

Demande d'examen au cas par cas préalable à la réalisation éventuelle d'une évaluation environnementale

Article R. 122-3 du code de l'environnement

Ce formulaire sera publié sur le site internet de l'autorité environnementale
Avant de remplir cette demande, lire attentivement la notice explicative

Cadre réservé à l'autorité environnementale

Date de réception :

20/02/2022

Dossier complet le :

20/02/2022

N° d'enregistrement :

2022-12250

1. Intitulé du projet

PALAINNE - BRN1

2. Identification du (ou des) maître(s) d'ouvrage ou du (ou des) pétitionnaire(s)

2.1 Personne physique

Nom

Prénom

2.2 Personne morale

Dénomination ou raison sociale

VENTELYS ENERGIES PARTAGEES

Nom, prénom et qualité de la personne
habilitée à représenter la personne morale

CYRIL DESREUMAUX

RCS / SIRET

8 3 2 7 8 2 0 6 4 0 0 0 2 2

Forme juridique

SAS

Joignez à votre demande l'annexe obligatoire n°1

3. Catégorie(s) applicable(s) du tableau des seuils et critères annexé à l'article R. 122-2 du code de l'environnement et dimensionnement correspondant du projet

N° de catégorie et sous catégorie	Caractéristiques du projet au regard des seuils et critères de la catégorie (Préciser les éventuelles rubriques issues d'autres nomenclatures (ICPE, IOTA, etc.))
30. Ouvrages de production d'électricité à partir de l'énergie solaire.	Installations sur serres et ombrières d'une puissance égale ou supérieure à 250 kWc.

4. Caractéristiques générales du projet

Doivent être annexées au présent formulaire les pièces énoncées à la rubrique 8.1 du formulaire

4.1 Nature du projet, y compris les éventuels travaux de démolition

Ombrière photovoltaïque située sur une réserve de substitution à étanchéité artificielle (géomembrane) sur la commune de Bresdon.

4.2 Objectifs du projet

Production d'énergie renouvelable à partir de l'énergie du soleil.
Utilisation de la structure pour réduire l'évaporation de l'eau stockée.
Valorisation d'une surface impactée.

4.3 Décrivez sommairement le projet

4.3.1 dans sa phase travaux

La phase travaux du projet est organisée de manière à ne pas endommager la réserve sur laquelle repose l'ombrière.
La phase travaux aura lieu pendant la période de niveau d'eau minimum (été/automne).
Les fondations de la structure de l'ombrière seront fixées dans le substratum rocheux sous la géomembrane.
L'étanchéité sera assurée par l'ajout d'un deuxième géomembrane au niveau de la fondation.
Les panneaux photovoltaïques seront fixés sur des tables d'une douzaine de panneaux, elles-mêmes fixées sur des poutres en I.
Les poutres en I reposeront en partie sur des piliers de soutien et sur le tour de ronde de la réserve.
Des câbles aciers traverseront la réserve à différents endroits et prendront ancrage à l'extérieur de la réserve au niveau du sol naturel. Ces câbles traverseront les digues dans des fourreaux dédiés au niveau de la bande de roulement.
La base vie pendant les travaux sera en partie à l'extérieur de la réserve et en partie sur un radeau se déplaçant aux différents endroits stratégiques.
La durée des travaux est estimée à 3 mois ce qui correspond à la période "basses eaux" de la réserve.

4.3.2 dans sa phase d'exploitation

La durée d'exploitation attendue sera de 30 ans à compter de la mise en service.
En phase d'exploitation, aucune présence humaine permanente n'est nécessaire. Néanmoins, l'exploitation et la maintenance de l'ombrière et tous les éléments électriques associés sera possible tout au long de l'année. Il sera possible de se déplacer sur les structures et d'avoir accès aux fondations pour les contrôles d'étanchéité. L'accès au câblage extérieur et fondations se fera depuis l'extérieur de la réserve et le tour de garde.

De plus, l'ouvrage est conçu pour permettre l'exploitation de la réserve. En effet, il sera possible de cheminer sur les digues et d'accéder au fond de la réserve. L'ombrière ne remettra pas en cause la stabilité de la digue et l'étanchéité de la réserve (des contrôles réguliers seront réalisés) pendant toute la durée de vie du projet. Pendant toute la phase d'exploitation, le projet permettra également de limiter l'évaporation de l'eau contenue dans la réserve.

4.4 A quelle(s) procédure(s) administrative(s) d'autorisation le projet a-t-il été ou sera-t-il soumis ?

La décision de l'autorité environnementale devra être jointe au(x) dossier(s) d'autorisation(s).

Permis de construire

4.5 Dimensions et caractéristiques du projet et superficie globale de l'opération - préciser les unités de mesure utilisées

Grandeurs caractéristiques	Valeur(s)
Surface d'eau de la réserve au dessus de laquelle le projet sera installée	1,3 ha
Puissance installée	2,0 MW
Distance maximale entre deux poutres	15 m
Hauteur des structures en l	33 cm
Inclinaison des panneaux photovoltaïques	10 °
Hauteur de la table photovoltaïque	63 cm
Distance minimale entre le niveau d'eau et la poutrelle	1 m

4.6 Localisation du projet

Adresse et commune(s)
d'implantation

Commune :
Bresdon

Lieu dit :
Les Renclos

Parcelles :
000 ZP 4

Coordonnées géographiques¹

Long. 0 0° 0 8 ' 5 9 " 94O Lat. 4 5 ° 5 3 ' 1 2 " 68N

Pour les catégories 5° a), 6° a), b) et c), 7° a), 9° a), 10°, 11° a) et b), 22°, 32°, 34°, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement :

Point de départ :

Long. _ ° _ ' _ " _ Lat. _ ° _ ' _ " _

Point d'arrivée :

Long. _ ° _ ' _ " _ Lat. _ ° _ ' _ " _

Communes traversées :

Joignez à votre demande les annexes n° 2 à 6

4.7 S'agit-il d'une modification/extension d'une installation ou d'un ouvrage existant ?

Oui ☒

Non ☐

4.7.1 Si oui, cette installation ou cet ouvrage a-t-il fait l'objet d'une évaluation environnementale ?

Oui ☐

Non ☒

Le projet vient se superposer sur la réserve de substitution construite en 2000. Il n'y avait pas d'évaluation environnementale au sens du code de l'environnement actuel.

4.7.2 Si oui, décrivez sommairement les différentes composantes de votre projet et indiquez à quelle date il a été autorisé ?

¹ Pour l'outre-mer, voir notice explicative

5. Sensibilité environnementale de la zone d'implantation envisagée

Afin de réunir les informations nécessaires pour remplir le tableau ci-dessous, vous pouvez vous rapprocher des services instructeurs, et vous référer notamment à l'outil de cartographie interactive CARMEN, disponible sur le site de chaque direction régionale.

Le site Internet du ministère de l'environnement vous propose un regroupement de ces données environnementales par région, à l'adresse suivante : <http://www.developpement-durable.gouv.fr/-Les-donnees-environnementales-.html>.

Cette plateforme vous indiquera la définition de chacune des zones citées dans le formulaire.

Vous pouvez également retrouver la cartographie d'une partie de ces informations sur le site de l'inventaire national du patrimoine naturel (<http://inpn.mnhn.fr/zone/sinp/espaces/viewer/>).

Le projet se situe-t-il :	Oui	Non	Lequel/Laquelle ?
Dans une zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique de type I ou II (ZNIEFF) ?	☒	☐	ZNIEFF de type 2 - "PLAINES DE NERE A GOURVILLE"
En zone de montagne ?	☐	☒	
Dans une zone couverte par un arrêté de protection de biotope ?	☐	☒	
Sur le territoire d'une commune littorale ?	☐	☒	
Dans un parc national, un parc naturel marin, une réserve naturelle (nationale ou régionale), une zone de conservation halieutique ou un parc naturel régional ?	☐	☒	
Sur un territoire couvert par un plan de prévention du bruit, arrêté ou le cas échéant, en cours d'élaboration ?	☐	☒	
Dans un bien inscrit au patrimoine mondial ou sa zone tampon, un monument historique ou ses abords ou un site patrimonial remarquable ?	☐	☒	

Dans une zone humide ayant fait l'objet d'une délimitation ?	☐	☒	
Dans une commune couverte par un plan de prévention des risques naturels prévisibles (PPRN) ou par un plan de prévention des risques technologiques (PPRT) ? si oui, est-il prescrit ou approuvé ?	☐	☒	
Dans un site ou sur des sols pollués ?	☐	☒	
Dans une zone de répartition des eaux ?	☒	☐	
Dans un périmètre de protection rapprochée d'un captage d'eau destiné à la consommation humaine ou d'eau minérale naturelle?	☐	☒	
Dans un site inscrit ?	☐	☒	
Le projet se situe-t-il, dans ou à proximité :	Oui	Non	Lequel et à quelle distance ?
D'un site Natura 2000 ?	☒	☐	Natura 2000 ZPS - FR5412024 "PLAINE DE NÉRÉ À BRESDON"
D'un site classé ?	☐	☒	

6. Caractéristiques de l'impact potentiel du projet sur l'environnement et la santé humaine au vu des informations disponibles

6.1 Le projet envisagé est-il susceptible d'avoir les incidences notables suivantes ?

Veuillez compléter le tableau suivant :

Incidences potentielles		Oui	Non	De quelle nature ? De quelle importance ? <i>Appréciez sommairement l'impact potentiel</i>
Ressources	Engendre-t-il des prélèvements d'eau ? Si oui, dans quel milieu ?	☐	☒	
	Impliquera-t-il des drainages / ou des modifications prévisibles des masses d'eau souterraines ?	☐	☒	
	Est-il excédentaire en matériaux ?	☐	☒	
	Est-il déficitaire en matériaux ? Si oui, utilise-t-il les ressources naturelles du sol ou du sous-sol ?	☐	☒	
Milieu naturel	Est-il susceptible d'entraîner des perturbations, des dégradations, des destructions de la biodiversité existante : faune, flore, habitats, continuités écologiques ?	☐	☒	
	Si le projet est situé dans ou à proximité d'un site Natura 2000, est-il susceptible d'avoir un impact sur un habitat / une espèce inscrit(e) au Formulaire Standard de Données du site ?	☐	☒	

	Est-il susceptible d'avoir des incidences sur les autres zones à sensibilité particulière énumérées au 5.2 du présent formulaire ?	☐	☒	
	Engendre-t-il la consommation d'espaces naturels, agricoles, forestiers, maritimes ?	☐	☒	
Risques	Est-il concerné par des risques technologiques ?	☐	☒	
	Est-il concerné par des risques naturels ?	☒	☐	La commune de Bresdon est située en zone 3 de sismicité modérée.
	Engendre-t-il des risques sanitaires ? Est-il concerné par des risques sanitaires ?	☐ ☐	☒ ☒	
Nuisances	Engendre-t-il des déplacements/des trafics	☐	☒	
	Est-il source de bruit ? Est-il concerné par des nuisances sonores ?	☐ ☐	☒ ☒	

	Engendre-t-il des odeurs ? Est-il concerné par des nuisances olfactives ?	☐ ☐	☒ ☒	
	Engendre-t-il des vibrations ? Est-il concerné par des vibrations ?	☐ ☐	☒ ☒	
	Engendre-t-il des émissions lumineuses ? Est-il concerné par des émissions lumineuses ?	☐ ☐	☒ ☒	
Emissions	Engendre-t-il des rejets dans l'air ?	☐	☒	
	Engendre-t-il des rejets liquides ? Si oui, dans quel milieu ?	☐	☒	
	Engendre-t-il des effluents ?	☐	☒	
	Engendre-t-il la production de déchets non dangereux, inertes, dangereux ?	☐	☒	

Patrimoine / Cadre de vie / Population	Est-il susceptible de porter atteinte au patrimoine architectural, culturel, archéologique et paysager ?	☐	☒	
	Engendre-t-il des modifications sur les activités humaines (agriculture, sylviculture, urbanisme, aménagements), notamment l'usage du sol?	☐	☒	L'accès à l'intérieur de la réserve sera légèrement modifiée et le plan d'exploitation de la réserve sera défini en accord avec le propriétaire de la réserve. L'entretien des digues extérieures de la réserve sera également modifié contenu des câblages qui assureront la stabilité de l'ombrière.

6.2 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'être cumulées avec d'autres projets existants ou approuvés ?

Oui ☐ Non ☒ Si oui, décrivez lesquelles :

6.3 Les incidences du projet identifiées au 6.1 sont-elles susceptibles d'avoir des effets de nature transfrontière ?

Oui ☐ Non ☒ Si oui, décrivez lesquels :

6.4 Description, le cas échéant, des mesures et des caractéristiques du projet destinées à éviter ou réduire les effets négatifs notables du projet sur l'environnement ou la santé humaine (pour plus de précision, il vous est possible de joindre une annexe traitant de ces éléments) :

Aucun effet négatif notable de l'ombrière sur son environnement immédiat.
L'approche ERC est respectée dans la mesure où les impacts sont évités.

7. Auto-évaluation (facultatif)

Au regard du formulaire rempli, estimez-vous qu'il est nécessaire que votre projet fasse l'objet d'une évaluation environnementale ou qu'il devrait en être dispensé ? Expliquez pourquoi.

Ventelys considère que le projet d'ombrière ne doit pas faire l'objet d'une évaluation environnementale. En effet, cette ombrière se situe sur une réserve de substitution. Cette réserve est l'élément impactant majeur. L'impact complémentaire de l'ombrière sur ce site artificialisé n'est pas notable.

Par ailleurs, ce système d'ombrière permet de réduire l'effet du vent et l'action du soleil sur la surface d'eau et donc de réduire l'évaporation. L'impact global de l'ouvrage est donc positif.

8. Annexes

8.1 Annexes obligatoires

Objet		
1	Document CERFA n°14734 intitulé « informations nominatives relatives au maître d'ouvrage ou pétitionnaire » - non publié ;	☒
2	Un plan de situation au 1/25 000 ou, à défaut, à une échelle comprise entre 1/16 000 et 1/64 000 (Il peut s'agir d'extraits cartographiques du document d'urbanisme s'il existe) ;	☒
3	Au minimum, 2 photographies datées de la zone d'implantation, avec une localisation cartographique des prises de vue, l'une devant permettre de situer le projet dans l'environnement proche et l'autre de le situer dans le paysage lointain ;	☒
4	Un plan du projet <u>ou</u> , pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux catégories 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement un projet de tracé ou une enveloppe de tracé ;	☒
5	Sauf pour les travaux, ouvrages ou aménagements visés aux 5° a), 6° b) et c), 7°, 9°, 10°, 11°, 12°, 13°, 22°, 32, 38° ; 43° a) et b) de l'annexe à l'article R. 122-2 du code de l'environnement : plan des abords du projet (100 mètres au minimum) pouvant prendre la forme de photos aériennes datées et complétées si nécessaire selon les évolutions récentes, à une échelle comprise entre 1/2 000 et 1/5 000. Ce plan devra préciser l'affectation des constructions et terrains avoisinants ainsi que les canaux, plans d'eau et cours d'eau ;	☒
6	Si le projet est situé dans un site Natura 2000, un plan de situation détaillé du projet par rapport à ce site. Dans les autres cas, une carte permettant de localiser le projet par rapport aux sites Natura 2000 sur lesquels le projet est susceptible d'avoir des effets.	☒

Checklist Annexes obligatoires :

1	CERFA n°14734 joint au présent CERFA
2	Chapitre 1: Justificatif du projet, partie 1. A. "Localisation géographique du projet", carte 1
3	Chapitre 3: Notice paysagère, partie 2. "Photomontages du projet" carte 1 et parties 2.A. "Photomontage vue rapprochée" et 2.B "Photomontage vue éloignée" figures 4 et 5
4	Chapitre 1: Justificatif du projet, partie 1. B "Description technique" figures 1 et 2
5	Chapitre 1: Justificatif du projet, partie 1. A "Localisation géographique du projet" carte 2
6	Chapitre 2: Evaluation des incidences Natura 2000, partie II. 1, carte 3

8.2 Autres annexes volontairement transmises par le maître d'ouvrage ou pétitionnaire

Veillez compléter le tableau ci-joint en indiquant les annexes jointes au présent formulaire d'évaluation, ainsi que les parties auxquelles elles se rattachent

Objet
Chapitre 1 : Justificatif du projet Chapitre 2 : Visite de suivi naturaliste Chapitre 3 : Notice paysagère Chapitre 4 : Note d'évaporation Chapitre 5 : Contrôles de la géomembrane avant et après installation des panneaux photovoltaïques Chapitre 6 : Compatibilité SAGE et SDAGE Chapitre 7 : Compatibilité avec les documents d'urbanisme en vigueur Chapitre 8 : Compatibilité du projet d'ombrière avec l'étude d'incidence de la réserve

9. Engagement et signature

Je certifie sur l'honneur l'exactitude des renseignements ci-dessus



Fait à

RUEIL-MALMAISON

le, 20/02/2022

Signature



t sur le cadre ci-dessus



**Demande d'examen au cas par cas
préalable à la réalisation éventuelle
d'une évaluation environnementale**

Palainne – BRN1

Projet d'ombrière photovoltaïque
sur réserve de substitution
Bresdon (17)

Sommaire dossier de complément

- CHAPITRE 1 : JUSTIFICATIF DU PROJET
- CHAPITRE 2 : VISITE DE SUIVI NATURALISTE ET INCIDENCES NATURA 2000
- CHAPITRE 3 : NOTICE PAYSAGERE
- CHAPITRE 4 : NOTE D'EVAPORATION
- CHAPITRE 5 : CONTROLE DE LA GEOMENBRANNES
- CHAPITRE 6 : COMPATIBILITE SAGE ET SDAGE
- CHAPITRE 7 : COMPATIBILITE DOCUMENT D'URBANISME
- CHAPITRE 8 : COMPATIBILITE AVEC L'ETUDE D'INDCIDENCE

Les intervenants à ce dossier sont :

Chapitre 2 : Visite de suivi naturaliste	Calidris Environnement 46 rue de Launay 44260 LA MONTAGNE 02.51.11.35.90
Chapitre 3 : Note paysagère (photomontage)	Ventelys avec contribution de ATER Environnement
Chapitre 4 : Note d'évaporation	TAUW France SAS Parc tertiaire de Mirande 14 D Rue Pierre de Coubertin 21000 Dijon 07.60.64.25.72
Chapitre 5 : Contrôle de la Géomembrane	YGD Conseil 24 Rue de la Gargouillere, 44360 SAINT-ÉTIENNE-DE-MONTLUC 06.03.25.56.22



CHAPITRE 1 :

JUSTIFICATIF DU PROJET

Chapitre 1 : Justificatif du projet

Sommaire

1. Description du projet	2
A. Localisation géographique du projet	2
B. Description technique.....	4
C. Raccordement	6
2. Phase travaux	8
3. Phase d'exploitation	10
4. Justificatif du projet.....	10
Figure 1 Schéma de la structure (source : Ventelys).....	4
Figure 2 Schéma de la structure – vue de coupe (source : Ventelys)	5
Figure 3 Assemblage et positionnement d'une barge de levage sur rivière (source : www.locaponton.com).....	8
Figure 4 Travaux aériens sous un pont routier réalisé par un engin de levage sur une barge fluviale dimensionnée et stabilisée depuis la berge et les bords (source : www.locaponton.com)	8
Carte 1 Localisation de la réserve d'irrigation	2
Carte 2 Plan des abords du projet.....	3
Carte 3 Raccordement.....	7
Carte 4 Exemple des installations en phase travaux pour un projet d'ombrière sur réserve d'irrigation	9



Date : 20/12/2021

Localisation du projet
BRN1 - Palainne



 Emprise du projet
 Batiments
 Surface hydrographique

1:5 000

Carte 2 Plan des abords du projet

B. Description technique

Le projet d'ombrière photovoltaïque est constitué de tables photovoltaïques qui seront fixées sur des poutres en I, de câbles, d'onduleurs et d'un poste de livraison. Ces poutres reposeront en partie sur des poteaux d'appui en fond de réserve et sur le tour de ronde de la réserve au niveau de différents points d'ancrage. Des câbles aciers passeront le long des poutres et viendront prendre ancrage en autant de points à l'extérieur de la réserve au niveau du sol naturel. Ces câbles traverseront les digues dans des fourreaux dédiés au niveau de la bande de roulement. L'ouvrage sera fixe et ne reposera pas sur l'eau. Les tables seront de 9,42 m de long pour 3,35 m de large, elles seront inclinées à 10° et orientées en Est-Ouest. De cette façon, elles formeront des dômes qui couvriront l'ensemble de la réserve. En effet, l'entièreté de la partie étanchéifiée de la réserve d'irrigation sera utilisée pour la réalisation de cet ouvrage.

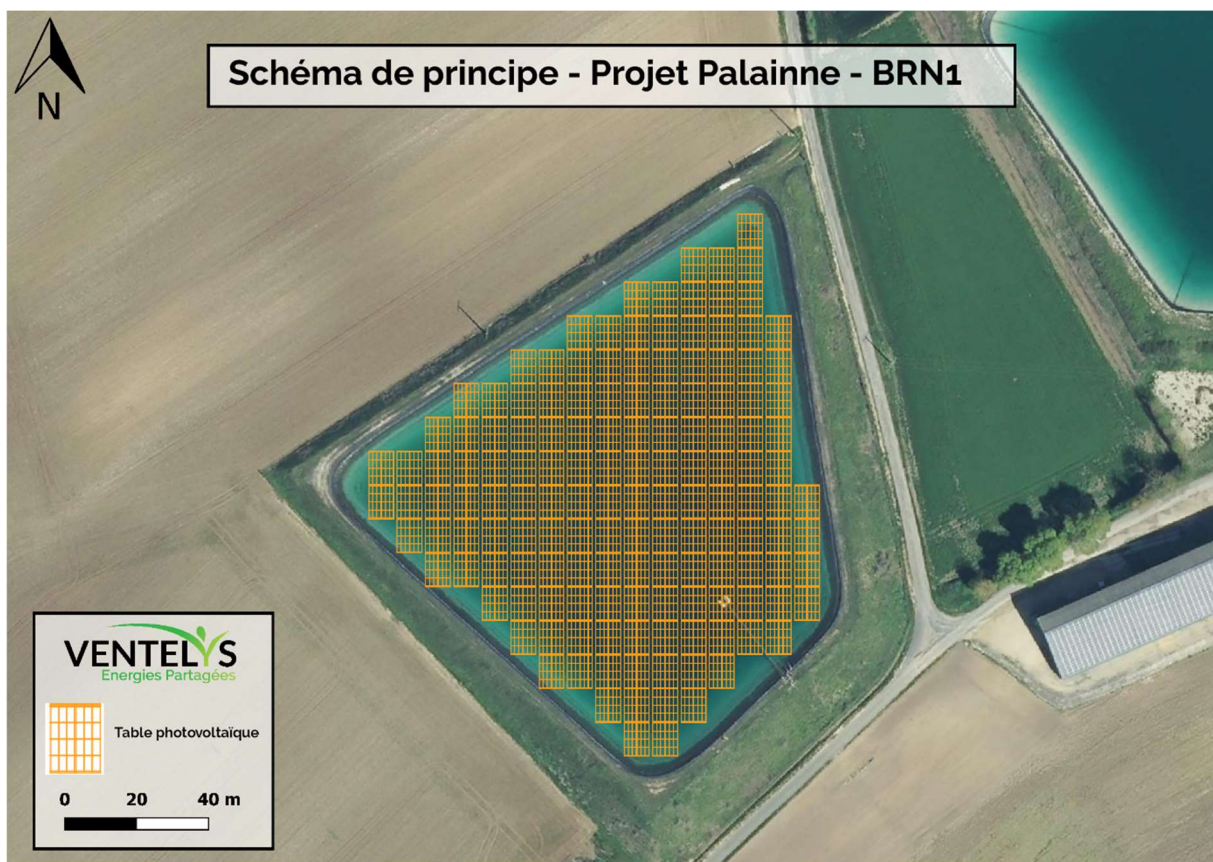


Figure 1 Schéma de la structure (source : Ventelys)

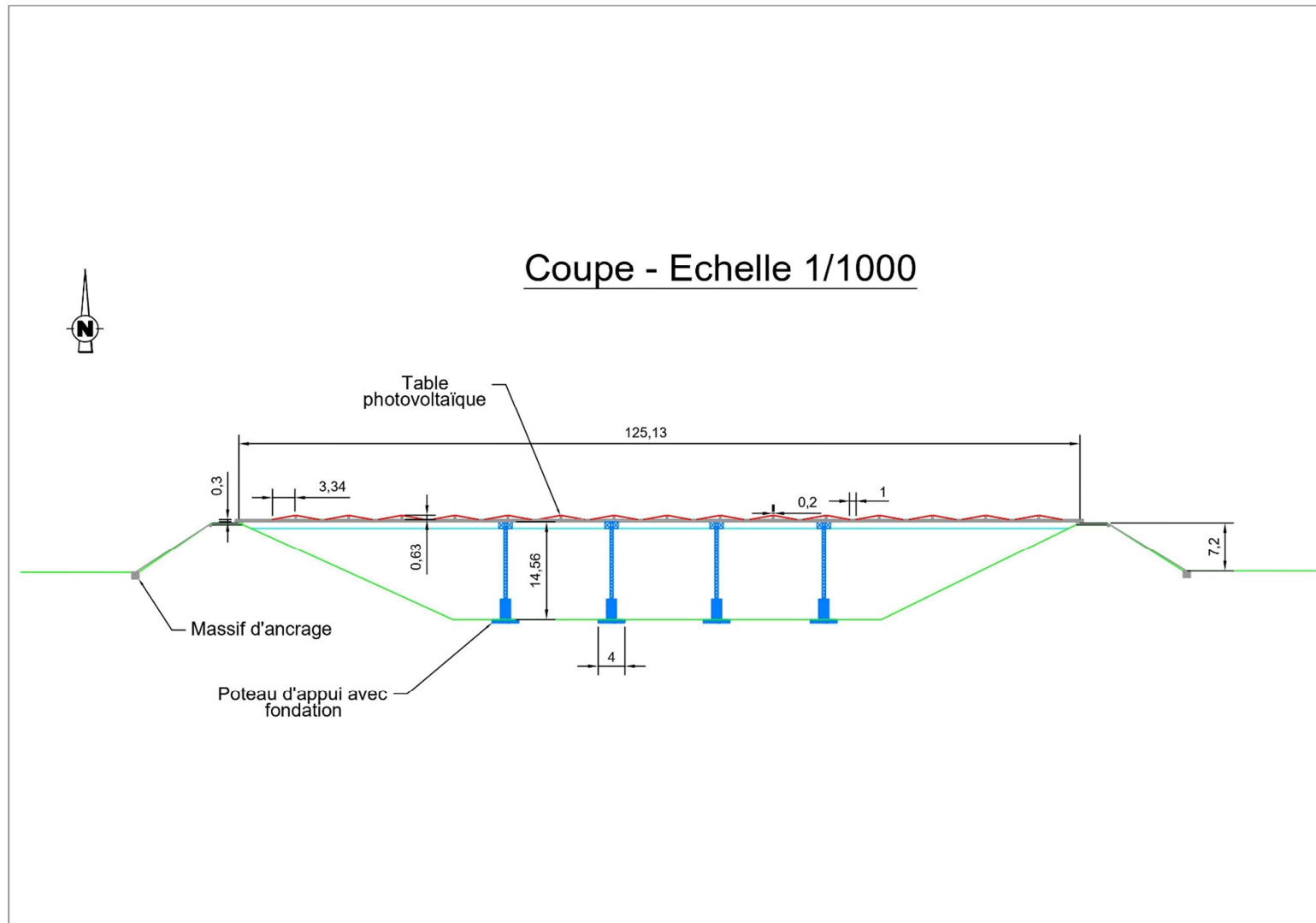


Figure 2 Schéma de la structure – vue de coupe (source : Ventelys)

Caractéristiques de la réserve :

Largeur en crête de la digue	4 m
Largeur du pied de digue	40m
Pente extérieure de la digue (horizontal/vertical)	3/2
Pente intérieure de la digue (horizontal/vertical)	2/1
Surface de la réserve	12 947 m ²

Caractéristiques de l'ombrière photovoltaïque :

Surface d'eau de la réserve au-dessus de laquelle le projet sera installé	1.3 Ha
Puissance installée	2 MW
Distance maximale entre deux poutres	15 m
Hauteur des poutres en I	33 cm
Inclinaison des panneaux photovoltaïques	10°
Hauteur de la table photovoltaïque	63 cm
Distance minimale entre le niveau d'eau et la poutrelle	1 m
Dimension du poste de Livraison L*I*h	6*3*2,8

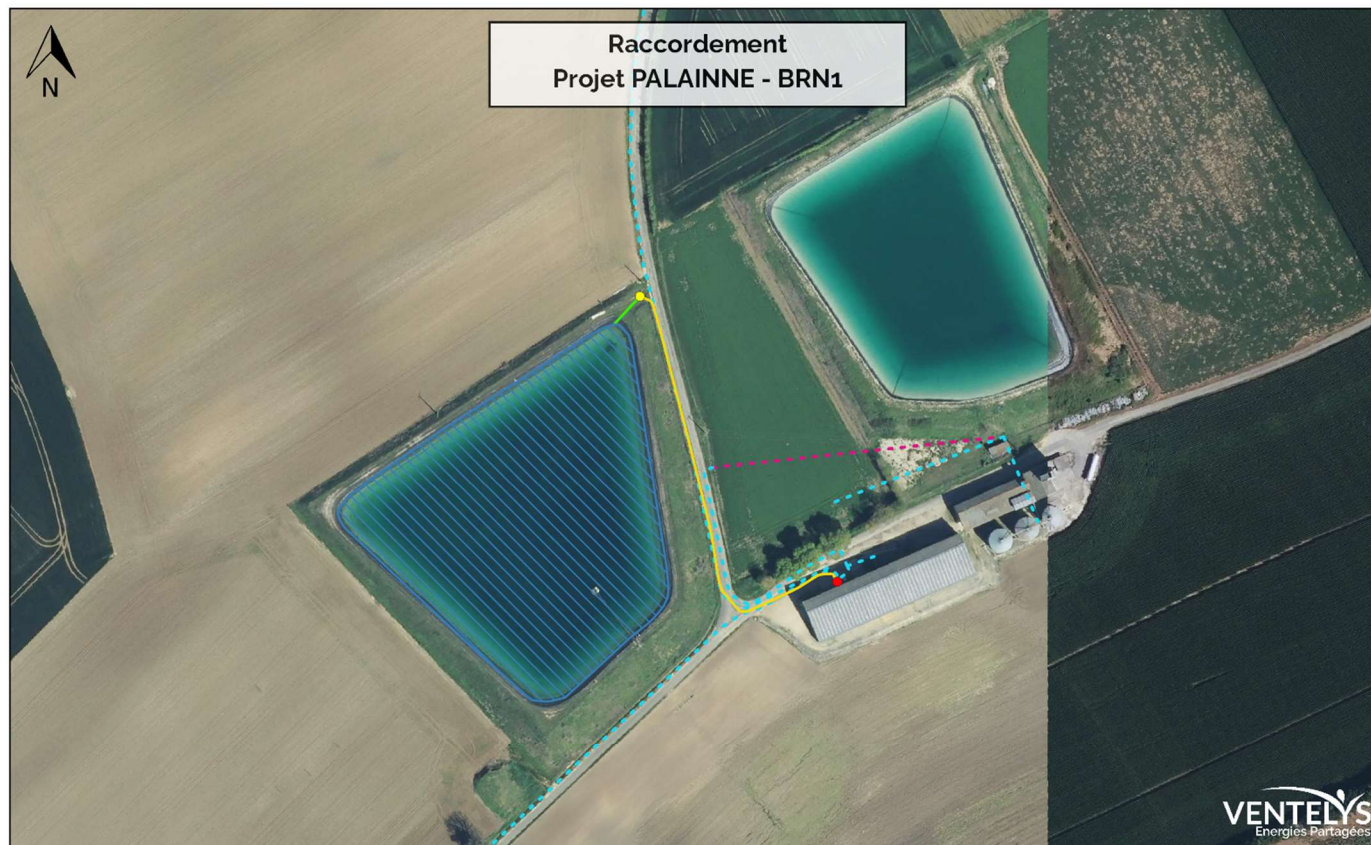
Une déclaration IOTA sera effectuée auprès de la Direction Départementale des Territoires pour les modifications sur la réserve elle-même. Cette déclaration sera effectuée par Ventelys pour le compte de l'irrigant. La déclaration IOTA sera effectuée en complément de l'instruction par la DREAL.

Une note de stabilité sera produite lors de l'élaboration du Permis de Construire pour confirmer la solidité de la retenue d'eau.

C. Raccordement

L'électricité produite sera injectée dans le réseau de distribution via un poste de livraison localisé en bordure de route. Le transfert d'énergie se réalisera par le biais d'un raccordement souterrain, le long des chemins existants.

Aucune coupe d'arbre n'est à prévoir pour le raccordement.



- | | |
|---|--|
| Emprise des panneaux et structures | Câble électrique souterrain |
| Poste de livraison | Lignes électriques souterraines existantes [HTA] |
| Poste électrique existant | Lignes électriques aériennes existantes [HTA] |
| Câble électrique dans fourreau sécurisé | |

0 50 100 m

Carte 2 Raccordement

2. Phase travaux

Lors de la phase travaux, une base vie de 800m² dédiée au stockage du matériel et engin de levage sera créée. Elle sera collée à la réserve d'irrigation et persistera uniquement durant la phase travaux sans empiéter sur les éléments de végétation.

La base de vie sera construite adjacente à la réserve, hors des boisement et haies existantes, et hors de tout enjeu potentiel pour les espèces du cortège des plaines. La base aura une emprise provisoire de 800m² sur une parcelle cultivée.

La base sera accessible par les chemins agricoles existants et prolongés provisoirement jusqu'au lieu choisi. Cette surface sera suffisamment stabilisée pour permettra le stockage des différents éléments constitutifs des ombrières, les caissons constituant la barge de levage, et la grue de levage qui amènera l'ensemble des éléments du projet dans la réserve pour l'assemblage.

Concernant les fondations, deux scénarii sont envisagés pour la construction : vider la réserve ou utiliser des bâtarde d'eau en période de basse eau. Si la qualité de la membrane le permet, le nettoyage et la reprise d'étanchéité pour s'effectuer avec manchon si nécessaire. Dans le cas où la qualité de la membrane ne le permettrait pas, le changement complet de la membrane sera effectué.

Dans le cas où une vidange s'avèrerait nécessaire pour le bon déroulé des travaux, l'irrigant fera une demande auprès des services de l'état pour pouvoir l'effectuer.

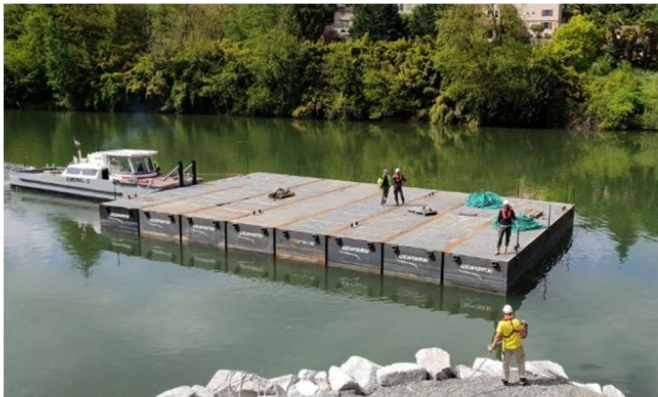
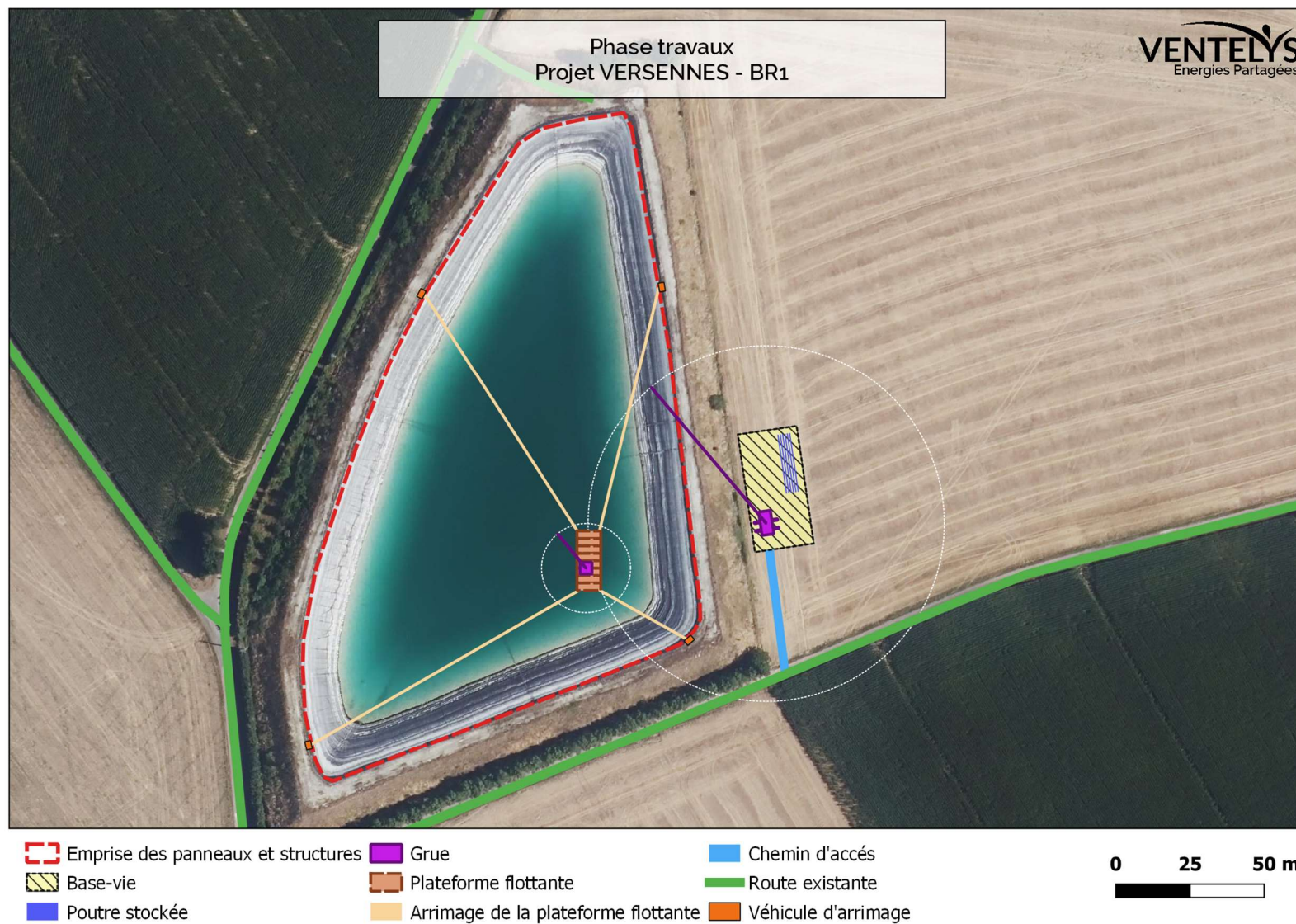


Figure 3 Assemblage et positionnement d'une barge de levage de levage sur rivière (source : www.locaponton.com)



Figure 4 Travaux aériens sous un pont routier réalisé par un engin de levage sur une barge fluviale dimensionnée et stabilisée depuis la berge et les bords (source : www.locaponton.com)



Carte 3 Exemple des installations en phase travaux pour un projet d'ombrière sur réserve d'irrigation

3. Phase d'exploitation

En phase d'exploitation l'exploitant du site aura un accès permanent et sans gêne via le tour de ronde. L'accès à la centrale photovoltaïque se fera par voie flottante (barge/zodiac) pour les opérations de contrôle et de maintenance.

