du plan d'eau, il existe un fossé en eau, très ombragé et fortement végétalisé (Figure 19) avec un fond composé d'une épaisseur assez importante de litière en décomposition. Ce fossé se situe dans la partie sud de l'ancien site d'extraction et mesure environ 200 m de longueur.



Figure 19 : Fossé humide fortement végétalisé présent sur le site d'étude

La Figure 20 ci-dessous localise les relevés de terrain (hauteur d'eau, transparence ...) ainsi que les secteurs peu profonds, en pente douce favorables aux hydrophytes. Il est important de noter que cette figure est basée sur des relevés datant de juillet 2020 et que suite au remplissage naturel du plan d'eau, ces secteurs sont actuellement couverts par une hauteur d'eau plus ou moins importante.

Par conséquent, ces secteurs sont assez probablement moins favorables à l'implantation des hydrophytes et ils le seront de moins en moins à mesure que le niveau d'eau augmentera.

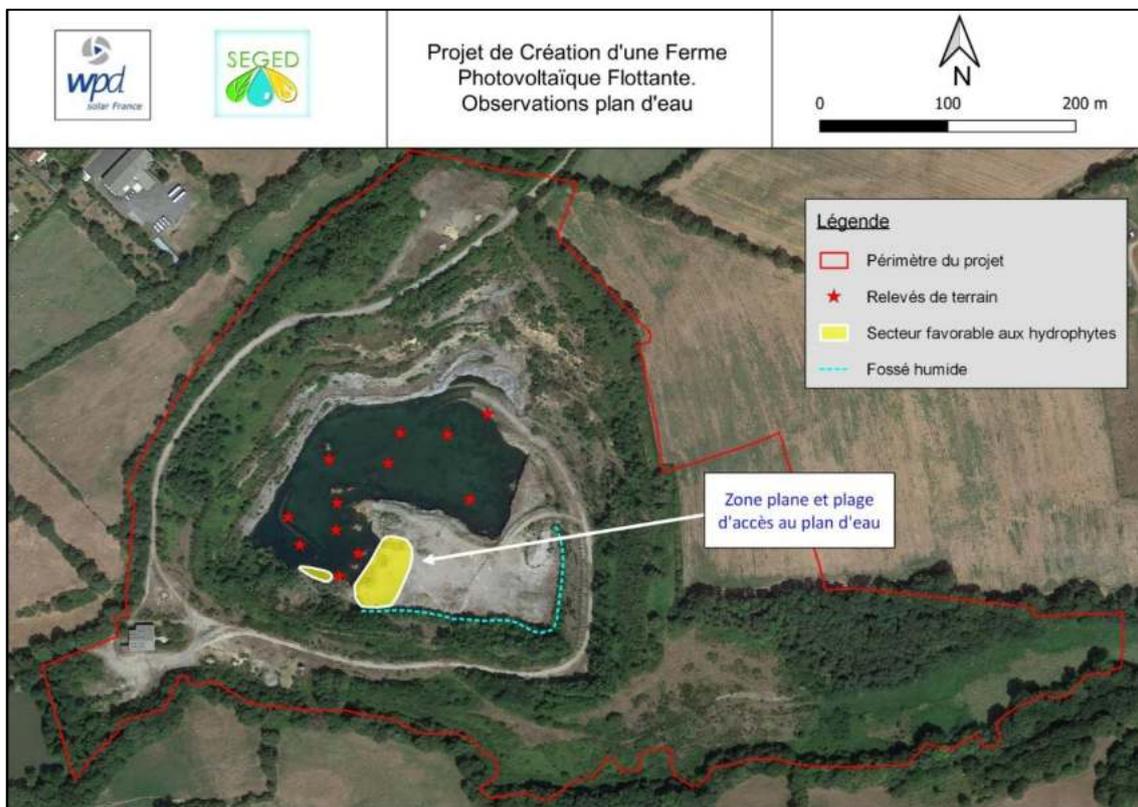


Figure 20 : Localisation des relevés effectués sur le plan d'eau et des principaux éléments d'intérêt en relation avec le plan d'eau. Situation au 1^{er} juillet 2020 susceptible d'évoluer significativement avec la poursuite du remplissage de la cuvette.

5.1.3 Description des berges – CHARLI

Les relevés effectués via le protocole CHARLI confirment que les berges sont de nature très largement minérale avec une granulométrie dominée par les éléments de grande taille ou la roche mère (Figure 21). La végétation est présente majoritairement en surplomb du plan d'eau en relation avec la forme

de la cuvette dont les berges sont abruptes. On note l'existence de deux secteurs pour lesquels en raison de la présence d'une faible hauteur d'eau les héliophytes et des arbres sont présents.

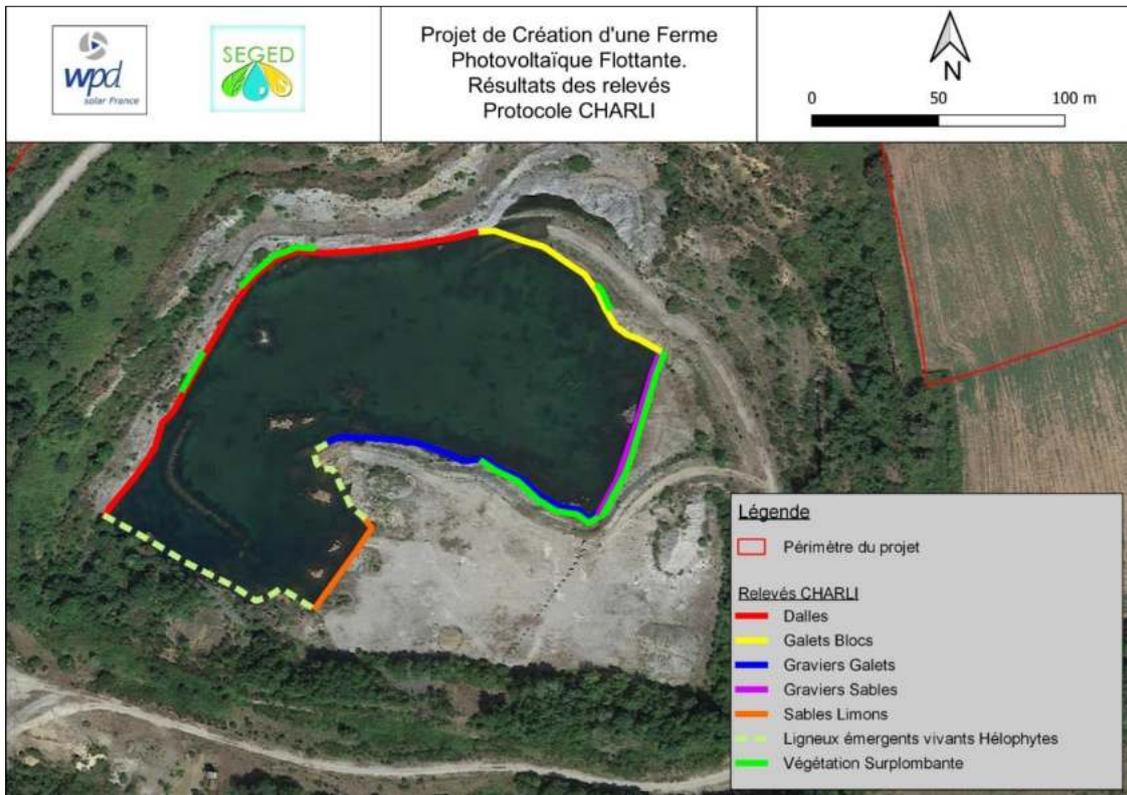


Figure 21 : Résultats des relevés effectués via le protocole de caractérisation des habitats des rives et du littoral (CHARLI)

En dehors de ces deux secteurs, l'absence de zone de transition entre le haut de berge et la partie profonde du plan d'eau limite fortement les possibilités d'implantation d'une ceinture de végétation composée d'héliophytes et d'hydrophytes comme généralement observé autour des plans d'eau (Figure 22).

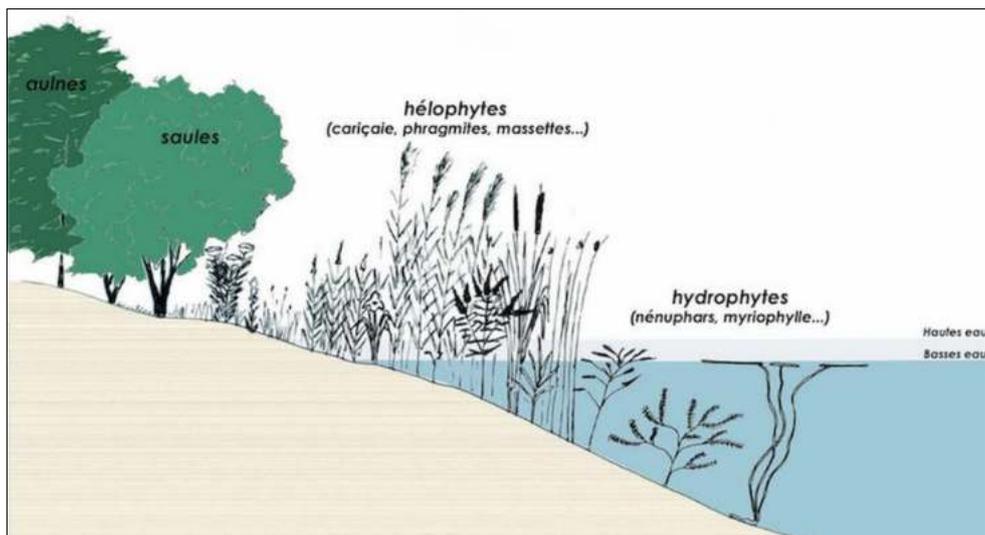


Figure 22 : Etagement de la végétation au niveau de la berge d'un plan d'eau (Source : <https://groupemares.org/>)

Cette forte restriction des possibilités de développement de cette ceinture végétale constitue un frein au développement d'une biodiversité importante typique des plans d'eau. Les habitats constitués par

cette végétation servent d'habitat pour l'alimentation, le repos, l'abris et la reproduction pour de nombreuses espèces d'invertébrés aquatiques, de poissons, d'amphibiens ou d'oiseaux en plus de jouer un rôle important dans l'équilibre physico-chimique du plan d'eau (oxygénation, cycle de l'azote et du phosphore, ...).

5.1.4 Enjeux habitats

Les enjeux habitats pour le plan au 1^{er} juillet 2020 d'eau sont modérés pour la partie du plan d'eau la plus profonde (Figure 23) en raison :

- De l'âge du plan d'eau dont la création est assez récente. Plan d'eau jeune, non mature avec par essence une diversité limitée ;
- De la configuration des berges qui sont majoritairement abruptes avec rapidement une hauteur d'eau de plusieurs mètres ne permettant pas l'implantation d'une ceinture de végétation synonyme de diversification des habitats ;
- D'une ripisylve encore peu développée, ce qui limite là également la diversité d'habitats ;
- De la composition granulométrique dominée par les éléments grossiers et la roche mère avec une faible diversité de relief et des berges offrant un tracé assez rectiligne ;
- De l'intérêt que représente malgré tout ce plan d'eau pour les amphibiens, les oiseaux ainsi que certains mammifères (site de chasse pour les chiroptères par exemple) ;
- De la présence d'une végétation aquatique (radeaux d'utriculaire) bien développée.

Les enjeux sont assez forts pour les secteurs peu profonds (Figure 23) avec une pente douce en raison :

- De la présence d'une végétation immergée composée d'arbres, d'arbustes voire d'hélophytes qui constituent des herbiers apportant une diversification des habitats ;
- Cette végétation constitue également le seul secteur du plan d'eau permettant l'émergence des insectes aquatiques ayant besoin d'un support comme les odonates ou les éphémères ;
- Ces secteurs en pente douce, de faible profondeur avec de la végétation aquatique constitue également un habitat favorable aux têtards d'amphibiens.

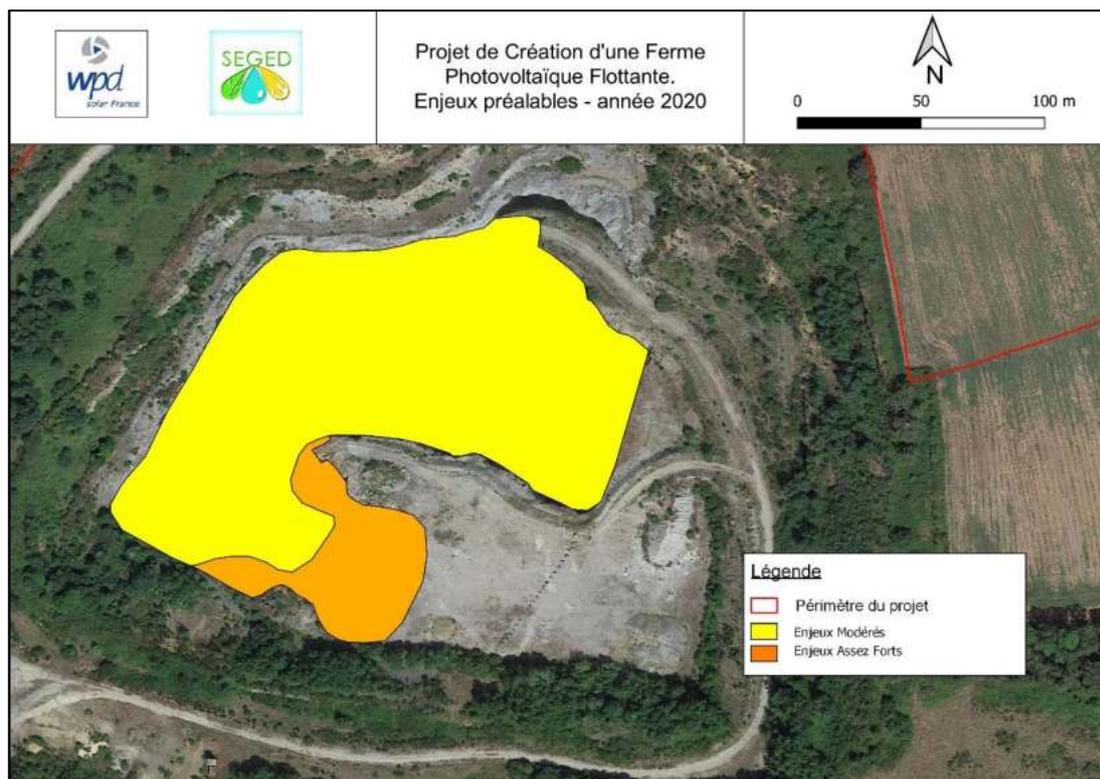


Figure 23 : Synthèse des enjeux habitats à l'échelle du plan d'eau

5.2 FAUNE OBSERVEE

5.2.1 Observations générales

Les observations effectuées en juillet 2020 ont permis de constater la présence d'une faune relativement diversifiée avec des oiseaux, des amphibiens, des reptiles, des mammifères et des insectes. Il n'a pas été effectué de prospections spécifiques à ces groupes étant donné que ce travail a été réalisé par ADEV lors d'inventaires quatre saisons.

Des alevins et des juvéniles de poissons (cyprinidés) ont été observés dans le plan d'eau, majoritairement dans le secteur peu profond. Leur faible taille n'a pas permis leur identification à vue mais il s'agit très probablement d'espèces communes comme le gardon, le rotengle, le vairon ou le chevesne.

L'origine de ces poissons est inconnue mais il est très vraisemblable qu'ils aient été introduits en raison de l'absence de connexion directe entre le plan d'eau et les cours d'eau voisins.

Niveau d'enjeu associé aux poissons en l'état actuel : **faible**

5.2.2 Les Odonates

Les prospections effectuées dans les secteurs peu profonds au niveau de la végétation émergente (arbres ou autres) ont permis de collecter seulement quatre exuvies d'odonates appartenant à deux espèces différentes :

- Le Sympétrum fascié (*Sympetrum striolatum*) avec deux exuvies ;
- L'Anax empereur (*Anax imperator*) avec deux exuvies.

Ces deux espèces sont communes en France et en région Centre-Val de Loire et leur répartition géographique est large. Elles ne bénéficient pas d'un statut de protection et ne sont pas déterminantes ZNIEFF. Pour ce qui est de leur classement sur la liste nationale (LRN) ou régionale (LRR) des espèces menacées, l'une comme l'autre sont considérées comme peu à risque (LC). Par conséquent, le niveau d'enjeux qui leur est associé est faible.



Espèce	Protection / Patrimonialité	
Anax empereur	LRN – LC / LRR - LC	Faible
Sympetrum fascié	LRN – LC / LRR - LC	Faible

Figure 24 : Exuvie de *sympetrum fascié* sur son support d'émergence

5.3 CONTINUITES ECOLOGIQUES

Du point de vue des milieux aquatiques, il n'y a pas de continuité directe entre le site d'étude (plan d'eau) et les milieux aquatiques environnant, qu'il s'agisse du ruisseau de Boisrémont, de la nappe phréatique ou des étangs proches.

Cependant, le secteur d'étude est situé dans un ensemble composé d'une mosaïque de milieux comportant à la fois des entités forestières, prairiales où liées aux milieux humides comme le montre les résultats du Schéma Régional de Cohérence Ecologique (Figure 25).

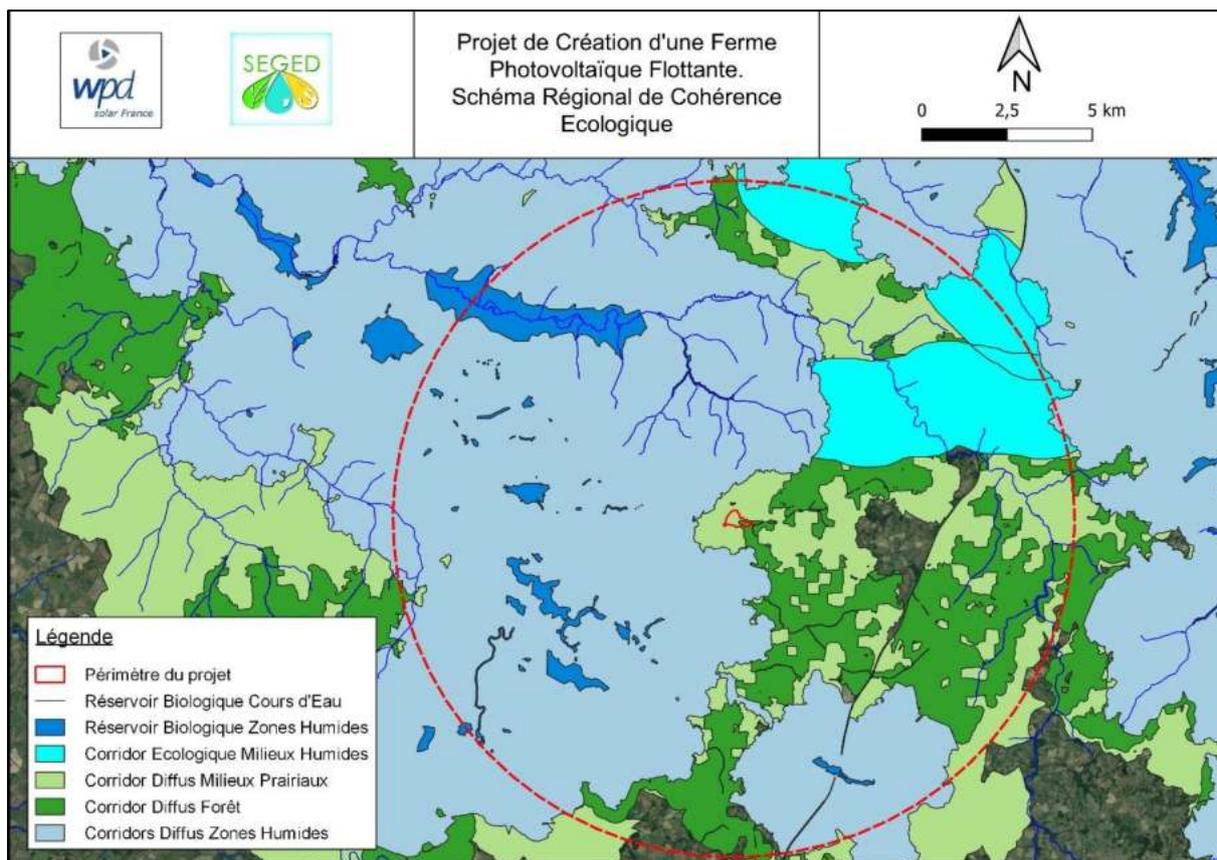


Figure 25 : Eléments du Schéma Régional de Cohérence Ecologique situés à proximité du projet dans un rayon de 10km

Cette diversité de corridors situés soit directement au niveau du site, soit à proximité forte constitue un élément important pour l'évolution du secteur d'étude en termes de vitesse d'évolution. Le fait d'être situé à un « carrefour » entre ces diverses entités est un élément favorable à une colonisation et à une diversification assez rapide du secteur d'étude, pour les milieux terrestres comme pour les milieux aquatiques ou humides.

5.4 LES ETANGS PROCHES

5.4.1 Caractérisation des étangs voisins

Les étangs voisins du site d'étude ont fait l'objet d'une visite afin de déterminer dans quelle mesure ils pourraient servir de point de repère sur la possible évolution du plan d'eau de la zone projet dans quelques décennies. Il s'agit également de déterminer grossièrement dans quelle mesure ces étangs peuvent servir de « source » contribuant au développement de la biodiversité du plan d'eau du site d'étude.

Il ressort pour l'essentiel que ces étangs sont d'origine artificielle et qu'ils sont âgés d'environ 50 à 60 ans. Il s'agit avant tout de plans d'eau à usage récréatif (pêche de loisir) objets d'un entretien assez régulier de leurs berges.

Les deux plans d'eau les plus proches du site d'étude (voir Figure 6) présentent des berges dégagées avec des arbres sous forme de bosquets et une quasi-absence de végétation hélophytes (joncs ou autres). On notera la présence d'herbiers aquatiques. Ces deux plans d'eau sont bordés par le ruisseau de Boisémont avec lequel il y a très probablement des échanges lors d'épisodes de crues.



Figure 26 : Illustration de l'aspect des berges des deux étangs situés à proximité forte du plan d'eau étudié

Le peuplement piscicole de ces plans d'eau est artificiel (empoissonnement) et destiné à la pêche récréative. La très faible diversité des habitats d'interfaces (quasi-absence de ceintures de végétation avec hélophytes par exemple, voir Figure 22) limite le développement des communautés d'invertébrés qui affectionnent ces milieux comme les odonates. Ce faible développement représente également un handicap pour une partie des amphibiens ainsi que certains oiseaux également.

De plus, l'entretien régulier des berges (tonte et limitation des arbres / arbustes) limite le développement de la diversité d'habitats typique de ces milieux.

Par conséquent, ces deux étangs ne peuvent pas être considérés comme représentatifs de l'évolution naturelle d'un plan d'eau sur plusieurs décennies. Cependant, au regard de leur forte proximité géographique il est très probable que des échanges se font ou vont se faire avec le plan d'eau objet du projet. Ces échanges portent à la fois sur la faune et la flore (graines).

Le troisième étang est un peu plus éloigné, à environ 500 m au nord-est du secteur d'étude (Figure 6). Comme précédemment, il s'agit d'un étang à usage récréatif pour lequel un entretien régulier des berges est effectué. On note cependant une différence importante avec les deux étangs précédents en raison cette fois-ci de la présence d'une ceinture d'hélophytes assez développée sur une bonne partie du pourtour de l'étang (Figure 27).



Figure 27 : Illustration de l'aspect des berges avec une ceinture d'hélophyte développée sous la forme d'une roselière à typha et à juncs

A contrario, la strate arbustive et arborée est quasi-absente et seulement représentée par quelques arbres situés en retrait de 5 à 10 m par rapport à la berge (Figure 27). Il n'y a pas d'arbre directement au niveau de la berge contrairement à ce qui a été observé sur les deux autres étangs.

La présence d'une ceinture d'hélophytes assez développée est intéressante car elle est favorable à la diversité pour les invertébrés aquatiques (odonates notamment) comme pour les vertébrés (amphibiens, reptiles ou oiseaux). Cependant, l'absence d'arbres, directement au niveau de la berge vient tempérer un peu ce constat car cela limite malgré tout la diversité des habitats offerte.

Comme pour les deux étangs précédents, celui-ci ne peut être considéré représentatif de l'évolution naturelle d'un plan d'eau sur plusieurs décennies en raison de l'entretien dont il bénéficie. Cependant, la présence d'une ceinture d'hélophytes assez développée représente un intérêt certain du point de vue des invertébrés aquatiques offrant la possibilité d'échanges au stade adulte avec le plan d'eau objet du projet.

5.4.2 Enjeux écologiques associés

Au regard de l'ensemble des éléments mentionnés précédemment, les enjeux écologiques pour les étangs périphériques étudiés sont **modérés** à **faible**. Ceci majoritairement en raison de l'entretien effectué (usage récréatif) qui limite fortement la diversité des habitats présents aussi bien au niveau des milieux aquatiques que des habitats périphériques. Cette faible diversité des habitats se répercute sur la diversité de la flore et de la faune présente.

5.4.3 Similitudes avec le site d'étude – transposition

Au regard des éléments développés précédemment, il ne semble pas opportun de transposer l'état actuel des étangs proches du site d'étude comme étant l'état écologique dans lequel celui-ci pourrait se retrouver d'ici 20 à 30 ans.

Cependant, comme indiqué, il est fort probable que par le biais d'échanges (faune et flore) entre ces plans d'eau et le secteur d'étude, ces étangs contribuent à l'évolution rapide de cet écosystème ainsi qu'à l'enrichissement de sa biodiversité.

Bien qu'il ne soit pas possible d'estimer l'évolution du plan d'eau de la carrière par simple comparaison avec les plans d'eau voisins, il est possible d'avoir malgré tout une idée de celle-ci grâce aux connaissances acquises dans le domaine de l'écologie lacustre.

Le chapitre ci-après fournit une petite synthèse de ces éléments sur l'évolution « naturelle » des plans d'eau au fil du temps ainsi que sur les principaux éléments qui interagissent durant ce phénomène.

6 Éléments d'écologie lacustre

6.1 Mares, étangs et lacs, quelles différences ?

Une mare est une cuvette qui se remplit d'eaux de pluie, de ruissellement ou de résurgences et peut être associée à un système de fossés qui y pénètrent et en ressortent. Elle peut être naturelle ou artificielle. Une mare est de petite taille (< 0.5 ha) et peu profonde. Sa faible profondeur qui peut atteindre environ deux mètres, permet à toutes les couches d'eau d'être sous l'action du rayonnement solaire, ainsi qu'aux plantes de s'enraciner sur tout le fond. Les mares se trouvent dans des dépressions imperméables, en contexte rural, périurbain voire urbain.

Un étang est un plan d'eau pouvant atteindre des surfaces importantes avec une profondeur qui reste généralement inférieure à 2 m ce qui évite une stratification des couches d'eau en fonction de la température et de la pénétration de la lumière et qui favorise le développement de la végétation tant aquatique (hydrophytes : lentilles, algues, nénuphars, potamots, ...) qu'amphibie (hélophytes : roseaux = phragmites, massettes, laïches, ...). La circulation de l'eau est lente voire nulle et souvent l'alimentation en eau se fait par le réseau hydrographique ou par dérivation d'eau de surface (ex : cours d'eau).

Un lac se caractérise par une grande profondeur et une superficie importante permettant une stratification thermique de l'eau. Les bordures peuvent donc être colonisées par la végétation créant une zone humide, par opposition à la majorité de la surface appelée zone d'eau profonde. Les lacs peuvent être d'origine naturelle (verrous glaciaires, essentiellement en montagne) ou bien d'origine artificielle comme les retenues pour stocker de l'eau à des fins de consommation, d'électricité, de

régulation des crues. Les retenues sont sujettes à des variations importantes de niveaux d'eau (marnage) peu favorables à la végétation aquatique et amphibie. En revanche, la mise à découvert de vasières en fin d'été attire les oiseaux sur leur voie migratoire.

6.1.1 Evolution des plans d'eau dans le temps : illustration avec les lacs

Les lacs, naturels ou non, sont des systèmes amenés à évoluer dans le temps sous diverses influences agissant à plusieurs échelles spatiales (régionale, locale...) et temporelles (saison, décennies voire siècles) avec des facteurs naturels ou anthropiques. Un lac est un récepteur dans lequel s'accumulent divers éléments provenant d'apports exogènes (alluvions, nutriments, feuillages, branchages etc.) et d'apports endogènes provenant du lac lui-même en relation avec le fonctionnement de cet écosystème (matière organique et éléments dissous provenant de la dégradation d'êtres vivants). La dégradation de la matière organique ayant sédimenté consomme de l'oxygène dissous et alimente le cycle général de la matière dans l'écosystème lac (Figure 28).

Ce fonctionnement entraîne la mise en œuvre de deux phénomènes en parallèle que sont :

- Un comblement progressif et lent du lac en raison du dépôt continu d'éléments solides (sédimentation) ;
- Un enrichissement progressif du lac en éléments chimiques et organiques appelé eutrophisation.

Les lacs évoluent naturellement au cours du temps du stade oligotrophe (eau claire, peu de nutriments, productivité faible) à un stade eutrophe (faible transparence, quantité importante de nutriments, production biologique élevée) en passant par le stade intermédiaire dit mésotrophe.

Généralement, le passage du stade oligotrophe au stade eutrophe est très lent et de l'ordre de plusieurs siècles. Cependant, les diverses activités humaines et leurs conséquences peuvent très fortement accélérer ce processus et un lac peut atteindre le stade eutrophe en quelques décennies.

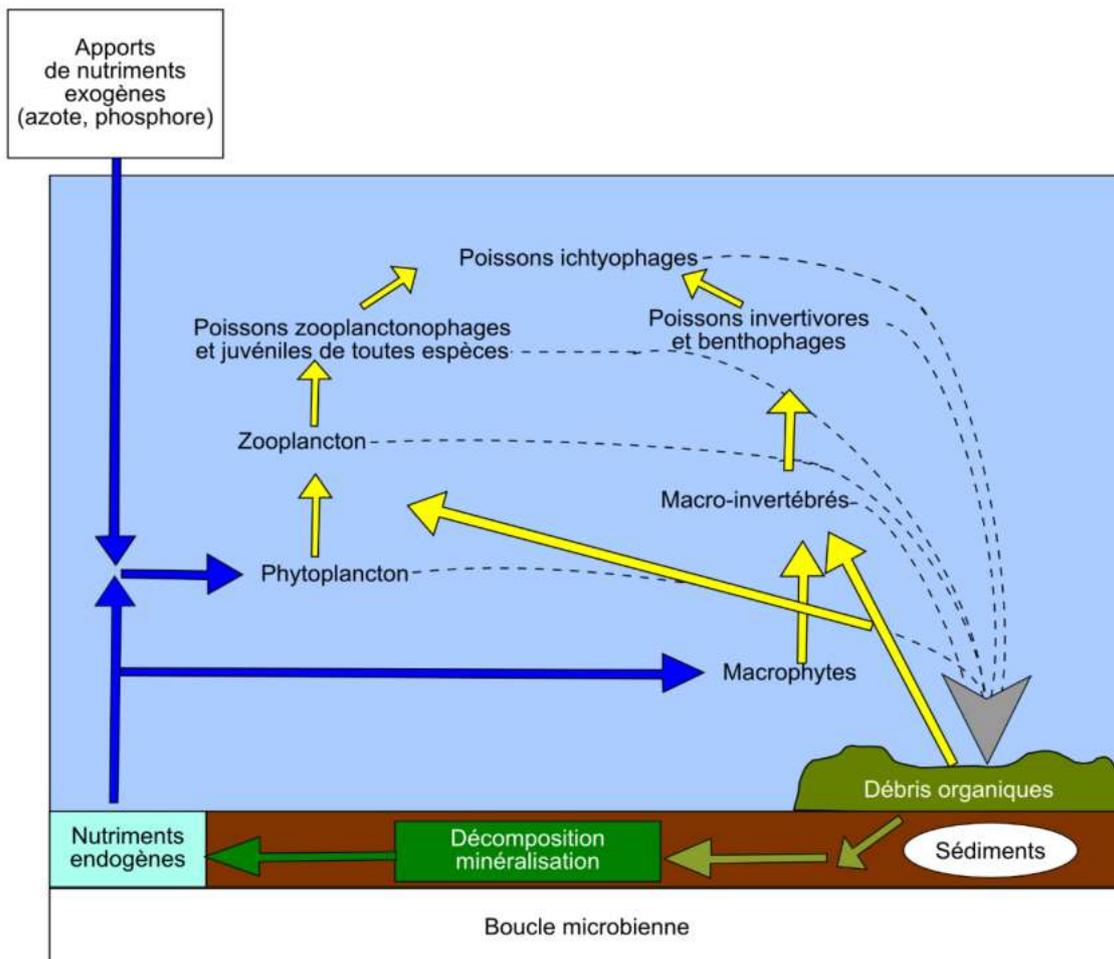


Figure 28 : Cycle biologique et réseau trophique en milieu lacustre (d'après Schlumberger et Elie, 2008)

Pour ce qui est des étangs, en raison de leur surface de départ inférieure et de leur profondeur nettement plus faible, leur évolution et donc leur comblement naturel (sans intervention de curage pour l'empêcher) peuvent s'opérer en quelques décennies comme illustré dans la Figure 29 ci-après. Il en va de même pour l'enrichissement en éléments organiques (eutrophisation).

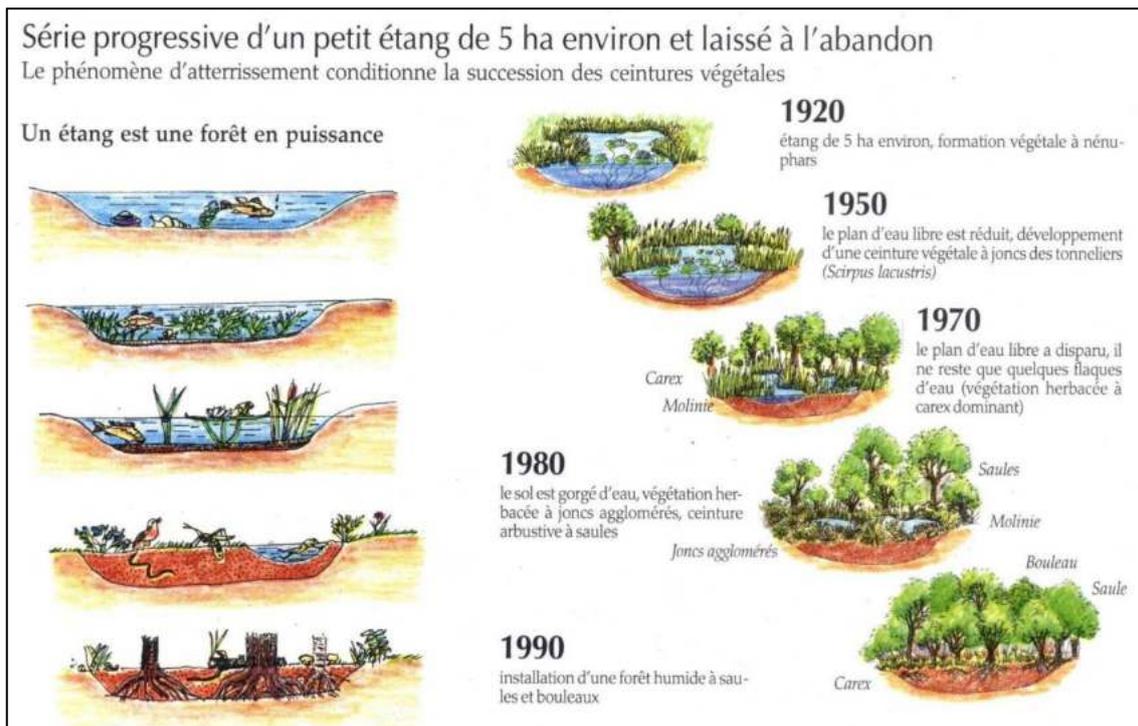


Figure 29 : Illustration de l'évolution d'un étang au fil du temps avec passage progressif du stade eau libre à celui de forêt humide (source : Maison Alzaz)

6.1.2 Fonctionnement des plans d'eau

6.1.2.1 Cas des lacs

Outre le fonctionnement général d'un point de vue physico-chimique, il est d'autres mécanismes qui interviennent et interagissent dans le fonctionnement d'un plan d'eau en fonction de la température (variations saisonnières), de sa profondeur, de l'éclairement, de l'acidité de l'eau (pH) et de l'environnement plus ou moins immédiat du plan d'eau (bassin-versant) et des apports qu'il génère dans ce dernier (rejets domestiques, agricoles, industriels par exemple).

La profondeur joue un rôle surtout dans les lacs profonds au-delà de 5 m pour deux raisons principales :

- La possibilité d'avoir une stratification thermique de la masse d'eau (existence de deux couches d'eau dont l'une plus dense reste au fond et ne se mélange pas au reste du lac sauf de façon saisonnière). Le mélange des eaux peut se produire 1, 2 voire plusieurs fois par an quand la densité de la couche de surface dépasse celle de la couche de fond (l'eau douce a sa densité maximale à 4 °C). Cette stratification thermique peut également s'accompagner d'un déficit en oxygène dissout dans la masse d'eau inférieure.
- Le fait qu'au fil de la profondeur, il y a de moins en moins de lumière qui pénètre (passage d'une zone euphotique pour laquelle il y a assez de lumière pour permettre la photosynthèse à une zone de transition dite dysphotique), jusqu'à ce qu'elle soit absente (zone aphotique), ce qui a une influence sur la végétation aquatique. La profondeur jusqu'à laquelle la lumière pénètre efficacement pour les végétaux est variable et dépend notamment de la quantité de particules en suspension et de la densité des micro-algues et du phytoplancton en plus des facteurs d'ombrage externes (forêt ...).

Stratification thermique

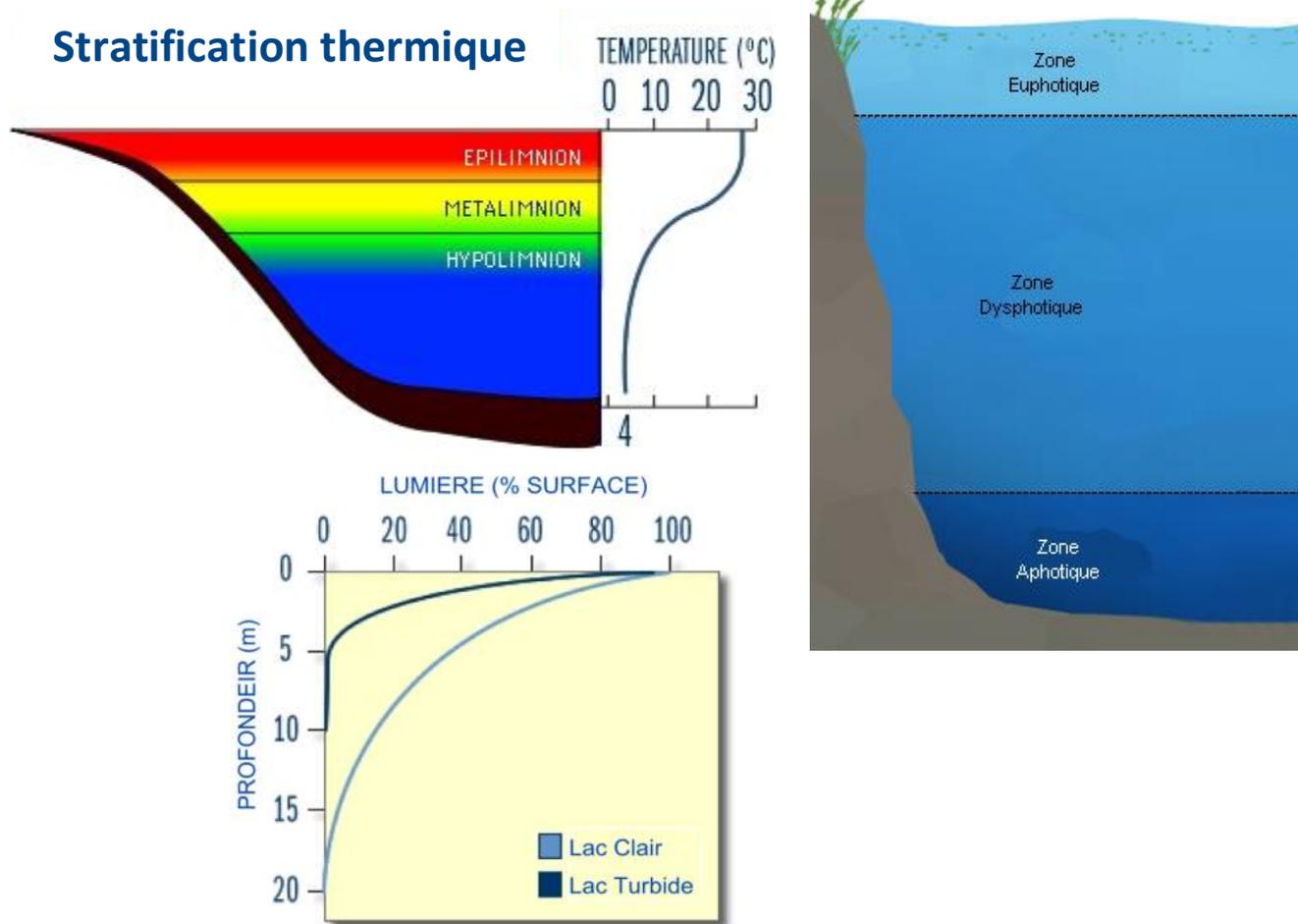


Figure 30 : Relation entre la profondeur, la température, la luminosité et l'activité photosynthétique

La profondeur joue également sur la quantité d'oxygène dissout dans l'eau qui décroît au fur et à mesure que la profondeur augmente sachant que plus une eau est chaude et moins elle contient d'oxygène. Le niveau d'enrichissement en matière organique joue également sur la quantité d'oxygène dissous en fonction de la profondeur comme montré ci-dessous. Plus une eau est riche en matière organique et plus vite la quantité d'oxygène dissous diminue avec la profondeur.

