



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE



PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon
Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

Décembre 2023



TABLE DES MATIERES :

AVIS DE LA MRAe - N °BFC-2023-3902	3
GENERALES	9
LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE	11
PRESERVATION DE LA BIODIVERSITE	11
EAUX SOUTERRAINES ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE	30
PAYSAGE	31
ANNEXES	32

ANNEXES :

- ANNUXE 1 : Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts d'environ 15 km entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY (RTE)
- ANNUXE 2 : Estimation de l'empreinte carbone (PINK STRATEGY)
- ANNUXE 3 : Passages complémentaires dans le cadre de la réponse à l'avis MRAE du 18/08/2023 (BIOTOPE)
- ANNUXE 4 : Charte d'engagement environnementale (EHPY)
- ANNUXE 5 : Réponse à l'avis hydrogéologique (GLHD)
- ANNUXE 5.1 : Avis hydrogéologique, Rapport H.A. 23-8918 (JEROME GAUTIER)
- ANNUXE 5.2 : Reconnaissance structurale et géophysique de l'îlot 1 (IDUNA)

TABLE DES TABLEAUX :

Tableau 1 : Compatibilité des projets avec le SDAGE 2022-2027 du bassin Seine-Normandie mis à jour	10
Tableau 2 : Espèces d'intérêts communautaire en présence sur le site Natura 2000 FR2601004 : « Eboulis calcaires de la vallée de l'Armançon »	17
Tableau 3 : Espèces d'intérêts communautaire en présence sur le site Natura 2000 FR2600996 : « Marais alcalin et prairies humides de Baon »	17
Tableau 4 : Calendrier des travaux préparatoire du sol mis à jour	18
Tableau 5 : Planification des mesures mises à jour	22
Tableau 6 : Impacts résiduels sur les oiseaux	23
Tableau 7 : Mise à jour fiche mesure MR-B08	25
Tableau 8 : Mise à jour fiche mesure MR-B09	27
Tableau 9 : Mise à jour fiche mesure MR-B10	29

TABLE DES CARTES :

Carte 1: Localisation des friches identifiées à l'échelle de l'intercommunalité	9
Carte 2 : Continuités écologiques au sein de l'aire d'étude éloignée	12
Carte 3 : Localisation de l'entité ajoutée a posteriori des inventaires et vue aérienne.....	13
Carte 4 : Habitats identifiés sur et autour de l'entité ajoutée a posteriori des inventaires.....	13
Carte 5 : Prédiagnostic faune sur l'entité ajoutée a posteriori avec niveaux d'enjeux potentiels	14
Carte 6 : Résultats des sondages pédologiques réalisés sur l'aire d'étude et le tracé du raccordement interne des îlots ...	14
Carte 7 : Localisation des sondages pédologiques complémentaires (2023)	15
Carte 8 : Zonages réglementaires du patrimoine naturel sur l'aire d'étude éloignée	17
Carte 9 : Evitement géographique des zones à enjeu.....	20
Carte 10 : Création de milieux herbacés favorable à la biodiversité	21
Carte 11 : Carte de localisation des îlots culturaux EHPY éligibles au conventionnement.....	22

TABLE DES FIGURES :

Figure 1 : Illustration de la méthodologie utilisée par Pink Strategy	11
Figure 2 : Photographie de la parcelle ajoutée a posteriori des inventaires (©Biotope, 2022)	12
Figure 3 : Localisation de l'entité ajoutée a posteriori des inventaires et des parcelles agricoles EHPY	13
Figure 4 : Plan de dessus du projet de bâtiment agricole LA2 à Arthonnay	15
Figure 5 : Haie doublée de moins de 3 ans d'âge plantée par les pépinières Naudet dans l'Yonne	31

AVIS DE LA MRAe - N °BFC-2023-3902

PRÉAMBULE

L'association des Énergies des Hauts Plateaux de l'Yonne (EHPY), regroupant quinze exploitations agricoles du Tonnerrois, a déposé, en partenariat avec la société Green Lighthouse Développement (GLHD), vingt demandes de permis de construire relatives aux projets d'implantation de quatorze îlots agrivoltaiques sur les territoires des communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon, dans le département de l'Yonne (89).

En application du code de l'environnement¹, les présents projets ont fait l'objet d'une évaluation environnementale. La démarche d'évaluation environnementale consiste à prendre en compte l'environnement tout au long de la conception des projets. Elle doit être proportionnée à la sensibilité environnementale de la zone susceptible d'être affectée par le projet et à l'importance des impacts de ce dernier. Cette démarche est restituée dans une étude d'impact qui est jointe au dossier de demande d'autorisation. Le dossier expose notamment les dispositions prises pour éviter, réduire voire compenser les impacts sur l'environnement et la santé humaine.

Ce dossier fait l'objet d'un avis de l'autorité environnementale qui porte sur la qualité de l'étude d'impact ainsi que sur la manière dont l'environnement est pris en compte dans les projets. Il comporte une analyse du contexte des projets, du caractère complet de l'étude, de sa qualité, du caractère approprié des informations qu'elle contient. L'analyse de la prise en compte de l'environnement dans les projets porte tout particulièrement sur la pertinence et la suffisance des mesures d'évitement, de réduction, voire de compensation (ERC) des impacts. L'avis vise à contribuer à l'amélioration des projets et à éclairer le public, il constitue un des éléments pris en compte dans la décision d'autorisation.

Conformément au 3^e de l'article R.122-6 et du I de l'article R.122-7 du code de l'environnement, la Mission régionale d'autorité environnementale (MRAe) de Bourgogne-Franche-Comté (BFC), via la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL), a été saisie du dossier de demande d'avis.

Cet avis a été élaboré avec les contributions de l'agence régionale de santé (ARS) et de la direction départementale des territoires (DDT) de l'Yonne.

Au terme de la délibération collégiale par voie électronique de la MRAe du 18 août 2023, avec les membres suivants : Vincent MOTYKA, membre permanent, et Bernard FRESLIER, membre associé, l'avis ci-après est adopté.

Nb : En application du règlement intérieur de la MRAe BFC adopté le 22 septembre 2020, les membres délibérants cités ci-dessus attestent qu'aucun intérêt particulier ou élément dans leurs activités passées ou présentes n'est de nature à mettre en cause leur impartialité dans l'avis à donner sur le projet qui fait l'objet du présent avis.

Cet avis, mis en ligne sur le site internet des MRAe (<http://www.mrae.developpement-durable.gouv.fr>), est joint au dossier d'enquête publique ou mis à disposition du public.

Conformément à l'article L.122-1 du code de l'environnement, le présent avis de l'autorité environnementale devra faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage, réponse qui doit être rendue publique par voie électronique au plus tard au moment de l'ouverture de l'enquête publique prévue à l'article L.123-2 ou de la participation du public par voie électronique prévue à l'article L.123-19. Ce mémoire en réponse devrait notamment préciser comment le porteur du projet envisage de tenir compte de l'avis de la MRAe, le cas échéant en modifiant ses projets.

¹ Articles L.122-1 et suivants et R.122-1 et suivants du code de l'environnement issus de la transposition de la directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 modifiée concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement.

SYNTÈSE

Les projets présentés par l'Association des Énergies des Hauts plateaux de l'Yonne (EHPY), collectif de quinze agriculteurs, en partenariat avec la société Green Lighthouse Développement (GLHD), porte sur la création de quatorze centrales agrivoltaiques au sol réparties sur 197,4 ha de terres agricoles, dont 190,8 ha seraient clôturés, et d'une puissance totale de 156,6 MwC. Ces projets sont situés sur les territoires des communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon, dans le département de l'Yonne (89), à environ 30 km à l'est d'Auxerre.

Les projets de fermes agrivoltaiques des Hauts Plateaux sont des installations de production d'énergie renouvelable qui répondent aux objectifs visant à favoriser la transition énergétique. Ils s'inscrivent dans la stratégie nationale bas carbone (SNBC) et la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE)² adoptées par décrets du 21 avril 2020. Ils ont vocation à contribuer à la lutte contre le changement climatique et s'inscrivent dans les orientations du SRADDET³ de Bourgogne-Franche-Comté de développement des énergies renouvelables.

Les principaux enjeux environnementaux identifiés par l'autorité environnementale sont le changement climatique, la préservation de la biodiversité, de la ressource en eau et le paysage.

Le choix du site semble résulter de la sélection de secteurs où les terres ont de faibles potentiels agricoles, mais l'étude ne présente aucun site alternatif. La justification du choix du site d'implantation par l'analyse de solutions de substitution raisonnables au regard du moindre impact environnemental, telle que prévu par les textes, n'est pas conduite de façon satisfaisante.

Au vu du dossier, la MRAe recommande principalement :

- de présenter une analyse comparative avec des sites alternatifs à l'échelle intercommunale, notamment des terrains urbanisés ou dégradés, et de justifier le choix des sites au regard du moindre impact environnemental ;
- de détailler le calcul du bilan carbone en tenant compte des différentes étapes du cycle de vie du projet, dont celles liées à la technologie des cellules et au pays de fabrication ;
- d'intégrer à l'étude d'impact le raccordement externe entre les postes de Thorey et de Tonnerre et les bâtiments agricoles liés au projet, d'en préciser les effets et de prévoir, le cas échéant, des mesures d'évitement, de réduction et ou compensation adaptées ;
- d'éviter toute réalisation des travaux lourds pendant la période de sensibilité de la faune de début mars à fin août ;
- de compléter le dossier pour assurer une bonne prise en compte des enjeux liés à la préservation des continuités écologiques, des milieux et des espèces, en réalisant notamment des inventaires naturalistes et des sondages pédologiques au sein de la partie de l'aire d'étude immédiate qui a été ajoutée postérieurement aux études de terrain ;
- de reconsiderer l'absence de demande de dérogation « espèces protégées », en particulier concernant les busards, et de renforcer les mesures d'évitement, de réduction et de compensation ;
- de mettre à jour le dossier en prenant en compte l'avis de l'hydrogéologue agréé de juin 2023 pour définir l'impact du projet sur les captages « Le puits des Scies » et « Le puits d'Hôtant » et la masse d'eau souterraine FRHG313, fortement vulnérable aux pollutions en raison de la nature karstique du sous-sol ; d'apporter des précisions sur la gestion des pollutions, et de proposer des mesures adaptées sur le suivi de la qualité de l'eau ;
- de compléter le dossier pour permettre une meilleure appréciation de l'insertion paysagère des projets ;

Les recommandations émises par la MRAe pour améliorer la qualité de l'étude d'impact et la prise en compte de l'environnement par le projet sont précisées dans l'avis détaillé ci-après.

² Pour en savoir plus, voir les sites internet : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc> et <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe>

³ SRADDET : schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires

AVIS

1. Contexte et présentation des projets

Les projets de fermes agrivoltaïques, portés par l'association des Énergies des Hauts Plateaux de l'Yonne (EHPY), collectif de quinze exploitants agricoles des Hauts Plateaux, en partenariat avec la société Green Lighthouse Développement (GLHD), dévéloper agrivoltaïque, concernent l'implantation de quatorze centrales photovoltaïques au sol sur les territoires des communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichéy et Villon, dans le département de l'Yonne (89). L'îlot 1 est situé sur la commune de Mélisey, les îlots 2 à 4 sur la commune voisine de Trichéy, les îlots 5 et 8 sur la commune de Quincerot, l'îlot 7 sur la commune de Rugny, les îlots 6 et 9 à 14 sur la commune d'Arthonnay, l'îlot 10 débordant légèrement sur la commune de Villon.

Les sept communes concernées sont assujetties au Règlement National d'Urbanisme, à l'exception de Villon qui dispose d'une carte communale. Elles font partie de la Communauté de Communes Le Tonnerrois en Bourgogne (CCLTB), qui compte 15 332 habitants (INSEE 2020) et réunit 52 communes.

Situé à 30 km à l'est d'Auxerre, à la frontière du département de l'Aube (10), le territoire de la CCLTB, essentiellement rural, couvre une superficie de 78 800 ha et s'organise principalement autour des vallées du Serein et de l'Armançon. Les paysages, constitués d'une mosaïque de milieux naturels et anthroposés, sont dominés par les grandes cultures et les forêts.

Il n'existe à ce jour aucun Schéma de Cohérence Territoriale (SCoT) sur le périmètre des projets ; un Plan Local d'Urbanisme Intercommunal (PLUi) porté par la CCLTB est en cours d'élaboration.

Les projets, localisés au sein de plateaux agricoles sur des terres qualifiées à très faibles rendements, peu profondes et caillouteuses comportent un volet agrivoltaïque, associant polyculture (productions fourragères et céréalières) et élevage ovin ainsi que la mise en place de nouvelles productions, comme celle d'herbes aromatiques. La construction de deux bâtiments agricoles est prévue et la création d'une unité de séchage est en projet.

La puissance totale prévisionnelle des projets est de 156,6 MWc⁴, pour une durée d'exploitation escomptée de 40 ans. La production moyenne annuelle est estimée à 207,3 GWh ce qui correspond, selon le dossier, à la consommation de 11 204 foyers. L'aire d'étude immédiate⁵ (AEI), d'une surface de 374 ha, prévoit une emprise totale des projets de 1974 ha, dont 190,8 ha seraient clôturés.

Le chantier, d'une durée estimée à 18 mois environ, doit permettre l'implantation d'environ 226 980 modules photovoltaïques, 57 postes de transformation, dont 13 locaux de moyenne tension (HTA), ainsi que 11 locaux d'exploitation ; 17,74 ha de pistes empierreées sont nécessaires aux projets. La surface projetée couverte par les panneaux photovoltaïques représente 70,08 ha.

Les modules seront montés sur des structures fixes (36,8 % du projet) ou orientables (« trackers », 63,2 % du projet). Un espacement de 2 cm est conservé entre chaque module de manière à assurer une répartition homogène de l'écoulement des eaux de pluie sur le sol au travers des tables. La hauteur des tables est de 4,5 m au point le plus haut pour les structures fixes et de 3,2 m pour les trackers. Pour le point le plus bas, la hauteur est de 1,2 m pour les structures fixes et de 1,1 m pour les trackers. Un espacement de 5 m entre les rangées est prévu avec un aménagement d'espace de tournière de 15 m en fin de rangée pour permettre aux engins agricoles de faire demi-tour. Les tables seront ancrées au sol entre 1,5 et 2 m de profondeur préférentiellement par pieux battus sans béton. Le dossier prévoit la réalisation d'études géotechniques préalables à l'installation des structures.

⁴ Méga Watt-crête. Le Watt-crête est la puissance maximale pouvant être produite dans des conditions standards normalisées.

⁵ L'aire d'étude immédiate intègre l'emprise des projets et une zone tampon de 20 mètres en moyenne ainsi que certains bosquets attenants aux parcelles, et les chemins d'accès attenants.

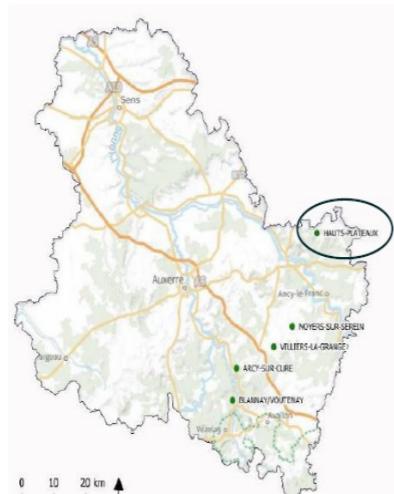
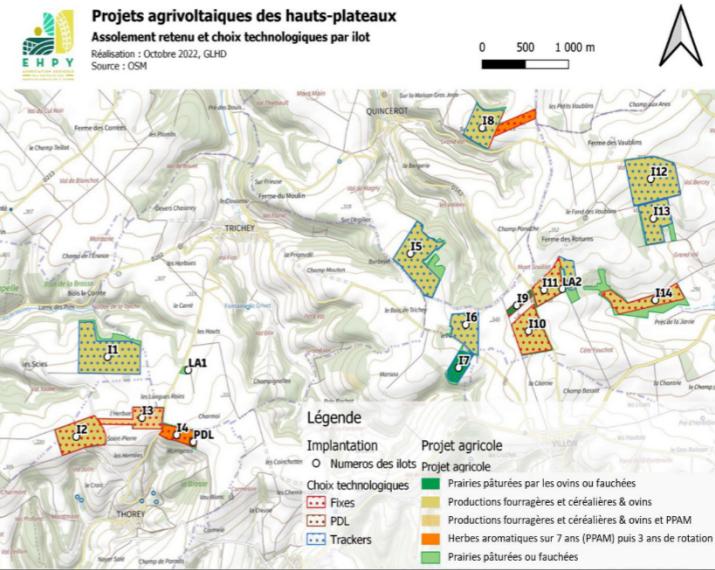


Figure 1: Localisation départementale des projets agrivoltaïques des Hauts Plateaux (Etude d'impact, chapitre 6, préambule)



L'aire d'étude immédiate (AEI) est principalement entourée de surfaces agricoles et de forêts. Les entités agrivoltaïques sont éloignées des centres villes, les plus proches d'une ferme étant ceux de Thorey, Quincerot et Villon (entre 600 et 800 m de distance). Les habitations les plus proches des surfaces clôturées sont situées à plus de 200 m.

L'AEI est traversée par plusieurs voies communales et départementales secondaires, permettant la desserte des îlots agrivoltaïques.

Le projet prévoit le raccordement interne des 14 entités à un poste de transformation privé implanté à Thorey. Ce poste assurera l'interface avec le réseau public de transport d'électricité et sera raccordé sur le poste source du Petit Béru dans la commune de Tonnerre sous la maîtrise d'ouvrage de RTE. Les raccordements internes et externes concernent environ 27 km de liaison souterraine en voirie et en plein champ.

2. Avis de la MRAe

Le dossier présenté comporte un résumé non technique et une étude d'impact datés de décembre 2022, réalisés par le bureau d'études BIOTOP, contenant sur la forme tous les éléments attendus par l'article R.122-5 du code de l'environnement. Le dossier contient également un volet d'évaluation des incidences Natura 2000 conclusif. L'étude d'impact renvoie à plusieurs reprises à une étude préalable agricole, non transmise avec le dossier. La MRAe recommande d'intégrer l'étude préalable agricole du projet dans l'étude d'impact.

Bien que le dossier indique que les enjeux biodiversité ont été pris en compte dans le choix des îlots retenus (Mesure d'évitement ME-B01), il ne présente pas de réelle analyse visant à identifier des sites dégradés ou anthropisés susceptibles d'accueillir des parcs photovoltaïques. Le choix des parcelles retenues semble résulter de la sélection de secteurs où les terres ont de faibles potentiels agricoles. Les sites d'implantation des projets envisagés ont fait l'objet d'une comparaison sur les aspects agricoles entre deux variantes (une photovoltaïque sans exploitation et une agrivoltaïque) et ont été mises en parallèle avec un projet éolien. Aucun site alternatif n'est envisagé.

Or l'article 101-2 du code de l'urbanisme fait de la préservation des espaces affectés aux activités agricoles un objectif fondateur de la politique d'urbanisme. Et le SRADDET de Bourgogne Franche-Comté prévoit, pour les installations au sol, de « favoriser les terrains urbanisés ou dégradés, les friches, les bordures d'autoroutes ou les parkings tout en maintenant des exigences élevées sur les sols agricoles et l'absence de déforestation »⁶.

⁶ Rapport d'objectifs du SRADDET – ICI 2050, « Les énergies renouvelables produisant de l'électricité », page 96

La MRAe recommande de présenter une analyse comparative avec des sites alternatifs à l'échelle intercommunale, notamment des terrains urbanisés ou dégradés, et de justifier le choix des sites au regard du moindre impact environnemental.

Les communes sont concernées par le SDAGE Seine-Normandie et le dossier examine la cohérence avec la version 2010-2015, ne faisant qu'évoquer la révision du document pour la programmation 2022 – 2027. Cette nouvelle version est pourtant entrée en vigueur le 23 mars 2022 et doit donc être substituée à la précédente.

La MRAe recommande de présenter dans l'étude d'impact l'analyse de la cohérence du projet avec la dernière version du SDAGE 2022-2027 Seine-Normandie approuvé le 23 mars 2022.

Le dossier indique que la réflexion sur le raccordement est intervenue dans un second temps, après le choix des sites. Le linéaire de raccordement interne suit les chemins agricoles qui seront empruntés pour rejoindre les différents îlots agrivoltaiques. Les enjeux liés aux 18 km de liaisons souterraines concernées sont étudiés dans l'étude d'impact. Cependant, bien que des dispositions qui pourraient être mises en œuvre par RTE pour limiter les impacts soient présentées, l'étude n'inclut pas le poste du Petit Béru à Tonnerre ni le linéaire de raccordement enterré depuis le poste de Thorey et les risques sur les milieux naturels traversés, le tracé exact n'étant pas encore arrêté.

La MRAe rappelle que les raccordements électriques, même s'ils sont souvent définis tardivement et assurés par le gestionnaire du réseau, constituent une composante du projet conformément aux dispositions de l'article R.122-5 du code de l'environnement et doivent être évalués en même temps que le projet stricto sensu. Elle recommande donc de compléter l'étude en intégrant le raccordement entre les postes de Thorey et de Tonnerre, d'en préciser les effets et de prévoir, le cas échéant, des mesures d'évitement, de réduction et ou compensation adaptées.

Les principaux enjeux identifiés par la MRAe concernent :

- la lutte contre le changement climatique : le projet a vocation à contribuer à la limitation des émissions de gaz à effet de serre (GES) par la production d'énergie renouvelable ; l'ensemble des paramètres du cycle de vie du projet est toutefois à considérer dans le bilan des émissions de GES et l'analyse des impacts environnementaux ;
- la préservation de la biodiversité, notamment par la rupture de corridors constitués par les espaces agricoles et les réservoirs de biodiversité qui les entourent et la suppression d'habitats de reproduction pour l'avifaune ;
- la ressource en eau et les risques liés au réseau karstique important du territoire du Tonnerrois ;
- la prise en compte du paysage.

Lutte contre le changement climatique

La puissance solaire raccordée en Bourgogne-Franche-Comté (459 MW au 31 décembre 2021) représente environ 3,5 % de la puissance solaire nationale (13 067 MW). Le contexte énergétique national et international dans lequel s'inscrit le projet est présenté (la PPE notamment). Les objectifs régionaux du SRADDET sont en partie mentionnés (puissance solaire installée de 3 800 MW en 2030 et 10 800 MW en 2050).

Les projets des Hauts Plateaux contribueraient à l'atteinte de l'objectif régional 2030 de développement de l'énergie photovoltaïque, en faisant passer la part de production d'EnR sur la consommation énergétique de 5,97% à 6,2%, ainsi qu'aux engagements de la France aux niveaux européen et mondial en matière de promotion des énergies renouvelables.