Le nettoyage s'effectuera à l'eau. Aucune pollution ne sera engendrée par l'installation en phase exploitation.

L'accès au fond de la réserve sera également possible.

La société Ventelys et l'irrigant s'entendront en amont via une convention sur une organisation assurant le bon déroulé des opérations de contrôle et de maintenance, tant sur l'installation photovoltaïque que sur la réserve en elle-même.

Les contrôles d'étanchéité seront effectués selon les recommandations du bureau d'études YGD Conseil (voir Chapitre 5 – Contrôle d'étanchéité).

4. Justificatif du projet

Ce projet photovoltaïque a été initié par la société Ventelys à la suite de plusieurs constats :

- D'une part la France présente des objectifs ambitieux en termes d'installations de centrales de production d'énergies renouvelables, notamment photovoltaïques. On peut citer entre autres :
 - La PPE qui mise sur une capacité installée comprise entre 35 GW et 44 GW en 2028 contre 10 GW en 2020 au niveau national, soit une multiplication par 3,5 à 4,4 de la capacité actuelle d'ici 2028. ¹
 - RTE qui préconise une puissance installée comprise entre 70 GW et 208 GW à l'horizon 2050 (suivant les différents scénarii proposés), contre 10 GW au niveau national en 2020. Soit une multiplication par 7 à 21 de la capacité actuelle. ^{2 & 3}
 - Le SRADDET Nouvelle-Aquitaine prévoit quant à lui de passer d'une production de 3800 GWh en 2020 à 14 300 GWh en 2050, soit une multiplication par 3,8 de la production actuelle à l'horizon 2050. ⁴
- D'autre part, la région Nouvelle-Aquitaine compte un grand nombre de réserves d'irrigation. Il s'agit de surfaces artificialisées qui ne contiennent pas de biodiversité et qui aujourd'hui ne sont pas utilisées.

Ventelys a donc développé une structure photovoltaïque pouvant s'implanter sur une réserve d'irrigation, pour utiliser ces surfaces artificialisées et qui ne sont pas utilisées aujourd'hui, pour la production d'énergie renouvelable. Ce projet permettra par ailleurs une réduction de l'évaporation de l'eau contenue dans la réserve, cette économie permettra de réduire la quantité pompée pendant l'hiver. Il aura donc un impact positif sur l'environnement.

(1) *Programmations pluriannuelles de l'énergie (PPE), Ministère de la Transition écologique, avril 2020*

(2) *Futurs énergétiques 2050, Principaux résultats, RTE, octobre 2021*

(3) *Panorama de l'électricité renouvelable au 31 décembre 2020, RTE, février 2021*

(4) *Rapport d'objectifs du SRADDET Nouvelle-Aquitaine, Décembre 2019*



CHAPITRE 2 :
VISITE DE SUIVI NATURALISTE ET
EVALUATION DES INCIDENCES
NATURA 2000

Projet photovoltaïque de Palainne

Commune de Bresdon (Charente-Maritime)



Réserve d'irrigation « BRN1 »

Visite de suivi naturaliste

Janvier 2022



Ouest : 46 rue de Launay 44620 La Montagne - 02 51 11 35 90 – Est : ZAC des portes de Bourgogne, rue Georges Besse 21320 Créancey - 09 53 20 01 57

Sud : 21 rue de Verdun 34000 Montpellier - 04 99 51 76 78



I. INTRODUCTION

Dans le cadre de la demande de cas par cas relative à l'implantation d'une ombrière photovoltaïque sur une réserve d'irrigation située sur la commune de Bresdon (département de la Charente-Maritime, région Nouvelle Aquitaine), la société VENTELYS souhaite connaître les enjeux environnementaux qui pourraient y être liés.

Le cabinet d'expertise environnementale CALIDRIS a été mandaté pour réaliser un état des lieux naturaliste sur l'emprise du projet, mettre en évidence les éventuels enjeux de conservation et ainsi aider le porteur de projet dans ses prises de décisions.

Le présent document est une note de synthèse présentant la visite d'expertise environnementale réalisée le 25 janvier 2022 sur la zone d'implantation potentielle, à savoir la réserve d'irrigation « BRN1 », et les résultats qui en découlent.

Sommaire

I. INTRODUCTION	2
II. CADRE GENERAL.....	4
II.1. Équipe de travail.....	4
II.2. Objectifs de la visite	4
II.3. Présentation du projet	4
II.4. Méthodologie	8
II.5. Protection et statut de rareté des espèces	9
II.6. Outils de bioévaluation	12
II.7. Définition des enjeux.....	13
III. RESULTATS ET ANALYSE	15
III.1. Résultats	15
III.2. Analyse des résultats.....	16

Liste des cartes

Carte 1 : Localisation du projet (vue large)	5
Carte 2 : Localisation du projet (vue rapprochée).....	5

Liste des tableaux

Tableau 1 : Équipe de travail	4
Tableau 2 : Textes de protection de la faune et de la flore applicables	11
Tableau 3 : Outils de bioévaluation faune/flore applicables	12
Tableau 4 : Méthodologie de détermination des enjeux par espèce animale ou végétale.....	14
Tableau 5 : Espèces d'oiseaux observées.....	15
Tableau 6 : Espèces de mammifères observées.....	15



II. CADRE GENERAL

II.1. Équipe de travail

Tableau 1 : Équipe de travail

Domaine d'intervention	Intervenant
Inventaire naturaliste - Rédaction de la note de synthèse	Régis PERDRIAT – Chargé d'études fauniste / ornithologue Bureau d'études Calidris

II.2. Objectifs de la visite

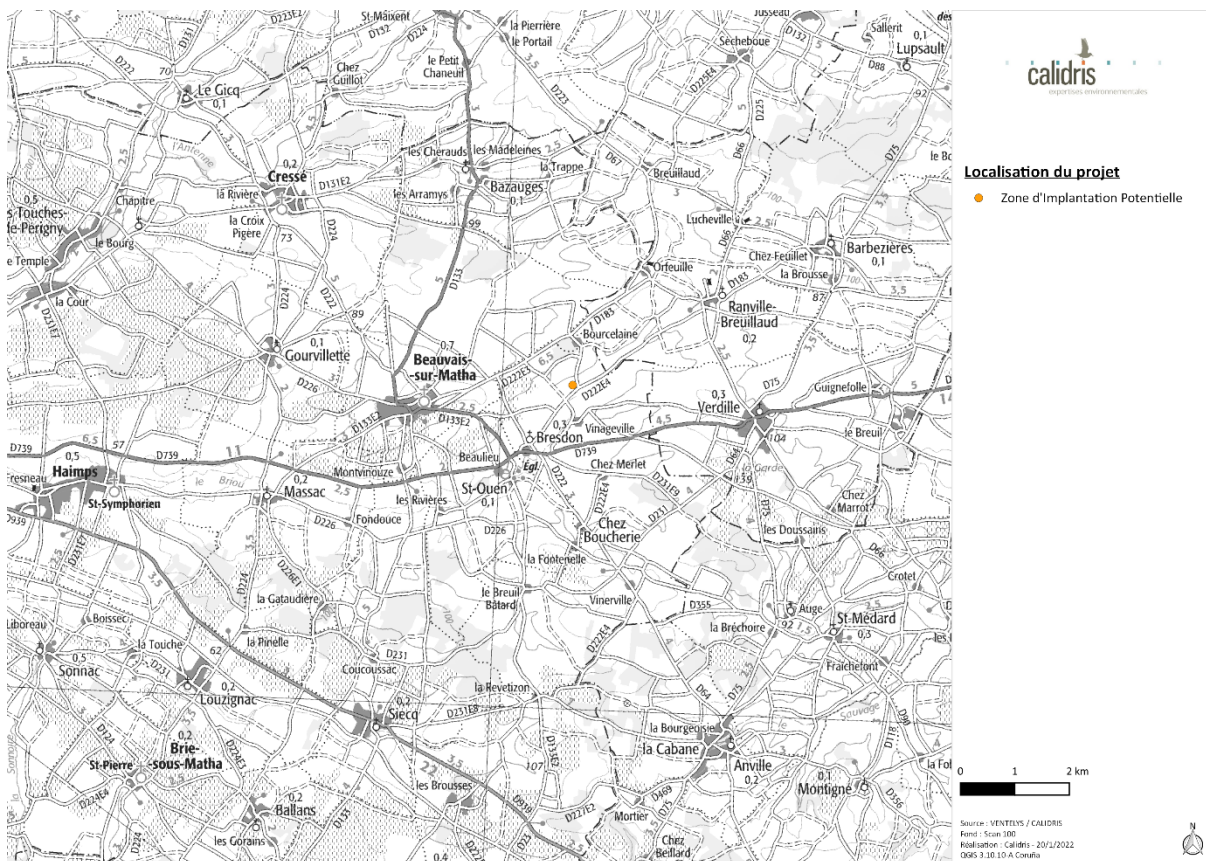
Cette visite s'est déroulée le 25 janvier 2022. L'objectif était d'inventorier les espèces faunistiques présentes ou fréquentant le site d'étude et d'évaluer l'attractivité de la réserve d'irrigation pour la faune. À la lumière de ces informations et des enjeux naturalistes éventuellement mis en évidence, cette expertise doit permettre d'aider le porteur de projet dans ses prises de décisions.

II.3. Présentation du projet

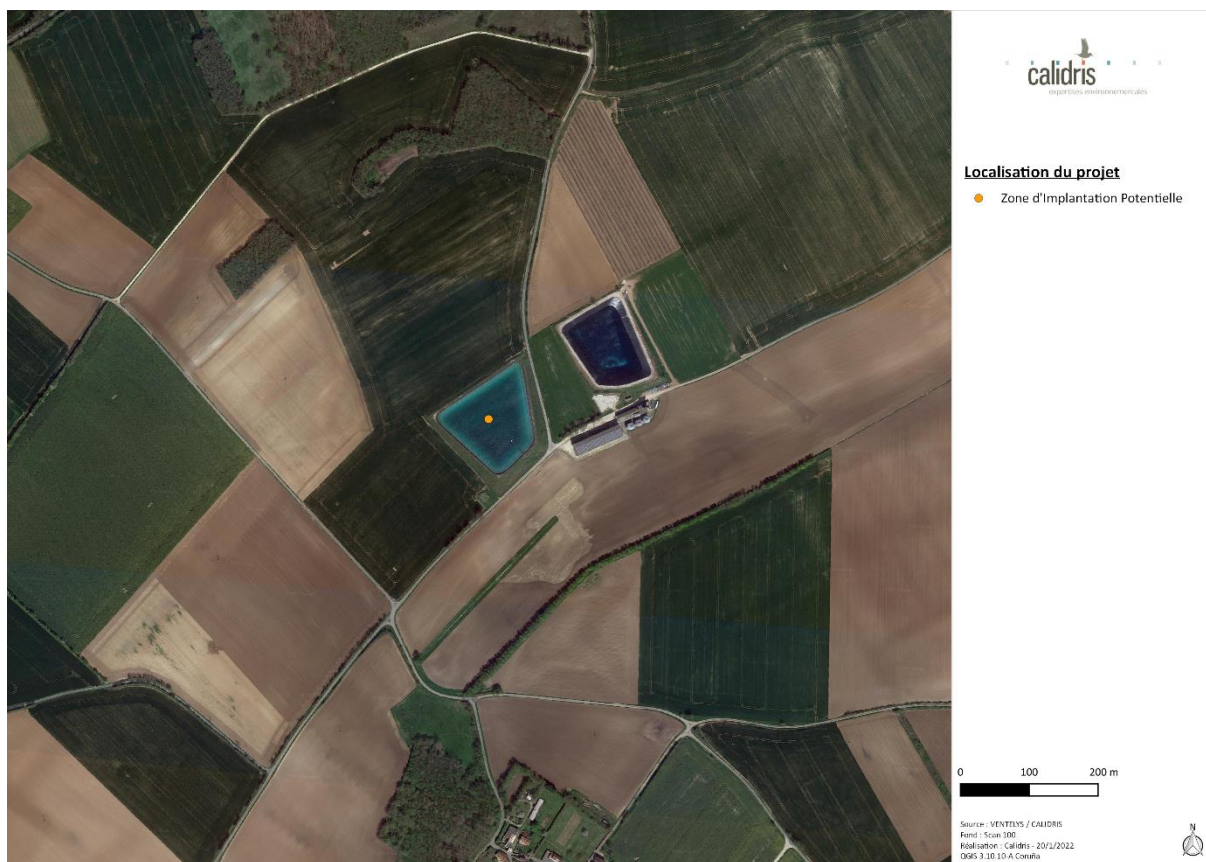
II.3.1. Localisation du projet

Le projet solaire sera implanté sur la réserve d'irrigation nommée « BRN1 » qui se situe sur la commune de Bresdon (Charente-Maritime). Sa surface est d'environ 1.3 Ha.

Les cartes qui suivent présentent sa localisation.



Carte 1 : Localisation du projet (vue large)



Carte 2 : Localisation du projet (vue rapprochée)

II.3.2. Description du projet

Le projet d'ombrière photovoltaïque est constitué de tables photovoltaïques qui seront fixées sur des poutres en I, de câbles, d'onduleurs et d'un poste de livraison. Ces poutres reposeront en partie sur des poteaux d'appui en fond de réserve et sur le tour de ronde de la réserve au niveau de différents points d'ancrage. Des câbles aciers passeront le long des poutres et viendront prendre ancrage en autant de points à l'extérieur de la réserve au niveau du sol naturel. Ces câbles traverseront les digues dans des fourreaux dédiés au niveau de la bande de roulement. L'ouvrage sera fixe et ne reposera pas sur l'eau. Les tables seront de 9,42 m de long pour 3,35 m de large, elles seront inclinées à 10° et orientées en Est-Ouest. De cette façon, elles formeront des dômes qui couvriront l'ensemble de la réserve. En effet, l'entièreté de la partie étanchéifiée de la réserve d'irrigation sera utilisée pour la réalisation de cet ouvrage.

Lors de la phase travaux, une base vie de 800m² dédiée au stockage du matériel et engin de levage sera créée. Elle sera collée à la réserve d'irrigation et persistera uniquement durant la phase travaux sans empiéter sur les éléments de végétation.

Le transfert d'énergie se réalisera par le biais d'un raccordement souterrain, le long des chemins existants.

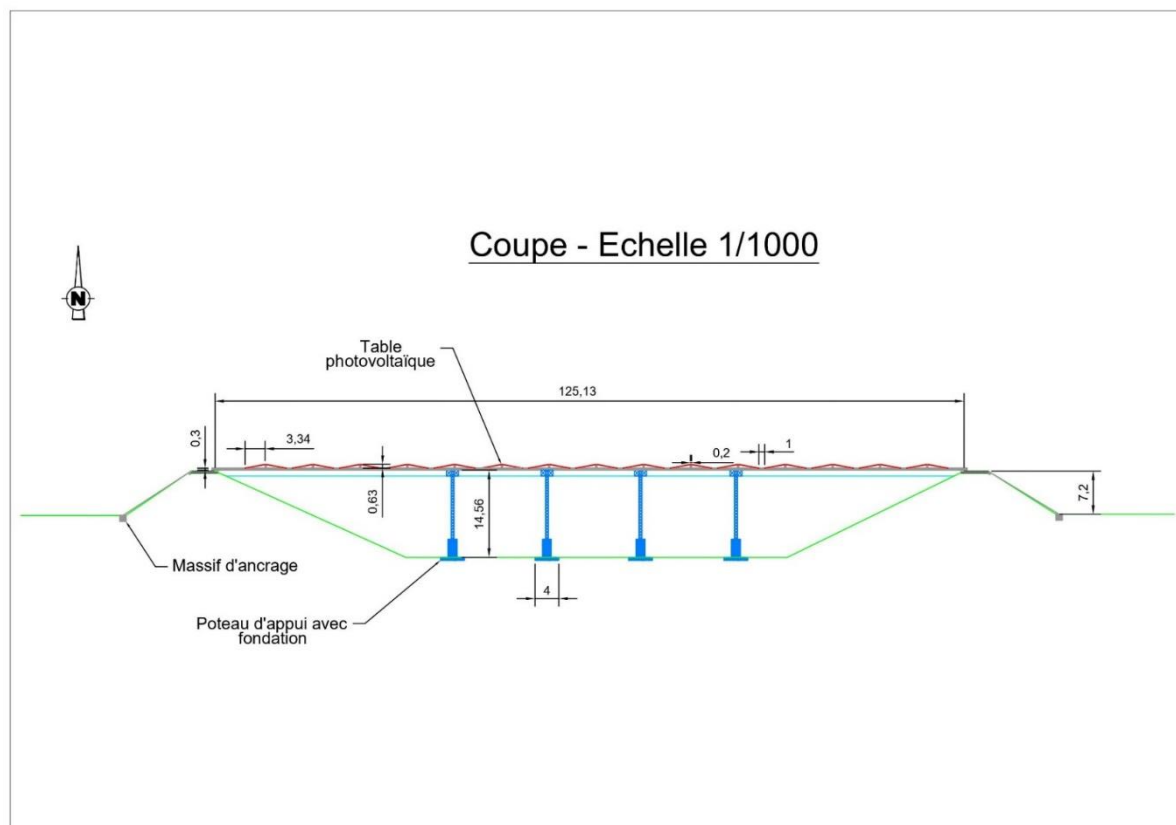


Figure 1 : Schéma de principe de la structure – vue de coupe (source : Ventelys)

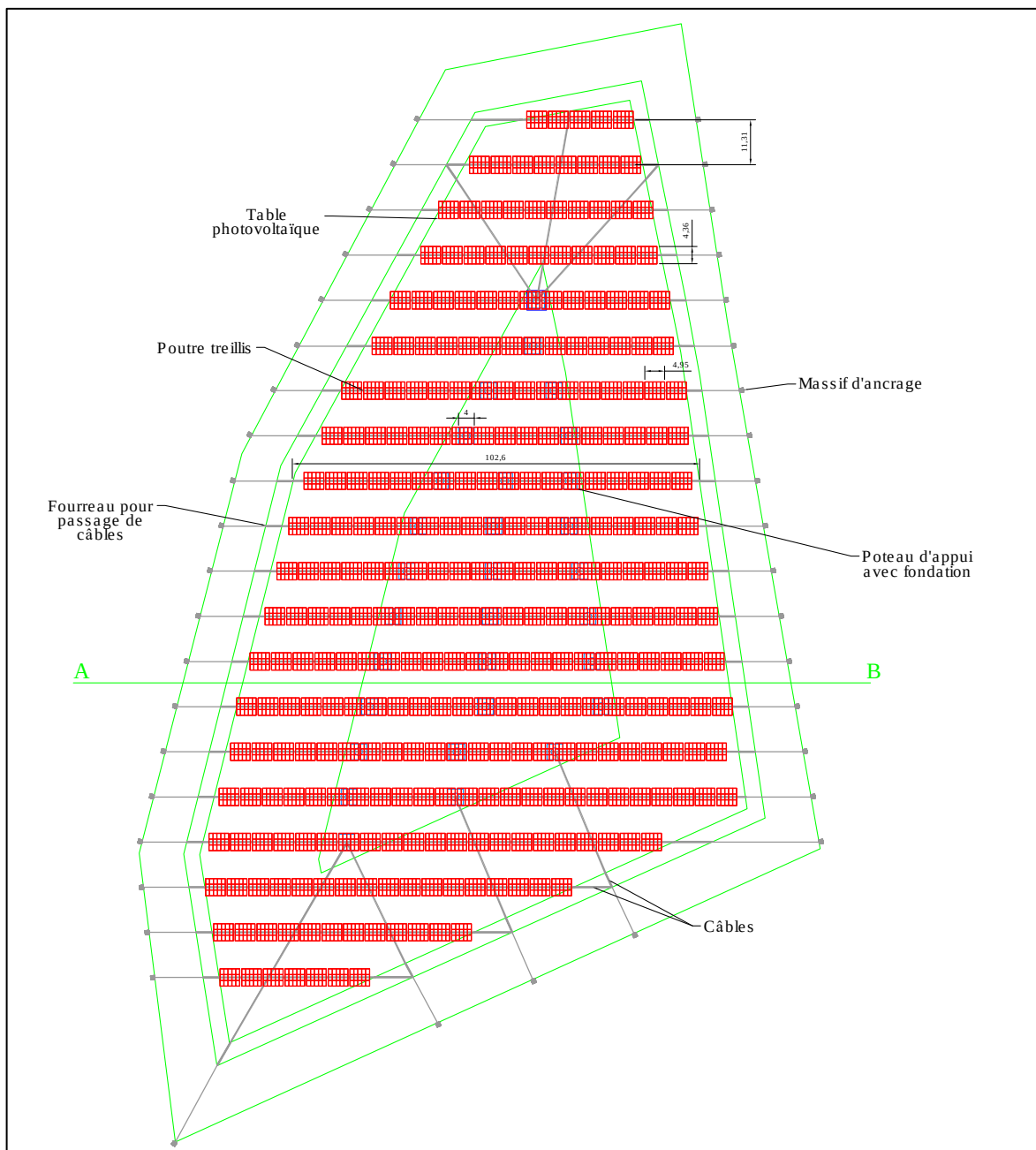


Figure 2 : Schéma de principe de la structure (source : Ventelys)

II.4. Méthodologie

Choix de la période et du nombre de suivis.

Les particularités du site d'étude nous ont mené à réaliser un suivi naturaliste durant l'hiver. Les raisons en sont les suivantes.

Une réserve d'irrigation est par définition un milieu artificiel. La faune fréquentant le secteur dans lequel cette dernière est implantée est en grande partie composée d'espèces de plaine agricole. La zone constituée par la réserve d'irrigation est écologiquement non fonctionnelle pour de telles espèces. A l'exception de la pièce d'eau, qui occupe la grande majorité de sa surface, un tel site d'étude ne présente que peu voire pas d'habitats favorables à la faune. L'intérêt de la pièce d'eau reste limité puisqu'aucune végétation hygrophile ne s'y développe. En effet, une géomembrane étanche recouvre les berges et le fond. Si toutefois des micro-habitats peuvent être observés au sein de la zone d'étude, ils se trouvent par définition soit sur les pentes externes des talus de la réserve, soit en contrebas et le long des clôtures (arbustes, buissons, haies). Ces secteurs se trouvent alors en dehors de la zone d'influence d'un projet tel que celui qui nous concerne (phase travaux et phase d'exploitation). Notre suivi s'est donc focalisé sur la pièce d'eau et ses abords immédiats.

Dans ces conditions, la saison la plus propice pour inventorier les espèces susceptibles de fréquenter le site est l'Hiver. C'est en effet à cette période que certaines espèces d'oiseaux d'eau (canards, hérons, cormorans, grèbes, ...) peuvent être attirées par la pièce d'eau artificielle que constitue la réserve d'irrigation. Elles y trouvent une zone de quiétude et d'abri.

Protocole de suivi.

Bien que se voulant le plus exhaustif possible et ne négligeant aucun taxon, l'inventaire de la faune fréquentant la réserve d'irrigation a été adapté à la période, au milieu et donc aux espèces qui y sont attendues à savoir les oiseaux d'eau.

Ces espèces (canards, hérons, cormorans, grèbes, ...) sont en règle générale craintives et la particularité du site (talus à gravir pour obtenir une vue dégagée sur l'ensemble de la zone étudiée) laisse à découvert l'observateur, entraînant immédiatement l'envol des espèces présentes alors plus difficiles à identifier et dénombrer.

Le suivi s'est donc déroulé comme suit :

- Un stationnement d'une dizaine de minutes à l'entrée du site, hors de la vue des oiseaux, afin de noter d'éventuels va et viens d'oiseaux en vol ;
- Une approche lente vers le sommet du talus jusqu'à obtenir une vue dégagée de la pièce d'eau, la majorité du corps de l'observateur demeurant cachée par la pente ;
- La photographie, l'identification et le comptage des différentes espèces présentes ;
- Enfin, un parcours à pied du pourtour de la réserve afin de noter tout indice de passage/présence d'autres espèces et évaluer l'attractivité pour la faune des abords de la bassine (pentes jusqu'aux clôtures).

II.5. Protection et statut de rareté des espèces

Les espèces animales figurant dans des listes d'espèces protégées ne peuvent faire l'objet d'aucune destruction ni d'aucun prélèvement, quels qu'en soient les motifs évoqués.

De même, pour les espèces végétales protégées au niveau national ou régional, la destruction, la cueillette et l'arrachage sont interdits.

Droit européen

En droit européen, la protection des espèces est régie par les articles 5 à 9 de la directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009, dite directive « Oiseaux », et par les articles 12 à 16 de la directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, dite directive « Habitats ».

L'État français a transposé les directives « Habitats » et « Oiseaux » par voie d'ordonnance (ordonnance n°2001-321 du 11 avril 2001).

Droit français

En droit français, la protection des espèces est régie par le Code de l'Environnement :

Article L. 411-1 : « Lorsqu'un intérêt scientifique particulier, le rôle essentiel dans l'écosystème ou les nécessités de la préservation du patrimoine naturel justifient la conservation de sites d'intérêt géologique, d'habitats naturels, d'espèces animales non domestiques ou végétales non cultivées et de leurs habitats, sont interdits :

1° La destruction ou l'enlèvement des œufs ou des nids, la mutilation, la destruction, la capture ou

l'enlèvement, la perturbation intentionnelle, la naturalisation d'animaux de ces espèces ou, qu'ils soient vivants ou morts, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur détention, leur mise en vente, leur vente ou leur achat ;

2° La destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement de végétaux de ces espèces, de leurs fructifications ou de toute autre forme prise par ces espèces au cours de leur cycle biologique, leur transport, leur colportage, leur utilisation, leur mise en vente, leur vente ou leur achat, la détention de spécimens prélevés dans le milieu naturel ;

*3° La destruction, l'altération ou la dégradation de ces habitats naturels ou de ces habitats d'espèces ;
[...] »*

Ces prescriptions générales sont ensuite précisées pour chaque groupe par un arrêté ministériel fixant la liste des espèces protégées, le territoire d'application de cette protection et les modalités précises de celle-ci (article R. 411-1 du Code de l'environnement – cf. tableau ci-après).

Par ailleurs, les termes de l'arrêté du 29 octobre 2009 modifié s'appliquent à la protection des oiseaux. Ainsi, les espèces visées voient leur protection étendue aux éléments physiques ou biologiques indispensables à leur reproduction et à leur repos « aussi longtemps qu'ils sont effectivement utilisés ou utilisables au cours des cycles successifs de reproduction ou de repos de [ces espèces] et pour autant que la destruction, l'altération ou la dégradation remette en cause le bon accomplissement de ces cycles biologiques. »

Remarque : des dérogations au régime de protection des espèces de faune et de flore peuvent être accordées dans certains cas particuliers listés à l'article L. 411-2 du Code de l'environnement. L'arrêté ministériel du 19 février 2007 modifié en précise les conditions de demande et d'instruction.

Tableau 2 : Textes de protection de la faune et de la flore applicables

	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional ou départemental
Oiseaux	Directive 2009/147/CE du 30 novembre 2009 dite directive « Oiseaux », articles 5 à 9	Arrêté du 29 octobre 2009 fixant la liste des oiseaux protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modifié par l'arrêté du 21 juillet 2015), articles 3 et 4 Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (modifié par l'arrêté du 27 mai 2009), article 1	Aucun statut de protection
Mammifères terrestres Reptiles et Amphibiens Insectes	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, dite directive « Habitats Faune Flore », articles 12 à 16 Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, dite directive « Habitats Faune Flore », articles 12 à 16 Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, dite directive « Habitats Faune Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 23 avril 2007 fixant la liste des mammifères terrestres protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection (modifié par les arrêtés du 15 septembre 2012 et du 1^{er} mars 2019), article 2 Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (modifié par l'arrêté du 27 mai 2009), article 1 Arrêté du 8 janvier 2021 fixant la liste des amphibiens et des reptiles représentés sur le territoire métropolitain protégés sur l'ensemble du territoire national et les modalités de leur protection, articles 2 à 4 Arrêté du 9 juillet 1999 fixant la liste des espèces de vertébrés protégées menacées d'extinction en France et dont l'aire de répartition excède le territoire d'un département (modifié par l'arrêté du 27 mai 2009), article 1 Arrêté du 23 avril 2007 fixant les listes des insectes protégés sur l'ensemble du territoire et les modalités de leur protection, articles 2 et 3	Aucun statut de protection
Flore	Directive 92/43/CEE du 21 mai 1992 modifiée, dite directive « Habitats Faune Flore », articles 12 à 16	Arrêté du 20 janvier 1982 fixant la liste des espèces végétales protégées sur l'ensemble du territoire national (modifié par les arrêtés du 15 septembre 1982, du 31 août 1995, du 14 décembre 2006 et du 23 mai 2013), articles 1 à 3	Arrêté du 19 avril 1988 relatif à la liste des espèces végétales protégées en région Poitou-Charentes complétant la liste nationale.

II.6. Outils de bioévaluation

Les listes d'espèces protégées ne sont pas nécessairement indicatrices de leur caractère remarquable. Si pour la flore les protections légales sont assez bien corrélées au statut de conservation des espèces, aucune considération de rareté n'intervient par exemple dans la définition des listes d'oiseaux protégés.

Cette situation amène à utiliser d'autres outils pour évaluer les enjeux de conservation des espèces présentes. Ces documents rendent compte de l'état des populations des espèces et habitats dans les secteurs géographiques auxquels ils se réfèrent : l'Europe, le territoire national, la région, le département. Ces listes de référence n'ont cependant pas de valeur juridique.

Pour les oiseaux, les enjeux de conservation relatifs aux espèces ont été déterminés en fonction des trois outils de bioévaluation :

- ✚ Liste des espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux »,
- ✚ Liste rouge des espèces nicheuses menacées en France,
- ✚ Liste rouge des oiseaux menacés de Poitou-Charentes.

Nous avons pris en compte la période d'observation des espèces sur le site, car une espèce peut être par exemple vulnérable en tant que nicheur et commune en hivernage. Dans notre cas, l'espèce n'ayant été observée qu'en hiver ou en migration, nous ne l'avons pas considérée comme présentant un enjeu. Les espèces de l'annexe I de la directive « Oiseaux » ont été prises en compte tout au long de l'année.

Tableau 3 : Outils de bioévaluation faune/flore applicables

	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
Flore	Annexes II et IV de la directive « Habitats »	Liste rouge des espèces menacées en France, flore vasculaire de France métropolitaine (UICN FRANCE <i>et al.</i> , 2018) Liste rouge des espèces menacées en France, orchidées de France métropolitaine (UICN FRANCE <i>et al.</i> , 2010) PNA messicoles (CAMBECEDES <i>et al.</i> , 2012)	Espèces végétales déterminantes en Poitou-Charentes (Jourde & Terrisse (coord.), 2001)

	Niveau européen	Niveau national	Niveau régional et/ou départemental
Habitats	Annexe I de la directive « Habitats »	-	Catalogue des habitats naturels du Poitou-Charentes. Coll. Cahiers techniques du Poitou-Charentes (POITOU-CHARENTES NATURE, TERRISSE, J., 2006)
Avifaune	Annexe I de la directive « Oiseaux »	Liste rouge des oiseaux de France métropolitaine (UICN, 2016)	Espèces animales déterminantes de Poitou-Charentes. Poitou-Charentes Nature (Coord.), 2018.
Mammifères	Annexe II de la directive « Habitats » The status and distribution of European mammals (TEMPLE & TERRY, 2007)	Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Mammifères de France métropolitaine (UICN FRANCE <i>et al.</i> , 2017)	
Insectes	European Red List of Butterflies (SWAAY <i>et al.</i> , 2010) European Red List of Dragonflies (KALKMAN <i>et al.</i> , 2010) European Red List of Saproxylic Beetles (NIETO & ALEXANDER, 2010) European Red List of Bees (NIETO <i>et al.</i> , 2014) European Red List of Grasshoppers, Crickets and Bush-crickets (HOCHKIRCH <i>et al.</i> , 2016)	Les Orthoptères menacés en France. Liste rouge nationale et listes rouges par domaines biogéographiques (SARDET & DEFAUT, 2004) Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Papillons de jour de France métropolitaine (UICN FRANCE <i>et al.</i> , 2012) Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Libellules de France métropolitaine (UICN FRANCE, MNHN, OPIE <i>et al.</i> , 2016)	
Reptiles et Amphibiens	European Red List of Reptiles (COX & TEMPLE, 2009) European Red List of Amphibians (TEMPLE & COX, 2009)	Liste rouge des espèces menacées en France – Chapitre Reptiles et Amphibiens de France métropolitaine (UICN FRANCE <i>et al.</i> , 2015)	

II.7. Définition des enjeux

Un niveau d'enjeu de conservation est attribué pour chaque espèce ou habitat naturel en fonction des outils de bioévaluation aux niveaux européen, national et régional (Tableau 4). L'enjeu le plus important issu des différents outils est retenu comme enjeu final.

Tableau 4 : Méthodologie de détermination des enjeux par espèce animale ou végétale

Niveau d'enjeu	Définition
Fort	Espèce menacée sur une liste rouge, c'est-à-dire cotée « Vulnérable » (VU), « En danger » (EN) ou « En danger critique » (CR) Espèce cotée « Disparue au niveau régional » (RE) sur une liste rouge Espèce inscrite comme prioritaire à l'annexe II de la directive « Habitats »
Modéré	Espèce cotée « Quasi menacée » (NT) sur une liste rouge Espèce inscrite à l'annexe I de la directive « Oiseaux » pour les oiseaux Espèce inscrite à l'annexe II de la directive « Habitats » pour les autres espèces animales et la flore Espèce déterminante ZNIEFF, uniquement si aucune liste rouge n'existe au niveau régional
Faible	Espèce cotée « Préoccupation mineure » (LC) sur une liste rouge Espèce cotée « Données insuffisantes » (DD) sur une liste rouge
Nul	Espèce cotée « Non applicable » (NA) sur une liste rouge Espèce cotée « Non évaluée » (NE) sur une liste rouge



III. RESULTATS ET ANALYSE

III.1. Résultats

Date : 25 janvier 2022. Conditions météorologiques : Nébulosité 0/8, Vent modéré de Sud-Est, Température -1°C.

Les espèces observées lors de la visite sont présentées dans les tableaux qui suivent. Les observations effectuées sur la pièce d'eau ont été distinguées de celles réalisées sur le pourtour (du chemin de ronde à la clôture).

Tableau 5 : Espèces d'oiseaux observées

		Annexe I directive "Oiseaux"	Liste rouge Europe	Protection nationale	Liste rouge France		Liste rouge Poitou-Charentes	Niveau d'enjeu
Nom commun	Effectif				Hivernants	De passage	Nicheurs	
Pièce d'eau								
Chevalier guignette	1	Non	LC	Art. 3	NA	DD	CR	Faible
Pourtour bassin								
Bergeronnette grise	6	Non	LC	Art. 3	NA		LC	Faible
Bergeronnette printanière	1	Non		Art. 3		DD	LC	Faible
Pipit farlouse	4	Non	NT	Art. 3	DD	NA	EN	Faible

Tableau 6 : Espèces de mammifères observées

		Annexe II directive « Habitats »	Protection nationale	Liste rouge France	Liste rouge Poitou-Charentes	Niveau d'enjeu
Nom commun	Effectif					
Pourtour bassin						
Chevreuil européen	3	Non	Non	LC	LC	Faible

Légende : CR : En danger critique / EN : En danger / VU : Vulnérable / NT : Quasi-menacé / LC : Préoccupation mineure / NA : Non applicable / NE : Non étudié / DD : données insuffisantes

Aucune espèce d'aucun taxon faunistique n'a été recensée durant nos inventaires.

III.2. Analyse des résultats

III.2.1. Préambule

Il convient de préciser que ces observations ont été réalisées lors d'un unique passage. Elles ne peuvent donc en aucun cas représenter la liste exhaustive des espèces susceptibles de fréquenter le site d'étude au cours de l'année. La période, correspondant à un instant du cycle biologique de la faune et non à son entièreté, l'heure, les conditions météorologiques, la hauteur d'eau, sont autant de paramètres qui influent sur la présence d'une espèce ou l'absence d'une autre. A titre d'exemple, la période d'inventaire (janvier) ne permet pas la détection de certains taxons en phase d'hivernage (chiroptères, reptiles, amphibiens, insectes).

Cependant, au regard de la faible diversité d'habitat proposée sur le site d'étude et de sa surface réduite, les résultats obtenus représentent une base relativement fiable pour réaliser une première analyse des enjeux naturalistes.

III.2.2. Analyse

Les pentes de la réserve d'irrigation BRN1 ne présentent pas d'habitats favorables à la nidification de l'avifaune (passereaux). Les pentes sont peu propices à la présence de reptiles.

L'intérêt principal du site réside dans l'attractivité de la pièce d'eau pour certaines espèces d'oiseaux. Cependant aucune espèce n'a été observée lors de notre suivi.

Aucune espèce n'a été observée sur le site malgré la potentielle attractivité de la pièce d'eau pour certaines espèces. En cette période du cycle biologique des oiseaux (hivernage), les enjeux de conservation sont donc faibles. En l'état, le site d'étude ne paraît pas propice à la reproduction d'espèces qui pourraient alors présenter un enjeu plus élevé.

a. Enjeux en phase de travaux

Les perturbations potentielles attendues en phase de travaux sont le dérangement (cuvée, élevage de jeunes) et le risque de destruction de sites de reproductions (nids) pour les oiseaux ou le dérangement de reptiles ou la destruction des milieux qu'ils fréquentent.

Dans le cas qui nous concerne, la phase de travaux se déroulerait à l'Automne (Septembre-Décembre) soit en dehors de toute période de nidification de l'avifaune ou d'activité des reptiles. De plus, les opérations se dérouleraient lorsque le niveau d'eau de la réserve est au plus bas, ce qui réduit fortement l'attractivité majeure du site.