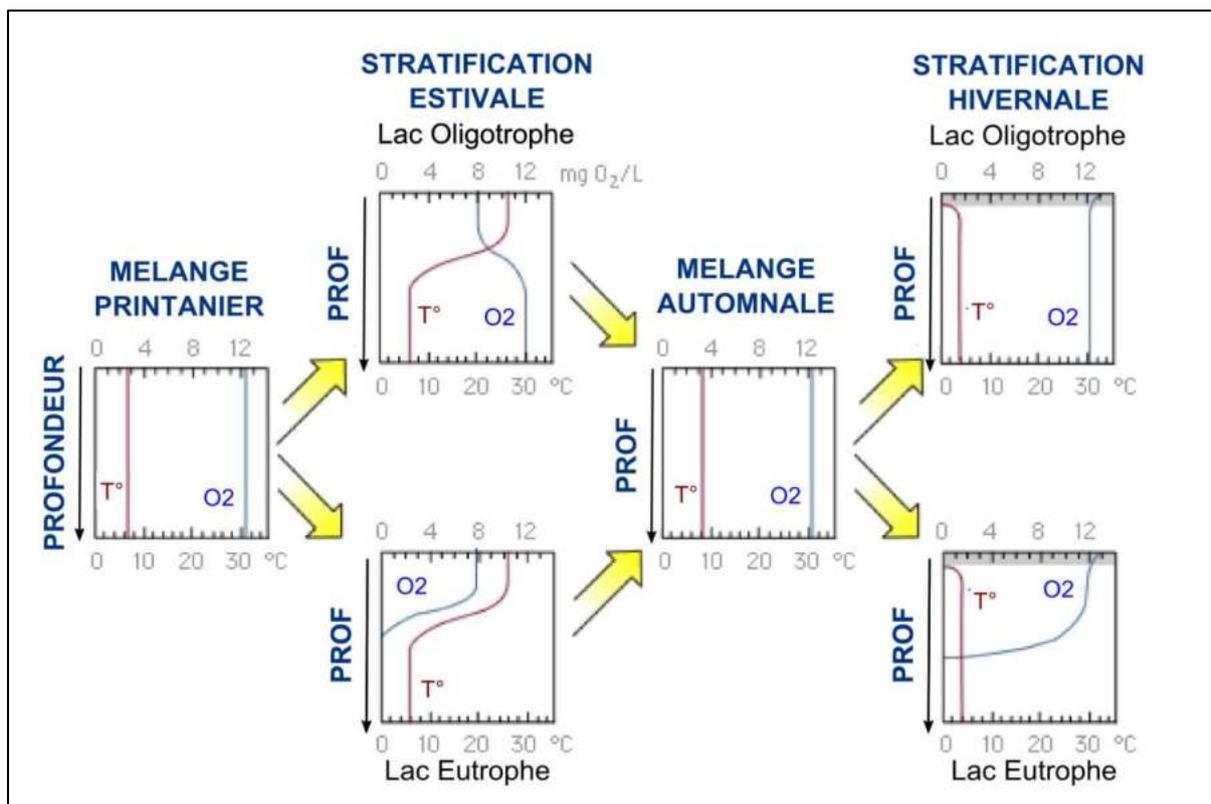


Figure 31 : Illustration du phénomène de stratification estivale et hivernale des plans d'eau et conséquences sur la température et sur la quantité d'oxygène dissous dans l'eau selon la profondeur et selon le niveau trophique du plan d'eau.

6.1.2.2 Cas des lacs de carrière

Les lacs de carrière qui se constituent le plus souvent dans des sites d'extraction de matériaux alluvionnaires proches d'un cours d'eau présentent un ensemble de caractéristiques particulières :

- Leur alimentation en eau est très majoritairement d'origine phréatique et dépend souvent du niveau de la nappe d'accompagnement du cours d'eau ;
- Ils connaissent des variations parfois importantes de leur niveau d'eau qui suit les variations du niveau de la nappe phréatique qui les alimentent, en relation avec les variations du niveau du cours d'eau ;
- Sauf crue importante, ils sont déconnectés des cours d'eau même si certains possèdent des exutoires qui leur permettent de communiquer occasionnellement avec un cours d'eau ;
- Sauf aménagement particulier décidé en fin d'exploitation, les berges sont assez abruptes ;

D'un point de vue écologique et fonctionnel, ces plans d'eau sont apparentés peu après leur formation à des lacs (profonds ou non) de type oligotrophe (peu enrichis en matière organique) avec un substrat très largement dominé par les éléments minéraux (galets, graviers ...) et une eau claire permettant à la lumière de pénétrer profondément. Les poissons sont généralement absents au début (sauf introduction ou communication avec un cours d'eau) et les herbiers d'hélophytes (roselières, cariçaie) sont absents ou rares. De même, en raison du faible niveau d'enrichissement en matière organique, le phytoplancton et les végétaux aquatiques (herbiers aquatiques) sont peu développés.

Au fil des années et en fonction de leur taille et de la quantité d'apports externes dont ils bénéficient, ces lacs vont évoluer « naturellement » vers des plans d'eau mésotrophes puis eutrophes. Les différents éléments de la composante biotique (plancton, invertébrés, microbes, poissons ...) vont également évoluer au fil du temps selon les principes développés précédemment.

À termes, ces lacs possèdent généralement une ceinture de végétation bien développée, de nombreux herbiers ainsi que des compartiments biologiques (plancton, invertébrés, poissons) et physico-chimiques en relatif équilibre fonctionnel. L'un des principaux « problème » affectant parfois ces plans d'eau concerne les fortes variations de leur niveau d'eau qui peuvent être générés par de fortes variations du niveau de la nappe phréatique qui les alimente. Des fluctuations saisonnières de plusieurs mètres ont des conséquences « négatives » comme :

- Des difficultés marquées d'implantation d'une ceinture végétale bien développée et diversifiée ;
- Une absence d'herbiers aquatiques dans la zone de battement ;
- Une perte d'habitats pour les poissons et invertébrés en période d'étiage en comparaison avec les hautes eaux ;
- La perte d'une partie des pontes pour les poissons et les amphibiens lors de baisses rapides du niveau d'eau ;



Figure 32 : Exemple d'un lac avec une forte battance : le Lac du Broc (06). La photo de gauche a été prise fin mai, celle de droite fin septembre

6.1.2.3 Cas des étangs et des mares

En raison de leur profondeur beaucoup plus faible qui atteint quelques mètres au maximum, leur fonctionnement est sensiblement différent de celui des lacs car :

- Il n'y a pas de phénomène de stratification thermique de la masse d'eau associée à un ou plusieurs brassages dans l'année ;
- La lumière pénètre généralement jusqu'au fond de façon suffisante pour que la photosynthèse puisse se faire sauf pour une eau très turbide ;
- Il n'y a généralement pas de fort déficit en oxygène dissous à proximité du fond hormis pour les plans d'eau eutrophes (quantité importante de nutriments) ou dystrophes (excès de nutriments) ;
- En raison de leur degré de trophie généralement modéré à fort (mésotrophe à eutrophe), leur peuplement piscicole est plutôt composé d'espèces comme le Brochet, la Perche, le Rotengle, la Tanche, la Brème ou la Carpe.

De fait, le cycle général présenté Figure 28 et qui intègre les actions de la boucle microbienne permet de se faire une assez bonne idée du fonctionnement simplifié d'un plan d'eau de « faible » profondeur sachant que des paramètres extérieurs au plan d'eau (température, intensité lumineuse, apports exogènes d'effluents divers ...) ont une influence plus ou moins marquée sur ce fonctionnement.

6.1.2.4 Cas du secteur d'étude

Le plan d'eau objet de l'étude présente les caractéristiques suivantes :

- Berges majoritairement verticales (front de taille) de composition rocheuse ;
- Végétation rivulaire très peu développée voire absente ;
- Hauteur d'eau moyenne d'environ 7 m (plus probablement aujourd'hui) ;
- Plan d'eau de type mésotrophe ;
- Alimentation en eau via les précipitations et le ruissellement ;
- Végétation bien développée (arbres, arbustes et strate herbacée) tout autour de la cuvette abritant le plan d'eau ;
- Présence de nombreux radeaux de végétation aquatique.

Au regard de sa configuration avec ses berges abruptes, il semble peu probable qu'une ceinture de végétation hélophyte significative puisse se développer autour de ce plan d'eau, ce qui par conséquent limite assez fortement les possibilités d'offrir des habitats aquatiques diversifiés. Il en est de même pour ce qui est des arbres et arbustes même s'il existe plusieurs secteurs d'implantation possible.

Cependant, ces habitats seront présents et il est fortement probable que dans les années à venir, une fois le niveau du plan d'eau « stabilisé », leur mise en place se « finalise », permettant alors le développement et la « stabilisation » des communautés animales et végétales en termes de composition, de diversité et d'abondance. Cette maturation aboutira alors assez probablement à un accroissement de la diversité puis à sa stabilisation (phénomène de succession écologique).

En raison de sa position au fond d'une « cuvette » assez large, le plan d'eau devrait se combler petit à petit au gré des ruissellements et des chutes de matériaux (matériaux minéraux, branches, feuilles) mais en raison de sa hauteur d'eau importante, un comblement total de la cuvette sera très long.

La hauteur d'eau étant à termes d'environ 20 à 25 m, il est possible qu'une stratification thermique saisonnière du lac (Figure 31) se mette en place certaines années si les conditions sont favorables. Une des conséquences de cette stratification est qu'à la fin de cette stratification s'opère un brassage des eaux avec une remontée des eaux qui étaient bloquées au fond accompagnées d'une remontée de la matière organique dissoute vers la surface. Si ce mélange favorise la mise à disposition à proximité de la surface d'une quantité importante de matière organique, cela peut favoriser les efflorescences algales lors des périodes de températures élevées.

Les apports en matière organique (feuilles, branches etc.) au fil du temps dans le plan d'eau vont l'enrichir en matière organique avec la possibilité d'aboutir au bout de quelques décennies à un plan d'eau meso-eutrophe voire eutrophe. La durée de ce phénomène dépendra pour l'essentiel de la quantité de matière organique qui entrera dans le plan d'eau au fil du temps sachant que le plan d'eau fonctionne en vase clos sans possibilité d'exporter de la matière organique.

A termes, si la quantité de matière organique devenait trop importante, cela pourrait générer des dysfonctionnements assez importants au niveau du plan d'eau avec par exemple une prolifération de cyanobactéries (efflorescence algale) lors des périodes de forte chaleur avec un réchauffement important de la surface de l'eau. Cette prolifération peut être restreinte et limitée aux secteurs les moins profonds avec une eau chaude comme elle peut s'étendre à l'ensemble du plan d'eau si les conditions le permettent.

Une efflorescence algale est une augmentation rapide de la concentration d'espèce(s) d'algues ou de bactéries (cyanobactéries) appartenant généralement au phytoplancton, dans un système aquatique d'eau douce, saumâtre ou salée. Cette prolifération se traduit généralement par une coloration de

l'eau (en rouge, brun, brun-jaune ou vert). Ces couleurs sont dues aux pigments photosynthétiques dominants des cellules algales en cause.

Le phénomène peut être naturel (Adam et al., 2000) ou favorisé par des pollutions aux nitrates ou aux phosphates (Lam et Ho, 1989 ; Diersling 2012). Dans ces derniers cas, des proliférations intenses et longues peuvent conduire à des « zones mortes », en raison d'une consommation de la totalité de l'oxygène dissous dans l'eau la nuit ou d'émissions de toxines par certaines espèces de plancton (cyanophycées, notamment). En général, seule une ou quelques espèces de microalgues sont en cause. Dans les lacs, étangs, cours d'eau ou mares, tout excès de certains nutriments (phosphates et/ou nitrates) dans le bassin versant peut déclencher une efflorescence.

Des proliférations intenses et longues peuvent conduire à des « zones mortes », en raison d'une consommation de la totalité de l'oxygène dissous dans l'eau la nuit ou d'émissions de toxines par certaines espèces de plancton (cyanophycées, notamment).

La lutte contre l'érosion des sols et une politique de déseutrophisation des eaux de surface, de renaturation des berges (les racines des arbres fixent les berges et prélèvent des nitrates directement dans l'eau) ainsi que l'emploi de techniques issues du génie écologique (végétalisation, pose de fascines ...) peuvent limiter ces phénomènes.

6.1.2.5 Zoom sur le phénomène d'efflorescence algale

Les éléments ci-dessous sont extraits du mémoire de Maud LÉLOUP (2013) intitulé « Evaluation de l'impact des blooms algaux et d'efflorescences bactériennes sur les caractéristiques de la matière organique des eaux naturelles »

« Les paramètres les plus influents pour le développement de blooms algaux et de cyanobactéries sont : la température de l'eau ; la lumière ; la quantité et la biodisponibilité des nutriments ; la dynamique des masses d'eau ; le pH et la pression exercée par les organismes prédateurs (Andersen et al., 2006 ; Guven et Howard, 2006) (...).

Luminosité

L'accès à la lumière (durée de l'exposition et intensité lumineuse) est un paramètre capital pour le contrôle de la dynamique des organismes photosynthétiques (Oberhaus et al., 2007). Cependant, une trop forte intensité lumineuse peut dégrader l'appareil photosynthétique du phytoplancton par photo-inhibition. De nombreuses espèces de cyanobactéries sont sensibles voire inhibées lors de périodes prolongées de forte intensité lumineuse. (...).

Nutriments

Les blooms de cyanobactéries et d'algues se produisent principalement dans les milieux eutrophes, c'est-à-dire où les apports en azote et phosphore sont importants, car ces éléments sont les deux principaux facteurs limitants pour le développement du phytoplancton (Chorus et Bartram, 1999). Le phytoplancton utilise principalement le phosphore sous forme d'orthophosphates (PO₄³⁻) et l'azote sous forme d'ammonium (NH₄⁺) et de nitrates (NO₃⁻) (Liu et al., 2007). Le carbone n'est pas un élément limitant dans les milieux aquatiques à cause des échanges permanents avec le CO₂ atmosphérique (...).

Température

Les taux de croissance les plus élevés sont généralement atteints à des températures voisines de 25°C chez la plupart des cyanobactéries et autour de 20°C pour les algues (voire même 15°C pour les

diatomées) (Yamamoto et Nakahara, 2005 ; Reynolds, 2006 ; Billen et Garnier, 2009). Ceci explique pourquoi les blooms de cyanobactéries se forment en été – la période la plus propice étant de mai à septembre, dans les zones tempérées tandis que la domination des algues vertes est principalement observable pendant l’hiver et le printemps (Yamamoto et Nakahara, 2005). Selon Kanoshina et al., (2003), les blooms de cyanobactéries peuvent se former lorsque la température dépasse 16°C (...).

Le développement de blooms de cyanobactéries est favorisé par un temps chaud et calme tandis qu’un temps froid et agité favorise plutôt le développement des algues (Kanoshina et al., 2003). Cette forte dépendance vis-à-vis de la température suggère qu’un été L’influence d’un paramètre unique ne permet pas à lui seul d’expliquer l’apparition des blooms, car ceux-ci résultent de la combinaison de plusieurs des facteurs précédemment cités (Dokulil et Teubner, 2000). En effet, les blooms résultent d’un phénomène global dans la mesure où ces paramètres sont interdépendants (...).

Stabilité de la colonne d’eau

La dynamique des masses d’eau est un des paramètres ayant le plus d’influence sur la répartition spatiale des communautés phytoplanctoniques au sein des écosystèmes lacustres (Hedger et al., 2004). Cette dynamique est influencée par les conditions climatiques et varie au cours de l’année avec une succession de brassages de la colonne d’eau en automne et au printemps, et de stratifications thermiques en hiver et en été (Figure 31). Cependant, seule la stratification thermique de l’été est favorable à la prolifération d’algues et de cyanobactéries. Les conditions d’ensoleillement influencent rapidement la température de la couche d’eau superficielle (épilimnion) contrairement aux masses d’eau situées plus en profondeur (hypolimnion), du fait d’une forte inertie thermique et de l’absence de brassage. (...).

Potentiel Hydrogène (pH)

Le pH des milieux aquatiques est fortement influencé par l’activité photosynthétique. Pour les systèmes lacustres, il peut varier entre 6 et 10 selon le statut trophique. Le pH a tendance à augmenter pendant les périodes de forte production primaire lorsque la concentration en CO₂ diminue sous l’effet de sa consommation par le phytoplancton et d’échanges relativement lents avec le CO₂ atmosphérique. De plus, lors de la photosynthèse, la consommation d’ions H⁺ va également contribuer à l’augmentation du pH. Ainsi, la mesure du pH est un bon indicateur des phases d’activité biologique et de l’intensité de l’activité photosynthétique.

De plus, la consommation et l’assimilation de l’azote sous forme de nitrates induit également une diminution du pH (Granum et Mykkestad, 2002). Le pH peut également influencer la composition de la communauté algale et bactérienne dans le milieu. Ainsi, lorsque le pH est compris entre 8 et 10, les cyanobactéries sont dominantes tandis que certains types d’algues sont inhibés à de telles conditions de pH. Yamamoto et Nakahara, (2005) ont montré que *Aphanizomenon flos-aquae* ne peut pas se développer à pH<7,1 (optimum de croissance autour de pH 8).

Pression exercée par les organismes prédateurs

Les blooms ne sont pas exclusivement régulés par des paramètres physiques ou chimiques mais ils sont également contrôlés par des paramètres biologiques. En effet, la pression exercée par les organismes prédateurs sur le phytoplancton joue un grand rôle dans la régulation de ses populations (Smayda, 2008). Cependant, contrairement aux algues, les cyanobactéries sont peu soumises à la prédation du fait de leur organisation cellulaire et de leur capacité à produire des toxines. La formation de filaments (*Anabaena*, *Planktothrix* par exemple) ou de colonies englobées dans un mucilage commun (ex. *Microcystis*) les rend difficile à consommer notamment par les organismes filtreurs, du fait de la taille

importante des structures obtenues. Enfin, bien que le rôle des cyanotoxines ne soit pas clairement déterminé, celles-ci peuvent avoir un impact sur la mortalité des organismes prédateurs.

Avantages compétitifs

Les cyanobactéries possèdent ainsi de nombreux avantages compétitifs par rapport aux autres organismes phytoplanctoniques, qui font d'elles de formidables compétitrices. Dans les années futures, le réchauffement climatique pourrait avoir pour conséquences de renforcer la domination des cyanobactéries et d'augmenter la fréquence, la persistance et l'intensité des blooms (Paerl et al., 2011). Il est ainsi crucial de mieux comprendre les mécanismes à l'origine des blooms ainsi que les conséquences de ces proliférations sur la qualité des eaux (...) »

6.1.2.6 Conclusions

Les enjeux liés au fonctionnement du plan d'eau en tant que tel sont importants étant donné leurs répercussions sur « l'état » physico-chimique du plan d'eau avec des conséquences importantes sur le compartiment biologique (faune et flore) lié au plan d'eau.

En raison de sa configuration et de son mode d'alimentation en eau avec un fonctionnement de type circuit fermé, l'une des clefs pour l'évolution du plan d'eau d'un point de vue écologique résidera dans la vitesse de l'évolution de son niveau de trophie.

Comme expliqué précédemment, cette évolution sera fortement liée à la quantité de matière organique qui sera apportée (branchages, feuilles, terre ...) dans le plan d'eau ainsi qu'à la capacité du plan d'eau (composante biologique tel le phytoplancton, les herbiers ou les bactéries) à intégrer ces apports de matière organique.

L'enjeu principal à termes étant en cas de surcharge organique et / ou de dysfonctionnement du plan d'eau d'aboutir à une situation avec un risque non négligeable de prolifération de cyanobactéries.

7 ESTIMATION DES IMPACTS

7.1 Généralités.

L'objectif de cette partie est de préciser quels impacts pourraient être générés par la mise en œuvre du projet de création d'un parc photovoltaïque flottant, sur les espèces vivantes, les groupes d'espèces, leurs habitats respectifs, les milieux naturels ou encore les corridors de déplacements...

C'est l'une des étapes clés de l'évaluation environnementale qui consiste à déterminer la nature, l'intensité, l'étendue et la durée de tous les impacts que le projet risque d'engendrer.

Ainsi, et conformément au code de l'environnement (notamment les articles L 122-3 et R 122-3), les effets directs et indirects, temporaires et permanents du projet sur l'ensemble des groupes taxonomiques en présence, sont précisément analysés dans ce chapitre.

Un impact est la transposition d'une conséquence d'un projet sur une échelle de valeur. Il peut être défini comme le croisement entre l'effet produit par un projet et la sensibilité du territoire ou de la composante de l'environnement touché par le projet. Les impacts peuvent être réversibles ou irréversibles et plus ou moins réduits en fonction des moyens propres à en limiter les conséquences. L'étude d'impact ne doit pas se limiter aux seuls effets directs attribuables aux travaux et aménagements projetés, mais évalue aussi leurs effets indirects. De même, elle distingue les effets par rapport à leur durée, selon qu'ils sont temporaires ou permanents.

Les effets directs et indirects

Les effets directs traduisent les conséquences immédiates du projet, dans l'espace et dans le temps. Parmi les effets directs, on peut distinguer :

- Les effets directs structurels dus au développement du projet (consommation d'espace sur l'emprise du projet et de ses dépendances tels que les sites d'extraction ou de dépôt de matériaux) : disparition d'espèces végétales ou animales et d'éléments du patrimoine culturel, modification du régime hydraulique, atteintes au paysage, nuisances au cadre de vie des riverains, effets de coupures des milieux naturels et humains...).
- Les effets directs fonctionnels liés à l'exploitation et à l'entretien de l'équipement (pollution de l'eau, de l'air et de sols, production de déchets divers, modification des flux de circulation, risques technologiques).

Les effets indirects résultent d'une relation de cause à effet ayant à l'origine un effet direct. Ils peuvent concerner des territoires éloignés du projet ou apparaître dans un délai plus ou moins long mais leurs conséquences peuvent être aussi importantes que celles des effets directs. Ce sont notamment :

- Les effets en chaîne qui se propagent à travers plusieurs compartiments de l'environnement sans intervention particulière de nouveaux acteurs de l'aménagement,
- Les effets induits par le projet, notamment au plan socio-économique et du cadre de vie (modification d'activités concurrencées, évolution des zones urbanisées et des espaces ruraux, incidences sur la qualité de vie des habitants). Dans certains cas, ce sont les effets d'interventions destinées à corriger les effets directs du projet.

Les effets temporaires et permanents

Les effets permanents sont dus à la construction même du projet ou à ses effets fonctionnels qui se manifesteront tout au long de sa vie. Par rapport aux effets permanents, les effets temporaires sont des effets limités dans le temps, soit qu'ils disparaissent immédiatement après cessation de la cause, soit que leur intensité s'atténue progressivement jusqu'à disparaître. Leur caractère temporaire n'empêche pas qu'ils peuvent avoir une ampleur importante, nécessitant alors des mesures de réduction appropriées.

Les effets cumulatifs

Les effets cumulatifs sont le résultat du cumul et de l'interaction de plusieurs effets directs et indirects générés par un même projet ou par plusieurs projets dans le temps et l'espace et pouvant conduire à des changements brusques ou progressifs des milieux. Il importe d'analyser les effets cumulatifs lorsque :

- Des effets ponctuels se répètent fréquemment dans le temps ou l'espace et ne peuvent plus être assimilés par le milieu,
- L'effet d'une activité se combine avec celui d'une autre, qu'il s'agisse d'une activité existante ou d'un projet en cours d'instruction. Dans certains cas, le cumul des effets séparés de plusieurs projets ou programmes de travaux peut conduire à un effet synergique, c'est-à-dire à un effet supérieur à la somme des effets élémentaires,
- Il y a cumul d'actions en chaîne induites par un projet unique sur un compartiment particulier du milieu.

7.2 Méthode d'évaluation des impacts bruts

Pour évaluer les impacts bruts et leur intensité, il a été procédé à une analyse qualitative et quantitative. Cette appréciation est réalisée à dire d'expert car elle résulte du croisement entre une multitude de facteurs :

- Liés à l'élément biologique : état de conservation, dynamique et tendance évolutives, vulnérabilité biologique, diversité génétique, fonctionnalité écologique, etc.
- Liés au projet :
 - Nature d'impact : destruction, dérangement, dégradation... ;
 - Type d'impact : direct / indirect ;
 - Durée d'impact : permanente / temporaire
 - Portée d'impact : locale, régionale, nationale

Quand cela est possible, cette analyse fait référence à un retour d'expérience bibliographique. Après avoir décrit les impacts, une valeur semi-qualitative est attribuée à chaque impact selon une échelle de graduation à 6 niveaux principaux :

Cas des Impacts Négatifs

Très Fort	Fort	Modéré	Faible	Très Faible	Nul
-----------	------	--------	--------	-------------	-----

Cas des Impacts Positifs

Très Fort	Fort	Modéré	Faible	Très Faible	Nul
-----------	------	--------	--------	-------------	-----

Les impacts bruts ne prennent pas en compte les mesures d'évitement et de réduction d'impacts qui seront abordées par la suite.

7.3 Réglementation adaptée au cas des parcs photovoltaïques flottants

Selon le « Cadre régional pour le développement des projets photovoltaïques en Provence-Alpes-Côte d'Azur » de Mai 2020 :

Le cadre juridique dans lequel s'inscrivent les installations de panneaux photovoltaïques flottants n'est pas totalement consolidé. La position des services locaux de l'État, d'un point de vue réglementaire, est de considérer les centrales de panneaux photovoltaïques flottants comme relevant de la rubrique 30 de l'annexe à l'article R 122-2 du code de l'environnement. Il est donc très fortement recommandé qu'une étude d'impact soit systématiquement réalisée pour les installations dont la puissance est supérieure à 250 kWc.

De même, pour les projets contenus dans un site Natura 2000, une étude d'incidence Natura 2000 (EIN2), au même titre que les projets photovoltaïques au sol, est fortement recommandée. Concernant les dispositions relatives au code de l'urbanisme, au code de l'environnement et au code de l'énergie, celles-ci sont les mêmes que pour les centrales photovoltaïques au sol « classiques ».

En fonction de leur surface et donc de leur impact potentiel sur l'écoulement des eaux pluviales sur le bassin versant, les projets de centrales solaires au sol peuvent être soumis au régime de déclaration dite « loi sur l'eau » ou d'autorisation environnementale au titre de la loi sur l'eau (article L.214-1 du code de l'environnement). Le projet pourra notamment être concerné par les rubriques 3.2.5.0 et

3.2.6.0 si le plan d'eau est délimité par un barrage autorisé ou une digue de protection contre les inondations.

7.4 Cas particulier lié au contexte du projet.

Le présent projet d'aménagement d'un parc photovoltaïque flottant sur une ancienne carrière située sur la commune de Parnac au lieu-dit Le Terrier fait suite à la mise en œuvre de la réhabilitation du site en août 2020 conformément aux prescriptions de l'arrêté préfectoral du 4 avril 1990.

Dans ce projet de réhabilitation, la cote finale retenue pour le plan d'eau est 200 m NGF. Or en l'état actuel le plan d'eau n'a pas encore atteint cette cote, il manque encore plusieurs mètres.

Le plan d'eau n'étant pas encore à sa cote d'équilibre, la ligne d'eau va encore évoluer de plusieurs mètres dans les mois à venir, entraînant des modifications et des impacts sur les habitats, la faune et la flore qui sont totalement étrangers au projet d'aménagement objet du présent dossier.

Par conséquent et afin d'éviter toute confusion, la présente étude d'impact fera clairement la distinction entre les impacts liés à la montée naturelle du niveau d'eau dans le plan d'eau et les impacts liés au projet (travaux, exploitation et démantèlement post-exploitation).

7.5 Impacts liés à la montée naturelle du niveau d'eau de la retenue sans lien avec le projet.

7.5.1 Impacts positifs

7.5.1.1 Impacts sur la faune et la flore

La montée significative du niveau de l'eau dans la retenue aura un impact positif en termes de milieux aquatiques car elle engendrera une augmentation du volume d'eau de la retenue et donc une augmentation du volume d'habitats disponibles pour la faune et la flore aquatique. Cet accroissement du volume améliorera également la « stabilité » de la retenue par une augmentation de son inertie vis-à-vis de perturbations extérieures.

La végétation riveraine (arbres et arbustes) qui sera ennoyée lors de la montée de eaux offrira de nouveaux habitats, abris et supports pour la faune et la flore avec un accroissement de la diversité des habitats disponibles par rapport à la situation actuelle. Cependant, la dégradation de ces éléments végétaux engendrera des effets négatifs qui viendront contrebalancer ce gain d'habitat (voir paragraphe 7.5.2 ci-dessous).

7.5.1.2 Impacts sur les habitats

La montée significative du niveau de l'eau dans la retenue aura un impact positif en termes d'habitats car elle engendrera une augmentation du linéaire de berges. Ceci entraînera un accroissement du linéaire d'habitats d'interface permettant l'installation à termes d'une surface plus importante d'habitats d'intérêt écologique comme les roselières, les forêts riveraines ou les herbiers aquatiques. Ces habitats sont profitables aussi bien à la faune aquatique (poissons et invertébrés) qu'à la faune terrestre liée aux milieux aquatiques (oiseaux, reptiles, amphibiens, mammifères semi-aquatiques ...).

Niveau global de l'Impact positif : **Modéré**

7.5.2 Impacts négatifs

Les impacts décrits ci-après concernent le fonctionnement de la masse d'eau en termes physico-chimiques et concernent à ce titre l'ensemble des compartiments présents : faune, flore et habitats. S'agissant de processus avec de multiples interactions entre ces compartiments, il ne paraît pas opportun de séparer chaque compartiment en termes de description des impacts.

La montée de plusieurs mètres (entre 5 et 10) du niveau d'eau de la retenue actuelle pour atteindre la cote 200 m NGF va engendrer l'envoiment progressif de la végétation (arbres et arbustes) ayant colonisé les berges du plan d'eau. Il est important de noter que cette montée du niveau d'eau est « naturelle » et qu'elle est indépendante du projet. Elle se fera que le projet soit développé ou non. A termes ce sont environ 9 000 m² de végétation qui seront envoyés suite à la montée de la ligne d'eau. Cet envoiment sera progressif mais il aboutira malgré tout à la mort des végétaux concernés.

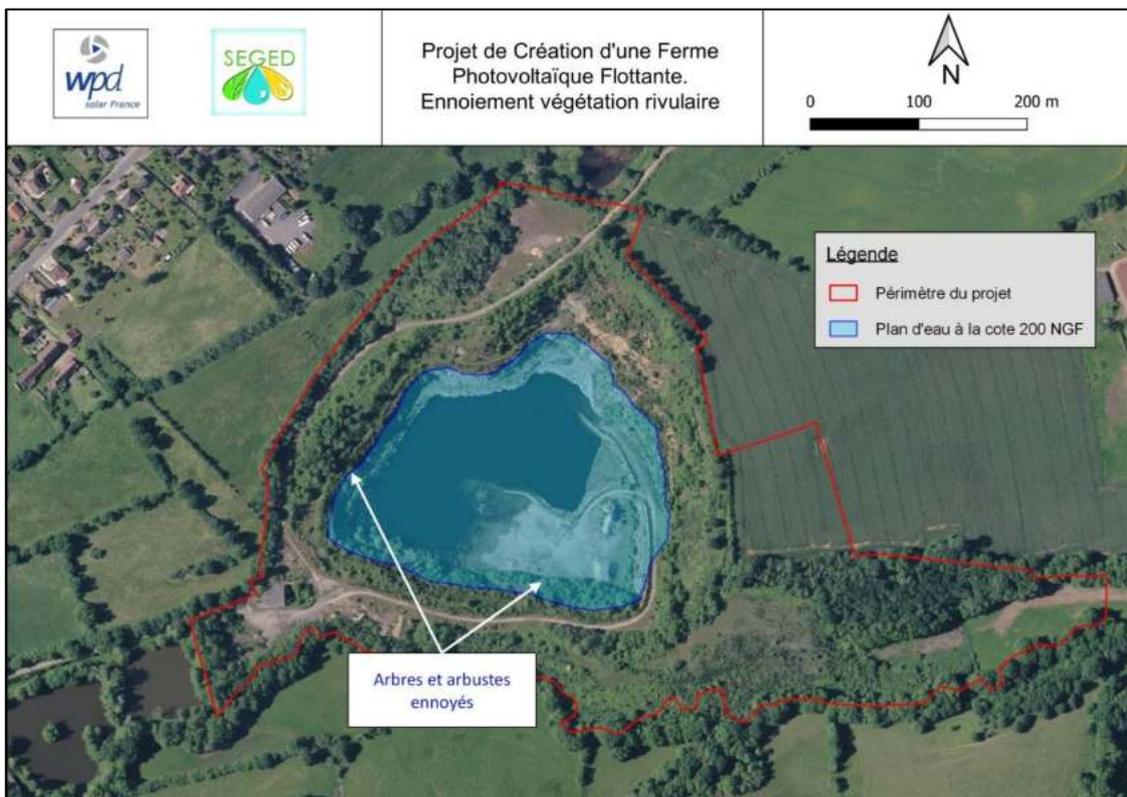


Figure 33 : Illustration des bandes de végétation composée d'arbres et d'arbustes qui seront envoyés quand le plan d'eau sera à la cote 200 NGF

Outre l'impact lié à la mortalité provoquée, l'envoiment de cette quantité importante de végétaux engendrera un apport très important de matière organique dans le plan d'eau (feuilles, branches et troncs). Même si cet apport est étalé sur des années (vitesse de la montée de l'eau et vitesse de dégradation faible pour les troncs et grosses branches) il n'en sera pas moins présent et s'accroîtra au fil du temps au regard du fonctionnement en vase clos du plan d'eau.

Comme expliqué au paragraphe 6.1.2, cet apport important de matière organique dans le plan d'eau va accélérer son passage vers un niveau trophique de type eutrophe en plus des apports « naturels » liés aux apports par ruissellement depuis les milieux environnants. Ces apports importants constituent un risque de générer un déséquilibre et donc des dysfonctionnements d'ordre physico-chimique avec en cas de crise grave de possibles répercussions sur la faune et la flore (mortalité).

Niveau de l'Impact (indépendant du projet) : **Fort**

7.6 Impacts liés au projet

Le déroulement du chantier envisagé dans le cadre de la construction de la centrale photovoltaïque est détaillé ci-dessous :

1. Préparation du terrain en fonction des caractéristiques du site
 - i. Création et/ou aménagement des voies d'accès
 - ii. Coupe de la végétation ligneuse et dessouchage si nécessaire
 - iii. Préparation de la zone de mise à l'eau (zone d'assemblage)
 - iv. Terrassement : déblais, remblai, aplanissement limité au strict nécessaire
 - v. Dépollution si nécessaire
 - vi. Déconstruction de structures existantes si nécessaire
2. Installation de la clôture, de la base de vie et de la zone de stockage
3. Création des pistes de circulation du site
4. Réalisation des tranchées et enfouissement des câbles. Mise en attente des câbles et protection des câbles.
5. Installation des solutions d'ancrage sur site (pieux, ancrés à bascules, corps mort, ...)
6. Montage des structures flottantes (à terre)
7. Installation des modules sur les structures (à terre)
8. Mise à l'eau de la structure
9. Ancrage de la structure : liaison de l'îlot aux ancrés par des lignes d'ancrage
10. Préparation des fondations pour les bâtiments préfabriqués
11. Livraison et installation des bâtiments préfabriqués, des transformateurs, du poste de livraison.
12. Câblage du réseau basse tension et haute tension du site.
13. Installation des équipements de vidéo surveillance du site
14. Travaux de raccordement électrique par gestionnaire réseau
15. Essai des installations électriques du site avant mise en service (hors tension).
16. Inspection de l'installation électrique par le Consuel
17. Mise en service de la centrale et Essais en charge
18. Dépose de la base de vie et re-végétalisation du sol
19. Travaux de finition et paysagers.

Les modules seront approvisionnés régulièrement par des poids lourds équipés de conteneurs de 40 pieds, de façon à minimiser la surface requise pour le stockage et le risque de dégradation. Une grue sera prévue pour les déchargements et des véhicules légers et camionnettes transporteront le personnel.

7.6.1 Impacts de la phase travaux.

Parmi l'ensemble des différentes étapes de la phase travaux présentée ci-dessus, seules les étapes 1, 5, 8 et 9 sont susceptibles d'impacter le plan d'eau de façon directe ou indirecte. Les impacts identifiés sont les suivants :

7.6.1.1 Destruction d'habitat rivulaire

La construction de la zone d'assemblage et sa zone de lancement nécessiteront des actions de terrassement. La zone de mise à l'eau pressentie est située sur la berge sud où un terrassement sera réalisé sur 2-3 mètres de profondeur. La surface de mise à l'eau sera d'environ 2 100 m², soit une plateforme de lancement de 50 à 70 mètres qui sera parallèle à la berge.

Cette zone de lancement a vocation à rester présente sur la durée de vie du projet afin de permettre la mise à l'eau d'une embarcation pour accéder aux radeaux et procéder aux opérations d'entretien.

La mise en place de cette zone de lancement va entraîner la destruction par artificialisation de 2 100 m² d'habitats de berge du plan d'eau (70 m de long sur 3 de large).

Ces travaux vont également générer un dérangement de la faune ainsi qu'une remise en suspension de sédiments dans le plan d'eau lors du terrassement.

Impacts sur la faune

Perte de 2 100 m² d'habitats et dérangement lors de la phase travaux.

Impacts sur la flore et les habitats

Artificialisation de 2 100 m² d'habitats de faible profondeur favorables à l'implantation de végétation de type héliophyte et hydrophyte.

Cette artificialisation ne concernera qu'une fraction (8 %) des habitats rivulaires du plan d'eau étant donné que le linéaire total de berges à la cote 200 NGF est estimé à environ 925 m.

Niveau global de l'Impact : **Modéré**

7.6.1.2 Mise en suspension de sédiments fins / turbidité du plan d'eau

Les opérations de terrassement qui seront réalisées au niveau des berges (création de la mise à l'eau) vont remettre en suspension des sédiments et ainsi générer une augmentation de la turbidité de l'eau qui, si elle est trop importante peut impacter la faune et la flore aquatique.

Impacts sur la faune.

- Réduction de la visibilité avec un impact sur l'activité de chasse / d'alimentation ;
- Si turbidité très importante, perturbation sur l'activité respiratoire avec inflammation des branchies ;
- Pertes de certains habitats favorables à la reproduction des poissons (zone de galets / graviers) ou au développement des invertébrés par colmatage suite au dépôt des sédiments fins à termes ;

Impacts sur la flore et les habitats

- Réduction de la luminosité avec impact sur le phytoplancton et sur la végétation aquatique ;
- Possible recouvrement d'une partie de la végétation (mousses et autres éléments de petite taille) et du périphyton (assemblage de micro-organismes d'algues, de cyanobactéries, de champignons ayant colonisé la surface de substrats immergés) suite au dépôt des sédiments fins à termes ;

Niveau global de l'Impact : **Modéré**

7.6.1.3 Impacts lors de l'installation des systèmes d'ancrage sur site

Les opérations d'implantation des ancrages destinés au maintien des pontons vont générer plusieurs impacts. Selon la taille des ancrages utilisés, ces impacts seront plus ou moins limités en termes d'étendue spatiale. En effet, la surface totale concernée par la mise en place des ancrages (enveloppe d'implantation et non surface des ancres) est d'environ 11 500 m² sachant que la surface totale du plan d'eau (cote 200 m NGF) est d'environ 56 000 m². Cependant, la répétition de ces opérations sur

une durée de plusieurs semaines pourrait avoir des impacts non négligeables sur l'ensemble du plan d'eau pouvant aller jusqu'à une légère turbidité généralisée. La durée des travaux pourra également avoir des impacts significatifs en termes de dérangement selon la période de l'année à laquelle ils se dérouleront.

Impacts sur la faune.

- Dérangement de la faune sur la durée des travaux ;
- Réduction de la visibilité avec un impact sur l'activité de chasse / d'alimentation ;
- Si turbidité très importante, perturbation sur l'activité respiratoire avec inflammation des branchies ;
- Pertes de certains habitats favorables à la reproduction des poissons (zone de galets / graviers) ou au développement des invertébrés par colmatage suite au dépôt des sédiments fins à termes ;

Impacts sur la flore et les habitats

- Réduction de la luminosité avec impact sur le phytoplancton et sur la végétation aquatique ;
- Possible recouvrement d'une partie de la végétation (mousses et autres éléments de petite taille) et du périphyton suite au dépôt des sédiments fins à termes ;
- Remise en suspension de matière organique ou de vase réduite avec à la clef une perturbation du fonctionnement physico-chimique de la masse d'eau ;
- Modification des habitats benthiques au niveau de l'emprise de chaque point d'ancrage ;

Niveau global de l'Impact : **Modéré à fort**

7.6.1.4 Impacts lors des opérations de mise à l'eau des pontons et d'ancrage de la structure

Ces opérations qui seront réalisées à l'aide d'embarcations généreront pour l'essentiel du dérangement de la faune aquatique ou de la faune liée au plan d'eau. L'incidence de ce dérangement sera plus ou moins forte selon la saison à laquelle se dérouleront ces opérations.

Ces opérations ne généreront pas d'impacts sur la flore ou les habitats.

Selon le descriptif du projet, la durée de chantier ne devrait pas excéder 6 mois.

Niveau de l'Impact : **Modéré à faible**

7.6.2 Impacts de la phase d'exploitation

Selon le projet, la durée de fonctionnement d'un parc est estimée à 20 ans à compter de sa mise en service, ce qui donne une estimation de la durée minimale de la phase d'exploitation du parc objet de la présente demande.

Durant cette phase d'exploitation, le parc occasionnera trois catégories d'impacts :

- Un impact occasionnel lié aux différentes opérations de maintenances planifiées tout au long de la phase d'exploitation avec à minima une visite annuelle (visite préventive) et des opérations curatives (correction de défaillances) plus fréquentes et de l'ordre d'une opération par mois ;
- Un impact permanent sur le plan d'eau en raison d'une réduction significative de la luminosité ;

- Un impact permanent lié à la présence de structures artificielles au niveau de la masse d'eau (pontons pour l'essentiel) ;

7.6.2.1 Impacts liés aux opérations de maintenance

Les opérations de maintenance sur le site seront soit préventives (visite annuelle de contrôle par exemple) soit curatives (correction d'une anomalie ou réparations). La réalisation de ces opérations nécessitera une embarcation.

Le dérangement de la faune occasionné par ces opérations sera variable selon l'ampleur des opérations et selon les saisons mais il ne devrait pas dépasser une à deux journées par mois en moyenne avec pour la majeure partie du temps des opérations ne nécessitant pas d'interventions lourdes.

Ces opérations ne généreront pas d'impacts sur la flore ou les habitats.

Niveau de l'Impact : **Faible**

7.6.2.2 Impacts liés à la réduction significative de la luminosité

Les impacts décrits ci-après concernent le fonctionnement de la masse d'eau en termes physico-chimiques et concernent à ce titre l'ensemble des compartiments présents : faune, flore et habitats. S'agissant de processus avec de multiples interactions entre ces compartiments, il ne paraît pas opportun de séparer chaque compartiment en termes de description des impacts.

La lumière incidente joue un rôle important dans le fonctionnement d'un plan d'eau à plusieurs titres :

- Influence sur la température du plan d'eau en permettant un réchauffement des parties supérieures de la masse d'eau avec parfois mise en place d'une stratification thermique ;
- Influence sur le compartiment biologique via le développement du phytoplancton et / ou de la végétation aquatique ;
- Influence sur les réseaux trophiques ainsi que sur le cycle de la matière organique ;

La surface totale de l'ensemble des pontons de panneaux photovoltaïques est de 2,3 ha à mettre au regard de la surface totale du plan d'eau (200 m NGF), laquelle est estimée à 56 000 m² soit un taux de recouvrement d'environ 40 %. Les panneaux seront regroupés dans la partie centrale (profonde) du plan d'eau (Figure 34), ce qui évitera tout impact au niveau des berges ou des habitats les moins profonds.