Le dossier indique que les projets auront un impact positif sur le climat en contribuant à éviter la consommation de charbon, fioul et de gaz. Il estime l'empreinte carbone à 133 727 tonnes équivalents CO₂, cette empreinte étant liée à la fabrication de l'ensemble des éléments photovoltaïques pour 91% de l'empreinte carbone totale. La fabrication des panneaux photovoltaïques seule en représente 68%. L'empreinte correspond à 18 gCO₂e/kWh, tandis que la moyenne des émissions par kWh produit par le mix électrique français est de 56,9 gCO₂eq/KWh en 2021 et de 420 gCO₂eq/KWh pour le mix électrique européen. Le dossier ne détaille pas la part des différentes étapes du cycle de vie du projet pour le calcul (obtention des matières premières, fabrication, transport, chantier, maintenance, démantèlement à 40 ans) et le temps de retour énergétique des projets n'est pas précisé.

L'étude indique que des panneaux à faible empreinte carbone seront utilisés (page 342 de l'étude d'impact). Pourtant, en réponse au bilan de la concertation préalable publique volontaire qui s'est tenue du 2 mars au 29

avril 2022, la société GLHD a indiqué que tout serait fait pour s'approvisionner en Europe, voire en France, si des filières de fabrication voient le jour grâce aux nouveaux enjeux énergétiques européens mais qu'en attendant, « l'importation en provenance d'Asie, seule région de fabrication concurrentielle, est inévitable ». Ce que l'étude ne mentionne pas.

La MRAe recommande de détailler le calcul du bilan carbone et du temps de retour énergétique du projet, en tenant compte des différentes étapes du cycle de vie du projet, dont celles liées à la technologie des cellules et la provenance des matériaux et d'expliquer les mesures spécifiques mises en œuvre pour limiter son empreinte carbone.

Préservation de la biodiversité

L'aire d'étude immédiate, sur laquelle se sont déroulés la majorité des inventaires de terrain, couvre une superficie vaste et morcelée de 374 ha. Elle intègre l'emprise des projets et inclut en plus les chemins, les lisières et certains bosquets alentour.

Le diagnostic du milieu naturel a été mené à l'échelle de l'aire d'étude éloignée (AEE), qui s'étend sur un rayon de 6 km autour de l'AEE dans le département de l'Yonne (89) et de l'Aube (10) et comprend des espaces ouverts et des espaces boisés. Majoritairement composée de réservoirs de la sous-trame des milieux forestiers et des milieux humides des schémas régionaux de continuité écologique de Bourgogne et de Champagne-Ardenne (SRCE), l'AEE compte aussi quelques sous-trames des milieux prairiaux et bocagers et des pelouses dans sa partie sud. Si aucun corridor écologique ou réservoir de biodiversité n'est identifié au sein de l'AEE, les boisements aux abords immédiats des îlots agrivoltaiques (ZIP) sont inclus dans un continuum de la sous-trame forestière du SRCE de Bourgogne et contribuent aux continuités écologiques du territoire, ce que ne mentionne pas le dossier.

La MRAe recommande que l'étude d'impact soit complétée par la prise en compte de l'ensemble des éléments de la trame verte et bleue identifiés aux SRCE Bourgogne et Champagne-Ardenne, y compris les sous-réseaux et continuums.

Le diagnostic met en avant la présence à proximité des projets des ZNIEFF⁷ de type I « Vallon de Molosmes, Côteau de Saint-Martin-sur-Armançon », « Marais de Baon, Vau d'Arvau et allée de Tanlay », « Vallon et anciennes carrières à Maison-les-Chaource et Lagesse », « Bois, prairies et anciennes carrières du Val des Fosses et de la Vallotte au nord-est de Channes » et la ZNIEFF de type II « Massif calcaire du Tonnerrois oriental et Armançon » incluse dans plus de la moitié de l'AEE.

Le diagnostic recense deux sites Natura 2000 : les zones de protection spéciale FR2601004 « Eboulis calcaires de la vallée de l'Armançon » et FR2600996 « Marais alcalin et prairies humides de Baon », situées à environ 5 km des îlots agrivoltaiques les plus à l'ouest.

Deux sites gérés par le Conservatoire d'Espaces Naturels sont également identifiés dans l'AEE : « Le marais de Baon », l'un des rares marais alcalins de l'Yonne (en ZNIEFF) et « La Carrière souterraine de la Cave noire », une cavité en contexte forestier qui fait partie des cinq principaux sites de Bourgogne pour l'hibernation des chauves-souris.

Les prospections naturalistes ont été réalisées au sein de l'AEE dans le cadre de l'étude d'impact par plusieurs écologues entre avril 2021 et janvier 2022 :

- 2 passages ont été consacrés à la flore et aux habitats (avril et juillet) ;
- 4 passages mutualisés sur un cycle biologique ont été réalisés pour l'inventaire des oiseaux, amphibiens, reptiles et mammifères (mai, août, octobre et janvier) ;
- 1 passage a été réalisé spécifiquement pour l'entomofaune (insectes) en juillet ;
- 2 nuits d'enregistrements ont été dédiés à l'inventaire des chiroptères (chauves souris) en juillet et septembre.

Le dossier précise qu'une partie de l'AEE n'a pas pu être prospectée du fait de son ajout a posteriori des passages terrains. Les enjeux ont alors été déterminés par interprétation de la vue aérienne et des enjeux pressentis sur les autres parcelles.

La MRAe recommande que des expertises de terrain soient réalisées sur un cycle biologique complet pour la flore et les groupes des oiseaux, mammifères, insectes, reptiles et amphibiens sur la partie de l'aire d'étude immédiate ajoutée a posteriori et que les résultats de ces prospections soient ajoutés à l'étude d'impact.

⁷ ZNIEFF : zone naturelle d'intérêt écologique, faunistique et floristique.

D'après l'analyse bibliographique (données du SRCE Bourgogne-Franche-Comté, site de l'Agrocampus ouest qui répertorie les milieux potentiellement humides en France), aucune zone humide n'est concernée par l'aire d'étude immédiate des projets. Cependant, au vu du dossier, une zone humide potentielle est localisée en bordure nord de l'AEI de l'îlot 1 sur la commune de Melisey.

Des prospections dédiées à l'inventaire des zones humides au sein de l'AEI ont été faites sur la base d'une approche phytosociologique, mettant en avant la présence de végétation dite « pro parte » couvrant près de 90 % de la surface de l'AEI. Le pétitionnaire a fait le choix de réaliser les sondages pédologiques de manière ciblée et réduite, avec échantillonnage par grand type de secteur homogène. En tout, seize sondages pédologiques ont été réalisés, ne révélant aucune trace d'hydromorphie. Aussi, le dossier conclut à l'absence de zone humide sur l'emprise des projets.

Si des sondages ont été réalisés très proches de certains îlots, aucun sondage n'a été fait au sein des projets et certains îlots n'ont fait l'objet d'aucune analyse de sol à proximité. C'est le cas par exemple des îlots 3, 4, 7 et 12 ou encore des sites d'implantation des bâtiments agricoles. Par ailleurs, comme pour les inventaires biodiversité, le dossier précise que l'entité ajoutée a posteriori n'a pas pu être prospectée.

La MRAe recommande des compléments d'analyse concernant les secteurs n'ayant pas fait l'objet de sondages pédologiques et que la partie non prospectée fasse l'objet d'une étude pédologique et d'inventaires phytosociologiques.

Outre les locaux liés à l'exploitation des centrales et les postes de transformation, les projets de fermes agrivoltaiques incluent également des bâtiments d'exploitation agricole pour l'accueil des animaux et le stockage du matériel agricole et de la production. Inclus dans l'AEI, les risques d'impacts liés au bâti ne sont pas précisés. **La MRAe recommande d'ajouter des éléments relatifs aux effets de la création des bâtiments d'exploitation sur l'environnement.**

Enfin, dans le cadre de l'étude des impacts du raccordement interne, des prospections ont été réalisées en septembre et octobre 2022.

Enjeux

Les 146 espèces végétales recensées ne bénéficient d'aucune protection. Onze habitats naturels, semi-naturels ou modifiés, ont été identifiés, composés majoritairement de cultures avec marges de végétation spontanée et quelques habitats boisés. Une station de Robinier faux-acacia (*Robinia pseudoacacia*) a été identifiée entre les îlots 6 et 9. L'enjeu pour la flore et les habitats est jugé faible à négligeable dans le dossier.

Avec 46 espèces d'insectes inventorierés sur l'AEI, toutes non protégées, la richesse entomologique du site est jugée faible à moyenne. L'étude précise toutefois que des marges de l'AEI sont concernées par des ourlets et manteaux calcicoles relictuels pouvant abriter ponctuellement des espèces plus patrimoniales comme le Barbitiste queue-en-scie ou la Lucine.

Aucune espèce d'amphibien n'a été inventoriée au sein de l'AEI, cependant la bibliographie fait état de cinq espèces (*Crapaud commun*, *Grenouille agile*, *Grenouille rousse*, *Triton palmé* et *Salamandre tachetée*) qui peuvent éventuellement utiliser les boisements lors des phases terrestres pour l'hivernage et l'estivage. L'enjeu est considéré faible à négligeable pour les amphibiens.

Une espèce de reptile protégée, le Lézard des murailles, a été contactée lors des prospections de 2021. Cette espèce ubiquiste est considérée par le dossier comme présentant un enjeu faible. L'étude identifie les lisères arborées ainsi que les prairies et parties buissonnantes attenantes aux secteurs boisés comme les secteurs principaux à enjeux, qui pour les reptiles sont jugés globalement négligeables.

Concernant l'avifaune, l'étude considère que les enjeux en périodes internuptiale et hivernale sont faibles. Elle fait état d'une diversité et d'enjeux importants en période de reproduction puisque 55 espèces d'oiseaux, dont 39 espèces protégées (5 étant d'intérêt communautaire), sont présentes en phase de nidification au sein de l'aire d'étude immédiate et de ses abords. Le dossier recense 17 espèces patrimoniales dans l'AEI, principalement inféodées aux milieux ouverts et lisères buissonnantes. Composée majoritairement de cultures céréalières et de petites prairies, elle constitue notamment un habitat de reproduction pour l'Alouette des champs et le Busard cendré, présentant des enjeux respectivement modéré et fort. Espèce actuellement en régression, le Busard cendré construit ses nids au sol dans la végétation herbacée ou les cultures, ce qui le rend particulièrement vulnérable. Le Bruant jaune et la Tourterelle des bois, fréquentant les milieux semi-ouverts et les zones buissonnantes pour nicher, présentent un enjeu écologique fort. L'AEI présente un intérêt considéré comme globalement modéré à localement fort au niveau des zones ouvertes et modéré au niveau des zones buissonnantes et boisées pour les oiseaux en période de reproduction.

L'étude estime que l'AEI présente un intérêt faible pour les mammifères terrestres (hors chiroptères). Six espèces ont été inventoriées, dont l'Écureuil roux et le Chat forestier (identification incertaine), toutes deux inféodées aux milieux forestiers et lisères.

L'AEI constitue un enjeu globalement faible pour les chauves-souris, exceptées les lisères qui présentent un enjeu jugé modéré. 16 des 28 espèces indigènes connues dans la région Bourgogne-Franche-Comté sont présentes, toutes présentant un statut de protection. Parmi elles, trois sont à l'origine de la désignation des sites Natura 2000 « Éboulis calcaires de la vallée de l'Armançon » et « Marais alcalin et prairies humides de Baon » : le Grand Rhinolophe, le Petit Rhinolophe et le Murin de Bechstein. Les îlots agrivoltaiques localisés en zone de grandes cultures, bordés de forêts et bosquets attenant à des vallons constituent des habitats favorables pour la chasse et les déplacements de plusieurs espèces de chauves-souris, principalement au niveau des lisères. Aucun gîte propice à la parturition ou à l'hivernage des espèces contactées n'a été identifié sur l'AEI, hormis quelques pins et chênes avec décollement d'écorce ou de petites cavités pouvant être favorables aux espèces arboricoles et un cabanon en pierre en bordure de l'îlot 7.

L'étude d'incidence Natura 2000 (page 379 de l'étude d'impact), présente une description succincte de l'absence d'impact des projets sur la fonctionnalité des habitats et des espèces concernées par les zonages Natura 2000, notamment les chauves-souris. **La MRAe recommande d'approfondir l'étude des incidences Natura 2000 sur la chiroptérofaune présente sur l'aire d'étude.**

Concernant le raccordement interne, l'étude des différents tracés a été faite une fois que les choix d'implantations des îlots agrivoltaiques ont été finalisés. L'aire d'étude du raccordement interne correspond à une bande tampon de 25 m centrée sur le tracé du raccordement électrique prévisionnel reliant les différents îlots.

L'enjeu écologique de l'AEI du raccordement est jugé en grande partie faible pour les formations végétales, hormis pour une station à *Delphinium consolida* identifiée. Plusieurs espèces ou habitats à enjeux ont été recensés sur l'AEI, notamment pour l'avifaune et les chiroptères. Les formations arbustives et arborescentes représentent toutes deux des enjeux modérés. Les enjeux les plus forts sont concentrés au niveau des secteurs boisés ou de lisères.



Figure 3: Aire d'étude immédiate du projet de raccordement et localisation du poste HTB de Thorey prévu (Etude d'impact, chapitre 4, point 2.2.2)

Impacts et mesures ERC

Les effets des projets sont analysés lors de la phase chantier (l'installation des projets et démantèlement en fin d'activité) et de la phase d'exploitation (entretien compris).

Les principaux impacts résiduels du projet identifiés sur le milieu naturel sont qualifiés de négligeables après mise en place de mesures d'évitement et de réduction, concernant notamment la gestion des produits polluants (ME-B03, MR-B03), l'adaptation du calendrier et des horaires des travaux et de l'éclairage afin de limiter les risques liés au dérangement (MR-B02, MR-B07), le suivi écologique de chantier (MR-B01), la gestion des espaces intersticiels (MR-B08), la création de zones refuges (MR-09) et le maintien des continuités (MR-B05).

Concernant le calendrier des travaux, le dossier prévoit un démarrage des opérations en dehors de la période sensible pour la faune comprise entre le 15 mars (avec une tolérance jusqu'au 1^{er} avril) et le 15 août (avec possibilité de raccourcir au 31 juillet).

La MRAe recommande d'éviter toute réalisation des travaux lourds pendant la période de sensibilité de la faune de début mars (début d'installation des couples) à fin août (fin d'élevage des jeunes).

La délimitation du périmètre de chaque îlot a fait l'objet d'une analyse d'enjeux écologiques et des mesures sont prévues (ME-B01) : conservation des haies, bosquets, lisières et boisements en périphérie des parcelles aménagées afin de maintenir leur fonctionnalité écologique et réduisant l'emprise des projets, installation des clôtures à 10 m minimum et des panneaux à 20 m minimum des lisières, conservation du cabanon en pierre de l'îlot 7 favorable aux chiroptères. L'étude prévoit la mise en défend de zones sensibles (stations ou d'habitats d'espèces remarquables, patrimoniales ou envahissantes) par balisage/bornage (ME-B02, MR-B04), avec par exemple la protection de la station à *Delphinium consolida* et l'évitement des secteurs de Robiniers faux-acacia afin d'en éviter la propagation.

Elle recommande :

- l'engagement du pétitionnaire à respecter les prescriptions de l'étude d'impact concernant le secteur à Robinier faux-acacia et la préservation de la station à *Delphinium consolida* ;
- d'assurer une distance minimum de 10 m des pistes et de la clôture vis-à-vis des lisières de bois afin de garantir le maintien des boisements et lisières et ainsi préserver les corridors de déplacements pour la faune, en particulier les chiroptères.

Par ailleurs, la MRAe rappelle la nécessaire vigilance concernant les espèces végétales exotiques envahissantes.

Les clôtures seront aménagées afin d'être perméables pour la petite faune (type grillage à mouton de 2 m de hauteur à large maille et création de passes tous les 50 m en moyenne). Les couverts herbacés non exploités en bordure de clôtures ou sous les structures fixes seront entretenus par pâturage ovin dans les secteurs n'abritant pas de flore patrimoniale ou par fauche avec gestion différenciée.

Les effets cumulés des projets agrivoltaïques des Hauts Plateaux avec les parcs photovoltaïques existants ou en cours de conception à proximité sont jugés non significatifs dans le dossier. Seuls les effets de cumuls au niveau des îlots nord-est (8,12) sont considérés comme modérés puisque proches du parc du Sud-Barrois. Cependant, le rôle fragmentant de l'engrillagement des îlots et la perte d'habitats d'espèces, associé à ceux des projets autour n'est pas étudié.

La MRAe recommande :

- de veiller à la pérennité de la perméabilité écologique des clôtures dans le temps et à l'absence de dégradation susceptible de causer des dommages à la faune ;
- d'assurer que la partie située entre les lisières et les clôtures soit entretenu afin de préserver ces zones de transition écologique ;
- d'évaluer plus précisément le phénomène de « mitage » du territoire agricole engendré par les projets des Hauts Plateaux et les autres projets alentour (existants ou récemment autorisés) et l'impact de l'artificialisation de ces zones pour les oiseaux qui l'utilisent comme territoire de chasse ou pour nicher et de proposer les mesures ERC qui pourraient s'avérer nécessaires.

Le dossier prévoit la création et l'entretien de couverts herbacés en marge des îlots agrivoltaïques, constituant des zones de report favorable pour l'avifaune. Il conviendrait d'analyser si ces zones refuges sont suffisantes en termes de surface et de fonctionnalités au regard des effectifs concernés. L'étude précise que si l'Alouette nichera entre les panneaux et au niveau des nouveaux couverts, les busards en revanche n'utiliseront pas les habitats de report comme lieux de nidification (zones encaissées ou proches de lisières), mais pourront les utiliser pour la chasse uniquement.

Ainsi, en l'état, les projets entraîneront une perte nette d'habitat favorable pour la nidification des busards qui fréquentent les milieux ouverts, tels que les champs, les prairies et les friches comme terrains de chasse, et également pour se reproduire dans le cas du Busard cendré qui niche dans les secteurs de grande cultures ou la végétation herbacée. Il paraît nécessaire de créer, dans une zone large autour du projet et de manière durable, de nouvelles surfaces favorables à leur nidification (orges, fauches tardives), sous forme d'une obligation réelle environnementale (ORE).

L'étude prévoit la mise en œuvre d'un suivi de la nidification des busards dans un rayon de 1 km autour des projets et la protection des nichées (MR-B10). Cette mesure est toutefois conditionnée à l'accord des exploitants cultivant dans cette zone tampon.

Le premier passage est prévu l'année précédant le début des travaux. L'étude indique que lors de la phase d'exploitation, un suivi sera réalisé sur toute la durée d'exploitation, d'abord annuellement pendant cinq ans dès la première année (année n), puis tous les cinq ans jusqu'à n+20. Or la durée de vie des projets est estimée à 40 ans. Si aucun nid n'est répertorié sur les 5 premières années du suivi, ce dernier s'arrêtera. Les busards nichant dans un endroit différent d'une année sur l'autre, il conviendrait de démontrer l'efficacité du suivi tel qu'il est envisagé.

Le dossier concluant à l'absence d'impacts résiduels significatifs sur le milieu naturel, aucune mesure compensatoire ni demande de dérogation à l'interdiction de destruction, d'altération ou de dégradation des espèces protégées ou de leurs habitats naturels au titre de l'article L.411-2 du code de l'environnement ne sont jugées nécessaires. Au regard des approfondissements recommandés dans le présent avis, cette conclusion est à réviser.

La MRAe recommande de reconstruire l'absence de demande de dérogation « espèces protégées » et de définir, le cas échéant, des mesures ERC adaptées. En tout état de cause, elle recommande de créer de nouvelles surfaces favorables à la nidification des busards cendrés et de renforcer les suivis des populations de busards : annuels jusqu'à l'année n+10 puis tous les cinq ans jusqu'à la fin d'exploitation des parcs photovoltaïques.

Mesures d'accompagnement et de suivi

L'étude propose de créer des micro-habitats (hibernaculum, gîtes, tas de branchages, ...) (MA-B01) afin d'améliorer les zones favorables à la petite faune lors des travaux et après mise en fonctionnement des fermes agrivoltaïques.

En phase d'exploitation, le dossier prévoit d'évaluer les effets des projets agrivoltaïques sur l'avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts et les chiroptères ainsi que l'efficacité des mesures d'évitement et de réduction appliquées, par la mise en place de suivis écologiques (MS-B01, MS-B02 et MS-B03). Les suivis commenceront l'année précédant le début des travaux (n-1). Lors de la phase d'exploitation, ils seront mis en œuvre dès la première année (n), puis annuellement jusqu'à n+5. Si l'application des mesures ne rencontre pas de difficultés et que les attentes sont satisfaites, un suivi sera ensuite réalisé tous les cinq ans jusqu'à n+20 ans. Un dernier passage sera réalisé l'année de fin d'exploitation des projets (n+40) et l'année suivante le démantèlement.

La MRAe recommande :

- de s'assurer de la bonne mise en œuvre des différents abris (gîtes, hibernaculum...) et de vérifier leur occupation par la petite faune ;
- que le suivi des mesures ERC et de l'évolution des populations d'oiseaux et de chauves-souris au niveau des îlots se fasse tous les cinq ans à partir de l'année n+10 jusqu'au démantèlement du parc ;
- que le porteur de projet s'engage à adapter les mesures de gestion prévues en cas de constat d'évolution défavorable des sites.

Eaux souterraines et alimentation en eau potable

Les communes d'implantation des projets s'inscrivent dans des plateaux calcaires du grand ensemble des « Plateaux de Bourgogne ». Au sud-ouest de l'aire d'étude éloignée se trouve la vallée de l'Armançon.

Le dossier relève que l'aire d'étude immédiate se localise entièrement au droit d'une masse d'eau souterraine affleurante : FRHG313 « Calcaires Kimmeridgien-Oxfordien » karstique entre Yonne et Seine, présentant des

écoulements souterrains rapides et une inertie faible. Cet aquifère fournit, par captage ou par forage, une grande partie de l'eau potable consommée dans le bassin de l'Armançon.

L'AEL se situe, pour certains îlots, dans les périmètres éloignés de protection de captage d'eau potable « Le puits des Scies » sur la commune de Melisey et « Le puits d'Hôtant » sur la commune de Villon, lesquels ont été récemment révisés. Le captage du "Puits d'Hôtant" est l'unique ressource de la commune de Villon tandis que le captage du "Puits des Scies" est une ressource de secours de la commune de Melisey.

L'enjeu de préservation de la qualité des eaux superficielles et souterraines est jugé fort en raison de la nature karstique du sous-sol, sensible aux pollutions, en particulier lors de la phase chantier (installation et démantèlement). La création des tranchées pour le raccordement électrique des îlots peut contribuer à modifier les conditions d'écoulement et d'infiltration naturelles des eaux superficielles et possiblement drainer ces eaux vers des zones d'infiltration préférentielles.