Dans ces conditions, les enjeux temporaires potentiels sont nuls en phase de travaux (ombrière, base vie et raccordement) au regard des espèces susceptibles de fréquenter la zone d'implantation.

b. Enjeux en phase d'exploitation

La présence d'une ombrière photovoltaïque peut altérer l'attractivité de la réserve d'irrigation d'origine anthropique pour des espèces qui l'utiliseraient pour la réalisation de leur cycle écologique. Il s'agirait alors d'espèces inféodées aux milieux humides ou aquatiques.

L'installation d'un dispositif photovoltaïque au-dessus de la pièce d'eau peut avoir un impact sur les espèces la fréquentant lors de phases de repos. L'emprise d'un tel dispositif réduira en effet la surface d'eau libre favorable au repos des espèces susceptibles de s'y poser (canards, grèbes, laridés).

Cependant, étant donnée la nature artificielle et anthropique de la pièce d'eau, l'absence de ressources trophiques ou de cortèges de végétation liés aux zones humides, il y a lieu de considérer que la réserve d'irrigation ne constitue pas un habitat écologiquement fonctionnel pour ces espèces.

Les pentes et bas de pentes ne se trouvent pas dans la zone d'influence directe de la structure une fois installée et en exploitation. Les micro-habitats qui pourraient s'y développer (arbustes, buissons, haies) et abriter l'avifaune nicheuse ne seront pas impactés.

Dans ces conditions, les enjeux permanents potentiels sont nuls à faibles en termes d'altération ou perte d'habitat au regard des espèces susceptibles de fréquenter la zone d'implantation.

Projet solaire de Palainne

Commune de Bresdon



Évaluation des incidences Natura 2000

Réserve d'irrigation « BRN1 »

Janvier 2022



I. INTRODUCTION

Dans le cadre de la demande d'autorisation relative à l'implantation d'une ombrière photovoltaïque sur une réserve d'irrigation située sur la commune de Bresdon (département de la Charente-Maritime, région Nouvelle Aquitaine), la société VENTELYS a confié à Calidris la rédaction d'une évaluation des incidences au regard des objectifs de conservation des sites Natura 2000 situés à proximité du projet d'implantation et susceptibles de subir une incidence.

Le présent dossier est conforme aux exigences de l'article L414.4 du code de l'environnement.

SOMMAIRE

I.	INTRODUCTION	1
II.	PRESENTATION DU PROJET	3
1.	LOCALISATION DU PROJET	3
2.	DESCRIPTION DU PROJET	4
III.	METHODOLOGIE D'EVALUATION	6
1.	NATURA 2000	6
2.	APPROCHE METHODOLOGIQUE DE L'EVALUATION DES INCIDENCES	7
IV.	IDENTIFICATION DES SITES NATURA 2000	10
1.	SITUATION DU PROJET DANS LE CONTEXTE NATURA 2000 LOCAL	10
2.	PRESENTATION DES SITES NATURA 2000	11
2.1.	ZPS FR5412024, « PLAINE DE NERE A BRESDON »	11
2.2.	ZPS FR5412023, « PLAINES DE BARBEZIERES A GOURVILLE »	11
2.3.	ZSC FR5400473, « VALLEE DE L'ANTENNE »	12
2.4.	SYNTHESE DES ESPECES VISEES AU FSD DES DIFFERENTS SITES NATURA 2000	13
V.	EVALUATION DES INCIDENCES	15
3.	INCIDENCES POTENTIELLES DE L'OMBRIERE PHOTOVOLTAÏQUE	15
3.1.	INCIDENCES PERMANENTES DU PARC PHOTOVOLTAÏQUE EN PHASE D'EXPLOITATION	15
3.2.	INCIDENCES TEMPORAIRES DE L'OMBRIERE PHOTOVOLTAÏQUE EN PHASE DE TRAVAUX	16
4.	INCIDENCES POTENTIELLES DE LA BASE VIE	17
4.1.	INCIDENCES TEMPORAIRES DE LA BASE VIE EN PHASE DE TRAVAUX	17
4.2.	INCIDENCES PERMANENTES DE LA BASE VIE EN PHASE D'EXPLOITATION	18
5.	INCIDENCES POTENTIELLES DU RACCORDEMENT	18
5.1.	INCIDENCES TEMPORAIRES DU RACCORDEMENT EN PHASE DE TRAVAUX	18
5.2.	INCIDENCES PERMANENTES DU RACCORDEMENT EN PHASE D'EXPLOITATION	19
6.	SYNTHESE	19
VI.	CONCLUSION	21

LISTE DES CARTES

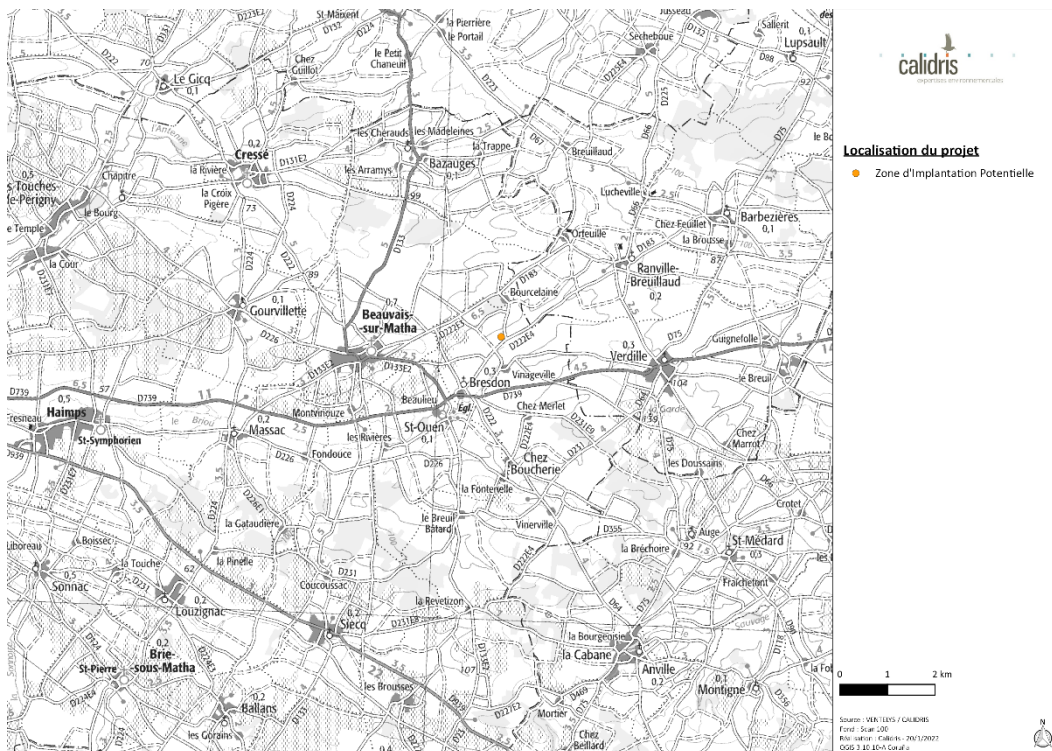
Carte 1 : Localisation du projet (vue large)	3
Carte 2 : Localisation du projet (vue rapprochée)	3
Carte 3 : Localisation des sites Natura 2000 dans le périmètre des 5 km autour du projet solaire	10
Carte 4 : Exemple de base de vie pendant la phase de travaux de construction d'une centrale solaire sur réserve d'irrigation	18

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Liste des sites Natura 2000 présents dans un rayon de 5 kilomètres autour de la ZIP	10
Tableau 2 : Espèces d'oiseaux inscrites aux FSD des deux ZPS concernées	13
Tableau 3 : Liste des espèces visées au FSD de la ZSC concernée	14

II. PRESENTATION DU PROJET

1. Localisation du projet



Carte 1 : Localisation du projet (vue large)



Carte 2 : Localisation du projet (vue rapprochée)

2. Description du projet

Le projet d'ombrière photovoltaïque est constitué de tables photovoltaïques qui seront fixées sur des poutres en I, de câbles, d'onduleurs et d'un poste de livraison. Ces poutres reposeront en partie sur des poteaux d'appui en fond de réserve et sur le tour de ronde de la réserve au niveau de différents points d'ancrage. Des câbles aciers passeront le long des poutres et viendront prendre ancrage en autant de points à l'extérieur de la réserve au niveau du sol naturel. Ces câbles traverseront les digues dans des fourreaux dédiés au niveau de la bande de roulement. L'ouvrage sera fixe et ne reposera pas sur l'eau. Les tables seront de 9,42 m de long pour 3,35 m de large, elles seront inclinées à 10° et orientées en Est-Ouest. De cette façon, elles formeront des dômes qui couvriront l'ensemble de la réserve. En effet, l'entièreté de la partie étanchéifiée de la réserve d'irrigation sera utilisée pour la réalisation de cet ouvrage.

Lors de la phase travaux, une base vie de 800m² dédiée au stockage du matériel et engin de levage sera créée. Elle sera collée à la réserve d'irrigation et persistera uniquement durant la phase travaux sans empiéter sur les éléments de végétation.

Le transfert d'énergie se réalisera par le biais d'un raccordement souterrain, le long des chemins existants.

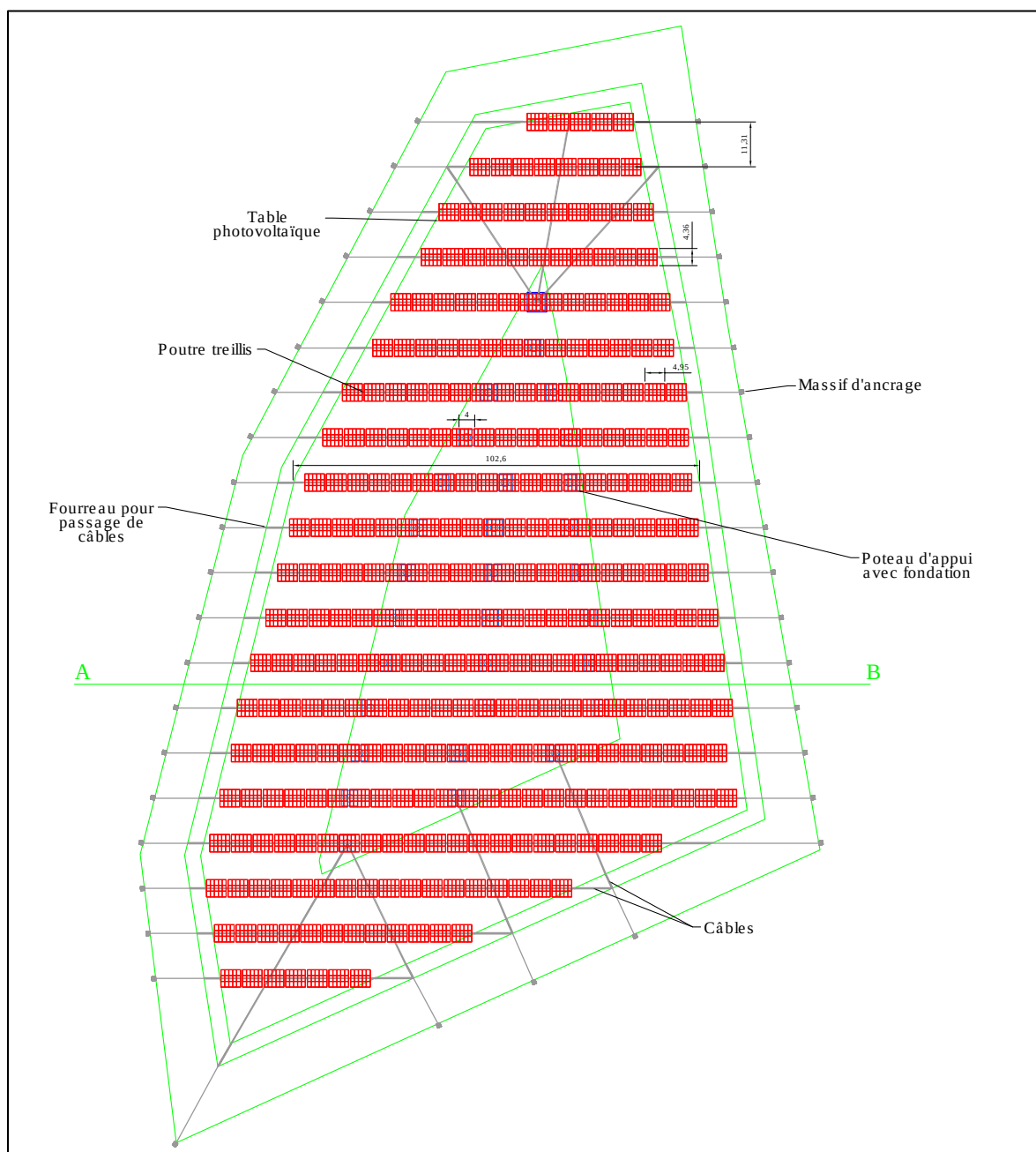


Figure 1 : Schéma de principe de la structure (source : Ventelys)

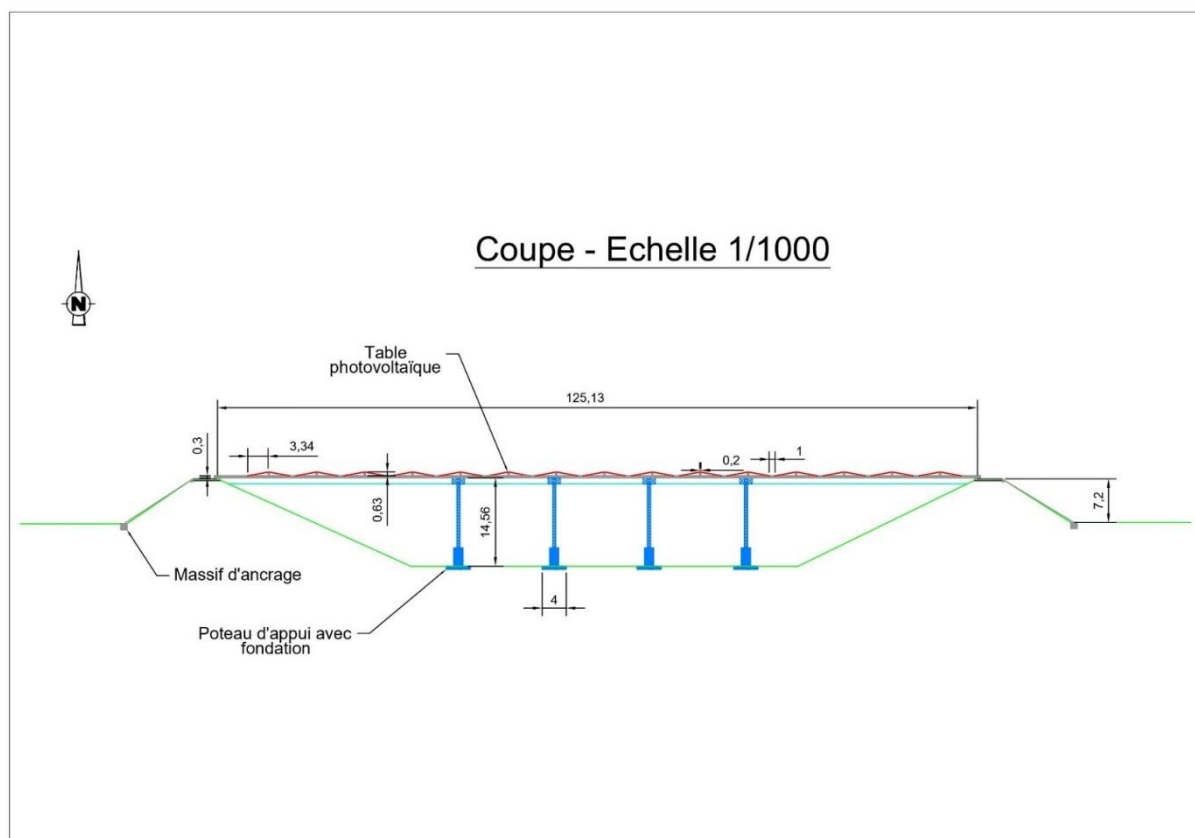


Figure 2 : Schéma de principe de la structure – vue de coupe (source : Ventelys)

III. METHODOLOGIE D'EVALUATION

1. NATURA 2000

Le réseau Natura 2000 constitue le moyen principal mis en place par l'Union européenne pour lutter contre l'érosion de la biodiversité. Ce réseau a pour objectif de mettre en application la Directive « Oiseaux » de 1979 et la Directive « Habitats » de 1992 visant à assurer la survie à long terme des espèces et des habitats à forts enjeux de conservation en Europe. Ce réseau est structuré à travers deux types de zonages :

- ✦ Les Zones de Protection Spéciale (ZPS), visant la conservation des espèces d'oiseaux sauvages figurant à l'annexe I de la Directive « Oiseaux » ou qui servent d'aires de reproduction, de mue, d'hivernage ou de zones de relais à des oiseaux migrateurs,

- ✚ Les Zones Spéciales de Conservation (ZSC) ou Sites d'Intérêt Communautaire (SIC), visant la conservation des types d'habitats et des espèces animales et végétales figurant aux annexes I et II de la Directive « Habitats.

Le développement et l'exploitation du projet étant soumise à étude d'impact, il est indispensable d'évaluer les incidences du projet quant à ses effets sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000 situés autour de ce dernier.

2. Approche méthodologique de l'évaluation des incidences

L'évaluation des incidences porte uniquement sur les éléments écologiques ayant justifié la désignation des sites Natura 2000 concernés par l'étude. Elle ne concerne donc pas les habitats naturels et espèces qui ne sont pas d'intérêt communautaire ou prioritaire, même s'ils sont protégés par la loi. En outre, les habitats et les espèces d'intérêt communautaire ou prioritaire, nouvellement mis en évidence sur le site et n'ayant pas été à l'origine de la désignation du site (non mentionnés au Formulaire Standard de Donnée - FSD), ne doivent pas réglementairement faire partie de l'évaluation des incidences du projet. Enfin, les éléments d'intérêt européen pris en compte dans l'analyse des incidences doivent être « sensibles » au projet.

Une espèce ou un habitat est dit sensible lorsque sa présence est fortement probable et régulière sur l'aire d'étude et qu'il y a interférence potentielle entre son état de conservation et/ou celui de son habitat d'espèce et les effets des travaux ou de l'exploitation.

Ainsi, les éléments pris en compte dans l'évaluation des incidences sont définis par l'article R414-23 du code de l'environnement et suit la démarche exposée dans le schéma suivant.

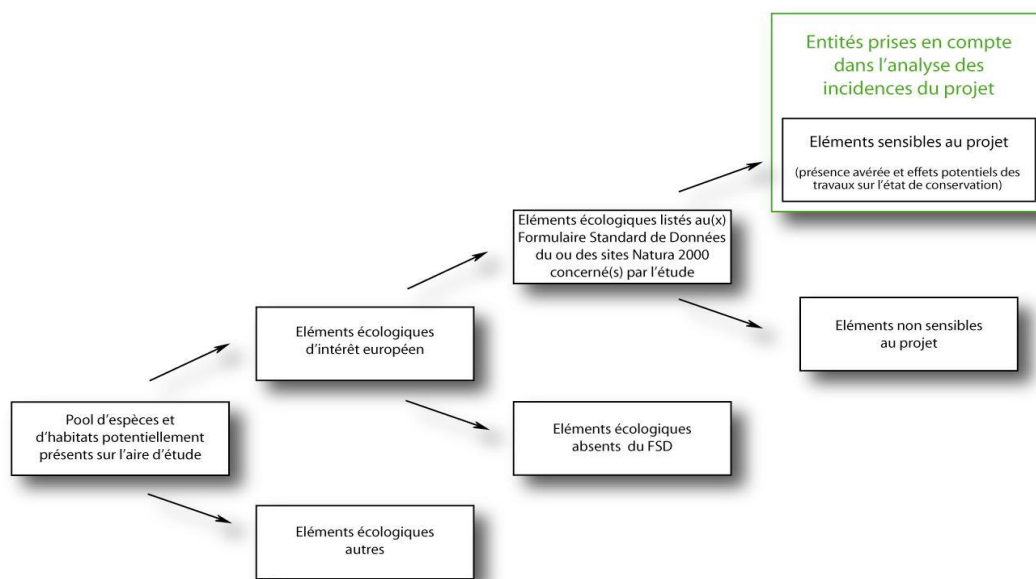


Figure 3 : Démarche de l'étude d'incidences définie par l'article R414-23 du CE

L'étude d'incidences est conduite en deux temps (confer schéma page suivante) :

Une évaluation simplifiée. Cette partie consiste à analyser le projet et ses incidences sur les sites Natura 2000 sur lesquels une incidence potentielle est suspectée. Si cette partie se conclut par une absence d'incidence notable sur les objectifs de conservation des sites Natura 2000, alors le projet peut être réalisé. Le deuxième temps de l'étude débute dans le cas contraire.

Une évaluation complète. Cette partie a pour but de vérifier en premier l'existence de solutions alternatives, puis, si tel n'est pas le cas, de vérifier s'il y a des justifications suffisantes pour autoriser le projet. Dans ce dernier cas, des mesures compensatoires doivent être prises.

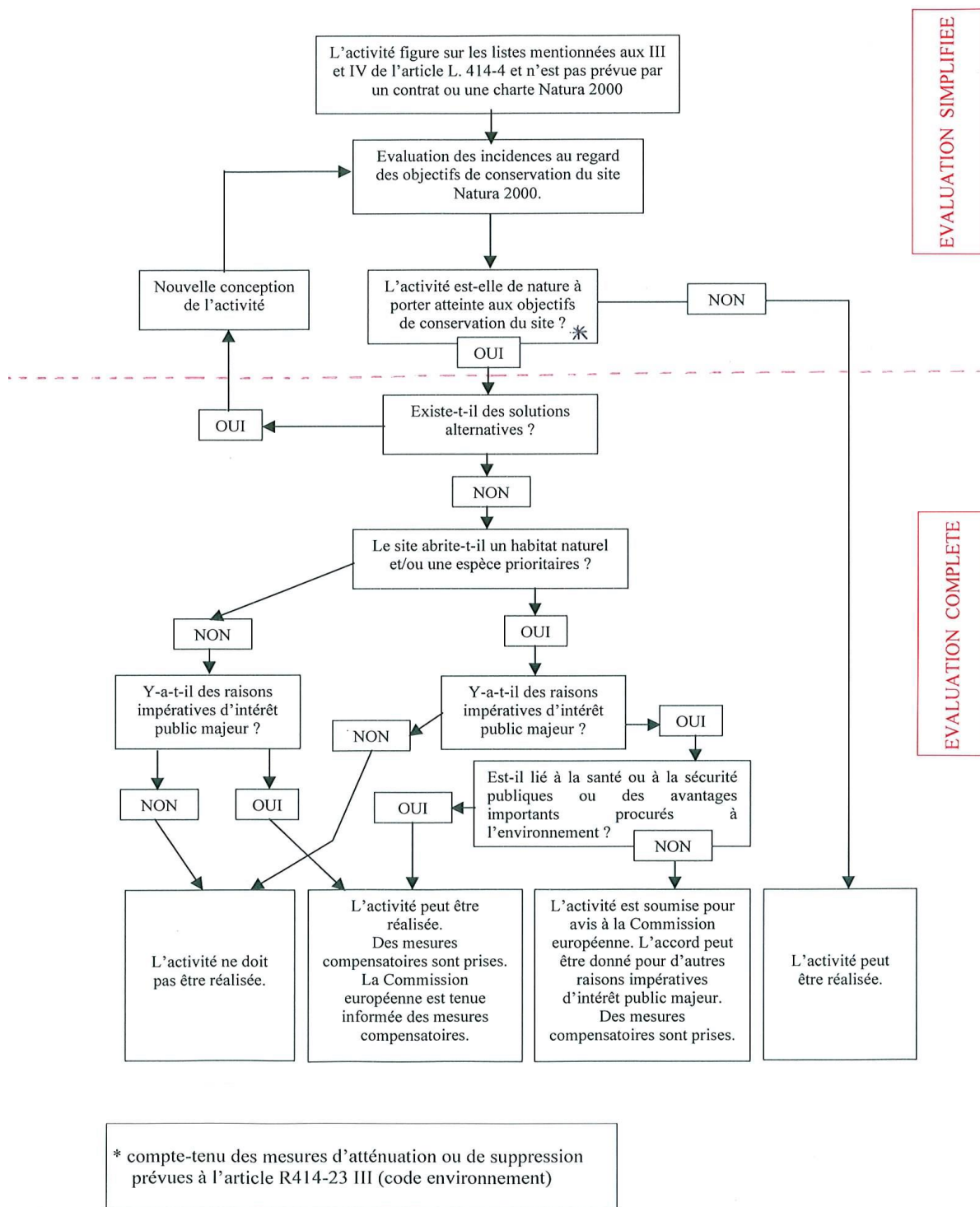


Figure 4 : Champs d'application du régime d'évaluation des incidences (DDTM 44, 2012)

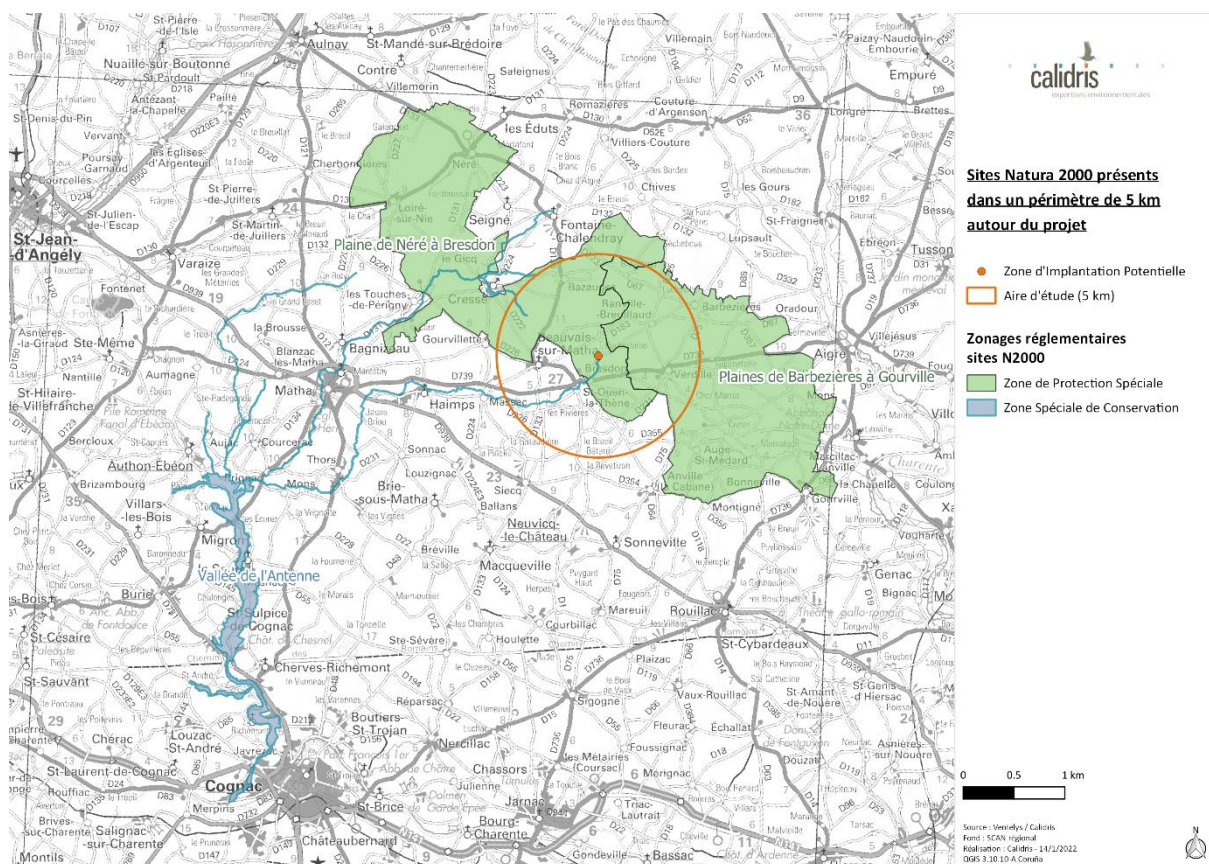
IV. IDENTIFICATION DES SITES NATURA 2000

1. Situation du projet dans le contexte Natura 2000 local

Trois sites Natura 2000 ont été identifiés dans un périmètre de 5 km autour de la zone d'implantation du projet solaire de Palainne sur la réserve d'irrigation « BRN1 » (Commune de Bresdon). Il s'agit de deux ZPS et d'une ZSC. C'est donc au regard des objectifs de conservation de ces sites que l'incidence éventuelle du projet doit être évaluée.

Tableau 1 : Liste des sites Natura 2000 présents dans un rayon de 5 kilomètres autour de la ZIP

Nom	Identifiant	Distance à la ZIP
Zone de Protection Spéciale		
Plaine de Néré à Bresdon	FR5412024	0 km
Plaines de Barbezières à Gourville	FR5412023	645 m
Zone Spéciale de Conservation		
Vallée de l'Antenne	FR5400473	165 m



Carte 3 : Localisation des sites Natura 2000 dans le périmètre des 5 km autour du projet solaire

2. Présentation des sites Natura 2000

2.1. ZPS FR5412024, « Plaine de Néré à Bresdon »

Cette ZPS concerne une plaine céréalière ouverte avec présence de quelques prairies, jachères et luzernières. Le site est une des huit zones de plaines à Outarde canepetière retenues comme majeures en région ex-Poitou-Charentes. Il s'agit de la principale zone de survivance de cette espèce dans le département de la Charente-Maritime. A la création de la ZPS, celle-ci abritait ~ 9% des effectifs régionaux. C'est un secteur présentant une densité significative d'Outardes canepetières nicheuses et abritant des rassemblements automnaux. Le site abrite également des rassemblements postnuptiaux importants d'Œdicnèmes criards. Une extension du site est validée dans le docob, la population d'outardes ayant tendance à s'implanter à l'extérieur de la zone vers le nord-ouest en particulier.

Espèces significatives de la ZPS : 12 espèces nicheuses (Engoulevent d'Europe, Martin-pêcheur d'Europe, Alouette lulu, Pipit rousseline, Pie-grièche écorcheur, Bondrée apivore, Milan noir, Busard Saint-Martin, Busard cendré, Outarde canepetière, Œdicnème criard et Courlis cendré), 9 espèces migratrices et/ou hivernantes (Milan royal, Circaète Jean-le-Blanc, Busard des roseaux, Faucon émerillon, Faucon pèlerin, Outarde canepetière, Œdicnème criard, Pluvier guignard et Vanneau huppé).

2.2. ZPS FR5412023, « Plaines de Barbezières à Gourville »

Ce site fait partie des 8 ZPS désignées en ex-Poitou-Charentes pour la sauvegarde des oiseaux de plaine, au premier rang desquels l'Outarde canepetière. Il est voisin à l'ouest de la ZPS "Plaine de Néré à Bresdon", dont les enjeux sont similaires et les populations liées.

Les cultures représentent les 8/10^e de la surface du site ; elles comprennent des céréales, des oléagineux, de la luzerne souvent intensive, quelques jachères en rotation mais comme partout, en forte régression depuis 2007. Les parcelles sont assez grandes, souvent entrecoupées de vignoble.

Le site est une des huit zones de plaines à Outarde canepetière retenues comme majeures en région ex-Poitou-Charentes. Il s'agit d'une des deux principales zones de survivance de cette espèce dans le département de la Charente. Celle-ci abrite ~7% des effectifs régionaux. Au total 13 espèces d'intérêt communautaire sont présentes dont 3 atteignent des effectifs remarquables sur le site. Des effectifs importants de Vanneau (*Vanellus vanellus*) (plusieurs milliers) sont également notés en hivernage et au passage migratoire.

Espèces significatives de la ZPS : 12 espèces nicheuses (Engoulevent d'Europe, Alouette lulu, Pipit rousseline, Pie-grièche écorcheur, Bruant ortolan, Canard colvert, Bondrée apivore, Milan noir, Busard Saint-Martin, Busard cendré, Busard des roseaux, Outarde canepetière et Œdicnème criard), 12 espèces migratrices et/ou hivernantes (Héron cendré, Oie cendrée, Busard des roseaux, Faucon émerillon, Faucon pèlerin, Outarde canepetière, Œdicnème criard, Pluvier guignard, Pluvier doré, Vanneau huppé, Courlis cendré et Chevalier guignette).

2.3. ZSC FR5400473, « Vallée de l'Antenne »

Le site prend en compte l'ensemble du lit majeur de l'Antenne et intègre les habitats caractéristiques d'un petit système alluvial planitiaire atlantique peu anthropisé : petite rivière à courant moyen, aux eaux claires et de bonne qualité, ripisylve spatialement étendue (aulnaie-frênaie) alternant avec des mégaphorbiaies, des roselières et des magnocariçaies. Des plantations de peupliers et quelques prairies inondables complètent l'ensemble. Au sud de Saint-Sulpice une petite portion du plateau dominant la vallée a également été intégrée en raison de la présence de pelouses sèches (importance pour les orchidées) et de carrières souterraines abandonnées (colonies de chiroptères). Au nord de Prignac, les lits mineurs de l'Antenne et de ses principaux affluents, jusqu'à leur source ont été intégrés quoique leur état de conservation dans ce secteur soit souvent défavorable (rivières longtemps à sec en saison estivale).

Cette ZPS revêt un intérêt faunistique très élevé avec la présence simultanée de la Loutre et du Vison d'Europe qui occupent de manière permanente les milieux aquatiques et rivulaires du site, d'une communauté diversifiée d'amphibiens et d'invertébrés rares comme la Rosalie des Alpes. Par ailleurs, la vallée constitue un terrain de chasse essentiel pour les nombreuses espèces de chauves-souris utilisant les anciennes carrières souterraines du plateau des Fades comme gîte diurne et/ou comme site de reproduction.

2.4. Synthèse des espèces visées au FSD des différents sites Natura 2000

Les tableaux ci-dessous présentent les espèces d'oiseaux, d'amphibiens, d'insectes et de poissons identifiées au sein des sites Natura 2000 dans un périmètre de 5 km autour du site d'étude.

Tableau 2 : Espèces d'oiseaux inscrites aux FSD des deux ZPS concernées

	FR5412024	FR5412023
<i>Oiseaux visés à l'Annexe I de la directive 79/409/CEE</i>		
Engoulevent d'Europe	Reproduction	Reproduction
Martin-pêcheur d'Europe	Sédentaire	
Alouette lulu	Reproduction	Reproduction (1 couple)
Pipit rousseline	Reproduction (1 couple)	Reproduction (4 couples)
Bruant ortolan		Reproduction (4 couples)
Pie-grièche écorcheur	Reproduction	Reproduction
Bondrée apivore	Reproduction	Reproduction
Milan noir	Reproduction	Reproduction (6 – 10 individus)
Milan royal	Concentration	
Circaète Jean-le-Blanc	Concentration	
Busard des roseaux	Hivernage	Concentration
Busard Saint-Martin	Reproduction (3 – 10 couples)	Reproduction (4 individus)
Busard cendré	Reproduction (1 – 2 couples)	Reproduction (9 – 9 individus)
Faucon émerillon	Concentration	Hivernage
Faucon pèlerin	Concentration	Concentration
Outarde canepetière	Reproduction (10 – 20 mâles chanteurs) Concentration (30 – 75 individus)	Reproduction (14 mâles chanteurs) Concentration (10 – 32 individus)
Œdicnème criard	Reproduction (24 – 49 couples) Concentration (150 – 300 individus)	Reproduction (31 couples) Concentration (118 – 205 individus)
Pluvier guignard	Concentration	Concentration (10 individus)
Pluvier doré	Hivernage (130 – 5000 individus)	Hivernage (30 – 100 individus)

Tableau 3 : Liste des espèces visées au FSD de la ZSC concernée

FR5400473	
Mammifères visés à l'annexe II de la directive 92/43/CEE	
<i>Myotis myotis</i>	Hivernage (0 – 4 individus)
<i>Lutra lutra</i>	Sédentaire
<i>Mustela lutreola</i>	Sédentaire
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Hivernage (2 – 24 individus)
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Hivernage (17 – 478 individus)
<i>Barbastella barbastellus</i>	Hivernage (0 – 7 individus)
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Hivernage (0 – 86 individus)
<i>Myotis emarginatus</i>	Hivernage (10 – 138 individus)
<i>Myotis bechsteinii</i>	Hivernage (0 – 5 individus)
Invertébrés à l'annexe II de la directive 92/43/CEE	
<i>Oxygastra curtisii</i>	Sédentaire
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Sédentaire
<i>Gomphus graslini</i>	Sédentaire
<i>Lycaena dispar</i>	Sédentaire
<i>Lucanus cervus</i>	Sédentaire
<i>Rosalia alpina</i>	Sédentaire
<i>Cerambyx cerdo</i>	Sédentaire
Poissons à l'annexe II de la directive 92/43/CEE	
<i>Cottus perifretum</i>	Sédentaire
<i>Lampetra planeri</i>	Sédentaire
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Sédentaire

V. EVALUATION DES INCIDENCES

On notera tout d'abord, qu'hormis les oiseaux et les chiroptères qui peuvent être impactés sur de grandes distances du fait de leurs capacités de déplacement, les effets des parcs photovoltaïques pour les autres taxons sont liés aux emprises stricto sensu.

Aucun effet d'emprise n'est attendu pour les poissons, mammifères hors chiroptères et insectes identifiés dans les sites d'intérêts communautaires (SIC) du fait que les habitats de ces espèces ne sont pas présents sur la ZIP.

De ce fait, l'incidence doit être évaluée au regard des objectifs de conservation afférents aux oiseaux visés par les FSD des ZPS FR5412024 et FR5412023 ainsi que par le FSD de la ZSC FR5400473.

3. Incidences potentielles de l'ombrière photovoltaïque

L'incidence d'un projet peut être de plusieurs formes :

- ✦ Incidence permanente* : perte d'habitat
- ✦ Incidence temporaire : perturbations liées aux travaux (mortalité et dérangement)

**il est entendu par incidence permanente une incidence liée à la période d'exploitation du projet. Celle-ci est en opposition à une incidence temporaire liée à une phase du projet (phase de travaux).*

3.1. Incidences permanentes du parc photovoltaïque en phase d'exploitation

La présence d'une ombrière photovoltaïque peut altérer l'attractivité de la réserve d'irrigation d'origine anthropique pour des espèces qui l'utiliseraient pour la réalisation de leur cycle écologique.

On notera que parmi les espèces figurant aux objectifs de conservation des ZPS FR5412024 et FR5412023, aucune espèce n'est inféodée aux milieux humides ou aquatiques hormis le Pluvier doré et le Martin-pêcheur d'Europe.

Concernant le Pluvier doré, l'espèce est grégaire et se rassemble en groupes importants dans les cultures. Les oiseaux ne fréquentent pas les plans d'eau. Aussi la réserve en tant que telle ne constitue pas une zone écologiquement fonctionnelle pour cette espèce.