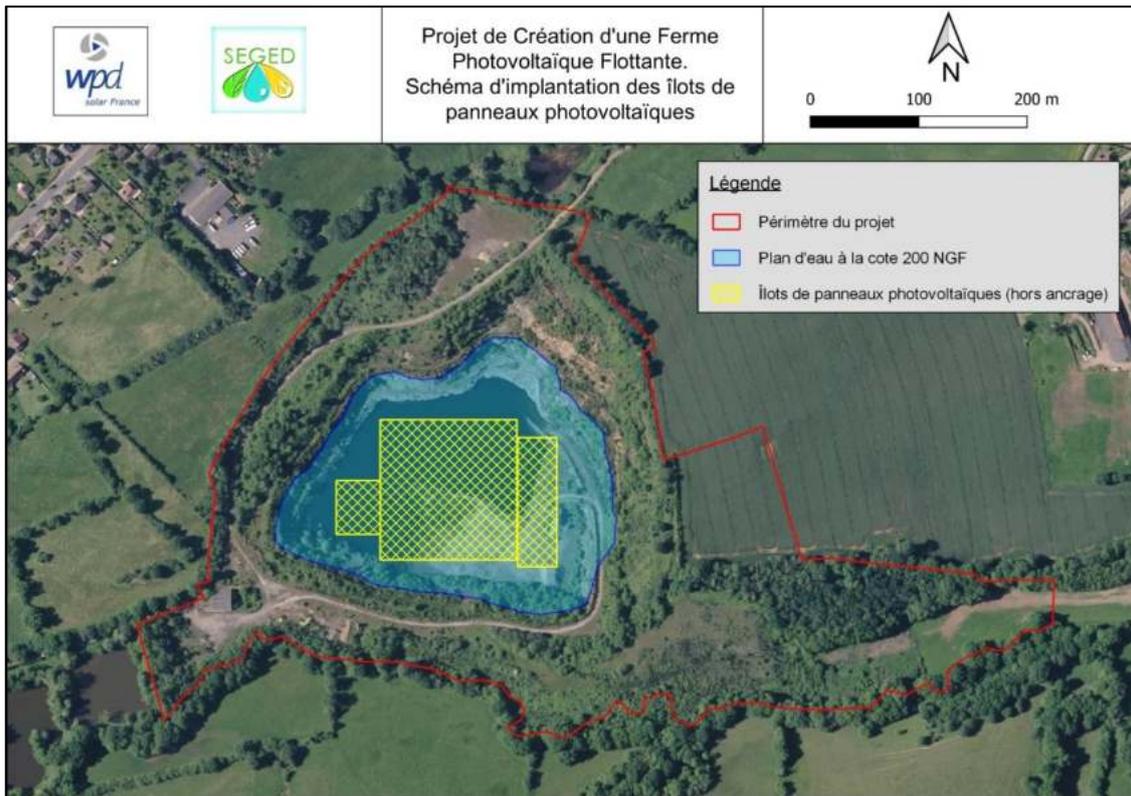


Figure 34 : Schéma d'implantation des îlots de panneaux photovoltaïques au sein du plan d'eau.

Selon les données du projet d'aménagement, les îlots seront composés de pontons comportant des rangées de panneaux regroupés dans des grands blocs installés sur de grandes structures métalliques dédiées. Les flotteurs sont seulement utilisés pour la flottabilité et installés sous les panneaux et la structure des blocs.

Cette géométrie permet de réduire le taux de recouvrement de l'interface air-eau, et donc d'assurer un passage de la lumière plus important que pour d'autres technologies utilisant de nombreux flotteurs.

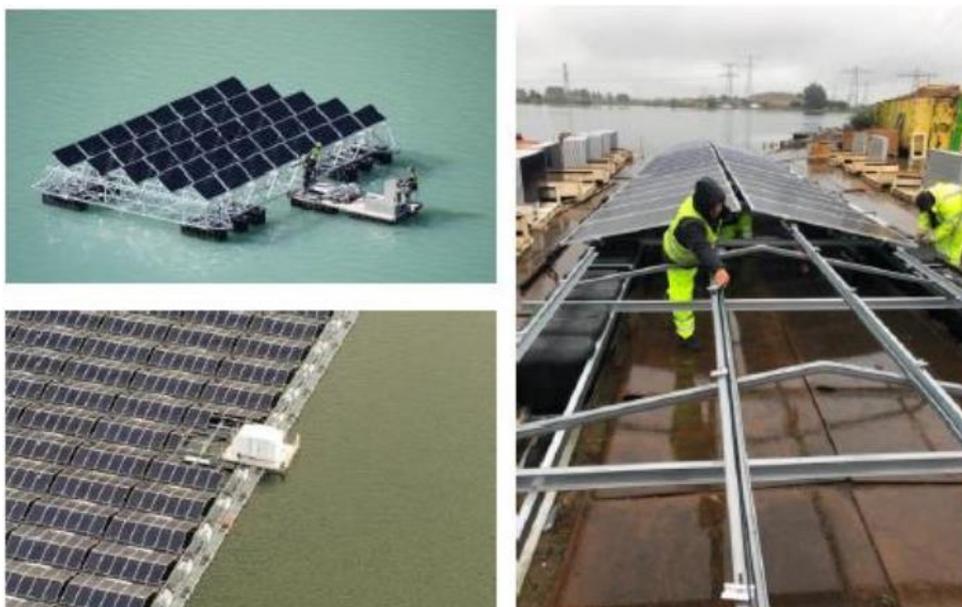


Figure 35 : Illustration des systèmes de flotteurs décrits précédemment (source : rapport technique Innosea).

Sur la base de ces éléments il est possible de dire que les îlots de panneaux impacteront la quantité de lumière incidente dans le plan d'eau au niveau des zones où ils seront implantés. Cependant, au regard de la technologie retenue pour la création des pontons (Figure 35), une partie de la lumière parviendra à atteindre le plan d'eau. La principale question est de déterminer le niveau d'incidence ainsi que les conséquences :

- Pour une solution avec des panneaux disposés en simple rang (Figure 35 en haut à gauche), le taux de recouvrement au niveau de l'emprise directe de la centrale peut être estimé à environ 70 %, soit un taux de recouvrement à l'échelle du plan d'eau d'environ 30 % ;
- Pour une solution avec des panneaux disposés en double rang (Figure 35 en bas à gauche), le taux de recouvrement au niveau de l'emprise directe de la centrale peut être estimé à environ 100 %, soit un taux de recouvrement à l'échelle du plan d'eau d'environ 40 %

Il existe dans la bibliographie quelques études récentes sur les impacts des parcs photovoltaïques flottants.

Selon les données d'Exley et al., (2021), un parc flottant couvrant entre 30 % et 40 % de la surface d'un plan d'eau occasionne **une réduction de la température de l'eau en surface de 1 à 2° C**. En complément, l'étude réalisée par Pedroso de Lima et al., (2021) montre également un effet sur la température de l'eau en surface avec surtout un effet sur les variations de température. Selon ces auteurs, la réduction de **la lumière directe sur la surface de l'eau tend à gommer les pics de température** (minimum et maximum).

Cette réduction de température peut selon plusieurs auteurs (Armstrong et al., (2020) ou Haas et al., (2020)) s'avérer bénéfique car elle permet de **réduire le risque d'efflorescence algales** (prolifération de cyanobactéries) dont l'un des facteurs déclencheurs est la présence d'une eau affichant une température importante. Cependant, selon Armstrong et al., (2020), la réduction de la température de l'eau et de la luminosité peut en contrepartie **favoriser la prolifération d'algues filamenteuses au niveau des flotteurs et des pontons** par exemple.

Une étude réalisée par Haas et al., (2020) montre qu'un parc avec un taux de recouvrement situé entre 30 et 40 % de la surface totale d'un lac (retenue de barrage) **réduit fortement la quantité de chlorophylle a dissoute**. La chlorophylle a est un marqueur de l'activité algale (phytoplancton) en écologie aquatique et cette variable est également utilisée pour déterminer le risque d'efflorescence algale. Selon la grille d'évaluation du Système d'évaluation de la qualité de l'eau des cours d'eau (SEQ-Eau), une eau est jugée de très bonne qualité lorsque la concentration en chlorophylle a ne dépasse pas 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ et de bonne qualité quand cette concentration demeure en dessous de 60 $\mu\text{g.L}^{-1}$.

Selon les données de Haas et al., (2020), un **taux de recouvrement de l'ordre de 30 à 40 % d'un plan d'eau permet de maintenir la concentration en chlorophylle a en dessous de 60 $\mu\text{g.L}^{-1}$** tout au long de l'année avec une concentration inférieure à 10 $\mu\text{g.L}^{-1}$ durant l'automne et l'hiver.

Des observations effectuées en plongée au niveau des structures lors de l'étude de Pedroso de Lima et al., (2021) montrent une colonisation rapide (quelques mois) des flotteurs et autres structures immergées par du biofilm, des algues et des bivalves. Une autre conséquence de la couverture du plan d'eau par un parc photovoltaïque flottant est la réduction de l'évapotranspiration due à **la réduction de la lumière incidente et à la diminution du vent**.

Au regard de l'ensemble de ces éléments, il ressort que le présent projet, avec un taux de recouvrement estimé entre 30 et 40 % aura les impacts significatifs suivants :

- Réduction de la température de surface du plan d'eau de l'ordre de 1 à 2 °C par rapport à la situation initiale ;
- Réduction de la luminosité au droit des pontons de panneaux entraînant une réduction significative de l'activité et du développement du phytoplancton (concentration en chlorophylle a en dessous de 60 µg.L⁻¹ tout au long de l'année voire en dessous de 10 µg.L⁻¹) ce qui limitera donc fortement le risque d'efflorescence algale même si le plan d'eau se charge en matière organique ;
- Impact par réaction en chaîne sur l'ensemble du réseau trophique (Figure 28) en raison de la réduction de la quantité de phytoplancton. La réduction de l'activité du phytoplancton va impacter le recyclage de la matière organique présente dans l'eau et donc favoriser et accélérer son accumulation par rapport à une situation sans réduction de la luminosité ;
- Possible développement important de colonies d'algues filamenteuses sous les pontons ;
- Risque d'accumulation à termes de quantités plus ou moins importantes de matière organique sur le fond du plan d'eau en raison d'une part des apports exogènes et d'autre part en relation avec la limitation dans le développement du réseau trophique (Figure 28) induite par la limitation du phytoplancton (voir ci-dessus).

Bien que la réduction du risque d'efflorescence algale consécutif à la diminution de l'activité du phytoplancton lié à la réduction de la luminosité sous les panneaux puisse apparaître comme une conséquence positive de la mise en place du parc photovoltaïque ; il n'en n'est rien pour l'instant pour ce qui est du plan d'eau objet du projet. En effet, comme indiqué dans l'état initial, le plan d'eau en l'état actuel est de type méso-eutrophe ce qui indique une charge en matière organique raisonnable et surtout pour l'instant une absence de surcharge qui pourrait provoquer l'apparition d'efflorescences algales.

Par conséquent, la diminution de l'activité et de l'abondance du phytoplancton induite par la réduction de la luminosité constitue principalement dans le cas présent un impact négatif avec des répercussions sur l'ensemble de la chaîne trophique ainsi que sur le fonctionnement (physico-chimie) du plan d'eau. Les conséquences sur la durée d'exploitation du parc photovoltaïque (20 ans à minima) pourraient être par exemple une accumulation non négligeable de nutriments dans le plan d'eau en raison de l'activité réduite de la boucle trophique (freins liés à la limitation sur le phytoplancton) ce qui à termes pourrait favoriser la survenue d'une crise hypertrophique.

Niveau d'impact : **Fort**

7.6.2.3 Impacts liés à la présence de structures artificielles (pontons, ancrages ...)

Les pontons et autres structures artificielles implantées au niveau du plan d'eau vont servir de support pour l'implantation de périphyton, de végétaux et d'animaux (larves d'insectes, mollusques ...°).

Impacts sur la faune.

- Surface et diversité d'habitats supplémentaires pour les invertébrés, le périphyton favorable au développement de la biodiversité ;
- Abris pour les poissons par rapport à la prédation par les oiseaux ;

Impacts sur la flore et les habitats

- Support pour l'implantation et le développement de certaines algues et du périphyton favorable au développement de la biodiversité ;
- Augmentation de la surface totale d'habitats disponibles à faible profondeur ;

Niveau global de l'Impact positif : **Modéré**

7.6.3 Impacts de la phase de démantèlement et postérieurs au démantèlement

Le démontage du parc consiste en le retrait de l'ensemble des structures, panneaux et locaux d'exploitation mais aussi au retrait de l'ensemble des câbles enfouis.

7.6.3.1 Impacts directs liés au démantèlement

Ces opérations qui seront réalisées à l'aide d'embarcations généreront divers impacts sur la faune, la flore et les habitats. Bien que le projet de démantèlement ne soit pas détaillé, la durée de cette phase devrait s'étaler sur plusieurs mois.

Impacts sur la faune.

- Dérangement ;
- Perte des habitats générés par la présence des pontons et autres structures immergées ;
- Perte de la fonction d'abris pour les poissons par rapport à la prédation par les oiseaux ;
- Destruction de la faune ayant colonisé les structures immergées lors de leur mise à terre ;

Impacts sur la flore et les habitats

- Perte des habitats générés par la présence des pontons et autres structures immergées ;
- Destruction de la flore ayant colonisé les structures immergées lors de leur mise à terre ;

Niveau global de l'Impact : **Modéré**

7.6.3.2 Impacts postérieurs au démantèlement.

Suite au démantèlement total du parc photovoltaïque flottant, le niveau de lumière incidente sera de nouveau de 100 % sur l'ensemble du plan d'eau. Les effets seront inverses à ceux évoqués pour la réduction de la luminosité avec :

- Une augmentation de la température en surface ;
- Une augmentation significative du phytoplancton et de son activité. Cette augmentation de température et d'activité phytoplanctonique représentent un risque d'efflorescence algale si le niveau trophique de la masse d'eau est élevé (milieu eutrophe) suite à 20 ans d'accumulation de matière organique partiellement non dégradée / recyclée en raison de la réduction activité biologique et chimique du lac consécutive à réduction luminosité.

Niveau d'impact potentiel : **Fort à très fort**

7.7 Synthèse des impacts

Tableau 4 : Synthèse des impacts du projet avant mise en œuvre de toute mesure d'évitement ou de réduction.

Type d'Impact	Nature de l'Impact	Niveau de l'Impact	
Impacts liés à la montée naturelle du niveau d'eau de la retenue			
Augmentation de la quantité d'habitats aquatiques	Augmentation de la diversité d'habitats (Impact positif)	Modéré	
Ennoisement de 9 000 m ² de végétation	Apport de matière organique dans le plan d'eau	Fort	
Impacts de la phase travaux			
Destruction d'habitat rivulaire (construction de l'aire de lancement)	Pertes d'habitats favorables à la faune et à la flore aquatique	Modéré	
Opérations de terrassement au niveau des berges, création de la mise à l'eau	Mise en suspension de sédiments fins Réduction de la visibilité Perte d'habitats par colmatage / recouvrement Réduction de la luminosité Possible abrasion des branchies des poissons	Modéré	
Installation des systèmes d'ancrage	Dérangement Remise en suspension de sédiments fins Réduction de la visibilité Perte d'habitats par colmatage / recouvrement Réduction de la luminosité Possible abrasion des branchies des poissons Destruction d'habitat benthique (emprise)	Modéré	Fort
Mise à l'eau des pontons et ancrage	Dérangement	Modéré	Faible
Impacts de la phase d'exploitation			
Opérations de maintenance	Dérangement et risque de pollution	Faible	
Réduction de la luminosité	Baisse de la température, réduction du phytoplancton et conséquences sur le cycle de la matière dans la masse d'eau. Risque d'accumulation excessive de matière organique.	Fort	
Présence de structures artificielles (pontons, ancrages ...)	Abris vis-à-vis de la prédation par les oiseaux pour les poissons. Surface d'habitats supplémentaires pour les invertébrés, le périphyton et les algues. (Impacts positifs)	Modéré	
Impacts de la phase de démantèlement			
Démantèlement et débranchement des pontons. Enlèvement des ancrages	Dérangement lors des travaux Perte des habitats constitués par les pontons et les autres structures Perte de la fonction d'abris vis-à-vis de la prédation par les oiseaux pour les poissons.	Modéré	
Retour à 100 % de luminosité	Augmentation de la température, augmentation du phytoplancton et conséquences sur le cycle de la matière dans la masse d'eau. Risque d'efflorescence algale.	Fort à	Très Fort

8 Mesures d'Évitement et de Réduction

8.1 Définitions.

Selon le Thema « Évaluation environnementale - Guide d'aide à la définition des mesures ERC » de janvier 2018 édité par le CEREMA : La séquence « éviter, réduire, compenser » a pour objectif d'établir des mesures visant à éviter les atteintes à l'environnement, à réduire celles qui n'ont pu être suffisamment évitées et, si possible, à compenser les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits. Le respect de l'ordre de cette séquence constitue une condition indispensable et nécessaire pour en permettre l'effectivité et ainsi favoriser l'intégration de l'environnement dans le projet ou le plan programme.

L'ordre de la séquence traduit aussi une hiérarchie : l'évitement étant la seule phase qui garantisse la non-atteinte à l'environnement considéré, il est à favoriser. La compensation ne doit intervenir qu'en dernier recours, quand tous les impacts qui n'ont pu être évités n'ont pas pu être réduits suffisamment.

Les lignes directrices sur la séquence ERC définissent la mesure d'évitement comme étant une « mesure qui modifie un projet ou une action d'un document de planification afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet ou cette action engendrerait ».

Selon ce même guide, une mesure d'évitement se traduit ainsi :

- Pour un habitat ou un milieu naturel donné, l'évitement garantit l'absence totale d'impacts directs ou indirects du projet, plan ou programme sur l'ensemble de cet habitat ou du milieu naturel ;
- Pour une espèce végétale, l'évitement garantit l'absence totale d'impacts directs ou indirects du projet, plan ou programme sur l'ensemble des individus et des composantes physiques et biologiques nécessaires au maintien de son biotope ;
- Pour une espèce animale, l'évitement garantit l'absence totale d'impacts directs ou indirects sur l'ensemble des individus de la population ciblée et sur les composantes physiques et biologiques nécessaires à l'accomplissement de l'ensemble de son cycle de vie (reproduction, éclosion/naissance/émergence, croissance, migration) ;
- Pour la qualité de l'air et le bruit, l'évitement garantit l'absence totale d'impacts directs ou indirects du projet, plan ou programme sur les populations humaines.

En outre, les lignes directrices sur la séquence ERC définissent la mesure de réduction comme étant une « mesure définie après l'évitement et visant à réduire les impacts négatifs permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement, en phase chantier ou en phase exploitation. ».

La mesure de réduction peut avoir plusieurs effets sur l'impact identifié. Elle peut agir en diminuant soit la durée de cet impact, soit son intensité, soit son étendue, soit la combinaison de plusieurs de ces éléments, ceci en mobilisant les meilleures techniques disponibles (moindre impact à un coût raisonnable). Toutes les catégories d'impact sont concernées : impacts direct, indirect, permanent, temporaire et cumulé.

Les mesures de réduction liées à la phase chantier ne portent pas uniquement sur des impacts temporaires ; des impacts permanents peuvent également être concernés.

8.2 Mesures d'évitement

Au regard des impacts identifiés et de leur nature et au regard du projet, il n'apparaît pas de mesure en capacité d'éviter intégralement l'un ou l'autre de ces impacts.

Le plan d'eau étant la pièce centrale du projet, il sera inévitablement impacté aussi bien lors des travaux que lors de la phase d'exploitation. Il en est de même pour la faune ou la flore du plan d'eau.

8.3 Mesures de réduction des Impacts liés à la montée naturelle du niveau d'eau

8.3.1 Réduction des impacts liés à l'ennoisement de la végétation

Afin de réduire fortement l'apport de matière organique par ennoisement et dégradation de la végétation en relation avec la montée naturelle du niveau de l'eau il sera nécessaire d'opérer à un déboisement – débroussaillage de la végétation concernée.

La végétation sujette à ennoisement étant de toute façon condamnée à mourir plus ou moins rapidement, le fait de l'abattre avant l'ennoisement ne constituera qu'une anticipation de sa destruction de quelques mois tout au plus. Le bénéfice quant à lui sera la forte réduction de la quantité de matière organique en dégradation dans le plan d'eau par comparaison avec une situation sans intervention. Les éléments abattus devront être exportés.

L'abattage ainsi que le débroussaillage se feront par pallier à mesure de la montée de la ligne d'eau. Ces opérations seront effectuées systématiquement durant la période biologique la moins impactante à savoir entre début septembre et fin février.

Préalablement aux opérations de déboisement, il sera vérifié qu'aucun arbre concerné ne constitue un gîte pour chiroptères.

Coût estimatif des opérations de débroussaillage – déboisement : 7 500 € HT

Niveau d'impact post-réduction : **Faible.**

8.4 Mesures de réduction des impacts de la phase travaux

8.4.1 Réduction des impacts lors de la construction de l'aire d'assemblage et de lancement

8.4.1.1 Adaptation du calendrier

Afin de réduire le dérangement pour la faune aquatique ainsi que les impacts sur la faune utilisant les secteurs concernés par cet aménagement, il sera nécessaire d'adapter la période des travaux.

La période la moins impactante pour leur réalisation se situe entre le mois d'août et le mois de mars. Cette période qui couvre l'automne et l'hiver correspond à la période de faible activité biologique pour les poissons, les amphibiens et les invertébrés.

Cette période sera à privilégier pour la réalisation des opérations les plus impactantes et les plus dérangeantes telles les opérations de terrassement ainsi que les opérations de construction de l'aire d'assemblage et de mise à l'eau comme pour les voies d'accès.

8.4.1.2 Limitation des emprises

Les emprises du chantier seront réduites au strict nécessaire pour l'aire d'assemblage et de mise à l'eau comme pour les voies d'accès.

Un balisage de ces emprises sera mis en place préalablement à l'exécution des travaux.

Coût estimatif de ces opérations : Intégré dans la réalisation des travaux

8.4.1.3 Limitation des départs de matières en suspension (MES)

Plusieurs mesures sont mises en œuvre pour limiter les départs de MES dans le plan d'eau :

- Mise en place de batardeaux encadrant la zone d'implantation de l'aire d'assemblage et de lancement ;
- Mise à sec du secteur délimité par les batardeaux **et si nécessaire** mise en œuvre d'une pêche de sauvegarde pour évacuer les poissons prisonniers ;
- Les eaux de pompage transiteront à travers un bassin (ou une cuve) de décantation avant d'être restituées au plan d'eau pour éviter e rejeter des MES ;

Coût estimatif de ces opérations : Intégré dans la réalisation des travaux

Niveau d'impact post-réductions : **Faible.**

8.4.2 Réduction des impacts lors Installation des systèmes d'ancrage

Comme indiqué, ces opérations vont générer à la fois du dérangement et une remise en suspension de sédiments. Plusieurs mesures de réduction seront à mettre en œuvre.

8.4.2.1 Adaptation du calendrier

Les périodes les plus sensibles au dérangement correspondent pour la faune aquatique aux périodes d'activité biologique, à savoir le printemps ainsi que l'été. Afin de limiter le dérangement lors des travaux d'implantation des ancrages, il sera nécessaire de réaliser ces opérations durant l'automne et l'hiver à savoir pour une période entre octobre et mars.

Dans la mesure du possible il faudrait concentrer ces opérations en hiver qui correspond à la période durant laquelle les eaux sont froides et durant laquelle l'activité biologique est fortement réduite. De fait, cela limite significativement la sensibilité du système à l'augmentation de la turbidité ou à la remise en suspension de sédiments chargés en matière organique.

8.4.2.2 Suivi de la quantité de particules en suspensions (MES)

Afin de garantir une non dégradation de la qualité de l'eau en termes de particules en suspension lors des opérations de mise en place des systèmes d'ancrage, il sera procédé à un suivi des Matières en Suspension (MES) ou de la turbidité. Ce suivi sera réalisé via des mesures régulières sur site en plusieurs points à l'aide d'une sonde multiparamètres

- Coût indicatif d'achat d'une ensemble boîtier de mesure et sonde associée : 2 500 € HT ;
- Coût indicatif de location d'un matériel équivalent : 500 € HT / semaine



Figure 36 : Boîtier multiparamètres portable « Multiline IDS WTW® » avec capteur de turbidité IR VisoTurb™ 900-P IDS (Source : WTW)

Ces mesures ponctuelles pourront être complétées par des relevés quotidiens durant les travaux à l'aide d'un disque de Secchi en plusieurs points du plan d'eau.

Ces mesures pourront également être effectuées à l'aide d'une station permettant la réalisation de mesures en continu avec alarme en cas de dépassement du seuil d'alerte (voir lien ci-dessous pour exemple) :

<https://www.sdec-france.com/stations-autonomes-telemetrie-surveillance-niveau-qualite-des-eaux-de-surface.html>

Ce suivi sera effectué durant toute la phase d'installation des systèmes d'ancrage.

En cas de dépassement de la valeur de $50 \mu\text{g.L}^{-1}$ pour les MES, de 35 NTU pour la turbidité ou si la transparence mesurée à l'aide du disque de Secchi est d'un mètre ou moins, les opérations seront stoppées jusqu'à ce que la valeur mesurée soit compatible avec la maintenance d'une eau de bonne qualité selon le référentiel du SEQ Eau.

A titre d'information, lors des relevés effectués à l'aide d'un disque de Secchi en juillet 2020, la visibilité était d'environ 4 m ce qui correspond à une eau de très bonne qualité en termes de MES.

8.4.2.3 Réduction des emprises

La solution d'ancrage retenue (ancres intrusives de type ancre à hélice) permet d'occuper une faible surface au fond d'une part et de mettre deux lignes d'ancrage par ancre.

Ce choix technique permet de réduire le nombre d'ancres (93 ancres pour 178 lignes d'ancrage) et par conséquent la surface d'habitat benthique impacté.

Niveau d'impact post-réductions : **Faible.**

8.4.3 Réduction des impacts lors des opérations de mise à l'eau des pontons et d'ancrage des pontons

Le principal impact de ces opérations sera du dérangement étant donné qu'il s'agira pour l'essentiel de mettre les pontons à l'eau, de les déplacer puis de les lier et de les ancrer.

La principale mesure de réduction à mettre en œuvre sera une adaptation du calendrier d'intervention au cycle biologique afin d'intervenir durant les périodes de moindre sensibilité.

Les périodes les plus sensibles au dérangement correspondent pour la faune aquatique aux périodes d'activité biologique, à savoir le printemps ainsi que l'été. Afin de limiter le dérangement lors des travaux d'implantation des ancres, il sera nécessaire de réaliser ces opérations durant l'automne et l'hiver à savoir pour une période entre octobre et mars.

Niveau d'impact post-réductions : **Faible.**

8.5 Mesures de réduction des impacts de la phase d'exploitation

8.5.1 Réduction des impacts liés aux opérations de maintenance

Le principal impact lié aux opérations de maintenance est le dérangement. Cependant, étant donné la nécessité d'effectuer ces opérations tout au long de l'année et parfois hors planification, il n'est pas possible de mettre en place une adaptation du calendrier systématique afin d'éviter les périodes sensibles en termes d'activité biologique.

Le niveau d'impacts lié aux opérations de maintenance demeure inchangé, à savoir **faible**.

8.5.2 Réduction des impacts liés à la baisse de la luminosité sous les pontons.

Les solutions techniques retenues limitent la perte de luminosité sous les pontons de panneaux et à moins de réduire la surface totale du parc photovoltaïque, il n'y a pas de mesure permettant de limiter encore plus cette réduction de luminosité.

Toutefois, afin de limiter les impacts et perturbations issus de la réduction lumineuse sur l'ensemble du compartiment biologique et plus globalement sur le fonctionnement physico-chimique de la masse d'eau, il sera nécessaire d'adapter la période des travaux.

La période la moins impactante pour leur réalisation se situe entre le mois de novembre et le mois de mars. Cette période qui couvre l'automne et l'hiver correspond à la période de faible activité biologique.

Cette période sera à privilégier pour les opérations de finalisation du parc (mise en place des pontons et assemblage) aboutissant à la réduction de la luminosité.

L'exécution de ces opérations en période de faible activité biologique limitera leur incidence en raison du fonctionnement ralenti des cycles biologiques ce qui laissera le temps à l'installation d'un nouvel équilibre prenant en compte la réduction de luminosité et ses conséquences.

Par conséquent, le niveau d'impacts lié à la réduction de la luminosité sous les pontons ainsi que le niveau d'impact lié aux conséquences de cette réduction sera **modéré** dans un premier temps avant de s'atténuer et devenir **faible** à partir du moment où un nouvel équilibre sera atteint.

8.6 Mesures de réduction des impacts des travaux de démantèlement.

8.6.1 Réduction des impacts de la phase de démantèlement

8.6.1.1 Adaptation du calendrier

Les périodes les plus sensibles au dérangement correspondent pour la faune aquatique aux périodes d'activité biologique, à savoir le printemps ainsi que l'été. Afin de limiter le dérangement lors des travaux de démantèlement du parc photovoltaïque, il sera nécessaire de réaliser ces opérations durant l'automne et l'hiver à savoir pour une période entre novembre et mars.

Dans la mesure du possible il faudrait concentrer ces opérations en hiver qui correspond à la période durant laquelle les eaux sont froides et durant laquelle l'activité biologique est fortement réduite. De plus, cela limite également significativement la sensibilité du système à l'augmentation de la turbidité ou qui surviendra inmanquablement lors de l'arrachage des systèmes d'ancrage.

8.6.1.2 Réduction de la destruction de la faune et de la flore

Préalablement au démantèlement, il sera nécessaire de procéder à un examen des structures immergées afin de déterminer leur niveau de colonisation par la faune (mollusques et autres invertébrés) et la flore (algues, mousses, périphyton ...).

Si une colonisation importante des structures est notée, alors les mesures suivantes seront mises en œuvre pour limiter les impacts :

- Adaptation du calendrier avec réalisation des travaux en automne et en hiver préférentiellement entre novembre et mars ;
- Dans la mesure du possible collecte des gros individus ou colonies (grappes de moules) et transfert vers des habitats favorables pré identifiés dans le plan d'eau ;
- Les structures une fois à terre seront stockées au moins 48 h en bord de plan d'eau pour laisser la possibilité aux larves d'insectes de retourner dans le plan d'eau. Passé ce délais ces structures pourront être démontées ou exportées ;

Niveau global d'impact post-réductions : **Faible.**

8.6.2 Réduction des impacts liés au retour à une luminosité de 100 % sur l'ensemble du plan d'eau

8.6.2.1 Suivi de la qualité de l'eau et curage du fond

Le risque principal identifié étant l'apparition d'efflorescences algales (cyanobactéries), il s'agit par conséquent de proposer des mesures permettant d'éviter ce phénomène. Le principal moteur de ces efflorescences est la présence d'une eau excessivement chargée en nutriments associé à une température de l'eau qui permet la prolifération des cyanobactéries.

Préalablement à toute intervention, il sera nécessaire de statuer sur le niveau trophique de la masse d'eau (Tableau 5) en effectuant une série d'échantillonnages d'eau et de mesures in-situ (une campagne par saison) en différents points (3 stations) et à différentes profondeurs (proximité surface, mi-hauteur et fond) pour les paramètres suivants :

- Température ;
- pH ;
- Oxygène dissous (mg/l O₂)
- Taux de saturation en oxygène (%) ;
- Demande Biochimique en Oxygène - DBO₅ (mg/l O₂) ;
- Demande Chimique en Oxygène - DCO (mg/l O₂) ;
- Carbone organique (mg/l C) ;
- Concentration en ions ammonium - NH₄⁺ (mg/l NH₄) ;
- Azote total Kjeldahl - NKJ (mg/l N)
- Concentration en nitrites - NO₂⁻ (mg/l NO₂) ;
- Concentration en nitrates – NO₃⁻ (mg/l NO₃)
- Concentration en phosphates - PO₄³⁻ (mg/l PO₄) ;
- Phosphore total (mg/l P) ;
- Chlorophylle a et phéopigments (µg/l) ;
- Matières en Suspension – MES (mg/l) ;

Tableau 5 : Relations entre l'indice d'état trophique, la chlorophylle, le phosphore, la profondeur de Secchi et la classe trophique (d'après Carlson et Simpson - 1996) Indice d'état trophique

Indice d'état trophique	Chlorophylle (µg/l)	Phosphore (µg/l)	Profondeur de Secchi (m)	Classe trophique
< 30 - 40	0 - 2,6	0 - 12	> 8 - 4	Oligotrophe
40 - 50	2,6 - 20	12 - 24	4 - 2	Mésotrophe
50 - 70	20 - 56	24 - 96	2 - 0,5	Eutrophe
70 - 100 +	56 - 155 +	96 - 384 +	0,5 - < 0,25	Hyper-eutrophe

Selon Carlson et Simpson (1996), les crises d'efflorescences algales (cyanobactéries) surviennent lorsque l'indice d'état trophique atteint des valeurs situées entre 60 et 70.

Si les résultats obtenus à l'issue des mesures et analyses montrent que la masse d'eau est de type mésotrophe, il ne sera pas nécessaire de mettre en œuvre de mesure de réduction.

A contrario, s'il s'avère que la masse d'eau est de type eutrophe ou hyper-eutrophe, il sera nécessaire d'intervenir afin de se prémunir du risque d'assister à une grave crise d'efflorescence algale durant la période l'estivale.

Afin de réduire le niveau trophique de la masse d'eau, il faudra curer le fond de celle-ci afin d'exporter la matière organique accumulée sur le fond. En raison de la hauteur d'eau importante, cette opération sera réalisée par aspiration des matériaux qui seront ensuite stockés dans des bassins de décantation avant d'être soit étalés pour se dégrader à l'air libre et se transformer en compost soit être exportés vers des centres de recyclage ou de valorisation. Le coût estimatif est d'environ 100 € par mètre cube mais il peut varier assez fortement en fonction du matériel employé et de la nécessité ou non d'exporter les sédiments extraits s'il s'avère qu'ils sont pollués.

Ce curage va permettre de fortement réduire le stock de matière organique disponible pour alimenter la crise d'efflorescence ce qui limitera donc fortement le risque d'apparition de ce phénomène.

Afin de limiter les impacts, ces opérations de curage seront réalisées de préférence entre novembre et février.

Coût estimatif pour les prélèvements et analyses (3 stations sur 4 saisons avec 3 échantillons par station soit un total de 36 échantillons) : 8 500 € HT

Niveau d'impact post-réductions : **Faible.**

8.6.2.2 Adaptation du calendrier

Comme lors de la mise en place du parc, pour limiter les impacts et perturbations issus du retour à 100 % de luminosité sur l'ensemble du plan d'eau, il sera nécessaire d'adapter la période des travaux.

La période la moins impactante se situe entre le mois de novembre et le mois de mars. Cette période qui couvre l'automne et l'hiver correspond à la période de faible activité biologique.

Cette période sera à privilégier pour les opérations de démantèlement des pontons.

L'exécution de ces opérations en période de faible activité biologique limitera leur incidence en raison du fonctionnement ralenti des cycles biologiques ce qui laissera le temps à l'installation d'un nouvel équilibre prenant en compte l'augmentation significative de luminosité et ses conséquences.

Par conséquent, le niveau d'impacts lié un retour à 100 % de luminosité ainsi que le niveau d'impact lié aux conséquences de cette augmentation sera **modéré** dans un premier temps avant de s'atténuer et devenir **faible** à partir du moment où un nouvel équilibre sera atteint.

Niveau d'impact post-réductions : **Faible**.

8.7 Synthèse des impacts résiduels post mesures de réduction.

Tableau 6 : Synthèse des impacts résiduels après mise en œuvre des mesures d'évitement ou de réduction

Type d'Impact	Mesures de réduction	Niveau de l'impact brut		Niveau de l'Impact résiduel
Impacts liés à la montée naturelle du niveau d'eau de la retenue				
Augmentation de la quantité d'habitats aquatiques	Impact positif, aucune mesure	Modéré		Modéré
Ennoïement de 9 000 m ² de végétation	Débroussaillage et déboisement de la végétation et export	Fort		Faible
Impacts de la phase travaux				
Destruction d'habitat rivulaire (aire de lancement)	Adaptation du calendrier, réduction des emprises et mise en place de systèmes anti MES (assainissement)	Modéré		Faible
Mise en suspension de sédiments fins	Mise en place de batardeaux. Systèmes de décantation des eaux de purge lors de la mise à sec	Modéré	Faible	Faible
Installation des systèmes d'ancrage	Mise en place de systèmes de collecte et d'assainissement (fossés + bassins avec exutoire muni d'un filtre) des eaux de ruissellement des secteurs terrassés.	Modéré	Fort	Faible
Mise à l'eau des pontons et d'ancrage	Adaptation du calendrier t	Modéré	Faible	Faible
Impacts de la phase d'exploitation				
Opérations de maintenance	Pas de mesures spécifiques. Précautions habituelles vis-à-vis de tout risque de pollution	Faible		Faible
Réduction de la luminosité	Adaptation du calendrier pour laisser le temps à la mise en place d'un nouvel équilibre en période de faible activité biologique. Le plan d'eau atteindra un nouvel équilibre assez rapidement en termes de fonctionnement.	Fort		Modéré Faible
Abris pour les poissons. Surface d'habitats supplémentaires	Impact positif, aucune mesure	Modéré		Modéré
Impacts de la phase de démantèlement				
Démantèlement et débranchement des pontons. Enlèvement des ancrages. Réduction de la destruction de la faune et de la flore	Adaptation du calendrier Sauvetage – transfert d'individus Adaptation des travaux – stockage des pontons sur site avant export	Modéré		Faible

Type d'Impact	Mesures de réduction	Niveau de l'impact brut		Niveau de l'Impact résiduel
Retour à 100 % de luminosité	Suivi de la qualité de l'eau. En cas de milieu eutrophe, curage du plan d'eau par aspiration des matériaux stockés au fond avant export ou valorisation sur site (compostage). Adaptation du calendrier pour laisser le temps à la mise en place d'un nouvel équilibre en période de faible activité biologique	Fort	Très Fort	Faible

9 Mesures d'accompagnement.

9.1 Suivi du niveau trophique de la masse d'eau.

Afin d'avoir une perception de l'évolution du niveau trophique de la masse d'eau et de pouvoir le cas échéant anticiper la nécessité de curer le fond de la cuvette avant le démantèlement du parc, il serait utile de procéder à un suivi de la qualité de l'eau selon le calendrier suivant :

- Etat initial, avant toute intervention ;
- Etat post travaux une fois le parc en fonctionnement ;
- Un état des lieux tous les cinq ans ;
- Un état avant démantèlement ;
- Un état après démantèlement (voir § 8.6.2) ;
- Un point final 5 ans après le démantèlement ;

Lors de chaque campagne, il sera réalisé une série d'échantillonnages d'eau et de mesures in-situ avec :

- Une campagne par saison ;
- Deux stations hors emprise du parc et deux stations sous le parc ;
- Pour chaque station un prélèvement ou une mesure à proximité de la surface puis à mi-hauteur et au fond) pour les paramètres suivants :
 - o Température ;
 - o pH ;
 - o Oxygène dissous (mg/l O2)
 - o Taux de saturation en oxygène (%) ;
 - o Demande Biochimique en Oxygène - DBO5 (mg/l O2) ;
 - o Demande Chimique en Oxygène - DCO (mg/l O2) ;
 - o Carbone organique (mg/l C) ;
 - o Concentration en ions ammonium - NH4 + (mg/l NH4) ;
 - o Azote total Kjeldahl - NKJ (mg/l N)
 - o Concentration en nitrites - NO₂⁻ (mg/l NO2) ;
 - o Concentration en nitrates – NO₃⁻ (mg/l NO3)
 - o Concentration en phosphates - PO₄³⁻ (mg/l PO4) ;
 - o Phosphore total (mg/l P) ;
 - o Chlorophylle a et phéopigments (µg/l) ;
 - o Matières en Suspension – MES (mg/l) ;

Outre l'intérêt de pouvoir suivre l'évolution du niveau trophique du plan d'eau de Parnac, ces données serviront également de retour d'expérience pour les projets similaires et seront donc utiles pour anticiper les effets de la mise en œuvre de ce type de projets.

Coût estimatif total pour huit campagnes de 4 mesures sur 4 stations avec 3 échantillons par stations soit un total de 384 échantillons analysés : 90 000 € HT (répartis sur 25 années à minima)

9.2 Réalisation d'aménagements en faveur de la faune et de la flore.

Comme indiqué dans le diagnostic du plan d'eau, les berges sont majoritairement abruptes et minérales avec une hauteur d'eau très rapidement trop importante pour permettre l'implantation d'une végétation de type roselière ou boisement rivulaire.

Des aménagements pourraient être envisagés afin de constituer des secteurs avec des berges peu profondes et en pente douce afin de favoriser l'implantation de roselières ou d'herbiers de végétation aquatique.

Ces aménagements contribueraient à la diversification des habitats en faveur de la faune (oiseaux, amphibiens, poissons et invertébrés aquatiques). De plus, la végétation pourrait contribuer à la limitation de la charge trophique de la masse d'eau en captant une partie des nutriments pour son développement.

Il est difficile en l'état actuel du plan d'eau de déterminer les endroits les plus favorables à l'implantation de ces aménagements mais de telles solutions pourraient être envisagées et étudiées plus avant une fois que le plan d'eau aura atteint son point d'équilibre.

Ces études permettront de dimensionner ces aménagements et de chiffrer leur mise en œuvre.

10 Bibliographie

Adams, N. G.; Lesoing, M.; Trainer, V. L. (2000). "Environmental conditions associated with domoic acid in razor clams on the Washington coast". *J Shellfish Res* 19: 1007–1015.

Andersen, J.H., Schlüter, L., Ærtebjerg, G., 2006. Coastal eutrophication: Recent developments in definitions and implications for monitoring strategies. *J. Plankton Res.* 28, 621–628.

Armstrong A., Page T., Thackeray S.J., Hernandez R.R. and Jones D.J. (2020). Integrating environmental understanding into freshwater floatovoltaic deployment using an effects hierarchy and decision trees. *Environmental Research Letters*, Volume 15, Number 11. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/abbf7b>

Billen, G., Garnier, J., 2009. Eutrophisation des cours d'eau du bassin de la Seine. Agence de l'eau Seine Normandie.