Les impacts sur le milieu physique sont évalués de faibles à forts lors de la phase chantier (installation et démantèlement), en lien avec les risques sur la ressource en eau en cas de pollution accidentelle, et de négligeables à modérés lors de la phase d'exploitation.

Le dossier prévoit des mesures d'évitement ou de réduction des impacts (kits anti-pollution, maintenance des panneaux et remplacement des cellules détériorées, etc...) et précise que toutes les mesures mises en œuvre seront encadrées par un écologue au démarrage du chantier.

Si les projets doivent contribuer à améliorer la situation vis-à-vis de la dégradation actuelle des eaux des deux captages liée aux pollutions diffuses grâce à la substitution partielle d'une partie des surfaces agricoles par les panneaux photovoltaïques et l'enherbement, le pétitionnaire indique dans le dossier qu'une étude hydrogéologique spécifique, commanditée par l'Agence Régionale de Santé (ARS), sera mise en place dès le début de l'instruction. Un hydrogéologue, nommé en janvier dernier par l'ARS, a rendu une étude en juin 2023. Or les projets ne prennent pas en compte les préconisations émises dans l'étude hydrogéologique et aucun sondage n'a été réalisé au sein des projets agrivoltaïques, ce qui ne permet pas de caractériser les premiers mètres du sol.

Au vu de l'enjeu identifié sur les masses d'eaux souterraines et les captages, et afin de préserver la ressource en eau potable, la MRAe recommande que le dossier soit complété par la prise en compte de l'avis de l'hydrogéologue agréé afin de définir l'impact du projet sur les captages d'eau potable "Puits des Scies" et "Puits d'Hôtant" et les mesures adaptées à mettre en place.

En outre, la MRAe recommande de systématiser dans l'aire du projet et ses alentours les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (réduction, voire suppression, des intrants, et notamment des intrants chimiques) afin d'améliorer la qualité des eaux des captages.

Paysage

L'aspect Les plateaux du Tonnerrois, avec de faibles reliefs et peu de végétation haute, offrent des vues lointaines sur les projets de fermes agrivoltaïques.

Sur l'aire d'étude éloignée, les impacts concernant le paysage sont jugés faibles, voire nuls. A l'échelle de l'aire d'étude rapprochée, ils sont évalués de faibles à modérés pour le secteur ouest des projets (îlots 1 à 4) et ne concernent que des secteurs peu visités tels que le hameau des Scies et les routes menant aux fermes. Pour la partie Est (îlots 5 à 14), les impacts sont jugés modérés et sont principalement concentrés dans les alentours du bourg de Villon. Les îlots 9 à 12 sont les plus visibles, notamment à la sortie du village depuis la RD 162, depuis le château de Maulnes classé monument historique, et légèrement avec l'îlot 8 depuis le GR654, chemin de Saint-Jacques-de-Compostelle.

Les projets prévoient la mise en place de dispositifs d'accompagnement et de communication (aire d'observation, panneaux pédagogiques) permettent d'expliquer la présence des fermes agrivoltaïques (MA-P01). Pour réduire la visibilité des îlots depuis des lieux sensibles ou faciliter leur intégration, l'étude propose plusieurs mesures, telles qu'un bardage en bois des bâtiments agricoles et locaux HTA (MR-P03) et la plantation de 5,63 km de linéaire de haies (MR-P02) en bordure de certains îlots. Le dossier indique que ces haies seront plantées au minimum deux ans avant la mise en service des fermes agrivoltaïques et seront composées d'espèces rustiques choisies par les agriculteurs partenaires de l'EHPY, sans donner de liste d'essences privilégiées et sans indiquer de modalité de suivi de l'efficacité de cette mesure.

La hauteur des panneaux envisagée pour le projet est importante (jusqu'à 4,5 m) et si les porteurs de projets ont convenu avec une association environnementale locale d'implanter 1 km de haies dès 2023 afin de

renforcer le rôle de masque visuel, l'étude ne précise pas le nombre d'années de pousse permettant d'avoir un réel effet d'écran grâce au reste de haies implantées.

La MRAe recommande de compléter le dossier par une liste d'essences locales et fruitières recommandées pour la plantation d'une haie champêtre haute. Elle recommande également de mettre en place un suivi annuel durant les cinq premières années, puis tous les cinq ans, et ceci sur toute la durée de vie du projet, afin de s'assurer du bon état des haies plantées et remplacer les plants morts ou disparus.

Le dossier présente plusieurs simulations visuelles permettant de mesurer les impacts engendrés par les projets sur le territoire d'étude par comparaison avec les vues des sites à l'état initial. Ces vues paysagères actuelles ne sont pas reprises dans le résumé non technique (RNT).

La MRAe recommande d'ajouter au RNT les vues paysagères « avant simulation » présentées dans l'étude d'impact pour faciliter la prise de connaissance et permettre une meilleure appréciation des projets par le public.

Les effets cumulés sur le paysage liés à des projets photovoltaïques (le projet de parc « Bois communal de Villon » à 3 km au sud des projets des Hauts Plateaux et les projets agrivoltaïques du Sud-Barrois, situés à Etourvy, Balnot-la-Grange et Villiers-le-Bois, portés par GLHD et prévus à proximité immédiate de certains îlots) sont évalués.

Le dossier envisage des effets de cumul faibles voir nuls, sauf pour les entités du projet du Sud-Barrois sur la commune de Villiers-le-Bois qui seront à proximité immédiate de l'îlot 8 des projets des Hauts Plateaux à Quincerot, pour lesquels les effets sont estimés modérés. Le dossier localise ces projets les uns par rapport aux autres sur une carte mais ne présente pas de photomontage permettant d'évaluer les effets cumulés.

La MRAe recommande d'analyser les impacts paysagers cumulés par photomontages et de démontrer l'efficacité des mesures de réduction proposées.

GENERALES

« La MRAe recommande d'intégrer l'étude préalable agricole du projet dans l'étude d'impact. »

→ Réponse de GLHD :

En application de l'article L112-1-3 et D 112-1-18 et suivants du code rural et de la pêche maritime (CRPM), les projets agrivoltaïques des hauts-plateaux ont fait l'objet d'une Etude Préalable Agricole (EPA).

Cette étude a été enregistrée par les services de la Préfecture de l'Yonne le 16 juin 2023. Elle a été présentée en Commission Départementale de Préservation des Espaces Naturels, Agricoles et Forestiers (CDPENAF) le 27 juillet 2023 qui a émis un avis favorable. Le préfet de l'Yonne a émis un favorable à l'EPA le 1^{er} août 2023.

Cette étude préalable agricole ainsi que le livret de synthèse sur le projet agricole seront joints au dossier mis à disposition lors de l'enquête-publique. Si l'Autorité Environnementale souhaite disposer d'exemplaires numériques ou papiers de ces documents, il convient de nous en faire une demande par mail à b.courdier@glhd.fr ou f.fillon@glhd.fr.

« La MRAe recommande de présenter une analyse comparative avec des sites alternatifs à l'échelle intercommunale, notamment des terrains urbanisés ou dégradés, et de justifier le choix des sites au regard du moindre impact environnemental. »

→ Réponse de GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Une analyse du potentiel sur les terrains dégradés a été réalisée à l'échelle du département de l'Yonne. Les résultats de cette analyse sont présentés page 518 de l'EIE, [10.1.3.4 Un potentiel sur les terrains dégradés à développer mais insuffisant](#).

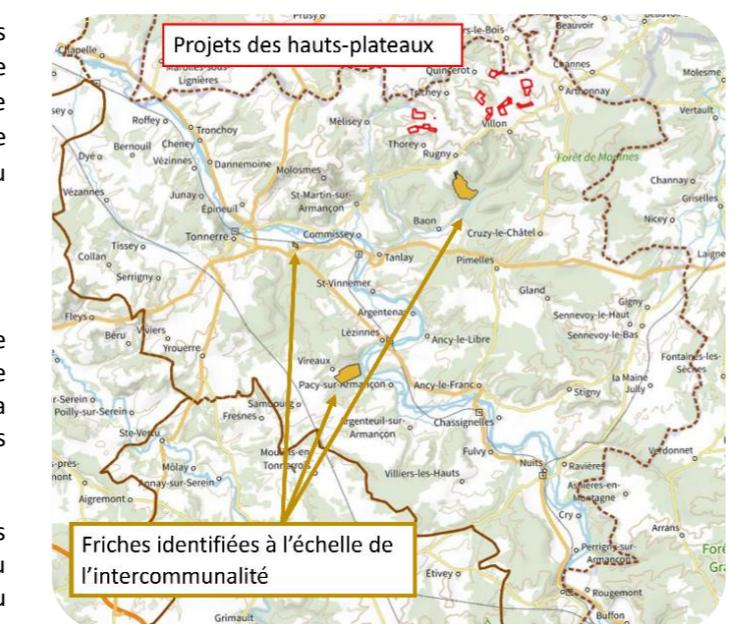
Elle est faite sur la base des données issues de l'étude de l'ADEME « friches urbaines et industrielles susceptibles d'accueillir des installations photovoltaïques » et de Cartofriches du CEREMA, qui recensent les friches industrielles, commerciales, d'habitat, des données issues de l'observatoire des repérages locaux réalisés par le CEREMA, des lauréats des sites candidats au 2^e appel à projet "fonds friches", que l'on peut considérer comme des sites dégradés ou anthropisés susceptibles d'accueillir des parcs photovoltaïques.

L'analyse porte sur la viabilité technique et économique des sites identifiés par ces bases de données. Elle conclue qu'à l'échelle départementale, le potentiel de développement du photovoltaïque au sol sur les friches est estimé par GLHD à 193 MWc et que la seule contribution du photovoltaïque sur les friches à l'échelle du département est largement insuffisante.

Compléments de réponse apportés (GLHD) :

Concernant l'analyse de sites alternatifs à l'échelle de l'intercommunalité, selon la base de données utilisée pour l'analyse précédente, trois friches sont localisées à l'échelle de la Communauté de Communes du Tonnerrois en Bourgogne, sur les communes de Rugny, Vireaux et Tonnerre (cf. [Carte 1](#) ci-contre).

Au regard de cette analyse, on perçoit la difficulté d'identifier des sites alternatifs viables et disponibles sur friches industrielles au niveau du territoire intercommunal mais plus globalement au niveau départemental.



Carte 1: Localisation des friches identifiées à l'échelle de l'intercommunalité



Friche sur la commune de Rugny :

Cette friche fait partie en totalité de la forêt communale de Rugny. Elle ne répond donc pas aux exigences élevées maintenues par le SRADDET de Bourgogne-Franche-Comté sur l'absence de déforestation ni à un choix de site au regard du moindre impact environnemental.



Friche sur la commune de Vireaux :

Un projet photovoltaïque de 30 MWc ainsi qu'un parc éco-ludique sont déjà en cours de développement sur cette ancienne carrière de l'appel à projet Fonds Friches.



Friche sur la commune de Tonnerre :

Ce site répertorié comme une friche d'après l'étude ADEME de 2021 est en majorité occupé par des bâtiments et des terres agricoles.

Concernant le potentiel sur bâtiments agricoles, il est à noter que les nouveaux bâtiments sont tous sauf cas exceptionnels équipés de panneaux photovoltaïques. Toutes les exploitations agricoles adhérentes de l'association EHPY connaissent les intérêts du photovoltaïque sur bâtiments et ont réfléchi à des équipements photovoltaïques sur leur bâtiment :

- **Ont mis en place du photovoltaïque sur leurs bâtiments d'exploitation :** SCEA DE LA LONGERE, SCEA DU VAL BERGERET, EARL NOSLEY, SCEA JSESSIONESSE, YANNICK GRADOS, SCEA DES SCIERS, EARL DES MONTMAINS, EARL POINSOT.
- **Ont des contraintes et ne peuvent donc pas équiper certains de leurs bâtiments :** Présence d'amiante : SCEA DES SCIERS, SCEA DE LA LONGERE, ou problème de financement : YANNICK GRADOS, ou distance de raccordement trop élevé : SCEA POINSOT, SCEA DU VAL BERGERET, EARL DES MONTMAINS, ou mauvaises expositions : SCEA DES SCIERS, SCEA POINSOT, ou manque de solidité de la charpente : EARL GABRIOT.

Une seule exploitation a un projet en cours. Il s'agit de l'EARL GABRIOT qui envisage une diversification avicole impliquant la création d'un poulailler. A l'échelle des 15 exploitations de l'association EHPY, on constate une dynamique de projets de bâtiments agricoles qui tend à la baisse. Par extrapolation (et avec toutes les réserves d'une extrapolation aussi large), nous pouvons en conclure que le photovoltaïque sur bâtiments agricoles ne représentent pas un levier permettant d'infléchir positivement la trajectoire de développement du photovoltaïque à la hauteur des objectifs régionaux et nationaux. De plus, les bâtiments agricoles sont souvent construits en discontinuité du bâti, ce qui tend à des impacts cumulés sur le paysage (Echange avec M. BODO, Directeur du CAUE de l'Yonne le 24 novembre 2022). Les retards de paiement des aides PSN dans l'Yonne risquent aussi, s'ils perdurent, de limiter l'essor des projets de bâtiments agricoles.

Concernant le potentiel sur terrains urbanisés comme les toitures et les parkings, que l'on peut considérer comme de petites installations, et le potentiel sur les autres terrains dégradés, l'EIE démontre que malgré un potentiel significatif, même un développement à grande échelle ne permettra pas d'atteindre les objectifs nationaux (page 520).

En conséquence, l'agrivoltaïsme tel qu'il est porté sur les projets des hauts plateaux est une alternative pertinente pour atteindre les objectifs régionaux et nationaux de développement du photovoltaïque.

De plus en développant des projets agricoles plus résilients et mettant en place des pratiques agricoles respectueuses de l'environnement, l'agrivoltaïsme tel qu'il est porté sur les projets des hauts-plateaux participe à la préservation des espaces affectés aux activités agricoles et se justifie au regard du moindre impact environnemental.

« La MRAe recommande de présenter dans l'étude d'impact l'analyse de la cohérence du projet avec la dernière version du SDAGE 2022-2027 Seine-Normandie approuvé le 23 mars 2022. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Concernant la cohérence du projet avec le SDAGE 2022-2027 Seine-Normandie, l'étude d'impact mentionne dans son état initial de l'environnement, page 51, [4. Etat initial de l'environnement / 4.3.4. Ressources en eau](#) :

« Le territoire des projets appartient au périmètre du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) Seine-Normandie, actuellement en révision pour la programmation 2022-2027. [...]. Le SDAGE actuellement en vigueur est celui de la programmation 2010-2015, le SDAGE 2016-2021 ayant été annulé par décision du Tribunal Administratif de Paris en date du 19 décembre 2018. »

Aussi, dans la partie 10, l'étude d'impact précise, page 537, [10. Justification et descriptions des solutions de substitutions raisonnables : analyse des variantes et compatibilité des projets / 10.2.3.2 SDAGE Seine-Normandie](#) :

« Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du bassin Seine-Normandie a été approuvé le 23 mars 2022 et est entré en vigueur le 6 avril 2022 pour les années 2022 à 2027. »

Le [Tableau 127 : compatibilité des projets avec le SDAGE 2022-2027 du bassin Seine-Normandie](#), page 538, analyse la compatibilité des projets avec la dernière version du SDAGE 2022-2027.

Orientations fondamentales du SDAGE	Compatibilité du projet
1) Pour un territoire vivant et résilient : des rivières fonctionnelles des milieux humides préservés et une biodiversité en lien avec l'eau restaurée	Les projets ne sont pas concernés par un cours d'eau ou une zone humide.
2) Réduire les pollutions diffuses en particulier sur les aires d'alimentation de captage d'eau potable	La nature des projets limite l'influence du site sur la masse d'eau souterraine. De plus, aucun captage d'eau potable n'est présent sur l'aire d'étude immédiate des projets.
3) Pour un territoire sain : réduire les pressions ponctuelles	La nature des projets n'implique pas de rejet et de pollution du milieu. La phase la plus sensible, la phase chantier sera encadrée par des mesures anti-pollution. Aussi, la nature des projets engendrera peu d'imperméabilisation du sol.
4) Pour un territoire préparé : assurer la résilience des territoires et une gestion équilibrée de la ressource en eau face au changement climatique	Les projets ne sont pas concernés par un cours d'eau ou une zone humide. Le lavage des modules se fera majoritairement par l'eau de pluie. Aucun prélèvement ni rejet d'eau sur site ne sera réalisé.
5) Agir du bassin à la côte pour protéger et restaurer la mer et le littoral	Non concerné

Tableau 1 : Compatibilité des projets avec le SDAGE 2022-2027 du bassin Seine-Normandie mis à jour

L'étude d'impact présente donc bien l'analyse de la cohérence des projets avec la dernière version du SDAGE 2022-2027 Seine-Normandie approuvé le 23 mars 2022

« La MRAe rappelle que les raccordements électriques, même s'ils sont souvent définis tardivement et assurés par le gestionnaire du réseau, constituent une composante du projet conformément aux dispositions de l'article R.122-5 du code de l'environnement et doivent être évalués en même temps que le projet stricto sensu. Elle recommande donc de compléter l'étude en intégrant le raccordement entre les postes de Thorey et de Tonnerre, d'en préciser les effets et de prévoir, le cas échéant, des mesures d'évitement, de réduction et ou compensation adaptées. »

→ Réponse de RTE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Les incidences potentielles du raccordement au réseau sont présentées à date de manière générique en page 433 de l'étude d'impact. Ces informations ont été fournies par la société RTE qui est le maître d'ouvrage de cette infrastructure. Cet ouvrage fait l'objet d'une procédure spécifique réalisée par RTE pour être autorisée.

Lors du dépôt des demandes d'autorisation pour les fermes agrivoltaiques, nous ne disposons pas d'informations sur le tracé retenu (fuseau de moindre impact) de la liaison RTE et les potentiels impacts associés ne peuvent pas être évalués au regard de ce tracé retenu, d'où la présentation des impacts génériques.

La définition du tracé sera spécifiée au terme d'une Concertation Fontaine (procédure commune à tous les projets d'ouvrages électriques) qui conduira à déterminer le fuseau de moindre impact. L'étude d'impact sur l'environnement explique les objectifs de ces procédures page 30.

La concertation Fontaine se déroule en trois étapes permettant de préciser concrètement de manière itérative le projet de liaison électrique :

- La Justification Technico-Economique validée par la Direction Générale de l'Énergie et du Climat, du Ministère chargé de l'Énergie, pour ce qui concerne des liaisons 225 000 volts,
 - La validation de l'aire d'étude du tracé du raccordement,
 - La validation du fuseau de moindre impact du raccordement
- Notons que ces deux dernières étapes peuvent pour des cas simples être réalisées au sein d'une même instance de concertation.

Le dossier de justification technico-économique (JTE) doit démontrer l'utilité et/ou le besoin de l'ouvrage électrique. Ce document rappelle en premier lieu les hypothèses et les besoins qui sont à l'origine du projet. L'analyse est basée sur les hypothèses en termes de puissance électrique à évacuer dans le contexte du réseau électrique existant. Le dossier de justification technico-économique présente ensuite les différentes solutions envisagées par RTE permettant de satisfaire les besoins identifiés : création d'un nouvel ouvrage afin de raccorder l'installation de production (dans le cas présent EnR). Pour chacune des solutions étudiées, le dossier comporte une analyse permettant de synthétiser leurs avantages et inconvénients suivant plusieurs critères (faisabilité technique, coût, impact environnementaux, exploitabilité). A l'issue de cette analyse, RTE indique la solution qu'il souhaite privilégier en justifiant les raisons de son choix. Le dossier de JTE élaboré par RTE est instruit par la Direction Générale de l'Energie et du Climat (DGEC), ici pour le niveau de tension 225kV.

A l'issue de cette phase, le processus de concertation continue pour associer à la réflexion l'ensemble des parties prenantes concernées : élus(e)s, services de l'Etat, associations afin de définir une aire d'étude et un fuseau de moindre impact (concernant l'ouvrage de raccordement).

D'un point de vue réglementaire, l'étude d'impact porte sur le projet global et intègre bien grâce aux impacts génériques les incidences sur l'environnement de la liaison de raccordement, RTE réalisera une actualisation lors du dépôt de la demande de DUP.

RTE soumet à la MRAE de nouveaux impacts génériques actualisés par rapport au projet, en [Annexe 1 - Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts d'environ 15 km entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY](#).

LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

« La MRAe recommande de détailler le calcul du bilan carbone et du temps de retour énergétique du projet, en tenant compte des différentes étapes du cycle de vie du projet, dont celles liées à la technologie des cellules et la provenance des matériaux et d'expliquer les mesures spécifiques mises en œuvre pour limiter son empreinte carbone. »

→ Réponse de GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Comme précisé page 342, *7. Analyse des incidences des projets sur l'environnement / 7.4.1 Impact sur le climat* :

« Le maître d'ouvrage a sollicité le bureau d'études expert Pink Strategy afin de réaliser une étude de bilan carbone spécifiquement pour les projets agrivoltaïques des hauts-plateaux. L'analyse porte sur la durée de vie prévue (40 ans).»