Concernant le Martin-pêcheur d'Europe, l'espèce fréquente les cours d'eau et plans d'eau pour y trouver sa nourriture et nicher dans les berges immédiates. Aucune de ces conditions n'est réunie dans le cas qui nous concerne puisqu'une réserve d'irrigation n'a pas vocation à entretenir un réseau trophique susceptible de satisfaire aux exigences de l'espèce (source d'alimentation, berges pour nicher). La réserve ne constitue donc pas pour l'espèce une zone écologiquement fonctionnelle.

Concernant les espèces de chiroptères visées au FSD de la ZSC FR5400473, le site d'étude ne présente aucun habitat susceptible de convenir à leur hivernage. La réserve ne constitue pas pour ces espèces une zone écologiquement fonctionnelle.

Ainsi quelque que soit l'espèce figurant aux objectifs de conservation des ZPS FR5412024, FR5412023 et de la ZSC FR5400473 nous pouvons constater que la réalisation du projet n'altérera aucun habitat écologiquement fonctionnel pour l'une ou l'autre de ces espèces. **De ce fait aucune incidence n'est retenue en termes de perte/altération d'habitat.**

3.2. Incidences temporaires de l'ombrière photovoltaïque en phase de travaux

Les perturbations potentielles attendues en phase de travaux sont le dérangement (cuvée, élevage de jeunes) et le risque de destruction de sites de reproductions (nids) pour les oiseaux.

Cependant, la réserve ne constitue en aucun cas un habitat de reproduction pour les espèces visées aux objectifs de conservation des ZPS et ZSC concernées. En effet la réserve est dépourvue de la végétation nécessaire et l'écosystème aquatique est inexistant.

De plus, dans le cas qui nous concerne, la phase de travaux se déroulerait à l'Automne (Septembre-Décembre) soit en dehors de toute période de nidification de l'avifaune.

Par conséquent aucune espèce figurant aux objectifs de conservation n'est susceptible de se reproduire sur l'emprise de la réserve. **Ainsi, aucune incidence potentielle n'est relevée en phase de travaux quant aux espèces figurant aux objectifs de conservation des ZPS FR5412024, FR5412023 et de la ZSC FR5400473.**

4. Incidences potentielles de la base vie

L'incidence potentielle de la base vie ne pourrait être que d'une forme :

- ✂ Incidence temporaire : perturbations liées aux travaux (mortalité et dérangement)

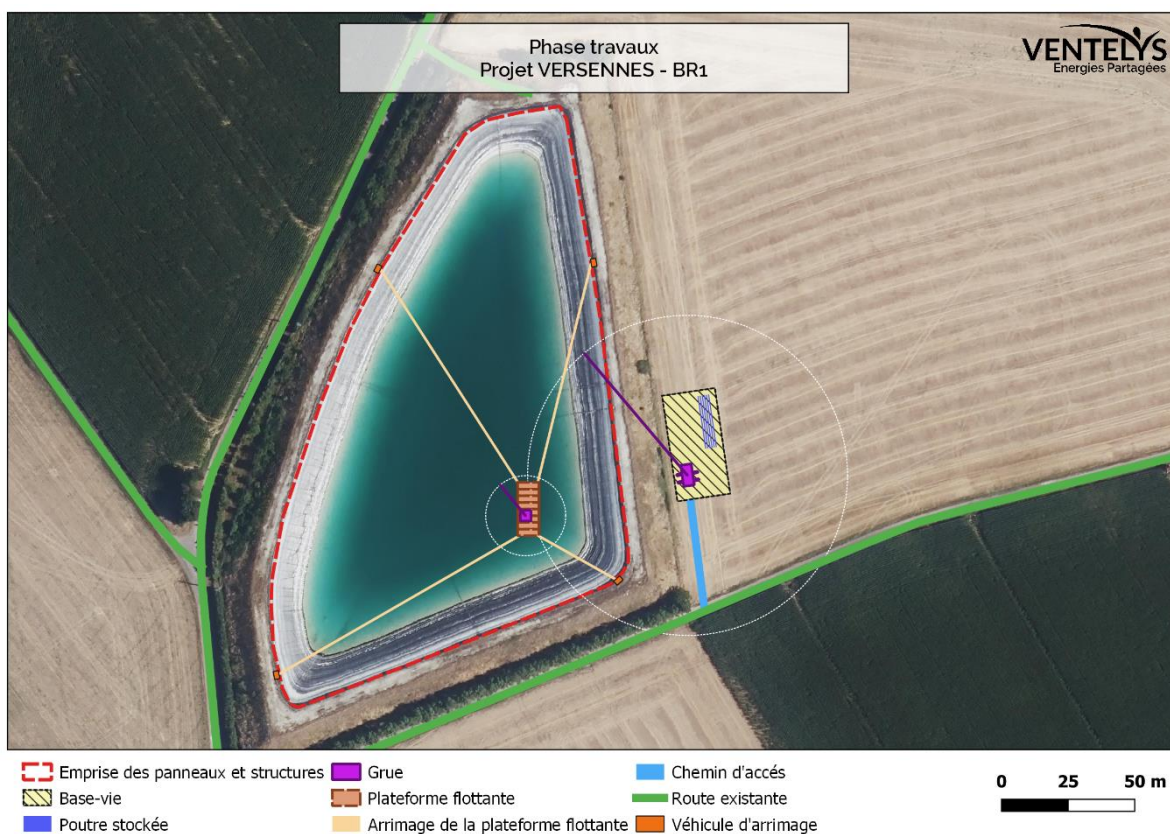
4.1. Incidences temporaires de la base vie en phase de travaux

Les perturbations potentielles attendues en phase de travaux sont le dérangement (cuvée, élevage de jeunes) et le risque de destruction de sites de reproductions (nids) pour les oiseaux.

Cependant, la base vie de 400m², est localisée au pied de la réserve sur une zone qui ne constitue en aucun cas un habitat de reproduction pour les espèces visées aux objectifs de conservation de la ZPS FR5412024, la ZPS FR5412023 et la ZSC FR5400473. En effet, cette dernière sera déployée sur la surface adjacente à la réserve d'irrigation en dehors d'éléments de zones humides ou végétalisées.

Cet habitat anthropique n'est ni favorable à la reproduction, ni favorables aux stationnements des espèces figurant aux objectifs de conservation des ZPS FR5412024, FR2412023 et de la ZSC FR5400473.

Par conséquent aucune espèce figurant aux objectifs de conservation n'est susceptible de se reproduire sur l'emprise dédiée à la base vie. Ainsi, **aucune incidence potentielle n'est relevée en phase de travaux quant aux espèces figurant aux objectifs de conservation des ZPS et ZSC concernées.**



Carte 4 : Exemple de base de vie pendant la phase de travaux de construction d'une centrale solaire sur réserve d'irrigation

4.2. Incidences permanentes de la base vie en phase d'exploitation

La base vie étant démontée à l'issue de la phase travaux, **aucune incidence n'est retenue en phase d'exploitation.**

5. Incidences potentielles du raccordement

L'incidence potentielle de la base vie ne pourrait être que d'une forme :

- 📌 Incidence temporaire : perturbations liées aux travaux (mortalité et dérangement)

5.1. Incidences temporaires du raccordement en phase de travaux

Les perturbations potentielles attendues en phase de travaux sont le dérangement (cuvée, élevage de jeunes) et le risque de destruction de sites de reproductions (nids) pour les oiseaux.

Cependant, la zone d'emprise du raccordement ne constitue pas un habitat de reproduction favorable pour les espèces visées aux objectifs de conservation des ZPS FR5412024, FR5412023 et de la ZSC FR5400473. En effet le tracé suivra des chemins agricoles et/ou des routes, en direction du point de raccordement le plus proche. Ainsi les travaux se dérouleront sur une zone non fonctionnelle écologiquement pour les chiroptères, défavorable à la reproduction de l'avifaune et soumise à l'effet de la route.

Par conséquent aucune espèce figurant aux objectifs de conservation n'est susceptible de se reproduire sur l'emprise ou aux abords du tracé de raccordement envisagé. Ainsi, **aucune incidence potentielle n'est relevée en phase de travaux** quant aux espèces figurant aux objectifs de conservation des ZPS et ZSC concernées.

5.2. Incidences permanentes du raccordement en phase d'exploitation

Le raccordement étant souterrain, **aucune incidence n'est retenue en phase exploitation.**

6. Synthèse

	Incidences potentielles temporaires	Incidences potentielles permanentes
<i>Mammifères visés à l'annexe II de la directive 92/43/CEE</i>		
<i>Myotis myotis</i>	Nulle	Nulle
<i>Lutra lutra</i>	Nulle	Nulle
<i>Mustela lutreola</i>	Nulle	Nulle
<i>Rhinolophus hipposideros</i>	Nulle	Nulle
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Nulle	Nulle
<i>Barbastella barbastellus</i>	Nulle	Nulle
<i>Miniopterus schreibersii</i>	Nulle	Nulle
<i>Myotis emarginatus</i>	Nulle	Nulle
<i>Myotis bechsteinii</i>	Nulle	Nulle
<i>Invertébrés à l'annexe II de la directive 92/43/CEE</i>		
<i>Oxygastra curtisii</i>	Nulle	Nulle
<i>Coenagrion mercuriale</i>	Nulle	Nulle
<i>Gomphus graslini</i>	Nulle	Nulle
<i>Lycaena dispar</i>	Nulle	Nulle

	Incidences potentielles temporaires	Incidences potentielles permanentes
<i>Lucanus cervus</i>	Nulle	Nulle
<i>Rosalia alpina</i>	Nulle	Nulle
<i>Cerambyx cerdo</i>	Nulle	Nulle
Poissons à l'annexe II de la directive 92/43/CEE		
<i>Cottus perifretum</i>	Nulle	Nulle
<i>Lampetra planeri</i>	Nulle	Nulle
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Nulle	Nulle
Oiseaux visés à l'Annexe I de la directive 79/409/CEE		
Engoulevent d'Europe	Nulle	Nulle
Martin-pêcheur d'Europe	Nulle	Nulle
Alouette lulu	Nulle	Nulle
Pipit rousseline	Nulle	Nulle
Bruant ortolan	Nulle	Nulle
Pie-grièche écorcheur	Nulle	Nulle
Bondrée apivore	Nulle	Nulle
Milan noir	Nulle	Nulle
Milan royal	Nulle	Nulle
Circaète Jean-le-Blanc	Nulle	Nulle
Busard des roseaux	Nulle	Nulle
Busard Saint-Martin	Nulle	Nulle
Busard cendré	Nulle	Nulle
Faucon émerillon	Nulle	Nulle
Faucon pèlerin	Nulle	Nulle
Outarde canepetière	Nulle	Nulle
Cedricnème criard	Nulle	Nulle
Pluvier guignard	Nulle	Nulle
Pluvier doré	Nulle	Nulle

VI. CONCLUSION

Le projet d'ombrière photovoltaïque sur la réserve « BRN1 » est inscrit dans le périmètre des ZPS FR5412024 « Plaine de Néré à Bresdon » et FR5412023 « Plaines de Barbezières à Gourville », ainsi que de la ZSC FR5400473 « Vallée de l'Antenne ». Or parmi les espèces figurant aux objectifs de conservation de ces sites, aucune n'est susceptible d'utiliser cet habitat pour tout ou partie de la réalisation de son cycle écologique.

En effet, les secteurs dédiés aux installations permanentes (ombrière photovoltaïque en raccordement souterrain) et temporaires (base vie) correspondent à des zones écologiquement non fonctionnelles pour ces espèces.

Par conséquent, il n'y a aucun doute raisonnable quant au fait que le projet n'aura aucune incidence potentielle sur les espèces figurant aux objectifs de conservation des ZPS FR5412024, ZPS FR5412023 et de la ZSC FR5400473.



CHAPITRE 3 : NOTICE PAYSAGERE

Chapitre 3 : Notice paysagère

Sommaire

1. Modélisation du point de vue immédiat.....	2
A. Détail de la méthodologie.....	2
B. Rendu des vues immédiate.....	4
2. Photomontages du projet	6
A. Photomontage vue rapprochée.....	6
B. Photomontage vue éloignée.....	8
3. Point de raccordement.....	11
4. Conclusion	12

Table des figures

Figure 1 Prise de vue initiale (ATER Environnement – réserve de Brettes)	4
Figure 2 Modélisation 3D de l'ombrière (ATER Environnement – réserve de Brettes)	4
Figure 3 Intégration du modèle 3D à la prise de vue initiale (ATER Environnement – réserve de Brettes)	5
Figure 4 Photomontage vue rapprochée (Ventelys)	7
Figure 5 Photomontage vue éloignée (Ventelys).....	11
Figure 6 Exemple de poste de livraison.....	12

Table des cartes

Carte 1 Localisation des prises de vues pour les photomontages	6
Carte 2 Carte du raccordement.....	11

Afin de permettre l'évaluation cas par cas du projet d'un point de vue paysager, nous proposons ici deux éléments :

Le premier correspond à une simulation d'une vue immédiate d'une ombrière sur réserve réalisée par ATER Environnement sur une réserve d'irrigation se trouvant sur la commune de Brettes (16). La modélisation 3D permet de se rendre compte de l'impact paysager d'une ombrière sur réserve dans un environnement très proche (quelques mètres de distance). Bien que réalisée dans le cadre d'une ombrière sur une réserve différente de celle dont il est question dans ce dossier, cette modélisation du BE ATER Environnement donne un excellent aperçu des vues immédiates sur ombrières sur réserve d'irrigation.

Le second élément donne un aperçu de l'insertion de notre projet dans l'environnement proche et lointain. Il s'agit de deux vues, une vue immédiate de 70m et une lointaine de 550m.

1. Modélisation du point de vue immédiat

La méthodologie utilisée par ATER pour la réalisation du point de vue immédiat est présentée ci-après.

Les rendus photoréalistes sont obtenus par un croisement des données de plan, SIG et modélisation 3D afin d'obtenir un résultat précis et fiable. Elle s'appuie sur un logiciel de conception 3D (Blender 2.9) et sur Photoshop CC2021 pour les rendus finaux.

Cette méthode se base sur la réalisation d'une maquette en trois dimensions, permettant d'obtenir un rendu esthétiquement très proche de la réalité, mais également précis, vérifiable. Les positions, hauteurs et techniques étant informatisées, elles offrent un rendu plus réaliste.

A. Détail de la méthodologie

ETAPE 1 - PRÉPARATION DES COUCHES D'IMPLANTATION

La première étape consiste à préparer les éléments d'implantation, afin de les convertir dans un format utilisable par le logiciel. Outre cette conversion, cette étape préparatoire permet aussi de vérifier les données, de les ajuster au terrain réel, de préparer les cartographies et de prendre connaissance des caractéristiques du projet et de ses liens avec les autres éléments du paysage avant sa modélisation.

ETAPE 2 - CRÉATION DE LA MAQUETTE 3D DU PROJET

Cette seconde étape vise à la création d'une maquette en 3 dimensions du projet et de ses divers composants. Cette maquette sert de base à l'ensemble de la méthode. Elle est réalisée dans un logiciel spécialisé à partir des données réelles du projet. Les tables photovoltaïques sont modélisées par les équipes d'ATER Environnement, et leurs dimensions sont adaptées pour correspondre aux modèles qui seront utilisés pour le projet. Ainsi, le rendu est proche du résultat en condition réelle.

ETAPE 3 - CALAGE DES VUES ET EXPORT

Les prises de vue de l'état initial sont réalisées directement sur le terrain, dans de bonnes conditions météorologiques. Les photographies sont ensuite assemblées sur Photoshop CC2021 pour former une vue large ou panoramique qui servira de base au photomontage. Dans Blender, des points de vue sont placés précisément à l'emplacement relevé sur le terrain

à l'aide d'un GPS. Ces vues sur la maquette sont ensuite calées grâce aux divers repères inventoriés sur le terrain et sur cartes. A cette étape, les ombres et les lumières (principales et secondaires) sont également générées à l'aide des outils du logiciel de modélisation 3D. les vues sont ensuite exportées, sous forme d'une esquisse faisant apparaître uniquement la maquette.

ETAPE 4 – HABILLAGE SOUS PHOTOSHOP DES VUES

En dernière étape du traitement, les esquisses sont prêtes à être intégrées au panorama photographique, afin de donner un résultat modélisé avec le projet dans son contexte. Lors de cette étape, les éléments du paysage pouvant influencer la visibilité du projet (boisement, masques bâtis) sont pris en compte dans Photoshop pour effacer les parties du projet masquées par le contexte.

La principale limite de la méthode vient de l'angle de prise de vue. En effet, plus l'angle représenté sera important, plus on observera de déformations.

De manière simplifiée, la vue réelle est circulaire, autrement dit, l'œil perçoit son environnement comme une sphère. Mais les appareil photos prennent les photos à « plat ». L'assemblage des photos corrige en partie en projetant de manière cylindrique, mais cela génère des déformations. Blender, quant à lui, fonctionne comme un appareil photo, et génère donc des vues à plat. Il y a donc 3 niveaux de déformation/projection possible.

Pour limiter ces déformations, il est préférable de choisir des photomontages ayant des champs de vision réduits, afin de limiter l'écart entre la vue cylindrique et la vue plane.

B. Rendu des vues immédiate



Figure 1 Prise de vue initiale (ATER Environnement – réserve de Brettes)



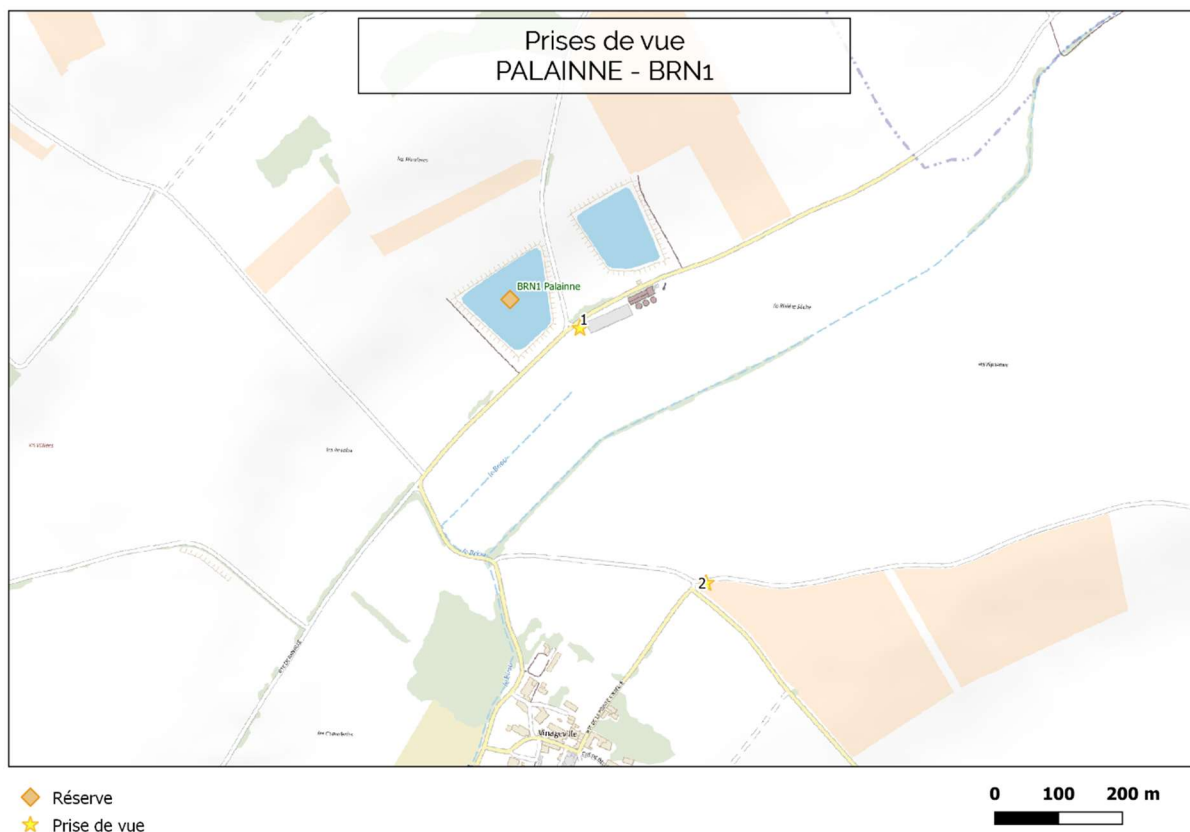
Figure 2 Modélisation 3D de l'ombrière (ATER Environnement – réserve de Brettes)



Figure 3 Intégration du modèle 3D à la prise de vue initiale (ATER Environnement – réserve de Brettes)

2. Photomontages du projet

Ci-après nous présentons de photomontages en vue rapprochée 1 (40m) et en vue plus lointaine 2 (460m).



Carte 1 Localisation des prises de vues pour les photomontages

A. Photomontage vue rapprochée

La prise de vue a été réalisée à 40m du pied de talus de la réserve d'irrigation. La réserve constitue aujourd'hui l'élément visuel majeur du cadre visuel du secteur du projet d'ombrière. Compte tenu du recul de l'ombrière avec à la fois le talus de digue et le tour de ronde, et de l'inclinaison des panneaux photovoltaïques (10°), l'ombrière ne sera pas visible au point 1 proche.

Le secteur immédiat est isolé et peu fréquenté.

Photomontage 1 – Vue proche du projet



Figure 4 Photomontage vue rapprochée (Ventelys)

Date : 27/09/2021

Enjeu du secteur immédiat : Très faible
Impact visuel du secteur immédiat : Très faible

B. Photomontage vue éloignée

Le projet se situe en zone agricole ouverte relativement plate et uniforme.

Le projet d'ombrière situé à 460m du point de prise de vue, ne sera pas visible compte tenu du recul de la structure au bord de la digue et de l'inclinaison des panneaux solaires.

Photomontage 2 – Vue éloignée du projet



Figure 5 Photomontage vue éloignée (Ventelys)

Date : 27/09/2021

Enjeu depuis l'environnement éloigné : Très faible
Impact sur l'environnement éloigné : Très faible

3. Point de raccordement

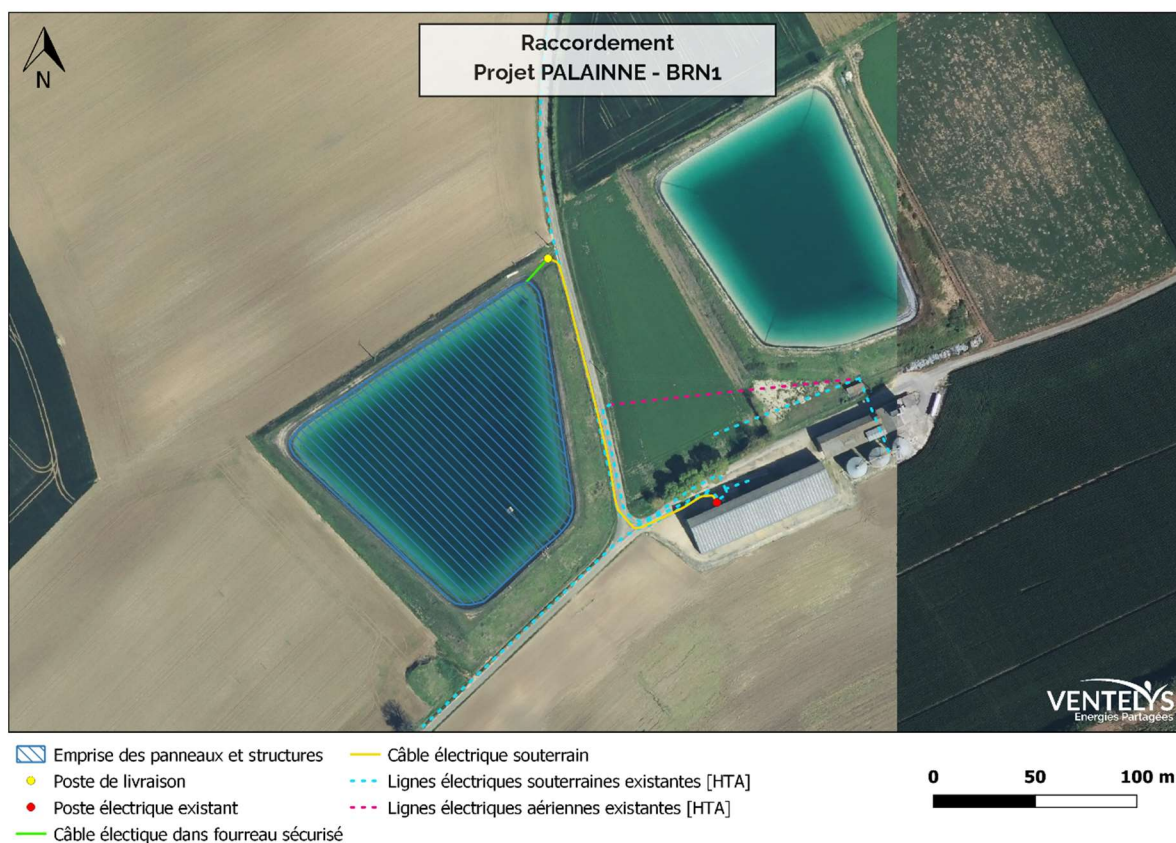
L'électricité produite sera injectée dans le réseau de distribution via un poste de livraison localisé en bordure de route. Le transfert d'énergie se réalisera par le biais d'un raccordement souterrain, le long des chemins existants.



Figure 6 Exemple de poste de livraison

Source : Ventelys

Aucune coupe d'arbre n'est à prévoir pour le raccordement.



Carte 2 Carte du raccordement

Enjeu du secteur : Très faible
Impact visuel du secteur : Très faible

4. Conclusion

L'impact paysager de l'ombrière sur réserve est très faible sur les vues proches et éloignées.



CHAPITRE 4 : NOTE D'EVAPORATION

Chapitre 4 : Note d'évaporation

Le chapitre qui suit est une note d'évaporation réalisée par le bureau d'études TAUW France SAS. Il s'agit d'une étude évaluant l'impact du type de structure que nous proposons sur l'évaporation d'un plan d'eau.

L'étude se base sur des données météorologiques de stations situées en Charente et dans les Deux-Sèvres.



Ventelys

Estimation de l'évaporation de plans d'eau

R001-1619620GGU-V02 du 15 février 2022

Référence R001-1619620GGU-V02

Fiche contrôle qualité

Intitulé de l'étude VENTELYS - Evaluation de l'évaporation de plans d'eau
Client VENTELYS

Site Confidentiel
Interlocuteur Louise BONTRON
Adresse du client 7 rue Eugène et Armand Peugeot 92500 Rueil-Malmaison

Email louise.bontron@ventelys.fr
Téléphone 33 1 84 19 49 63

Référence du document R001-1619620GGU-V02
Date 15/02/2022

Superviseur Hervé BELZ

Responsable étude Guillaume GUÉDON

Rédacteur(s) Guillaume GUÉDON & Karine BERTHIER

Coordonnées

TAUW France - Agence de Dijon
 Parc tertiaire de Mirande
 14 D Rue Pierre de Coubertin
 21000 Dijon
 T +33 38 06 80 133
 Email : info@tauw.fr

TAUW France est membre de TAUW Group bv – Représentant légal : M. Eric MARTIN
 www.tauw.com

Gestion des révisions

Version	Date	Statut	Pages	Annexes
02	15/02/2022	Modification du document	27	3
01	28/01/2021	Création du document	22	3



SITES ET SOLS POLLUÉS
 NF X 31-626-2
 ÉTUDES, ASSISTANCE
 ET CONTRÔLE
 Certification de service des prestataires dans
 le domaine des sites et sols pollués
 www.lne.fr



SITES ET SOLS POLLUÉS
 NF X 31-626-3
 INGÉNIEUR DES TRAVAUX
 DE RÉHABILITATION
 Certification de service des prestataires dans
 le domaine des sites et sols pollués
 www.lne.fr

Table des matières

1	Introduction.....	6
1.1	Contexte de l'étude	6
1.2	Objectifs de l'étude.....	6
2	Estimation de l'évaporation de plans d'eau.....	7
2.1	Définition et principe de l'évaporation	7
2.1.1	Le rayonnement solaire (RS) et albédo	7
2.1.2	Principe de l'évaporation.....	8
2.1.3	Facteurs influençant le taux d'évaporation	9
2.2	Formules permettant d'estimer le taux d'évaporation	10
2.2.1	La formule de Primault.....	10
2.2.2	La formule de Rohwer.....	10
2.2.3	La formule de Penman.....	11
2.2.4	Conclusion sur le choix de la formule	12
3	Eléments de dimensionnement de la couverture photovoltaïque.....	13
4	Impact de l'ombrière sur les volumes d'eau dans le bassin	15
4.1	Données météorologiques	15
4.1.1	Comparaison des conditions météorologiques sur le secteur global.....	15
4.1.2	Données météorologiques - Station de Montembœuf (16).....	16
4.2	Calcul du taux d'évaporation d'un bassin - Formule de Rohwer	16
4.2.1	Plan d'eau ouvert à l'atmosphère (sans ombrière)	16
4.2.2	Plan d'eau fermé à l'atmosphère (avec ombrière)	17
4.3	Calcul du taux d'évaporation d'un bassin - Formule de Penman	19
4.3.1	Cadre du raisonnement.....	19
4.3.2	Application	21
4.3.3	Impact de l'ombrière sur l'évaporation	22
4.4	Impact de l'ombrière sur la recharge d'un bassin par les précipitations	22
4.5	Synthèse des résultats.....	24
4.6	Etude de sensibilité	25
5	Proposition de mesures pour préciser le taux d'évaporation et l'influence d'une couverture..	26
6	Limites de validité de l'étude	27

Liste des annexes

Annexe 1	Données météorologiques brutes et calcul de l'évaporation
Annexe 2	Fiche climatologique de Montemboeuf (16)
Annexe 3	Calcul de l'évaporation suivant différentes hypothèses

Liste des tableaux

Tableau 2.1 :	Définition des termes utilisés.....	7
Tableau 2.2 :	Valeurs de l'albédo pur différentes surfaces. (Source : EPFL).....	8
Tableau 3.1 :	Estimation des surfaces ombragées en fonction de l'exploitation du bassin.....	14
Tableau 4.1 :	Statistiques entre 1981 et 2010 – Température, précipitations, ETP et vitesse du vent	15
Tableau 4.2 :	Résultat des calculs pour l'exemple étudié	17
Tableau 4.3 :	Estimation des volumes moyens théoriques d'eau soustraits à l'évaporation grâce à l'ombrière	18
Tableau 4.4 :	Statistiques entre 1981 et 2010 – Température, précipitations, ETP et vitesse du vent	21
Tableau 4.5 :	Estimation de l'évaporation avec l'ETP de Penman-Monteith.....	21
Tableau 4.6 :	Ecart entre les estimations d'évaporation formule de Rohwer et Penman-Monteith	22
Tableau 4.7 :	Estimation corrigée des volumes moyens théoriques d'eau soustraits à l'évaporation grâce à l'ombrière	22
Tableau 4.8 :	Surface active – surface des panneaux PV.....	23
Tableau 4.9 :	Précipitations : Hauteur moyenne mensuelle (mm) - Statistiques établies sur la période 1990-2010 – Estimation des pertes	23
Tableau 4.10 :	Synthèse du bilan comparé de l'évaporation sans ou avec ombrière avec les hypothèses les plus probables en l'état actuel des connaissances.....	24
Tableau 4.11 :	Variation de l'évaporation pour une diminution de la température (t) aux mois de juin, juillet, août et septembre	25
Tableau 4.12 :	Variation de l'évaporation pour une diminution de la température (t) sur toute l'année	25
Tableau 4.13 :	Variation de l'évaporation pour une variation de l'humidité (H_R) par rapport à l'humidité moyenne annuelle	25
Tableau 4.14 :	Variation de l'évaporation pour une variation de la vitesse du vent	25

Liste des figures

Figure 2.1 :	Représentation des pertes thermiques au travers d'une piscine (source : thermexcel.com)	9
--------------	---	---

Figure 2.2 : Taux d'évaporation d'un plan d'eau en fonction de la température et de l'humidité relative (source : enseiht.fr)	11
Figure 3.1 : Panneaux photovoltaïques en dôme (Doc. Ventelys)	13
Figure 3.2 : Coupe de principe de la structure projetée (Doc. Ventelys)	13
Figure 3.3 : Vue de dessus des panneaux disposés sur la réserve (Doc. Ventelys)	14
Figure 4.1 : Graphes des statistiques entre 1981 et 2010 – Température, précipitations, ETP et vitesse du vent.....	16
Figure 4.2 : Effet de la diminution de température sur l'évaporation	19
Figure 4.3 : Effet de la diminution de la vitesse du vent et de l'augmentation de l'humidité	19
Figure 4.4 : Comparaison à l'échelle annuelle entre l'évaporation mesurée par le bac flottant et l'évaporation calculée par onze différentes méthodes mathématiques (source : AL DOMANY M.)	

1 Introduction

1.1 Contexte de l'étude

L'aménagement de parcs photovoltaïques est consommateur de superficies qui peuvent être en compétition pour leurs usages : aménagements urbains, agriculture, réserves naturelles, etc.

L'optimisation de l'usage des superficies utilisées par les parcs photovoltaïques amène à envisager des usages combinés : parcs photovoltaïques et activité pastorale au sol, parcs photovoltaïques et activité de remédiation des sols, etc.

L'occupation des « sols » par des activités humaines déjà présentes, comme les plans d'eau artificiels, dont la finalité est :

- la conservation d'une réserve en eau pour agriculture,
- la régulation de crues (ou d'étiages),

occupation des « sols » qui peut être également une voie d'optimisation de « consommation » de surface au sol.

L'objectif de cette étude est d'apprécier si la mise en place d'un parc photovoltaïque sur une réserve d'eau peut être une voie réciproquement profitable, d'activités qui, individuellement, pourraient se trouver être en compétition.

Le présent document expose une approche technique vis-à-vis de la retenue d'eau à usage agricole (sur lesquelles des ombrières seraient développées).

1.2 Objectifs de l'étude

Le principe proposé va consister à comparer des calculs théoriques pour estimer l'évaporation d'une retenue « type » d'eau à usage agricole :

- **sans ombrière** ;
- **avec ombrière** ;

pour montrer que les estimations de l'évaporation sont transposables pour les projets proches de Niort (79) et proches d'Angoulême (16) pour une retenue « type » grâce à des conditions météorologiques relativement proches pour les territoires concernés.

Ventelys a missionné TAUW France afin de calculer, par une approche théorique, l'évaporation au niveau d'un plan d'eau artificiel (avec et sans ombrière), sur la base des données disponibles au moment de l'étude.

2 Estimation de l'évaporation de plans d'eau

2.1 Définition et principe de l'évaporation

Le Tableau 2.1 présente les définitions des termes utilisés

Tableau 2.1 : Définition des termes utilisés

Absorption/ Réflexion	L'atmosphère filtre les rayons du Soleil, comme le fait tout corps, provoquant : une réflexion et une rétrodiffusion des rayons, du fait de leur albédo, aux nuages, aux gaz atmosphériques, c'est le brusque changement de direction d'une onde à l'interface de deux milieux. une absorption qui provoque une augmentation de la température, à la suite de laquelle il émet un rayonnement dans n'importe quelle direction. L'absorption est un phénomène ou processus physique et chimique dans lequel des atomes, molécules ou ions pénètrent dans une phase gazeuse, liquide ou solide. Ce phénomène est différent de l'adsorption où les espèces adsorbées restent à la surface. Les espèces absorbées, quant à elles, entrent à l'intérieur de la phase (i. e. en profondeur dans le volume). L'absorption est donc la rétention d'une espèce par une substance. L'absorption et l'adsorption peuvent être regroupées sous le terme sorption.
Albédo	Rapport du rayonnement réfléchi au rayonnement incident.
Convection	(1) Mouvement vertical de l'air, ascendant ou descendant. (2) Convection thermique : transfert de chaleur, d'une zone chaude vers une zone froide, accompagnant le déplacement de matériaux à viscosité suffisamment faible.
Diffraction	La diffraction est le comportement des ondes lorsqu'elles rencontrent un obstacle ou une ouverture ; le phénomène peut être interprété par la diffusion d'une onde par les points de l'objet. La diffraction se manifeste par le fait qu'après la rencontre d'un objet, la densité de l'onde n'est pas conservée contrairement aux lois de l'optique géométrique.
Diffusion	Mécanisme de transport de grandeurs comme la chaleur ou les constituants d'un mélange, qui tend à uniformiser la distribution de ces grandeurs. Cette uniformisation résulte du mouvement aléatoire de molécules (diffusion moléculaire) ou de parcelles de fluide (diffusion turbulente).
Evaporation	Quantité d'eau qui s'évapore d'une surface d'eau libre ou du sol.
Humidité relative	A une pression et à une température données, rapport entre le titre molaire réel de la vapeur d'eau dans l'air et le titre molaire qu'aurait l'air s'il était saturé en eau à la même pression et à la même température.

2.1.1 Le rayonnement solaire (RS) et albédo

D'après l'EPFL (École polytechnique fédérale de Lausanne Suisse) :

- le rayonnement solaire est l'élément moteur des conditions météorologiques et climatiques, et par voie de conséquence, du cycle hydrologique. Son action intéresse l'atmosphère, l'hydrosphère et la lithosphère, par émission, convection, absorption, réflexion, transmission, diffraction ou diffusion. L'émission solaire se situe essentiellement dans une bande de longueur d'onde allant de 0,25 à 5 mm ;
- le rayonnement global est partiellement réfléchi par la surface du sol, selon la nature, la couleur, l'inclinaison ou encore la rugosité de celui-ci. On définit l'albédo comme le pourcentage de lumière solaire réfléchi à la surface terrestre pour une zone irradiée. L'albédo varie considérablement suivant divers composantes terrestres (Tableau 2.2) ou atmosphériques et climatiques (nuages, angle d'incidence du rayonnement solaire, saison et moment de la journée, etc.). De même, certaines composantes de l'atmosphère telles que les poussières modifient l'albédo du globe.

Tableau 2.2 : Valeurs de l'albédo pur différentes surfaces. (Source : EPFL)

Surfaces du sol	Albédo (%)
Surface d'eau	0,03 à 0,1
Forêt	0,05 à 0,2
Sol cultivé	0,07 à 0,14
Pierres et rochers	0,15 à 0,25
Champs et prairies	0,1 à 0,3
Sol nu	0,15 à 0,4
Neige ancienne	0,5 à 0,7
Neige fraîche	0,8 à 0,95

2.1.2 Principe de l'évaporation

L'évaporation est un processus physique qui consiste en un passage d'un état liquide à un état gazeux, après avoir acquis suffisamment d'énergie pour surmonter la tension superficielle. Contrairement à l'ébullition, l'évaporation peut se produire à n'importe quelle température.