Carlson R.E. and J. Simpson (1996) A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods. *North American Lake Management Society*. 96 pp

Exley G., Armstrong A., Page T. and Jones I.D. (2021). Floating photovoltaics could mitigate climate change impacts on water body temperature and stratification. *Solar Energy* Volume 219, Pages 24-33. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2021.01.076>.

De Lima R.L.P., Paxinou K., Boogaard F.C., Akkerman O. and Lin, F.-Y. (2021). In-Situ Water Quality Observations under a Large-Scale Floating Solar Farm Using Sensors and Underwater Drones. *Sustainability* 13, 6421. <https://doi.org/10.3390/su13116421>.

Diersling, Nancy. "Phytoplankton Blooms: The Basics" (PDF). NOAA FKNMS. consulté 26 décembre 2012.

Dokulil, M.T., Teubner, K., 2000. Cyanobacterial dominance in lakes. *Hydrobiologia* 438, 1–12

Granum, E., Mykkestad, S.M., 2002. A photobioreactor with pH control: demonstration by growth of the marine diatom *Skeletonema costatum*. *J. Plankton Res.* 24, 557–563.

Guven, B., Howard, A., 2006. Modelling the growth and movement of cyanobacteria in river systems. *Sci. Total Environ.* 368, 898–908

Haas J., Khalighi J., De la Fuente A., Gerbersdorf S.U., WNowak W. and Po-Jung Chen. (2020). Floating photovoltaic plants : Ecological impacts versus hydropower operation flexibility. *Energy Conversion and Management* Volume 206, 112414. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2019.112414>.

Hedger, R., Olsen, N., George, D., Malthus, T., Atkinson, P., 2004. Modelling spatial distributions of *Ceratium hirundinella* and *Microcystis* spp. in a small productive British lake. *Hydrobiologia* 528, 217–227.

Kanoshina, I., Lips, U., Leppänen, J.-M., 2003. The influence of weather conditions (temperature and wind) on cyanobacterial bloom development in the Gulf of Finland (Baltic Sea). *Harmful Algae* 2, 29–41

Lam, C. W. Y.; Ho, K. C. (1989). "Red tides in Tolo Harbor, Hong Kong". In Okaichi, T.; Anderson, D. M.; Nemoto, T. Red tides. biology, environmental science and toxicology. New York: Elsevier. pp. 49–52. (ISBN 0-444-01343-1).

Leloup, M. (2013). Evaluation de l'impact des blooms algaux et d'efflorescences bactériennes sur les caractéristiques de la matière organique des eaux naturelles. UNIVERSITE DE LIMOGES. Ecole Doctorale Sciences pour l'environnement - Gay Lussac. Faculté des Sciences et Techniques Groupement de Recherche Eau, Sol, Environnement. Thèse N° 63-2013 pour obtenir le grade de DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE LIMOGES Spécialité : Eau, Sol, Environnement. 156 pages.

Liu, W., Au, D.W.T., Anderson, D.M., Lam, P.K.S., Wu, R.S.S., 2007. Effects of nutrients, salinity, pH and light:dark cycle on the production of reactive oxygen species in the alga *Chattonella marina*. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 346, 76–86.

Oberhaus, L., Briand, J.F., Leboulanger, C., Jacquet, S., Humbert, J.F., 2007. Comparative effects of the quality and quantity of light and temperature on the growth of *Planktothrix agardhii* and *P. rubescens*. *J. Phycol.* 43, 1191–1199.

Paerl, H.W., Hall, N.S., Calandrino, E.S., 2011. Controlling harmful cyanobacterial blooms in a world experiencing anthropogenic and climatic-induced change. *Sci. Total Environ.* 409, 1739–1745.

Reynolds, C.S., 2006. *Ecology of phytoplankton*. Cambridge University Press.

Smayda, T.J., 2008. Complexity in the eutrophication-harmful algal bloom relationship, with comment on the importance of grazing. *Harmful Algae* 8, 140–151

Yamamoto, Y., Nakahara, H., 2005. The formation and degradation of cyanobacterium *Aphanizomenon flos-aquae* blooms: the importance of pH, water temperature, and day length. *Limnology* 6, 1–6.



Annexe 4 : Expertise paysagère et patrimoniale – Projet d'implantation de centrale photovoltaïque
flottante – Commune de Parnac (36) – Janvier 2022 – ADEV Environnement

ETUDE PAYSAGERE

PROJET D'IMPLANTATION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAIQUE AU SOL

COMMUNE DE PARNAC
DEPARTEMENT DE L'INDRE (36)

JANVIER 2022



ETUDE PAYSAGERE ET PATRIMONIALE

PROJET D'IMPLANTATION D'UNE CENTRALE PHOTOVOLTAÏQUE FLOTTANTE SUR LA COMMUNE DE PARNAC DANS LE DÉPARTEMENT DE L'INDRE (36)

PORTEUR DE PROJET :

Wpd

32 – 36, rue de Bellevue
92100 Boulogne-Billancourt
Tel : +33 (0) 1 41 31 09 02
Fax : +33 (0) 1 41 31 10 09
www.wpd.fr



REALISATION DU DOSSIER D'ETUDE D'IMPACT :

ADEV ENVIRONNEMENT

2, rue Jules Ferry
36300 Le Blanc
Tél : +33 (0) 2 54 37 19 68
Fax : +33 (0) 2 54 37 99 27
Mail : contact@adev-environnement.com
Site internet : www.adev-environnement.com



AUTEURS DES ETUDES

Rédaction	Elise CHANTREAU – Chargée d'études environnement
Reportage photographique	Elise CHANTREAU – Chargée d'études environnement
Relecture et validation du dossier	Florian PICAUD – Directeur technique

INDICE	DATE	OBJET DE LA MODIFICATION
V0	29/09/2021	État initial paysager
V1	01/10/2021	Corrections état initial
V2	23/11/2021	Ajout impacts et mesures
V3	25/11/2021	Corrections suite remarques EREA
V4	13/12/2021	Corrections suite remarques WPD
V5	14/12/2021	Corrections
V6	04/01/2021	Corrections suite remarques WPD

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	5	2.5.2. Perceptions du site	22
1.1. Localisation du site et des aires d'étude associées	6	2.6. Les lieux de fréquentation touristique	24
1.1.1. Le site D'étude.....	6	2.6.1. A l'échelle du département de l'indre.....	24
1.1.2. L'aire d'étude intermédiaire (1 km de distance par rapport aux limites du site) :.....	6	2.6.2. A l'échelle locale.....	24
1.1.3. l'aire d'étude éloignée (5 km de distance par rapport aux limites du site)	6	2.7. Diagnostic Patrimonial.....	26
2. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL	8	2.7.1. Les monuments historiques	26
2.1. L'atlas des paysages de l'indre.....	9	2.7.2. Les Sites classés et inscrits.....	31
2.1.1. Définition de l'unité paysagère	9	2.7.1. Les sites patrimoniaux remarquables.....	32
2.1.2. Les unités paysagères.....	9	2.8. Synthèse du diagnostic paysager.....	33
2.1.3. Le boischaud méridional	10	3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES	34
2.2. A l'échelle de l'aire d'étude éloignée (5 km)	11	3.1. ESTIMATION DES METHODES UTILISEES POUR L'EVALUATION DES IMPACTS	35
2.2.1. les fondements et motifs du paysage	11	3.1.1. Le contexte paysager	35
2.2.2. L'occupation du sol.....	12	3.1.2. Le patrimoine historique et archéologique.....	35
2.2.3. L'organisation de la trame bâtie.....	12	3.2. LES IMPACTS SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE	37
2.2.4. réseau viaire	13	3.2.1. Généralités sur la nature et l'intensité de la perception dans le paysage	37
2.3. A l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire (1 km)	14	3.2.2. Analyse par photomontages.....	37
2.3.1. une topographie relativement marquée.....	14	3.2.3. Visibilité des installations photovoltaïques au sol	44
2.3.2. Un contexte boisé.....	14	3.2.4. Impacts depuis l'aire d'étude éloignée	44
2.3.3. Un réseau routier limité	15	3.2.1. Impacts depuis l'aire d'étude intermédiaire.....	44
2.3.4. Les lieux de vie.....	15	3.2.2. Impacts depuis les éléments de patrimoine	44
2.4. Les dynamiques paysagères.....	21	3.2.3. Effets cumulés du projet.....	45
2.5. Le site d'étude et ses abords	22	3.3. LES MESURES	46
2.5.1. Description du site.....	22	3.4. LES IMPACTS RESIDUELS	47

TABLE DES CARTES

Carte 1 : Localisation de la zone d'étude	6
Carte 2 : Les périmètres d'étude du projet	7
Carte 3 : Structures biophysiques et végétales	11
Carte 4 : Lieux de vie et axes routiers dans l'aire d'étude éloignée	13
Carte 5: Les motifs paysagers à l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire	14
Carte 6 : Reportage photographique.....	17
Carte 7 : Localisation des prises de vues sur le site.....	22
Carte 8 : Localisation des vues possibles sur le site	23
Carte 9: Tourisme dans l'aire d'étude éloignée	24
Carte 9: Tourisme dans l'aire d'étude intermédiaire	25
Carte 10 : Les monuments historiques dans l'aire d'étude éloignée.....	27
Carte 11 : Les monuments historiques dans l'aire d'étude intermédiaire.....	28
Carte 12 : Localisation du site inscrit par rapport au site d'étude.....	31
Carte 13 : Localisation du SPR par rapport au site d'étude.....	32
Carte 14 : Plan de masse du projet.....	36
Carte 15 : Localisation des points de prises de vue des photomontages	38
Carte 16 : Mesure d'évitement.....	46

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Monuments historiques classés et inscrits.....	26
Tableau 2 : Éléments de hiérarchisation des enjeux paysagers et patrimoniaux	33
Tableau 3 : Synthèse du diagnostic paysager et patrimonial.....	33
Tableau 4 : Photomontages.....	37

Tableau 5 : Bilan des photomontages réalisés pour l'analyse de l'impact visuel brut du projet	44
Tableau 6 : Bilan des impacts du projet sur le paysage et mesures associées	47

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Unités paysagères de l'Indre	9
Figure 2 : Coupe topographique schématique sud-ouest/nord-est.....	11
Figure 3 : Organisation de la trame bâtie de Parnac.....	12
Figure 4 : Coupe topographique schématique ouest/est BB'	14

1. INTRODUCTION

(Source : IGN)

1.1. LOCALISATION DU SITE ET DES AIRES D'ETUDE ASSOCIEES

Le site est localisé sur la commune de Parnac (36).

Elle appartient à la communauté de communes Marche Occitane - Val d'Anglin. Elle se situe à 18 km au Sud-Ouest d'Argenton-sur-Creuse, et à 40 km à l'Est de Montmorillon, dans le département de l'Indre (36) en région Centre-Val de Loire.

Les communes limitrophes sont :

- Saint-Gilles
- Saint-Benoît-du-Sault
- Roussines
- Vigoux
- La Châtre-Langlin
- Mouhet
- Bazaiges,
- Saint-Sébastien
- Éguzon-Chantôme.

Le site d'étude est localisé à l'ouest du territoire communal, en limite du territoire de Saint-Benoît-du-Sault. Une partie du site est localisée sur cette commune.

1.1.1. LE SITE D'ETUDE

La zone d'étude correspond à un ancien site d'extraction (carrière + bâtiments associés). Les espaces sont aujourd'hui abandonnés et certains habitats sont en cours d'enfrichement.

1.1.2. L'AIRES D'ETUDE INTERMEDIAIRE (1 KM DE DISTANCE PAR RAPPORT AUX LIMITES DU SITE) :

L'aire d'étude intermédiaire correspond à l'emprise du projet et aux espaces situés à proximité dans un rayon d'un kilomètre. C'est le périmètre d'étude des perceptions visuelles et sociales du paysage quotidien depuis les espaces habités et fréquentés proches de la zone.

Cette zone se singularise par la présence de deux axes routiers majeurs.

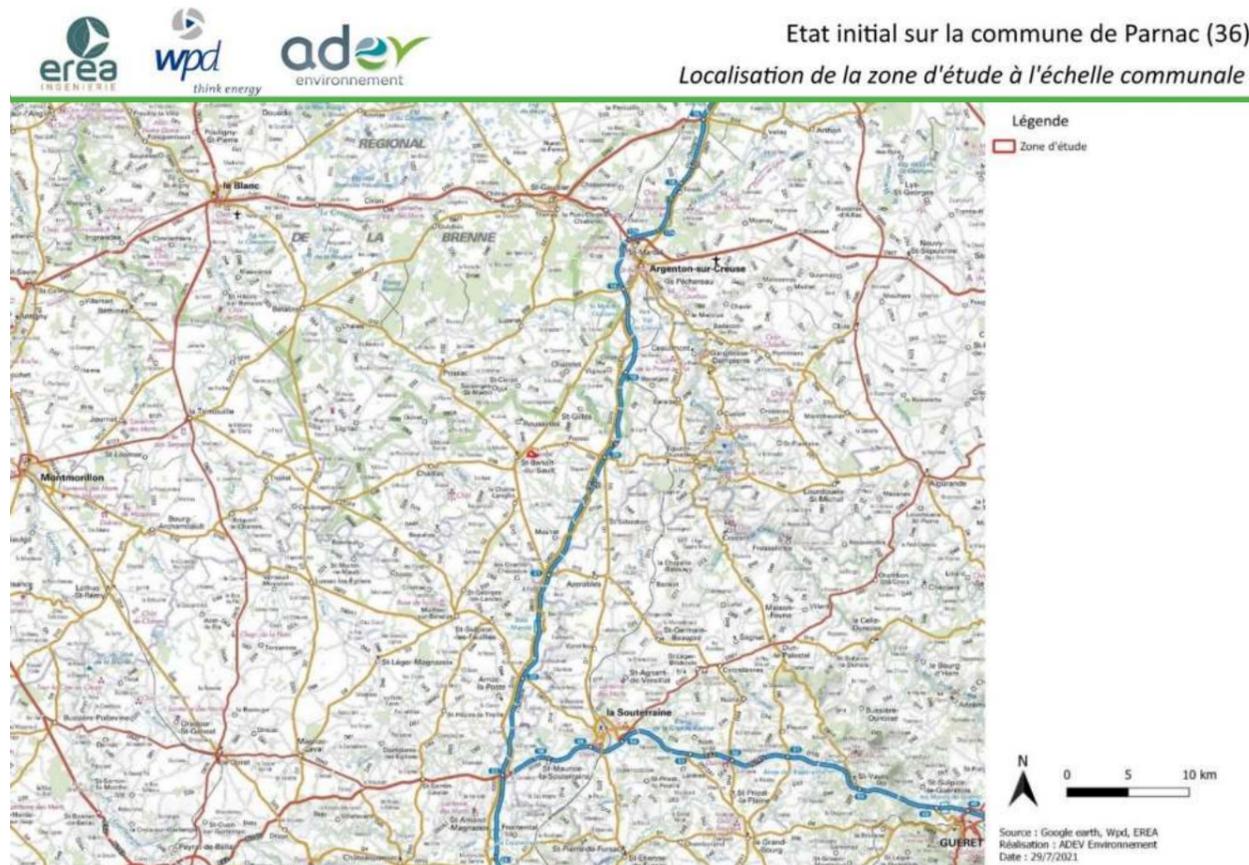
1.1.3. L'AIRES D'ETUDE ELOIGNEE (5 KM DE DISTANCE PAR RAPPORT AUX LIMITES DU SITE)

L'aire d'étude éloignée permet d'étudier les éléments du paysage, les structures paysagères, les sites et les éléments patrimoniaux concernés directement ou indirectement par le projet et ses aménagements connexes.

Cette aire d'étude permet de localiser le projet dans un environnement plus large. A cette échelle, il s'agit de montrer les interactions visuelles potentielles avec les monuments historiques, les lieux de fréquentations touristiques ou encore les grands axes de circulation.

Installée sur un secteur agricole semi bocager, l'aire d'étude éloignée présente un paysage rural organisé par de nombreux marqueurs paysagers : haies, boisements.

Il s'agit d'un territoire rural, qui présente un paysage de bocage boisé.

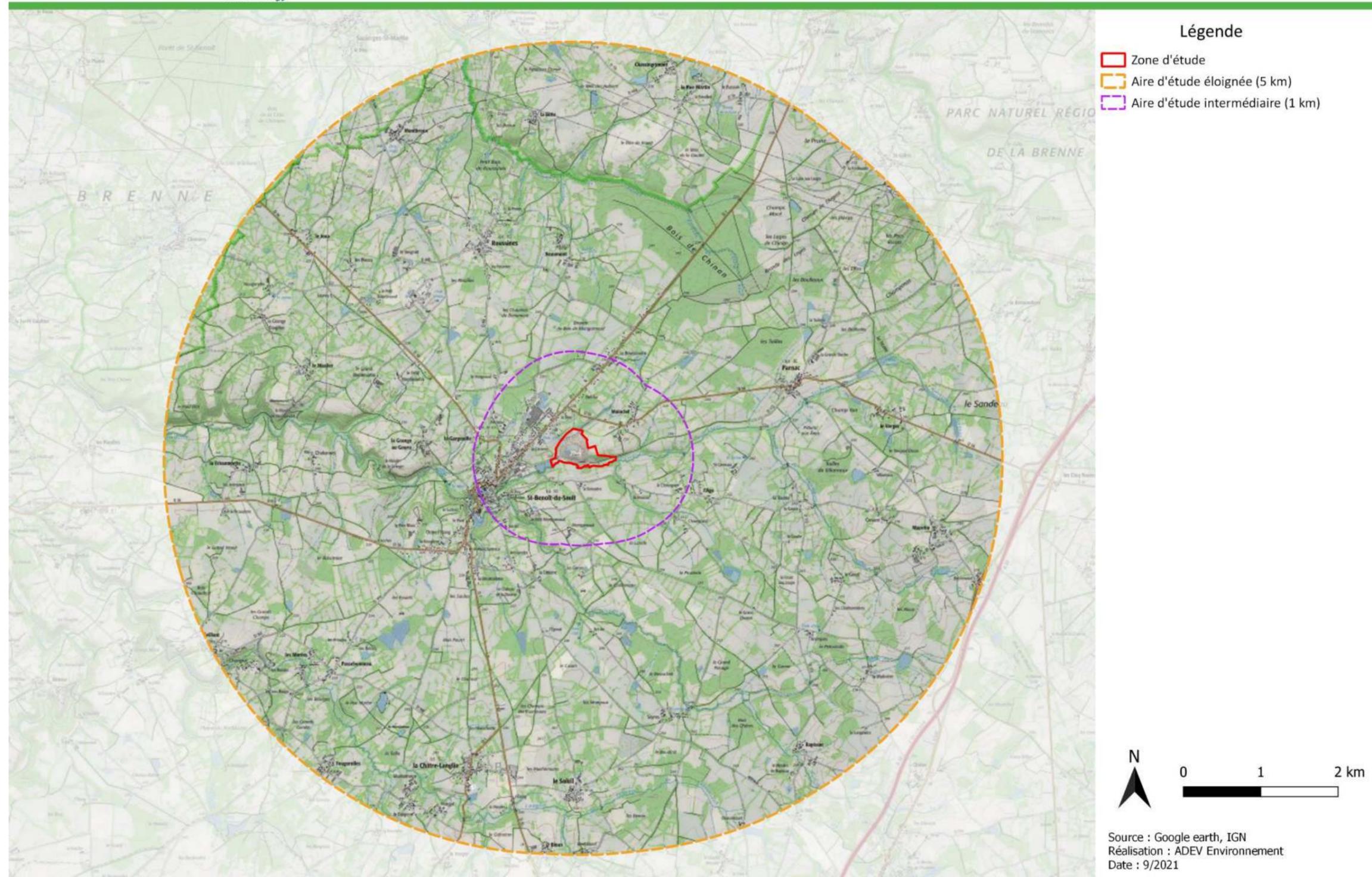


Carte 1 : Localisation de la zone d'étude



Etat initial sur la commune de Parnac (36)

Localisation des aires d'étude



Carte 2 : Les périmètres d'étude du projet
(Source : IGN, ADEV Environnement)

2. ANALYSE DE L'ETAT INITIAL

2.1. L'ATLAS DES PAYSAGES DE L'INDRE

2.1.1. DEFINITION DE L'UNITE PAYSAGERE

Les ensembles paysagers permettent de comprendre comment s'organise et se structure le paysage.

Une unité paysagère est une entité spatiale dont l'ensemble des caractères présente une homogénéité d'aspect, sans qu'il y ait uniformité systématique. Ces caractères s'apprécient notamment à travers : le relief, l'hydrographie, l'occupation du sol, les formes d'habitat, les formes de végétation, la nature des visions, les ambiances, les frontières régionales géographiques et/ou historiques.

Elle se distingue des unités voisines par une différence de présence, d'organisation ou de forme de ces caractères. Une unité paysagère peut être divisée en sous-unités paysagères, celles-ci se distinguant les unes des autres par une légère différence d'organisation ou de forme de leurs composantes par rapport aux unités elles-mêmes.

Les unités paysagères regroupent plusieurs communes et sont souvent de grande dimension, entre l'échelle régionale et locale. Elles comprennent la plupart du temps un ou deux pôles urbains importants.

2.1.2. LES UNITES PAYSAGERES

Les principaux types de paysages identifiés dans le département de l'Indre forment des grands ensembles tels que de grandes cultures, bocages, étangs. Ils se divisent ensuite en fonction des caractères géographiques naturels et culturels, propres aux différents territoires.

Cinq grands types de paysages se distinguent à l'échelle du département de l'Indre :

- Le Boischaut Méridional
- La Brenne
- La Champagne Berrichonne
- Le Pays Blancois
- Les Gâtines de l'Indre

L'aire d'étude éloignée se situe dans le **Boischaut Méridional**.

Cette grande unité paysagère est ensuite divisée en sous-unités :

- Le pays des Ormes
- La Plaine de Vic
- Le pays des châtaigniers
- La vallée de la Creuse

Une seule de ces sous-unités est présente à l'échelle de l'aire d'étude éloignée, il s'agit du **Pays des Châtaigniers**. Les descriptions du chapitre suivant sont issues de l'atlas des paysages de l'Indre.

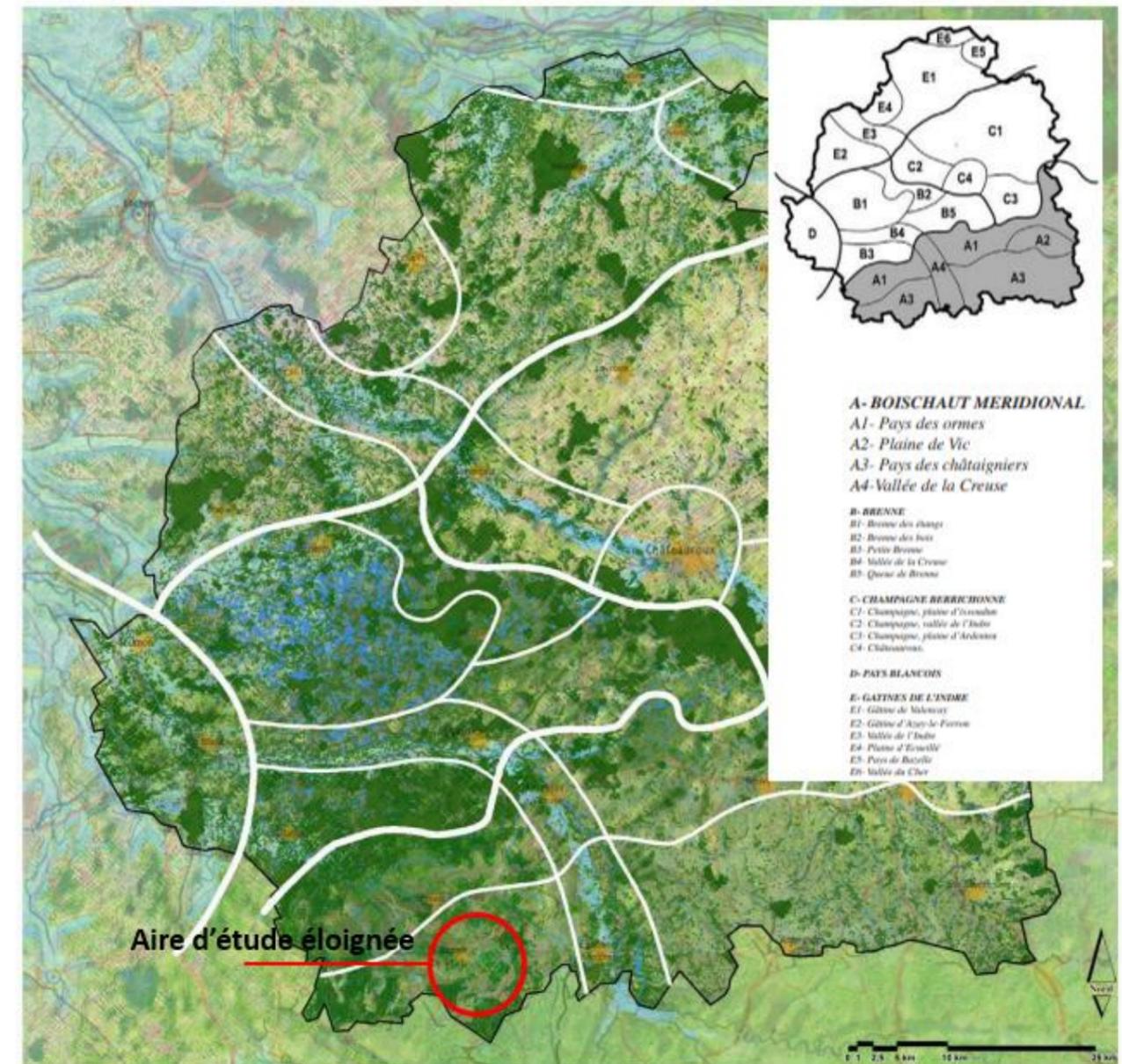


Figure 1 : Unités paysagères de l'Indre

Source : Atlas des Paysages de l'Indre

2.1.3. LE BOISCHAUT MERIDIONAL

□ **Description générale**

Le Boischaud méridional est une base continue de terres de labour, d'herbages et de bois. C'est une multitude d'horizons proches qui s'accordent, se croisent et se décalent sans jamais se heurter.

Au sein de cette abondance d'horizons, rares sont les motifs mis en exergue et s'individualisant. Il faut attendre la rencontre d'un village déjà conséquent ou d'un cours d'eau pour que le plan moyen s'anime d'un motif prégnant.

Les motifs d'intérêt paysager sont nombreux : plateaux, vallon, petites plaines, routes, structures de l'habitat, bourg, hameaux et fermes : aucun ne prend le dessus, tous se trouvent sur un même pied d'égalité.

La charpente géographique du Boischaud méridional est constituée d'un relief de plateaux rythmés par le découpage d'innombrables petits vallons et vallées ainsi que de petites plaines qui composent la première basse continue des potentialités paysagères de cette entité géographique.

Les lignes de haies, les arbres têtards ne manquent pas de charme dans ce paysage. Cependant un autre élément ressort, il s'agit des petits vallons secondaires. Ces vallons se manifestent sous forme d'espaces de prairies plus ou moins amples, avec ou sans ruisseau. Ils sont peu pentus et cernés de petits tertres longitudinaux qui résonnent à l'écho des lisières forestières proches.

Dans cette unité paysagère, les routes ont la particularité de coller au relief. Les plus droites jouent avec le relief comme à saute-mouton, les plus modestes se fauillent dans la trame bocagère ou les replis du relief. Les accotements enherbés ainsi que l'absence de talus limitent le domaine de la route au strict minimum : le ruban de bitume. L'impact de la route sur le territoire est très réduit.



Photo 1 : Paysages du Boischaud

(Source : Atlas des paysages de l'Indre)

□ **Sous-unité paysagère du pays des châtaigniers**

Le pays des châtaigniers constitue la seule sous-unité paysagère représentée dans l'aire d'étude. Ses limites sud avec le pays des ormes et la plaine de Vic sont complexes à définir ; le basculement n'est pas franc. Progressivement, le relief augmente pour s'élever vers l'Auvergne et le Massif Central : le pays des châtaigniers est une marche.

Sa structure géographique est liée à la topographie. Le pays des châtaigniers est traversé par des cours d'eau de direction nord / sud, situés dans des fonds de vallée très encaissés. Ceux-ci sont encadrés par des collines plus ou moins escarpées de même direction. D'est en ouest, la structure géographique est donc rythmée entre sommets de collines et fonds de vallée. De part et d'autre, les flancs des collines définissent des pentes sur lesquelles s'est développé une activité d'élevage.

La trame bocagère définit un parcellaire plus ou moins large, dans lequel l'élevage s'insère. Cette trame est constituée par des haies, accompagnées ou non d'une strate arbustive. Des arbres isolés sont également présents à l'intérieur des prairies de pâture. Parfois, des boisements de taille importante sont également présents. Ils sont généralement situés sur un sommet.

Bien que les ambiances soient humides, l'eau reste peu perceptible. Elle se devine dans le paysage, par l'intermédiaire de la lecture de la géographie et la perception d'une ripisylve.

Les nombreuses petites routes qui lacèrent le pays des châtaigniers permettent d'apprécier une grande diversité de situation et d'ambiances. Ainsi, depuis les sommets, au gré des percées du bocage, le paysage s'ouvre vers des horizons lointains. Depuis les fonds de vallées, il s'agit d'ambiances plus intimes avec des horizons courts.

Globalement, le pays des châtaigniers offre l'image et le paysage type du Boischaud Sud, ses ambiances et son caractère rural et préservé. Il s'agit d'un paysage très rythmé, où l'arbre est une figure majeure.



Photo 2 : Paysages du Pays des châtaigniers

(Source : ADEV Environnement)

2.2. A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE ELOIGNEE (5 KM)

2.2.1. LES FONDEMENTS ET MOTIFS DU PAYSAGE

Le relief, l'hydrographie et le couvert forestier constituent le socle des paysages ou charpente paysagère. Ils participent à délimiter le bassin visuel dans lequel va s'inscrire la zone d'étude.

Le département de l'Indre appartient à la partie méridionale du Bassin parisien, soulevé sur les marges du Massif central. La Champagne berrichonne est essentiellement constituée de plaines tandis que le Boischaut nord est légèrement vallonné avec une altitude comprise entre 80 et 215 mètres d'altitude. Le Boischaut sud est beaucoup plus escarpé avec un point culminant à 459 mètres d'altitude.

La topographie de l'aire d'étude éloignée est modelée par la présence de plusieurs cours d'eau. C'est un vaste plateau incliné vers le nord-ouest (cf carte ci-contre). Les différents cours d'eau présents entaillent le plateau de façon plus ou moins importante. En effet, l'Anglin est encaissé d'environ 10 mètres tandis que le Portefeuille et le Chinan sont plus encaissés, d'environ 20 mètres. Les altitudes sont comprises entre 150 mètres au niveau des cours d'eau à l'ouest de la zone d'étude à 280 mètres à l'est de la zone, au niveau de Mazotin.

L'Anglin est un cours d'eau de 90 kilomètres de long et prend sa source dans le département de la Creuse et rejoint la Gartempe dans le département de la Vienne. L'Anglin possède un réseau hydrographique relativement dense avec environ trente affluents répartis sur ses deux rives. A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, les affluents de l'Anglin suivent un tracé est-ouest. Le Chinan rejoint la vallée de l'Anglin au niveau du bois des Porgons en rive gauche.

Les boisements apparaissent sous plusieurs formes dans l'aire d'étude éloignée :

- Les boisements en situation de versant : sur les coteaux pentus, les terrains qui présentent trop de déclivité pour être exploités pour l'agriculture sont abandonnés aux boisements.
- Les boisements ponctuels de plateau, avec notamment le bois de Chinan présent au nord de la zone d'étude
- Les haies sont présentes sur l'ensemble de la zone d'étude, de façon plutôt homogène.

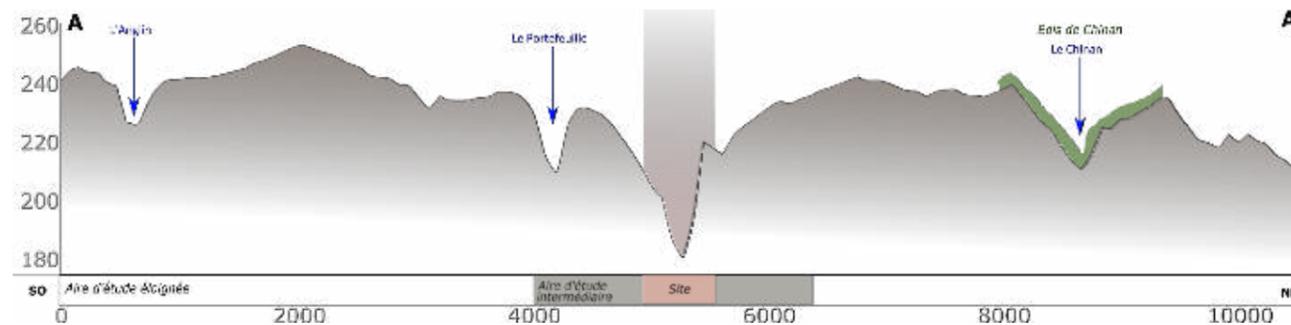
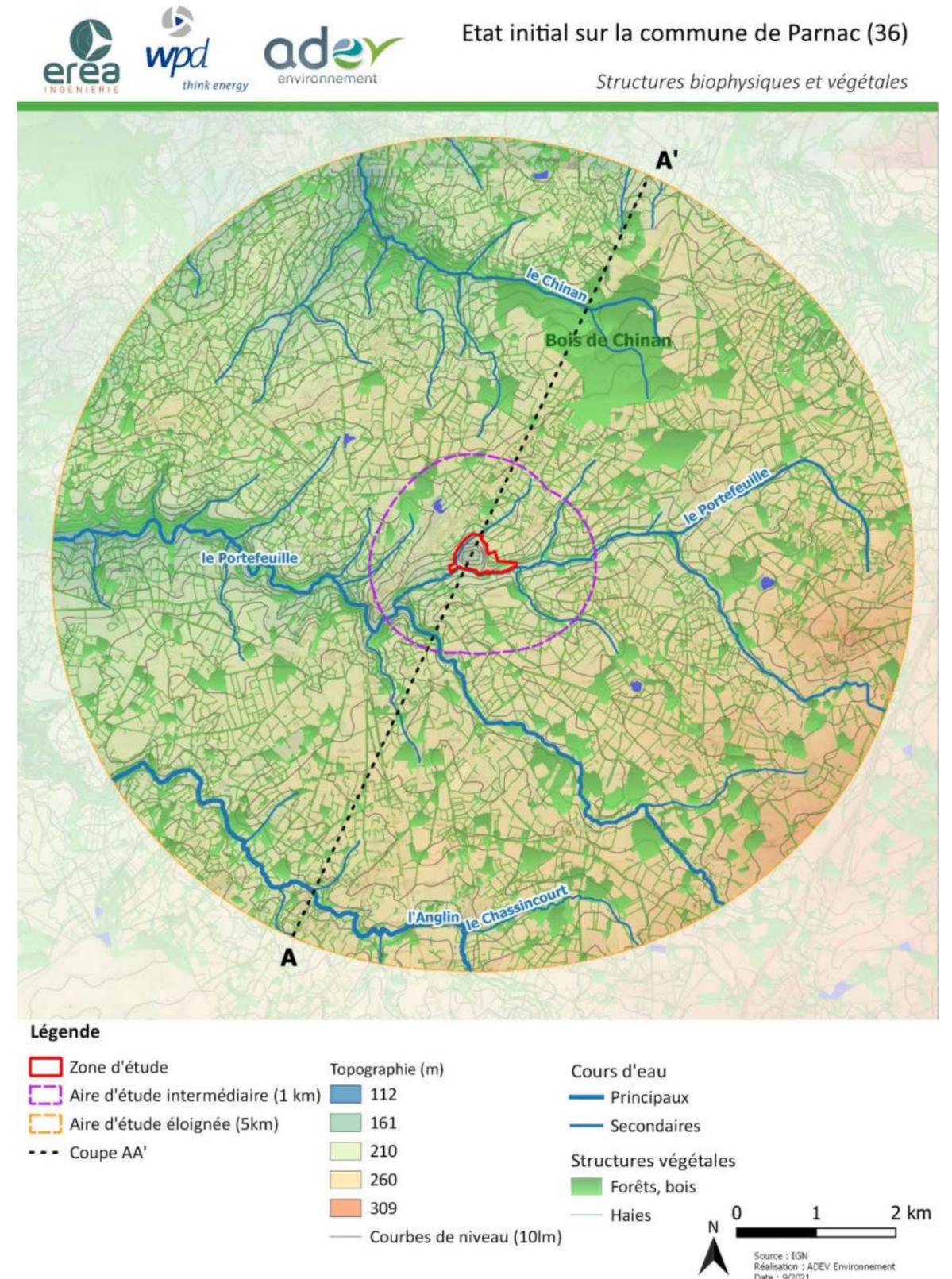


Figure 2 : Coupe topographique schématique sud-ouest/nord-est
(Source : ADEV Environnement)



Carte 3 : Structures biophysiques et végétales
(Source : ADEV Environnement)

2.2.2. L'OCCUPATION DU SOL

Dans l'Indre, l'agriculture est présente dans le paysage. Les exploitations sont réparties au sein de trois grandes orientations technico-économiques : les grandes cultures, les bovins à viande et la polyculture-poly élevage. Le territoire est divisé entre les grandes cultures et les surfaces en herbe. Les grandes cultures occupent plutôt la Champagne berrichonne tandis que les surfaces en herbe sont surtout présentes en Brenne et dans le Boischaut.

L'aire d'étude a une orientation agricole tournée plutôt vers la polyculture et le poly élevage. Les productions sont principalement les bovins à viande. La majorité de la surface de l'aire d'étude éloignée est occupée par des prairies permanentes. Cependant, quelques parcelles de culture sont également présentes. Il s'agit notamment de parcelles de maïs destinées à la nourriture des élevages bovins. On retrouve également des petites parcelles de blé et d'orge. Quelques parcelles de protéagineux sont également dispersées au sein de l'aire d'étude éloignée.



Photo 3 : Parcelles de prairies dans le bocage

Source : Google Maps

2.2.3. L'ORGANISATION DE LA TRAME BATIE

Les vallées sont, depuis la nuit des temps, utilisées comme axes de déplacement et les points de franchissement à gué ont déterminé les installations villageoises.

La majorité des zones bâties de l'aire d'étude éloignée sont situées à proximité d'un cours d'eau. Les petits hameaux sont quant à eux présents plutôt disséminés sur l'ensemble du territoire. A l'échelle de l'aire d'étude éloignée (entre 1 et 5 kilomètres), les lieux de vie les plus densément peuplés se situent à proximité du Portefeuille et de l'Anglin.

- Parnac

Le bourg du village est implanté à proximité du Portefeuille, légèrement sur les hauteurs. En effet, le cours d'eau est situé à environ 225 mètres d'altitude et le bourg à environ 240 mètres d'altitude. L'organisation de la trame bâtie de Parnac est en village-rue. Cette organisation est caractérisée par un alignement de maisons rurales de part et d'autre d'une rue centrale. Cette organisation permettait aux exploitants d'accéder directement à leurs terres et à la rue.

- La Châtre-L'Anglin

Situé au sud de l'aire d'étude, le bourg est également implanté sur les hauteurs de l'Anglin, essentiellement le long de la route départementale 1.

- Roussines

Situé au nord-ouest de l'aire d'étude, ce lieu de vie est plus éloigné des cours d'eau, situé plutôt sur les hauteurs d'un plateau.

- Les lieux de vie secondaires

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, les lieux de vie secondaires sont répartis sur l'ensemble de l'espace sous deux formes : des hameaux de taille relativement importante comprenant un certain nombre d'habitations et des fermes isolées.

Les hameaux sont répartis le long d'axes routiers majeurs tels que la route départementale 36 avec le lieudit « le verger », la route départementale 10 avec notamment « Le Joux » et « Le Petit Montmartin ». Ils sont également répartis le long de voies communales. Les fermes isolées sont localisées pour la plupart au sein de clairières accessibles par des chemins. Ces lieux de vie secondaires sont entourés soit de petits boisements soit de haies. Le réseau bocager est plutôt bien conservé sur l'aire d'étude, ne permettant pas d'avoir de vues ouvertes sur le paysage. De plus, le relief est légèrement vallonné, contribuant à la fermeture des vues.

Ces lieux de vie, de par leur éloignement et /ou leur contexte topographique et boisé ne présentent pas d'enjeu visuels vis-à-vis du site du projet.



Figure 3 : Organisation de la trame bâtie de Parnac

Source : Géoportail



Photo 4 : Sortie de village de Parnac en direction du site d'étude

Source : Google

2.2.4. RESEAU VIAIRE

Les axes routiers et ferrés permettent de découvrir le territoire et les paysages de l'aire d'étude.

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, le réseau de communication se limite à trois routes principales :

- La RD36, route desservant Parnac, et permettant de relier Eguzon.
- La RD10 traversant l'ouest de l'aire d'étude, rejoignant le Blanc.
- La RD1 traverse l'aire d'étude du sud vers le nord-est vers Argenton-sur-Creuse.

La route départementale 36

La route départementale 36 offre des paysages variés dont les vues sont dépendantes de la présence de haies le long de l'axe routier. En effet, la vue peut-être totalement fermée par des haies denses ou ouvertes sur des parcelles cultivées de taille relativement importante ou sur des parcelles de prairies qui offrent une ouverture plus limitée. A l'échelle de l'aire d'étude éloignée (entre 1 et 5 kilomètres), cet axe routier ne présente pas d'enjeu.

La route départementale 10

La route départementale 10 traverse l'ouest de l'aire d'étude éloignée en direction du Blanc. Cette route traverse des paysages bocagers où les haies sont bien conservées. Leur hauteur et la topographie de la zone permettent de jouer sur l'ouverture visuelle depuis cet axe. Eloignée du site d'étude, elles ne présentent aucun enjeu particulier.