Compléments de réponse apportés :

Concernant la prise en compte des différentes étapes du cycle de vie du projet, l'étude détaillée du bilan carbone est intégrée en *Annexe 2 - Estimation de l'empreinte carbone* du présent mémoire en réponse. La méthodologie choisie est celle du référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'Analyse du Cycle de Vie (ACV, ADEME – 2013) dont la segmentation de la chaîne de production est représentée par la figure ci-dessous et prend en compte les différentes étapes de cycle de vie des projets dont celles liées à la technologie des cellules et la provenance des matériaux :

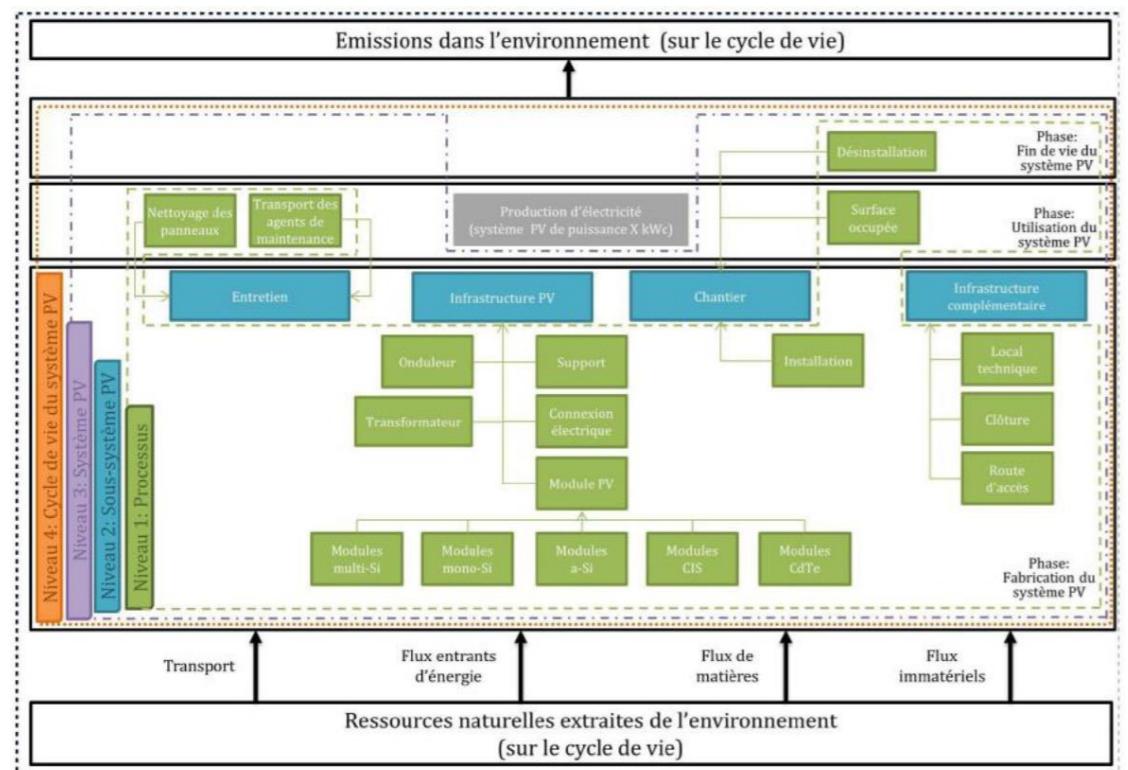


Figure 1 : Illustration de la méthodologie utilisée par Pink Strategy

Concernant l'approvisionnement des panneaux, qui représente 62% du total des émissions de CO₂ détaillés par l'étude de Pink Strategy, et comme indiqué dans le bilan de concertation préalable publique volontaire qui s'est tenue du 2 mars au 29 avril 2022, le maître d'ouvrage s'engage à ce que :

« tout soit fait pour s'approvisionner en Europe voire en France si des filières de fabrication voient le jour grâce aux nouveaux enjeux énergétiques européens. En attendant, l'importation en provenance d'Asie, seule région fabricatrice, concurrentielle, est inévitable. ».

En conséquence l'étude de Pink Strategy a été réalisée avec comme hypothèse l'utilisation de panneaux en provenance d'Asie (TOPBiHiKu7 produit par Canadian Solar dont l'usine de production est basée en Chine). D'après l'étude de Pink Strategy, ces modules sont « à faible empreinte carbone, comme l'atteste l'ECS joint à ce rapport » (*Annexe 2 - Estimation de l'empreinte carbone*, page 59).

Comme indiqué dans le bilan de concertation cité précédemment, le maître d'ouvrage s'engage à privilégier des composants en provenance d'Europe voire de France si des filières de fabrication compétitives et ayant une meilleure empreinte carbone voient le jour. Si c'est le cas l'empreinte carbone des projets ne pourra alors que s'en trouver diminuée.

Concernant le temps de retour énergétique, *Pink Strategy* précise que les seuls données disponibles pour le calcul de l'impact énergétique sont les données par défaut de l'ADEME. Ces données de 2012 sont aujourd'hui datées. En revanche, les données les plus à jour sont les données que les constructeurs mettent à disposition, soit les Evaluation Carbone Simplifiée (ECS, en kg CO₂e/kWc), qui ont permis d'estimer le Potentiel de Réchauffement Climatique (PRC, en kgCO₂/kWc), et donc le facteur d'émission (gCO₂e/kWh) des projets.

Sur la base des valeurs par défaut de l'ADEME et des ratios entre les Potentiels de Réchauffement Climatique (PRC) calculés par l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) et ceux issus des valeurs par défaut de l'ADEME, *Pink Strategy* estime qu'une ACV détaillée de l'impact énergétique des projets des hauts-plateaux pourrait conclure à un temps de retour énergétique proche de 5 ans.

Néanmoins pour apprécier l'impact des projets *Pink Strategy* recommande avant tout de considérer le facteur d'émission des projets. Il est de 17,8 gCO₂e/kWh, ce qui les situe parmi les moins émetteurs de gaz à effet de serre, autant au niveau européen que français (cf. partie *7.4.1.2. Bilan carbone des projets* page 343 de l'Etude d'Impact).

PRESERVATION DE LA BIODIVERSITE

« La MRAe recommande que l'étude d'impact soit complétée par la prise en compte de l'ensemble des éléments de la trame verte et bleue identifiés aux SRCE Bourgogne et Champagne-Ardenne, y compris les sous-réseaux et continuums. »

→ Réponse de BIOTOPe et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

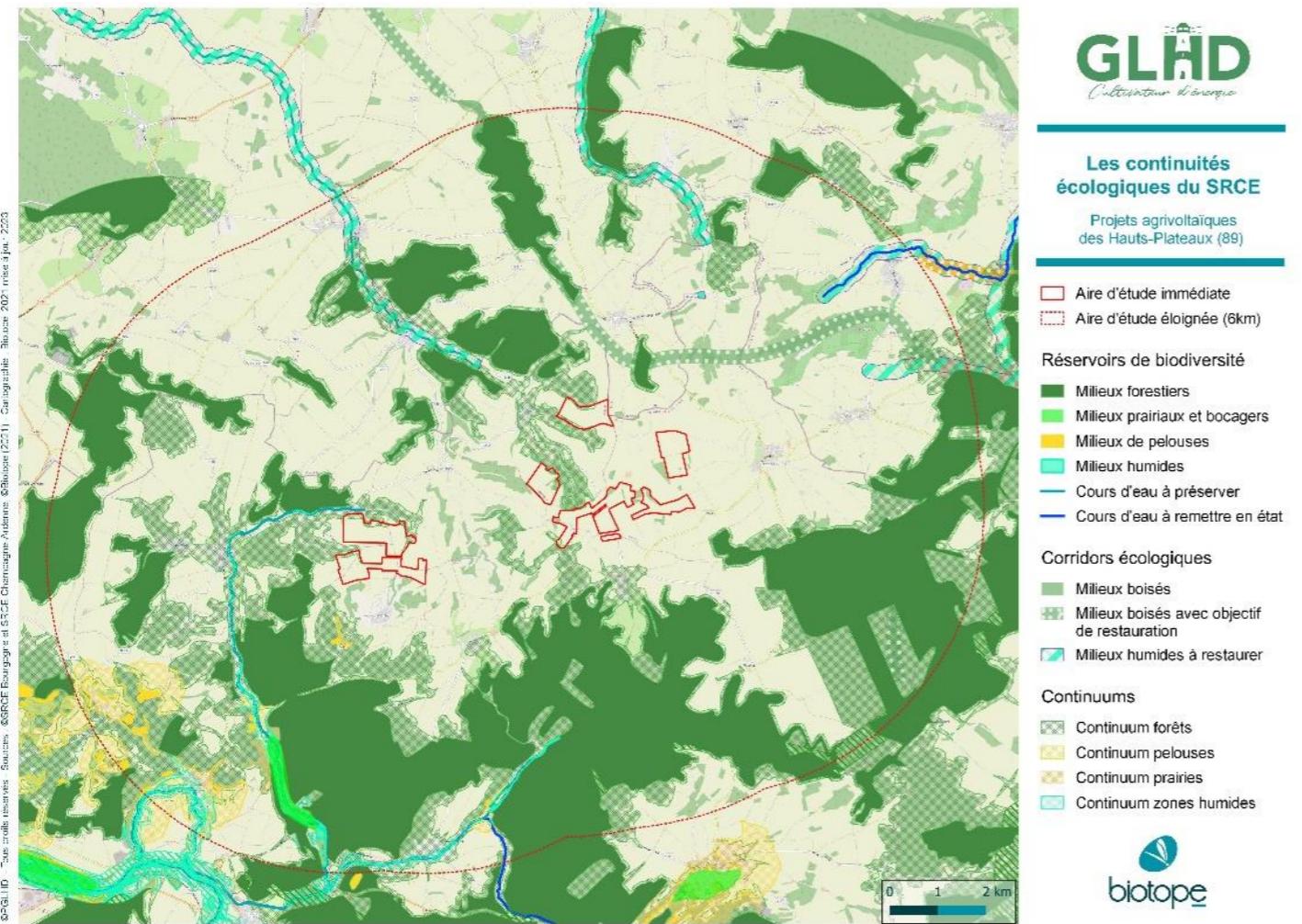
La partie 12 du volet écologique page 158 présente les continuités écologiques régionales identifiées dans les SRCE de Bourgogne et également de Champagne-Ardenne, les projets étant limitrophes de cette région. Sont présentés en particulier les éléments principaux, à savoir les réservoirs de biodiversité et corridors écologiques ainsi que les sous-trames associées.

L'analyse identifie que l'aire d'étude éloignée des projets est majoritairement composée de réservoirs de la sous-trame des milieux forestiers et des milieux humides. Quelques sous-trames des milieux prairiaux et bocagers et des pelouses sont présentes au sud de l'aire d'étude éloignée.

Concernant les corridors écologiques, aucun n'est recensé au niveau de l'aire d'étude immédiate. Au niveau de l'aire d'étude éloignée, des corridors des milieux boisés, dont un à restaurer, et des milieux humides, sont présents.

Compléments de réponse apportés :

La cartographie du SRCE de Bourgogne identifie, au-delà des éléments réglementaires (réservoirs de biodiversité, corridors et obstacles), des espaces proches des réservoirs et accessibles aux espèces caractéristiques de chaque sous-trame : il s'agit de continuums. Ils peuvent ainsi constituer une information cartographique supplémentaire et sont ajoutés à la carte suivante présentée dans l'étude d'impact.



Carte 2 : Continuités écologiques au sein de l'aire d'étude éloignée

Il apparaît ainsi que les sites d'étude sont concernés par un continuum de sous-trame forestière du SRCE. Cependant, tel que précisé dans l'étude d'impact, les sites d'étude s'insèrent davantage dans un contexte agricole que dans ces divers éléments de la sous-trame forestière.

De plus, seule une faible partie de l'aire d'étude immédiate est concernée par ces éléments de continuums, correspondant essentiellement aux bosquets bordant les parcelles de l'aire d'étude immédiate. Ces éléments ne sont pas voués à être modifiés par les projets.

« La MRAe recommande que des expertises de terrain soient réalisées sur un cycle biologique complet pour la flore et les groupes des oiseaux, mammifères, insectes, reptiles et amphibiens sur la partie de l'aire d'étude immédiate ajoutée a posteriori et que les résultats de ces prospections soient ajoutés à l'étude d'impact. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

L'entité de l'aire d'étude immédiate ajoutée *a posteriori* des inventaires de terrain n'a pas pu faire l'objet d'une réelle prospection avec inventaires complets aux 4 saisons, compte tenu du changement d'aire d'étude après les inventaires terrains.

Cependant, au regard de la vue aérienne et des informations de terrains, le milieu est cultivé. En effet cette entité est à cheval sur deux parcelles agricoles cultivées et déclarées à la PAC par deux exploitations membres du collectif EHPY :

- sa partie Sud sur une parcelle agricole cultivée par l'EARL GABRIOT ayant fait l'objet d'inventaires terrains en quasi-totalité ;
- sa partie Nord sur une parcelle agricole cultivée par la SCEA des Scies ayant fait l'objet pour partie d'inventaires terrains.

En dehors de cette entité qui avait été oubliée par GLHD dans le listing des parcelles à inventorier par BIOTOPE, ces deux parcelles agricoles ont pour la plus grande partie fait l'objet de prospections.

De plus, un passage sur site avec prises de photos en octobre 2022 a permis d'apprécier le contexte général et d'en confirmer l'occupation du sol : il s'agit effectivement d'une zone cultivée avec un chemin en bordure de parcelle, dans la continuité de la parcelle attenante, contenant presque aucune marge de végétation spontanée. Aucune espèce patrimoniale ni invasive n'a été inventorierée lors de la visite.



Figure 2 : Photographie de la parcelle ajoutée *a posteriori* des inventaires (@Biotope, 2022)

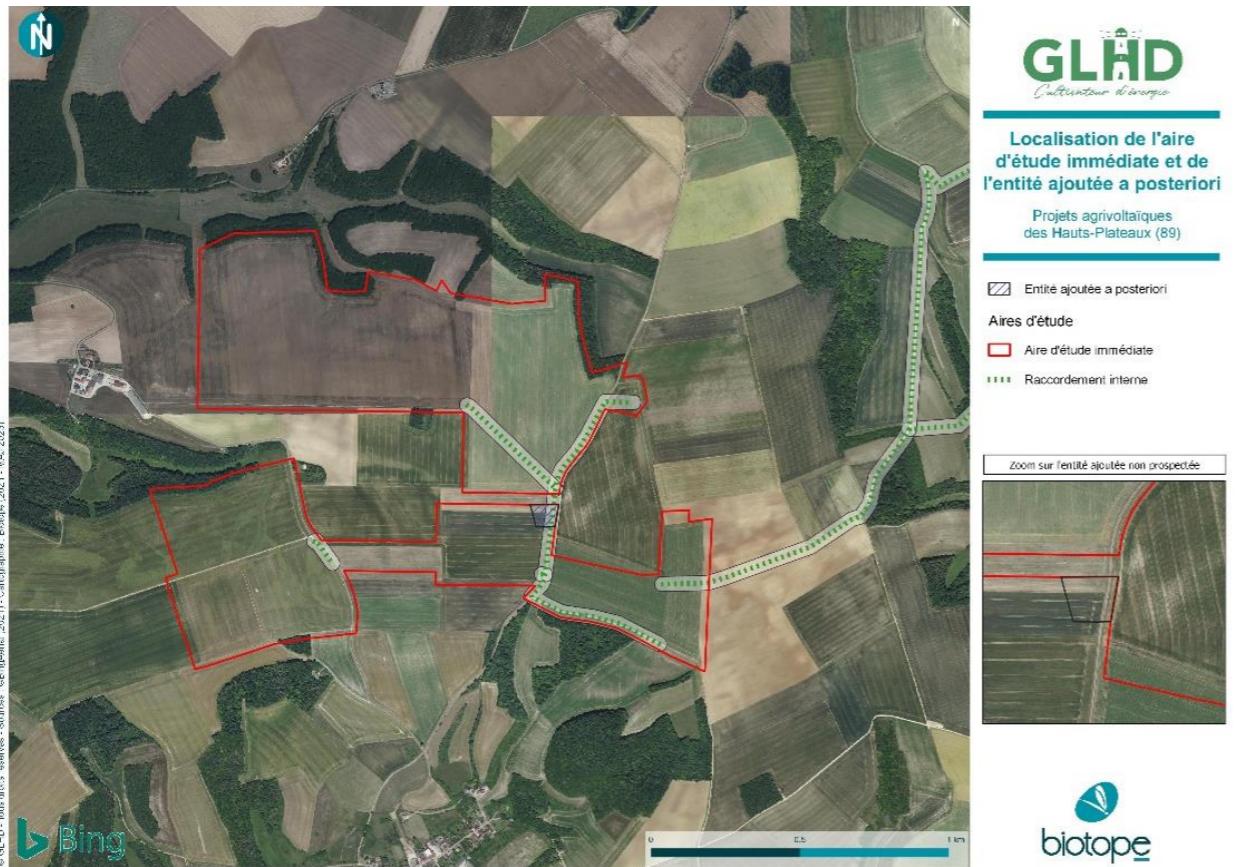
Une projection majorante des enjeux a été appliquée, c'est-à-dire que les enjeux les plus forts identifiés sur la parcelle attenante sont automatiquement appliqués sur l'entité ajoutée.

Compléments de réponse apportés :

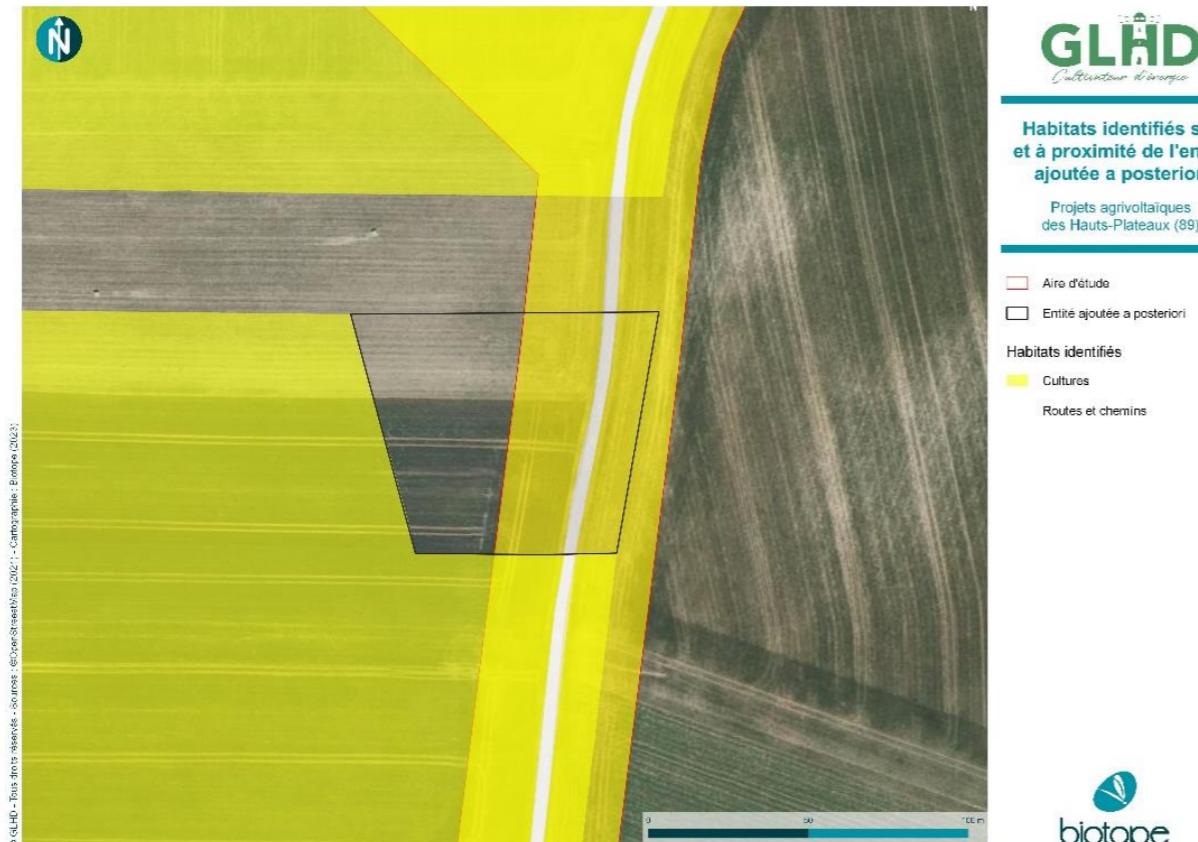
Afin de compléter les éléments de l'étude d'impact, la [Carte 3](#) ci-après présente la localisation de cette entité au sein de l'aire d'étude immédiate ainsi qu'une vue aérienne sur cette dernière, démontrant bien qu'elle se trouve en complète continuité de l'îlot cultivé par l'EARL GABRIOT.

Également, la carte montre que l'aire d'étude du raccordement interne couvre environ la moitié de cette entité, dont une partie est occupée par un chemin la longeant à l'est.

Ainsi, une partie de l'entité a bien été prospectée dans le cadre du diagnostic écologique lié au tracé envisagé pour le raccordement interne des îlots agrivoltaïques. L'étude des habitats a conclu sur un habitat de cultures et la présence d'un chemin.



Carte 3 : Localisation de l'entité ajoutée a posteriori des inventaires et vue aérienne



Carte 4 : Habitats identifiés sur et autour de l'entité ajoutée a posteriori des inventaires

Ainsi, finalement, la surface n'ayant pas fait l'objet d'inventaire de la flore et des habitats ne représente que 0,3 ha.

De plus, seule la partie Sud de l'entité a été retenue dans l'implantation finale. Comme indiqué précédemment cette dernière fait partie d'une parcelle agricole cultivée par l'EARL GABRIOT ayant fait l'objet, en dehors de l'entité, d'inventaires terrains en totalité. D'après le RPG et les informations transmises par Bruno GABRIOT, gérant de l'EARL GABRIOT, cette parcelle a été cultivée en blé tendre d'hiver (2020 et 2021).

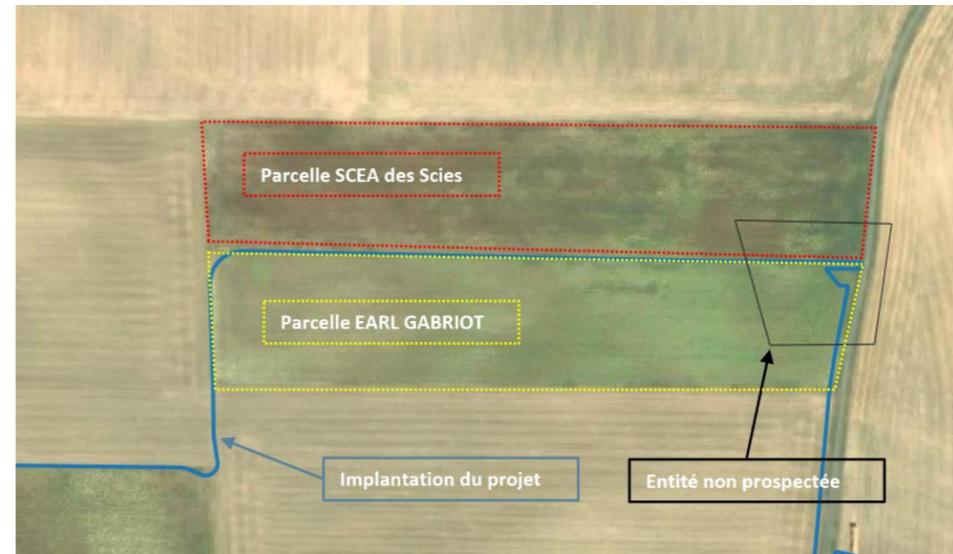


Figure 3 : Localisation de l'entité ajoutée a posteriori des inventaires et des parcelles agricoles EHPY

Ces différents éléments permettent d'avoir une idée assez juste des habitats et des niveaux d'enjeux attendus pour chaque groupe de faune.

Néanmoins, et afin de répondre à la recommandation de la MRAe, un passage supplémentaire toute faune (hors chiroptères) a été réalisé à l'automne en date du 20/10/2023, afin de confirmer les conclusions et enjeux. La réalisation de sondages pédologiques complémentaires a également été effectuée (voir point suivant) (cf. [Annexe 3 - Passages complémentaires dans le cadre de la réponse à l'avis MRAE du 18/08/2023](#)).