Lorsqu'il y a un espace libre au-dessus d'un liquide, une partie de ses molécules est sous forme gazeuse. Lorsqu'elle est équilibrée, la quantité de matière gazeuse définit la pression de vapeur saturée, qui ne dépend pas du volume, mais varie en fonction de la nature du liquide et sa température.

Si la quantité de gaz est inférieure à la pression de vapeur saturée, une partie des molécules passe de la phase liquide à la phase gazeuse : c'est l'évaporation. Lorsque la pression de vapeur est égale à la pression atmosphérique, il se produit une ébullition.

D'un point de vue physique, le mouvement thermique d'une molécule liquide doit être suffisant pour surmonter la tension superficielle et s'évaporer, c'est-à-dire que son énergie cinétique doit dépasser le travail de cohésion appliqué par la tension superficielle à la surface du liquide.

Par conséquent, l'évaporation se produit plus rapidement à haute température, à des débits élevés entre le liquide, les phases de vapeur et dans les liquides à faible tension superficielle (c'est-à-dire avec une pression de vapeur plus élevée).

La température étant étroitement liée au taux de radiation, lui-même directement corrélé à l'évaporation, il s'ensuit qu'une certaine relation existe entre l'évaporation et la température de la surface évaporante.

Le taux d'évaporation est, en particulier, une fonction croissante de la température de l'eau. Comme la température de l'eau varie dans le même sens que la température de l'air, il est plus facile de mesurer cette dernière. On utilise ainsi dans les formules de calcul de l'évaporation la température de l'air plutôt que celle de l'eau.

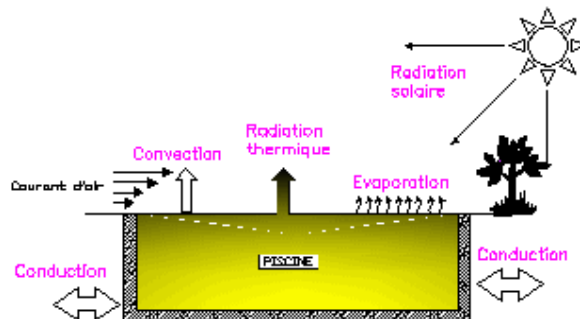


Figure 2.1 : Représentation des pertes thermiques au travers d'une piscine (source : thermexcel.com)

2.1.3 Facteurs influençant le taux d'évaporation

Les facteurs affectant le taux d'évaporation sont :

- concentration d'autres substances dans l'air : si l'air est déjà saturé avec d'autres substances, il peut avoir une capacité inférieure d'évaporation de la substance.
- débit d'air : ceci est en partie lié aux points de concentration ci-dessus. Si de l'air "frais" (air qui n'est ni déjà saturé ni de la substance) se déplace constamment sur la substance, la concentration de la substance dans l'air risque moins de monter avec le temps, encourageant une évaporation plus rapide. Ceci est le résultat de la diminution de la couche limite à la surface d'évaporation avec la vitesse d'écoulement, diminuant la distance de diffusion dans la couche stagnante.
- quantité de minéraux dissous dans le liquide ;
- forces intermoléculaires : plus les forces qui maintiennent les molécules à l'état liquide sont fortes, plus il faut d'énergie pour s'échapper. Ceci est caractérisé par l'enthalpie de vaporisation ;
- pression : l'évaporation se produit plus rapidement s'il y a moins d'effort à la surface, empêchant les molécules de se lancer ;
- surface : une substance ayant une plus grande surface spécifique s'évaporerait plus rapidement, car il y a plus de molécules de surface par unité de volume potentiellement capables de s'échapper ;
- température de la substance : plus la température de la substance est élevée, plus l'énergie cinétique des molécules à sa surface est importante et donc plus la vitesse de leur évaporation est rapide.

2.2 Formules permettant d'estimer le taux d'évaporation

2.2.1 La formule de Primault

La formule de Primault (pour un réservoir) (Équation 1)

$$E = \frac{103 - H_R}{100} * (N + 2 * n_j) \quad (\text{Équation 1})$$

Avec : E : évaporation physique d'un grand réservoir [mm],
 H_R : humidité relative [%],
 N : durée d'insolation effective pendant la période de calcul [h],
 n_j : le nombre total de jour de la période considérée.

2.2.2 La formule de Rohwer

La formule de Rohwer (Équation 2)

$$E = 0,484 * (1 + 0,6 * u) * (e_s - e_a) \text{ avec} \quad (\text{Équation 2})$$

$$e_s = 0,611 * \exp\left(\frac{17,27 * t}{237,3 + t}\right) \quad (\text{Équation 3})$$

$$e_a = \frac{H_R}{100} * e_s \quad (\text{Équation 4})$$

En combinant les équations :

$$E = 0,484 * (1 + 0,6 * u) * \left(0,611 * \exp\left(\frac{17,27 * t}{237,3 + t}\right) - \left(\frac{H_R}{100} * 0,611 \exp\left(\frac{17,27 * t}{237,3 + t}\right) \right) \right)$$

On obtient :

$$E = 0,484 * (1 + 0,6 * u) * 0,611 \exp\left(\frac{17,27 * t}{237,3 + t}\right) * \left(1 - \frac{H_R}{100} \right) \quad (\text{Équation 5})$$

Avec : E : pouvoir évaporant de l'air [mm/jour],
 u : vitesse du vent [m/s],
 e_s : pression de vapeur saturant [kPa], elle augmente avec la température (Équation 3),
 e_a : pression de vapeur actuelle de l'air [kPa],
 t : température [°C],
 H_R : humidité relative [%],

La Figure 2.2 représente le taux d'évaporation calculé à partir de la formule de Rohwer avec un vent nul en fonction de la température et de différents taux d'humidité relative.

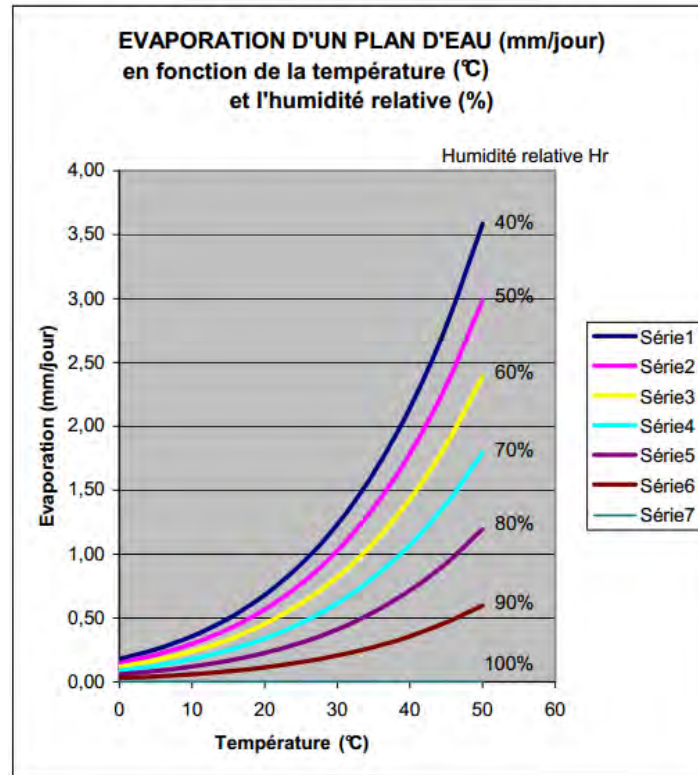


Figure 2.2 : Taux d'évaporation d'un plan d'eau en fonction de la température et de l'humidité relative (source : enseeiht.fr)

2.2.3 La formule de Penman

La formule de Penman (Équation 6)

$$E = \frac{\Delta + 2\gamma}{\Delta + \gamma} * E_c - \left(\frac{\gamma^{(2-\lambda)} + E_a}{\Delta + 2\gamma} \right) \quad \text{avec} \quad (Équation 6)$$

$$\gamma = \frac{C_p * P}{\varepsilon * \lambda} * 10^{-3} = 0,00163 * \frac{P}{\lambda}$$

Avec : E : évaporation physique d'un grand réservoir [mm],
 γ: constante psychrométrique [kPa/°C],
 P : pression atmosphérique [kPa],
 Cp : chaleur spécifique à pression constante = 1,013 10⁻³ MJ/kg/°C,

Δ : pente de la courbe de tension maximum de vapeur d'eau saturant l'air en fonction de la température,

λ : chaleur latente de vaporisation = 2,45 MJ/kg à 20 °C,

ϵ : rapport poids moléculaire vapeur/air sec=0,622,

E_a : pouvoir évaporant de l'air approché par la formule de Rohwer [mm],

E_c : évaporation mesurée sur bac Colorado [mm].

2.2.4 Conclusion sur le choix de la formule

La formule de Primault n'est pas la formule la plus couramment utilisée, elle pourrait potentiellement être utilisée pour ce projet car toutes les données sont disponibles. Elle est écartée du champ de cette étude.

La formule de Penman est la plus complète et la plus rigoureuse. Elle implique des mesures *in situ* (non disponibles à ce stade de l'étude) qui induisent de poser certaines hypothèses.

La formule de Rohwer semble être la formule la plus adaptée à la présente étude pour les raisons suivantes :

- conçue pour les plans d'eaux extérieurs ;
- dépend de paramètres disponibles auprès de Météo France.

Les formules de Penman et Rohwer seront donc appliquées dans le cadre de cette étude.

3 Eléments de dimensionnement de la couverture photovoltaïque

Ventelys a pour projet d'aménager des ombrières (Figure 3.1). La surface projetée pour le cas d'étude pris à titre d'exemple est de 15 500 m².

Ce projet d'ombrière photovoltaïque est constitué de tables photovoltaïques qui seront fixées sur des poutres. Ces poutres reposeront en partie sur des poteaux d'appui en fond de réserve et sur le tour de ronde de la réserve au niveau de différents points d'ancrage (Figure 3.2.).



Figure 3.1 : Panneaux photovoltaïques en dôme (Doc. Ventelys)

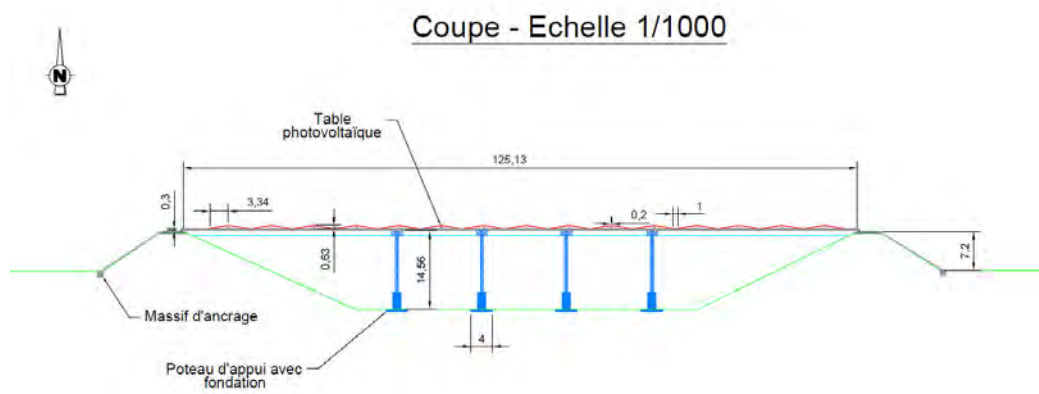


Figure 3.2 : Coupe de principe de la structure projetée (Doc. Ventelys)

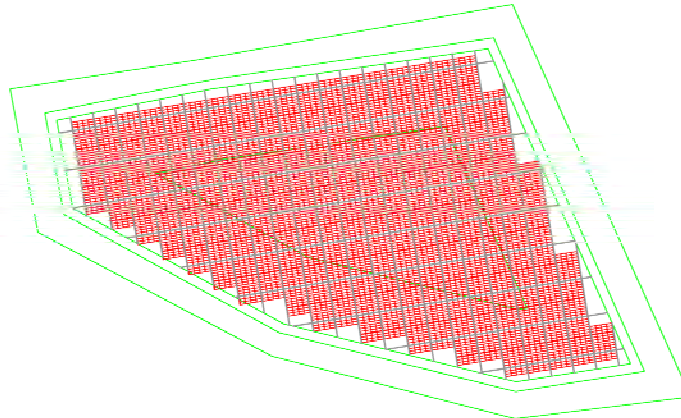


Figure 3.3 : Vue de dessus des panneaux disposés sur la réserve (Doc. Ventelys)

Régulièrement espacées, à des fins techniques de maintenance et d'intervention physique, des bandes sans panneaux permettront le déplacement des techniciens amenés à intervenir sur l'ombrière.

La piste, en tête de digue, devra être accessible en permanence pour l'exploitant de la réserve.

Un projet pilote est envisagé sur un site au cours de l'année 2022.

La surface en eau varie au cours du temps :

- la réserve est remplie de novembre à janvier (capacité maximum du bassin estimée à 186 200 m³, hauteur d'eau max = 14 m). Lorsque le niveau est au plus haut, la surface du plan d'eau est d'environ à 20 000 m²
- l'eau est utilisée sur 3 mois entre juin et septembre. Lorsque le niveau est au plus bas, la hauteur d'eau est de 1,5 m pour une surface du plan d'eau de 6 600 m².

L'estimation des surfaces du plan d'eau en fonction de l'exploitation du bassin est présentée dans le tableau suivant. Ces surfaces sont hypothétiques, nous avons considéré une recharge, et une vidange, linéaires.

La surface constante des panneaux couvrant le bassin est de 15 500 m².

Tableau 3.1 : Estimation des surfaces ombragées en fonction de l'exploitation du bassin

mois	Surface du plan d'eau (m ²)	Etat de remplissage du bassin
janvier	15500	Le bassin est plein
février	15500	Le bassin est plein
mars	15500	Le bassin est plein
avril	15500	Le bassin est plein
mai	15500	Le bassin est plein
juin	13000	Début d'exploitation
juillet	10500	Utilisation de l'eau du bassin
août	6600	Utilisation de l'eau du bassin
septembre	6600	Fin d'exploitation
octobre	9100	Recharge du bassin
novembre	11600	Recharge du bassin
décembre	14100	Recharge du bassin

4 Impact de l'ombrière sur les volumes d'eau dans le bassin

4.1 Données météorologiques

4.1.1 Comparaison des conditions météorologiques sur le secteur global

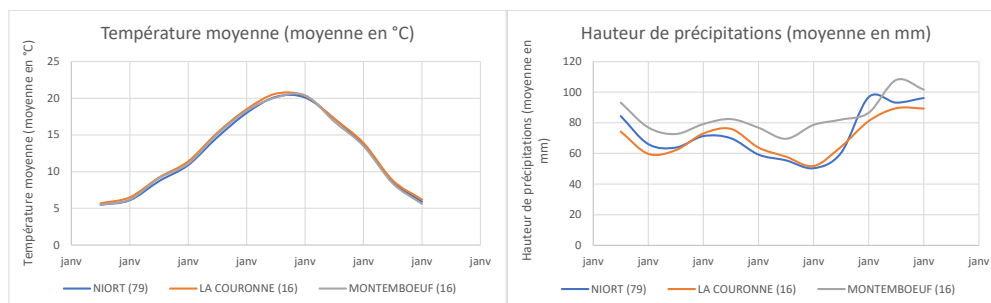
Pour les projets localisés dans les secteurs de Niort (79) et d'Angoulême (16), trois stations météorologiques ont été prises en compte afin de déterminer s'il est possible de considérer une climatologie assez proche.

Les données statistiques entre 1981 et 2010 ont été utilisées pour les stations de Niort (79), la Couronne (16) et Montembœuf (16). Les fiches climatologiques sont présentées en Annexe 2. Le tableau et les figures suivantes présentent une synthèse des statistiques sur 30 ans.

On relève qu'il n'y a pas d'écart significatif entre les stations, notamment pour les températures et l'évapotranspiration potentielle, sauf, et modérément, pour les précipitations qui sont un peu plus abondantes à Montembœuf (15 %) et le vent plus faible (35 %) à La Couronne.

Tableau 4.1 : Statistiques entre 1981 et 2010 – Température, précipitations, ETP et vitesse du vent

		Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Année
Niort	Température moyenne (moyenne en °C)	5,5	6,1	8,7	10,9	14,7	18	20,2	20,1	17,2	13,6	8,6	5,9	12,5
La Couronne		5,7	6,5	9,2	11,4	15,3	18,5	20,6	20,3	17,2	13,9	8,8	6,2	12,8
Montembœuf		5,5	6,2	9,1	11,1	15,1	18,3	20,1	20,4	16,8	13,5	8,4	5,6	12,5
Niort	Hauteur de précipitations (moyenne en mm)	84,4	66,1	63,8	71,3	69,9	59,2	55,5	50,3	60,5	96,8	93,2	96,2	867,2
La Couronne		74,3	59,8	62,2	73	76	63,8	57,9	51,8	64,5	81,1	89,5	89,3	843,2
Montembœuf		93,2	77	72,7	79,2	82,4	76,8	69,6	78,7	82,1	86,6	108	101,6	1007,9
Niort	Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)	12,6	23,1	54,7	81,1	115	137,6	146,5	131	83,5	43,3	16	10,3	854,7
La Couronne		12,1	22,5	56,5	82,5	117,4	136	141,3	122,6	76,1	40,4	15	10,2	832,6
Montembœuf		14,6	25,5	60,3	84,6	117,4	136,2	142,5	125,7	81,4	45,1	17,7	11,9	862,9
Niort	Vitesse du vent moyenné (moyenne en m/s)	4,5	4,3	4,2	4,1	3,7	3,5	3,5	3,3	3,5	3,9	3,9	4,3	3,9
La Couronne		2,8	3	3	2,9	2,5	2,3	2,2	2	2,1	2,4	2,5	2,7	2,5
Montembœuf		4,2	4	3,9	3,6	3,3	2,9	2,7	2,6	2,9	3,5	3,6	4,1	3,4



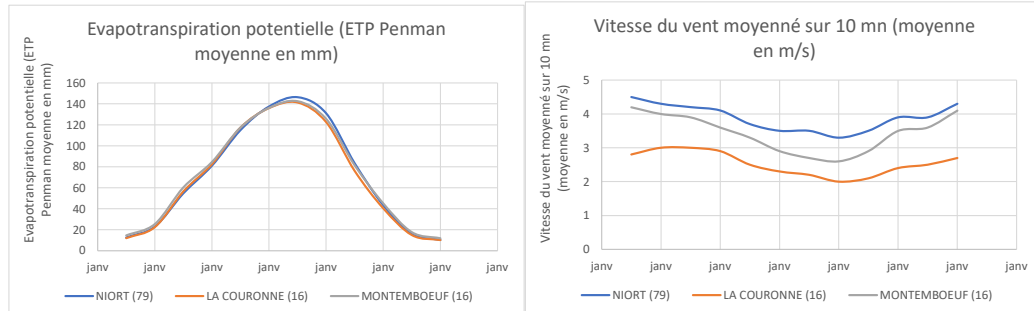


Figure 4.1 : Graphes des statistiques entre 1981 et 2010 – Température, précipitations, ETP et vitesse du vent

Pour la suite de l'étude, les données météorologiques provenant de la Station 16225001 de Montembœuf (fournies par Ventelys) seront utilisées ; ces données sont très proches des données de la station de Niort.

4.1.2 Données météorologiques - Station de Montembœuf (16)

Les données météorologiques mensuelles de la station de Montembœuf (16) acquises entre 1992-2021 sont présentées en Annexe 1 :

- u : la vitesse du vent (vitesse moyenne du mois à 10 m)
- moyenne mensuelle des températures
- moyenne mensuelle de l'humidité relative
- cumul mensuel des durées totales d'insolation
- cumul mensuel du rayonnement global
- calcul du E : Taux d'évaporation.

4.2 Calcul du taux d'évaporation d'un bassin - Formule de Rohwer

4.2.1 Plan d'eau ouvert à l'atmosphère (sans ombrière)

Les résultats des calculs d'évaporation sont présentés dans le tableau ci-dessous, et leur détail en Annexe 1. Rappelons que c'est la formule de Rohwer (Équation 5) qui a été utilisée :

$$E = 0,484 * (1 + 0,6 * u) * 0,611 \exp\left(\frac{17,27 * t}{237,3 + t}\right) * \left(1 - \frac{H_R}{100}\right)$$

Tableau 4.2 : Résultat des calculs pour l'exemple étudié

E : évaporation	Évaporation moyenne	mm/jour	0,52
	Évaporation moyenne	mm/an	189,8
	Évaporation moyenne	m/an	0,2
	Évaporation moyenne (calculée avec la prise en compte des différentes surfaces Tableau 3.1)	m ³ /an	2 224
Caractéristiques du bassin	Volume max à 14 m	m ³	186 200
	Surface des panneaux couvrant le bassin (lorsque le bassin est plein)	m ²	15 500
	Surface du bassin en plus basses eaux à 1,5 m	m ²	6 600
	Surface du bassin (emprise intérieure digue périphérique)	m ²	20 000

L'évaporation, calculée à partir des données météorologiques moyennes sur 30 ans, pour un **bassin ouvert** à l'atmosphère, est de 0,52 mm/j.

Pour un plan d'eau de surface variant entre 20 000 à 6 600 m² au cours d'une année, le volume évaporé annuel pour la partie du plan d'eau pouvant être couvert par une ombrière de 15 500 m², dans ces conditions est de 2 224 m³/an.

4.2.2 Plan d'eau fermé à l'atmosphère (avec ombrière)

4.2.2.1 Température des panneaux

La température des panneaux PV à l'extrados et à l'intrados indiquée par le fabricant est 45°C +/- 2°C lors du fonctionnement nominal. Il s'agit de données pour un fonctionnement à midi en été. Durant l'été, la hauteur entre le plan d'eau et les panneaux peut atteindre 12,5 m (14 -1,5 m). La température des panneaux ne devrait donc pas influencer la température du plan d'eau.

4.2.2.2 Rayonnement direct du soleil sur le plan d'eau

La mise en place d'une ombrière bloque le rayonnement direct du soleil sur le plan d'eau, et a pour conséquence de diminuer la température du plan d'eau par rapport au même plan d'eau non couvert.

Pour estimer l'impact de la mise en place de l'ombrière sur l'évaporation, notamment quantifier l'effet du **non**-rayonnement sur la diminution de la température de la colonne d'eau nous avons calculé l'évaporation avec une diminution de 1°C (constant sur tous les mois de l'année) et 3°C pour les mois de juin, juillet, août et septembre. Les données sont présentées en Annexe 3. Ces paramètres sont hypothétiques, mais restent faibles afin de rester minorant sur les résultats.

4.2.2.3 Ecoulement des masses d'air

La présence d'une ombrière modifie l'écoulement des masses d'air. Si la vitesse augmente, alors l'humidité diminue, si la vitesse diminue alors l'humidité augmente.

La vitesse du vent à la surface du plan d'eau sous l'ombrière est difficilement calculable.

La toiture aura un effet déflecteur, le vent pourra être canalisé pour passer au-dessus ou bien être dirigé vers le plan d'eau, cet effet pourrait être observé en hiver, en été ou bien toute l'année.

Nous prendrons comme hypothèse sécuritaire, en termes d'évaluation de l'impact de l'ombrière sur l'évaporation : durant l'été, la hauteur entre le plan d'eau et les panneaux pouvant atteindre 12,5 m (14 - 1,5 m), que la vitesse du vent sous l'ombrière ne serait pas modifiée, tout comme l'humidité. En hiver, il serait possible de considérer une diminution du vent sous l'ombrière, du fait de la faible hauteur entre le plan d'eau et les panneaux. C'est pourquoi nous avons calculé l'évaporation avec une diminution du vent de 10 % pour les mois de janvier à mai (en hautes eaux dans le bassin), colonne e du tableau suivant.

Le même exercice a été réalisé, en considérant les mêmes hypothèses, mais cette fois, avec une augmentation de l'humidité de 10 % pour les mois de janvier à mai (colonne d du tableau suivant).

Le Tableau 4.3 présente les résultats des calculs d'évaporation à partir des moyennes météorologiques sur 30 ans suivant les différentes hypothèses posées, aboutissant aux volumes d'eau économisés pour le cas d'étude.

Tableau 4.3 : Estimation des volumes moyens théoriques d'eau soustraits à l'évaporation grâce à l'ombrière

		E : évaporation Bassin sans ombrière	E : évaporation pour une diminution de la température (t) de 3°C mois de juin, juillet, août et septembre	E : évaporation pour une diminution de la température (t) de 1°C	E : évaporation avec une augmentation de 10% de l'humidité (H _R) pour les mois de janvier à mai	E : évaporation avec une diminution de la vitesse (u) du vent de 10% de janvier à mai
		a	b	c	d	e
Évaporation moyenne	mm/jour	0,52	0,47	0,49	0,50	0,51
Évaporation moyenne	mm/an	190	173	178	183	185
Évaporation moyenne	m/an	0,19	0,17	0,18	0,18	0,19
Évaporation moyenne (calculé avec la prise en compte des différentes surfaces)	m ³ /an	2 224	2 071	2 084	2120	2 153
Volume d'eau unitaire économisé	m ³ /an		153	140	104	71
Estimation du volume d'eau total économisé	m ³ /an		315* à 328**			

* : calculé pour une diminution de 1°C toute l'année

** : calculé pour une diminution de 3°C pour les mois de juin, juillet, août et septembre

Les figures suivantes illustrent les effets de la diminution des températures, de l'augmentation de l'humidité et de la diminution de la vitesse du vent.

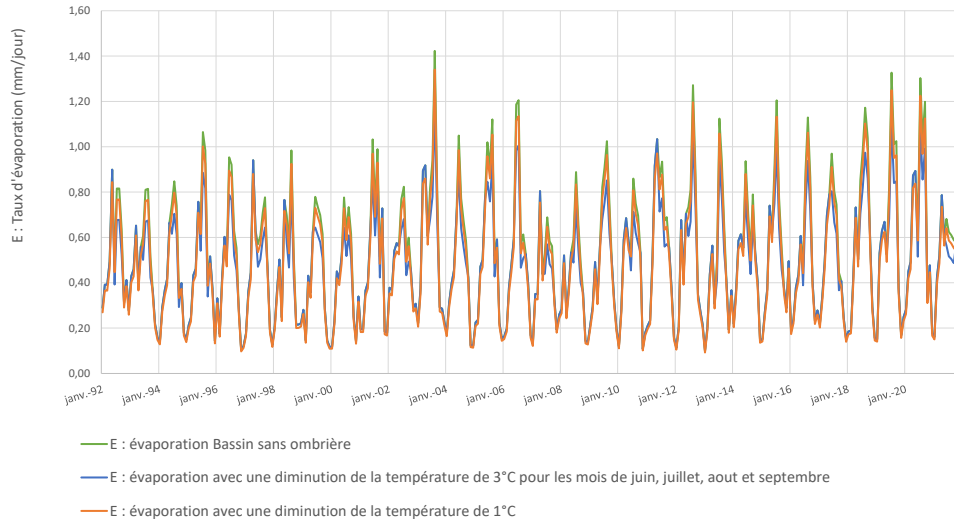


Figure 4.2 : Effet de la diminution de température sur l'évaporation

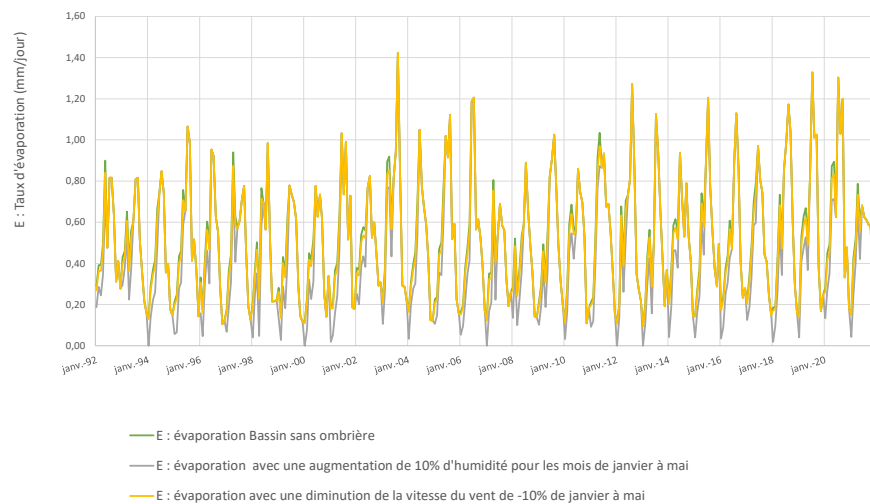


Figure 4.3 : Effet de la diminution de la vitesse du vent et de l'augmentation de l'humidité

4.3 Calcul du taux d'évaporation d'un bassin - Formule de Penman

4.3.1 Cadre du raisonnement

4.3.1.1 Définition

L'ETP est définie comme étant l'EvapoTransPiration d'un couvert végétal bas, continu et homogène, bien alimenté en eau et qui n'est soumis à aucune limitation d'ordre nutritionnel, physiologique ou pathologique. L'ETP* correspond à l'EvapoTransPiration d'une prairie en pleine croissance, fauchée régulièrement, correctement fumée et bien enracinée sur un sol maintenu à une humidité proche de la capacité au champ mais sans excès d'eau. Elle s'exprime en mm.

4.3.1.2 Calcul et interpolation

L'ETP* quotidienne est calculée par Météo France à partir de la formule de Penman-Monteith. Cette ETP* est calculée en point de grille régulière sur la France métropolitaine avec une maille de 0,125° (soit environ 12 kilomètres). Le calcul se fait à partir des paramètres de base (température minimale, température maximale, vitesse moyenne du vent à 10 m ou 2 m, tension de vapeur moyenne, insolation, rayonnement global), interpolés par une méthode de type « inverse de la distance au carré », au niveau du point de grille, à l'aide des valeurs des 5 stations les plus proches, sans tenir compte de l'altitude.

4.3.1.3 Expérimentation menée sur un étang en Brenne

D'après une étude réalisée par AL DOMANY M. (1), TOUCHART L. (1), BARTOUT P. (1), (*l'évaporation et le bilan hydrologique des étangs pelliculaires, exemple de l'étang Cistude en Brenne, XXVIII Colloque de l'Association Internationale de Climatologie, Liège 2015*) un étang de la réserve naturelle de Chérine en Brenne, a été équipé pour quantifier l'évaporation et définir la meilleure méthode adaptée à ce type de plan d'eau. L'évaporation a été calculée avec les différentes formules mathématiques et ont été comparées avec les mesures directes de l'évaporation.

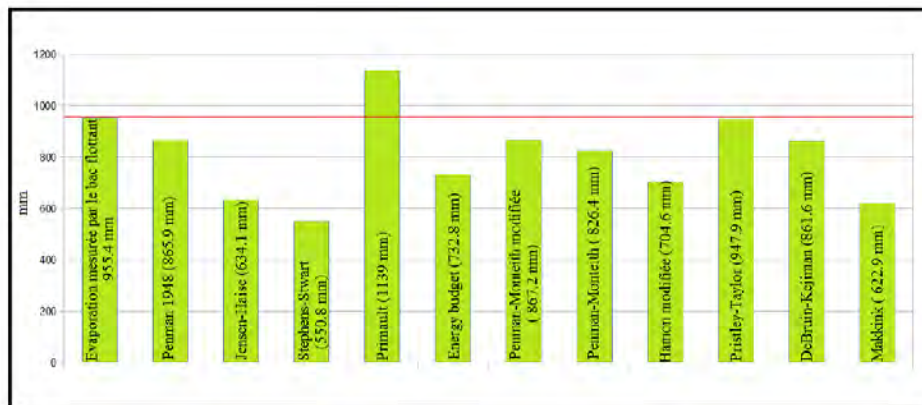


Figure 4.4 : Comparaison à l'échelle annuelle entre l'évaporation mesurée par le bac flottant et l'évaporation calculée par onze différentes méthodes mathématiques (source : AL DOMANY M.)

Ce sont les formules tenant compte de la température de la surface de l'eau qui s'avèrent les plus précises : l'évaporation mesurée par le bac flottant (955,4 mm) et les résultats obtenus par les différentes méthodes mathématiques montrent que la méthode de Penman-Monteith (celle utilisée par Météo France) vient en deuxième place.

La mesure de l'évaporation du bac flottant est d'environ 15% plus élevée que celle calculée par Penman-Monteith.

4.3.2 Application

4.3.2.1 Données météorologiques - ETP

Les données statistiques entre 1981 et 2010 ont été utilisées pour les stations de Niort (79), la Couronne (16) et Montembœuf (16). Les fiches climatologiques sont présentées en Annexe 2. Le tableau suivant présente une synthèse des statistiques de l'ETP sur 30 ans.

Tableau 4.4 : Statistiques entre 1981 et 2010 – Température, précipitations, ETP et vitesse du vent

		Janv	Févr	Mars	Avril	Ma i	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc	Année
Niort	Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)	12,6	23,1	54,7	81,1	115	137,6	146,5	131	83,5	43,3	16	10,3	854,7
La Couronne		12,1	22,5	56,5	82,5	117,4	136	141,3	122,6	76,1	40,4	15	10,2	832,6
Montembœuf		14,6	25,5	60,3	84,6	117,4	136,2	142,5	125,7	81,4	45,1	17,7	11,9	862,9

D'après l'étude réalisée et présentée dans le paragraphe 4.3.1.3, il serait réaliste d'utiliser l'ETP annuelle calculée par Météo France avec la formule de Penman-Monteith, et de l'augmenter de 15%.

Tableau 4.5 : Estimation de l'évaporation avec l'ETP de Penman-Monteith

	ETP Penman-Monteith (mm /an)	Estimation de l'évaporation (mm /an) = ETP +15%
Niort	855	983
La Couronne	833	957
Montembœuf	863	992

4.3.3 Impact de l'ombrière sur l'évaporation

Le Tableau 4.6 présente l'écart entre les deux types de calcul. La formule de Rohwer sous estimerait l'évaporation. Afin de définir « un juste milieu », un coefficient de 3 va être appliqué sur les résultats (Tableau 4.7).

Tableau 4.6 : Ecart entre les estimations d'évaporation formule de Rohwer et Penman-Monteith

		E : évaporation Bassin sans ombrière Formule de Rohwer	Estimation de l'évaporation (mm /an) = ETP +15% ETP formule Penman-Monteith
Évaporation moyenne	mm/an	190	992
Évaporation moyenne (calculé avec la prise en compte des différentes surfaces)	m³/an	2 224	-

* : calculé pour une diminution de 1°C toute l'année

** : calculé pour une diminution de 3°C pour les mois de juin, juillet, août et septembre

Tableau 4.7 : Estimation corrigée des volumes moyens théoriques d'eau soustraits à l'évaporation grâce à l'ombrière

		E : évaporation Bassin sans ombrière	E : évaporation pour une diminution de la température (t) de 3°C mois de juin, juillet, août et septembre	E : évaporation pour une diminution de la température (t) de 1°C	E : évaporation avec une augmentation de 10% de l'humidité (H _R) pour les mois de janvier à mai	E : évaporation avec une diminution de la vitesse (u) du vent de -10% de janvier à mai
Évaporation moyenne formule de Rohwer	m³/an	2 224	2 071	2 084	2120	2 153
Volume d'eau unitaire économisé formule de Rohwer	m³/an		153	140	104	71
Estimation du volume d'eau total économisé formule de Rohwer	m³/an		315* à 328**153			
Estimation corrigée par un facteur de 3	m³/an	6 672	945* à 984**			

* : calculé pour une diminution de 1°C toute l'année

** : calculé pour une diminution de 3°C pour les mois de juin, juillet, août et septembre

4.4 Impact de l'ombrière sur la recharge d'un bassin par les précipitations

La température et la rugosité de la vitre d'un panneau PV peuvent avoir un impact sur la recharge en eau du bassin par les précipitations. Cet impact sera faible de part la nature du revêtement des panneaux PV qui facilitera les écoulements des eaux pluviales.

C'est pourquoi nous avons considéré, pour les calculs, un coefficient d'apport de 1 pour une recharge sans ombrière (l'intégralité des eaux de pluie rejoignent le plan d'eau) et de 0,99 avec ombrière (une partie des eaux de pluie interceptée par la structure de l'ombrière est dispersée vers l'atmosphère et ne rejoint pas le plan d'eau) (Tableau 4.8) soit 1% de perte.

L'estimation de l'impact de l'ombrière est présentée dans le Tableau 4.9. Le volume perdu d'eau pluviale causé par l'ombrière est estimé à 156 m³ en moyenne par an.

Tableau 4.8 : Surface active – surface des panneaux PV

Sans ombrière		T = 5 ans		Avec ombrière		T = 5 ans	
Surface sans ombrière	15 500	1	15 500	Surface des panneaux couvrant le bassin	15 500	0,99	15 345

Tableau 4.9 : Précipitations : Hauteur moyenne mensuelle (mm) - Statistiques établies sur la période 1990-2010 – Estimation des pertes

	Hauteur moyenne mensuelle - Sans ombrière	Hauteur moyenne mensuelle - Avec ombrière avec 1% de perte	Hauteur perdue	Volume d'eau Sans ombrière	Volume d'eau perdu avec ombrière
	mm	mm	mm	m ³	m ³
janvier	93,2	92,3	0,9	1444	14
février	77,0	76,2	0,8	1193	12
mars	72,7	72,0	0,7	1127	11
avril	79,2	78,4	0,8	1227	12
mai	82,4	81,6	0,8	1277	13
juin	76,8	76,0	0,8	1190	12
juillet	69,6	68,9	0,7	1079	11
août	78,7	77,9	0,8	1220	12
septembre	82,1	81,3	0,8	1272	13
octobre	86,6	85,7	0,9	1342	13
novembre	108,0	106,9	1,1	1674	17
décembre	101,6	100,6	1,0	1575	16
			Total des pertes		156

4.5 Synthèse des résultats

Les calculs d'évaporation menés pour les hypothèses exposées ci-avant (celles qui nous paraissent les plus probables en l'état actuel des connaissances sur ce genre d'installation) indiquent que l'installation d'une ombrière sur une réserve d'eau agricole telle que définie dans les hypothèses, aboutirait, pour les données météorologiques exploitables, à l'économie d'environ 800 m³ (*Tableau 4.10*).

Deux formules ont été utilisées :

- Rohwer : qui permet de faire varier des hypothèses (augmentation de la température, de l'humidité ou de la vitesse du vent)
- Penman-Monteith : données des ETP publiés par Météo France.

Tableau 4.10 : Synthèse du bilan comparé de l'évaporation sans ou avec ombrière avec les hypothèses les plus probables en l'état actuel des connaissances

	Evaporation sans ombrière	Volume d'évaporation économisé avec ombrière	Volume d'eau perdu des précipitations	Bilan
m ³ /an	6 672	+945* à +984**	-156	+789 à +828
%		+14 % à +15%		12%

A la lecture de ces premiers résultats, il apparaît que les incertitudes des hypothèses posées induisent une forme d'imprécision.