La route départementale 1

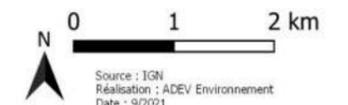
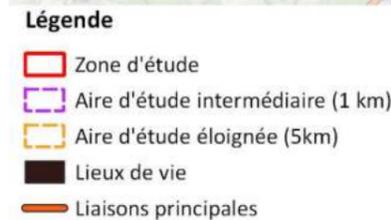
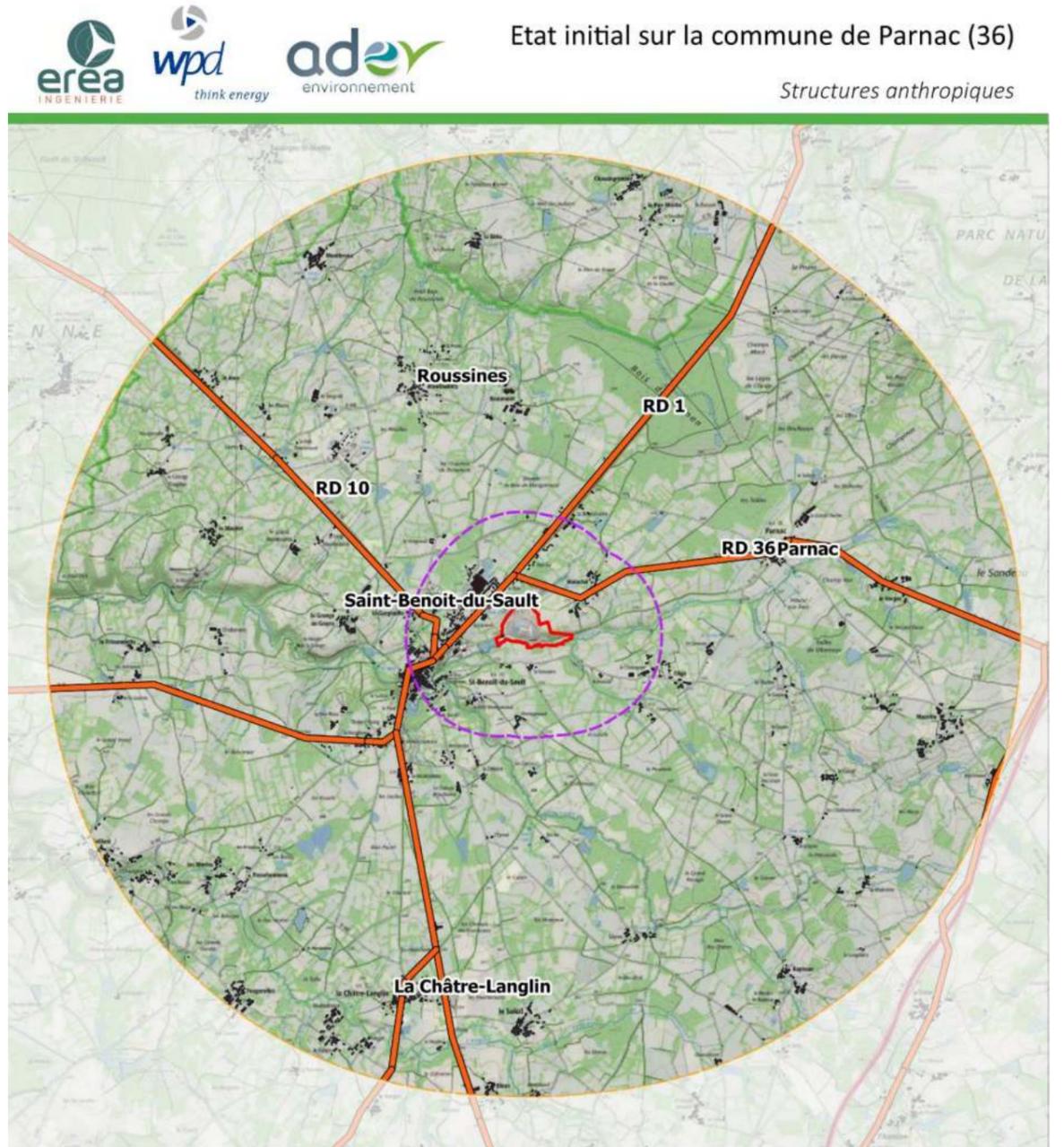
La route départementale 1 traverse la totalité de l'aire d'étude éloignée en suivant un axe nord-sud. Elle traverse des paysages variés tels que des paysages bocagers, des boisements et des zones résidentielles. A l'échelle de l'aire d'étude éloignée, cet axe ne présente pas d'enjeu vis-à-vis de la zone d'étude.



Photo 5 : Route départementale 1

Source : Google

Ces axes de communication, de par leur éloignement, leur contexte paysager à la fois bâti et végétalisé ne présentent pas d'enjeux visuels vis-à-vis de la zone d'étude.



Carte 4 : Lieux de vie et axes routiers dans l'aire d'étude éloignée

(Source : ADEV Environnement)

2.3. A L'ECHELLE DE L'AIRE D'ETUDE INTERMEDIAIRE (1 KM)

2.3.1. UNE TOPOGRAPHIE RELATIVEMENT MARQUEE

L'aire d'étude intermédiaire est marquée par la présence de la vallée du Portefeuille. En effet, celui-ci s'écoule le long de la zone d'étude. Le relief est orienté vers ce cours d'eau. En effet, l'altitude avoisine les 240 mètres à l'extrémité nord et à l'extrémité sud de l'aire d'étude intermédiaire. Le point le plus bas est situé au centre, au niveau de la zone d'étude, du fait de son passé de carrière.

La zone d'étude possède un relief marqué, son point le plus bas est localisé à environ 180 mètres d'altitude tandis que son point haut, est localisé au niveau de la parcelle agricole à l'est à environ 220 mètres d'altitude.

2.3.2. UN CONTEXTE BOISE

Les boisements sont omniprésents à l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire. Ils ponctuent la zone sous différentes formes :

- **Boisements** : Plusieurs petits bois sont présents sur l'aire d'étude, principalement composés de feuillus. Ces boisements permettent de fermer les vues, notamment depuis le nord-ouest de l'aire d'étude.
- **Haies** : de nombreuses haies sont présentes, le long des axes routiers mais également au sein des parcelles agricoles. Ces haies sont présentes sur la totalité de l'aire d'étude, de façon importante.
- **Ripisylve** : l'aire d'étude est caractérisée par la présence de cours d'eau. Même si certains cours d'eau sont petits, leur tracé est souligné par la présence d'une ripisylve dense qui ferme les vues. C'est notamment le cas du Portefeuille.

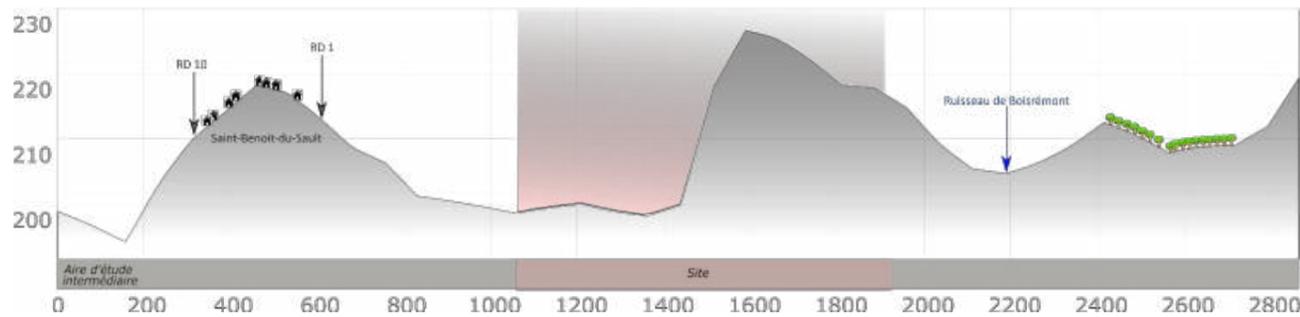
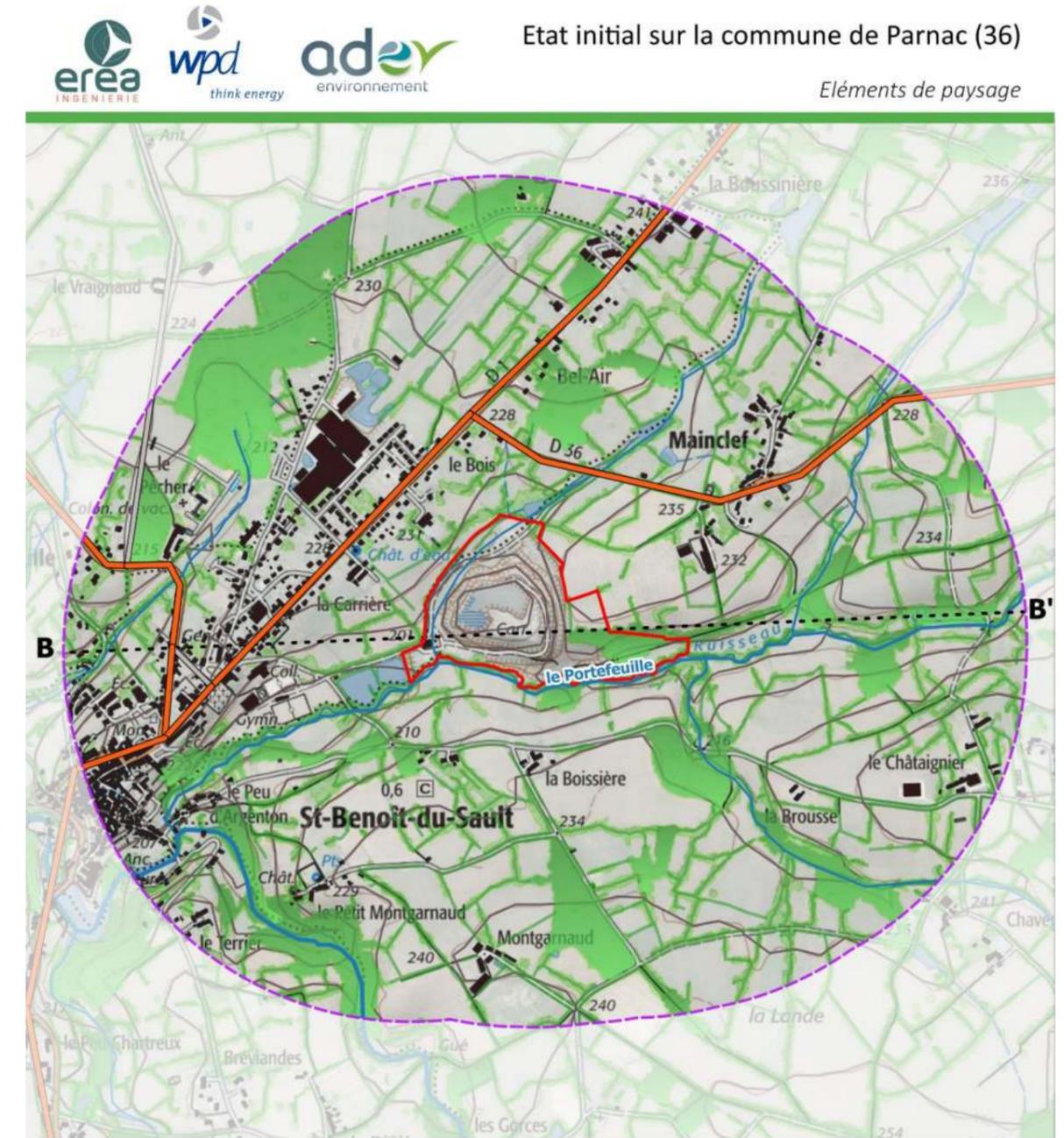


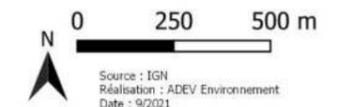
Figure 4 : Coupe topographique schématique ouest/est BB'

(Source : ADEV Environnement)



Légende

- | | |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Zone d'étude | Structures végétales |
| Aire d'étude intermédiaire (1 km) | Forêts, bois |
| Coupe BB' | Haies |
| Courbes de niveau (10lm) | Lieux de vie |
| Cours d'eau | Axes de communication |
| Principaux | Principaux |
| Secondaires | Secondaires |



Carte 5: Les motifs paysagers à l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire

Source : ADEV Environnement

2.3.3. UN RESEAU ROUTIER LIMITE

Les axes de circulation principaux se répartissent sur la zone d'étude. Ils permettent de découvrir les paysages de l'aire d'étude.

Deux routes départementales sont présentes dans l'aire d'étude.

- La route départementale 1 traverse l'ouest de l'aire d'étude intermédiaire, à environ 250 mètres de la zone d'étude. Les vues sont fermées depuis cet axe, du fait de la présence de bâti dense le long de celui-ci. Cet axe ne présente donc pas d'enjeu.
- La route départementale 36 traverse le nord de l'aire d'étude. La topographie liée à la présence de nombreux boisements ayant le rôle de masques visuels, la zone d'étude n'est pas perceptible depuis cet axe. Il ne présente donc pas d'enjeu.

Les voies communales de l'aire d'étude ne présentent globalement pas d'enjeux car la topographie du site au sein de l'aire d'étude le rend imperceptible depuis le nord de celle-ci. Cependant, une voie communale permet des vues sur la zone d'étude. Il s'agit de la voie communale menant au lieu-dit la Boissière. Cette voie permet des vues du fait de la topographie uniquement sur le front de taille. Celles-ci sont filtrées par la présence de boisements. En période hivernale, l'absence de feuilles dans les arbres permet des percées visuelles plus importante vers la zone d'étude, une covisibilité est présente.

Les enjeux du projet vis-à-vis des axes de communication dans le périmètre rapproché sont considérés comme modérés.



Photo 6 : Vue depuis la RD 1 vers la zone d'étude

Source : ADEV Environnement



Photo 7 : Vue depuis la RD 36 vers la zone d'étude

Source : ADEV Environnement



Photo 8 : Vue depuis la voie communale au niveau de la Boissière

Source : ADEV Environnement

2.3.4. LES LIEUX DE VIE

A l'échelle de l'aire d'étude rapprochée, le bâti est présent de manière dense avec une partie du bourg de Saint-Benoît-du-Sault et de manière plus diffuse. Il s'agit de hameaux ou de fermes isolées disposés le long de routes communales.

Depuis **Saint-Benoît-du-Sault**, les vues sont majoritairement fermées vers la zone d'étude. Un seul point de vue permet de percevoir le site, il s'agit de la place du Champ de Foire. Depuis ce point, seules des percées sur le haut du front de taille sont possibles. La trame arborée permet à la zone d'étude de s'intégrer dans l'environnement local.

Depuis **Mainclef**, les vues sont fermées vers la zone d'étude, d'une part grâce à la topographie du secteur et d'autre part grâce aux nombreux boisements présents.

Depuis les **hameaux de la Brousse et du Châtaigner**, présents à l'ouest de la zone d'étude, les haies et bâtiments présents forment des masques visuels fermant les vues vers la zone d'étude.

Depuis la **route de la Boissière**, les différentes haies présentes permettent de fermer les vues vers la zone d'étude. En période hivernale, quelques percées visuelles sont possibles vers la zone d'étude.

Depuis les hameaux de **Montgarnaud**, du **Petit Montgarnaud** et du **Peu d'Argenton** au nord de l'aire d'étude intermédiaire, la topographie permet de rendre impossible les vues vers la zone d'étude.

Depuis **Bel Air** et **le Bois**, situé le long de la route départementale 1, les vues sont fermées vers la zone d'étude.

Enfin, depuis l'ouest de l'aire d'étude, au lieu-dit **le Pêcher**, la distance au projet ainsi que la présence de boisements ferment les vues vers la zone d'étude.

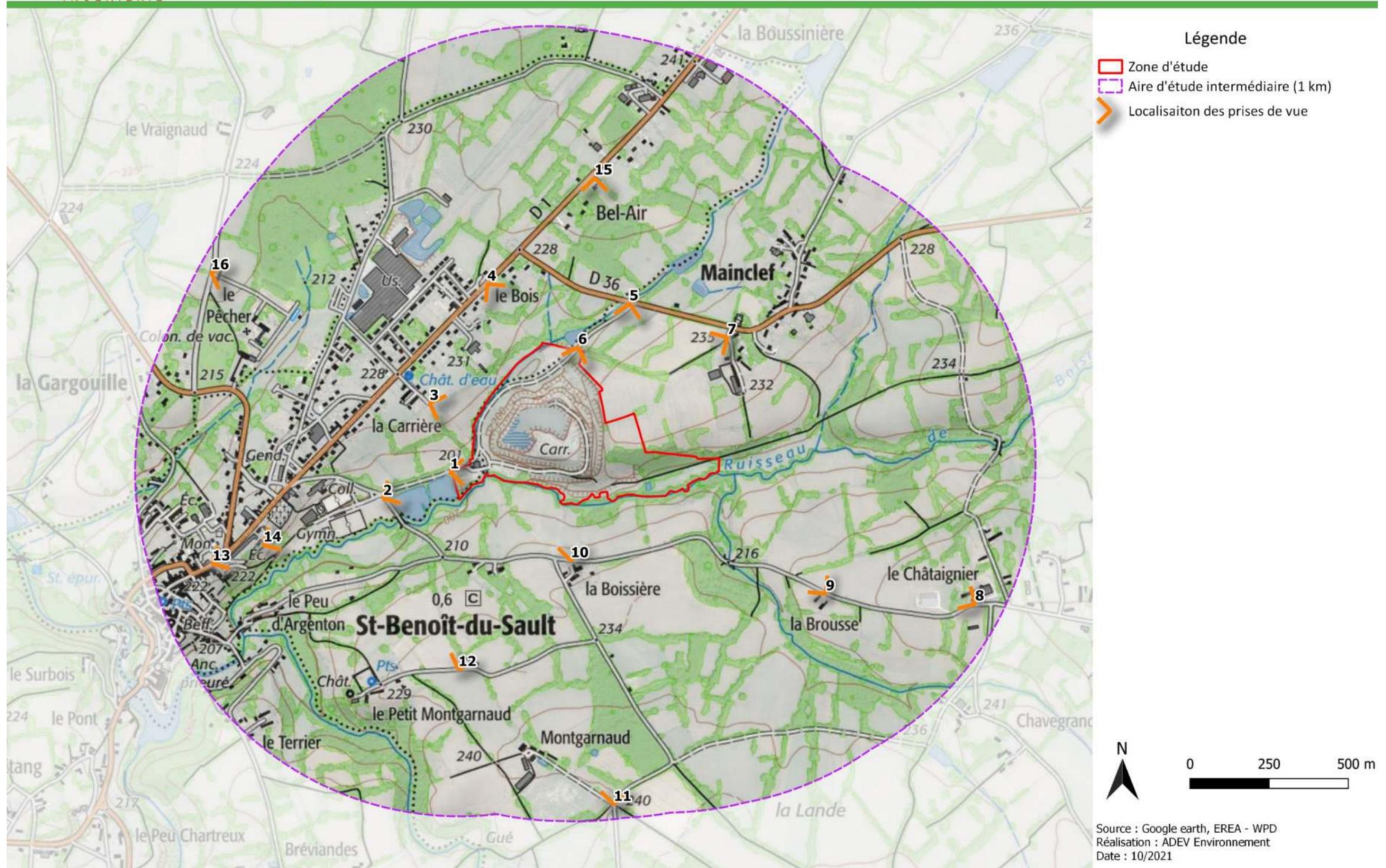
Les photos depuis ces lieux de vie sont présentées dans le reportage photographique sur les pages suivantes.

Un lieu de vie et un axe routier présentent des vues vers la zone d'étude : la place du Champ de Foire à Saint-Benoît-du-Sault et la route de de la Boissière. L'enjeu est considéré comme modéré.



Etat initial sur la commune de Parnac (36)

Reportage photographique



Carte 6 : Reportage photographique
Source : ADEV Environnement



Photo 9 : Depuis l'entrée du site
Source : ADEV Environnement



Photo 12 : Depuis le Bois
Source : ADEV Environnement



Photo 10 : Depuis le parking du gymnase
Source : ADEV Environnement



Photo 13 : Depuis la RD 36
Source : ADEV Environnement



Photo 11 : Vue depuis la Carrière
Source : ADEV Environnement

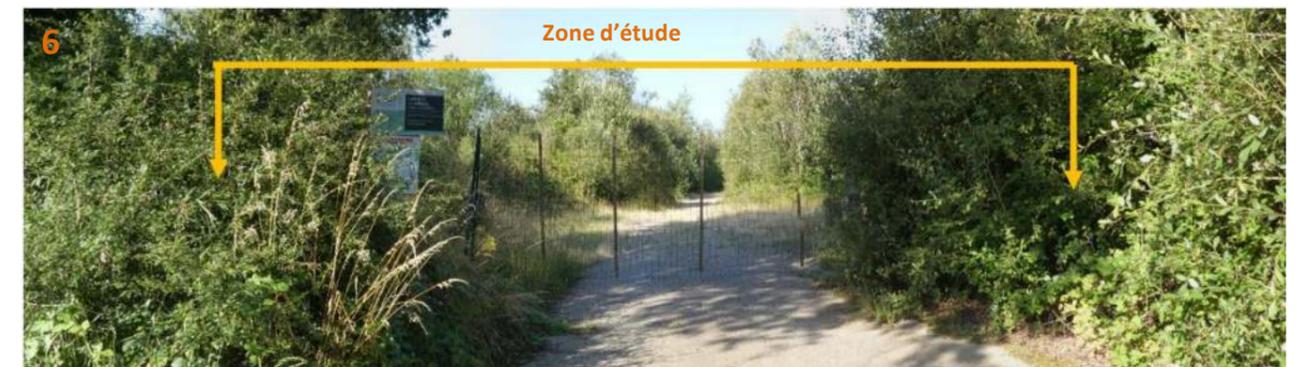


Photo 14 : Vue depuis l'entrée nord du site
Source : ADEV Environnement



Photo 15 : Depuis Mainclef
Source : ADEV Environnement



Photo 18 : Depuis la Boissière
Source : ADEV Environnement



Photo 16 : Depuis le Châtaignier
Source : ADEV Environnement



Photo 19 : Depuis Montgarnaud
Source : ADEV Environnement



Photo 17 : Vue depuis la Brousse
Source : ADEV Environnement



Photo 20 : Depuis le Petit Montgarnaud
Source : ADEV Environnement



Photo 21 : Depuis Saint-Benoît-du-Sault
Source : ADEV Environnement



Photo 24 : Depuis le Pêcher
Source : ADEV Environnement



Photo 22 : Depuis la place du Champ de Foire
Source : ADEV Environnement



Photo 23 : Vue depuis Bel Air
Source : ADEV Environnement

- Légende :**
-  Vue directe sur la zone d'étude
 -  Vue partiellement masquée sur la zone d'étude
 -  Vue masquée sur la zone d'étude

2.4. LES DYNAMIQUES PAYSAGERES

Les enjeux paysagers du Boischaut Méridional concernent :

- **La taille des haies** : dans le Boischaut, le premier plan a une importance dans la perception du paysage. La taille des haies à l'épaveuse ne permet pas de conserver une belle forme de haies. Idéalement, l'emploi du lamier est préférable, permettant de tailler également à l'horizontal et non uniquement à la verticale.
- **Les restructurations foncières** : elles réduisent la quantité de haies et modifient l'aspect du pays. Les parcelles ainsi agrandies se trouvent parsemées d'arbres ici et là.
- **L'abandon des prairies de fond de vallon** : le maintien des prairies sur les fonds de vallons permet une bonne lecture paysagère des structures des ruisseaux et leurs ripisylves. Ces vallons sont en danger de fermeture par l'abandon de la prairie au profit de la friche ou de la peupleraie pour les plus humides.

La comparaison des cartes et photos aériennes IGN des années 50 à nos jours nous amène à constater que l'occupation du sol des environs du site connaît certaines permances et dynamiques de l'occupation du sol :

- La répartition des boisements est sensiblement la même depuis les années 1950, cependant, la surface boisée a légèrement augmenté, notamment sur les surfaces de déprise agricole.
- Du fait de l'évolution des pratiques et de la politique agricole, différentes évolutions sont perceptibles, tel que le remembrement des parcelles.
- L'extension de l'urbanisation depuis les noyaux anciens le long des axes routiers est une tendance également représentée sur l'aire d'étude.

Les enjeux paysagers concernent principalement la taille des haies, les restructurations foncières et l'abandon des prairies de fond de vallon.

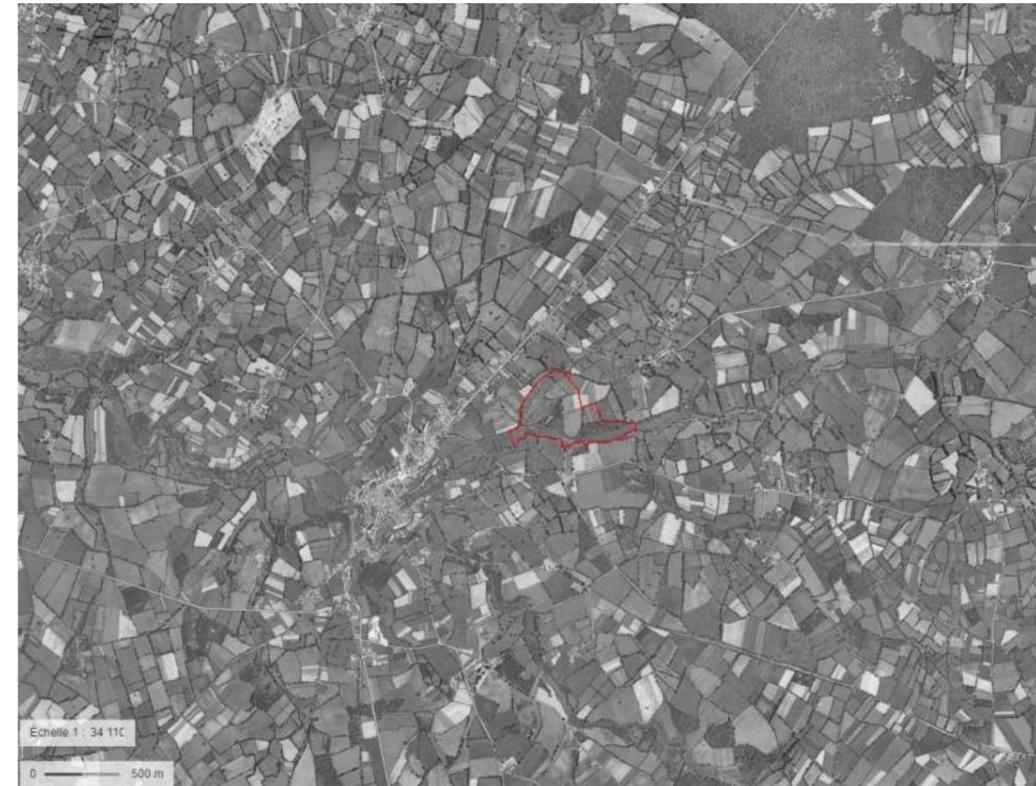


Photo 25 : Photos aériennes (1950 et 2016)

(Source : Google)

2.5. LE SITE D'ETUDE ET SES ABORDS

2.5.1. DESCRIPTION DU SITE

La zone couvre une superficie d'environ 21 ha. Il s'agit d'une ancienne carrière d'extraction qui s'insère dans un espace entre urbanisation (avec la présence de nombreux lieux de vie) et agriculture. Les espaces agricoles sont majoritairement des prairies ou les haies sont bien présentes.

La topographie particulière du site ainsi que la présence de boisements autour de celui-ci permettent une bonne intégration visuelle du site à ses abords.



Carte 7 : Localisation des prises de vues sur le site

Source : ADEV Environnement



Photo 26 : Site d'étude

Source : ADEV Environnement

2.5.2. PERCEPTIONS DU SITE

L'activité passée de carrière du site lui confère une intégration paysagère facilitée. En effet, peu de bâtiments sont présents à proximité immédiate de celui-ci. De plus, cette intégration est facilitée par un contexte paysager où les boisements sont omniprésents, limitant les vues ouvertes.

Le site se découvre en vue directe depuis les deux entrées, à l'ouest et au nord. Ces entrées ont un enjeu limité du fait de leur localisation, à la fin d'un chemin ne menant qu'à la zone d'étude. Ces vues sont donc perçues par un nombre limité de personnes.

Le site se découvre en vue lointaine et filtrée depuis deux points de vue. La topographie de l'aire d'étude est à l'origine de ces perceptions visuelles. Le premier point de vue concerne la place du Champ de Foire de Saint-Benoît-du-Sault. Le site s'y découvre depuis l'extrémité au nord-est. Cette place offre un panorama sur le paysage local dans lequel apparaît la zone d'étude. Le second point de vue concerne le lieu-dit de la Boissière, situé au sud de la zone d'étude. L'absence de masque visuel de premier plan permet des vues sur la zone.

En conclusion, le site est perceptible depuis ses abords immédiats, les entrées et depuis deux points de vue plus éloignés.



Photo 27 : Zones depuis lesquelles le site est perceptible

Source : ADEV Environnement

↑ Vue filtrée
↑ Vue directe



Carte 8 : Localisation des vues possibles sur le site

Source : ADEV Environnement

Source : ADEV Environnement

2.6. LES LIEUX DE FREQUENTATION TOURISTIQUE

2.6.1. A L'ECHELLE DU DEPARTEMENT DE L'INDRE

Situé au cœur de l'ancienne province du Berry, le département de l'Indre offre aux amoureux de nature et du patrimoine bâti un très intéressant panel de découvertes.

L'Indre compte plusieurs châteaux, dont le Château de Valençay qui est le site touristique le plus fréquenté du département (80 120 visiteurs en 2018, selon la CCI de l'Indre). Plusieurs jardins sont labellisés, notamment « Jardin Remarquable », c'est par exemple le cas du Domaine des Poulaines. L'Indre est un territoire propice aux activités de plein air, sportives et de loisirs. Dans le Val de Creuse, le lac artificiel d'Éguzon, plus grand lac de la région Centre-Val de Loire, permet de s'adonner aux activités nautiques.

Aucun des sites touristiques majeurs n'est présent dans l'aire d'étude éloignée.

2.6.2. A L'ECHELLE LOCALE

Les itinéraires de randonnées

Plusieurs itinéraires de randonnées sont présents à l'échelle de l'aire d'étude éloignée. Le circuit de la Brenne est présent au niveau de la commune de Saint-Benoît-du-Sault. L'autre circuit majeur est le circuit reliant deux des plus beaux villages de France, Saint-Benoît-du-Sault et Angles. Le tracé est similaire au tracé du GRP de la Brenne.

Ensuite des circuits locaux sont présents tels que le circuit de la vallée du Portefeuille, à vélo. Il y a également un itinéraire de découverte du sud de Saint-Benoît-du-Sault.

Le contexte topographique et boisé de la zone d'étude permet de fermer la plupart des vues vers la zone d'étude. Cependant, plusieurs des circuits passent au niveau de la place du Champ de Foire depuis laquelle une vue sur le site d'étude est possible (haut du front de taille de la carrière).

Les hébergements touristiques

L'INSEE ne recense qu'un hôtel sur la commune de Parnac, d'une capacité de 8 chambres. Celui-ci n'est pas localisé dans l'aire d'étude éloignée, il est situé à proximité de l'autoroute A20. Plusieurs gîtes sont présents dans l'aire d'étude éloignée et ne présentent pas d'enjeux. Une aire de camping-car est présente à Saint-Benoît-du-Sault, à la Place du Champs de Foire, depuis laquelle des vues sont possibles.

Les points d'intérêts touristiques

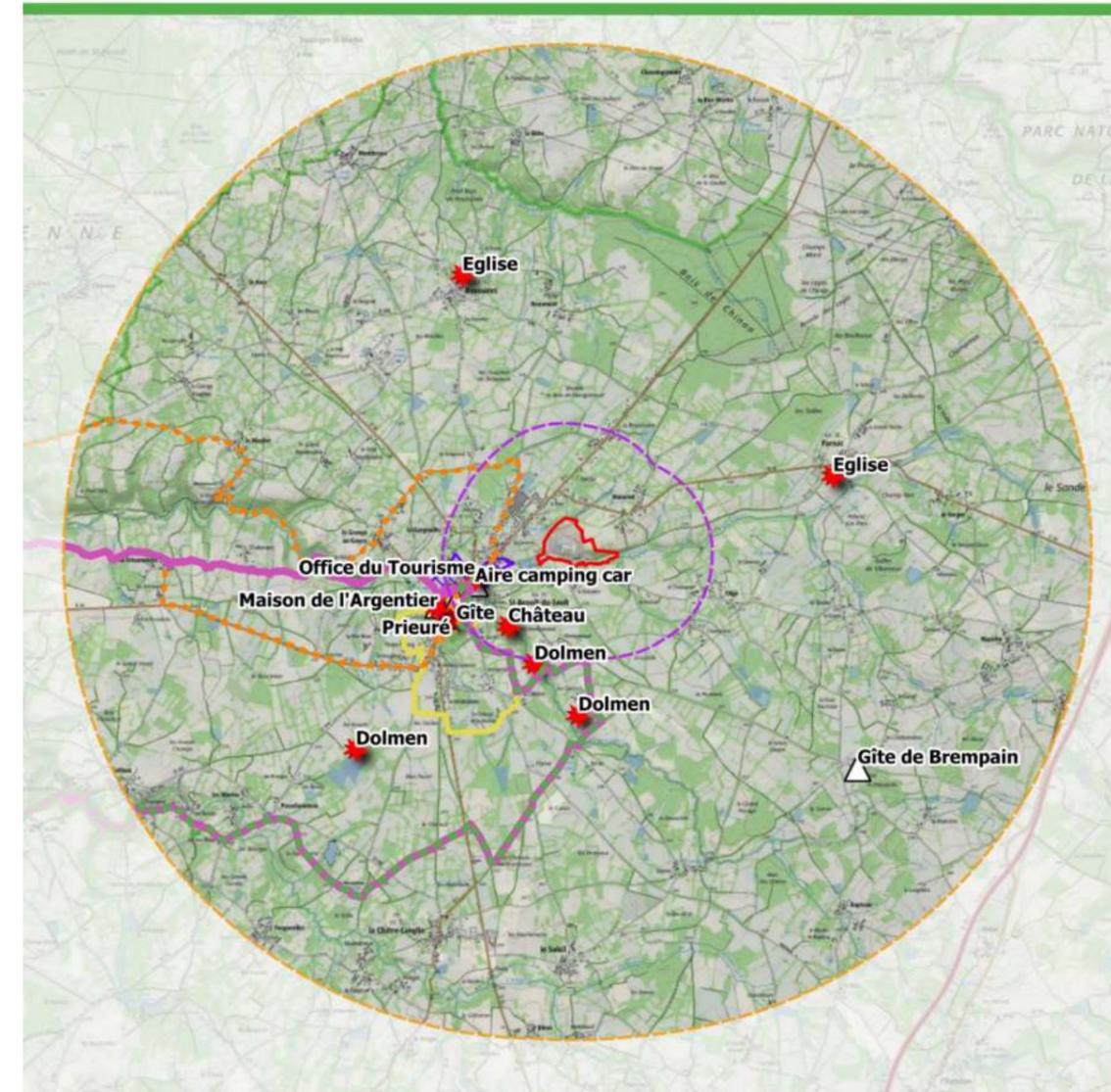
Plusieurs points d'intérêts touristiques sont présents sur l'aire d'étude éloignée, principalement liés au patrimoine. Du fait du contexte boisé et de la topographie marquée du secteur, la majorité des points d'intérêts ne présentent pas d'enjeux. Cependant, l'office du Tourisme est présent sur la place du Champ de Foire permettant des vues filtrées vers la zone d'étude (haut du front de taille de la carrière).



Photo 28 : Vue depuis la place du Champ de Foire

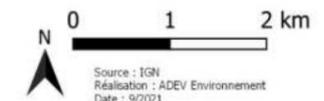
Le tourisme constitue un enjeu modéré.

Etat initial sur la commune de Parnac (36)
Tourisme



Légende

- | | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Zone d'étude | Itinéraires de randonnées |
| Aire d'étude intermédiaire (1 km) | GRP Brenne |
| Aire d'étude éloignée (5km) | Saint-Benoit-du-Sault à Angles |
| Hébergements touristiques | Vallée du Portefeuille |
| Points d'intérêts touristiques | Saint-Benoit-du-Sault |
| Zone d'intérêt | |



Carte 9: Tourisme dans l'aire d'étude éloignée

Source : ADEV Environnement

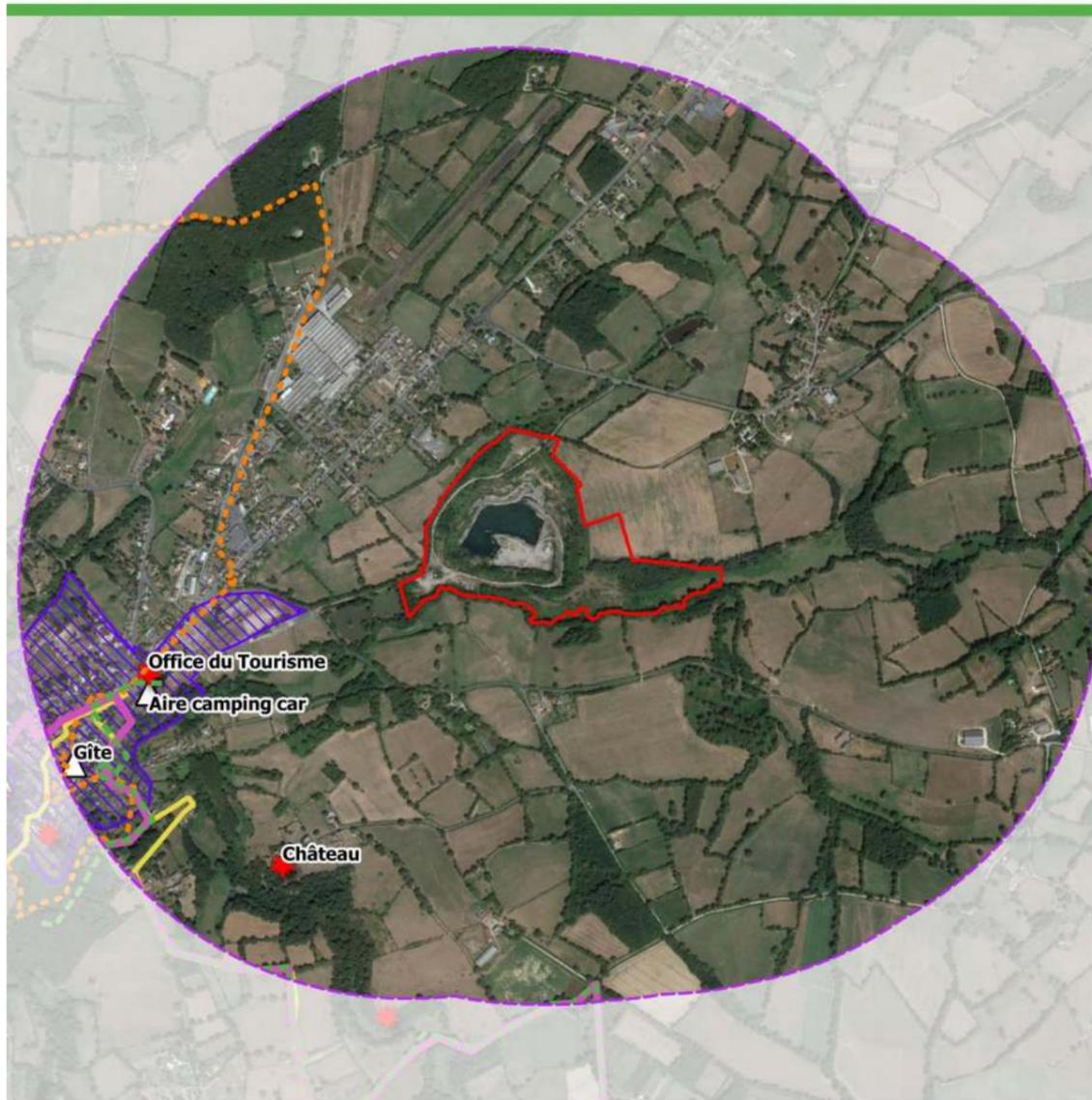
Carte 10: Tourisme dans l'aire d'étude intermédiaire

Source : ADEV Environnement



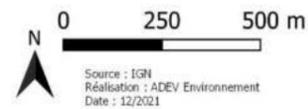
Etat initial sur la commune de Parnac (36)

Tourisme à l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire



Légende

- | | |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| Zone d'étude | Itinéraires de randonnées |
| Aire d'étude intermédiaire (1 km) | GRP Brenne |
| Aire d'étude éloignée (5km) | Saint-Benoit-du-Sault à Angles |
| Hébergements touristiques | Vallée du Portefeuille |
| Points d'intérêts touristiques | Saint-Benoit-du-Sault |
| Zone d'intérêt | |



2.7. DIAGNOSTIC PATRIMONIAL

A l'échelle de l'aire d'étude éloignée du projet, l'enjeu est de recenser les bâtiments remarquables et les vues reconnues depuis les sites patrimoniaux afin de déterminer un premier niveau d'enjeu vis-à-vis de la zone d'étude. Les monuments historiques et les sites classés ou inscrits ont été répertoriés à partir de l'atlas des patrimoines et de la base Mérimée du ministère de la culture et de la communication.

2.7.1. LES MONUMENTS HISTORIQUES

La loi du 31 décembre 1913 classe comme monuments historiques, en totalité ou en partie, les immeubles dont la conservation présente un intérêt public du point de vue de l'histoire ou de l'art. La loi du 25 février 1943 introduit par ailleurs la notion de champ de visibilité des monuments historiques, soit un rayon de 500 m dans lequel l'Architecte des Bâtiments de France exerce un pouvoir d'avis conforme.

Deux niveaux de protection existent : un monument peut être « classé » ou « inscrit » parmi les monuments historiques. L'inscription est une protection des monuments présentant un intérêt remarquable à l'échelle régionale, contrairement au classement, protégeant les monuments présentant un intérêt à l'échelle de la nation et qui constitue ainsi le plus haut niveau de protection.

A l'échelle du périmètre éloigné, on relève la présence de **neuf monuments historiques inscrits ou classés** localisés sur les communes de Parnac, Saint-Benoît-du-Sault, Roussines et la Châtre-l'Anglin. Il s'agit principalement de bâtiments religieux et de Dolmens. Leurs distances ainsi que leur position géographique en secteur urbain ou au sein de zone bocagères fortement boisées permettent d'exclure toute possibilité d'intervisibilité du fait de la présence de masques visuels.

Ils sont présentés dans le tableau ci-après et localisés sur la carte page suivante.

De par la topographie et les masses boisées, ces monuments historiques ne présentent pas d'enjeu particulier vis-à-vis du projet photovoltaïque.