A noter que la parcelle étudiée se compose uniquement de milieux ouverts (friche, culture), ce qui limite donc le nombre d'espèces pouvant potentiellement la fréquenter.

Des enjeux potentiels ont été observés uniquement sur l'avifaune. En effet, les milieux disponibles sur cet espace ne sont favorables ni aux reptiles ni aux amphibiens ni aux mammifères protégés pouvant fréquenter le secteur (Hérisson d'Europe, Ecureuil roux, Chat forestier...). Aucun insecte n'a été observé (période non favorable) et les chiroptères n'ont pas fait l'objet d'inventaire complémentaire sur cette parcelle.

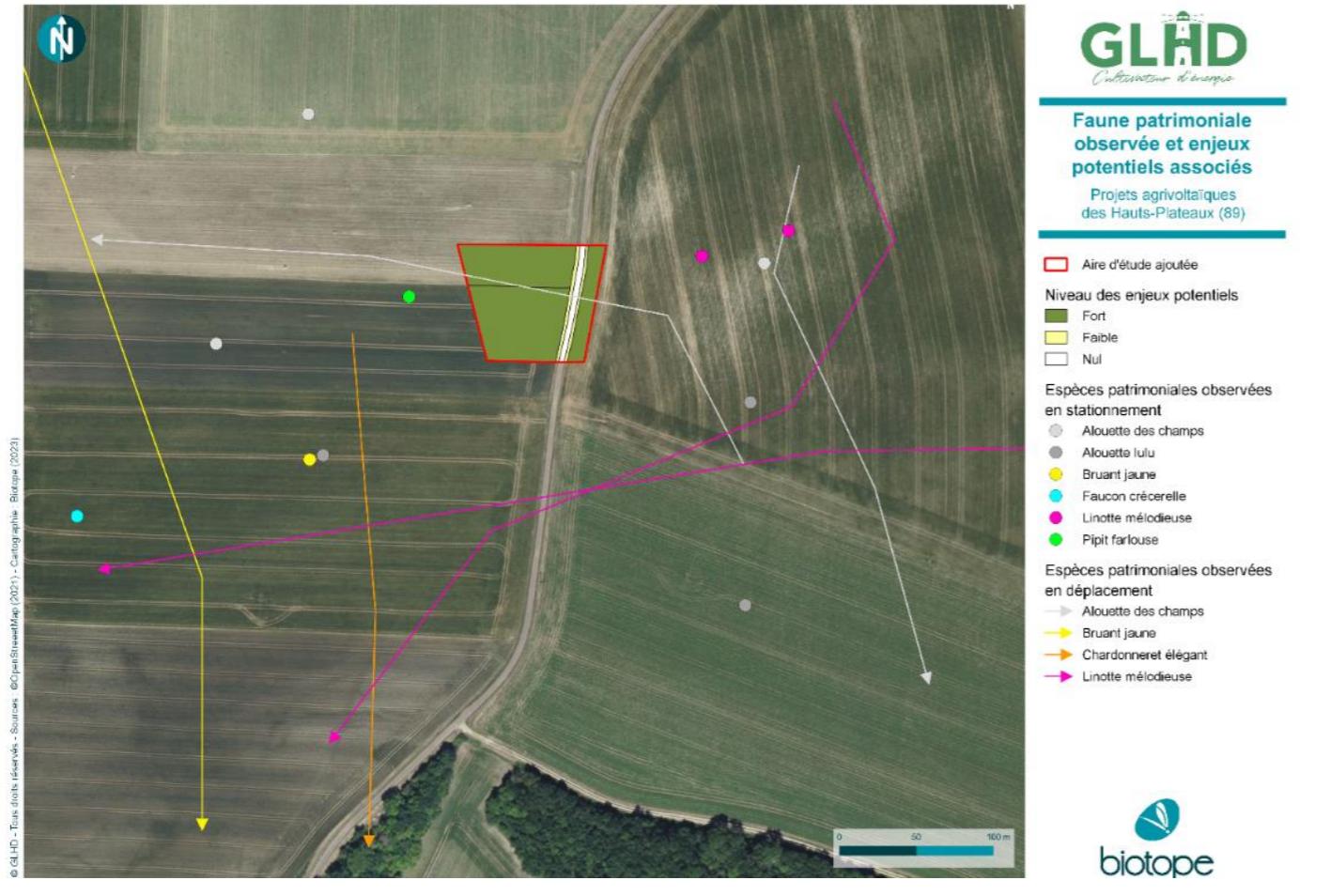
L'expertise réalisée a permis l'observation de 17 espèces d'oiseaux. Cet inventaire a été réalisé durant la période de migration postnuptiale, le 20/10/2023.

Parmi les 17 espèces observées, 12 sont protégées et 8 sont patrimoniales ou protégées et patrimoniales (en période de reproduction) : Alouette des champs (*Alauda arvensis*), Alouette lulu (*Lullula arborea*), Bruant jaune (*Emberiza citrinella*), Chardonneret élégant (*Carduelis carduelis*), Faucon crécerelle (*Falco tinnunculus*), Linotte mélodieuse (*Linaria cannabina*), Milan royal (*Milvus milvus*) et Pipit farlouse (*Anthus pratensis*).

En période de reproduction, certaines espèces constituent un enjeu écologique très fort : le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, le Milan royal et le Pipit farlouse. L'Alouette des champs, l'Alouette lulu, la Linotte mélodieuse peuvent quant à elles présenter un enjeu écologique fort sur le lieu de reproduction. Enfin, le Faucon crécerelle présente lui un enjeu écologique moyen.

Les milieux ouverts disponibles sur la parcelle ne contiennent pas toutes ces espèces. Seules les espèces inféodées aux espaces ouverts comme l'Alouette des champs, éventuellement l'Alouette lulu et le Busard Saint-Martin (cité dans la bibliographie) seraient susceptibles d'utiliser la parcelle pour la reproduction. Si la nidification de l'Alouette des champs est très probable sur ce site, elle l'est moins pour les deux autres espèces. On retient toutefois que l'enjeu écologique potentiellement associé à l'avifaune sur cette parcelle est fort. Les espèces à enjeu observées lors du passage complémentaire avaient déjà été vues lors des inventaires faune de l'aire d'étude immédiate entière. Seule l'Alouette des champs est considérée comme utilisant le site pour sa reproduction.

Les passages complémentaires sur la partie de l'aire d'étude immédiate ajoutée a posteriori confirment les conclusions et enjeux de l'étude d'impact.



« La MRAe recommande des compléments d'analyse concernant les secteurs n'ayant pas fait l'objet de sondages pédologiques et que la partie non prospectée fasse l'objet d'une étude pédologique et d'inventaires phytosociologiques. »

→ Réponse de BIOTOPe et GLHD :

Rappel des échanges avec les services de l'état :

Concernant les prospections dédiées à l'inventaire des zones humides au sein de l'Aire d'Etude Immédiate et le choix de réaliser les sondages pédologiques de manière ciblée et réduite avec échantillonnage par grand type de secteur homogène, GLHD rappelle l'historique des échanges avec l'administration :

Le 24 novembre 2021, par mail à l'attention de Nicolas DROUHIN (nicolas.drouhin@developpement-durable.gouv.fr), et le même jour ainsi que le 6 décembre 2021, par mail adressé à l'Autorité Environnementale (ee.dreal.bourgogne-franche-comte@developpement-durable.gouv.fr), la méthodologie relative aux sondages pédologiques proposée par BIOTOPe a été exposée pour avis des Services de l'Etat. Les raisons de cette adaptation méthodologique ont été mentionnées dans le mail. Aussi aucune précision n'a été apportée sur le sujet lors du Pole EnR du 2 février 2022. Considérant l'absence de retour sur ce sujet, BIOTOPe et GLHD ont retenu la méthodologie proposée aux Services de l'Etat.

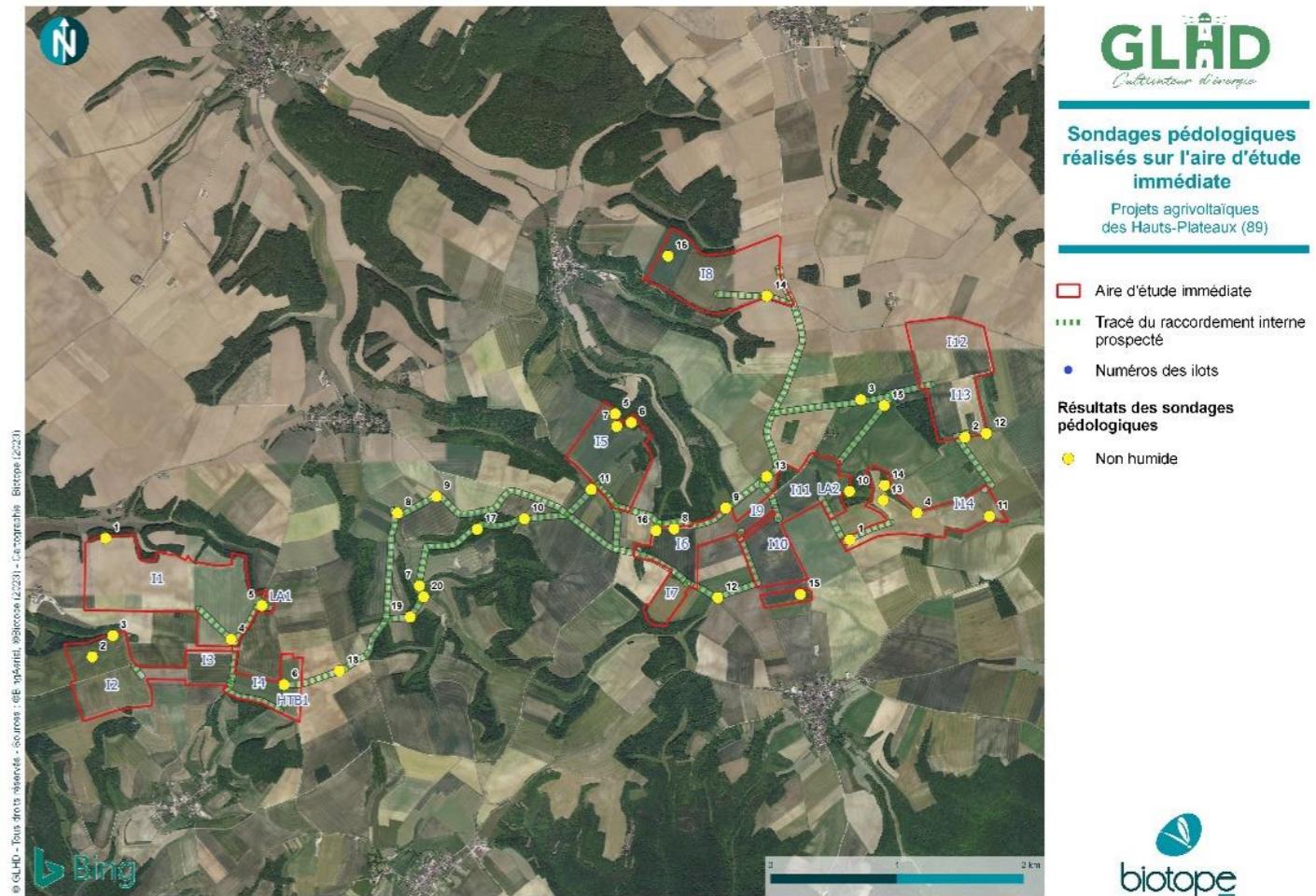
Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

D'après l'analyse bibliographique de contexte, aucune zone humide n'est concernée par l'aire d'étude immédiate des projets. L'analyse des habitats n'a constaté aucune végétation humide.

En complément, au total ont été effectués :

- 16 sondages pédologiques répartis au sein de l'aire d'étude immédiate de façon à couvrir la plupart des habitats pro parte et non caractéristiques, ainsi que les décrochements topologiques (zones de bas-fonds).
- 20 sondages pédologiques répartis sur le tracé du raccordement interne.

Sur les 36 sondages pédologiques réalisés, aucun ne s'est révélé humide.



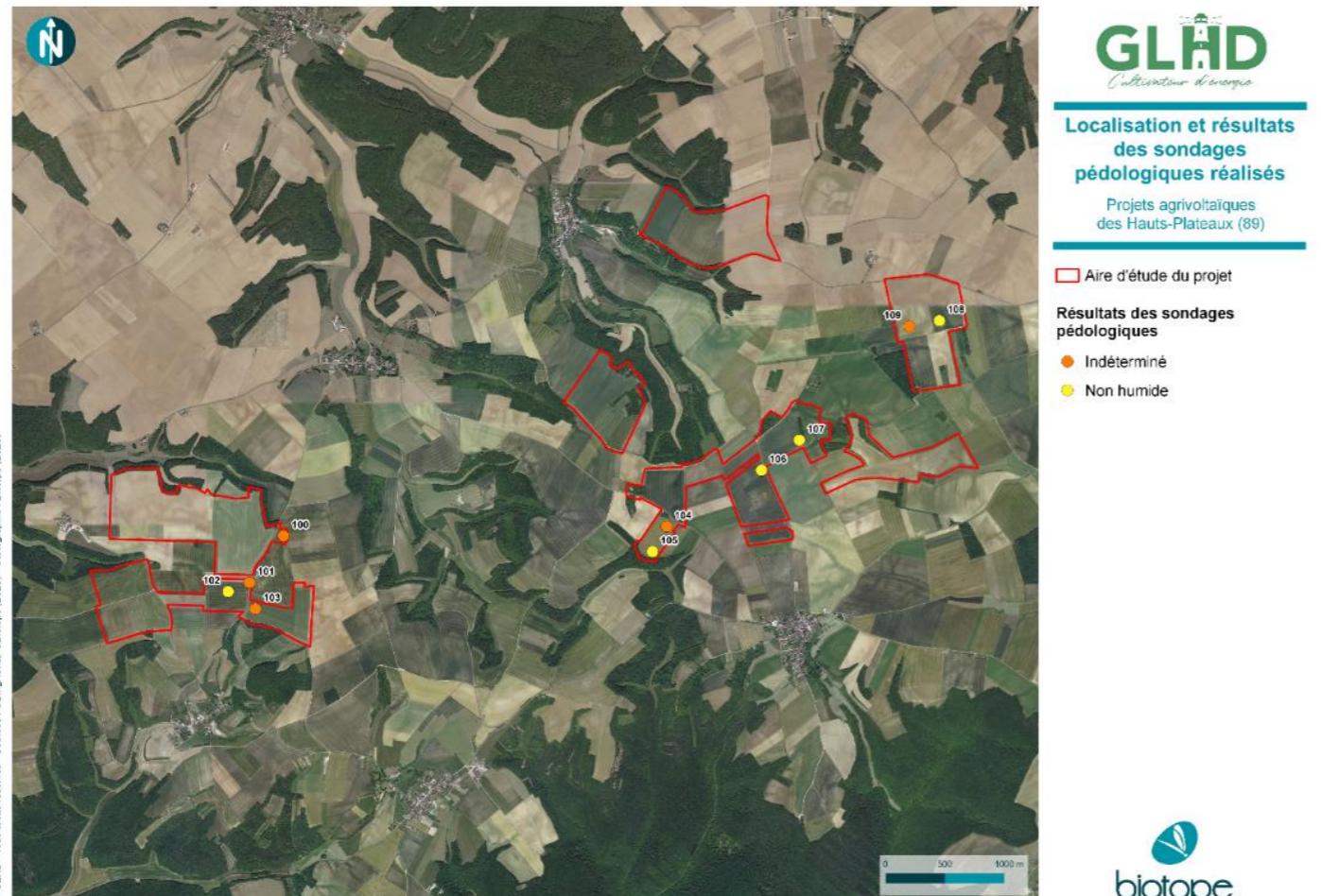
Compléments de réponse apportés :

Suite à l'analyse de la bibliographie et des éléments disponibles, la potentialité de présence de zone humide sur l'aire d'étude est faible.

Un passage complémentaire comprenant la réalisation de sondages pédologiques a été réalisé à l'automne en date du 20/10/2023, au niveau :

- De l'entité non prospectée ajoutée *a posteriori*,
- Des îlots 3, 4, 7 et 12,
- Des sites d'implantation des bâtiments agricoles (LA1 et LA2).

En voici les résultats :



Sur les 10 sondages supplémentaires réalisés, 5 sont classés comme non humide car ne présentant des traces d'hydromorphies dans les 50 premiers centimètres de sol. Les 5 autres sondages sont classés comme indéterminés puisque ces sondages n'ont pas pu être aboutis jusqu'à 50cm de profondeur minimum en raison de refus de tarières causés par la présence d'éléments bloquants dans le sol (cailloux). Cependant au vu du contexte il semble peu probable que des traces d'hydromorphie ou un horizon réductique apparaissent en profondeur.

Suite à l'analyse de la bibliographie et des éléments disponibles, la potentialité de présence de zone humide sur l'aire d'étude est faible. Les sondages pédologiques supplémentaires effectués n'ont pas permis d'identifier de zones humides. Ainsi, sur la base de critères pédologiques, aucune parcelle de l'aire d'étude des projets n'est classée comme « humide ».

Pour conclure, suite à l'ensemble des différentes analyses (habitats, flore, sol), 0 hectare de l'aire d'étude est considéré comme caractéristique de zone humide au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides, en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement.

Concernant la zone humide potentielle localisée en bordure nord de l'Aire d'Etude Immédiate de l'îlot 1 sur la commune de Mélisey, un riu a été identifié par BIOTOPE dans l'étude d'impact à la page 102, [Carte 32 : carte de localisation des zones humides potentielles au sein de l'aire d'étude éloignée](#), cette zone humide potentielle n'intersecte pas l'îlot 1, ni ses pistes périphériques ou ses tracés de raccordement électrique. Les impacts sur cette zone humide potentielle sont donc nuls.

« La MRAe recommande d'ajouter des éléments relatifs aux effets de la création des bâtiments d'exploitation sur l'environnement. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Deux bâtiments agricoles sont prévus et nécessaires pour la conduite du projet agricole :

1) Le bâtiment agricole LA1 situé le long de la route reliant Trichay à Thorey. Sa fonctionnalité sera d'être un séchoir de fourrages, de céréales et d'herbes aromatiques. Il sera relié au réseau électrique et permettra de créer un outil de stockage et de transformation adapté au projet agricole de l'association EHPY.

2) Le bâtiment agricole LA2 situé sur la commune d'Arthonnay. Ce bâtiment sera dédié à du stockage de matériel et des productions agricoles, disposant de salles de réunions et avec l'ensemble des besoins nécessaires à l'éleveur ovin et à sa troupe ovine.



Figure 4 : Plan de dessus du projet de bâtiment agricole LA2 à Arthonnay

Compléments de réponse apportés :

Chaque bâtiment est accompagné d'une citerne incendie située à proximité et conforme aux exigences du SDIS de l'Yonne. Des pistes de 4 mètres de large permettront d'y accéder.

Les bâtiments seront intégrés dans le paysage par la mise en place de haies comme écran visuel. Ces bâtiments seront également enduits d'un bardage bois, ce qui offre une insertion paysagère qualitative.

Impacts sur le milieu physique

Il n'y aura pas d'impact supplémentaire sur le climat local. Concernant les sols et la topographie, aucun terrassement n'aura lieu. Toutefois, la création de ces bâtiments d'exploitation va imperméabiliser une zone de 1 600m² au total.

Concernant les impacts sur les eaux superficielles et souterraines, les mesures de prévention détaillées dans l'étude d'impact seront appliquées lors du chantier.

En phase d'exploitation, aucun impact n'est attendu sur le milieu physique. Ces bâtiments serviront à l'exploitation agricole et les accès auront été créés en phase travaux. Ils seront raccordés aux réseaux électriques et aux réseaux d'eau pendant la phase travaux.

Impacts sur le milieu humain

Les deux bâtiments prévus sont nécessaires à la conduite du projet agricole et font ainsi partie intégrante des projets agrivoltaïques des hauts-plateaux. Aucun impact substantiel sur l'économie locale n'est attendu du fait de la création de ces bâtiments.

Concernant l'impact sur l'occupation des sols et les usages locaux, la création des deux bâtiments est prise en compte dans l'étude d'impact, page 351, [tableau 75 : emprise imperméabilisées et empierrees par îlot](#).

Concernant l'impact sur le cadre de vie, la création des deux bâtiments est prise en compte dans l'étude d'impact, page 353, [carte 125 : cartes des impacts sur le bâti](#).

Concernant les impacts acoustiques, sur la phase de chantier les incidences sonores seront essentiellement liées à la circulation et à l'évolution des véhicules et engins, dans l'emprise du chantier et dans ses environs immédiats (bruit des engins, avertisseurs sonores de recul). Sur la phase d'exploitation les sources sonores proviennent essentiellement des engins agricoles et des brebis, sans que cela ne génère d'impact supplémentaire pour les habitations les plus proches.

Pour le bâtiment LA1 l'habitation la plus proche se situe à 1,4 km (bourg de Trichy). Pour le bâtiment LA2 l'habitation la plus proche se situe à 0,5 km (ferme des Rotures), puis 1,4km (bourg de Villon). Aucun impact supplémentaire lié à la création des deux bâtiments n'est attendu concernant les habitations les plus proches, au vu de leur distance.

Concernant les impacts sur la santé, la création des bâtiments agricoles n'est pas de nature à aggraver les risques identifiés dans l'Etude d'Impact sur l'Environnement dans la phase de construction ou d'exploitation des fermes agrivoltaïques. Aucun impact supplémentaire lié à la création des deux bâtiments n'est attendu.

Concernant les impacts sur les réseaux électriques et sur le réseau viaire, des travaux de raccordement électrique enterrés pourront avoir lieu. Sur l'impact relatif au trafic, les créations des deux bâtiments ont été pris en compte dans l'EIE : page 366, [carte 125 : réseau ENEDIS au niveau des projets d'implantations](#), page 367, [carte 126 : principales liaisons routières concernées par des passages de convois](#), page 368, [carte 127 : projet de raccordement interne](#).

Concernant le bâti, la création des deux bâtiments est analysée dans la partie [5.3 Impact sur le cadre de vie](#) page 356 et prise en compte dans la [Carte 125 : cartes des impacts sur le bâti](#) page 357. Les bâtiments ont été positionnés loin des bourgs et des lieux de vie afin de limiter les impacts sur le bâti et la population locale.

« Considérant l'absence d'habitats dans un rayon de 200m autour des projets, le faible nombre d'habitats dans un rayon de 500m autour des projets, la faible densité de bâti au sein de l'aire d'étude éloignée, et l'éloignement des bourgs, l'impact des projets sur le bâti est considéré comme faible. » (page 358).