4.6 Etude de sensibilité

A titre d'exemple, si l'on pose des hypothèses plus extrêmes sur :

- Le **non**-rayonnement sur la diminution de la température (t) ;
- Une augmentation de l'humidité (H_R) ;
- La diminution du vent (u) ;

alors les résultats sont restitués dans les tableaux suivants. Pour ces exemples, l'équation de Rohwer (Équation 5) a été utilisée (sans facteur de correction).

Tableau 4.11 : Variation de l'évaporation pour une diminution de la température (t) aux mois de juin, juillet, aout et septembre

Diminution de la température (t) aux mois de juin, juillet, aout et septembre	0°C (sans ombrière)	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C
E : évaporation (m³/an)	2224	2170	2119	2071	2025	1982
Volume d'eau économisé /perdue (m³/an)	0	54	105	153	199	242

Tableau 4.12 : Variation de l'évaporation pour une diminution de la température (t) sur toute l'année

Diminution de la température (t) sur toute l'année	0°C (sans ombrière)	1°C	2°C	3°C	4°C	5°C
E : évaporation (m³/an)	2224	2084	1952	1827	1709	1598
Volume d'eau économisé /perdue (m³/an)	0	140	272	397	515	626

Tableau 4.13 : Variation de l'évaporation pour une variation de l'humidité (H_R) par rapport à l'humidité moyenne annuelle

Augmentation de l'humidité (H_R)	0% (sans ombrière)	5%	10%	20%	40%	50%	60%	80%	100%
E : évaporation (m³/an)	2224	2113	2002	1779	1334	1112	890	445	0
Volume d'eau économisé /perdue (m³/an)	0	111	222	445	890	1112	1334	1779	2224

Tableau 4.14 : Variation de l'évaporation pour une variation de la vitesse du vent

Diminution de la vitesse du vent	100% (sans ombrière)	95%	90%	85%	80%	70%	60%	50%	25%
E : évaporation (m³/an)	2224	2151	2077	2004	1931	1784	1637	1491	1124
Volume d'eau économisé /perdue (m³/an)	0	73	147	220	293	440	587	733	1100

L'un des paramètres influençant le plus l'évaporation est l'humidité.

5 Proposition de mesures pour préciser le taux d'évaporation et l'influence d'une couverture

Comme discuté dans le paragraphe précédent, la méconnaissance du comportement d'une ombrière sur un bassin agricole étanche induit des premiers résultats de calculs qui demanderaient à être vérifiés sur un site pilote, où de la métrologie dans le temps sur les différentes variables impactant le résultat permettrait d'en affiner la connaissance et les calculs.

Ainsi, afin de vérifier l'influence de l'ombrière sur :

- la température ;
- l'humidité ;
- la vitesse du vent ;
- et de facto sur l'évaporation,

il serait pertinent d'instrumenter un projet pilote de bassin avec :

- un bac Colorado rempli d'eau avec une sonde immergée dans le bac mesurant la pression et la température
 - o sous une ombrière (flottant sur le plan d'eau) ;
 - o dans un bassin sans ombrière (ou sur les berges) ;
- une station météo
 - o sous l'ombrière (fixée au bac Colorado) ;
 - o sur la digue, associée à un pluviomètre (ou sur les berges) ;
- des sondes de pression et de température pour mesurer les variations de hauteurs aux différents points d'observation.

Ce dispositif permettrait de mesurer concrètement les différences de niveaux de l'eau avec et sans ombrière :

- observation de l'évaporation provoquée par un rayonnement direct via les bacs Colorado,
- évolution de l'humidité via les stations météo,
- évolution des vitesses du vent via les stations météo,

Trois composantes identifiées comme principales à ce stade et ayant un poids significatif dans l'évaporation.

6 Limites de validité de l'étude

TAUW France a établi ce rapport au vu des informations fournies par le client/maître d'ouvrage et au vu des connaissances techniques acquises au jour de l'établissement du rapport.

De plus, TAUW France ne saurait être tenu responsable des mauvaises interprétations de son rapport et/ou du non-respect des préconisations qui auraient pu être rédigées.

Annexe 1 Données météorologiques brutes et calcul de l'évaporation

Date	t : Température moyenne °C	u : Vitesse moyenne vent m/s	HR : Humidité moyenne %	Cumul du rayonnement global joules/cm ²	Cumul des durées d'insolation min	E : Taux d'évaporation mm/jour
janv.-92	3,5	4,1	78	17199		0,29
févr.-92	6,2	3,6	73	23796		0,39
mars-92	8,8	4,0	79	28320		0,39
avr.-92	10,2	3,8	75	46758		0,49
mai-92	16,6	3,3	67	66300		0,90
juin-92	16,6	2,9	81	51609		0,48
juil.-92	20,1	2,6	72	62729		0,82
août-92	20,8	3,1	76	54760		0,82
sept.-92	16,2	3,1	75	41958		0,64
oct.-92	9,9	3,5	83	18483		0,31
nov.-92	10,6	4,5	82	12857		0,41
déc.-92	6,6	4,1	83	10060		0,28
janv.-93	7,2	4,4	76	13844		0,43
févr.-93	5,8	3,1	64	23992		0,46
mars-93	8,9	3,8	64	40666		0,65
avr.-93	11,1	3,7	81	39314		0,39
mai-93	14,8	3,3	77	54842		0,56
juin-93	18,5	3,0	79	61616		0,61
juil.-93	18,5	2,7	70	64628		0,81
août-93	19,5	2,6	71	57518		0,81
sept.-93	14,8	3,6	80	33674		0,52
oct.-93	11,2	4,2	84	19511		0,36
nov.-93	6,3	2,7	82	17841		0,22
déc.-93	6,9	5,2	92	7437		0,16
janv.-94	5,7	4,1	91	9601		0,14
févr.-94	7,3	4,5	84	20537		0,29
mars-94	10,6	3,3	80	35824		0,37
avr.-94	9,2	4,2	79	42860		0,42
mai-94	15,3	3,4	74	62476		0,67
juin-94	17,8	3,0	73	68335		0,75
juil.-94	21,9	2,3	72	67548		0,85
août-94	21,0	2,6	76	54586		0,74
sept.-94	15,2	3,4	86	31888		0,36
oct.-94	14,0	3,7	84	27215		0,40
nov.-94	11,4	3,4	91	12159		0,18
déc.-94	7,7	4,4	92	8889		0,15
janv.-95	5,3	5,2	88	12850		0,21
févr.-95	8,5	4,7	88	17336		0,25
mars-95	7,9	4,7	78	38209		0,43
avr.-95	10,7	3,7	77	46004		0,46
mai-95	15,2	3,2	69	63022		0,76
juin-95	17,4	2,7	74	64877		0,66
juil.-95	22,2	2,9	70	69425		1,07
août-95	21,1	2,7	69	62228		0,98
sept.-95	14,8	3,3	83	36758		0,41
oct.-95	16,8	3,5	82	31822		0,52
nov.-95	8,9	4,0	80	18994		0,38
déc.-95	6,2	4,1	91	10087		0,14
janv.-96	8,9	4,6	84	13516		0,33
févr.-96	3,7	4,6	88	16611		0,17
mars-96	8,2	3,3	73	39901		0,42
avr.-96	11,6	3,4	70	53559		0,60
mai-96	13,6	3,9	80	54336		0,50
juin-96	19,0	3,0	68	73131		0,95
juil.-96	19,7	3,1	71	67982		0,92
août-96	18,7	2,7	77	55085		0,63
sept.-96	15,0	2,8	75	45593		0,55
oct.-96	13,0	3,4	87	27633		0,29
nov.-96	7,5	4,1	94	11469		0,10
déc.-96	5,2	3,6	91	12018		0,12
janv.-97	4,7	3,4	86	14405		0,18
févr.-97	8,8	4,8	83	20044		0,36
mars-97	11,3	2,9	75	41660		0,44
avr.-97	11,9	4,0	59	60959		0,94
mai-97	15,6	3,9	78	58964		0,63
juin-97	16,9	3,7	81	53077		0,57
juil.-97	19,6	2,7	79	63871		0,61
août-97	22,9	2,5	79	55462		0,71
sept.-97	19,3	2,6	72	49001		0,78
oct.-97	14,1	3,9	82	28387		0,47
nov.-97	10,1	4,3	91	14292		0,19
déc.-97	6,8	4,6	93	10967		0,13
janv.-98	6,3	5,2	89	14919		0,21
févr.-98	8,3	3,3	77	23645		0,36
mars-98	9,4	4,2	75	39815		0,50
avr.-98	9,6	4,8	89	36113		0,25

Référence R001-1619620GGU-V02

Date	t : Température moyenne	u : Vitesse moyenne vent	HR : Humidité moyenne	Cumul du rayonnement global	Cumul des durées d'insolation	E : Taux d'évaporation
mai-98	16,1	3,3	71	65077		0,77
juin-98	17,9	3,2	76	66480		0,70
juil.-98	19,3	2,9	81	58646		0,56
août-98	21,1	2,7	69	63489		0,98
sept.-98	17,1	4,0	84	36367		0,51
oct.-98	12,3	3,5	90	21909		0,21
nov.-98	6,3	3,2	84	17042		0,22
déc.-98	6,2	3,7	85	11890		0,22
janv.-99	6,7	4,5	84	14538		0,28
févr.-99	4,6	3,7	89	15140		0,15
mars-99	9,7	3,7	77	36556		0,43
avr.-99	11,4	3,7	83	39263		0,36
mai-99	17,2	3,1	77	55275		0,62
juin-99	17,5	3,3	73	61276		0,78
juil.-99	20,9	2,6	76	62814		0,74
août-99	20,4	2,7	77	59249		0,70
sept.-99	18,4	3,6	81	40010		0,62
oct.-99	13,9	3,1	87	27681		0,29
nov.-99	6,5	3,5	90	15653		0,15
déc.-99	5,8	4,6	93	9303		0,12
janv.-00	4,4	3,7	91	13881		0,12
févr.-00	7,9	4,1	87	19625		0,23
mars-00	8,5	3,7	74	39938		0,45
avr.-00	11,0	4,4	82	41028		0,42
mai-00	16,1	3,2	80	59131		0,52
juin-00	19,0	3,2	75	61430		0,78
juil.-00	18,2	3,5	80	59640		0,63
août-00	21,0	2,4	75	55584		0,73
sept.-00	18,0	2,8	77	40995		0,62
oct.-00	12,9	3,6	89	23223		0,25
nov.-00	8,9	4,4	93	12085		0,14
déc.-00	9,2	5,5	86	11875		0,34
janv.-01	6,7	5,2	90	10985		0,20
févr.-01	6,1	4,3	88	18815		0,20
mars-01	10,6	4,9	85	26970		0,37
avr.-01	9,4	4,2	80	39943		0,40
mai-01	15,8	2,9	73	63466		0,64
juin-01	18,4	3,0	64	71606		1,03
juil.-01	19,5	2,8	75	61406		0,74
août-01	21,2	3,0	71	48517		0,99
sept.-01	14,9	2,7	76	40995		0,52
oct.-01	16,9	4,0	77	29168		0,73
nov.-01	6,0	3,2	86	15075		0,19
déc.-01	2,4	4,0	85	14032		0,18
janv.-02	7,5	3,8	77	15573		0,38
févr.-02	7,8	5,0	82	14473		0,37
mars-02	9,9	4,2	74	35258		0,54
avr.-02	11,4	3,4	71	48772		0,58
mai-02	13,6	3,5	76	54705		0,56
juin-02	18,6	2,9	73	63036	12515	0,77
juil.-02	18,8	3,0	72	59224	11384	0,82
août-02	18,4	2,6	80	47525	7171	0,52
sept.-02	16,2	3,0	76	47834	8898	0,60
oct.-02	13,8	3,6	81	26268	7920	0,46
nov.-02	10,2	4,1	86	15832	5820	0,29
déc.-02	8,5	4,7	85	8346	2575	0,31
janv.-03	3,3	4,5	84	13652	5409	0,22
févr.-03	4,9	4,3	75	20634	6505	0,38
mars-03	11,7	3,8	59	42991	12935	0,90
avr.-03	12,7	4,0	62	52619	13031	0,92
mai-03	14,8	3,1	74	55205	12033	0,61
juin-03	22,0	2,6	75	65714	15657	0,82
juil.-03	20,9	2,7	70	70202	16829	0,94
août-03	25,0	2,2	60	62704	17308	1,42
sept.-03	17,9	2,8	69	46506	13604	0,83
oct.-03	11,7	3,2	85	25337	7301	0,29
nov.-03	10,8	3,4	85	16858	6758	0,29
déc.-03	6,3	4,1	86	12076	5478	0,22
janv.-04	5,6	4,4	89	10309	3339	0,18
févr.-04	6,2	3,5	78	25679	9986	0,31
mars-04	7,5	3,6	75	37456	10118	0,40
avr.-04	10,2	3,8	77	44234	9367	0,45
mai-04	14,2	3,3	70	65235	15461	0,70
juin-04	19,0	2,9	64	74222	17987	1,05
juil.-04	19,2	2,6	72	64584	15023	0,77
août-04	19,8	2,9	78	51513	11151	0,67
sept.-04	17,7	2,5	76	45724	13185	0,59
oct.-04	14,3	3,6	83	26918	7696	0,42
nov.-04	7,5	2,1	89	14979	5457	0,12
déc.-04	4,9	3,2	90	10805	4496	0,12
janv.-05	5,5	3,7	84	12351	5000	0,23
févr.-05	3,1	3,4	79	19698	5736	0,24
mars-05	9,0	3,2	71	36581	9535	0,47
avr.-05	11,6	3,6	76	44943	9180	0,50
mai-05	15,6	3,0	68	64503	15077	0,77
juin-05	20,3	2,8	67	70128	16538	1,02

Date	t : Température moyenne	u : Vitesse moyenne vent	HR : Humidité moyenne	Cumul du rayonnement global	Cumul des durées d'insolation	E : Taux d'évaporation
juil.-05	20,3	2,6	69	66393	14386	0,92
août-05	19,5	2,7	61	64335	15866	1,12
sept.-05	17,3	2,1	76	43127	11035	0,52
oct.-05	16,2	3,6	79	26998	7947	0,59
nov.-05	6,9	3,2	84	17971	7460	0,23
déc.-05	3,1	3,7	87	13685	6577	0,15
janv.-06	4,6	3,4	87	14870	6214	0,16
févr.-06	3,7	3,7	84	20200	6261	0,20
mars-06	8,2	4,7	81	30189	6594	0,38
avr.-06	11,3	2,9	73	51700	11247	0,48
mai-06	15,1	3,1	75	60552	12604	0,59
juin-06	20,0	2,7	60	75016	18069	1,19
juil.-06	24,1	2,4	66	69593	16889	1,21
août-06	17,7	2,7	78	50444	10037	0,57
sept.-06	19,4	2,8	79	40746	10290	0,61
oct.-06	16,5	3,7	82	28002	8327	0,53
nov.-06	10,9	4,1	82	18328	7912	0,39
déc.-06	5,3	3,8	88	12452	5927	0,17
janv.-07	6,8	4,0	92	12253	3836	0,13
févr.-07	8,8	5,0	84	19072	5567	0,35
mars-07	8,4	3,8	80	32890	8757	0,35
avr.-07	15,6	2,8	65	56576	15617	0,80
mai-07	15,1	3,5	83	49300	9616	0,44
juin-07	17,9	2,8	80	58557	11194	0,53
juil.-07	18,1	3,3	77	59253	12420	0,69
août-07	18,2	2,7	78	52604	12368	0,58
sept.-07	15,6	2,7	75	48199	14248	0,56
oct.-07	12,4	2,9	83	30094	10482	0,32
nov.-07	6,5	2,9	85	16176	6133	0,19
déc.-07	5,9	4,0	83	14205	7701	0,26
janv.-08	7,6	4,2	84	13894	5742	0,28
févr.-08	9,3	3,8	72	25883	10354	0,52
mars-08	7,3	4,6	86	31105	6121	0,26
avr.-08	10,2	3,5	80	42694	9051	0,37
mai-08	15,8	2,6	76	53939	10986	0,53
juin-08	17,8	2,5	76	63829	14019	0,59
juil.-08	19,2	2,5	67	67336	15465	0,89
août-08	19,0	2,8	77	53481	12012	0,66
sept.-08	15,0	2,8	78	42929	12499	0,49
oct.-08	12,3	3,1	82	27670	8645	0,36
nov.-08	7,5	3,6	91	10397	2537	0,14
déc.-08	4,3	3,5	89	11843	5793	0,14
janv.-09	3,5	4,2	84	13706	5817	0,21
févr.-09	5,6	3,4	78	22378	7621	0,29
mars-09	8,5	3,6	71	41597	12224	0,49
avr.-09	11,5	2,7	81	43876	9438	0,33
mai-09	15,7	3,0	77	59836	13310	0,56
juin-09	18,2	3,0	71	68345	16611	0,82
juil.-09	19,8	2,7	69	65479	14483	0,91
août-09	21,3	2,1	63	62135	16414	1,03
sept.-09	17,6	2,9	72	43339	12610	0,75
oct.-09	14,1	2,9	77	31016	10400	0,49
nov.-09	10,5	4,9	87	14243	4607	0,31
déc.-09	5,3	4,2	87	9860	3197	0,20
janv.-10	1,7	3,3	88	12562	4089	0,12
févr.-10	4,3	4,5	81	19800	5720	0,28
mars-10	7,6	4,6	69	40372	11325	0,59
avr.-10	12,4	3,3	67	56905	14480	0,69
mai-10	13,2	3,2	73	53708	10359	0,58
juin-10	17,7	2,4	77	59636	12477	0,55
juil.-10	21,0	2,3	70	69049	16033	0,86
août-10	19,1	2,5	72	58338	13385	0,75
sept.-10	16,7	2,4	69	47904	13105	0,70
oct.-10	12,6	3,8	77	29804	9271	0,53
nov.-10	7,5	3,5	93	11110	2545	0,11
déc.-10	2,6	4,4	86	11032	4145	0,18
janv.-11	4,5	4,1	85	14735	5850	0,21
févr.-11	7,2	3,0	83	19178	6032	0,23
mars-11	9,7	3,6	72	37206	10499	0,52
avr.-11	15,0	3,2	62	61753	17390	0,92
mai-11	17,5	2,9	61	70953	16969	1,03
juin-11	17,8	2,9	68	60632	12676	0,87
juil.-11	18,2	3,3	69	62037	12822	0,93
août-11	20,2	2,6	77	57087	13206	0,67
sept.-11	19,1	3,0	77	42579	11701	0,69
oct.-11	14,7	3,1	76	31598	10873	0,56
nov.-11	12,0	4,1	84	16609	6695	0,38
déc.-11	7,8	4,1	91	10502	4428	0,16
janv.-12	5,6	3,1	91	12839	4790	0,11
févr.-12	0,5	3,0	76	27549	9916	0,21
mars-12	11,2	3,2	64	45591	14689	0,68
avr.-12	9,3	4,2	79	39092	6958	0,42
mai-12	15,6	3,4	73	63204	14397	0,70
juin-12	18,1	3,2	75	62008	12754	0,73
juil.-12	18,5	2,7	70	65138	14540	0,81
août-12	21,6	2,8	62	61646	15716	1,27

Date	t : Température moyenne	u : Vitesse moyenne vent	HR : Humidité moyenne	Cumul du rayonnement global	Cumul des durées d'insolation	E : Taux d'évaporation
sept.-12	17,3	3,1	68	46958	13228	0,88
oct.-12	14,1	3,3	85	24433	6599	0,35
nov.-12	9,7	3,6	85	14660	5198	0,28
déc.-12	6,9	4,6	88	11567	4900	0,22
janv.-13	4,3	3,5	92	10413	3067	0,10
févr.-13	3,7	3,5	83	21782	7226	0,20
mars-13	7,7	4,3	76	36139	8894	0,44
avr.-13	10,8	3,5	71	40805	9156	0,56
mai-13	11,2	3,0	83	34431	5328	0,31
juin-13	16,2	2,8	79	56561	11311	0,50
juil.-13	22,4	2,8	68	74110	19367	1,12
août-13	20,1	2,5	67	65925	16984	0,94
sept.-13	17,8	2,9	76	38329	9364	0,65
oct.-13	15,0	3,5	84	25376	6883	0,41
nov.-13	7,1	3,8	88	11808	2850	0,19
déc.-13	7,1	4,3	79	15199	8006	0,37
janv.-14	7,8	4,8	89	11942	3737	0,22
févr.-14	7,4	5,7	83	19216	5348	0,37
mars-14	10,2	3,4	68	41073	12445	0,59
avr.-14	12,7	3,3	71	48634	10963	0,61
mai-14	13,4	3,5	76	57281	11743	0,55
juin-14	18,9	3,1	69	70917	16750	0,94
juil.-14	19,9	2,5	75	59762	12051	0,70
août-14	17,9	2,2	77	55755	11645	0,53
sept.-14	19,0	2,6	71	49294	14352	0,79
oct.-14	16,1	2,9	78	31028	10339	0,53
nov.-14	12,0	4,2	83	16514	6135	0,41
déc.-14	5,3	3,0	88	9933	3594	0,14
janv.-15	4,7	3,4	88	12092	3948	0,15
févr.-15	4,7	3,8	80	20645	6336	0,27
mars-15	9,0	3,4	78	30343	7092	0,37
avr.-15	13,3	3,1	65	49443	11229	0,74
mai-15	15,1	3,1	74	60031	12747	0,62
juin-15	19,6	2,6	68	72299	17678	0,90
juil.-15	21,6	2,8	64	67774	15814	1,21
août-15	20,7	2,1	71	45505	9388	0,77
sept.-15	15,4	2,9	76	42046	11118	0,56
oct.-15	12,2	3,1	81	28599	8485	0,37
nov.-15	11,5	3,2	85	16605	6429	0,29
déc.-15	10,6	4,4	78	14980	8110	0,50
janv.-16	7,1	4,1	89	12646	4677	0,19
févr.-16	6,7	4,3	86	18555	4840	0,24
mars-16	7,5	3,8	77	36193	9136	0,38
avr.-16	10,4	3,1	75	45836	8612	0,44
mai-16	14,5	3,4	75	51189	9858	0,61
juin-16	17,5	2,6	81	53049	9349	0,47
juil.-16	20,5	2,3	68	69330	15693	0,89
août-16	21,6	2,3	62	64518	16682	1,13
sept.-16	19,5	2,2	66	44833	12504	0,87
oct.-16	12,7	2,5	77	30277	9392	0,41
nov.-16	9,1	3,3	86	14768	5478	0,23
déc.-16	8,0	2,8	80	15051	8578	0,28
janv.-17	3,4	3,4	81	17276	7976	0,22
févr.-17	8,2	4,3	82	19338	5725	0,34
mars-17	11,0	3,6	76	33341	8145	0,48
avr.-17	11,5	3,0	62	61578	16246	0,70
mai-17	16,6	3,3	71	62239	13547	0,79
juin-17	20,5	2,8	69	66442	15689	0,97
juil.-17	20,3	2,8	74	56208	10830	0,80
août-17	20,2	2,2	72	55130	12270	0,74
sept.-17	15,8	2,4	79	38683	8726	0,45
oct.-17	14,9	2,7	81	28581	8993	0,41
nov.-17	7,9	3,0	83	17094	6857	0,25
déc.-17	5,0	3,7	89	9663	3453	0,15
janv.-18	7,9	4,3	90	9558	2489	0,18
févr.-18	2,7	3,5	83	19609	5761	0,19
mars-18	8,0	4,9	79	31983	6750	0,43
avr.-18	13,7	3,7	70	47168	10037	0,73
mai-18	15,6	2,4	76	58511	12533	0,50
juin-18	19,5	2,8	71	71041	16314	0,85
juil.-18	22,1	2,2	67	72916	18120	0,99
août-18	21,9	2,6	64	62244	16024	1,17
sept.-18	19,2	2,8	64	48773	15508	1,04
oct.-18	14,3	3,8	77	31609	11411	0,60
nov.-18	9,6	4,0	85	17119	6759	0,30
déc.-18	7,7	4,0	91	9253	3179	0,16
janv.-19	4,1	3,6	88	11365	3682	0,15
févr.-19	9,4	3,5	70	25465	10385	0,53
mars-19	9,8	4,5	71	42643	12317	0,63
avr.-19	11,6	3,6	68	51292	11325	0,67
mai-19	13,2	3,1	75	59381	12126	0,53
juin-19	19,4	3,0	73	66217	14925	0,82
juil.-19	22,3	2,8	62	74804	19380	1,33
août-19	21,2	2,4	66	61659	15927	1,01
sept.-19	18,2	3,3	66	44395	13084	1,03
oct.-19	15,0	3,8	86	24282	5910	0,38

Référence R001-1619620GGU-V02

Date	t : Température moyenne	u : Vitesse moyenne vent	HR : Humidité moyenne	Cumul du rayonnement global	Cumul des durées d'insolation	E : Taux d'évaporation
nov.-19	8,3	4,2	91	12874	3632	0,17
déc.-19	8,4	4,8	88	11566	5610	0,25
janv.-20	7,4	4,2	84	14441	5883	0,28
févr.-20	9,4	4,9	80	21895	6874	0,45
mars-20	9,3	3,9	74	36261	10169	0,49
avr.-20	14,9	3,4	65	50364	11743	0,87
mai-20	16,5	3,3	67	68054	17143	0,89
juin-20	17,2	2,9	76	59524	11936	0,62
juil.-20	21,5	2,6	59	72843	17981	1,30
août-20	21,7	2,6	68	56777	13723	1,03
sept.-20	19,0	2,7	57	46239	14127	1,20
oct.-20	12,4	4,0	86	22117	5071	0,33
nov.-20	11,5	3,6	77	20091	9808	0,48
déc.-20	6,7	4,6	90	9384	3164	0,18
janv.-21	4,3	3,9	88	12077	3893	0,16
févr.-21	8,9	5,1	81	18329	5174	0,43
mars-21	9,2	3,3	69	40654	11770	0,52
avr.-21	10,9	3,4	59	57433	14599	0,79
mai-21	13,2	3,8	75	59555	11956	0,60
juin-21	19,4	2,5	75	61446	13961	0,68
juil.-21	19,3	2,7	78	59290	12008	0,62
août-21	18,6	2,6	77	57044	13759	0,61
sept.-21	19,1	2,5	78	41859	11420	0,59
oct.-21	13,4	4,8	80	33207	12155	0,58
nov.-21	7,2	2,6	88	15745	5672	0,15
déc.-21	7,1	4,2	88	13317	6559	0,21

Annexe 2 **Fiche climatologique de Montemboeuf
(16)**



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981-2010 et records

MONTEMBOEUF (16)

Indicatif : 16225001, alt : 247m, lat : 45°47'12"N, lon : 00°32'30"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Date	La température la plus élevée (°C)												Records établis sur la période du 01-12-1990 au 04-01-2022
	17.6	23.8	26.1	30	32.5	37.2	38	39.2	34.1	29.2	23.4	17.7	39.2
	01-2022	27-2019	20-2005	30-2005	30-2001	27-2011	23-2019	05-2003	12-2016	02-2011	08-2015	07-2000	2003
	Température maximale (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990-2010
Date	8.2	9.5	13.1	15.5	19.7	23.3	25.2	25.6	21.4	17	11.3	8.2	16.5
	Température moyenne (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990-2010
	5.5	6.2	9.1	11.1	15.1	18.3	20.1	20.4	16.8	13.5	8.4	5.6	12.5
	Température minimale (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990-2010
Date	2.8	2.9	5.1	6.8	10.4	13.4	15	15.2	12.3	10	5.5	3	8.6
	La température la plus basse (°C)												Records établis sur la période du 01-12-1990 au 04-01-2022
	-10	-12.9	-10.1	-2.2	0.6	5.8	7.4	7.4	3.3	-2.8	-7	-9.9	-12.9
	08-2009	09-2012	01-2005	04-1996	05-2019	01-2011	12-2000	28-1998	25-2002	30-1997	22-1998	30-1996	2012
Tx >= 30°C Tx >= 25°C Tx <= 0°C Tn <= 0°C Tn <= -5°C Tn <= -10°C	Nombre moyen de jours avec												Statistiques établies sur la période 1990-2010
	.	.	.	0.1	0.4	2.9	4.8	5.7	0.5	.	.	.	14.3
	.	.	0.1	0.7	5.0	10.8	16.1	16.1	6.1	0.8	.	.	55.6
	1.6	0.8	0.1	.	.	.	.	.	.	.	0.1	1.3	3.8
	8.7	6.9	3.5	0.7	.	.	.	.	.	0.3	3.1	8.8	31.8
	1.6	1.2	0.2	.	.	.	.	.	.	.	0.4	1.2	4.5
	0.1	0.2	0.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.3
	Tn : Température minimale, Tx : Température maximale												
Date	La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)												Records établis sur la période du 01-12-1990 au 04-01-2022
	50.4	38.6	47	38	49.8	45.6	54.4	58	62.6	54.9	52.8	55.4	62.6
	18-1998	11-1994	01-2007	23-1993	20-2014	09-2000	13-1999	21-1996	15-2006	19-2012	06-1997	10-2017	2006
	Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												Statistiques établies sur la période 1990-2010
Rr >= 1 mm Rr >= 5 mm Rr >= 10 mm	93.2	77	72.7	79.2	82.4	76.8	69.6	78.7	82.1	86.6	108	101.6	1007.9
	Nombre moyen de jours avec												Statistiques établies sur la période 1990-2010
	12.5	10.5	10.5	11.6	10.9	9.0	8.2	8.2	9.8	12.3	13.3	12.2	128.7
	6.1	4.9	5.5	6.3	5.8	4.7	4.5	4.2	5.3	6.3	7.2	6.9	67.4
Rr >= 10 mm	3.3	2.5	2.2	2.3	2.8	2.6	2.1	2.9	2.9	2.6	4.1	3.7	33.7
	Rr : Hauteur quotidienne de précipitations												



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

MONTEMBOEUF (16)

Indicatif : 16225001, alt : 247m, lat : 45°47'12"N, lon : 00°32'30"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	387.6	332.4	275.8	207.7	106.2	40	15.1	12.3	60.2	145.2	290.7	385.1	2258.3
	Rayonnement global (moyenne en J/cm²)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	13697	20261	36671	46797	59056	64838	65245	57099	42313	26667	14870	11254	458768.0
	Durée d'insolation (moyenne en heures)												Données non disponibles
	Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation												Données non disponibles
	Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)												
	14.6	25.5	60.3	84.6	117.4	136.2	142.5	125.7	81.4	45.1	17.7	11.9	862.9
	La rafale maximale de vent (m/s)												Records établis sur la période du 01-12-1990 au 04-01-2022
	29	32.1	32.5	31	29.6	39	32.4	27	30.2	28.2	24	39	39.0
Date	13-2004	04-2017	06-2017	18-2004	11-2009	24-2003	26-2013	08-1992	13-2016	03-2006	30-2008	27-1999	2003
	Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s)												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	4.2	4	3.9	3.6	3.3	2.9	2.7	2.6	2.9	3.5	3.6	4.1	3.4
	Nombre moyen de jours avec rafales												Statistiques établies sur la période 1990–2010
	–	5.1	4.8	4.0	1.9	1.8	1.6	1.2	1.8	3.0	3.5	6.0	–
>= 16 m/s	–	0.3	.	0.1	0.1	0.1	.	.	.	0.1	.	0.1	–
>= 28 m/s	–	0.3	.	0.1	0.1	0.1	.	.	.	0.1	.	0.1	–
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
	Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige												Données non disponibles

– : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010 sauf pour les paramètres suivants : précipitations (1990–2010), température (1990–2010), rayonnement global (1990–2010), vent (1990–2010), ETP (2001–2010).



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981-2010 et records

LA COURONNE (16)

Indicatif : 16113001, alt : 58m, lat : 45°37'36"N, lon : 00°05'54"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Date	La température la plus élevée (°C)												Records établis sur la période du 01-01-1976 au 04-01-2022
	17.9	25.6	26.7	30.4	33.8	38.6	40.8	41.1	36.3	31	24.6	19.3	41.1
	01-2022	27-2019	20-2005	30-2005	30-2001	30-2015	10-1991	04-2003	17-1987	02-2011	08-2015	07-2000	2003
	Température maximale (moyenne en °C)												
	9.1	10.7	14.2	16.8	20.9	24.5	27.2	27.1	23.6	18.9	12.8	9.6	18
Date	Température moyenne (moyenne en °C)												Records établis sur la période du 01-01-1976 au 04-01-2022
	5.7	6.5	9.2	11.4	15.3	18.5	20.6	20.3	17.2	13.9	8.8	6.2	12.8
	Température minimale (moyenne en °C)												
	2.3	2.2	4.1	6	9.7	12.5	14	13.6	10.8	8.8	4.9	2.9	7.7
Date	La température la plus basse (°C)												Records établis sur la période du 01-01-1976 au 04-01-2022
	-17	-14.6	-11	-4	-1	1.5	5	4	0.5	-3.9	-8.3	-11.5	-17
	16-1985	08-1991	02-2005	09-1977	07-1979	05-1976	03-1980	31-2010	21-1977	26-2003	22-1993	31-1996	1985
	Nombre moyen de jours avec												
Tx >= 30°C	.	.	.	0.0	0.9	4.4	8.1	7.6	2.2	.	.	.	23.3
Tx >= 25°C	.	.	0.1	1.4	7.1	13.3	20.8	19.9	10.5	2.3	.	.	75.5
Tx <= 0°C	1.4	0.2	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.5	2.2
Tn <= 0°C	10.3	10.2	6.2	1.6	0.0	.	.	.	.	1.3	5.9	9.9	45.3
Tn <= -5°C	2.5	1.5	0.3	.	.	.	.	.	.	.	0.7	1.5	6.5
Tn <= -10°C	0.5	0.1	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.6
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
Date	La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)												Records établis sur la période du 01-01-1976 au 04-01-2022
	41.2	33	34.4	57.2	42.5	48.2	45.6	37.6	59.7	52.8	38.6	43.6	59.7
	18-1998	03-2003	27-1987	28-2012	12-1981	24-1994	31-1991	08-2015	08-2014	19-2012	26-1983	10-2017	2014
	Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												
	74.3	59.8	62.2	73	76	63.8	57.9	51.8	64.5	81.1	89.5	89.3	843.2
Date	Nombre moyen de jours avec												
	12.5	9.6	10.3	11.4	11.5	8.5	7.7	7.2	8.4	11.6	11.5	12.3	122.5
	5.3	4.1	4.4	5.0	5.4	3.9	3.2	3.1	4.3	5.8	6.2	6.5	57.1
	2.0	1.7	1.6	2.1	2.3	1.9	1.7	1.6	2.1	2.7	3.1	3.1	25.9
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

LA COURONNE (16)

Indicatif : 16113001, alt : 58m, lat : 45°37'36"N, lon : 00°05'54"E

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
	Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)												
	380.5	323.2	275.5	198.9	98.2	33.6	8.5	10.6	50.7	134.6	274.7	365.3	2154.3
	Rayonnement global (moyenne en J/cm ²)												
	Statistiques établies sur la période 1987–2010												
	–	20558	36803	47174	58972	–	–	57837	42653	26785	15093	11466	–
	Durée d'insolation (moyenne en heures)												
	Statistiques établies sur la période 2001–2010												
	80	122.2	164	191.4	216.1	267.7	262.2	236.7	218.8	149.8	88.9	91.8	2089.3
	Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation												
	Statistiques établies sur la période 2001–2010												
= 0 %	7.1	3.6	3.1	2.3	2.0	0.7	0.6	0.9	0.8	1.9	6.4	7.1	36.5
<= 20 %	15.7	8.7	9.9	8.1	8.0	4.1	3.5	4.1	4.0	8.8	14.6	14.6	103.9
>= 80 %	3.0	5.4	7.2	6.8	6.7	10.2	8.0	8.3	11.2	5.8	3.8	5.2	81.6
Date	Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)												
	12.1	22.5	56.5	82.5	117.4	136.0	141.3	122.6	76.1	40.4	15.0	10.2	832.6
	La rafale maximale de vent (m/s)												
	Records établis sur la période du 03–08–1987 au 04–01–2022												
	27	29.2	26.2	26	29.5	22.8	29.6	26	26	28.4	23.1	38	38.0
	02–2003	04–2017	06–2017	02–2000	26–2018	07–2019	26–2013	06–1999	15–1993	03–2006	03–2019	27–1999	1999
	Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s)												
	Statistiques établies sur la période 1987–2010												
	2.8	3	3	2.9	2.5	2.3	2.2	2	2.1	2.4	2.5	2.7	2.5
	Nombre moyen de jours avec rafales												
	Statistiques établies sur la période 1987–2010												
>= 16 m/s	3.1	4.1	–	2.8	1.6	–	–	0.6	0.9	1.6	1.7	2.4	–
>= 28 m/s	.	0.2	–	.	.	–	–	.	.	0.1	.	0.1	–
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige													
Données non disponibles													

– : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010 sauf pour les paramètres suivants : rayonnement global (1987–2010), vent (1987–2010), insolation (2001–2010), ETP (2001–2010).