Tableau 1 : Monuments historiques classés et inscrits

Commune	Nom	Type de protection	Contexte géographique	Distance au site du projet
Roussines	Eglise Saint-Sulpice	Classé	Contexte de bourg	2 800 m
La Châtre-L'Anglin	Dolmen dit «de Passe-Bonneau »	Classé	Zone bocagère	2 800 m
Parnac	Eglise Saint-Martin	Inscrit	Contexte de bourg	2 400 m
Parnac	Dolmen des Gorces	Classé	Zone bocagère	1 500 m
Parnac	Dolmen de l'Aire-aux-Martres	Classé	Zone bocagère	1 200 m
Saint-Benoît-du -Sault	Chaussée de l'étang	Classé	Vallée	1 200 m
Saint-Benoît-du -Sault	Prieuré Saint-Benoît	Classé	Contexte de bourg	1 100 m
Saint-Benoît-du -Sault	Maison dite de l'Argentier	Inscrit	Contexte de bourg	1 100 m
Parnac	Château de Montgarnaud	Inscrit	Zone bocagère	750 m



Photo 29 : Eglise Saint-Martin à Parnac

Source : Monumentum

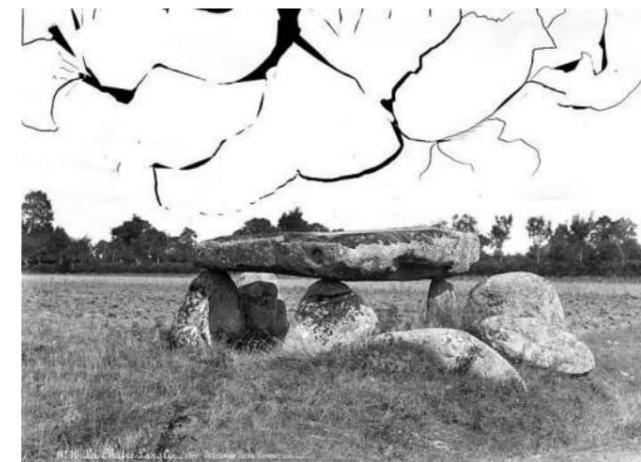


Photo 30 : Dolmen de Passe-Bonneau

Source : Monumentum



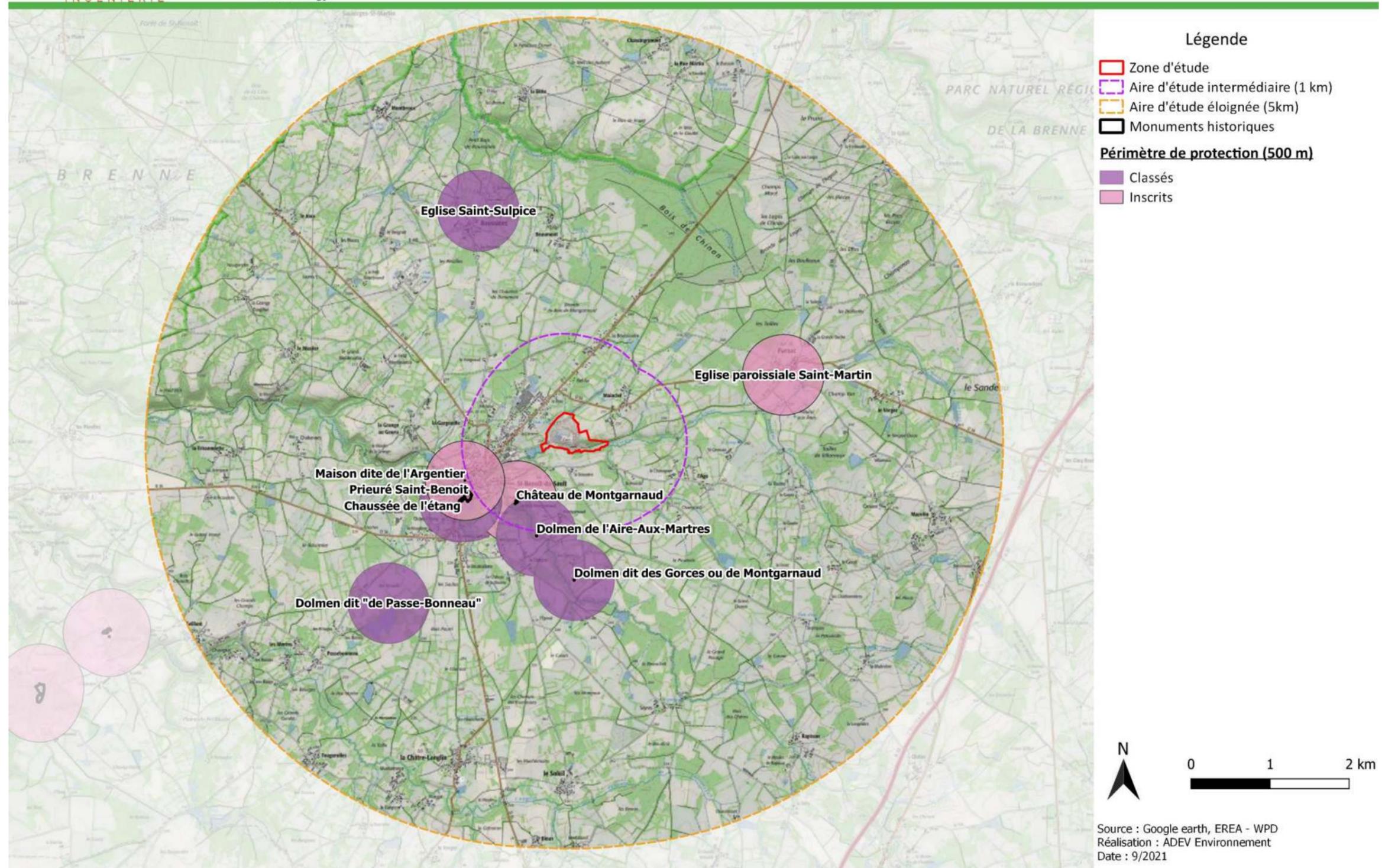
Photo 31 : Eglise Saint-Sulpice à Roussines

Source : Monumentum



Etat initial sur la commune de Parnac (36)

Monuments historiques



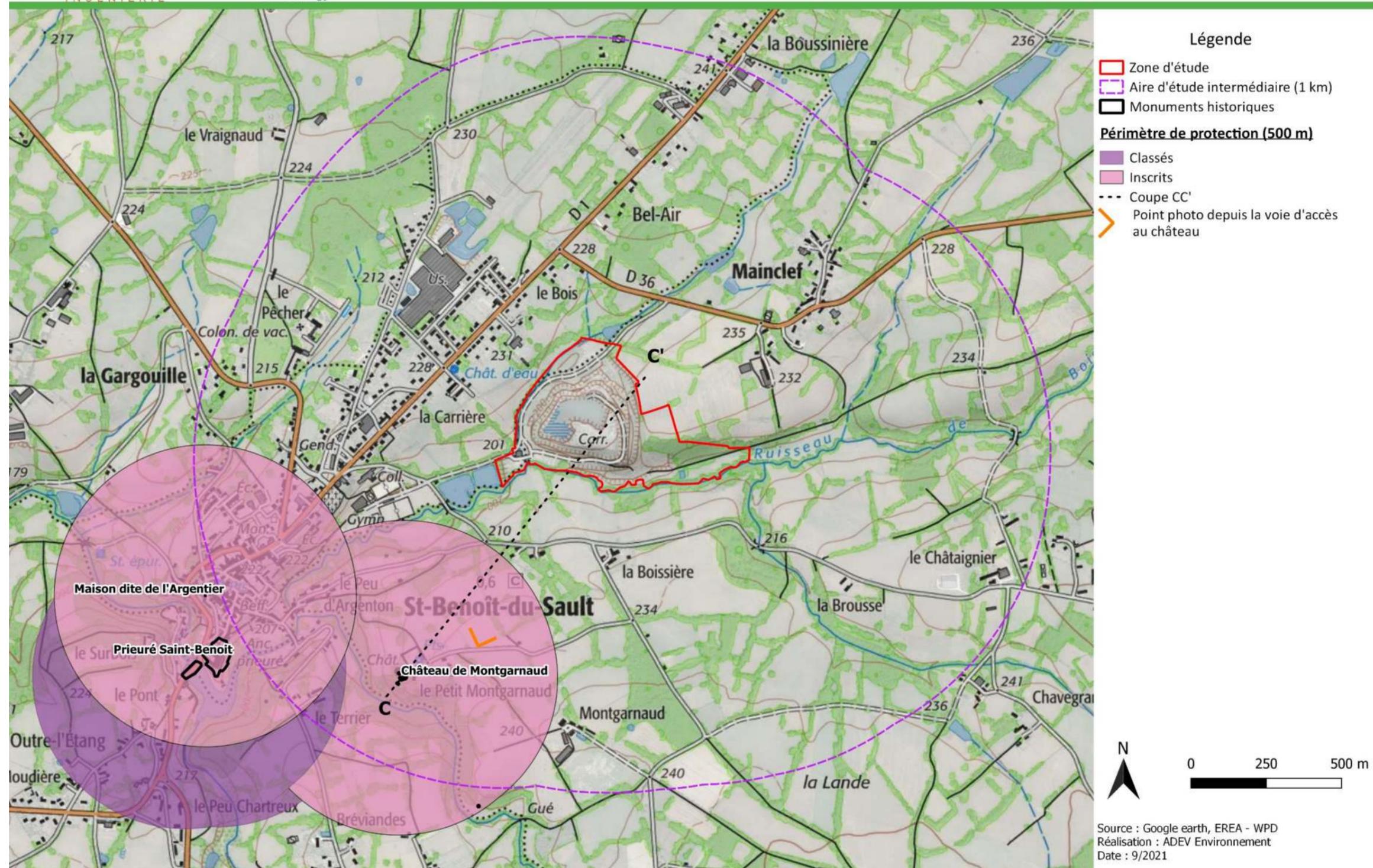
Carte 11 : Les monuments historiques dans l'aire d'étude éloignée

(Source : Atlas des patrimoines, ADEV Environnement)



Etat initial sur la commune de Parnac (36)

Monuments historiques



Carte 12 : Les monuments historiques dans l'aire d'étude intermédiaire

(Source : Atlas des patrimoines, ADEV Environnement)

➤ Le Prieuré Saint-Benoît

Ce monument est classé par arrêté du 21 octobre 2011. Les éléments protégés sont l'église en totalité ; les bâtiments conventuels en totalité ; les sols des cours ; les terrasses et leurs murs de soutènement ; l'ancien chemin d'accès anciennement appelé « le Gabion », aujourd'hui « place de l'Eglise ».

Le prieuré, établi en 974-975 à Sault, sur un éperon rocheux dominant la vallée du Portefeuille, dépendait de l'abbaye de Saint-Benoît-sur-Loire. La construction de l'église actuelle eut lieu vers 1020-1030. L'établissement monastique est désigné depuis ses origines jusqu'à la Révolution par le terme de prévôté. Le prévôt, représentant en titre du monastère, subordonné à l'abbé de Fleury, gouvernait aussi la seigneurie ecclésiastique ayant droit de haute justice sur le bourg. L'aile orientale, à l'architecture très sobre, est représentative de l'architecture des prieurés mauristes au début du 18^e siècle.

Le Prieuré est situé à plus de 1 000 mètres de la zone d'étude, à l'extrémité sud-ouest de la commune. La zone d'étude est située à l'est de Saint-Benoît-du-Sault. Le village est donc situé entre le Prieuré et la zone d'étude. Les constructions étant denses, elles permettent de fermer les vues vers la zone d'étude. De plus, les boisements présents autour du cours d'eau « le Portefeuille » permettent d'accentuer la fermeture visuelle.

Ce monument historique ne présente donc pas d'enjeux vis-à-vis de la zone d'étude.



Photo 32 : Vue aérienne du Prieuré Saint-Benoît

Source : IGN



Photo 33 : Prieuré Saint-Benoît

Source : Monumentum



Photo 34 : Saint-Benoît-du-Sault vu du ciel

Source : LEROY Francis

➤ La Maison dite de l'Argentier

Ce monument est inscrit par arrêté du 1er octobre 1926. L'élément protégé est la porte.

La maison s'ouvre par un portail sculpté, très mutilé à la base. Le linteau, de dimension inusitée, est un travail assez grossier de la fin du 15^e siècle, peut-être du 16^e, paraissant d'avantage l'œuvre d'un tailleur de pierre que d'un artiste. Il se compose d'une rosace géométrique avec, de chaque côté, deux têtes de femmes coiffées de bonnets pointus. Au centre, un écusson sans armoiries.

La maison de l'Argentier est située à plus de 1 000 mètres de la zone d'étude. Elle s'inscrit dans un contexte fortement urbanisé. Elle est en effet située au centre de Saint-Benoît-du-Sault, village historique dont les rues sont étroites et les constructions condensées. Cette situation permet de ne pas avoir de vues vers la zone d'étude. De plus la topographie du secteur permet de fermer les vues depuis ce point.

Ce monument historique ne présente donc pas d'enjeux vis-à-vis de la zone d'étude.



Photo 35 : Vue aérienne de la maison de l'Argentier

Source : IGN



Photo 36 : Maison de l'Argentier

Source : Monumentum

➤ **Le château de Montgarnaud**

L'ensemble du monument est inscrit par un arrêté du 11 mars 1935.

Ancienne métairie qui appartenait au prévôt de Saint-Benoît. Le château fut construit à la fin du 16^e siècle. L'édifice présente une tour carrée, des douves et un pont de pierre.

Le château est situé à environ 750 mètres au sud-ouest de la zone d'étude, au sein de parcelles agricoles où le réseau bocager est relativement présent. De plus, la photo ci-dessous montre que le château est entouré de boisements denses, limitant les vues. De plus, la coupe topographique présente la situation du château par rapport à la zone d'étude. Il se situe en contrebas, derrière un point haut. Aucune vue n'est donc possible entre le château de Montgarnaud et la zone d'étude.

Ce monument historique ne présente donc pas d'enjeux vis-à-vis de la zone d'étude.



Photo 37 : Vue aérienne du Château

Source : IGN



Photo 38 : Château de Montgarnaud

Source : Monumentum

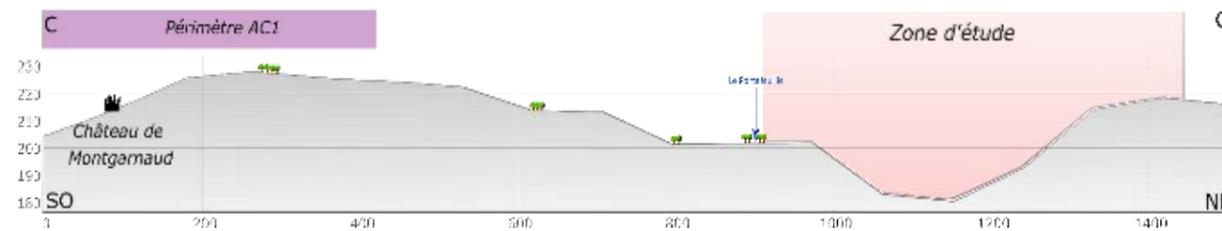


Photo 39 : Coupe topographique Site d'étude et Château de Montgarnaud

Source : ADEV Environnement



Photo 40 : Prise de vue depuis la voie d'accès au château vers la zone d'étude

Source : ADEV Environnement

2.7.2. LES SITES CLASSES ET INSCRITS

Un site classé ou inscrit est un espace naturel ou bien une formation naturelle remarquable dont le caractère historique, artistique, scientifique, légendaire ou pittoresque appelle, au nom de l'intérêt général, la conservation en l'état (entretien, restauration, mise en valeur...) ainsi que la préservation de toutes atteintes graves (destruction, altération, banalisation...). Un tel site justifie un suivi qualitatif, notamment effectué via une autorisation préalable pour tous travaux susceptibles de modifier l'état ou l'apparence du territoire protégé.

D'un point de vue légal, cette protection s'effectue au titre de la loi du 21 avril 1906, puis par la loi du 2 mai 1930, codifiée dans les articles L.341-1 à 22 du code de l'environnement lors de sa création par l'ordonnance du 18 septembre 2000.

La loi énonce deux niveaux de protection :

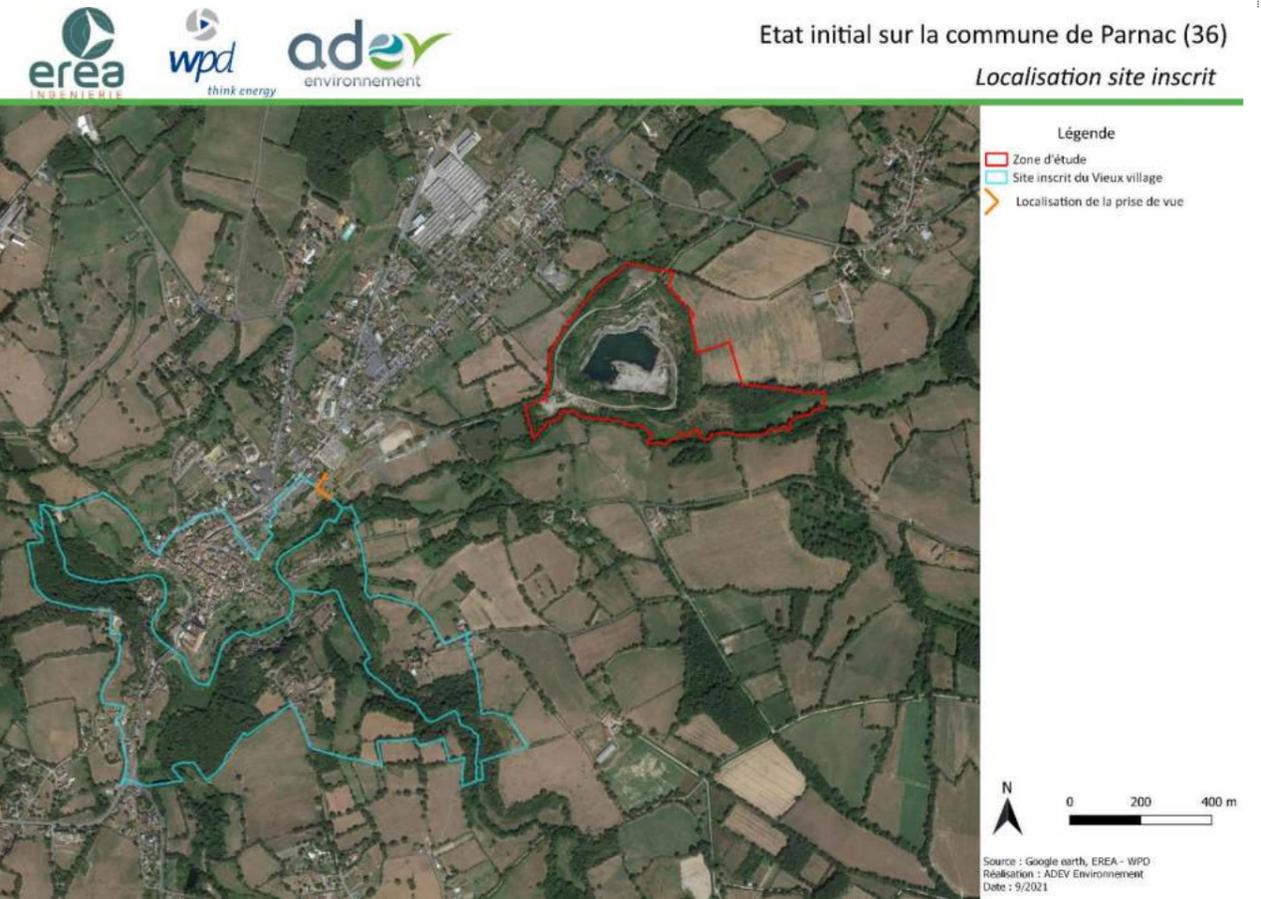
- L'inscription est la reconnaissance de l'intérêt d'un site dont l'évolution demande une vigilance toute particulière. C'est un premier niveau de protection pouvant conduire à un classement.
- Le classement est une protection très forte destinée à conserver les sites d'une valeur patrimoniale exceptionnelle ou remarquable.

Le territoire d'étude comprend un site inscrit. Il s'agit du Vieux village de Saint-Benoît-du-Sault. Il est situé à environ 500 mètres de la zone d'étude.

C'est un village médiéval installé sur un éperon dominant la vallée du Portefeuille. C'est un ensemble de qualité souligné par les versants boisés de la vallée et de la retenue d'eau au pied de l'église et de l'ancien Prieuré. La sensibilité du site est jugée faible du fait du soin apporté à l'entretien du site. Les risques concernent le sud-est (bâti).

Du fait de la topographie du secteur, la majorité du site inscrit ne présente pas d'enjeux vis-à-vis de la zone d'étude. Seul un secteur présente une vue vers le site d'étude, il s'agit de la place du Champ de Foire. Etant situé en point haut et présentant une vue ouverte sur la vallée du portefeuille, la zone d'étude, soit le haut du front de taille de la carrière est perceptible en vue filtrée depuis ce point (photo ci-contre).

Le site inscrit du vieux village de Saint-Benoît-du-Sault présente un enjeu assez fort.



Carte 13 : Localisation du site inscrit par rapport au site d'étude

Source : ADEV Environnement



Photo 41 : Vue depuis le site inscrit vers la zone d'étude

Source : ADEV Environnement

2.7.1. LES SITES PATRIMONIAUX REMARQUABLES

Les sites patrimoniaux remarquables ont été créés par la loi du 7 juillet 2016 relative à la liberté de la création, à l'architecture et au patrimoine. Ce dispositif a pour objectif de protéger et mettre en valeur le patrimoine architectural, urbain et paysager de nos territoires. Ils succèdent aux ZPPAUP et aux AVAP.

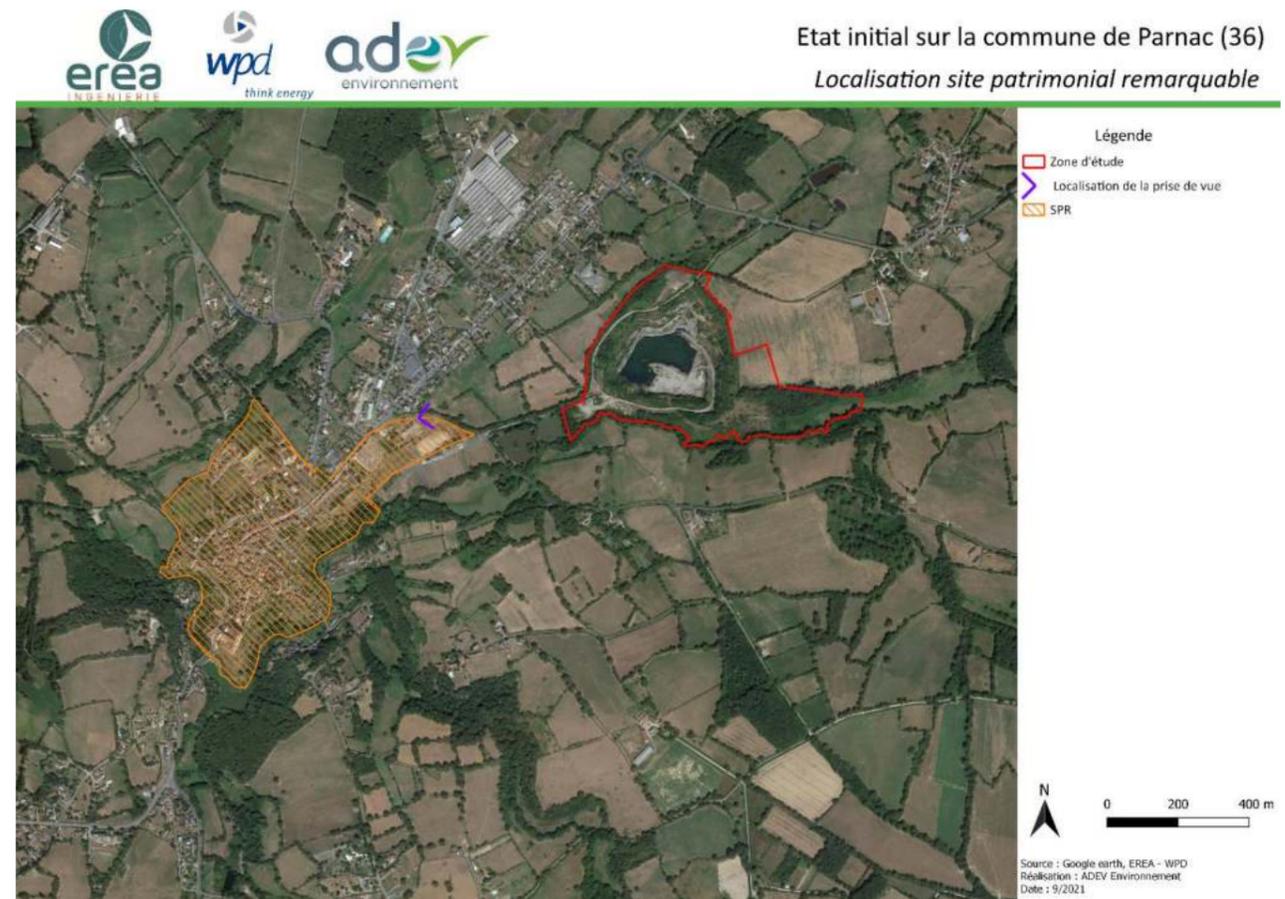
Le territoire comporte un site patrimonial remarquable, couvrant le centre historique de Saint-Benoît-du-Sault, à environ 280 mètres de la zone d'étude. La densité des constructions du village permet de fermer un certain nombre de vues. De plus, les différents boisements, notamment autour du ruisseau du Portefeuille permettent d'accentuer la fermeture visuelle vers la zone d'étude. Depuis l'extrémité est du site patrimonial remarquable, les vues ne sont pas possibles vers le site du fait de masses boisées (voir photo ci-contre).

Il existe une covisibilité entre le site patrimonial remarquable et la zone d'étude qui est le même que pour le site inscrit du Vieux village.

Le territoire d'étude comprend un site patrimonial remarquable dont l'enjeu est assez fort.



Photo 42 : Vue depuis le SPR vers la zone d'étude
Source : ADEV Environnement



Carte 14 : Localisation du SPR par rapport au site d'étude
Source : ADEV Environnement

2.8. SYNTHÈSE DU DIAGNOSTIC PAYSAGER

Le présent état initial permet de mettre en évidence les principales caractéristiques paysagères et patrimoniales de la zone d'étude et de ses abords, et de souligner les principaux enjeux. Ceux-ci sont gradués de nul à fort et prennent en compte la visibilité de la zone d'étude depuis l'aire d'étude éloignée jusqu'au site en lui-même.

Tableau 2 : Éléments de hiérarchisation des enjeux paysagers et patrimoniaux

	Nul	Faible	Modéré	Assez fort	Fort
PAYSAGE	Absence de vue	Vues lointaines et filtrées	Vues intermédiaires et filtrées Vues lointaines et directes	Vues proches et filtrées Vues intermédiaires et directes	Vues proches, larges et directes
PATRIMOINE	Absence de covisibilité potentielle d'un élément de patrimoine avec la zone d'étude	Zone d'étude présentant une covisibilité ponctuelle à l'échelle de l'aire d'étude éloignée	Zone d'étude située dans un espace patrimonial ou aux abords d'un monument historique et ne présentant pas de covisibilité	Zone d'étude située dans un espace patrimonial ou aux abords d'un monument historique et présentant une covisibilité partielle	Zone d'étude située dans un espace patrimonial ou aux abords d'un monument historique et présentant une covisibilité

Tableau 3 : Synthèse du diagnostic paysager et patrimonial

Thématique	Caractéristiques	Niveau d'enjeu
PAYSAGE		
Les unités paysagères	Unité paysagère du Boischaud méridional	Faible
Les structures biophysiques	La topographie de l'aire d'étude éloignée est modelée par la présence de plusieurs cours d'eau. C'est un vaste plateau incliné vers le nord-ouest. Les altitudes sont comprises entre 150 mètres au niveau des cours d'eau à l'ouest de la zone d'étude à 280 mètres à l'est de la zone, au niveau de Mazotin.	Modéré
Les lieux de vie	Un lieu de vie permet des vues filtrées sur la zone d'étude, et ce, uniquement au niveau du haut du front de taille de la carrière. Il s'agit de la Place du Champ de Foire.	Modéré
Les axes de communication	Aucun des axes routiers majeurs ne présente de visibilité sur la zone. Une voie communale permet une vue filtrée, il s'agit de la Route de la Boissière passant au sud de la zone d'étude.	Faible
Le tourisme	Un site touristique permet des vues sur la zone d'étude : l'aire de camping-car située à proximité de la place du champ de Foire.	Modéré
Le site du projet	La zone couvre une superficie d'environ 21 ha. Il s'agit d'une ancienne carrière d'extraction qui s'insère dans un espace entre urbanisation (avec la présence de nombreux lieux de vie) et agriculture. Les espaces agricoles sont majoritairement des prairies ou les haies sont bien présentes.	Modéré
LE PATRIMOINE		
Monuments historiques	Neuf monuments historiques inscrits ou classés sont recensés dans l'aire d'étude éloignée du projet. Aucun ne permet de covisibilités.	Nul
SPR	Un site patrimonial remarquable dans l'aire d'étude intermédiaire présente une covisibilité avec la zone d'étude, celui de Saint-Benoit-du-Sault, depuis la Place du Champ de Foire.	Assez fort
Sites classés et inscrits	Un site inscrit est présent avec covisibilité : le Vieux village de Saint-Benoît-du-Sault depuis la Place du Champ de Foire.	Assez fort

3. ANALYSE DES IMPACTS DU PROJET ET MESURES ASSOCIEES

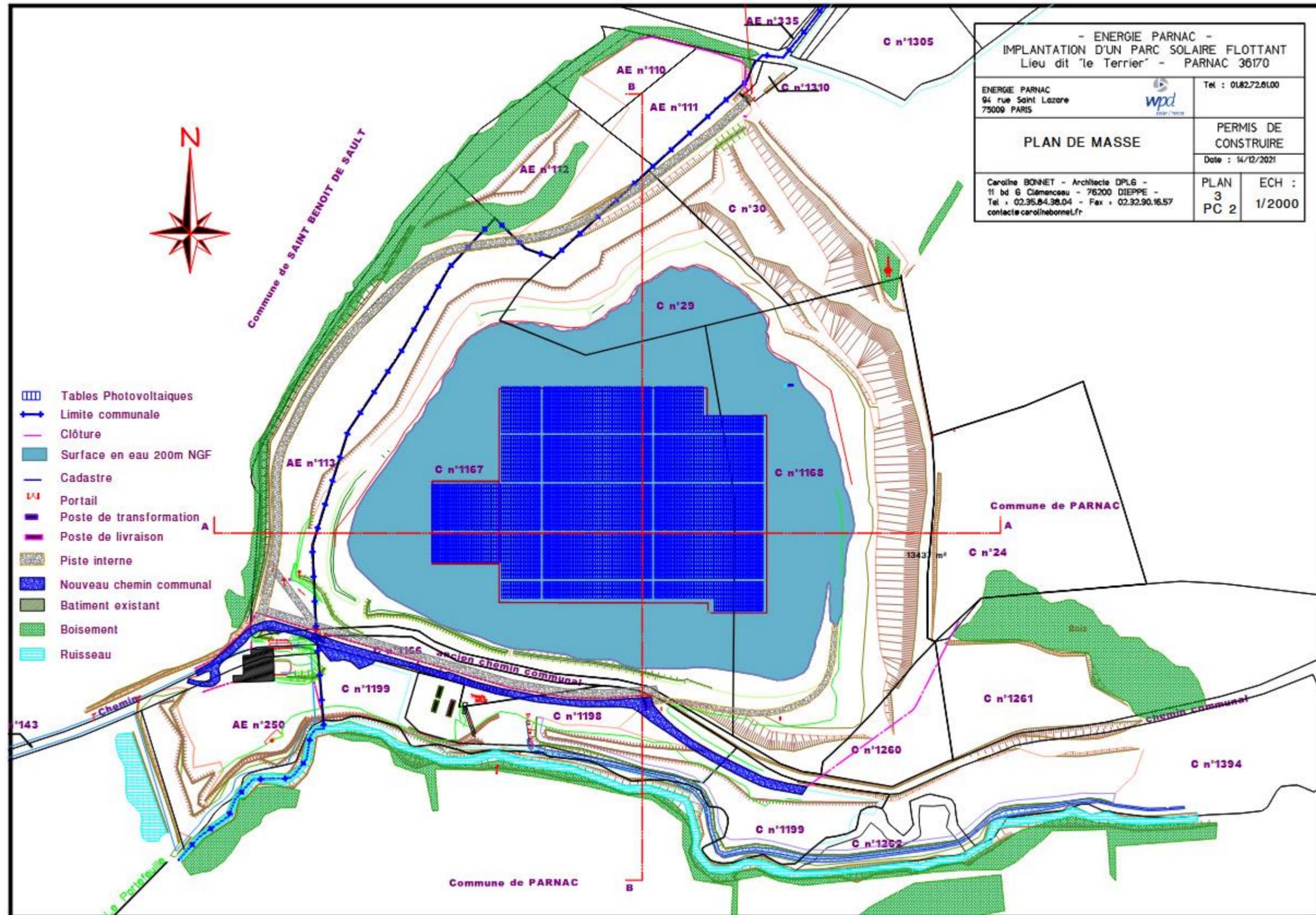
3.1. ESTIMATION DES METHODES UTILISEES POUR L'EVALUATION DES IMPACTS

3.1.1. LE CONTEXTE PAYSAGER

L'analyse paysagère est conduite à partir d'une recherche bibliographique, de la consultation de l'Atlas des Paysages, de visites de terrains, d'analyse de la carte IGN, des photographies aériennes. La définition des sensibilités paysagères est basée sur une hiérarchisation des différentes composantes du paysage.

3.1.2. LE PATRIMOINE HISTORIQUE ET ARCHEOLOGIQUE

Les informations relatives au patrimoine historique et archéologique sont obtenues à partir de l'atlas des patrimoines et de la base Mérimée.



Carte 15 : Plan de masse du projet
(Source : WPD)

3.2. LES IMPACTS SUR LE PAYSAGE ET LE PATRIMOINE

En matière de perception visuelle, les incidences paysagères d'une centrale photovoltaïque au sol peuvent être analysées à deux niveaux :

- L'impact paysager : concerne la manière dont l'exploitation et les installations modifient le cadre de vie (changements d'ambiance, de topographie, etc....) ;
- L'impact visuel : est relatif à la façon dont sont ressenties les modifications précitées ainsi que les points depuis lesquels les changements sont visibles.

L'analyse des effets sur le paysage consiste à montrer les modifications du paysage suite à la mise en place des installations présentes sur le projet. L'impact paysager est d'ailleurs souvent indissociable de l'impact visuel.

3.2.1. GENERALITES SUR LA NATURE ET L'INTENSITE DE LA PERCEPTION DANS LE PAYSAGE

L'installation attire l'attention en raison de son emprise et de ses particularités techniques reconnaissables. Les différents éléments de construction peuvent en général être identifiés individuellement. Les facteurs liés à l'installation tels que la couleur, ou encore la position du soleil ont peu d'influence sur le niveau d'impact à faible distance.

Plus l'éloignement augmente, plus les éléments individuels ou les rangées d'une installation fusionnent et deviennent indiscernables. L'installation prend alors la forme d'une surface plus ou moins homogène qui se détache alors nettement de l'environnement. La dissimulation de l'installation dépend du relief ou de la présence d'éléments du paysage spécifiques (bosquets, forêt, bâtiments, etc.).

À très grande distance, les installations ne sont plus perçues que comme un élément linéaire qui attire l'attention surtout par sa luminosité, généralement plus élevée que celle de l'environnement. La portée de la zone visible dépend ici fortement du relief et de l'intégration de l'installation dans ce relief.

Les parcs photovoltaïques ont un impact paysager faible, découlant de caractéristiques qui les rendent peu visibles :

- Une structure visuelle horizontale et non verticale avec une hauteur maximale de quelques mètres, ce qui les rend peu visible pour un observateur au sol, même se trouvant à proximité.
- Une gamme de couleurs dominantes « passe-partout » (entre bleu moyen et gris foncé)
- L'absence de mouvement attirant l'œil et donc l'attention (même pour les systèmes de type trackers, la vitesse du mouvement est trop faible pour être perçue instantanément).

Combiné à ces trois caractéristiques, l'effet d'alignement des champs de modules peut, pour un observateur situé en surplomb, rappeler certains alignements liés à des pratiques agricoles courantes (andains de foin, serres horticoles, vignes, vergers ...).

Les qualités esthétiques du paysage sont importantes pour le promeneur ou l'observateur de nature. Un paysage intégrant une installation photovoltaïque peut perturber le caractère reposant du secteur et lui donner l'impression d'être techniquement marqué. En principe, un choix approprié du site permet d'éviter d'éventuels impacts négatifs sur la fonction de repos, mais aussi sur les zones d'habitation.

3.2.2. ANALYSE PAR PHOTOMONTAGES

Plusieurs photomontages ont été réalisés pour évaluer l'impact visuel du projet photovoltaïque dans son environnement.

Le choix des points de prise de vue à partir desquels ont été réalisés les photomontages est basé sur les enjeux identifiés à l'état initial. D'autres points de vue, plus lointains ont été testés par photomontage, pour vérifier l'absence d'impact.

La carte de la page suivante présente la localisation des photomontages réalisés, lesquels figurent à la suite, sous forme de présentation de la situation initiale comparée à la situation future de manière à déterminer un niveau d'impact brut avant mise en place de mesures paysagères.

Tableau 4 : Photomontages

Photomontage	Nom	Raison du choix	Distance à la centrale solaire
PM 1	Prise de vue depuis la Boissière	Lieu de vie	300 m
PM 2	Prise de vue depuis la voie communale	Axe de communication	300 m
PM 3	Prise de vue depuis Saint Benoit du Sault depuis le SPR	Lieu de vie et patrimoine	800 m
PM 4	Prise de vue depuis la RD 1	Axe de communication	800 m
PM 5	Prise de vue depuis l'intérieur du site	Site du projet	0 m



Etat initial sur la commune de Parnac (36)

Localisation des prises de vue pour les photomontages



Carte 16 : Localisation des points de prises de vue des photomontages

PM01 : prise de vue depuis le lieudit La Boissière

Aire d'étude intermédiaire

Aire d'étude éloignée

AVANT PROJET

Localisation de la prise de vue



Détails de la prise de vue :

- Hauteur d'observation : 1,70 m
- Altitude : 224 m NGF
- Coordonnées Lambert 93 :
- X : 577637, 28 m
- Y : 65947,65 m
- Date et heure de la prise de vue : 19/07/2021 à 09h06
- Distance au projet : 300 m

PROJET



Commentaires paysagers :

Depuis le lieu-dit la Boissière, la vue est ouverte à travers la haie grâce à une entrée de champs.

Depuis ce point, la vue est ouverte au premier plan sur la prairie. Ensuite, une masse boisée dense apparaît, limitant les vues vers les points les plus bas.

Le haut du front de taille de la carrière est légèrement perceptible. Cependant, la montée des eaux dans la carrière n'atteindra pas ce niveau, le parc photovoltaïque flottant sera donc masqué d'une part grâce à la topographie marquée du site et d'autre part grâce à la présence de végétation dense, fermant les vues.

- **L'impact paysager du projet depuis ce point de vue est faible.**

PM02 : prise de vue hivernale depuis la voie communale menant à la Boissière		Aire d'étude intermédiaire
		Aire d'étude éloignée
AVANT PROJET		<p>Localisation de la prise de vue</p>  <p>Détails de la prise de vue :</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hauteur d'observation : 1,70 m ➤ Altitude : 222 m NGF ➤ Coordonnées Lambert 93 : ➤ X : 576722,78 m ➤ Y : 6594819,74 m ➤ Date et heure de la prise de vue : 25/11/2021 à 12h27 ➤ Distance au projet : 300 m <p>Commentaires paysagers :</p> <p>Depuis la voie communale permettant de rejoindre le hameau de la Boissière, une entrée de champs permet une ouverture visuelle sur la parcelle de prairie au premier plan puis l'ancienne carrière au second plan.</p> <p>Suite à la montée des eaux, la surface en eau est perceptible.</p> <p>Suite au projet, celui-ci est perceptible, en vue filtrée et lointaine. En effet, les boisements présents au sud du site permettent de masquer celui-ci. Seule la topographie rend le site perceptible.</p> <p>Cette perception est à modérer, en effet elle ne concerne qu'une voie communale permettant de desservir des hameaux.</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ L'impact paysager du projet depuis ce point de vue est faible.
MONTEE DES EAUX		
PROJET		

PM03 : prise de vue depuis Saint-Benoît-du-Sault depuis le SPR	Aire d'étude intermédiaire	
	Aire d'étude éloignée	
<p>AVANT PROJET</p> 	<p>Localisation de la prise de vue</p>  <p>Détails de la prise de vue :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Hauteur d'observation : 1,70 m - Altitude : 222 m NGF - Coordonnées Lambert 93 : - X : 576722,78 m - Y : 6594819,74 m - Date et heure de la prise de vue : 28/09/2021 à 14h27 - Distance au projet : 800 m 	
<p>PROJET</p> 	<p>Commentaires paysagers :</p> <p>Depuis le parking présent à proximité de l'office de Tourisme de Saint-Benoît du Sault ; situé en limite du site inscrit du Vieux village, le point de vue est situé sur un promontoire permettant une vue ouverte sur la vallée.</p> <p>Depuis ce point, la vue est ouverte sur un espace de prairie avant de se fermer sur les boisements présents notamment le long du cours d'eau. Le stade ainsi que plusieurs infrastructures sportives sont également perceptibles depuis ce point.</p> <p>Seul le haut du front de taille est légèrement perceptible depuis ce point, ne permettant pas de vues sur le projet de parc flottant. En effet, les boisements et la topographie permettent de le masquer en totalité.</p> <p>Le projet n'est pas perceptible depuis ce point de vue malgré la montée des eaux.</p> <p>➤ L'impact paysager du projet depuis ce point est nul.</p>	

PM04 : prise de vue depuis la route départementale 1 – Bel Air

Aire d'étude intermédiaire

Aire d'étude éloignée

AVANT PROJET



Localisation de la prise de vue



Détails de la prise de vue :

- Hauteur d'observation : 1,70 m
- Altitude : 195 m NGF
- Coordonnées Lambert 93 :
- X : 577802,36 m
- Y : 6596029,33 m
- Date et heure de la prise de vue : 19/07/2021 à 09h52
- Distance au projet : 800 m

Commentaires paysagers :

Depuis la route départementale 1 présente au nord du site du projet, la vue est ouverte sur l'axe routier. Cependant, les vues sur les abords sont rapidement fermées par la présence de boisements de différentes formes (haies, bosquets) ainsi que par des bâtiments.

Aucune vue n'est possible depuis cet axe sur le site du projet.

- L'impact paysager du projet depuis ce point de vue est nul

PROJET



PM05 : prise de vue depuis l'intérieur du site

Aire d'étude intermédiaire

Aire d'étude éloignée

Localisation de la prise de vue



Détails de la prise de vue :

- Hauteur d'observation : 1,70 m
- Altitude : 209 m NGF
- Coordonnées Lambert 93 :
X : 577701,61 m
Y : 6595300,96 m
- Date et heure de la prise de vue : 21/07/2021 à 08h29
- Distance au projet : 0 m

Commentaires paysagers :

Depuis l'intérieur du site, avant-projet, la vue est ouverte sur la surface en eau de la carrière.

Après la montée des eaux, la présence de l'eau est plus marquante sur le paysage.