Impacts sur les risques naturels

La création des deux bâtiments d'exploitation n'est pas de nature à augmenter les risques naturels. Concernant le risque incendie, le raccordement électrique sera aux normes et chaque bâtiment disposera d'une réserve incendie à l'extérieur du bâtiment. De plus, les pistes d'accès permettront aux services de secours d'intervenir en cas de nécessité.

Les projets ne sont pas soumis au risque inondation et ne sont pas de nature à aggraver ce risque.

Le territoire n'est pas soumis au risque industriel et les projets ne seront pas de nature à aggraver ce risque. En effet, aucun produit explosif ou inflammable en grande quantité ne sera stocké au sein des bâtiments.

Impacts sur le milieu naturel

Les mêmes effets génériques sont possibles en ce qui concerne la création des bâtiments agricoles. En effet, tout projet d'aménagement peut engendrer des impacts sur les milieux naturels et les espèces qui leur sont associées.

Concernant la flore et les habitats, les bâtiments sont prévus au niveau de cultures, qualifiées de grandes cultures de céréales avec marge de végétation et qualifiées à enjeu négligeable car il s'agit d'habitats anthropiques. Aucune flore protégée n'a été relevée sur les lieux d'implantation des bâtiments, ni aucune espèce exotique envahissante. Aucun milieu humide potentiel, milieu aquatique ou zone humide avérée n'est impactée.

Concernant la faune, aucun impact négatif supplémentaire n'est attendu du fait de la création des bâtiments d'exploitation. Les milieux impactés étant des habitats anthropiques à enjeu négligeable, et au vu des superficies concernées, les groupes de faune ne vont pas être impactés.

Impacts sur le milieu paysager

Les impacts sur le paysage ont été traités dans l'étude d'impact environnementale :

- Les bâtiments ont été représentés dans des photomontages, dans des visuels 3D, des coupes schématiques de dessus et de profil (cf. page 296, 304, 381, page. 479 de l'EIE, page 15 et 16 du dossier de demande de permis de construire LA1, Vues 5 – 19 - 29 du Carnet de photomontages) ;
- L'impact sur le paysage a été décrit dans l'étude d'impact sur l'environnement (cf. page 377, 378, 380, 381, 382) ;
- L'intégration paysagère a fait l'objet de mesures de réduction (MR-P03 – bardage bois) (MR-P02 – Plantations de haies) (page 478) ;
- La position géographique des bâtiments agricoles a été reflétée en lien avec le projet agricole des exploitants, et en concertation avec les propriétaires fonciers, les élus locaux, le bureau d'études BIOTOPE. Leur position les rend à la fois aisément accessible depuis les dessertes routières et peu visibles depuis les lieux à enjeux. Leurs impacts ont été très faibles à nuls en fonction des habitations alentours et du paysage. En effet, ils sont implantés sur les hauts plateaux (donc en surplomb par rapport aux lieux de vie souvent implantées dans les vallées) et contre des espaces boisés (bois et haies), limitant fortement leurs impacts visuels ;
- Les bâtiments agricoles ont été considérés dans l'analyse des impacts bruts et résiduels, dans le carnet de photomontages et les simulations des mesures (cf. carnet de photomontages, chapitre des mesures paysagères et page 510).

« La MRAE recommande d'approfondir l'étude des incidences Natura 2000 sur la chiroptérofaune présente sur l'aire d'étude. »

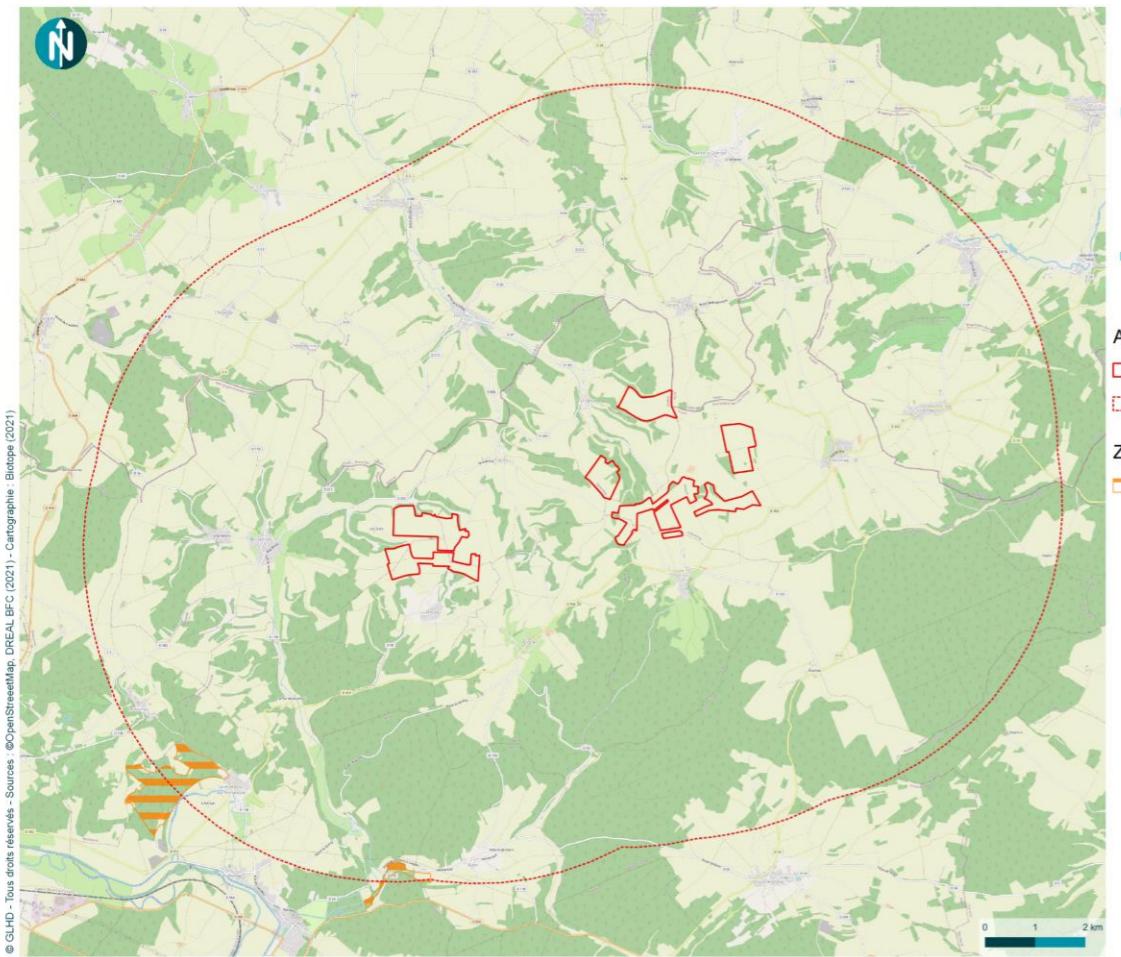
➔ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

L'aire d'étude immédiate n'est pas comprise dans un zonage du réseau Natura 2000. Deux sites du réseau européen Natura 2000 sont concernés par l'aire d'étude éloignée (périmètre de 6 km autour des projets). Il s'agit de deux Zones Spéciales de Conservation (ZSC), de la directive européenne 92/43/CEE dite directive « Habitats-Faune-Flore » :

- La ZSC FR2601004 : « Eboulis calcaires de la vallée de l'Armançon »
- La ZSC FR2600996 : « Marais alcalin et prairies humides de Baon »

Ces deux sites du réseau Natura 2000 sont recensés à environ 5 km au sud-ouest des projets.



Carte 8 : Zonages réglementaires du patrimoine naturel sur l'aire d'étude éloignée

Au regard de la distance entre les projets et ces zonages, de l'absence de liens fonctionnels existants entre l'aire d'étude immédiate et ces sites (notamment absence d'éboulis calcaires, de milieux de marais et de prairies humides) et de l'absence d'habitats favorables aux espèces à l'origine de la désignation de ces sites Natura 2000 au sein de l'aire d'étude, l'étude a conclu à l'absence d'interaction fonctionnelle entre le patrimoine d'intérêt communautaire à l'origine de la désignation des deux sites Natura 2000 et celui présent sur l'aire d'étude immédiate.

Compléments de réponse apportés :

Pour développer ces aspects, voici le détail pour les espèces de chiroptères d'intérêt communautaire en présence sur les deux sites Natura 2000, à l'origine de la désignation des sites :

Espèce*	Espèce présente sur le site des projets	Incidence des projets sur la population
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	Oui	Cette ZSC contient d'anciennes carrières à proximité servant de gîte à certaines espèces de chauves-souris. Aucune cavité souterraine n'est identifiée sur l'aire d'étude immédiate. Aucun bâti favorable au gîte des rhinolophes n'est présent sur l'aire d'étude immédiate, ni aucun gîte arboricole favorable au Murin de Bechstein. En limite d'aire d'étude immédiate, il

Zonages réglementaires du patrimoine naturel

Projets agrivoltaïques des Hauts-Plateaux (89)

- Aires d'étude
■ Aire d'étude immédiate
■ Aire d'étude éloignée (6 km)
Zonages réglementaires
■ Zones Spéciales de Conservation (ZSC)

Espèce*	Espèce présente sur le site des projets	Incidence des projets sur la population
Grand Rhinolophe <i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Oui	existe de quelques chênes avec des décollements d'écorce ou de petites cavités pouvant être favorables au gîte d'espèce de chauves-souris arboricoles. Les projets ne détruisent aucun gîte ou habitat à chauves-souris qui sont désignées pour cette ZSC.
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteinii</i>	Oui	Le site sert surtout de zone de transit au niveau des haies et lisières forestières, ainsi que de zone d'alimentation au niveau des boisements et des haies. Les projets évitent la destruction des habitats de chasse et ne provoquent un dérangement que très limité et sur une courte durée. Les projets n'ont donc pas d'incidence négative sur la population de ces espèces.
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	Non	

* Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE

Tableau 2 : Espèces d'intérêts communautaire en présence sur le site Natura 2000 FR2601004 : « Eboulis calcaires de la vallée de l'Armançon »

Espèce*	Espèce présente sur le site des projets	Incidence des projets sur la population
Petit Rhinolophe <i>Rhinolophus hipposideros</i>	Oui	Cette ZSC est composée d'un marais inscrit dans un vallon creusé dans un bassin versant essentiellement forestier. Il s'agit d'un complexe humide de marais alluviaux lié au ru de Baon et à l'influence de sa nappe souterraine. Or, l'aire d'étude ne se compose pas de ce type d'habitats. Aucun bâti favorable au gîte du Petit Rhinolophe n'est présent sur l'aire d'étude immédiate, ni aucun gîte arboricole favorable au Murin de Bechstein. En limite d'aire d'étude immédiate, il existe de quelques chênes avec des décollements d'écorce ou de petites cavités pouvant être favorables au gîte d'espèce de chauves-souris arboricoles. Les projets ne détruisent aucun gîte ou habitat à chauves-souris désigné pour cette ZSC.
Murin de Bechstein <i>Myotis bechsteinii</i>	Oui	Le site sert surtout de zone de transit au niveau des haies et lisières forestières, ainsi que de zone d'alimentation au niveau des boisements et des haies. Les projets évitent la destruction des habitats de chasse et ne provoquent un dérangement que très limité et sur une courte durée. Les projets n'ont donc pas d'incidence négative sur la population de ces espèces.
Murin à oreilles échancrées <i>Myotis emarginatus</i>	Non	

* Espèces inscrites à l'annexe II de la directive 92/43/CEE

Tableau 3 : Espèces d'intérêts communautaire en présence sur le site Natura 2000 FR2600996 : « Marais alcalin et prairies humides de Baon »

Également, la Barbastelle d'Europe (*Barbastella barbastellus*), inscrite elle aussi à l'annexe II de la directive 92/43/CEE mais absente des FSD (Formulaires Standard de Données) des deux sites Natura 2000 listés ci-dessus, est présente sur le site des projets. Cette espèce typiquement forestière est observée sur l'ensemble du site, en activité parfois très forte. Quelques pins avec décollement d'écorce pouvant être favorables au gîte de la Barbastelle d'Europe ont été observés sur l'aire d'étude immédiate.

Cette espèce bénéficie de l'ensemble des mesures Evitement et de Réduction favorables aux autres espèces. Par ailleurs, elle n'est pas listée aux FSD des sites Natura2000 et ne semble pas de fait avoir une relation appuyée avec ceux-ci.

Les projets n'entrent donc pas en interaction avec les deux sites Natura 2000 désignés ci-dessus. Au vu de leur nature, dimensions et de leur éloignement par rapport aux sites Natura 2000 identifiés, les projets n'auront aucun impact ni d'emprise, ni fonctionnel sur ces sites Natura 2000, ou sur ses habitats naturels et espèces d'intérêt communautaire justifiant sa désignation. Le réseau Natura 2000 demeurera donc préservé.

« La MRAE recommande d'éviter toute réalisation des travaux lourds pendant la période de sensibilité de la faune de début mars (début d'installation des couples) à fin août (fin d'élevage des jeunes). »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

L'emprise du projet est en majorité concernée par des habitats pouvant accueillir la reproduction de certaines espèces. En effet, plusieurs espèces d'oiseaux utilisent les grands espaces ouverts pour nicher au sol (Alouette des champs, Alouette lulu, Busard cendré et Busard Saint-Martin).

Ces espèces sont typiques des milieux ouverts agricoles et nichent à même le sol dans les cultures ou la végétation herbacée. Les couples construisent un nouveau nid chaque année, pas nécessairement dans la même parcelle que lors de l'année précédente.

Tous les travaux préparatoires du sol tels que le défrichement, le débroussaillage, le terrassement et le décapage du sol seront réalisés avant le début de la période de nidification afin d'éviter toute destruction d'individu (surtout les œufs et les juvéniles, sessiles ou peu mobiles). Les périodes d'intervention sont ciblées en dehors des périodes sensibles pour ces animaux.

La phase de travaux débutera en dehors de la période de reproduction des oiseaux, groupe le plus à risque (qui dure entre mars et septembre), par la destruction des habitats potentiellement favorables à la nidification des oiseaux. Cette étape de terrassement réalisée, le chantier pourra continuer sans s'interrompre, y compris en période de reproduction, puisque l'habitat de reproduction n'existera plus.

Après le démarrage, les travaux seront poursuivis sans discontinuité de plus d'une semaine, afin d'éviter l'installation de couples.

Compléments de réponse apportés :

Sur les espèces d'oiseaux des milieux ouverts, les plus à enjeux relevées sur l'aire d'étude, la dynamique de nidification est la suivante :

- Busard cendré : la ponte a lieu de la fin avril à la mi-juin, il faut ensuite compter environ 2 mois jusqu'aux premiers envols sur de courtes distances.
- Busard Saint-Martin : la ponte a lieu entre le 15 avril et fin mai, il faut ensuite également compter environ 2 mois jusqu'aux premiers envols.
- Alouette des champs : deux pontes par an entre mi-mars et mi-août en France, les jeunes sont volants à 20 jours.
- Alouette lulu : jusqu'à trois pontes dont la première entre mi-mars et mi-mars et la dernière possible jusqu'en juillet.

Globalement, le début d'installation des couples peut démarrer dès la mi-mars dans le cas général (alouettes) et la fin d'élevage des jeunes peut s'étendre jusqu'à la fin août.

Au vu du réchauffement climatique, la saison de nidification pourrait être avancée au début du mois de mars dans les années à venir et devenir habituel.

Ainsi, il est proposé le calendrier suivant mis à jour :

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Travaux préparatoires du sol												

Légende :

	Période favorable au démarrage des travaux
	Période de démarrage des travaux prohibée

Tableau 4 : Calendrier des travaux préparatoire du sol mis à jour

Ainsi, les travaux doivent démarrer entre le mois de septembre et le mois de février afin d'éviter la période de nidification. Ils devront ensuite se poursuivre sans discontinuité de plus d'une semaine, afin d'éviter l'installation de couples.

Le Maître d'Ouvrage s'engage au respect de ces nouvelles dispositions.

« La MRAE recommande l'engagement du pétitionnaire à respecter les prescriptions de l'étude d'impact concernant le secteur à Robinier faux-acacia et la préservation de la station à Delphinium consolida. »

→ Réponse de GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Concernant le secteur à Robinier faux-acacia, le maître d'ouvrage s'engage à la mise en œuvre de la mesure [MR-B04 Lutter contre les espèces végétales exotiques envahissante](#) présenté à la page 463 de l'EIE. Elle prévoit l'évitement et le balisage de la station de Robinier faux-acacia.

Concernant la station Delphinium Consolida, le maître d'ouvrage s'engage à la mise en œuvre de la mesure [ME-B02 : Balisage préventif de station ou d'habitat d'espèces remarquable ou patrimoniale](#) présentée à la page 459 de l'EIE. Elle prévoit un évitement géographique et le balisage de la zone afin de protéger la station de Delphinium Consolida.

Ces engagements ont donc été pris par le Maître d'Ouvrage dans l'étude d'impact. Plus globalement, toutes les mesures proposées par le bureau d'études BIOTOPE ont fait l'objet d'un échange entre le Maître d'ouvrage et BIOTOPE et ont été validées de façon consensuelle.

« La MRAE recommande d'assurer une distance minimum de 10 m des pistes et de la clôture vis-à-vis des lisières de bois afin de garantir le maintien des boisements et lisières et ainsi préserver les corridors de déplacements pour la faune, en particulier les chiroptères. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel sur le processus d'implantation :

Le processus des choix d'implantations du site a fait l'objet d'études approfondies et d'échanges fournies avec de nombreux acteurs.

Les Services de la DREAL ont été impliqués dans ce processus à différents moments :

- Lors de consultations préalables transmises par courrier en novembre 2022 ;
- Lors du Pole EnR du 2 février 2022 ;
- Lors d'une consultation établie par mail en date du 24 novembre à l'évaluation environnementale.

Sur le volet écologique, le bureau d'études BIOTOPE a été, au regard des données collectées et des enjeux écologiques identifiés sur le terrain, acteur du choix d'implantation en définissant les recommandations d'implantations qui ont toutes été respectées par le Maître d'Ouvrage :

- Vis-à-vis des enjeux avifaunistiques et chiroptérologiques => positionner les modules à 20m minimum des lisières boisées ;
- Vis-à-vis des enjeux avifaunistiques et chiroptérologiques => positionner les clôtures à 10m minimum des lisières boisées ;
- Vis-à-vis des enjeux chiroptérologiques => préserver le cabanon présent sur l'ilot de la commune de Rugny (I7) ;
- Vis-à-vis des enjeux floristiques notamment => faire passer le raccordement interne au niveau des chemins qui ont des enjeux négligeables ;
- Vis-à-vis des enjeux d'habitats => éviter la friche de 12 ha sur Arthonnay, les milieux boisés, les stations à Robinier faux-acacia ;
- Vis-à-vis de la préservation des habitats et du dérangement d'espèces => créer des pistes légères, avec des matériaux naturels, locaux si possible, à forte capacité drainante, pouvant être facilement remises en état.

Compléments de réponse apportés :

Une distance de 10 mètres minimum entre les clôtures et les lisières de boisements sera respectée afin de préserver à la fois ces milieux forestiers et des corridors de déplacement pour la faune. Sur certains secteurs, la distance sera même jusqu'à 15 voire 20 mètres (I1, I13 ou encore I8).

Cet éloignement répondra également au risque croissant d'incendie lié au contexte de sécheresse accrue depuis quelques dernières années. De plus, une voie doit être réalisée entre la clôture et les panneaux pour permettre la défense incendie du site (pistes intérieures).

L'impact se fait par rapport à la clôture dont la structure est constituée d'éléments durs et artificiels engendrant des risques et un effet barrière. Tandis que la piste d'accès est constituée de matériaux naturels (cailloux concassés) et perméables. Les pistes ne vont pas impacter la circulation de la faune et la perméabilité des milieux : elles sont positionnées en bordure des clôtures afin de pouvoir accéder aux îlots pour la maintenance et l'exploitation agricole.

Concernant les chiroptères en particulier, les pistes externes n'empêcheront pas la fonctionnalité écologique des haies, lisières et boisements en périphérie des îlots. Il a été conclu à un impact nul de la perturbation des chiroptères du fait de l'évitement et de l'éloignement de leurs corridors de déplacement et de chasse. Aucun impact supplémentaire n'est attendu par la création des pistes.

Ces pistes externes sont une exigence du Service Départemental d'Incendie et de Secours (SDIS). Conformément aux prescriptions du SDIS 89, des pistes périphériques internes et externes de 4m de large ceinturent les îlots agrivoltaïques. En concertation avec ces derniers, il a été convenu que les voiries existantes en périphérie des îlots pourront faire office de pistes périphériques externes. Cette optimisation tend à réduire le linéaire de piste à créer.

Néanmoins, les pistes périphériques externes ayant un intérêt assez faible pour l'exploitation agricole et énergétique des îlots, ces dernières pourraient sous réserve d'acceptation du SDIS être enherbées voire supprimées. Auquel cas ces modifications nécessiteront une actualisation de l'étude d'impact ou une demande de permis de construire modificatif.

« La MRAe recommande de veiller à la pérennité de la perméabilité écologique des clôtures dans le temps et à l'absence de dégradation susceptible de causer des dommages à la faune. »

→ Réponse de GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

La pérennité de la perméabilité écologique des clôtures dans le temps et l'absence de dégradation susceptible de causer des dommages à la faune font parties des mesures sur lesquelles le maître d'ouvrage s'engage. Les clôtures et les passages pour la petite faune seront entretenus régulièrement.

Ces engagements sont repris dans la mesure de réduction **MR-B05 : Préservation des continuité écologiques : adaptation des clôtures** qui a pour objectif d' « Assurer la sécurité des installations tout en conservant une perméabilité maximale pour la petite faune locale. », page 464 de l'EIE, **9. Mesures prévues pour éviter, réduire et, le cas échéant, compenser les effets négatifs des projets sur l'environnement et la santé / 9.3.1.2 Mesures d'évitement et de réduction des impacts** :

« l'ingénieur-écologue en charge de l'assistance environnementale et du suivi écologique de chantier s'assurera de cette perméabilité. Également, lors des opérations de maintenance des fermes agrivoltaïques, le personnel habilité à intervenir vérifiera également l'état de la clôture et prendra les mesures nécessaires de réparation ou remplacement en cas de dégradations visibles. »

« La MRAe recommande d'assurer que la partie située entre les lisières et les clôtures soit entretenue afin de préserver ces zones de transition écologique. »

→ Réponse de GLHD :

Les parties situées entre les lisières et les clôtures continueront d'être exploitées par les exploitants agricoles. Elles resteront éligibles aux aides de la PAC et pourront également être éligibles à la mesure de réduction **MR-B09 : Création de milieux herbacés et entretien du couvert** que les agriculteurs du collectif EPHY s'engagent à mettre en œuvre au travers de la **Charte d'engagement environnementale** présentée en **Annexe 4** du présent mémoire en réponse.