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981-2010 et records

NIORT (79)

Indicatif : 79191005, alt : 57m, lat : 46°18'54"N, lon : 00°24'00"W

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Date	La température la plus élevée (°C)												Records établis sur la période du 01-07-1958 au 04-01-2022
	17	24.3	25.5	29.8	32.4	38	40	40.1	35.7	30	22.9	19.2	40.1
	31-1966	27-2019	20-2005	30-2005	26-2017	27-2019	23-2019	09-2003	01-1961	03-2011	08-2015	16-1989	2003
	Température maximale (moyenne en °C)												
	8.5	10	13.4	16	20	23.7	26.1	26.1	22.9	18	12.2	8.9	17.2
Date	Température moyenne (moyenne en °C)												
	5.5	6.1	8.7	10.9	14.7	18	20.2	20.1	17.2	13.6	8.6	5.9	12.5
	Température minimale (moyenne en °C)												
	2.4	2.3	4	5.7	9.4	12.4	14.3	14	11.6	9.3	5.1	2.9	7.8
Date	La température la plus basse (°C)												Records établis sur la période du 01-07-1958 au 04-01-2022
	-16	-13.3	-10.7	-4.8	-1.6	3.1	5.1	4.4	2.5	-3.3	-7	-10.5	-16
	17-1987	05-1963	01-2005	07-2008	03-1979	04-1975	06-1965	30-1986	21-1960	30-1997	21-1993	31-1996	1987
	Nombre moyen de jours avec												
Tx >= 30°C	.	.	.	.	0.5	3.0	6.3	5.3	1.6	0.0	.	.	16.8
Tx >= 25°C	.	.	0.0	0.9	4.7	10.9	18.0	17.4	8.1	1.6	.	.	61.5
Tx <= 0°C	1.6	0.5	.	.	.	.	.	.	.	.	0.1	0.4	2.6
Tn <= 0°C	9.3	9.3	5.5	1.4	.	.	.	.	.	0.5	4.5	8.9	39.4
Tn <= -5°C	2.1	1.0	0.2	.	.	.	.	.	.	.	0.3	0.9	4.5
Tn <= -10°C	0.4	0.1	0.0	.	.	.	.	.	.	.	.	0.0	0.5
Tn : Température minimale, Tx : Température maximale													
Date	La hauteur quotidienne maximale de précipitations (mm)												Records établis sur la période du 01-07-1958 au 04-01-2022
	52.4	38	30	55.1	76.2	87.2	49.2	64.8	73	45.8	56	51.5	87.2
	21-1995	08-1966	01-2007	12-2018	19-2014	11-1988	09-1981	31-2015	03-1964	10-2000	30-2003	19-1982	1988
	Hauteur de précipitations (moyenne en mm)												
	84.4	66.1	63.8	71.3	69.9	59.2	55.5	50.3	60.5	96.8	93.2	96.2	867.2
Date	Nombre moyen de jours avec												
	12.3	9.9	10.4	10.6	11.2	8.0	7.4	6.5	7.7	11.5	11.9	12.3	119.6
	5.9	4.5	4.2	5.1	4.4	3.6	3.3	2.9	4.0	5.8	6.1	6.8	56.7
	2.5	2.0	1.7	2.2	2.3	1.8	1.6	1.6	2.0	3.3	3.0	3.4	27.3
Rr : Hauteur quotidienne de précipitations													



FICHE CLIMATOLOGIQUE

Statistiques 1981–2010 et records

NIORT (79)

Indicatif : 79191005, alt : 57m, lat : 46°18'54"N, lon : 00°24'00"W

	Janv.	Févr.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Année
Degrés Jours Unifiés (moyenne en °C)													
	388.3	334.7	287.8	214.4	111.6	39.5	12.1	11.1	49.8	139.6	281	375.5	2245.4
Rayonnement global (moyenne en J/cm²) Données non disponibles													
Durée d'insolation (moyenne en heures)													
	78	106	157.7	180.1	215	243.2	251	247.5	203.2	133	90.2	75.4	1980.3
Nombre moyen de jours avec fraction d'insolation													
= 0 %	9.6	6.1	4.4	3.0	1.7	1.1	0.5	0.9	1.6	4.1	7.9	10.3	50.9
<= 20 %	17.5	12.0	10.6	8.6	7.7	5.9	5.0	4.4	5.5	11.8	15.1	17.8	121.7
>= 80 %	3.7	5.3	6.8	6.1	6.3	7.6	7.6	9.8	9.5	5.7	4.4	4.9	77.4
Evapotranspiration potentielle (ETP Penman moyenne en mm)													
	12.6	23.1	54.7	81.1	115.0	137.6	146.5	131.0	83.5	43.3	16.0	10.3	854.7
La rafale maximale de vent (m/s) Records établis sur la période du 01-01-1986 au 04-01-2022													
	31	35.3	30.3	30	32	25.6	26	36	27	28	27.7	40	40.0
Date	02-1998	28-2010	06-2017	01-1994	13-2002	16-2021	20-1992	08-1999	07-1995	15-1987	22-2009	27-1999	1999
Vitesse du vent moyenné sur 10 mn (moyenne en m/s) Statistiques établies sur la période 1986-2010													
	4.5	4.3	4.2	4.1	3.7	3.5	3.5	3.3	3.5	3.9	3.9	4.3	3.9
Nombre moyen de jours avec rafales Statistiques établies sur la période 1986-2010													
>= 16 m/s	6.2	5.1	5.4	4.4	2.4	2.0	1.5	1.1	2.3	3.4	3.9	5.5	43.3
>= 28 m/s	0.3	0.3	0.1	0.0	0.0	.	.	0.0	.	0.0	.	0.2	1.0
16 m/s = 58 km/h, 28 m/s = 100 km/h													
Nombre moyen de jours avec brouillard / orage / grêle / neige Données non disponibles													

- : donnée manquante

. : donnée égale à 0

Ces statistiques sont établies sur la période 1981–2010 sauf pour les paramètres suivants : vent (1986–2010), insolation (1991–2010), ETP (2001–2010).

Annexe 3

Calcul de l'évaporation suivant différentes hypothèses

Date	E : évaporation Bassin sans ombrière mm/jour	E : évaporation avec une diminution de la température (t) de 3°C pour les mois de juin, juillet, août et septembre mm/jour	E : évaporation avec une diminution de la température (t) de 1°C mm/jour	E : évaporation avec une augmentation de 10% de l'humidité (HR) pour les mois de janvier à mai mm/jour	E : évaporation avec une diminution de la vitesse (u) du vent de -10% de janvier à mai mm/jour
janv.-92	0,29	0,29	0,27	0,26	0,27
févr.-92	0,39	0,39	0,37	0,35	0,36
mars-92	0,39	0,39	0,37	0,35	0,36
avr.-92	0,49	0,49	0,46	0,44	0,46
mai-92	0,90	0,90	0,84	0,81	0,84
juin-92	0,48	0,39	0,45	0,48	0,48
juil.-92	0,82	0,68	0,77	0,82	0,82
août-92	0,82	0,68	0,77	0,82	0,82
sept.-92	0,64	0,53	0,60	0,64	0,64
oct.-92	0,31	0,31	0,29	0,31	0,31
nov.-92	0,41	0,41	0,39	0,41	0,41
déc.-92	0,28	0,28	0,26	0,28	0,28
janv.-93	0,43	0,43	0,40	0,39	0,40
févr.-93	0,46	0,46	0,43	0,41	0,43
mars-93	0,65	0,65	0,61	0,59	0,61
avr.-93	0,39	0,39	0,37	0,35	0,36
mai-93	0,56	0,56	0,52	0,50	0,52
juin-93	0,61	0,50	0,57	0,61	0,61
juil.-93	0,81	0,67	0,76	0,81	0,81
août-93	0,81	0,67	0,77	0,81	0,81
sept.-93	0,52	0,42	0,48	0,52	0,52
oct.-93	0,36	0,36	0,34	0,36	0,36
nov.-93	0,22	0,22	0,20	0,22	0,22
déc.-93	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16
janv.-94	0,14	0,14	0,13	0,12	0,13
févr.-94	0,29	0,29	0,27	0,26	0,27
mars-94	0,37	0,37	0,34	0,33	0,34
avr.-94	0,42	0,42	0,39	0,37	0,39
mai-94	0,67	0,67	0,62	0,60	0,62
juin-94	0,75	0,62	0,70	0,75	0,75
juil.-94	0,85	0,70	0,80	0,85	0,85
août-94	0,74	0,61	0,70	0,74	0,74
sept.-94	0,36	0,29	0,33	0,36	0,36
oct.-94	0,40	0,40	0,37	0,40	0,40
nov.-94	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18
déc.-94	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
janv.-95	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20
févr.-95	0,25	0,25	0,23	0,22	0,23
mars-95	0,43	0,43	0,40	0,39	0,40
avr.-95	0,46	0,46	0,43	0,42	0,43
mai-95	0,76	0,76	0,71	0,68	0,71
juin-95	0,66	0,54	0,62	0,66	0,66
juil.-95	1,07	0,89	1,00	1,07	1,07
août-95	0,98	0,82	0,93	0,98	0,98
sept.-95	0,41	0,34	0,39	0,41	0,41
oct.-95	0,52	0,52	0,48	0,52	0,52
nov.-95	0,38	0,38	0,35	0,38	0,38
déc.-95	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14
janv.-96	0,33	0,33	0,31	0,30	0,31
févr.-96	0,17	0,17	0,16	0,16	0,16
mars-96	0,42	0,42	0,40	0,38	0,40
avr.-96	0,60	0,60	0,56	0,54	0,56
mai-96	0,50	0,50	0,47	0,45	0,47
juin-96	0,95	0,79	0,90	0,95	0,95
juil.-96	0,92	0,76	0,87	0,92	0,92
août-96	0,63	0,52	0,59	0,63	0,63
sept.-96	0,55	0,45	0,52	0,55	0,55
oct.-96	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
nov.-96	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
déc.-96	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12
janv.-97	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16
févr.-97	0,36	0,36	0,34	0,33	0,33
mars-97	0,44	0,44	0,42	0,40	0,42
avr.-97	0,94	0,94	0,88	0,85	0,87
mai-97	0,63	0,63	0,59	0,57	0,59
juin-97	0,57	0,47	0,54	0,57	0,57
juil.-97	0,61	0,50	0,57	0,61	0,61
août-97	0,71	0,59	0,67	0,71	0,71
sept.-97	0,78	0,64	0,73	0,78	0,78
oct.-97	0,47	0,47	0,44	0,47	0,47
nov.-97	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19
déc.-97	0,13	0,13	0,12	0,13	0,13
janv.-98	0,21	0,21	0,20	0,19	0,19

Référence R001-1619620GGU-V02

févr.-98	0,36	0,36	0,34	0,33	0,34
mars-98	0,50	0,50	0,47	0,45	0,47
avr.-98	0,25	0,25	0,23	0,22	0,23
mai-98	0,77	0,77	0,72	0,69	0,71
juin-98	0,70	0,57	0,65	0,70	0,70
juil.-98	0,56	0,47	0,53	0,56	0,56
août-98	0,98	0,82	0,93	0,98	0,98
sept.-98	0,51	0,42	0,48	0,51	0,51
oct.-98	0,21	0,21	0,20	0,21	0,21
nov.-98	0,22	0,22	0,20	0,22	0,22
déc.-98	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22
janv.-99	0,28	0,28	0,26	0,25	0,26
févr.-99	0,15	0,15	0,14	0,13	0,14
mars-99	0,43	0,43	0,40	0,39	0,40
avr.-99	0,36	0,36	0,33	0,32	0,33
mai-99	0,62	0,62	0,59	0,56	0,58
juin-99	0,78	0,64	0,73	0,78	0,78
juil.-99	0,74	0,61	0,69	0,74	0,74
août-99	0,70	0,58	0,66	0,70	0,70
sept.-99	0,62	0,51	0,58	0,62	0,62
oct.-99	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
nov.-99	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
déc.-99	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12
janv.-00	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
févr.-00	0,23	0,23	0,22	0,21	0,22
mars-00	0,45	0,45	0,42	0,40	0,42
avr.-00	0,42	0,42	0,39	0,37	0,39
mai-00	0,52	0,52	0,49	0,47	0,48
juin-00	0,78	0,64	0,73	0,78	0,78
juil.-00	0,63	0,52	0,59	0,63	0,63
août-00	0,73	0,61	0,69	0,73	0,73
sept.-00	0,62	0,51	0,58	0,62	0,62
oct.-00	0,25	0,25	0,23	0,25	0,25
nov.-00	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14
déc.-00	0,34	0,34	0,32	0,34	0,34
janv.-01	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18
févr.-01	0,20	0,20	0,18	0,18	0,18
mars-01	0,37	0,37	0,34	0,33	0,34
avr.-01	0,40	0,40	0,38	0,36	0,37
mai-01	0,64	0,64	0,60	0,58	0,60
juin-01	1,03	0,85	0,97	1,03	1,03
juil.-01	0,74	0,61	0,69	0,74	0,74
août-01	0,99	0,82	0,93	0,99	0,99
sept.-01	0,52	0,42	0,48	0,52	0,52
oct.-01	0,73	0,73	0,68	0,73	0,73
nov.-01	0,19	0,19	0,17	0,19	0,19
déc.-01	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18
janv.-02	0,38	0,38	0,35	0,34	0,35
févr.-02	0,37	0,37	0,34	0,33	0,34
mars-02	0,54	0,54	0,51	0,49	0,50
avr.-02	0,58	0,58	0,54	0,52	0,54
mai-02	0,56	0,56	0,53	0,50	0,52
juin-02	0,77	0,63	0,72	0,77	0,77
juil.-02	0,82	0,68	0,77	0,82	0,82
août-02	0,52	0,43	0,49	0,52	0,52
sept.-02	0,60	0,49	0,56	0,60	0,60
oct.-02	0,46	0,46	0,43	0,46	0,46
nov.-02	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
déc.-02	0,31	0,31	0,29	0,31	0,31
janv.-03	0,22	0,22	0,21	0,20	0,21
févr.-03	0,38	0,38	0,35	0,34	0,35
mars-03	0,90	0,90	0,84	0,81	0,83
avr.-03	0,92	0,92	0,86	0,83	0,85
mai-03	0,61	0,61	0,57	0,55	0,57
juin-03	0,82	0,68	0,77	0,82	0,82
juil.-03	0,94	0,78	0,88	0,94	0,94
août-03	1,42	1,19	1,34	1,42	1,42
sept.-03	0,83	0,68	0,77	0,83	0,83
oct.-03	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
nov.-03	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
déc.-03	0,22	0,22	0,21	0,22	0,22
janv.-04	0,18	0,18	0,16	0,16	0,16
févr.-04	0,31	0,31	0,29	0,28	0,29
mars-04	0,40	0,40	0,37	0,36	0,37
avr.-04	0,45	0,45	0,43	0,41	0,42
mai-04	0,70	0,70	0,66	0,63	0,65
juin-04	1,05	0,87	0,99	1,05	1,05
juil.-04	0,77	0,64	0,73	0,77	0,77
août-04	0,67	0,56	0,63	0,67	0,67
sept.-04	0,59	0,49	0,55	0,59	0,59
oct.-04	0,42	0,42	0,40	0,42	0,42
nov.-04	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
déc.-04	0,12	0,12	0,11	0,12	0,12
janv.-05	0,23	0,23	0,21	0,20	0,21
févr.-05	0,24	0,24	0,22	0,21	0,22
mars-05	0,47	0,47	0,44	0,42	0,44
avr.-05	0,50	0,50	0,47	0,45	0,47
mai-05	0,77	0,77	0,72	0,69	0,72
juin-05	1,02	0,85	0,96	1,02	1,02

juil.-05	0,92	0,76	0,86	0,92	0,92
août-05	1,12	0,93	1,05	1,12	1,12
sept.-05	0,52	0,43	0,49	0,52	0,52
oct.-05	0,59	0,59	0,56	0,59	0,59
nov.-05	0,23	0,23	0,21	0,23	0,23
déc.-05	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
janv.-06	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15
févr.-06	0,20	0,20	0,19	0,18	0,18
mars-06	0,38	0,38	0,36	0,34	0,35
avr.-06	0,48	0,48	0,45	0,43	0,45
mai-06	0,59	0,59	0,56	0,53	0,56
juin-06	1,19	0,98	1,11	1,19	1,19
juil.-06	1,21	1,01	1,14	1,21	1,21
août-06	0,57	0,47	0,53	0,57	0,57
sept.-06	0,61	0,51	0,58	0,61	0,61
oct.-06	0,53	0,53	0,49	0,53	0,53
nov.-06	0,39	0,39	0,37	0,39	0,39
déc.-06	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17
janv.-07	0,13	0,13	0,12	0,12	0,12
févr.-07	0,35	0,35	0,33	0,32	0,32
mars-07	0,35	0,35	0,33	0,32	0,33
avr.-07	0,80	0,80	0,75	0,72	0,75
mai-07	0,44	0,44	0,41	0,39	0,41
juin-07	0,53	0,44	0,50	0,53	0,53
juil.-07	0,69	0,57	0,65	0,69	0,69
août-07	0,58	0,48	0,55	0,58	0,58
sept.-07	0,56	0,46	0,53	0,56	0,56
oct.-07	0,32	0,32	0,30	0,32	0,32
nov.-07	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19
déc.-07	0,26	0,26	0,24	0,26	0,26
janv.-08	0,28	0,28	0,27	0,26	0,26
févr.-08	0,52	0,52	0,49	0,47	0,48
mars-08	0,26	0,26	0,24	0,23	0,24
avr.-08	0,37	0,37	0,35	0,34	0,35
mai-08	0,53	0,53	0,50	0,48	0,50
juin-08	0,59	0,49	0,56	0,59	0,59
juil.-08	0,89	0,74	0,83	0,89	0,89
août-08	0,66	0,54	0,62	0,66	0,66
sept.-08	0,49	0,40	0,46	0,49	0,49
oct.-08	0,36	0,36	0,33	0,36	0,36
nov.-08	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14
déc.-08	0,14	0,14	0,13	0,14	0,14
janv.-09	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20
févr.-09	0,29	0,29	0,27	0,27	0,27
mars-09	0,49	0,49	0,46	0,44	0,46
avr.-09	0,33	0,33	0,31	0,29	0,31
mai-09	0,56	0,56	0,52	0,50	0,52
juin-09	0,82	0,68	0,77	0,82	0,82
juil.-09	0,91	0,75	0,85	0,91	0,91
août-09	1,03	0,85	0,96	1,03	1,03
sept.-09	0,75	0,62	0,70	0,75	0,75
oct.-09	0,49	0,49	0,46	0,49	0,49
nov.-09	0,31	0,31	0,29	0,31	0,31
déc.-09	0,20	0,20	0,18	0,20	0,20
janv.-10	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11
févr.-10	0,28	0,28	0,26	0,25	0,26
mars-10	0,59	0,59	0,55	0,53	0,55
avr.-10	0,69	0,69	0,64	0,62	0,64
mai-10	0,58	0,58	0,54	0,52	0,54
juin-10	0,55	0,45	0,52	0,55	0,55
juil.-10	0,86	0,71	0,81	0,86	0,86
août-10	0,75	0,62	0,70	0,75	0,75
sept.-10	0,70	0,57	0,65	0,70	0,70
oct.-10	0,53	0,53	0,50	0,53	0,53
nov.-10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,11
déc.-10	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18
janv.-11	0,21	0,21	0,20	0,19	0,20
févr.-11	0,23	0,23	0,22	0,21	0,22
mars-11	0,52	0,52	0,48	0,46	0,48
avr.-11	0,92	0,92	0,86	0,82	0,86
mai-11	1,03	1,03	0,97	0,93	0,97
juin-11	0,87	0,71	0,81	0,87	0,87
juil.-11	0,93	0,77	0,88	0,93	0,93
août-11	0,67	0,56	0,63	0,67	0,67
sept.-11	0,69	0,57	0,65	0,69	0,69
oct.-11	0,56	0,56	0,52	0,56	0,56
nov.-11	0,38	0,38	0,35	0,38	0,38
déc.-11	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16
janv.-12	0,11	0,11	0,11	0,10	0,11
févr.-12	0,21	0,21	0,19	0,19	0,19
mars-12	0,68	0,68	0,63	0,61	0,63
avr.-12	0,42	0,42	0,39	0,38	0,39
mai-12	0,70	0,70	0,66	0,63	0,66
juin-12	0,73	0,61	0,69	0,73	0,73
juil.-12	0,81	0,67	0,76	0,81	0,81
août-12	1,27	1,06	1,20	1,27	1,27
sept.-12	0,88	0,72	0,82	0,88	0,88
oct.-12	0,35	0,35	0,33	0,35	0,35
nov.-12	0,28	0,28	0,26	0,28	0,28

déc.-12	0,22	0,22	0,20	0,22	0,22
janv.-13	0,10	0,10	0,09	0,09	0,09
févr.-13	0,20	0,20	0,19	0,18	0,19
mars-13	0,44	0,44	0,41	0,39	0,41
avr.-13	0,56	0,56	0,53	0,51	0,53
mai-13	0,31	0,31	0,29	0,28	0,29
juin-13	0,50	0,41	0,47	0,50	0,50
juil.-13	1,12	0,94	1,06	1,12	1,12
août-13	0,94	0,78	0,88	0,94	0,94
sept.-13	0,65	0,54	0,61	0,65	0,65
oct.-13	0,41	0,41	0,38	0,41	0,41
nov.-13	0,19	0,19	0,18	0,19	0,19
déc.-13	0,37	0,37	0,34	0,37	0,37
janv.-14	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20
févr.-14	0,37	0,37	0,35	0,34	0,35
mars-14	0,59	0,59	0,55	0,53	0,55
avr.-14	0,61	0,61	0,58	0,55	0,57
mai-14	0,55	0,55	0,52	0,50	0,52
juin-14	0,94	0,78	0,88	0,94	0,94
juil.-14	0,70	0,58	0,66	0,70	0,70
août-14	0,53	0,44	0,50	0,53	0,53
sept.-14	0,79	0,65	0,74	0,79	0,79
oct.-14	0,53	0,53	0,50	0,53	0,53
nov.-14	0,41	0,41	0,38	0,41	0,41
déc.-14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14
janv.-15	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
févr.-15	0,27	0,27	0,25	0,24	0,25
mars-15	0,37	0,37	0,35	0,33	0,35
avr.-15	0,74	0,74	0,69	0,67	0,69
mai-15	0,62	0,62	0,58	0,56	0,58
juin-15	0,90	0,75	0,85	0,90	0,90
juil.-15	1,21	1,00	1,13	1,21	1,21
août-15	0,77	0,64	0,73	0,77	0,77
sept.-15	0,56	0,46	0,52	0,56	0,56
oct.-15	0,37	0,37	0,35	0,37	0,37
nov.-15	0,29	0,29	0,27	0,29	0,29
déc.-15	0,50	0,50	0,46	0,50	0,50
janv.-16	0,19	0,19	0,17	0,17	0,17
févr.-16	0,24	0,24	0,22	0,21	0,22
mars-16	0,38	0,38	0,35	0,34	0,35
avr.-16	0,44	0,44	0,41	0,39	0,41
mai-16	0,61	0,61	0,57	0,55	0,57
juin-16	0,47	0,39	0,44	0,47	0,47
juil.-16	0,89	0,74	0,84	0,89	0,89
août-16	1,13	0,94	1,06	1,13	1,13
sept.-16	0,87	0,72	0,81	0,87	0,87
oct.-16	0,41	0,41	0,38	0,41	0,41
nov.-16	0,23	0,23	0,22	0,23	0,23
déc.-16	0,28	0,28	0,26	0,28	0,28
janv.-17	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20
févr.-17	0,34	0,34	0,32	0,31	0,31
mars-17	0,48	0,48	0,45	0,43	0,45
avr.-17	0,70	0,70	0,65	0,63	0,65
mai-17	0,79	0,79	0,74	0,71	0,74
juin-17	0,97	0,80	0,91	0,97	0,97
juil.-17	0,80	0,67	0,76	0,80	0,80
août-17	0,74	0,62	0,70	0,74	0,74
sept.-17	0,45	0,37	0,42	0,45	0,45
oct.-17	0,41	0,41	0,38	0,41	0,41
nov.-17	0,25	0,25	0,23	0,25	0,25
déc.-17	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
janv.-18	0,18	0,18	0,17	0,17	0,17
févr.-18	0,19	0,19	0,18	0,17	0,18
mars-18	0,43	0,43	0,40	0,39	0,40
avr.-18	0,73	0,73	0,69	0,66	0,68
mai-18	0,50	0,50	0,47	0,45	0,47
juin-18	0,85	0,71	0,80	0,85	0,85
juil.-18	0,99	0,82	0,93	0,99	0,99
août-18	1,17	0,97	1,10	1,17	1,17
sept.-18	1,04	0,86	0,98	1,04	1,04
oct.-18	0,60	0,60	0,56	0,60	0,60
nov.-18	0,30	0,30	0,28	0,30	0,30
déc.-18	0,16	0,16	0,15	0,16	0,16
janv.-19	0,15	0,15	0,14	0,14	0,14
févr.-19	0,53	0,53	0,50	0,48	0,50
mars-19	0,63	0,63	0,59	0,57	0,58
avr.-19	0,67	0,67	0,63	0,60	0,62
mai-19	0,53	0,53	0,49	0,47	0,49
juin-19	0,82	0,68	0,77	0,82	0,82
juil.-19	1,33	1,10	1,25	1,33	1,33
août-19	1,01	0,84	0,95	1,01	1,01
sept.-19	1,03	0,85	0,96	1,03	1,03
oct.-19	0,38	0,38	0,36	0,38	0,38
nov.-19	0,17	0,17	0,16	0,17	0,17
déc.-19	0,25	0,25	0,23	0,25	0,25
janv.-20	0,28	0,28	0,26	0,25	0,26
févr.-20	0,45	0,45	0,42	0,40	0,42
mars-20	0,49	0,49	0,46	0,44	0,46
avr.-20	0,87	0,87	0,82	0,79	0,81

Référence R001-1619620GGU-V02

mai-20	0,89	0,89	0,84	0,80	0,83
juin-20	0,62	0,52	0,59	0,62	0,62
juil.-20	1,30	1,08	1,23	1,30	1,30
août-20	1,03	0,86	0,97	1,03	1,03
sept.-20	1,20	0,99	1,13	1,20	1,20
oct.-20	0,33	0,33	0,31	0,33	0,33
nov.-20	0,48	0,48	0,45	0,48	0,48
déc.-20	0,18	0,18	0,17	0,18	0,18
janv.-21	0,16	0,16	0,15	0,15	0,15
févr.-21	0,43	0,43	0,40	0,38	0,39
mars-21	0,52	0,52	0,49	0,47	0,49
avr.-21	0,79	0,79	0,74	0,71	0,73
mai-21	0,60	0,60	0,56	0,54	0,56
juin-21	0,68	0,56	0,64	0,68	0,68
juil.-21	0,62	0,52	0,59	0,62	0,62
août-21	0,61	0,51	0,57	0,61	0,61
sept.-21	0,59	0,49	0,55	0,59	0,59
oct.-21	0,58	0,58	0,54	0,58	0,58
nov.-21	0,15	0,15	0,14	0,15	0,15
déc.-21	0,21	0,21	0,19	0,21	0,21



**CHAPITRE 5 : CONTROLES DE LA
GEOMEMBRANE AVANT
ET APRES INSTALLATION
DES PANNEAUX
PHOTOVOLTAÏQUES**

	Contrôles de la géomembrane avant et après installation des panneaux photovoltaïques.	
---	--	---

Ouvrages en service.

L'objectif principal est la préservation du dispositif d'étanchéité en place lors de la construction de la charpente qui doit supporter les panneaux photovoltaïques.

Il faut en effet pouvoir intervenir sans endommager la géomembrane or il y a quelques risques évidents :

- La dégradation par les passages d'engins pour couler les massifs en béton (nécessité de faire des pistes sur la géomembrane ou de découper celle-ci pour aménager des pistes de circulation.
- La dégradation par la chute accidentelle d'outils ou de pièces de structure sur la géomembrane,
- La dégradation en service (à voir...) par exemple pour les opérations de maintenance ou d'entretien des panneaux.

Ces risques ne pouvant être évités, il convient de mettre en place un programme de contrôle adapté permettant de vérifier l'intégrité des géomembranes après ces travaux ou ces interventions de maintenance.

Ces contrôles devront porter sur la totalité de la surface des géomembranes dans la mesure où les structures sont ancrées au-delà des tranchées d'ancrage de la géomembrane.

Contrôles préalables :

Avant toute intervention, **contrôle visuel de la géomembrane** afin de faire un point zéro, contractuel, qui doit permettre d'établir les responsabilités en cas de désordres après la fin des travaux.

Le contrôle visuel portera sur la totalité de la géomembrane si l'ouvrage a été vidangé et nettoyé.

Si les seules zones d'implantation des poteaux ont été dégagées et nettoyées, le contrôle visuel portera sur celles-ci et également sur les zones d'aménagement et repli du matériel de nettoyage (piste, rampe, etc...).

Ce contrôle fera l'objet d'un rapport indiquant clairement l'état de la géomembrane avant les interventions des entreprises. En cas de détection d'endommagements, ceux-ci seront identifiés, photographiés et repérés sur le plan de récolement de la géomembrane.

Le rapport du contrôle visuel devra indiquer les défauts tels que les déchirures, les poinçonnements ou perforations, les plis écrasés, les tensions, la présence d'eau sous le dispositif d'étanchéité, les décollements de soudures, etc...

Ce contrôle doit être réalisé en toute indépendance des acteurs du projet (Maître d'œuvre, entreprises d'étanchéité et de pose des panneaux photovoltaïques, etc...). Le contrôleur devra par ailleurs justifier d'une expérience significative dans ce type d'ouvrage et du matériau assurant l'étanchéité.

Au-delà du contrôle visuel, en cas de doute, le contrôleur devra être en mesure de réaliser des essais d'étanchéité à la cloche à vide (ponctuellement) ou des contrôles électriques (méthode à adapter en fonction de l'état du fond de bassin, selon qu'il subsiste ou non des dépôts calcaires). A noter que les contrôles électriques ne peuvent être réalisés sur les géomembranes EPDM en raison de leur taux élevé en noir de carbone.

Contrôles pendant et après remise en état du dispositif d'étanchéité.

La réparation du dispositif d'étanchéité et son raccordement aux ouvrages installés en rapport avec les panneaux PHV ne devra être entreprise qu'après l'intervention de pose des panneaux. Il s'agit en effet d'éviter toute nouvelle dégradation après fermeture de la géomembrane.

Les contrôles porteront sur :

- La restauration du support dans les zones de travaux,
- Le respect des critères pour les opérations de soudage,
- La vérification des raccordements par fixation mécanique,
- Les dispositions constructives,
- Le plan de récolement des réparations.

- Contrôle du support

Il s'agit de vérifier que le support après interventions des entreprises n'a pas été endommagé soit par des circulations d'engins, créant des ornières par exemple, soit par la chute d'objets susceptibles de poinçonner ou de déchirer la géomembrane.

Par ailleurs, le support au bord des massifs en béton doit être examiné de près pour vérifier qu'il ne se tasse pas (compactage insuffisant) pouvant amener des tensions dans la géomembrane voire des déchirures.

- Respect des critères pour les opérations de soudage :

Nous rappelons que la géomembrane et ses assemblages doivent respecter deux impératifs, l'étanchéité du dispositif et sa résistance mécanique à long terme.

Le contrôle doit donc s'attacher à vérifier les critères spécifiés par la Profession, d'une part par la mise en place d'essais d'étanchéité sur site qui dépendent de la nature des géomembranes, et d'autre part par la réalisation des essais mécaniques rappelés dans la section « soudabilité ».

Le tableau ci-dessous liste par famille de matériau les méthodes de contrôle applicables.

Tableau des méthodes de contrôles de l'étanchéité et de la résistance mécanique

	PEHD	PP-f	PVC-P	EPDM	Gmb Bitumineuses
Doubles soudures	P _ M	P _ M	P _ M	M*	P _ M
Soudures par extrusion	CV _ PS _ M	CV _ PS _ M	NA	NA	NA
Soudures thermiques manuelles	NA	CV _ PS _ M	CV _ PS _ M	NA	CV _ PS _ M
Vulcanisation	NA	NA	NA	CV _ PS _ M*	NA

P : mise en pression des doubles soudures (3 bars pour le PEHD ; 1,5 bar pour le PP-f et le PVC-P).

CV : mise en dépression avec une cloche à vide (0,2 à 0,5 bars)

M : essais de cisaillement et/ou pelage selon le matériau

PS : essai à la pointe sèche

NA : non applicable

○ Vérification des raccordements par fixation mécanique

Dans le cas où la géomembrane est fixée mécaniquement à un massif en béton, il est important de vérifier :

- La présence d'un joint compressible entre la géomembrane et le béton. Vérifier la largeur, l'épaisseur et la nature du joint mis en place. Vérifier également la continuité du joint dans les angles,
- La nature, l'épaisseur et la largeur du profilé mis en place (métallique ou composite),
- La nature et l'espacement des chevilles,
- L'absence de vide ou de passage d'un tournevis entre le béton et la géomembrane. Ceci peut se produire si le béton est de mauvaise qualité ou de surface irrégulière.
- L'absence d'éclatement du béton autour des chevilles.

○ Dispositions constructives

L'objectif est de s'assurer qu'il n'y a pas eu de mises en tension de la géomembrane lors de la fermeture de celle-ci qui pourraient conduire à sa déchirure lors du remplissage de la réserve. Ces tensions s'observent généralement au droit des ouvrages en béton lorsque le compactage des matériaux du support (argile, calcaire, etc...) est insuffisant et que des tassements se produisent à la mise en eau.

Ce point est à vérifier également à la réception du support.

	Assemblage des géomembranes dans les ouvrages en service.	
---	--	---

Les ouvrages qui font l'objet de cette procédure sont étanchés par différentes géomembranes, elles-mêmes assemblées par différents procédés, présentant, lors des travaux de pose des panneaux photovoltaïques, des degrés de vieillissement différents selon leur nature, leur âge, leur situation géographique, leur exploitation,

Il est important de s'assurer, avant toute intervention, que ces géomembranes conservent leurs propriétés (ou une partie importante de celles-ci) et notamment leur aptitude à être soudées.

Il serait en effet risqué de prélever un échantillon, à des fins de travaux ou seulement d'expertise, sans pouvoir réparer les trous occasionnés par les prélèvements...

On peut considérer, en première approche, qu'au-delà de **15 ans et pour certains matériaux**, il est déconseillé de réaliser ce type de travaux (sauf à changer tout le dispositif d'étanchéité...).

Dans tous les cas, des essais préalables de soudage devront être conduits. Ces essais devront être réalisés en tenant compte des différentes conditions d'exposition au soleil ainsi qu'au positionnement des prélèvements par rapport au remplissage des réserves. Une géomembrane exposée plein sud, en haut de talus ne vieillit pas comme une géomembrane située au fond et toujours recouverte d'eau. Par conséquent, leur soudabilité sera différente.

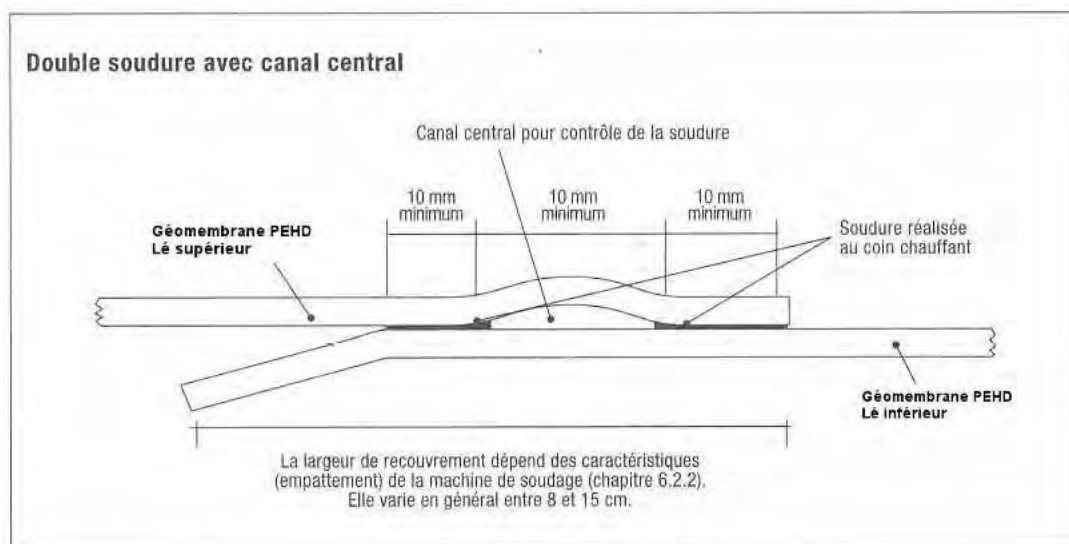
Il y a donc nécessité de faire des prélèvements préalables aux travaux afin de s'assurer que si la géomembrane est découpée pour la mise en place des poteaux, elle puisse de nouveau être soudée pour refermer ces zones. Si ce n'est pas le cas, il faut soit changer la géomembrane en place soit renoncer au projet, sachant que dans ce dernier cas il faudra toutefois réparer la zone de prélèvement.

Il a été évoqué la possibilité de se passer des opérations de soudage par la mise en place de longrines en béton sur lesquelles la géomembrane pourrait être fixée mécaniquement, la fixation mécanique assurant l'étanchéité entre béton et géomembrane :

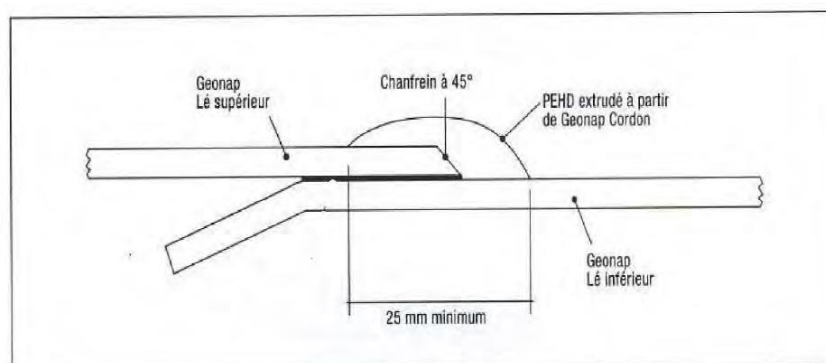
		
PVC-P, PP-f	Double soudure automatique <u>Soudure manuelle</u>	 Soudure à l'air chaud (PP-f)
EPDM	<u>Vulcanisation par bande auto-adhésive</u> Réparations ponctuelles par bandes pré-vulcanisées	

Géomembrane bitumineuse	<u>Soudage au chalumeau à propane avec marouflage</u>	
-------------------------	---	--

Schémas des assemblages PEHD, PP-f et PVC-P :



Double soudure avec canal de contrôle



Monosoudure avec extrusion

L'entreprise devra relever les paramètres de soudage (pression, température, vitesse) et les noter sur un document spécifique où figureront également :

- Le nom de l'opérateur et son numéro de certification ASQUAL,

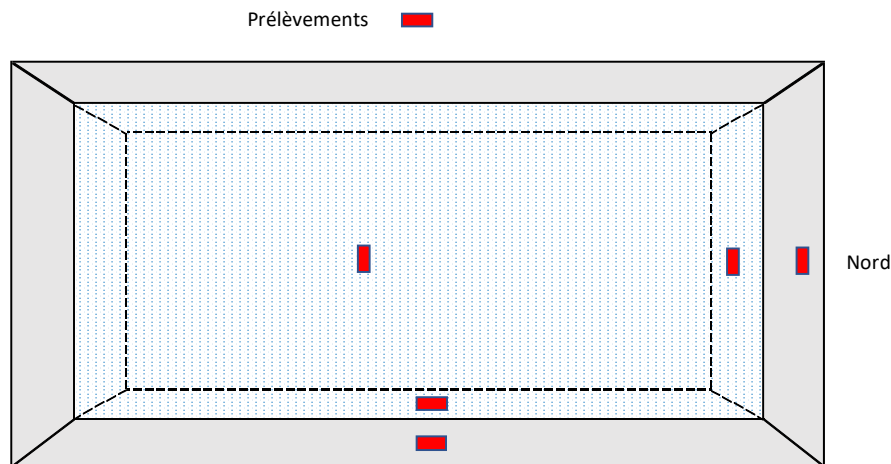
- Les références des matériels utilisés en soudage et essais mécaniques,
- La température ambiante au moment des opérations de soudage et pendant les essais mécaniques,
- Les résultats détaillés des résistances en kN/m ainsi que le mode de rupture pour chaque éprouvette,
- Les moyennes calculées et la validation ou non par rapport aux critères du tableau figurant dans la présente procédure.