La mise en place des panneaux photovoltaïques flottants apporte un caractère artificialisé au site du projet. La vue est ouverte sur les modules photovoltaïques et sur les flotteurs qui permettent de les maintenir.

La couleur des panneaux, semblable à celle d'une surface en eau, permet une meilleure intégration paysagère du projet.

L'enjeu de ce point de vue est négligeable, en effet, il ne concernera que les personnes assurant l'entretien du parc.

- **L'impact paysager du projet depuis ce point de vue est faible**



3.2.3. VISIBILITE DES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES AU SOL

En phase exploitation, la visibilité d'une installation photovoltaïque au sol dans le paysage dépend de plusieurs facteurs, notamment liés à l'installation (comme les propriétés de réflexion et la couleur des éléments), au site (situation à l'horizon, illusion d'optique), ainsi que d'autres facteurs comme la luminosité (position du soleil, nébulosité).

Lorsque la surface des modules est visible depuis le point d'observation, l'installation présente une plus grande luminosité et une couleur qui diffère dans le cadre naturel, sous l'effet de la réflexion de la lumière diffuse. Cet impact est faible, direct et permanent.

Quatre photomontages sont produits pour analyser les impacts visuels du projet.

Tableau 5 : Bilan des photomontages réalisés pour l'analyse de l'impact visuel brut du projet

Numéro de PM	Résultat : projet visible ?	Distance entre le point de vue et le projet	Évaluation de l'impact brut
PM1	Oui	300 m	Faible
PM2	Oui	300 m	Faible
PM3	Non	800 m	Nul
PM4	Non	800 m	Nul
PM5	Oui	0 m	Faible

3.2.4. IMPACTS DEPUIS L'AIRE D'ETUDE ELOIGNEE

Les impacts possibles sur le paysage à l'échelle de l'aire d'étude éloignée sont liés au risque d'anthropisation et de mitage du paysage. Les perceptions visuelles varient en fonction de la distance de l'observateur, des structures et des éléments du paysage. Le projet s'inscrit au niveau d'un ancien site à caractère industriel ayant déjà anthropisé le paysage.

Les parcs photovoltaïques de par leur nature et leur géométrie, sont des éléments nouveaux dans le paysage qui peuvent entraîner une artificialisation du paysage lointain.

Dans l'aire d'étude éloignée, les détails de la centrale photovoltaïque (cadres, structures, ...) ne sont pas discernables, l'ensemble paraît alors plus homogène. Les panneaux sont de couleur bleu sombre, et en vue lointaine, ils se marient avec le contexte végétal, pouvant se confondre avec la surface du plan d'eau.

L'impact dépend du contexte paysager (topographie, boisements, ...), de la surface perçue et de l'angle de vue.

L'état initial indique que le paysage des environs de Parnac est relativement vallonné, du fait de la présence de nombreux cours d'eau qui modulent le paysage. De plus, le motif paysager est relativement présent, sous différentes formes et notamment sous forme bocagère. En effet, le maillage bocager est relativement bien conservé. Couplé avec la topographie vallonnée du secteur, il participe à la fermeture des vues. Aucune vue vers le site du projet n'a été identifiée depuis l'aire d'étude éloignée.

Les axes de communications principaux sont les routes départementales 36 ; 10 et 1. Aucune ne présente de vue sur le projet depuis l'aire d'étude éloignée.

Les lieux de vie principaux sont :

- Le bourg de Parnac, situé à 2,7 kilomètres du projet dans un contexte bocager, ne permet pas de vues sur le site du projet ;

- La Châtre L'Anglin, située à plus de 4 kilomètres du projet. La distance et le contexte boisé permettent de conclure à l'absence de visibilité du site du projet ;
- Roussines : Situé à plus de 2 kilomètres du site du projet, dans un contexte de vallée, aucune vue n'est possible sur le site du projet.

L'impact brut sur les lieux de vie et axes de communication à l'échelle de l'aire d'étude éloignée est négligeable à nul.

3.2.1. IMPACTS DEPUIS L'AIRE D'ETUDE INTERMEDIAIRE

Comme à l'échelle éloignée, les effets possibles d'une centrale photovoltaïque flottante sont principalement liés à l'anthropisation du paysage. Les perceptions varient également en fonction des éléments du paysage et du mode d'observation. Le projet s'inscrit au niveau d'un ancien site à caractère industriel ayant déjà anthropisé le paysage.

La disposition régulière des éléments et leur nature (modules, structures métalliques, clôtures, locaux techniques, ...) représente des motifs paysagers pour lesquels il y a peu de correspondances avec le paysage rural initial. La préservation des boisements est une manière efficace de limiter l'artificialisation. De plus, le parc solaire flottant prenant place sur une ancienne carrière remplie d'eau, la distinction entre la surface de l'eau et les modules est peu discernable suivant la distance à laquelle on se situe.

A l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire, plusieurs lieux de vie sont présents. L'ensemble des lieux de vie présents au nord du site du projet ne présentent pas de vues possibles du fait de la topographie du site et de la présence du front de taille qui ferme les vues depuis cet angle. Depuis l'ouest, notamment depuis Saint-Benoît-du-Sault, les vues sont fermées grâce à la présence de boisements (photomontage n°2). Depuis le sud, la topographie inclinée vers le ruisseau permet des vues plus ouvertes vers le nord. Cependant, la présence de nombreux boisements ainsi que la topographie marquée du site (ancienne carrière) permettent de fermer les vues sur celui-ci (photomontage n°1).

Les axes de communications sont peu nombreux dans l'aire d'étude intermédiaire. On retrouve notamment la route départementale 36 et la route départementale 1 ainsi que quelques axes secondaires. Le contexte bocager de la zone d'étude ainsi que la position topographique du parc solaire flottant permettent de conclure à l'absence de visibilité depuis les axes routiers (photomontage n°3). Des percées visuelles sont cependant possibles depuis la route de la Boissière au sud.

L'impact brut sur les lieux de vie et axes de communication à l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire est faible.

3.2.2. IMPACTS DEPUIS LES ELEMENTS DE PATRIMOINE

L'analyse des éléments de patrimoine à l'état initial a permis de mettre en relief l'absence de sensibilité des monuments historiques et des sites présents dans l'aire d'étude intermédiaire du projet du fait de leur contexte paysager fermé (bourg dense ou contexte boisé) et de la topographie particulière du secteur.

Le photomontage n°2 présente la vue vers le site du projet depuis le site patrimonial remarquable et depuis le site inscrit du vieux village. Il n'apparaît aucune visibilité du site du projet depuis ces éléments patrimoniaux. Il n'est perceptible depuis ces points de vue que le haut du front de taille de l'ancienne carrière.

L'impact brut sur les éléments de patrimoine à l'échelle de l'aire d'étude intermédiaire est nul.

3.2.3. EFFETS CUMULES DU PROJET

La notion d'effets cumulés se réfère à la possibilité que les impacts temporaires ou permanents occasionnés par le projet s'ajoutent à ceux d'autres projets ou interventions passés, présents ou futurs, dans le même secteur ou à proximité de celui-ci, engendrant ainsi des effets de plus grande ampleur sur le site.

L'évaluation des effets cumulés porte sur un certain nombre de composantes environnementales correspondant aux préoccupations majeures identifiées dans le cadre de l'analyse environnementale.

La notion d'effets cumulés recouvre l'addition, dans le temps ou dans l'espace, d'effets directs ou indirects issus d'un ou de plusieurs projets et concernant la même entité (ressources, populations ou communautés humaines ou naturelles, écosystèmes, activités...). Elle inclut aussi la notion de synergie entre effets.

Le code de l'environnement impose de prendre en compte les effets cumulés du projet avec les autres projets connus ayant fait l'objet :

- Soit d'un document d'incidences au titre d'article R214-6 du code de l'environnement et d'une enquête publique
- Soit d'une étude d'impact et d'un avis de l'autorité environnementale publié

Sont exclus les projets les projets ayant fait l'objet d'un arrêté au titre des articles R214-6 à R214-31 mentionnant un délai et devenu caduc, ceux dont la décision d'autorisation, d'approbation ou d'exécution est devenue caduque, dont l'enquête publique n'est plus valable ainsi que ceux qui ont été officiellement abandonnés par le pétitionnaire ou le maître d'ouvrage.

Dans le cadre de cette étude, l'analyse des effets cumulés a été réalisée sur l'ensemble des communes se trouvant dans un rayon de 10 kilomètres autour de la zone d'étude.

L'analyse des documents disponibles sur les sites de la MRAe (Mission Régionale d'Autorité environnementale) Centre Val de Loire et de la DREAL Centre Val de Loire a permis de faire ressortir un projet pouvant avoir des effets cumulés avec la zone du projet. Il s'agit d'un projet de parc solaire sur la commune de la Châtre-L'anglin.

Les impacts paysagers de ce projet sont considérés comme faibles à modéré concernant la perception immédiate. La présence et le renforcement des haies ceinturant le site permet de limiter significativement sa visibilité.

Les impacts bruts étant nuls, il n'existe pas d'impacts résiduels.

3.3. LES MESURES

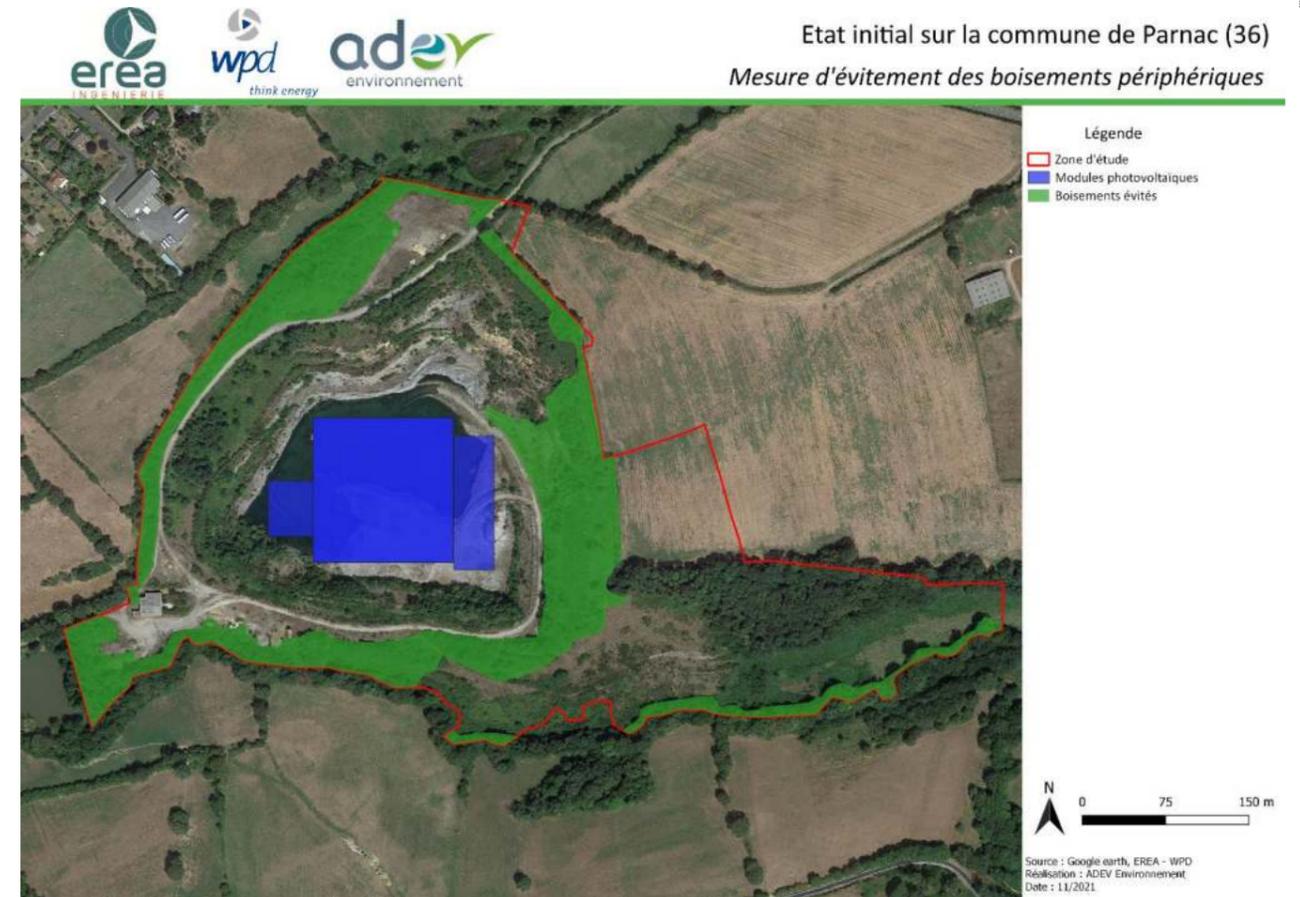
La séquence éviter, réduire, compenser les atteintes à l'environnement concerne l'ensemble des thématiques de l'environnement, et notamment les paysages. Elle s'applique, de manière proportionnée aux enjeux du projet.

Ainsi, pour intégrer le parc dans son contexte, une mesure paysagère est prévue :

- Modification des emprises du projet

Les mesures sont décrites ci-après.

MPay-E1	Modification des emprises du projet
Objectifs	Limitier la perception du projet
Cible	Lieu de vie, axes de communication, patrimoine historique
Descriptif de la mesure	<p>Lors de la réalisation de l'état initial, des enjeux sur le paysage ont été identifiés. Le porteur de projet a ainsi pris en compte les enjeux sur le milieu naturel en évitant les éléments permettant une meilleure insertion paysagère : les boisements périphériques.</p> <p>Le porteur de projet a fait le choix de préserver les continuités écologiques et paysagères dans le but de limiter l'impact paysager du projet et son anthropisation. Ainsi, la grande majorité des boisements présents au sein de la zone d'étude a été évitée.</p> <p><i>Une carte de localisation est présentée ci-contre.</i></p>
Coût estimatif	Intégré dans le coût de l'investissement
Maître d'œuvre potentiel	Entreprises intervenant sur le chantier



Carte 17 : Mesure d'évitement
(Source : WPD, ADEV Environnement)

MPay-R1	Insertion paysagère des ouvrages techniques
Objectifs	Limitier les impacts des travaux sur le paysage local
Cible	Flotteurs des panneaux photovoltaïques et bâtiments techniques
Phase du projet	Phase de travaux
Descriptif de la mesure	Une attention particulière a été portée à l'intégration paysagère des flotteurs permettant le maintien des parcs solaires ainsi qu'au poste de livraison et de transformation. La couleur choisie permettra une meilleure intégration dans le paysage local.
Coût estimatif	Intégré dans le coût de l'investissement
Maître d'œuvre potentiel	Entreprises intervenant sur le chantier

3.4. LES IMPACTS RESIDUELS

Les rubriques étudiées dans cette partie sont celles ayant fait l'objet de la mise en place de mesures. En effet, pour les autres rubriques, les impacts bruts étaient considérés comme nuls ou négligeables avant la mise en place de mesures. Elles ne font donc pas l'objet d'impacts résiduels.

Les impacts bruts étant nuls, il n'existe pas d'impacts résiduels.

Tableau 6 : Bilan des impacts du projet sur le paysage et mesures associées

Thème	Description des effets potentiels identifiés	Niveau de sensibilité	Phase du projet ¹	Type d'impact			Intensité de l'impact	Niveau de l'impact brut	Mesures d'évitement, réductrices, compensatoires ou d'accompagnement	Impact résiduel attendu
				Négatif/Positif	Direct/Indirect	Durée				
Unité paysagère	Modification des caractéristiques de l'unité paysagère	Faible	C	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible	MPayE1 – Modification des emprises du projet MPayR1 – Intégration paysagère des éléments techniques	Négligeable
			E	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			D	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
Les motifs paysagers	Modification et concurrence visuelle vis-à-vis des motifs paysagers	Faible	C	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			E	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			D	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
Inscription paysagère du site du projet	Transformation de l'ambiance paysagère provoquée par la modification de l'usage de l'espace	Modéré	C	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			E	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			D	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
Le site du projet	Modification des éléments de paysage et de la valeur paysagère intrinsèque du site : empreinte technique sur le paysage	Modéré	C	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			E	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
			D	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Faible		Négligeable
Monuments historiques	Modification des qualités qui ont justifié la protection des monuments historiques	Modéré	C	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul	Nul	
			E	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul	Nul	
			D	Négatif	Direct	Permanent	Faible	Nul	Nul	
Sites	Modification des qualités qui ont justifié le classement ou l'inscription des sites	Modéré	C	Négatif	Direct	Permanent	Nul	Nul	Nul	
			E	Négatif	Direct	Permanent	Nul	Nul	Nul	
			D	Négatif	Direct	Permanent	Nul	Nul	Nul	

¹ Phases du projet : C : Construction – E : Exploitation – D : Démantèlement



Annexe 5 : Note de conception préliminaire AVP du projet de Parnac – Projet Solaire Flottant Parnac –
commune de Parc – Décembre 2021 – INNOSEA AqualisBraemar LOC Group



TECHNICAL REPORT
Non-confidential



Projet Solaire Flottant Parnac
Note de conception préliminaire AVP du projet de Parnac
– Calepinage préliminaire
– Conception du système d’ancrage
– CAPEX préliminaire

Document No.: D1-I-FR-R10-992

Client: WPD France

REPORT DETAILS			
Document Number	D1-I-FR-R10-992	Client Name	WPD France
Revision	Revision number 01	Client Reference	
Author	Patricia Mayoral Gregorio, Benoat Danglade, Antoine Neau	Issue Date	23-Dec-2021

REPORT AMENDMENT RECORD					
Rev	Date	Description of Amendment	Author	Checked	Approved
00	20/10/2021	First release	PMA	BDA/ANE	MLY
01	23/12/2021	Second release. Modifications are identified by vertical black stripes on the document left.	BDA	ANE	MLY

CONTACT DETAILS			
Issuing Office	INNOSEA 1 rue de la Noë 44321 Nantes, FR	Email Address	antoine.neau@innosea.fr

This report (including any enclosures and attachments) has been prepared for the exclusive use and benefit of the addressee(s) and solely for the purpose for which it is provided. Save to the extent provided for in the Company's Terms and Conditions or such other contract between the Company (or its affiliate) and the Client (or its affiliate) governing the issuance of this report, the Company assumes no liability to the addressee(s) for any claims, loss or damage whatsoever suffered by the addressee(s) as a result of any act, omission or default on the part of the Company or any of its servants, whether due to negligence or otherwise. No part of this report shall be reproduced, distributed or communicated to any third party without the prior written consent of the Company. The Company does not assume any liability or owe any duty of care if this report is used for a purpose other than that for which it is intended or where it is disclosed to or used by a third party.

TABLE DES MATIERES

D1-I-FR-R10-992	2
1.0 REFERENCES	5
2.0 RÉSUMÉ	6
3.0 OBJET DU DOCUMENT	9
4.0 DESCRIPTION DU SITE	10
4.1 Vent	10
4.2 Courant	10
4.3 Vagues	10
4.4 Bathymetrie / Topographie	11
5.0 DESCRIPTION DES FLOTTEURS	12
5.1 Panneaux	12
5.2 Famille de flotteurs	12
5.3 Caracteristiques de flotteurs	13
5.4 Description du système d'ancrage	13
5.4.1 Lignes d'ancrage	13
5.4.2 Ancres	15
5.4.3 Quantities	17
6.0 CALEPINAGE PRELIMINAIRE	18
7.0 INSTALLATION ET PLAN D'IMPLANTATION	19
7.1 Ressources opérationnelles	19
7.1.1 Logistique	19
7.1.2 Moyens humains et matériels	22
7.2 Enjeux locaux	22
7.2.1 Accès au site	23
7.2.2 Limites de propriété	24
7.2.3 Enjeux environnementaux	25
7.2.4 Topographie	26
7.3 Plan Préliminaire de la zone de chantier	27
7.4 Planning d'installation	29
7.4.1 Phase 1 : Installation des ancres	29
7.4.2 Phase 2 : Assemblage des flotteurs et modules PV	29
7.4.3 Phase 3 : Opérations sur le plan d'eau et connexion des flotteurs avec le système d'ancrage	31
7.5 Planning des opérations	32
8.0 CAPEX	34
8.1 Rappel de la nomenclature préliminaire du système d'ancrage	34
8.2 Hypothèses pour l'estimation des couts	35
8.3 Résultat CAPEX	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Vues du site	10
Figure 2: Illustration de flotteurs de la Famille 2	12
Figure 3: Sections d'une ligne d'ancrage.....	14
Figure 4: Câble acier standard avec épissures (Source Rope Assemblies).....	14
Figure 5: Ligne polyester standard avec épissures (Source Rope Assemblies).....	14
Figure 6: Chaîne acier (Source Le Béon)	14
Figure 7: Manille (Source Le Béon).....	15
Figure 8: Bouée temporaire (Source Corderie d'Or)	15
Figure 9: Ancre hélicoïdale (en haut) et Ancre à bascule (Platipus Earth System)	16
Figure 10: Calepinage préliminaire site de Parnac	18
Figure 11: Schéma de la chaîne logistique.....	19
Figure 12: Accès au site.....	23
Figure 13: Limite des parcelles du bail (en orange).....	24
Figure 14 : Carte des enjeux environnementaux.....	25
Figure 15: Berges Nord et Ouest + profil altimétrique coupe rouge pointillé	26
Figure 16: Zones de stockage identifiées (2 parcelles agricoles de 1 Ha en bleu et 00.5-1 Ha en mauve).....	27
Figure 17: Zone d'assemblage. Théorique en haut et réelle en bas	28
Figure 18: Zone d'assemblage et de lancement proposée (60m*30m) – Zone bleue = plan d'eau à 200m NGF, estimé à partir des lignes de niveau [2] – Zone hachurée = îlot solaire – Zone rouge = Zone d'ancrage à 22.5m de l'îlots – Zone jaune = Zone d'ancrage à 14.5m de l'îlot.	28
Figure 19: Petite barge d'installation (source: SERIS).....	29
Figure 20 : String de panneaux formant une boîte de jonction (40 m * 10 m), Source : NRG	30
Figure 21 : Zone d'assemblage et de lancement.....	30

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques génériques des flotteurs de la Famille 2.....	13
Tableau 2: Ancrage requis sur l'ensemble de la ferme solaire	17
Tableau 3: Gestion du système d'ancrage temporaire (exemple).....	32
Tableau 4: Système d'ancrage préliminaire, nomenclature résumée.....	35
Tableau 5: Description des familles.....	35
Tableau 6: Estimatif du CAPEX	36

1.0 REFERENCES

- [1] Eurocode 1 : Actions sur les structures — Partie 1-4 : Actions générales — Actions du vent – Annexe nationale EN 1991-1-4:2009
- [2] PARNAC RA16 (L93).dwg, plan du site de Parnac, envoyé par le Client le 21/09/2021

2.0 RÉSUMÉ

Ce rapport est relatif à la tâche 4 : « Dossier de conception AVP de la ferme solaire flottante ». Dans ce rapport un calepinage préliminaire pour un projet solaire flottant sur le site de Parnac (Indre – 36) est présenté, suivi d'une conception préliminaire du système d'ancrage ainsi que d'un CAPEX préliminaire pour les ancrages et flotteurs. Une étude de l'installation et du plan d'implantation est aussi fournie.

Il s'agit ici de :

- Proposer un plan d'implantation et un plan de calepinage préliminaire pour une famille de flotteurs. La famille choisie est la famille 2, rassemblant les « pontonnistes ». Dans ce cas, les panneaux sont assemblés en blocs rigides qui sont ensuite disposés sur des pontons assemblés à des flotteurs. Cela permet de favoriser la luminosité sous les panneaux.
- Estimer le nombre de lignes nécessaires pour la ferme dans chaque direction de façon analytique, en se basant sur la disposition des îlots proposée initialement, et sur des conditions environnementales préliminaires.
- Décrire une nomenclature pouvant être utilisée comme :
 - Point de départ pour les discussions avec l'opérateur.
 - Point de départ pour l'estimation du CAPEX.

Le positionnement et calepinage de l'îlot se base sur :

- Les données bathymétrie/topologie.
- Les variations d'hauteur d'eau considérées nulles pour ce site.
- Une altitude du plan d'eau atteignant 200 mètres NGF.
- Un espacement minimal entre l'îlot et les berges de 22m pour les zones les plus profondes (environ 15m de profondeur) et de 14.5m pour les zones les moins profondes (environ 10m de profondeur).
- Une puissance crête totale installée de 5.0 MWc.
- Des panneaux photovoltaïques d'une puissance unitaire de 650Wc.
- Une densité de panneaux de 650Wc par hectare équivalente à la densité actuelle avec des panneaux de 450 Wc. Donnant une densité de 2.2 MW/Ha qui est très importante.



Calepinage préliminaire site de Parnac

L'évaluation du nombre de lignes d'ancrage se base sur plusieurs hypothèses :

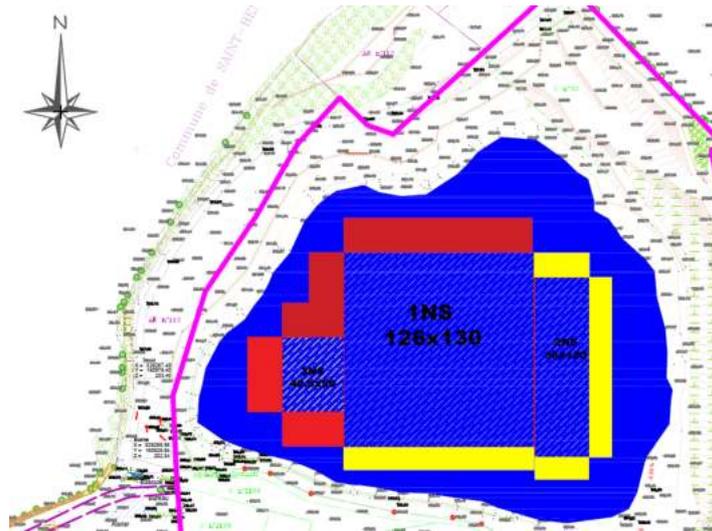
- La contribution des vagues est considérée négligeable et ne change pas le nombre de lignes nécessaires.
- Le courant sur le lac est quasi-nul, il est donc lui aussi négligé.
- La capacité maximale des points de connexions des lignes sur les flotteurs est de 11kN (valeur incluant déjà un facteur de sécurité).
- Dans une optique d'optimisation des coûts de fabrication et d'installation, la mutualisation de deux lignes sur une ancre est considérée comme faisable à ce stade.

Le nombre de ligne d'ancrage nécessaires pour la ferme flottante complète dans toutes les directions est résumé dans le tableau suivant :

	Total	Sud	Nord	Est	Ouest
Longueur lignes (m)	4 762	1 060	1 705	928	1 069
Nbr lignes	178	45	52	28	53
Nbr ancrs	93	23	27	15	28

Longueur des lignes d'ancrage, nombre de lignes d'ancrage et nombre d'ancres dans toutes les directions

Un plan d'implantation est fourni au format dwg et pdf en Annexe A.



Calepinage préliminaire site de Parnac avec zones d'ancrage - zone bleue : plan d'eau à 200m NGF (estimation basée sur les lignes de niveau [2]) - zone rouge : espacement minimum de 22.5m - zone jaune : espacement minimum de 14.5m

Cette méthode permet donc une première estimation du nombre de lignes nécessaires pour la zone à l'étude à Parnac. Cependant, il existe quelques limitations à la méthode :

- La fatigue n'est pas considérée, bien que, au vu des faibles vagues, elle ne devrait pas être très élevée.
- Les données de vents (vitesse et direction) proviennent de la norme Eurocode plutôt que de données de site. Les données de vent sur site qui ont été fournies par le Client sont considérées moins conservatives et ne sont pas utilisées dans ce rapport. Ainsi, les résultats ici montrés sont conservatifs, notamment sur les lignes situées au nord.
- Les géométries de flotteurs sont des données génériques qui devraient être précisées avec des données réelles une fois le flotteuriste connu.
- Le nombre de panneaux exposé au vent est considéré comme celui calculé avec la densité actuelle des panneaux de 450 Wc.

L'objectif de ce rapport est d'apporter un accompagnement technique à WPD dans l'étude de faisabilité et de développement du projet. Les résultats du prédimensionnement ne sauraient être utilisés dans des phases ultérieures du projet, telle que la construction.

L'estimation des coûts de fourniture des éléments flottants donne les résultats suivants :

Eléments	Coût (k€)	Coût (c€/Wp)
Ancres		
Lignes ancrage		
Flotteur et Structure		
Total		

Estimatif du CAPEX

3.0 OBJET DU DOCUMENT

Ce document comprend les études suivantes, toutes relatives au plan d'eau de Parnac :

- Description du site et revue des données d'entrée.
- Description des éléments de la ferme flottante.
- Proposition d'un calepinage.
- Dimensionnement préliminaire du système d'ancrage.
- Plan d'implantation des zones chantier.
- Estimation des coûts relatifs aux éléments spécifiques au solaire flottant (ancrage et flotteurs).

L'objectif est de réaliser un dimensionnement d'ancrage pour une famille de flotteurs, sur la base du calepinage proposé pour le site de Parnac et en considérant les données environnementales issues des normes. Les résultats seront utilisés pour les divers scénarios envisagés pour la suite de l'étude, mais ne peuvent pas servir de design détaillé. Les incertitudes et limitations liées au dimensionnement d'ancrage sont précisées dans ce rapport.

4.0 DESCRIPTION DU SITE

Le site étudié est situé sur la commune de Parnac (Indre – 36). Le lac considéré est une ancienne carrière aménagée.

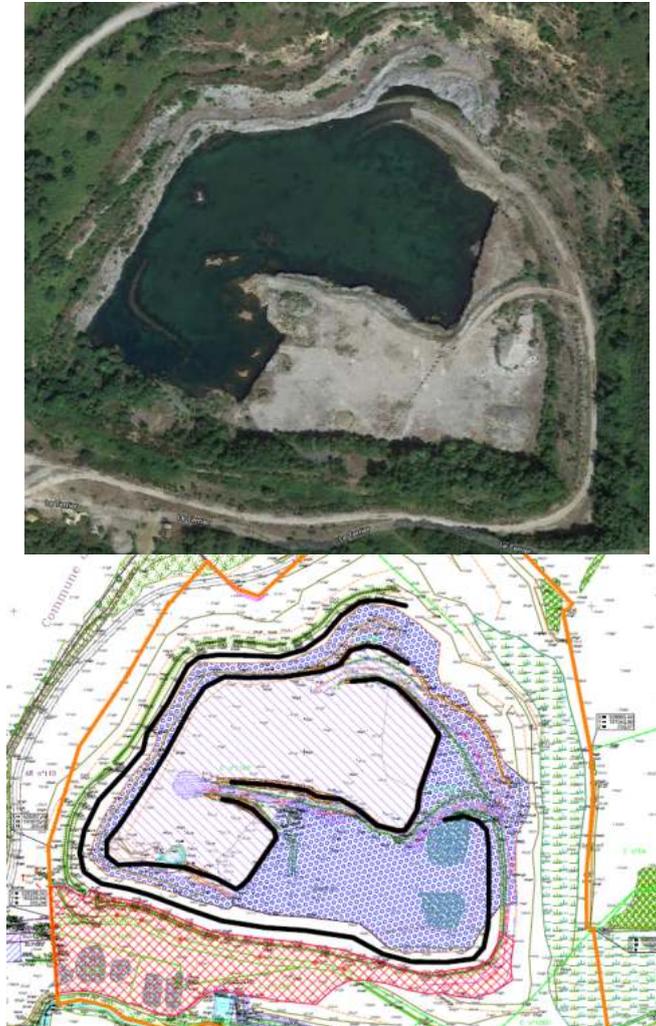


Figure 1: Vues du site

4.1 VENT

Les données de vent sont calculées d'après la norme EUROCODE 1 [1] et son annexe national 1991-1-4:2009.

4.2 COURANT

Le courant est quasi-nul dans le lac, donc il est négligé.

4.3 VAGUES

Au vu des dimensions du site et du layout envisagé (faible fetch), les vagues ne sont pas considérées pour cette phase de dimensionnement d'ancrage.

4.4 BATHYMETRIE / TOPOGRAPHIE

Les données bathymétriques du site sont fournies dans le document [2].
La hauteur d'eau est fixée à 200 m NGF et considérée constante.

5.0 DESCRIPTION DES FLOTTEURS

5.1 PANNEAUX

Différents types de panneaux existent en fonction de leurs dimensions et puissances.

Pour cette étude, des panneaux de 650Wc ont été considérés. Ce choix, qui a été agréé avec le client, repose sur l'hypothèse que ces panneaux, qui ne sont pas encore adaptés pour l'utilisation dans des projets solaires flottants, le seront au moment de l'implantation de la ferme sur site.

Les dimensions de chaque panneau sont les mêmes que pour les panneaux de 450Wc actuellement : 2000x1000x30mm.

5.2 FAMILLE DE FLOTTEURS

Pour cette étude, une seule technologie de flotteurs est considérée, appelée ici « famille 2 ».

Dans cette famille, que l'on appellera « les pontonnistes », les panneaux sont regroupés dans des grands blocs. Ces blocs ne sont pas installés sur des flotteurs mais sur des grandes structures métalliques dédiées. Les flotteurs sont seulement utilisés pour la flottabilité et installés sous les panneaux et la structure des blocs.

Cette géométrie permet de réduire le taux de recouvrement de l'interface air-eau, et donc d'assurer un passage de la lumière plus important que pour d'autres technologies.

Par ailleurs, selon les technologies, les grandes structures rigides permettent d'augmenter la tension admissible par ligne d'ancrage, menant à un nombre de lignes plus faible et donc un système d'ancrage plus rentable. Les vagues (peu présentes à Parnac) peuvent provoquer des tensions et des moments de torsion dans les structures. Enfin, les problèmes de corrosion doivent être étudiés pour chaque projet pour les pièces métalliques.

Principaux fabricants : Poralu, Zimmerman, NRG, etc.

Illustrations :

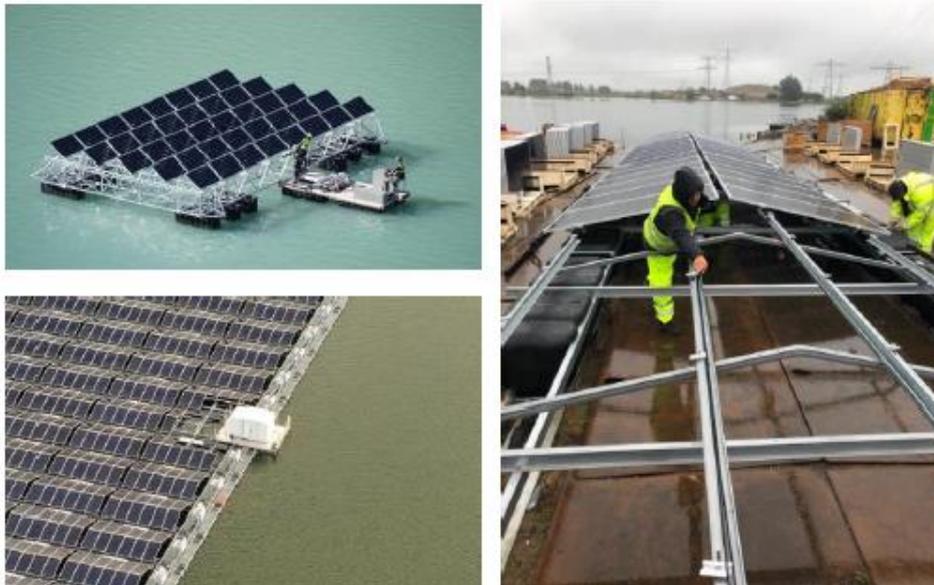


Figure 2: Illustration de flotteurs de la Famille 2

5.3 CARACTERISTIQUES DE FLOTTEURS

Les caractéristiques génériques pour la famille 2 sont présentées dans le Tableau 1. Elles sont adaptées à ce stade de développement du projet et non spécifiques à une technologie de flotteur en particulier. Elles concernent la géométrie des flotteurs et la densité de panneaux pour la ferme solaire.

			Famille 2
Panneaux PV	Profondeur	[m]	2
	Longueur	[m]	1
	Largeur	[m]	0.03
	Inclinaison	[°]	11
Îlot	Franc-bord du flotteur (partie émergée)	[m]	0.3

Tableau 1: Caractéristiques génériques des flotteurs de la Famille 2

Le choix de famille pour ce site repose sur les critères suivants :

- La bonne pénétration de la luminosité, avec une faible empreinte dans l'eau. Avec différentes stratégies (densité de flotteurs moins importante, panneaux du type « glass-glass module », etc.) les technologies proposées par la famille 2 permettent d'augmenter la luminosité du plan d'eau en réduisant l'impact sur la biodiversité du lac.
- L'optimisation du CAPEX.

5.4 DESCRIPTION DU SYSTÈME D'ANCRAGE

5.4.1 LIGNES D'ANCRAGE

Pour le site de Parnac, les lignes d'ancrage sont composées des éléments suivants (depuis le flotteur jusqu'au point d'ancrage) :

- Section de chaîne acier d'une longueur de 1,5 m, connectée au point d'accroche sur le flotteur.
- Section de ligne polyester d'une longueur de 10 m.
- Section de câble acier connectée à la ligne polyester à une extrémité et au point d'ancrage à l'autre extrémité.
- Manilles pour connecter chaque section à la suivante.
- Epissures aux extrémités du câble acier et de la ligne polyester.
- Ancre.
- Bouée temporaire utilisée entre la phase d'installation des lignes d'ancrage et celle d'installation des îlots PV.

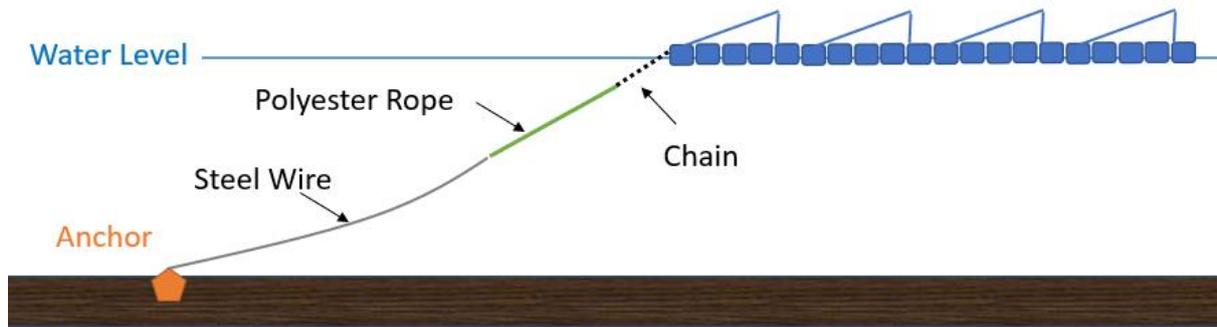


Figure 3: Sections d'une ligne d'ancrage



Figure 4: Câble acier standard avec épissures
(Source Rope Assemblies)



Figure 5: Ligne polyester standard avec épissures
(Source Rope Assemblies)



Figure 6: Chaîne acier (Source Le Béon)



Figure 7: Manille (Source Le Béon)



Figure 8: Bouée temporaire (Source Corderie d'Or)

5.4.2 ANCRES

Le type d'ancre influence directement la méthodologie d'installation envisagée et donc les coûts associés (précision sur le positionnement, moyens d'installation requis, éventuelles études géotechniques préliminaires, possibilité de mutualisation des points d'ancrage, etc.)

Les ancres intrusives (ancres à hélice, à plateau ou bascule, à vis) sont donc retenues :

- Toutes ces ancres ne sont pas influencées par les pentes mais par les conditions de sols sur les premiers 2-3 mètres. Les informations géophysiques et géotechniques ne sont pas suffisamment détaillées pour sélectionner ou éliminer les ancrages intrusives (ancre à hélice, à bascule, micro pieu). Des études supplémentaires seront nécessaires pour chaque lac (Standard Penetration Tests, Cone Penetration Tests, carottages, études en laboratoire, tests d'arrachement)
- Contrairement aux corps morts, la tenue de l'ancre n'est pas linéaire avec son poids. Ainsi une optimisation de matière est envisageable pour la famille 2 ce qui rendra le coût global de l'ancrage compétitif.
- L'installation se fait via une barge flottante de taille réduite par rapport aux corps mort, et d'un système de pause spécifique (tarrière hydraulique à percussion ou à couple). L'installation se voit facilitée et meilleure marché.

Pour cet exercice, nous choisissons des ancres intrusives (ancres à hélice) pour le lac de Parnac, avec une capacité de 40 kN pour retenir la charge de 2 lignes mutualisées.

Pour l'estimation de coûts de fourniture et d'installation des ancrages, à défaut de données précises de type de sol, il a été supposé que les ancrages à hélices étaient éligibles. Néanmoins, des investigations géotechniques seront nécessaires afin de valider cette hypothèse.



Figure 9: Ancre hélicoïdale (en haut) et Ancre à bascule (Platipus Earth System)

5.4.3 QUANTITIES

L'évaluation du nombre de lignes d'ancrage se base sur plusieurs suppositions :

- La contribution des vagues et du courant n'est pas significative et ne change pas le nombre de lignes nécessaire.
- La charge maximale admissible à chaque point d'accroche sur les flotteurs est de 11 kN.
- La mutualisation de deux lignes sur un point d'ancrage est considérée comme faisable et recommandée pour réduire l'impact des ancrages sur le fond du lac.

	Total	Sud	Nord	Est	Ouest
Longueur lignes (m)	4 762	1 060	1 705	928	1 069
Nbr lignes	178	45	52	28	53
Nbr ancrs	93	23	27	15	28
Capacité totale par direction [kN] (11kN par ligne)	NA	495	572	308	583
Effort de vent total par direction [kN] (incluant un facteur de sécurité de 1.35)	NA	481	556	278	554

Tableau 2: Ancrage requis sur l'ensemble de la ferme solaire

6.0 CALEPINAGE PRELIMINAIRE

Un seul calepinage préliminaire est proposé pour le site de Parnac et illustré ci-dessous. La puissance estimée pour cette configuration est de 5MW, avec des panneaux de 650Wc. Le calepinage est composé d'un seul îlot dont la surface est de 22 725m².



Figure 10: Calepinage préliminaire site de Parnac

La disposition de l'îlot est définie avec les hypothèses suivantes :

- La géométrie des flotteurs et la configuration des panneaux considérées permettent d'atteindre une densité de panneaux par hectares équivalent à ce que la technologie propose pour une application avec des panneaux actuels de 450 Wc. Une hypothèse importante est que cette densité de panneaux par hectare sera similaire avec des panneaux de 650 Wc. Ainsi on obtient une densité de puissance par hectare très importante de 2.2 MW/Ha.
- Les allées de maintenance sont incluses dans le calepinage et la densité de puissance présentés dans ce rapport. La largeur d'une allée de maintenance dépend de l'architecture électrique. Un minimum de 1.5 m à 2.0 m est recommandé pour faciliter la circulation et le passage des câbles électriques.
- Zone tampon entre les berges et l'îlot afin de conserver une zone d'accès au plan d'eau pour la faune, éviter le vandalisme et éviter le contact de l'îlots avec les berges. Cet espacement minimal entre l'îlot et les berges est de 22m pour les zones les plus profondes (environ 15m de profondeur) et de 14.5m pour les zones les moins profondes (environ 10m de profondeur).
- Géométrie simplifiée, en évitant des ruptures de forme complexes.
- Orientation plein sud favorisée.
- Longueurs préliminaires des lignes considérées avec la hauteur d'eau maximale de 200 m NGF.
- Recouvrement du lac par les panneaux sur 1.9 Ha soit environ 40% du lac quand son niveau d'eau est à 200m NGF.