« La MRAe recommande d'évaluer plus précisément le phénomène de « mitage » du territoire agricole engendré par les projets des hauts-plateaux et les autres projets alentour (existants ou récemment autorisés) et l'impact de l'artificialisation de ces zones pour les oiseaux qui l'utilisent comme territoire de chasse ou pour nichier et de proposer les mesures ERC qui pourraient s'avérer nécessaires. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Concernant l'effet de mitage, les continuités écologiques pour la petite faune sont assurées par la mesure **MR-B05 : Préservation des continuités écologiques : adaptation des clôtures** présentée page 464 de l'EIE. Cette mesure prévoit que les clôtures conservent une perméabilité maximale pour la petite faune locale. De plus, il n'existe à ce jour aucun projet existant ou récemment autorisé au sein de l'Aire d'Etude Eloigné des projets des hauts-plateaux. Il n'y a donc pas de phénomène de mitage du territoire agricole dans le cadre des effets cumulés.

Concernant l'artificialisation liée aux projets des hauts-plateaux, elle est également très limitée. L'imperméabilisation des sols se limite aux postes de transformation, locaux techniques, citernes et à l'emprise des pieux des structures. Ces surfaces représentent 0,72ha, soit moins de 0,4% de la surface clôturée total des projets (cf. page 351 de l'EIE **Tableau 75 : emprises imperméabilisées et empierreées par îlot**, hors imperméabilisation des bâtiments agricoles qui ajoutent deux fois 800m² de surfaces imperméabilisées).

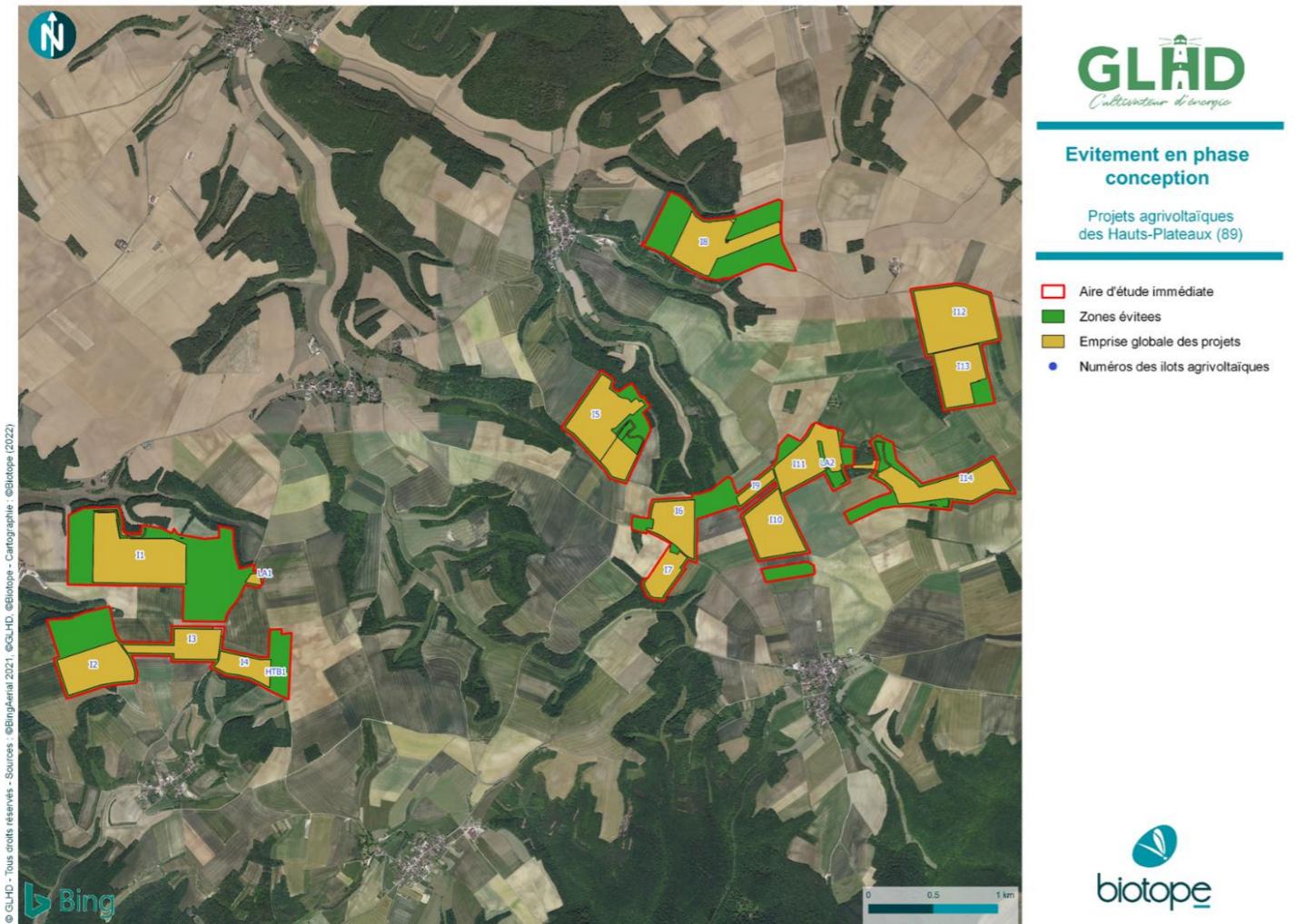
Pour rappel, les mesures suivantes ont été proposées afin d'éviter et réduire les impacts des projets sur l'avifaune, incluant la perte ou la destruction d'habitats de ces espèces :

- ME-B01 : Adaptation géographique des projets en phase de conception, prise en compte des enjeux biodiversité dans le choix des îlots conservés ;
- MR-B08 : Mise en place d'une gestion raisonnée de la végétation interstitielle ;
- MR-B09 : Création de milieux herbacés et entretien du couvert ;
- MR-B10 : Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids.

L'apport et l'intérêt de ces mesures sont rappelés ci-dessous, ainsi que la démarche opérée dans la construction des projets.

Il y a donc eu tout d'abord, comme la démarche itérative le prévoit, une évolution des projets afin d'aboutir à une variante finale de moindre impact. Ainsi, cet évènement en phase conception correspond à la mesure ME-B01 : « Adaptation géographique des projets en phase de conception : prise en compte des enjeux biodiversité dans le choix des îlots conservés ».

Une surface de 164,3 ha, soit environ 40% de l'aire d'étude, a ainsi été évitée, préservant les zones à plus forts enjeux écologiques en diminuant la taille des îlots. Ont ainsi été évités les habitats à forts enjeux pour la faune : habitats ouverts (végétations messicoles, prairies) et semi-ouverts (friches, fourrés, bordures de haies), habitats fermés (forêt mésophile et plantation de pins) (cf [Carte 9](#) ci-dessous).



Compléments de réponse apportés :

L'implantation des projets agrivoltaïques s'est portée uniquement sur les surfaces de terrains cultivés, habitats anthropisés composés de zones de grandes cultures intensives.

Les projets sont de plus répartis sur différents îlots, sur différentes communes, et non pas d'un seul tenant (cf. [Carte 9](#) précédente). Ainsi, le mitage est par ces aspects déjà relativement limité. Entre les îlots sont prévus l'implantation de haies et la mise en place de clôtures, obligatoires pour des questions d'assurance. Ces clôtures resteront cependant perméables à la petite faune terrestre (mesure [MR-B05](#)).

Par ailleurs, sur les surfaces concernées par les projets et non exploitées, il est prévu une gestion raisonnée de la végétation interstitielle (mesure [MR-B08](#)). Cela concerne les secteurs sous les panneaux non exploités ou en bordures de clôtures. Le fauchage tardif consiste

à laisser pousser la végétation pendant les périodes printanières et estivales afin de favoriser le développement de la faune et de la flore abritées dans ces hautes herbes. Des zones refuges seront conservées d'une fauche à l'autre afin de permettre aux espèces de s'y réfugier.

Également, sous les panneaux il est prévu la mise en place de cultures plus diversifiées, l'allongement des rotations et l'introduction de nouvelles cultures locales (PPAM par exemple). De plus, la polyculture-élevage avec ovins et luzernières sera introduite en alternance avec des cultures. Ainsi, un changement de pratiques agricoles à l'échelle des projets agrivoltaïques est prévu, avec notamment un projet de conversion en Agriculture Biologique, ou à défaut une certification Haute Valeur Environnementale et une labellisation Zéro Résidu de Pesticides (engrais et traitements). Cette conversion sera lancée à partir de l'obtention de l'ensemble des autorisations préalables à la construction des projets de fermes agrivoltaïques purgées de tout recours et sous réserve que les aides à la conversion soient disponibles et que le marché du bio maintienne un équilibre économique pour l'exploitation agricole.

Les projets entraîneront la création de grandes superficies de milieux gérés sans intrants, ainsi que la modification des pratiques agricoles, ce qui aura un effet globalement bénéfique sur l'ensemble du réseau trophique.

L'étude prévoit également une mesure de création de milieux herbacés et d'entretien du couvert en marge des îlots agrivoltaïques ([MR-B09](#)), constituant des zones de report favorable pour l'avifaune.

Les objectifs de cette mesure sont pluriels :

- Créer des milieux favorables à la biodiversité en convertissant des terres en agriculture intensive en prairies permanentes et jachères ;
- Proposer des habitats de report à l'avifaune des milieux ouverts, en particulier l'Alouette des champs pour la nidification et la chasse, et les Busards cendré et Saint-Martin pour la chasse ;
- Constituer des zones refuges non perturbées de manière à garantir l'accomplissement du cycle complet de reproduction des espèces faunistiques et floristiques et d'améliorer la qualité de l'habitat prairial en adoptant des pratiques favorables à la biodiversité.

Les effectifs des espèces d'oiseaux des milieux ouverts les plus impactés par le projet, observés en période nuptiale lors des inventaires, sont les suivants :

- Alouette des champs : 150 individus en période nuptiale
- Alouette lulu : 4 individus mâles
- Busard cendré : 1 couple observé à proximité de l'aire d'étude
- Busard Saint-Martin : un mâle observé en chasse

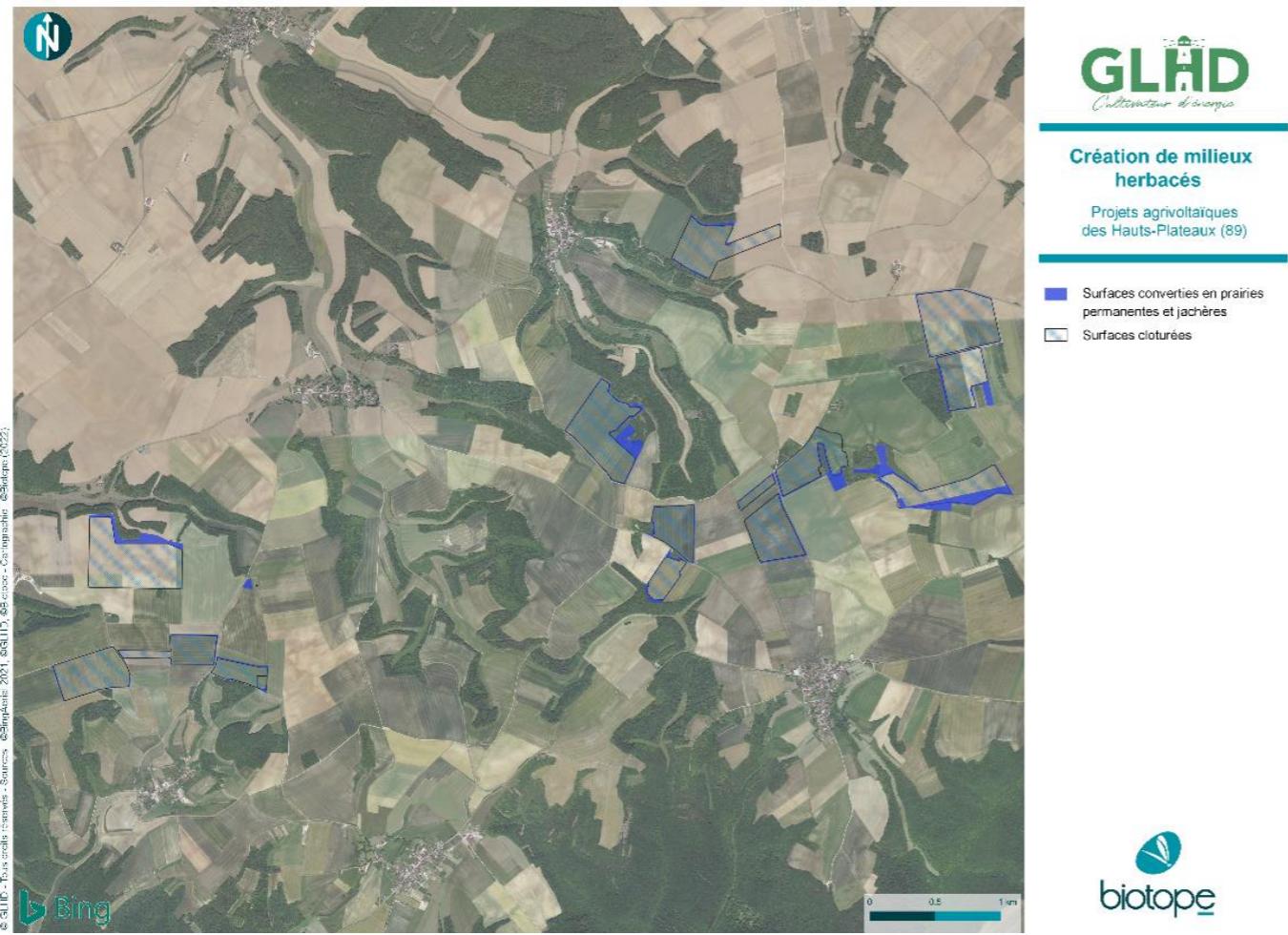
L'Alouette des champs est donc l'espèce la plus abondante observée. Cet oiseau est emblématique des milieux agricoles et niche au sol dans les grands espaces ouverts. Notons que cette espèce est chassable et qu'elle est quasi-menacée à l'échelle régionale.

Des secteurs seront convertis en prairies permanentes et jachères, hors emprise clôturée des projets, pour une superficie de 27 ha, soit 12% de la surface des projets (voir [Carte 10](#) page suivante).

Cette surface sera créée en faveur de la faune et en particulier de l'avifaune des milieux ouverts, en particulier l'Alouette des champs pour la nidification et la chasse, et les Busards cendré et Saint-Martin pour la chasse. Ces surfaces agricoles qui sont aujourd'hui destinées à de la grande culture, principalement en conventionnel, et deviendront des prairies permanentes pâturées ou fauchées, en agriculture biologique ou raisonnée .

Il est communément acquis de considérer que le territoire pour un mâle chanteur d'Alouette des champs est d'une surface de 3 à 4 ha. Ainsi, la potentialité d'accueil serait de 7 à 9 couples nicheurs sur les 27 ha. Pour l'Alouette lulu le territoire peut aller de 3 à 10 ha, soit un potentiel de 3 à 9 couples.

Ainsi, ces zones refuges paraissent suffisantes au vu de l'évolution de l'occupation du sol et des pratiques agricoles de ces surfaces, ceci au regard des effectifs d'alouettes concernés et des évènements géographiques déjà réalisés dans le cadre des projets, à hauteur de 164,3 ha.



Carte 10 : Crédit de milieux herbacés favorable à la biodiversité

Une perte globale d'habitat de nidification favorable s'observe pour les busards. L'espacement entre les rangées de panneaux de 5 mètres max sera cultivé, ce qui devrait permettre de conserver des habitats de chasse pour ces espèces, et qui sera vérifié lors des suivis. L'Alouette des champs, quant à elle, devrait continuer de nicher entre les rangées de panneaux, que les surfaces soient en grandes cultures ou pâturées (luzerne), contrairement à l'Alouette lulu qui préfère des prairies avec un mélange d'espèces. La mesure de suivi de l'avifaune ([MS-B02](#)) permettra d'attester de cela.

En milieu agricole, il est nécessaire de favoriser une plus grande diversité culturelle, de limiter la surface parcellaire moyenne afin d'augmenter l'effet lisière, de diminuer l'utilisation des pesticides et de maintenir (dans le respect de la réglementation) les chaumes de céréales et autres cultures après récolte tout au long de l'hiver.

Les projets permettront, au long terme, de proposer des habitats d'espèces qui constitueront de nouveaux habitats pour l'Alouette des champs. Les busards, en revanche, n'utiliseront pas les habitats de report créés comme lieux de nidification (zones encaissées ou proches de lisières), mais pourront les utiliser pour la chasse.

Pour les deux espèces de busards impactés, la mesure *MR-B10 « Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids »* sera mise en place.

De ce fait, et au vu des mesures présentées ci-avant, la perte d'habitats agricoles existe au sein des projets, mais ces habitats sont maintenus à l'échelle globale du projet agricole et seront modifiés avec un changement de pratiques plus favorables pour les écosystèmes et donc pour les différents groupes de faune.

La mesure de préservation [MR-B10](#) permet l'étude et le maintien des busards en dehors de l'aire d'étude des projets dans un rayon d'1km. Les projets entraînent la création de grandes surfaces de milieux gérés extensivement, ce qui aura un effet globalement bénéfique sur l'ensemble du réseau trophique, et donc bénéficiera tout particulièrement au cortège des oiseaux des milieux ouverts.

De plus, la mesure **MR-B10** concerne le suivi des populations des rapaces nicheurs en milieux ouverts concernés par les projets, les busards, et la mesure de suivi **MS-B02** : « *Réaliser un suivi écologique de l'avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts* » concerne entre autres les alouettes. Dans le but de proportionner le suivi aux enjeux écologiques mis en évidence, 2 passages annuels ciblés sur l'Alouette des champs et l'Alouette lulu seront réalisés, avec comparaison des effectifs et des comportements avant-projet et post-implantation. Cette mesure concerne l'ensemble de l'aire d'étude immédiate intégrant les emprises projets et les milieux semi-ouverts, les haies implantées, ainsi que les prairies et jachères créées via la mesure **MR-B09**.

Les mesures présentées sont donc bien proportionnées aux enjeux identifiés et sont estimées suffisantes, confirmant un niveau d'impact résiduel non significatif, jugé négligeable. Cette conclusion reste sous réserve de la bonne application des mesures et du suivi des populations qui apportera des données factuelles.

Rappelons également que pour chaque mesure à suivre dans le temps, des comptes-rendus seront réalisés par les intervenants, avec entre autres l'écologue en charge du suivi de chantier et du suivi écologique. En effet, pour les mesures de suivi écologique à la suite de la mise en œuvre des projets, un rapport sera livré au maître d'ouvrage qui se chargera de le transmettre à la DREAL à la suite de chaque suivi.

« La MRAe recommande de reconstruire l'absence de demande de dérogation « espèces protégées » et de définir, le cas échéant, des mesures ERC adaptées. En tout état de cause, elle recommande de créer de nouvelles surfaces favorables à la nidification des busards cendrés et de renforcer les suivis des populations de busards : annuels jusqu'à l'année n+10 puis tous les cinq ans jusqu'à la fin d'exploitation des parcs photovoltaïques. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Extrait du tableau 118 : impacts résiduels sur les oiseaux, page 507 :
Conséquences sur la biodiversité :

« Absence de perte de biodiversité :

Une perte globale d'habitat de nidification favorable s'observe pour les busards. L'espacement entre les rangées de panneaux sera de 5 mètres et sera cultivé, ce qui devrait permettre de conserver des habitats de chasse pour ces espèces. L'Alouette des champs, quant à elle, devrait continuer de nicher entre les rangées de panneaux, que les surfaces soient en grandes cultures ou pâturées (luzerne).

Les projets permettront, au long terme, de proposer des habitats d'espèces avec la création d'espaces agricoles conduit en raisonnée, sans recours aux produits phytosanitaires, et qui constitueront de nouveaux habitats pour l'Alouette des champs. Les busards, en revanche, n'utiliseront pas les habitats de report créés comme lieux de nidification (zones encaissées ou proches de lisières), mais pourront les utiliser pour la chasse.

Pour les deux espèces de busards, une mesure de réduction ambitieuse est proposée afin de suivre la nidification au sein et autour des îlots et de protéger les nids (cf. mesure MR-B10).

La perte d'habitats agricoles apparaît ainsi non significative du fait que ces habitats sont maintenus à l'échelle du projet agricole global et vont être modifiés via un changement des pratiques. En effet, les projets entraîneront la création de grandes superficies de milieux gérés extensivement, ainsi que la modification des pratiques agricoles, aura un effet globalement bénéfique sur l'ensemble du réseau trophique, et donc bénéficiera tout particulièrement au cortège des oiseaux des milieux ouverts. »

Compléments de réponse apportés par BIOTOPE ET GLHD :

Considérant les remarques de la MRAe, Le maître d'ouvrage s'engage à renforcer le suivi des populations de busards de la mesure [MR-B10](#). Sera réalisé :

- Un suivi annuel jusqu'à l'année n+10 (pendant les 10 premières années) ;
- Puis un suivi tous les cinq ans jusqu'à la fin d'exploitation des îlots agrivoltaïques, prévu au bout de 40 années d'exploitation.

Le tableau sur la planification des mesures est donc mis à jour en ce sens et visible ci-dessous : [Tableau 3 : Planification des mesures mises à jour](#)

La mise en œuvre des mesures [MR-B09](#) de création de milieux herbacés et [MR-B10](#) de suivi de la nidification des busards est conditionnée à l'accord des exploitants cultivant dans la zone tampon de 1km autour des îlots agrivoltaïques. Afin d'apporter des garanties d'effectivité, entre autres, à cette mesure, le collectif EHPY a signé avec le maître d'ouvrage une [Charte d'Engagement Environnementale](#), en [Annexe 4](#) du présent mémoire en réponse. Cette charte liste les modalités que les exploitants du collectif EHPY s'engagent à mettre en œuvre pendant toute la durée de l'exploitation des fermes agrivoltaïques dans le cadre des mesures proposées dans l'étude d'impact.