Prélèvements pour les essais de soudabilité :

Les emplacements des prélèvements doivent tenir compte des modes de vieillissement qui sont différents selon l'orientation des talus et l'immersion ou non des échantillons. Ces prélèvements seront à préciser en fonction des emplacements prévus des poteaux.

Par exemple, pour un petit ouvrage où il n'y a que des poteaux au fond, les prélèvements d'échantillons en talus sont inutiles.

Exemple de positionnement des prélèvements de géomembrane in situ pour essais de soudage :



Partie immergée : 

Sur chaque prélèvement dont la dimension sera d'environ 2 m X 1 m, l'entreprise procédera des tests de soudabilité avec une géomembrane neuve de même épaisseur (et de préférence de la même marque) et ce pour chaque procédé de soudage susceptible d'être mis en œuvre sur le site.

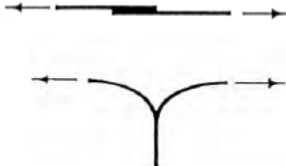
Les échantillons de soudure à réaliser, pour chaque prélèvement, seront les suivants :

- **PEHD** : 1 essai de double soudure et 1 essai d'extrusion,
- **PP-f** : 1 essai de double soudure et 1 essai de soudure manuelle + extrusion,
- **EPDM** : 1 essai d'assemblage par vulcanisation à la bande auto-adhésive + produits spécifiques (FormFlash, SA Flashing, etc...),
- **PVC-P** : 1 essai de double soudure et 1 essai de soudure manuelle,
- **Géomembrane bitumineuse** : 1 essai de soudage à la flamme avec marouflage au rouleau + un essai avec marouflage manuel.

Les essais et les réparations des prélèvements devront être réalisés par du personnel compétent et qualifié disposant de la certification ASQUAL en cours de validité et relative au matériau concerné.

Essais de vérification de la tenue mécanique des assemblages :

Ces essais sont :

Des essais de traction-cisaillement (PEHD, EPDM, bitume).	
Des essais de traction-pelage (PEHD, PP-f, PVC-P, EPDM)	

Les essais sur site seront réalisés dans un premier temps par l'entreprise d'étanchéité mandatée pour faire les essais de soudage et dans le cadre de ses réglages des paramètres de soudage et éventuellement par un organisme indépendant disposant de son propre matériel de contrôle étalonné.

En cas de résultats conformes, un échantillon de chaque soudure sera transmis à un laboratoire indépendant et accrédité par le COFRAC pour valider ces résultats obtenus sur site. Le laboratoire procédera alors aux essais, conformément aux normes en vigueur (ce qui n'est pas possible sur site et avec les équipements de tests portables).

Les normes d'essais en laboratoire sont :

- NF P 84-502(1) pour les essais de cisaillement,
- NF P 84-502(2) pour les essais de pelage,



Tensiomètre destiné aux réglages des machines à souder

Les essais sur site devront être réalisés sur la base d'un nombre minimal de 3 éprouvettes/essai/soudure.

Tableau des valeurs exigibles pour validation des réparations ou reprises :

Matériau	Epaisseur	Résistance en N/mm ou facteur de soudure Fs (CFG, fascicule 10)	Mode de rupture	Résistance ou facteur de soudure (< 10 ans/construction)	Mode de rupture	Résistance ou facteur de soudure (< 10 ans/construction)	Mode de rupture
Géomembranes PEHD (essais de pelage)	1,5 à 2,5	DS (Fs 0,7) Ext (Fs 0,6)	HJ	DS (Fs 0,7) Ext (Fs 0,6)	HJ	DS (Fs 0,7) Ext (Fs 0,6)	HJ
	1 à 1,19	DS 7 SM 5	Pelage seul non autorisé	DS 7 SM 5	Pelage seul non autorisé	5,6 4	Pelage seul non autorisé
Géomembranes PP-f (essais de pelage)	1,2 à 1,49	DS 8 SM 6	Pelage seul non autorisé	DS 8 SM 6	Pelage seul non autorisé	6,4 4,8	Pelage seul non autorisé
	1,5 à 1,79	DS 9 SM 7	Pelage seul non autorisé	DS 9 SM 7	Pelage seul non autorisé	7,2 5,6	Pelage seul non autorisé
Géomembranes EPDM (essais de cisaillement)	1,10 à 1,5	Résist. à 21 j = 4 Résist. à 48H = 3,2		4		3,2 (~ -15%)	
	3 à 3,79	13 (ou Fs 0,8)	HJ (Hors Joint)		HJ (Hors Joint)	Intervention	déconseillée
Géomembranes bitumineuses (essais de cisaillement)	3,8 à 4,49	16 (ou Fs 0,8)	HJ	16 (ou Fs 0,8)	HJ	Intervention	déconseillée
	> 4,5	18 (ou Fs 0,8)	HJ	18 (ou Fs 0,8)	HJ	Intervention	déconseillée
	1 à 1,19	DS 6 SM 4	Pelage seul non autorisé	DS 6 SM 4	Pelage seul non autorisé	Intervention	déconseillée
Géomembranes PVC-P (essais de pelage)	1,2 à 1,49	DS 7 SM 4	Pelage seul non autorisé	DS 7 SM 4	Pelage seul non autorisé	Intervention	déconseillée
	1,5 à 1,79	DS 8 SM 5	Pelage seul non autorisé	DS 8 SM 5	Pelage seul non autorisé	Intervention	déconseillée

Quel que soit l'objectif final, poursuite des travaux ou arrêt du projet, les découpes réalisées doivent être réparées afin de ne pas endommager le support (pluies, orages, etc...) et repérées sur plan.

Phasage des opérations (synthèse) :

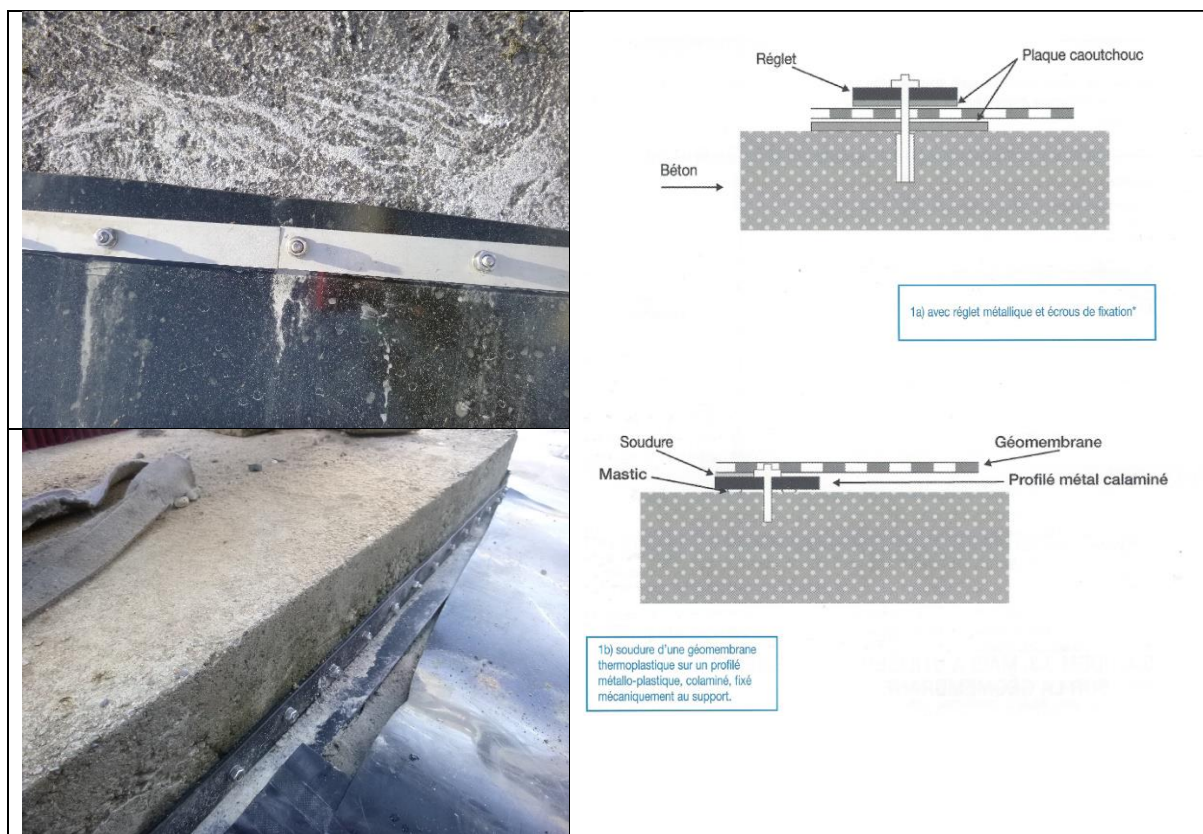
- Localisation des zones d'implantation des poteaux,
- Curage et nettoyage sur 25 m² autour de chacune des implantations (fond, talus nord, ouest, zone de marnage, ...). Le nettoyage doit être effectué sans endommager la géomembrane. Pas de pelle métallique, ni râteau, ni autre objet à risque.
- Prélèvement des échantillons de géomembrane (1,5 m X 1 m environ),
- Essais de soudage sur site avec géomembrane neuve, réalisation des coupons nécessaires aux essais mécaniques pour chacun des procédés de soudage,
- Essais de traction-pelage et/ou cisaillement sur site avec tensiomètre portable pour chaque coupon réalisé.

- Si **résultats conformes**, envoi d'échantillons de soudure en laboratoire pour validation par des essais normalisés,
- Si **résultats non conformes ou impossibilité de souder** : abandon du projet ou étude du changement complet de la géomembrane.
- Réparation de la zone de prélèvement et contrôle des réparations. En cas de difficultés de soudage, la géomembrane neuve sera placée sous la géomembrane en place afin de se raccorder à la surface non exposée de celle-ci pour faciliter le soudage.

Techniques d'habillage et de raccords aux ouvrages en béton :

Trois techniques sont utilisées pour recouvrir les ouvrages en béton ou y terminer une étanchéité :

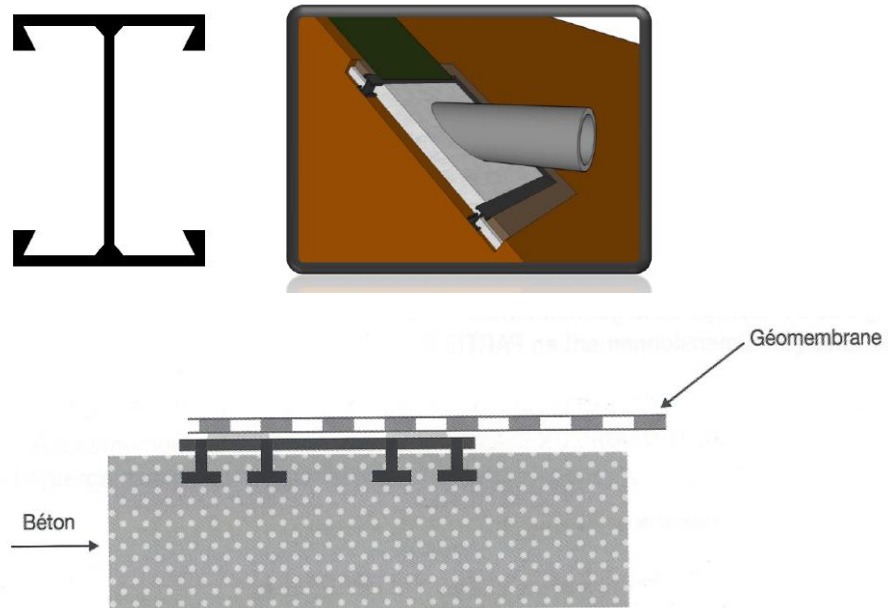
- **La technique de l'arrêt d'étanchéité par fixation mécanique** (la géomembrane est fixée par des chevilles au massif béton, avec le recours à un joint élastomère compressible assurant l'étanchéité et un profilé permettant la transmission de l'effort de serrage sur tout le linéaire de raccordement),



Fixation mécanique classique (en haut) et mixte avec profilé soudable (en bas)

Cette technique requiert de bonnes propriétés du béton avec notamment une bonne résistance mécanique permettant la mise en place de chevilles sans éclatement du béton.

- **Le raccordement de la géomembrane sur un profilé de même composition inséré dans le béton.**



Raccordements par profilés insérés dans le béton frais

Les solutions 1 et 2 requièrent également un béton étanche (par application d'une résine en surface).

- **La technique de la « chaussette »** qui consiste à recouvrir la totalité de l'ouvrage en béton (ou les pièces métalliques) et à remonter cette géomembrane hors d'eau en assurant l'étanchéité supérieure au moyen d'un collier de serrage et d'un joint compressible,



Exemple d'habillage complet d'un ouvrage béton avec la géomembrane

Techniques de contrôle des raccordements :

Contrôle de l'étanchéité des raccordements par chaussette (ou manchon) :

Les techniques habituelles de contrôle des soudures sont utilisables (visuel, pointe sèche, cloche à vide, test diélectrique, mise en pression des doubles soudures, ...).

Contrôle de l'étanchéité des raccordements par fixation mécanique et par soudage sur profilés insérés dans le béton :

Ces derniers contrôles sont très difficiles à mettre en place car certaines techniques sont difficilement applicables (cloche à vide) voire inapplicables (tests diélectriques). Il reste donc l'examen visuel au travers duquel sont vérifiés l'intégrité du béton au droit des chevilles, l'espacement entre les chevilles (environ 10 à 12 cm), la nature et la géométrie des équipements (réglet métallique ou en résine armée, joint compressible, ...), l'absence d'espace entre béton et joint, etc...

On pourrait imaginer d'isoler chaque poteau de la partie courante de la géomembrane afin de faire un test en eau à chacun des poteaux. Il faudrait pour cela souder une virole en PEHD (épaisseur d'environ 10 mm) posée sur la géomembrane en fond d'ouvrage et entourée d'une seconde virole constituée de la géomembrane soudée à sa base sur l'étanchéité du fond. Le dispositif est mis en eau de manière à vérifier si le raccordement de la géomembrane sur le massif en béton est bien étanche.

Dans le cas des géomembranes PEHD, cette virole est soudée directement sur l'étanchéité du fond par extrusion.

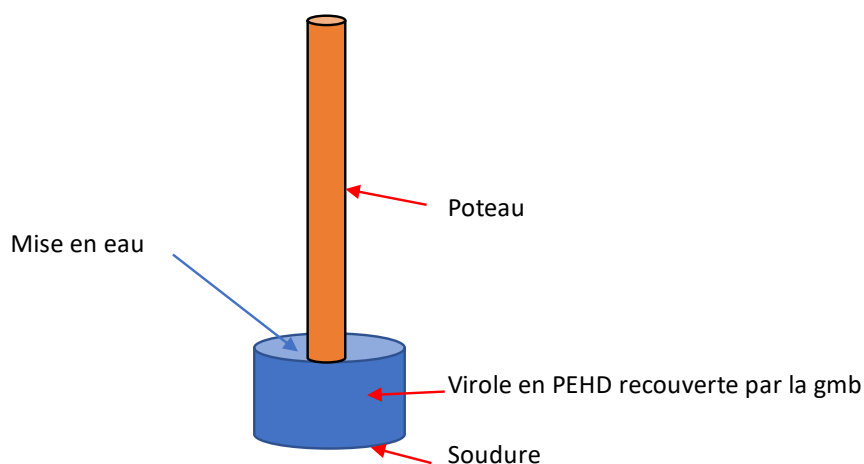


Schéma du dispositif de contrôle de l'étanchéité autour des poteaux

	Vieillissement des géomembranes. Caractérisation.	
---	---	---

Avant-propos :

Les réserves de substitution ne répondant pas à un cahier des charges unique, il existe différents D.E.G (dispositifs d'étanchéité par géomembrane) constitués en général d'un géotextile anti-poinçonnant situé sur le sol support et d'une géomembrane qui peut être en PEHD (Polyéthylène Haute Densité), en PP-f (Polypropylène flexible) ou en EPDM (Ethylène Propylène Diène Monomère). Plus rarement, on trouvera des géomembranes PVC ou bitumineuses.

La caractérisation de la géomembrane et l'évaluation de son vieillissement ne présentent pas un caractère obligatoire et doivent être appréciées au cas par cas.

1. Nouveaux ouvrages

Pour les nouvelles constructions, l'objectif est de suivre l'évolution des propriétés de la géomembrane dans l'hypothèse d'interventions futures devant conduire à intervenir en soudage dans le cadre de réparations ou de modifications des raccordements au niveau des poteaux supportant les panneaux photo-voltaïques.

Pour suivre cette évolution, il est nécessaire de faire un point 0, avec un certain nombre de tests sur la géomembrane au moment de la pose de celle-ci.

Les propriétés évaluées pourraient être, selon la nature de la géomembrane en place :

Gmb PEHD	Gmb PP-f	Gmb EPDM
Epaisseur	Epaisseur	Epaisseur
Propriétés mécaniques	Propriétés mécaniques	Propriétés mécaniques
O.I.T.*		

(*) O.I.T. ou *Oxydation Induction Time*.

A la construction de l'ouvrage, il est convenu de placer dans la retenue et dans les conditions représentatives du vieillissement du DEG, des échantillons de la géomembrane qui serviront ultérieurement aux prélèvements permettant d'évaluer le vieillissement de celle-ci. Cette disposition permet d'éviter de découper dans la géomembrane assurant l'étanchéité de l'ouvrage.

Les essais devront être réalisés selon les mêmes modes opératoires qu'au point 0 (respect des normes d'essais de l'époque) pour pouvoir suivre une évolution des caractéristiques du produit.

Il existe, dans la littérature, des marqueurs de la dégradation des polymères notamment concernant les caractéristiques en traction qui permettent de définir des seuils d'acceptabilité pour d'éventuelles interventions sur la géomembrane en place.

2. Ouvrages en service

Les ouvrages en service n'ont pas été réalisés avec cet objectif d'installation de panneaux photovoltaïques.

Les ouvrages ont donc été construits avec pour seul objectif une étanchéité durable. Selon les ouvrages, des essais de caractérisation des matériaux géosynthétiques ont été effectués à leur réception comme la vérification de l'épaisseur, de la masse surfacique et/ou des propriétés mécaniques, ce qui constitue le point 0 de l'évolution des matériaux.

Pour évaluer une possible perte de ces caractéristiques, il convient donc de prélever sur le dispositif en place des échantillons afin d'y réaliser les mêmes tests et de quantifier la dégradation.

Ce prélèvement peut être problématique si la soudabilité est mauvaise et ne permet pas de réparer les zones prélevées. De fait, les interventions ultérieures sur cette géomembrane ne sont pas envisageables mais à plus court terme, la remise en service après les prélèvements peut être rendue impossible...RISQUE IMPORTANT.

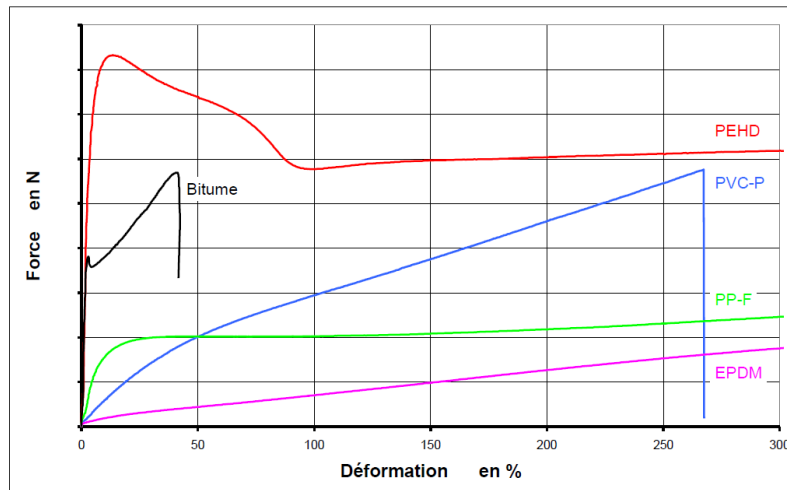
3. Nature des essais à réaliser. Critères d'acceptation

Les essais à réaliser pourraient les suivants :

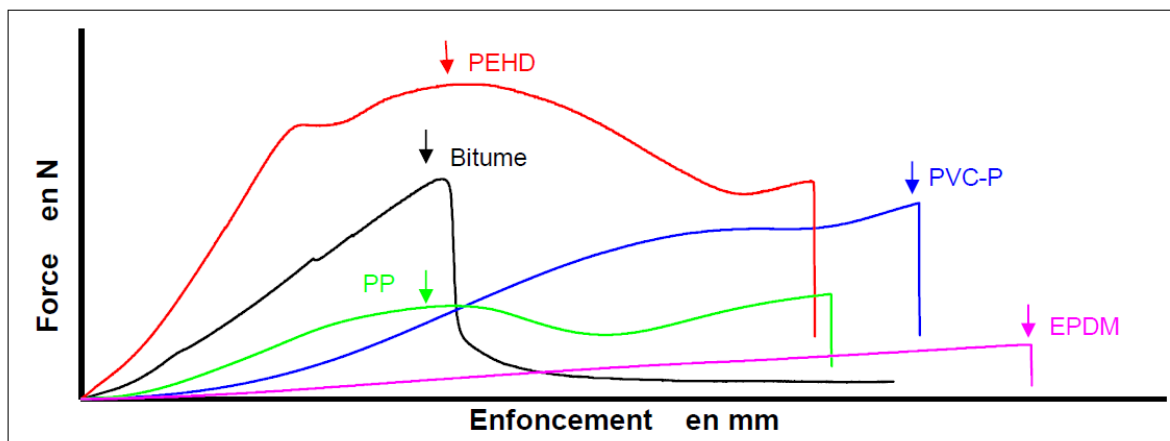
- Vérification **de l'épaisseur** de la géomembrane. Cette mesure vise à vérifier qu'il n'y a pas eu d'amincissement (par migration de composants dans l'eau, par exemple) ou d'étirement irréversible (par sollicitation mécanique). Cette réduction d'épaisseur peut constituer un obstacle au soudage avec la nouvelle géomembrane.
- Vérification des **propriétés mécaniques** de la géomembrane, dans les deux directions (sens production et sens travers) avec mesure des résistances et des allongements propres à chaque famille de matériau (seuil d'écoulement et rupture pour le PEHD, pseudo-seuil et rupture pour le PP-f, rupture pour l'EPDM).

Expression des résultats des essais de traction :

	PEHD	PP-F	PVC-P UV	EPDM	Bitume
Résistance à 15%		X	X	X	X
Résistance au seuil	X				
Déformation au seuil	X				
Résistance à 50%		X			
Résistance maximum					X
Déformation à F max.					X
Résistance à 250%	X	X	X	X	
Résistance à la rupture	Si < 250%	Si < 250%	Si < 250%	Si < 250%	
Déformation à la rupture	Si < 250%	Si < 250%	Si < 250%	Si < 250%	



Essais de traction sur différentes géomembranes



Vérifications des propriétés au poinçonnement statique (Force et déplacement) :

- Mesure du **temps d'induction à l'oxydation (O.I.T.)** des PEHD

(*) l'O.I.T. ou Oxydation Induction Time, temps d'induction à l'oxydation, consiste à mesurer le temps au bout duquel le produit se décompose en passant d'un milieu neutre (azote) à un milieu oxydant à 200°C. La durée minimale caractérisant l'absence de dégradation par oxydation est de 80 mn. L'essai est réalisé par calorimétrie différentielle selon la norme ASTM D3895.

4. Prélèvements à effectuer

Les prélèvements devront être effectués à proximité des zones de travail envisagées pour la mise en place des poteaux et tenir compte des conditions différentes de vieillissement qui ont pu être observées sur le site.

Par exemple, s'il est envisagé des poteaux à mi-hauteur des talus, des prélèvements seront à réaliser dans cette zone pour tenir compte du vieillissement aux UV et par l'eau alors qu'au fond d'ouvrage, les conditions de vieillissement sont uniquement liées à la présence d'eau.

Les prélèvements seront à effectuer en respectant les normes de prélèvement, dans la mesure du possible, car il s'agit de produits en place et non prélevés sur rouleaux. Prélever suivant la norme EN 13416 ou EN ISO 9862

Ces prélèvements devront également être réalisés en tenant compte des conditions de réparation. Il faudra être vigilant sur la localisation qui doit garantir une réparabilité aisée (zones de support saines, absence d'eau sous géomembrane, de support meuble, d'ornières ou de pierres apparentes).

5. Critères d'acceptation (pertes de propriétés tolérées)

Le principal indicateur de vieillissement des géomembranes est la modification des caractéristiques mécaniques avec augmentation de la rigidité et diminution de l'allongement à la rupture (retrait dimensionnel). Ceci peut conduire à des ruptures prématurées et à une perte d'étanchéité du dispositif global.

Pour chaque caractéristique, il convient de donner un seuil en-dessous duquel les produits testés seront considérés comme trop dégradés pour envisager toute intervention et réparation durable.

Dans ce cas, soit le projet ne pourra se faire, soit il se fera moyennant le changement complet du dispositif d'étanchéité ce qui peut permettre une mise en œuvre plus aisée des panneaux avec une nouvelle géomembrane.

6. Normes applicables

EN ISO 1849-1 : Feuilles souples d'étanchéité – Détermination de l'épaisseur et de la masse surfacique.
Partie 2 : Feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères

EN 12311 : Feuilles souples d'étanchéité – Détermination des propriétés en traction.
Partie 2 : Feuilles d'étanchéité de toiture plastiques et élastomères.

NF P84-507 : Essais des géomembranes – Détermination de la résistance au poinçonnement statique des géomembranes et des dispositifs d'étanchéité par géomembranes.

ASTM D-3895: Standard Test Method for Oxidative-Induction Time of Polyolefins by Differential Scanning Calorimetry



CHAPITRE 6 : COMPATIBILITE SDAGE ET SAGE

Chapitre 6 : Compatibilité du projet d'ombrières photovoltaïques avec le SDAGE et le SAGE

Sommaire

I. Schéma Directeur d'aménagement et de gestion des eaux en vigueur	2
II. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux en vigueur.....	3

I. Schéma Directeur d'aménagement et de gestion des eaux en vigueur

- SDAGE Adour-Garonne

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux en vigueur est celui du bassin Adour-Garonne. Il fixe pour six ans les orientations qui permettent d'atteindre les objectifs attendus en matière de "bon état des eaux". Il a été adopté en 2016 et est valide jusqu'en 2021. Le SDAGE Adour-Garonne 2022-2027 n'a pas encore été publié, c'est pourquoi nous appuierons notre analyse ici sur la version précédente de ce document.

L'installation d'ombrières de panneaux photovoltaïques, en plus de ne pas remettre en cause la vocation première de la réserve (retenir l'eau), permet, en créant de l'ombre au-dessus de la réserve, de limiter l'évaporation de l'eau (voir chapitre 5). Par conséquent, ce projet améliorerait encore l'efficacité des réserves à constituer des réserves d'eau en vue de compenser l'irrigation.

Selon l'orientation C du SDAGE Adour-Garonne : « *Améliorer la gestion quantitative* », le projet d'ombrière combinées aux réserves de substitution est une réponse à la gestion de l'eau du bassin.

Plus précisément, selon la recommandation C14 : « *Généraliser l'utilisation rationnelle et économe de l'eau et quantifier les économies d'eau* », le projet s'intègre dans la démarche des gestionnaires des réserves qui consiste à étudier : « *les économies d'eau réalisables et les moyens de valoriser les ressources existantes et/ou d'optimiser leur gestion en vue de satisfaire les débits objectifs d'étiage (DOE)* »

(SDAGE Adour-Garonne, p160)

Par ailleurs, le projet ne remettra pas en question l'orientation B du SDAGE Adour-Garonne : « *Réduire les pollutions* ». En effet, aucune pollution du site ne sera engendrée par le projet.

Le ruissellement de l'eau de pluie sur les panneaux n'altérera pas la qualité de l'eau qui tombera dans les réserves de substitution. Le nettoyage des panneaux solaires s'effectuera à l'eau.

Conclusion : Le projet d'ombrières photovoltaïques participe à l'une des orientations du SDAGE qui est de tendre vers une meilleure gestion quantitative de la ressource disponible en eau en limitant les prélèvements.

II. Schéma d'aménagement et de gestion des eaux en vigueur

- SAGE Charente

Le Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) est un document de planification élaboré de manière collective qui fixe des objectifs généraux d'utilisation, de mise en valeur, de protection quantitative et qualitative de la ressource en eau. Il a été adopté en octobre 2019.

LE SAGE en vigueur est celui de Charente, il définit les réserves de substitution comme suit : « *Par retenue de substitution, on entend des ouvrages artificiels permettant de substituer des volumes prélevés en période de hors étiage à des volumes prélevés à l'étiage. Les retenues de substitution permettent de stocker l'eau par des prélèvements anticipés ne mettant pas en péril les équilibres hydrologiques, biologiques et morphologiques, elles viennent en remplacement de prélèvements existants : c'est la notion de substitution.* »

(SAGE Charente, page244)

Par définition, les retenues de substitution ou réserves de substitution ne mettent pas en péril les équilibres hydrologiques, biologiques ou morphologiques. Le prélèvement d'eau dans les réserves de substitution permet en outre de réduire la pression sur les rivières en période d'étiage. L'aménagement de réserves permet également de compenser partiellement les besoins en irrigations.

La mise en place de réserves de substitution est considérée dans le SAGE comme un levier éventuel permettant la mise en place de projets de territoire visant à définir une gestion équilibrée de la ressource en eau. Les ombrières photovoltaïques contribuent à cette gestion équilibrée de la ressource en eau.

Conclusion : Le projet d'ombrières photovoltaïques participe à l'un des objectifs prioritaires du SAGE de tendre vers une adéquation entre besoins et ressources disponibles en eau. En limitant l'évaporation, il limite d'autant les prélèvements.

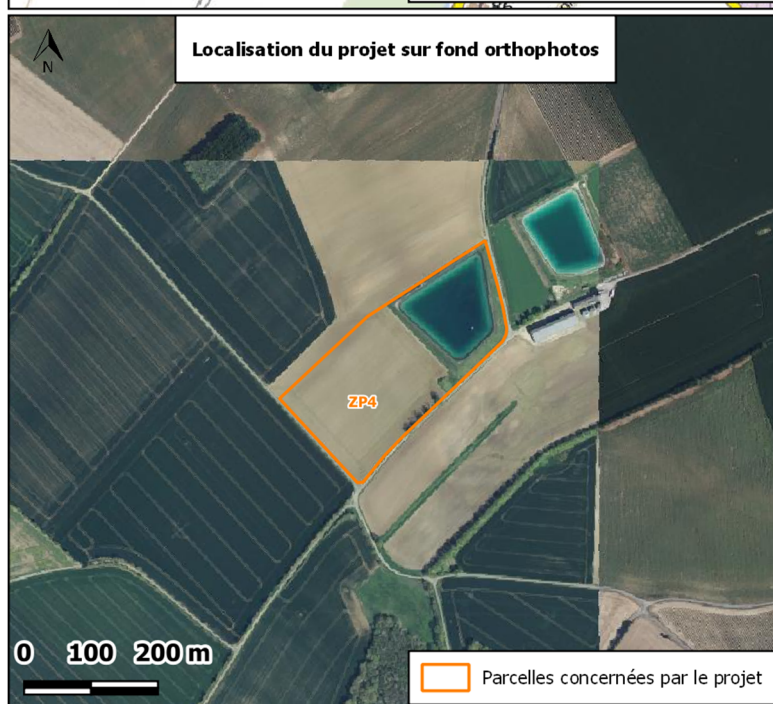
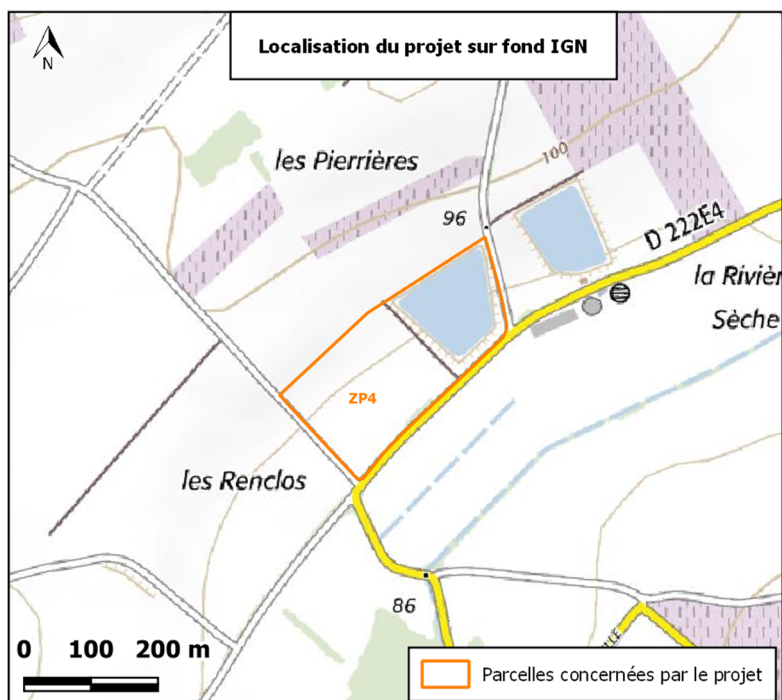


CHAPITRE 7 : COMPATIBILITE

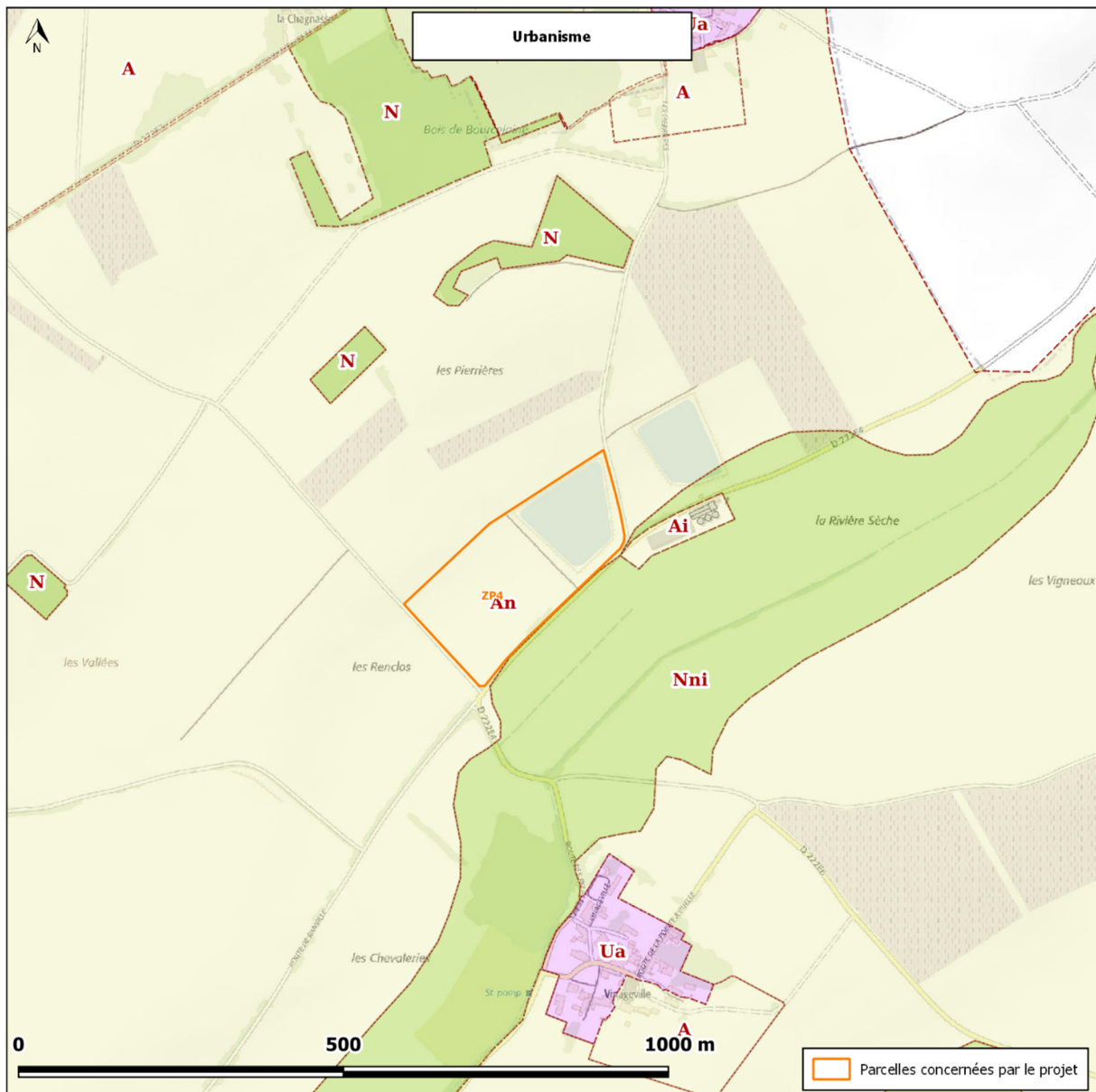
DOCUMENT D'URBANISME

Chapitre 7 : Comptabilité avec les documents d'urbanisme en vigueur

La commune de Bredon est couverte par un Plan Local d'Urbanisme (PLU).



La réserve est localisée en zone An du PLU :



Le règlement de la zone An stipule que :

« Une zone An est associée à un secteur agricole inclus dans un périmètre Natura 2000. Sont interdites dans l'ensemble de la zone A : les centrales photovoltaïques au sol sur les espaces susceptibles d'avoir une utilisation agricole ou forestière (espaces cultivés et cultivables, prairies, forêts.. »

Les centrales PV sont interdites uniquement au sol, elles sont donc autorisées en ombrière sur la réserve.

⇒ Le projet est donc compatible avec le document d'urbanisme en vigueur.



CHAPITRE 8 : COMPATIBILITE AVEC L'ETUDE D'INCIDENCE

Chapitre 8 : Compatibilité du projet d'ombrière avec l'étude d'incidence de la réserve de Bresdon

Dans le cadre de la constitution de ce dossier de demande de cas par cas, nous avons demandé à l'irrigant si une étude d'impacts avait été réalisée dans le cadre de la demande d'autorisation pour la construction de la réserve, afin d'estimer si notre projet aurait un impact sur d'éventuelles mesures qui avaient été envisagées pour réduire et compenser les impacts de la réserve sur son environnement.

A notre connaissance, il n'y a pas eu d'étude d'impacts réalisée pour cette réserve. Il n'y donc pas de mesures de réduction ou de compensation qui pourraient être remises en cause par le projet d'ombrière sur cette réserve ou par un de ses équipements annexes, provisoires (aire de grutage) comme définitifs (raccordement). La compatibilité de la réserve elle-même avec son environnement ne sera pas non plus remise en question.