7.0 INSTALLATION ET PLAN D'IMPLANTATION

L'installation est une phase clé d'un projet solaire flottant. Elle comprend à la fois l'installation du système d'ancrage mais aussi l'assemblage des flotteurs, des modules PV et de l'architecture électrique. Un phasage spécifique est à respecter ainsi que des zones spécifiques pour chaque opération.

Il est primordial d'identifier les difficultés ou opportunités éventuelles liées à la phase chantier en amont des phases de design détaillé.

Dans un premier temps, il est nécessaire de définir les requis techniques, les ressources opérationnelles (logistique, matériel, humain) et les contraintes de planning afin d'identifier et de sécuriser les zones du chantier. Chaque site comprend des contraintes spécifiques (enjeux sociaux, environnementaux, d'accessibilité). Ce rapport se concentre sur ces enjeux.

Par la suite un planning précis sera à définir et des procédures opérationnelles spécifiques au solaire flottant à fixer. Par exemple la sécurisation journalière et temporaire des îlots flottants en attente de sécurisation permanente est un sujet opérationnel à traiter dans les phases de design détaillé.

7.1 RESSOURCES OPÉRATIONNELLES

7.1.1 LOGISTIQUE

Des zones spécifiques sont nécessaires pour la construction d'une ferme solaire flottante :

- Accessibilité terrestre au site
- Zone de mise à l'eau, de chargement et de repos de la flotte de bateaux
- Zone de stockage
- Zone d'assemblage
- Zone de lancement
- Zones tampons
- Base vie et infrastructures
- Zone de manœuvrabilité sur terre et sur l'eau

Les zones de chantiers devront être accessibles pour les secours, et protégées voire sécurisées pour éviter tout vandalisme des équipements.

Les zones de chantier sont à préparer avant la phase d'installation et la fourniture des équipements. Une campagne de préparation du terrain et des zones définies est à réaliser avant la phase d'installation et la réception des équipements (préparation des accès et des zones, nettoyage du site, sécurisation).

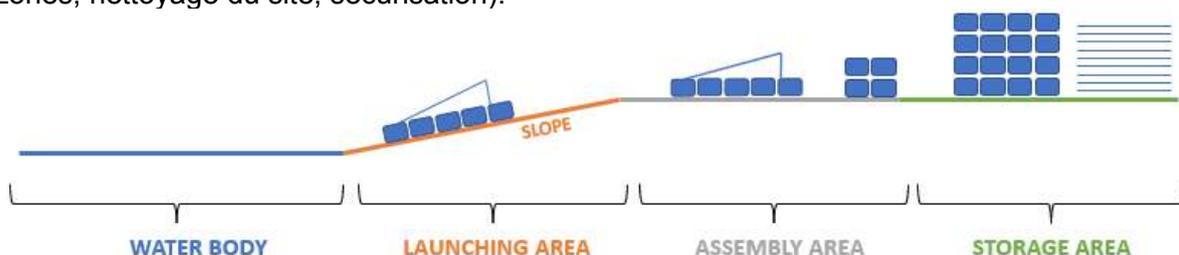


Figure 11: Schéma de la chaîne logistique

Zone de stockage :

C'est la zone nécessitant le plus de foncier terrestre. En plus du stockage commun des équipements électriques, des panneaux, et des sous-structures, il faut ajouter le stockage du système d'ancrage et des flotteurs. Or ces derniers, selon le type de technologie, ont une compacité réduite et peuvent exiger une surface importante.

Pour un projet de 5 MW, l'assemblage et la mise à l'eau se fera en moins de 2 mois. Ainsi, il est peu probable que la fourniture des flotteurs se fasse en flux tendu pendant la construction mais plutôt une réception au début du chantier de tous les équipements.

- Les flotteurs sont les équipements prenant le plus de place car peu denses. On obtient une zone minimale de 200m*50m soit 1 hectare.
- Les modules PV nécessitent une zone de stockage similaire à ce qui est retrouvé en solaire au sol, soit environ 1000m² par MW. Une zone de 0.5 Ha semble donc nécessaire pour Parnac.
- Les équipements électriques : selon le type d'onduleur entre 15-30 unités sont à prévoir nécessitant au moins 3 conteneurs supplémentaires. Les câbles DC et AC ne sont pas considérés.
- Le stockage des ancrages n'est pas considéré à ce stade mais à faire apparaître car selon le type d'ancre cela peut engendrer un besoin d'espace important (notamment si on a des corps morts).
 - Ordre de grandeur pour les corps morts : Un corps mort de 2 à 3 tonnes a pour dimensions 2m (longueur) x 2m (largeur) x 0.5m (hauteur). Il est possible d'empiler des corps morts les uns sur les autres.
 - Pour les ancrages intrusives, le stockage ne sera pas gênant.

Au total, il paraît nécessaire d'avoir une zone de stockage de 1,5 Ha au minimum.

La configuration de la zone doit permettre une manœuvrabilité des engins. Les pièces doivent être accessibles facilement par un chariot élévateur ou autre engin mécanique afin d'alimenter journalièrement les zones d'assemblage. Ainsi, il est nécessaire d'avoir une zone de stockage proche de la zone d'assemblage.

Les composants électriques, onduleurs, transformateurs, câbles, doivent être protégés des intempéries.

Zone d'assemblage et de lancement :

Selon les technologies, la zone de lancement et la zone d'assemblage sont les mêmes. La majorité des technologies nécessitent une zone de prémontage pour effectuer certaines opérations préliminaires. En revanche, l'assemblage final se fait tout le temps sur la zone de lancement. Ainsi, pour optimiser les opérations ces deux zones sont proches.

La plateforme de lancement permet de mettre à l'eau facilement les flotteurs. Pour des cadences élevées, cela correspond à des dimensions de plateforme de lancement de 50 à 70 mètres parallèlement à la berge, et d'une profondeur de 15 mètres au minimum, allant jusqu'à 30 mètres.

Par ailleurs, il est courant d'avoir une plateforme de lancement inclinée entre 5 et 15 degrés.

La rampe de lancement doit être construite pendant la campagne de préparation du terrain. Il est coutume d'avoir un revêtement de protection type géotextile ou bois afin de protéger les flotteurs de toute dégradation et de faciliter les opérations de mise à l'eau.

Selon les contraintes de site, cet espace temporaire doit souvent être remis en état à la fin du chantier.

Pour Parnac, une unique zone d'assemblage et de lancement est suffisante pour installer 5 MWc dans un planning convenable.

Note :

Il est important de noter qu'un site ne correspondant pas à ces critères devra faire l'objet d'une étude spécifique afin d'optimiser la dimension des unités à mettre à l'eau.

Zone de manœuvrabilité et d'amarrage des bateaux :

En face de la zone de lancement, le plan d'eau doit avoir une zone suffisamment grande pour permettre de remorquer et manipuler les unités flottantes.

Des pontons permettant de sécuriser l'amarrage des bateaux d'installation ainsi que leurs opérations de chargement d'équipements, matériels ou opérateurs sont à prévoir.

Une cale de mise à l'eau pour la flotte d'installation ainsi que pour les secours est souvent un prérequis supplémentaire.

Base vie :

La base vie est identique à des projets au sol :

- Salle de pause
- Vestiaires
- Sanitaires
- Salles de réunion et bureaux nécessaires à la suivie de chantier

7.1.2 MOYENS HUMAINS ET MATERIELS

Pour chaque phase du chantier les équipes doivent être préparées et formées à un environnement aquatique, les postes de travail identifiés et les règles de sécurité strictes. (port du gilets, bouées de sauvetage à disposition, défibrillateurs,...).

Quelques prérequis sur les équipes et compétences sur site :

- Une équipe d'assemblage au sol des flotteurs et modules
- Une équipe électrique de câblage
- Une équipe marine, réalisant les phases d'installation du système d'ancrage ainsi que le remorquage et la connexion quotidienne des flotteurs à leur position définitive
 - Pilotes
 - Marins
 - Plongeurs (optionnel)

Comme tout chantier, des véhicules spécifiques à la logistique (chariots élévateurs ou télescopiques, remorques), ainsi que des engins de travaux (grue, chargeuse-pelleteuse).

Il est possible d'éviter la mobilisation de groupe électrogènes en utilisant des panneaux de la future centrale pour alimenter les besoins électriques du chantier.

Les équipements nécessaires communs à tous les projets :

- Des bateaux de support, type semi-rigides pour le remorquage des îlots et le transport des équipes sur le plan d'eau
- Un moyen nautique dédié au remorquage, positionnement et installation des ancres. Selon le type d'ancre et les requis techniques et de coût du projet, cela peut être une barge plate, un multi-cat ou bien une barge temporaire fabriquée pour l'occasion.
- Des treuils pour le positionnement et la pause des ancres. Pouvant servir pour la mise à l'eau des flotteurs.
- Un système de positionnement satellite
- Une grue de chargement des ancres et équipements
- Des engins terrestres de chantier

7.2 ENJEUX LOCAUX

Les requis techniques généraux décrits dans la section précédente sont à adapter à chaque site. En effet, les contraintes techniques doivent être complétées avec les contraintes environnementales, sociales et de propriété notamment. Pour Parnac, une première compréhension des enjeux est décrite dans les section suivantes afin de proposer un plan préliminaire du chantier possible.

7.2.1 ACCES AU SITE

L'accès au site se fera par la route départementale D36 située à la limite Nord de la propriété. Une sortie de l'autoroute A20 se situe à moins de 10 km. Ainsi il n'y aura aucun besoin particulier de travaux ou d'autorisation pour accéder à l'entrée du site.



Figure 12: Accès au site

7.2.2 LIMITES DE PROPRIETE

Les zones du chantier doivent respecter le bail accordé au Client (en orange dans la figure ci-dessous).

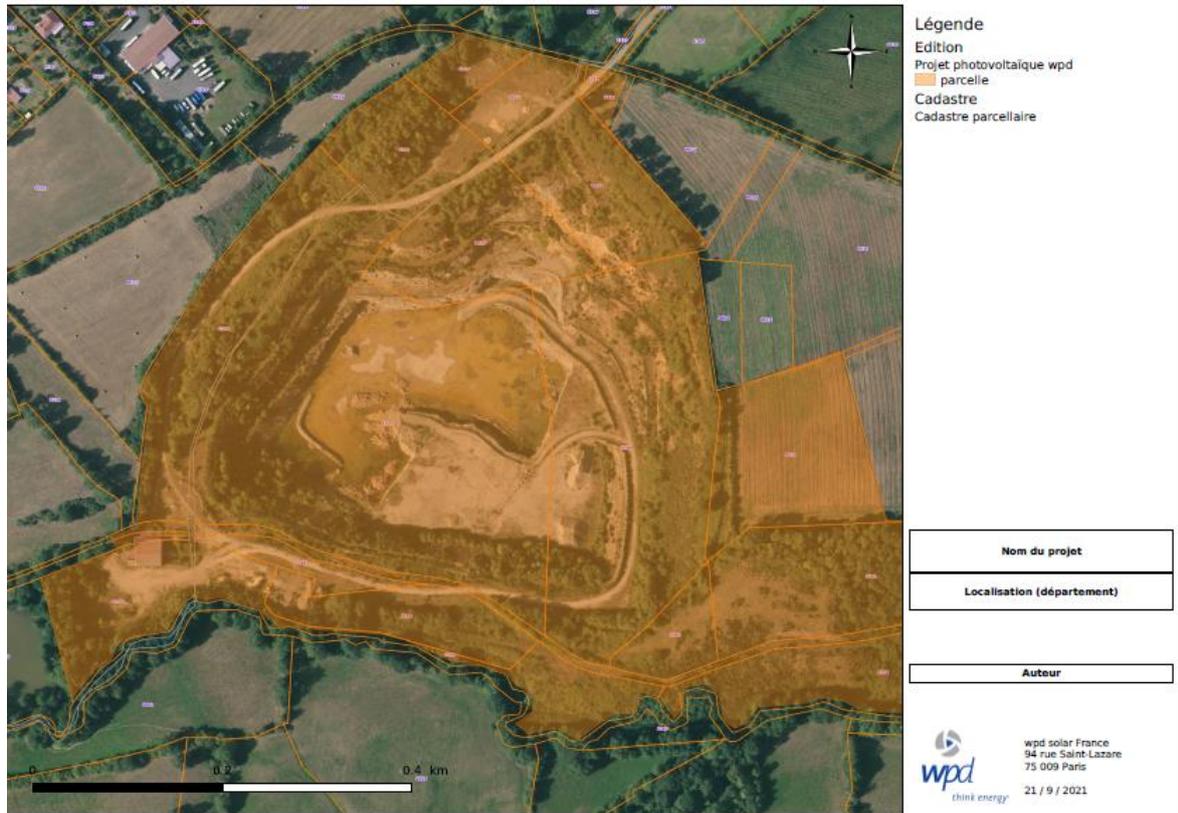


Figure 13: Limite des parcelles du bail (en orange)

De ces limites, on se rend compte que l'accès à la carrière via la route d'exploitation déjà existante (contournement par l'Ouest du lac) est la meilleure solution. Il conviendra d'assurer une zone de retournement ainsi qu'un revêtement adapté au passage d'engins de chantier.

De plus plusieurs zones semblent planes et adaptées pour recevoir les zones de chantier. Ces dernières seront déterminées après la revue des enjeux environnementaux dans la section suivante.

7.2.3 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

Il est à noter que les berges Ouest et Nord sont à très forts enjeux ainsi que la zone Sud-Est où il est souhaitable de ne pas placer de zones chantier.

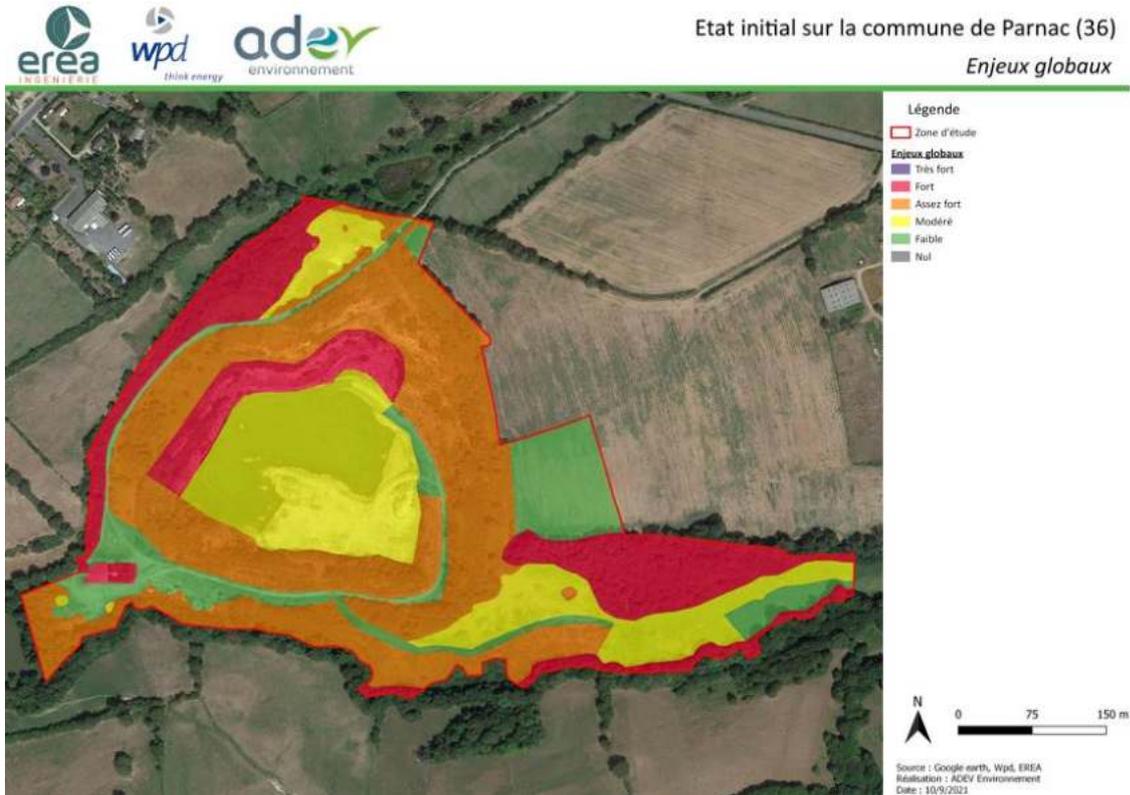


Figure 14 : Carte des enjeux environnementaux

Les 2 parcelles agricoles ainsi que la berge sud semblent être les zones de chantier les moins impactantes.

7.2.4 TOPOGRAPHIE

Alors que les berges Nord et Ouest sont beaucoup trop pentues, la berge sud semble avoir une pente plus faible.

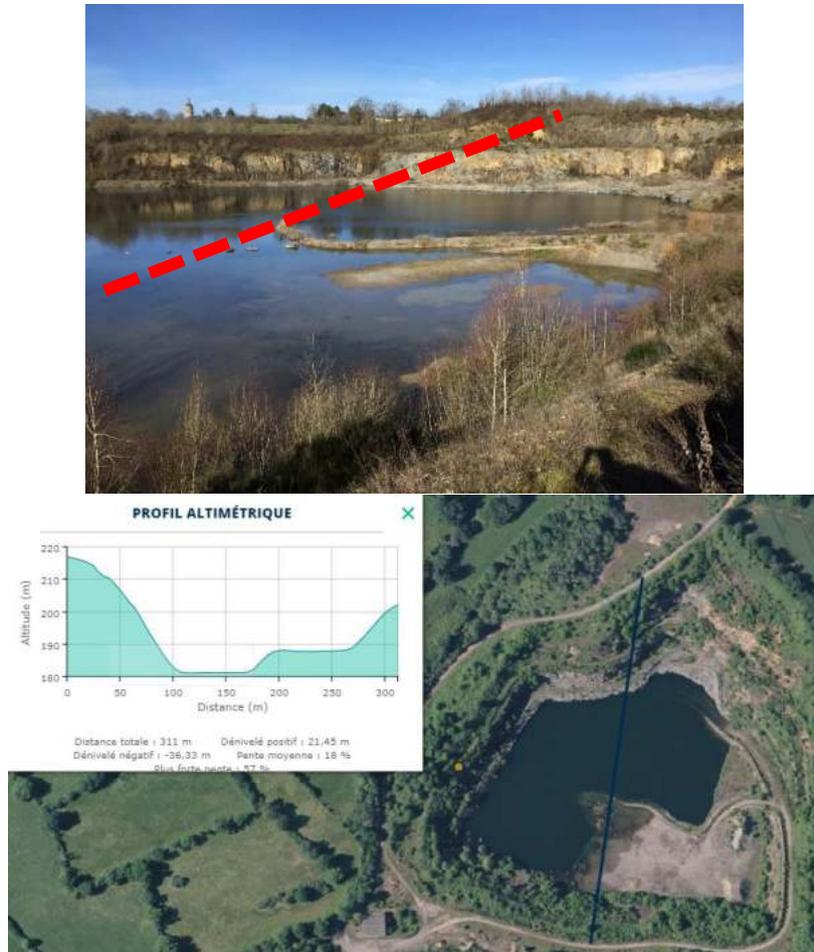


Figure 15: Berges Nord et Ouest + profil altimétrique coupe rouge pointillé

Lorsque le niveau d'eau prévu lors du chantier (200m NGF) sera atteint, les berges Nord et Ouest nécessitent un terrassement sur 20 mètres de hauteur alors que la berge Sud nécessitera seulement 2-3 mètres.

7.3 PLAN PRELIMINAIRE DE LA ZONE DE CHANTIER

Au vu des requis techniques et des enjeux, avoir une unique zone de 1.5 Ha pour contenir le stockage de tous les équipements en même temps semble difficile.

Un approvisionnement en flux tendu au fil du chantier pourrait permettre d'utiliser une unique zone plus réduite. Toutefois, cette stratégie peut être compliquée à mettre en place d'un point de vue d'approvisionnement pour un chantier de seulement 5 MWc. Une autre solution serait de mobiliser plusieurs zones de stockage, étant des parcelles agricoles :

- Parcelle à l'Est : 0024 → environ 1 Ha plat
- Parcelles au Nord-ouest : 0110-0111-0112 → 0.5 à 1 Ha plat



Figure 16: Zones de stockage identifiées (2 parcelles agricoles de 1 Ha en bleu et 00.5-1 Ha en mauve)

Pour la zone d'assemblage et de mise à l'eau, la berge Sud est la solution envisagée. Elle permet de limiter les contraintes environnementales, comporte un accès facile, nécessite peu de terrassement. La zone sera légèrement éloignée des zones de stockage, ce qui peut ralentir certaines opérations.



Figure 17: Zone d'assemblage. Théorique en haut et réelle en bas

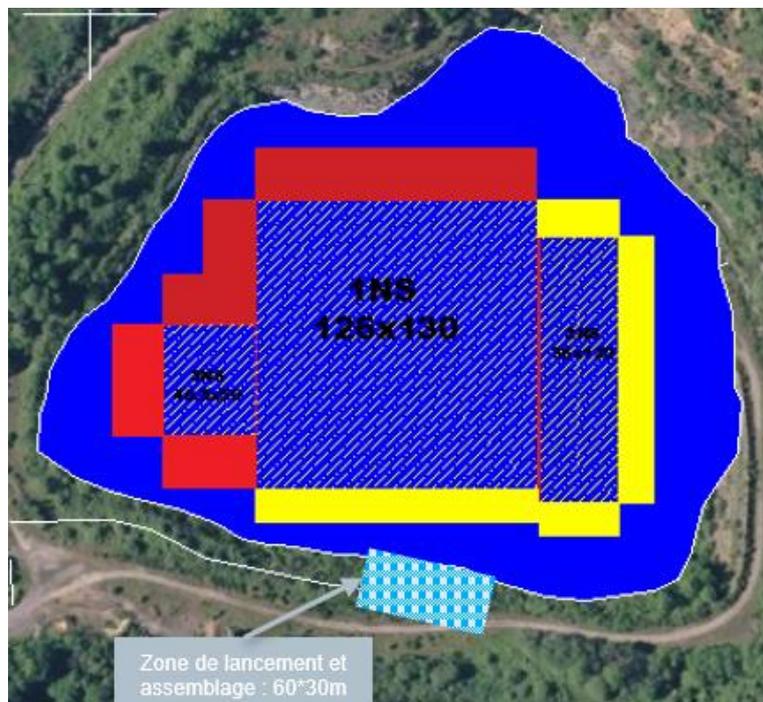


Figure 18: Zone d'assemblage et de lancement proposée (60m*30m) – Zone bleue = plan d'eau à 200m NGF, estimé à partir des lignes de niveau [2] – Zone hachurée = îlot solaire – Zone rouge = Zone d'ancrage à 22.5m de l'îlots – Zone jaune = Zone d'ancrage à 14.5m de l'îlot.

7.4 PLANNING D'INSTALLATION

Une phase préliminaire de préparation du site est nécessaire mais non décrite ici : préparation des zones de chantier, sécurisation du site, terrassement et accès.

7.4.1 PHASE 1 : INSTALLATION DES ANCRÉS

Il convient généralement que la phase d'installation des ancrés soit terminée avant le début des mises à l'eau des îlots. Cela permet d'utiliser les ancrés déjà installés pour sécuriser les îlots et d'éviter la multiplication des interfaces et acteurs sur site.

La procédure d'installation des ancrés et les équipements associés sont très dépendants du type d'ancre. Pour ce projet, l'ancrage en berge étant exclu, les ancrés seront installés en fond de bassin, et des moyens nautiques spécifiques seront à déployer. Pour un projet de puissance réduite comme celui-ci, la mobilisation d'un moyen de pose lourd permettant une cadence élevée n'est pas nécessaire. Il convient donc de prévoir la mobilisation ou la fabrication d'une petite barge. Sans moyen de pose adapté, il conviendra de mobiliser une équipe de plongeurs professionnels.

Les étapes principales sont les suivantes :

- Préparation des lignes, ancrés et connexions
- Chargement des lignes et ancrés sur la barge d'installation
- Positionnement du bateau via GPS
- Stabilisation du bateau
- Descente de l'ancre, contrôle par plongeur si nécessaire



Figure 19: Petite barge d'installation (source: SERIS)

Ci-dessus, un exemple de barge d'installation de corps morts. La cadence d'assemblage est faible mais son coût de mobilisation aussi.

7.4.2 PHASE 2 : ASSEMBLAGE DES FLOTTEURS ET MODULES PV

Une fois les composants livrés, vérifiés et stockés, la phase d'assemblage peut commencer. Un maximum d'opérations doit se faire sur la zone de montage. Les dimensions de la zone de mise à l'eau vont influencer sur le nombre de postes de travaux et la cadence d'assemblage.

Généralement, la zone d'assemblage regroupe une zone de prémontage, où les panneaux sont préparés, un premier câblage effectué et la structure des flotteurs assemblée. Ensuite,

le montage final des modules PV avec la structure et les flotteurs se fait sur la zone de lancement. L'assemblage se fait généralement string par string jusqu'à obtenir une unité flottante suffisamment conséquente (par exemple une boîte de jonction entre 250 et 500 kW) pour la mettre à l'eau.

Chaque technologie fournit un manuel résumant procédures et opérations de montage.

Une fois les composants livrés et la zone d'assemblage prête, l'assemblage des structures flottantes peut démarrer.

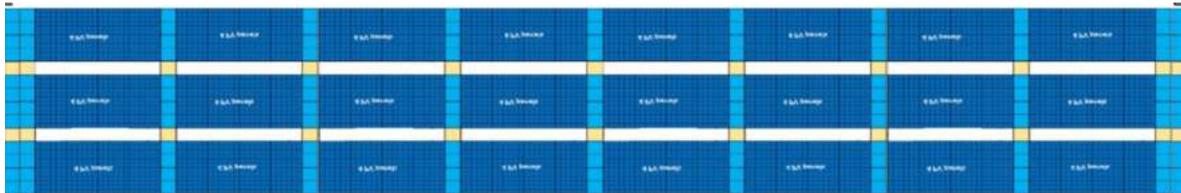


Figure 20 : String de panneaux formant une boîte de jonction (40 m * 10 m), Source : NRG

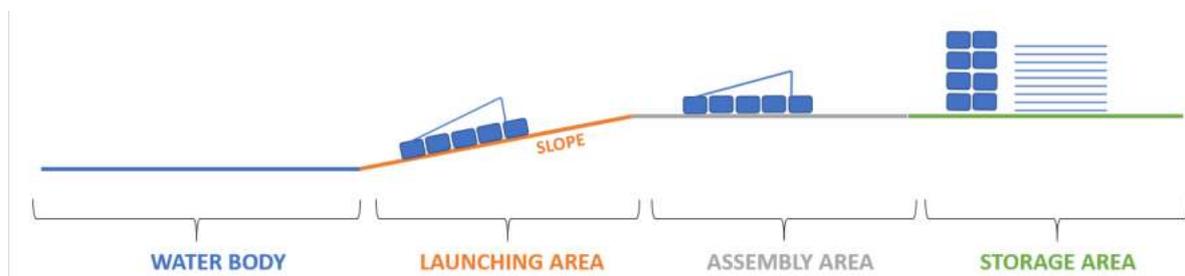


Figure 21 : Zone d'assemblage et de lancement

7.4.3 PHASE 3 : OPERATIONS SUR LE PLAN D'EAU ET CONNEXION DES FLOTTEURS AVEC LE SYSTEME D'ANCRAGE

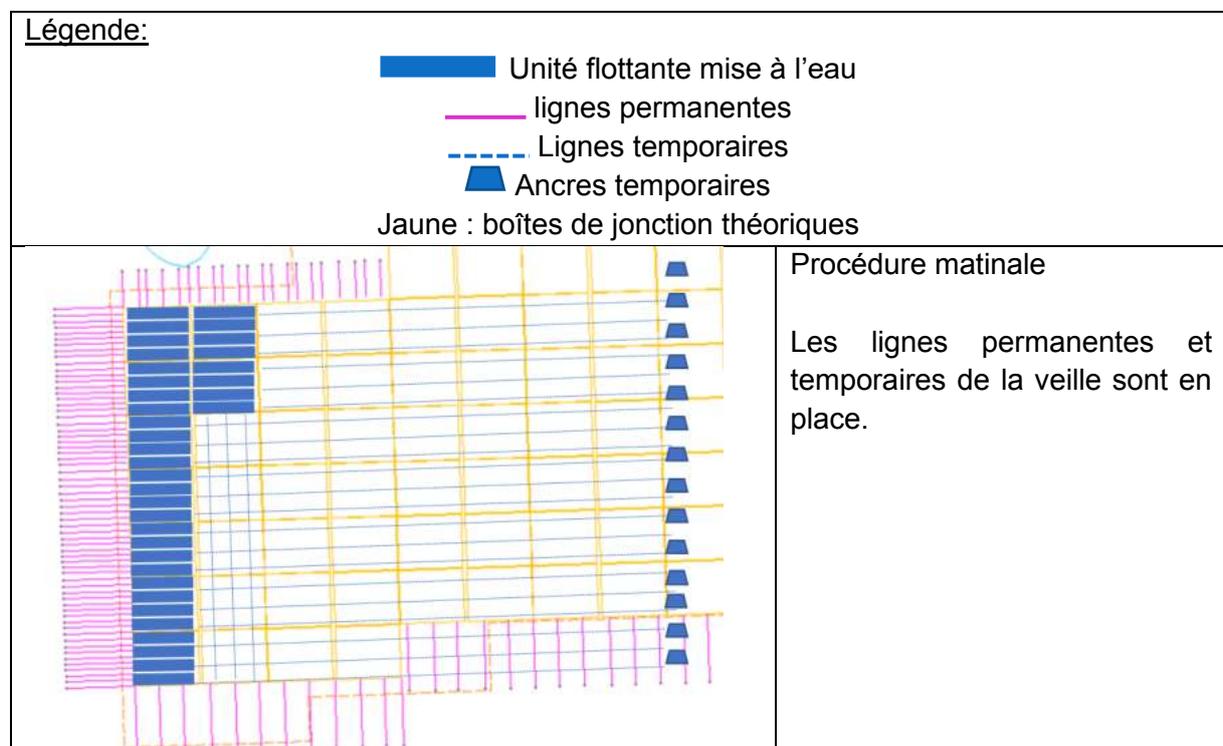
Après chaque mise à l'eau, les îlots sont remorqués. Deux bateaux sont généralement utilisés pour faciliter le remorquage et la manœuvrabilité. La puissance de remorquage peut être un facteur limitant pour la taille des îlots mis à l'eau ou pour les conditions d'opérabilité (un vent trop important peut rendre impossible les opérations de remorquage).

Idéalement, les premiers îlots sont installés du côté où le vent dominant souffle. Cela permet de sécuriser nos îlots avec l'ancrage permanent sur les côtés où le vent souffle, et d'installer les îlots suivants sous le vent du premier.

Une fois un îlot connecté au précédent, l'ancrage permanent ne suffit pas : un système d'ancrage temporaire est nécessaire pour sécuriser certains côtés. Ce système ne doit pas être négligé et est responsable de la majorité des accidents récents. Une procédure détaillée déterminant le nombre de lignes temporaires selon les conditions de vent, leurs positions, leur procédure d'installation ainsi que les ancres à mobiliser est à définir par une étude dédiée.

Un vent d'opérabilité au-delà duquel les opérations sur l'eau sont considérées comme dangereuses est à définir. Un suivi des données météorologiques via des mesures sur site ou un abonnement météoFrance est primordial afin d'anticiper la sécurisation temporaire.

La sécurisation journalière via des lignes temporaires implique la définition de procédures claires afin d'éviter des croisements entre les lignes.



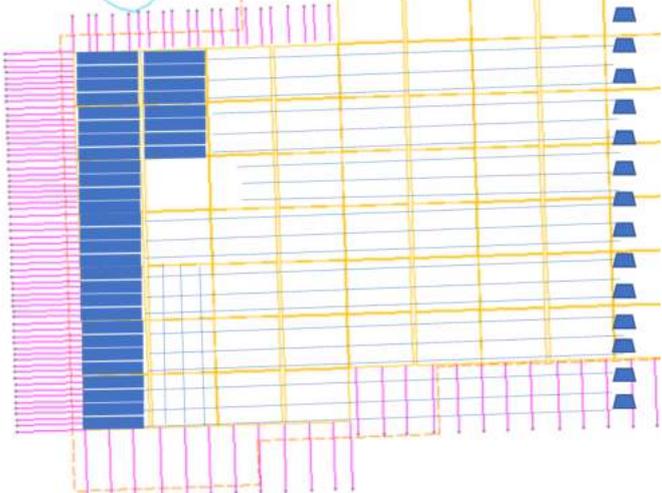
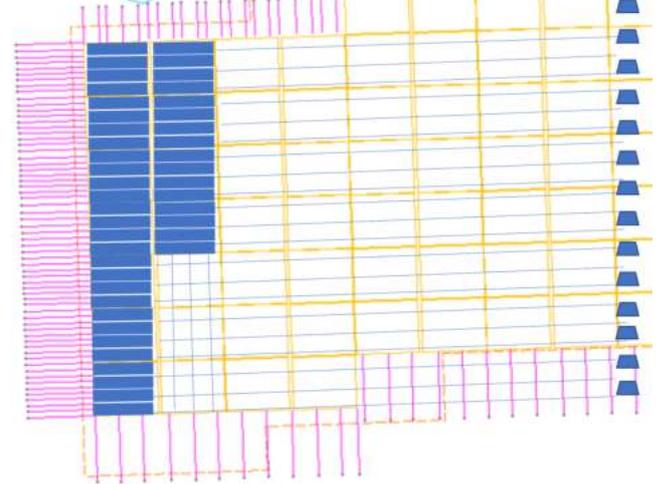
	<p>La première étape consiste à déconnecter les lignes de façon ordonnée. Le nombre de lignes à décrocher et leur ordre est à prévoir dans la procédure détaillée d'installation. Une attention particulière est à faire pour éviter que les lignes ne s'entremêlent. Une fois décrochées, il faut déplacer les lignes et ajuster leurs longueurs pour l'étape suivante.</p>
	<p>Les îlots sont remorqués les uns après les autres. Une fois la connection mécanique avec les îlots précédents effectuée, il convient d'attacher les nouvelles lignes permanentes, puis de récupérer les lignes temporaires nécessaires et de sécuriser nos îlots pour la nuit.</p>

Tableau 3: Gestion du système d'ancrage temporaire (exemple)

7.5 PLANNING DES OPERATIONS

Le planning des opérations décrit dans cette section reflète une interprétation des enjeux de site à un stade préliminaire, pour mieux comprendre les enjeux. Il ne saurait être utilisé à des fins d'estimations de coûts.

Les hypothèses principales sont les suivantes:

- Temps de travail 5 jours par semaine, 7 heures par jour
- Cadence d'installation des ancrs : 10 ancrs par jour
- Nombre de lignes et ancrs définies dans la section 5.4.3.
- Opérabilité maximale lorsque le vent est inférieur à 50 km/h, soit 95 % du temps en été.
- Cadence d'assemblage : une mise à l'eau par jour, correspondant à 250 kWp. Ce sont des cadences pouvant varier fortement d'une technologie à l'autre et selon la zone de mise à l'eau.
- L'assemblage sur l'eau est en flux tendu par rapport aux mises à l'eau

Planning Préliminaire:

Phases \ Planning	M1				M2				M3				M4				M5				M6	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2																
Précampagne																						
Nettoyage, sécurisation Préparation des accès Préparation des zones de stockage et de lancement																						
Mobilisation des équipements																						
2 bateaux de travail (semi-rigide) _ <i>Transit jusqu'au site</i>																						
2 bateaux de travail (semi-rigide) _ <i>Démobilisation</i>																						
Construction / montage de la barge d'installation																						
Déconstruction / démontage de la barge d'installation																						
Fourniture des équipements																						
Phase 1 Installation des ancre																						
Phase 2 Assemblage et mise à l'eau																						
Phase 3 Opérations sur le plan d'eau																						
Livraison																						
Post installation recollement (relevé positionnement du système d'ancrage, des flotteurs, inspection connections et structure, et mise en service)																						
Campagne post-installation, remise en l'état du site																						

8.0 CAPEX

Cette section résume toutes les hypothèses et résultats d'estimation des coûts relatifs aux lignes d'ancrages et aux flotteurs. Les hypothèses sont considérées comme appropriées au stade préliminaire mais devront être réexaminées aux étapes de conception ultérieures.

La méthode suggérée combine une approche "TOP-DOWN" sur les coûts historiques et une approche "BOTTOM-UP" sur la quantification des coûts de production.

L'approche TOP-DOWN est basée sur :

- Données disponibles en interne via des projets précédents d'INNOSEA
- Données accessibles au public (indicateurs spécifiques au marché, publications de l'industrie, recherche papiers, etc.)

L'approche Bottom-Up s'est appuyée sur l'expertise des achats industriels et l'estimation des coûts.

Cette méthode permet donc une première estimation du CAPEX du système d'ancrage. Cependant, il existe quelques limitations à la méthode :

- Les coûts sont extraits de données non contractuelles et non spécifiques aux contraintes de site éventuelles
- Les coûts suivants sont exclus de l'estimation :
 - Transport de pièces sur site
 - Surcoût lié à une accessibilité réduite du moyen nautique d'installation
 - Assemblage des flotteurs et modules
 - Mise à l'eau et installation sur l'eau des flotteurs
 - Taxes et assurances
 - Pièces de rechange

Des incertitudes sur les coûts de 10 % sont inclus. Les incertitudes sur les quantités ne sont pas prises en compte alors qu'ils peuvent être un facteur important pour le CAPEX.

8.1 RAPPEL DE LA NOMENCLATURE PRÉLIMINAIRE DU SYSTÈME D'ANCRAGE

Le dimensionnement préliminaire des lignes d'ancrage vu dans la section 5.0 est basé sur les hypothèses suivantes :

- Charge maximale admissible à chaque point d'accroche de ligne sur le flotteur
 - Famille 2 : 11 kN
- La mutualisation de deux lignes sur un point d'ancrage est considérée comme faisable à ce stade sur la quasi-totalité des lignes
- La contribution des vagues n'est pas significative et ne change pas le nombre de lignes nécessaire
- Les efforts de courants sont négligés (pas d'inondation ni de surverse)
- Pour cette étude, des panneaux de 650W ont été considérés
 - La densité de panneaux de 650 Wp par hectare est considérée comme identique à la densité actuelle valable pour des panneaux de 450 Wp au maximum. Ainsi, on fait l'hypothèse que les panneaux d'ici 5-10 ans auront la même dimension mais plus puissants

Les résultats du dimensionnement du système d'ancrage pour la famille de flotteurs 2 sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Element	NRG – Famille 2
Longueur de lignes (m)	4 762
Nb de lignes	178
Nb d'ancres	93
MW avec panneaux 650Wc	5.0
Nb Ancre /MW	18.6

Tableau 4: Système d'ancrage préliminaire, nomenclature résumée

Les caractéristiques de chaque famille de flotteurs utilisées pour le dimensionnement d'ancrage sont des caractéristiques génériques, adaptées à ce stade de développement du projet et non spécifiques à une technologie de flotteur en particulier. Elles concernent la géométrie et l'orientation des panneaux, la géométrie des flotteurs et la densité de panneaux pour la ferme solaire.

NRG	Caractéristiques	values
Panneaux PV	Mode	Portrait
	Orientation	Sud
	Inclinaison (deg)	11
Système d'ancrage	Tension max par ligne (kN)	11
	Mutualisation	Partout
Flotteurs + structure	Tirant d'eau (cm)	10
	Type	Flotteurs + structure
	Matériaux	HDPE + Alu

Tableau 5: Description des familles

8.2 HYPOTHÈSES POUR L'ESTIMATION DES COÛTS

Cette section résume les différentes hypothèses considérées pour l'estimation des coûts. Ces hypothèses sont adaptées pour un stade préliminaire du projet mais devront être raffinées pour des stades de développement plus avancés :

- Estimation basée sur des coûts du marché européen.
- Estimation sur la fourniture des éléments du système d'ancrage basée sur l'expérience d'INNOSEA relatives à de précédents projets solaires flottants.
- Coûts Ex-Work :
 - Coûts de transport non considérés
 - Taxes et douanes exclus

Une incertitude de 10% est à inclure en plus sur ces estimations. De plus, il est important de rappeler que cette estimation se base elle aussi sur un résultat préliminaire. Deux grandes sources d'incertitudes sont à noter :

- Le nombre de ligne à prévoir.
- Les conditions de site et particulièrement de sol pouvant amener des surcoûts de d'installation.

Les coûts de transport des lignes d'ancrage et des ancrs sont largement dépendants du lieu de production.

L'installation ne fait pas partie des coûts de ce CAPEX préliminaire. Pour l'assemblage des panneaux, des flotteurs et leur mise à l'eau, l'estimation du CAPEX requiert une étude plus poussée des solutions techniques à mettre en place.

8.3 RESULTAT CAPEX

L'estimation des coûts de fourniture présentée se limite aux éléments suivants :

- Flotteurs et sous-structures (transport inclus)
- Éléments des lignes d'ancrage Ex-Work (coûts de transport et de douanes exclus)
 - Type de matériau et sections adaptées à famille
 - Éléments d'accastillage nécessaires
- Ancres
 - Fourniture Ex-Work

Diverses hypothèses sur les coûts des flotteurs et des éléments constituant le système d'ancrage sont considérées, basées sur des données publiques et l'expérience d'INNOSEA relatives à de précédents projets solaires flottants.

L'objectif est d'évaluer les coûts de fourniture pour les éléments présentés précédemment pour la famille de flotteurs retenue NRG Energia

Éléments	Coût (k€)	Cout (c€/Wp)
Ancres		
Lignes ancrage		
Flotteur et Structure		
Total		

Tableau 6: Estimatif du CAPEX

APPENDIX A: PLAN D'IMPLANTATION

Le plan d'implantation est fournis en annexe au format dwg et pdf. Ce plan intègre la position des îlots et des zones d'ancrage ainsi que les informations principales sur le projet (puissance totale installée, surface des îlots, etc.).



D1-I-FR-R10-992-PARNAC Plan Implantation_Rev00.dwg



D1-I-FR-R10-992-PARNAC Plan Implantation_Rev00.pdf