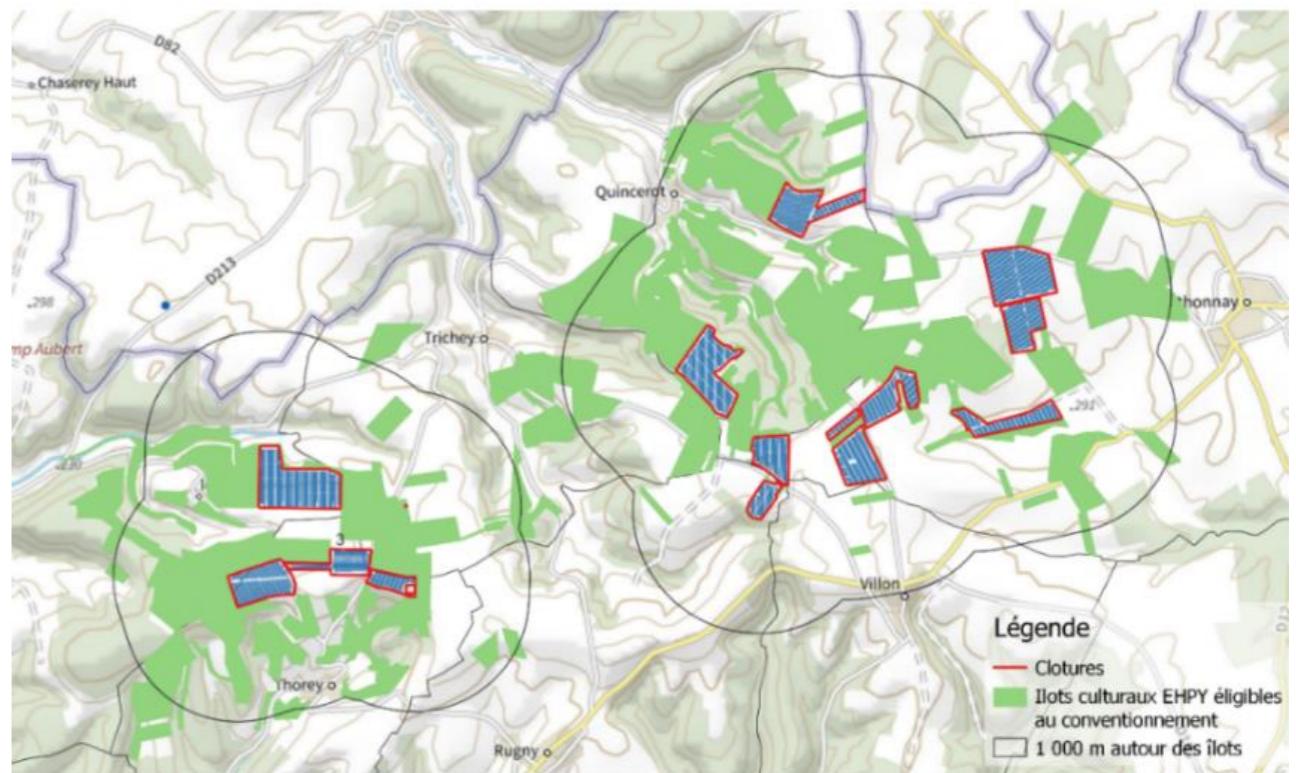
Dans le cadre de cette charte, entre autres :

- ➔ Le collectif EHPY s'engage avec le maître d'ouvrage à la mise en œuvre de la mesure [MR-B09](#) en assurant la création de 27 ha de zone de report pendant toute la durée de l'exploitation des fermes agrivoltaïques par la conversion de parcelle en jachères ou en prairies pâturées ou fauchées et conduite en agriculture raisonnée. Les surfaces visées par la mesure seront préférentiellement les zones agricoles intermédiaires entre les boisements et les clôtures des îlots (cf. carte de la mesure [MR-B09](#)), mais les autres parcelles agricoles situées dans un rayon de 1000m autour des îlots agrivoltaïques sont aussi éligibles à cette mesure.
- ➔ Le collectif EHPY s'engage avec le maître d'ouvrage à la mise en œuvre de la mesure [MR-B10](#) sur les îlots culturaux, hors îlots agrivoltaïques, éligibles au conventionnement et déclarés à la PAC par les exploitants membres de l'association EHPY. Ces îlots culturaux représentent environ 930 ha où sera mise en œuvre la mesure. Ils sont localisés sur la [Carte 11](#) ci-contre.
- ➔ En complément de la mesure [MR-B10](#), le collectif EHPY s'engage à dévier sur les îlots culturaux déclarés à la PAC par les exploitants de l'association présents dans un rayon de 1000 m autour des projets (soit les 930ha hors îlot agrivoltaïques, cf. carte précédente), un minimum de 213 ha chaque année, à une rotation de culture favorable aux busards (blés, orge, seigle, fauches tardives dont ray-grass ou luzerne à partir de mi-aout), sous réserve que le contexte climatique, agronomique et économique permette la mise en œuvre de ces cultures pendant les 40 années d'exploitations.

Le Busard Saint-Martin commence la saison de nidification un peu plus tôt que le Busard cendré, dès la mi-avril. Il a besoin d'une hauteur de végétation de 20 cm minimum, tandis que le Busard cendré apprécie une plus grande hauteur et peut commencer la nidification dès fin avril. Ainsi, les cultures favorables peuvent être élargies à d'autres céréales de type avoine, sorgho ou encore millet si cela respecte les besoins des busards (hauteur de végétation et période de récolte post-envol des jeunes, ou à défaut protection des nichées).

Cet engagement permet de sécuriser sur une zone de 1000 m autour des fermes agrivoltaïques, et de manière durable pour la reproduction des busards, une surface favorable à leur nidification à minima équivalente à la surface perdue comme surface de reproduction par l'implantation des projets de 213 ha.

Au regard de ces éléments, le [Tableau 118 : impacts résiduels sur les oiseaux](#), page 507 est donc mis à jour et visible page suivante



Carte 11 : Carte de localisation des îlots culturaux EHPY éligibles au conventionnement

Code mesure	Intitulé mesure	Année N-1 (avant début du chantier)	Phase de fonctionnement																	
			N+1	N+2	N+3	N+4	N+5	N+6	N+7	N+8	N+9	N+10	N+15	N+20	N+25	N+30	N+35	N+40 ans (Nf)	Nf+1	
Mesures de réduction																				
MR-B10	Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids																			
Mesures de suivi																				
MS-B01	Assurer un suivi écologique à la suite de la mise en œuvre des projets																			
MS-B02	Réaliser un suivi écologique de l'avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts																			
MS-B03	Réaliser un suivi écologique des chiroptères																			

Tableau 5 : Planification des mesures mises à jour

Espèces ou cortèges concernés (enjeu écologique)	Effet prévisible	Phase des projets	Risque d'impact sur les habitats/espèces (Impact « brut »)	Mesures d'atténuation	Impact résiduel	Conséquence sur la biodiversité
Oiseaux : Cortège des milieux ouverts (enjeu localement fort à modéré) Particulièrement : Alouette des champs Busard cendré Busard Saint-Martin	Destruction ou dégradation physique des habitats d'espèces	Travaux	Destruction d'habitats favorables à ce cortège d'espèces	ME-B01 : Adaptation géographique des projets en phase de conception : prise en compte des enjeux biodiversité dans le choix des îlots conservés MR-B08 : Mise en place d'une gestion raisonnée de la végétation interstitielle MR-B09 : Création de milieux herbacés et entretien du couvert MR-B10 : Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids ➔ Cf. étude agricole ➔ Cf. Charte d'Engagement Environnementale en Annexe 4	Négligeable	<u>Absence de perte de biodiversité :</u> Le changement global proposé, passant d'une agriculture en gestion conventionnelle vers un modèle tendant vers l'agriculture biologique, répond positivement à l'altération des habitats et de la biodiversité en général. De plus, le maintien des lisières et bosquets, associé à la gestion différenciée proposée et à l'implantation de jachères et de prairies permanentes participe à éviter, et à réduire les impacts sur les oiseaux du cortège des milieux ouverts. Une perte globale d'habitat de nidification favorable s'observe pour les busards. L'espace agricole restera en grande partie cultivé, ce qui devrait permettre de conserver des habitats de chasse pour ces espèces. L'Alouette des champs, quant à elle, devrait continuer de nicher entre les rangées de panneaux, que les surfaces soient en grandes cultures ou pâturées. Les projets permettront, au long terme, de proposer des habitats d'espèces avec la création de prairies, jachères et cultures en agriculture biologique qui constitueront de nouveaux habitats pour l'Alouette des champs. Les busards, en revanche, n'utiliseront pas les habitats de report créés comme lieux de nidification (zones encaissées ou proches de lisières), mais pourront les utiliser pour la chasse. Ainsi, pour les alouettes, les impacts résiduels sont estimés négligeables. Pour les busards les impacts résiduels sont estimés négligeables pour la chasse (changement des pratiques favorables pour l'environnement, espacement des panneaux de 5 mètres et création de jachères et prairies permanentes sur 27ha). Des busards cendrés ont été observés proches de l'aire d'étude immédiate lors des inventaires, témoignant d'une nidification probable à proximité du site. Pour les deux espèces de busards (cendré et Saint-Martin), une mesure de réduction ambitieuse est proposée afin de suivre la nidification au sein et autour des îlots et de protéger les nids (mesure MR-B10). De plus, un complément à la mesure précédente est proposé et est inscrit dans la Charte d'Engagement Environnementale du collectif EHPY. Elle consiste à dédier des îlots cultureaux présents dans un rayon de 1000 m autour des projets un minimum de 213 ha chaque année de cultures favorables aux busards (blés, orge, seigle, fauches tardives). Cet engagement permet de sécuriser de manière durable (engagement sur toute la durée des projets) des zones favorables pour la reproduction des busards. La perte d'habitats agricoles apparaît ainsi non significative du fait que ces habitats sont maintenus à l'échelle du projet agricole global et vont être modifiés via un changement des pratiques et l'introduction de rotations culturales sur 213 ha chaque année, favorables à la nidification des busards. En effet, les projets entraîneront la création de grandes superficies de milieux gérés extensivement, ainsi que la modification des pratiques agricoles, et auront un effet globalement bénéfique sur l'ensemble du réseau trophique, et donc bénéficieront tout particulièrement au cortège des oiseaux des milieux ouverts.
	Destruction d'individus	Travaux et exploitation	Destruction de nids, de couvées ou d'adultes en nidification (couvaisons et nourrissage des jeunes)	MR02 : Adaptation du calendrier d'intervention : évitement des périodes les plus sensibles pour la faune MR10 : Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids	Négligeable	<u>Absence de perte de biodiversité :</u> La réalisation des travaux en dehors des périodes sensibles permet de réduire au maximum le risque de destruction d'individus. Les milieux pouvant se développer avant travaux sur les emprises projets (abandon de culture) feront également l'objet d'un phasage adapté en vue de réduire au maximum ce risque. De plus, l'accompagnement de l'écologue lors de la phase travaux permettra de s'assurer de la bonne application des mesures.
	Perturbation	Travaux / Exploitation	Dérangement des espèces lors des travaux (particulièrement lors des couvaisons et du nourrissage des jeunes) et lors de l'exploitation	MR02 : Adaptation du calendrier d'intervention : évitement des périodes les plus sensibles pour la faune MR07 : Adaptation des horaires de travaux et de l'éclairage afin de limiter le dérangement de la faune	Négligeable	<u>Absence de perte de biodiversité :</u> La réalisation des travaux en dehors des périodes sensibles permet de réduire au maximum le risque de perturbation d'individus. Aucun éclairage n'est prévu et les travaux seront réalisés en journée, en limitant le bruit.

Tableau 6 : Impacts résiduels sur les oiseaux

Comme le montre le tableau ci-avant, les impacts résiduels résultant des projets après application des mesures d'évitement et de réduction sont considérées comme négligeables pour l'avifaune du cortège des milieux ouverts, incluant les busards.

Le choix d'une période de travaux et d'entretien adaptée aux périodes de sensibilité écologique, ainsi que la délimitation physique des emprises du chantier afin de ne pas empiéter sur les habitats adjacents permettra de limiter les risques de destruction accidentelle d'individus d'espèces. L'évitement des haies, boisements, lisières et bosquets permet de maintenir à proximité de l'aire d'étude des surfaces d'habitats favorables aux amphibiens, reptiles, mammifères et oiseaux, ainsi que des habitats de chasse pour les chiroptères.

Les garanties d'effectivité des mesures proposées et détaillées seront, sous contrôle des services de l'Etat, apportées via les suivis et les comptes-rendus rédigés par l'écologue en charge des suivis, comme précisé précédemment.

Des garanties d'effectivités sont également apportées par la *Charte d'Engagement Environnementale* que le collectif EHPY a signé avec le maître d'ouvrage ([Annexe 4](#) du présent mémoire).

Compte tenu de ces éléments, les mesures d'évitement et de réduction proposées permettent de diminuer le risque pour les espèces de faune et particulièrement pour les busards, visés ici, au point qu'il apparaisse comme n'étant pas suffisamment caractérisé.

Ainsi, aucune DDEP n'est estimée nécessaire dans le cadre des projets.

Compléments de réponse apportés par GLHD :

Concernant la demande dérogation d'espèces protégées (DDEP), son champ d'application a connu une évolution majeure résultant d'un avis rendu par la section du contentieux du Conseil d'Etat (CE) le 9 décembre 2022 dernier.

L'exigence d'une DEP doit donc être examinée au regard de ce nouveau champ d'application, pour les nouveaux projets ou les projets en cours d'instruction.

Dans cet avis le Conseil d'Etat a retenu que :

« Le pétitionnaire doit obtenir une dérogation « espèces protégées » si le risque que le projet comporte pour les espèces protégées est suffisamment caractérisé.

A ce titre, les mesures d'évitement et de réduction des atteintes portées aux espèces protégées proposées par le pétitionnaire doivent être prises en compte.

Dans l'hypothèse où les mesures d'évitement et de réduction proposées présentent, sous le contrôle de l'administration, des garanties d'effectivité telles qu'elles permettent de diminuer le risque pour les espèces au point qu'il apparaisse comme n'étant pas suffisamment caractérisé, il n'est pas nécessaire de solliciter une dérogation « espèces protégées »

(CE, 9 décembre 2022, Association Sud-Artois pour la protection de l'environnement et autres, n° 463563).

L'avis indique ainsi qu'une demande de dérogation est nécessaire uniquement si le risque pour les espèces protégées est suffisamment caractérisé au regard des mesures d'évitement et de réduction retenues. Il a également été jugé que le dépôt d'une DEP n'était pas nécessaire lorsque les impacts résiduels étaient qualifiés, après application des mesures d'évitement et de réduction de « très faible », « faible », voire « faible à modéré » (CE, 17 février 2023, 460798 ; CAA Nantes, 4 avril 2023, n° 22NT00974 ; CAA Nantes, 27 janvier 2023, n° 21NT03270 ; CAA Lyon, 30 mars 2023, n° 22LY01865).

Concernant les Obligations Réelles Environnementales, selon l'article L132-3 du code de l'environnement, leur mise en place concerne les « propriétaires de biens immobiliers ». Le maître d'ouvrage, bien que preneur à bail emphytéotique des parcelles concernés par les îlots agrivoltaïques, n'a aucun lien juridique avec les îlots cultureaux présents dans la zone des 1000 m autour des projets. Le maître d'ouvrage n'a donc pas possibilité de conclure des ORE sur ces parcelles.

En revanche, le maître d'ouvrage au travers de la charte d'engagement signé avec les exploitants de l'association EHPY garantit la mise en œuvre de surfaces favorables à la nidification des busards dans une zone large autour des projets et de manière durable.

Mise à jour des fiches de mesures MR-B08, MR-B09, MR-B10 :

MR-B08 Mise en place d'une gestion raisonnée de la végétation interstitielle (R2.2o)	
Objectif(s)	Gérer les espaces végétalisés de manière attractive et non impactante pour la faune et la flore. Adapter les pratiques d'entretien des zones non exploitées (bordures de clôture et pieds de panneaux) dans le but de favoriser la biodiversité, via du pâturage et/ou une gestion différenciée. Le pâturage peut être réalisé dans les milieux ouverts en l'absence de plante patrimoniale à éviter, et la fauche sera réalisée de manière raisonnée sur ces zones concernées par ces plantes patrimoniales. Il est proposé de réduire les impacts des installations sur la faune et la flore par la mise en place d'une gestion adaptée du couvert herbacé notamment en faveur des insectes et optimiser la fonctionnalité écologique.
Communautés biologiques visées	Ensemble des groupes de faune et de flore
Localisation	Ensemble des projets, secteurs sous les panneaux non exploités et bordures de clôtures (hors surfaces concernées par des structures trackers), et entre les clôtures et boisements. Habitats concernés : sous les panneaux pour les structures fixes, au pied des clôtures
Acteurs	Maître d'ouvrage et exploitants agricoles Entreprise de gestion d'espaces verts Ecologue en charge de l'assistance environnementale
Modalités de mise en œuvre	<p>L'activité agricole est dominante dans les parcelles. L'aménagement des îlots, le matériel agricole dont disposeront les exploitants agricoles et la présence d'une troupe ovine permettront une exploitation agricole optimisée des parcelles. Mais dès lors ou des surfaces n'auront pas réussi à être valorisées par l'exploitation agricole, il conviendra de mettre en place une fauche tardive sur les surfaces non valorisées ou de broyer les refus de pâturage sur place si faibles surfaces.</p> <p>Modalités : Une prairie permanente sera ensemencée (mélange d'espèces prairial de cortège végétal avec graminées et légumineuses) sous les panneaux avant le début des travaux afin qu'il n'y ait pas de sol nu. Les ovins viendront à pâture les surfaces difficilement exploitables (au niveau des pieux, autour des pistes, des locaux techniques, en bas de clôture, etc.). En raison du pâturage tournant dynamique, certaines zones viendront possiblement à ne pas être pâturées. Sur ces zones dites « interstitielles », c'est-à-dire qui ne sont ni exploitées, ni pâturées, des pratiques de fauches mécaniques avec gestion différenciée seront mises en place, et/ou un broyage des zones refusées par le pâturage ovin.</p> <p>Gestion : La gestion différenciée vise à concilier un entretien environnemental des espaces végétalisés, des moyens humains et du matériel disponible avec un cadre paysager de qualité. Elle permet de répondre à plusieurs enjeux : Préserver voire augmenter la biodiversité des sites naturels et/ou entretenus ; Gérer les ressources naturelles (valorisation des déchets verts, réduction des besoins en eau...) ; Apporter une plus-value paysagère.</p> <p>Entretien des espaces herbacés La gestion principale consistera à instaurer un pâturage tournant dynamique avec un chargement/ha important sur une courte durée. Cela a pour effet de limiter le piétinement, de limiter les refus et de gérer de façon précise les fourrages. Les ovins sont régulièrement déplacés. Entre chaque rotation, la végétation aura le temps de repousser de manière naturelle (pas d'utilisation d'engrais) et en plus grande quantité. La troupe ovine comptera 350 à 500 brebis à terme. Le mode de gestion par pâturage tournant dynamique permettra de respecter l'équilibre de pression de pâturage sur les milieux. Le plan de pâturage est calibré à partir d'une prairie nouvelle qui sera semée sur un mélange graminées et légumineuses : ce plan de pâturage pourra être à modifier en fonction de la réponse de la végétation, de manière annuelle. La fréquence de pâturage et le chargement à un instant t pourront ainsi être modifiés en fonction de la poussée de la végétation.</p> <p>La réalisation d'une fauche pourra avoir lieu sur les zones dites interstitielles non pâturées, et un broyage sera réalisé sur les zones avec refus de pâturage le cas échéant. Ce mode de gestion limitera l'enrichissement du sol par les végétaux et permettra de maintenir la diversité des espèces végétales. Le broyage devra se réaliser à la bonne période, c'est-à-dire après le début du développement de la hampe florale et avant grainaison pour éviter la dispersion des graines de plantes refusées.</p>

MR-B08

Mise en place d'une gestion raisonnée de la végétation interstitielle (R2.2o)

Entretien des végétations interstitielles par la fauche raisonnée

Les végétations dites « interstitielles », n'étant ni cultivées, ni pâturées, seront gérées en faveur de la biodiversité avec la mise en place d'une fauche tardive.

Les fauches seront réalisées comme suit :

L'entretien des zones herbacées se fera par une fauche annuelle dès la première quinzaine de juillet, de façon à ne pas perturber le cycle biologique des espèces animales et végétales qui fréquenteraient le site. Le regain de fauche permettra aux insectes de pondre en août dans la végétation herbacée,

Une fauche haute (si possible 15 cm et 10 cm minimum) devra être appliquée pour garantir un minimum d'habitat à la biodiversité commune.

Les fauches devront être étalées sur la durée afin de la réaliser de manière différenciée et permettre le maintien d'habitats de reports.

Les résidus de fauche des zones herbacées seront exportés afin de ne pas enrichir le sol et aucun intrant (engrais minéral et organique) ne sera apporté. La fertilisation sera uniquement apportée par les déjections animales des ovins. Les résidus pourront être exportés au niveau des inter-rangées, qui seront dans tous les cas toujours exploités.

Les fauches seront réalisées selon le calendrier suivant :

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Fauche annuelle tardive					/	/			/	/		
/ Période déconseillée pour l'entretien de la végétation interstitielle												
Période recommandée pour l'entretien de la végétation interstitielle												



Illustration d'un fauchage tardif

La fauche tardive aura lieu après juin (valeur fourragère moindre), soit *a minima* sur la première quinzaine juillet, ce qui est idéal au niveau du cycle phénologique pour les espèces végétales.

Aucun produit phytosanitaire ne devra être utilisé.

MR-B08

Mise en place d'une gestion raisonnée de la végétation interstitielle (R2.2o)

Le choix de la date de fauche annuelle sera défini en fonction de l'évolution de la végétation au sein des îlots agrivoltaïques et des cultures en place. Dans le cas où le développement d'espèces au caractère envahissant serait constaté, un plan de lutte contre celles-ci sera mis en place dans les plus brefs délais.

Les fourrages pourront être récoltés par l'exploitant et venir à alimenter la troupe ovine. Concernant les zones avec refus de pâturage (par exemple chardons déjà développés) si faibles surfaces et pas de possibilité de faucher tardivement et d'exporter, il conviendra de pratiquer le broyage sur place. Le broyage aura lieu avant l'égrenage (juin).

Des zones refuges seront conservées d'une fauche à l'autre afin de permettre aux espèces de s'y réfugier. Ces espèces permettront alors la recolonisation plus rapide des milieux fauchés.

Intérêts des fauches tardives

La fauche permet d'éviter l'installation des arbres et arbustes pionniers. L'exportation de l'herbe est liée au fait que plus un sol est pauvre (niveau trophique faible) plus la flore qui s'exprimera sera variée. Un milieu fertile encourage une flore spécialisée très compétitive, banale et peu diversifiée (orties, graminées...). Un milieu appauvri en nutriments permet l'expression d'un plus grand nombre d'espèces végétales moins courantes, évite les plantes nitrophiles et favorise les plantes annuelles.

Le rythme biennal (tous les deux ans) respecte la biologie des plantes vivaces et réduit encore l'impact de la fauche sur la faune ainsi que les surfaces à faucher annuellement. Une solution alternative peut être mise en œuvre : la fauche annuelle tardive.

A propos du fauchage tardif :

Au niveau de la végétation interstitielle, dans le cas où un pâturage n'aura pu être mis en place, le fauchage tardif constitue donc un entretien adapté aux projets.

Le fauchage tardif n'est pas une absence de fauchage mais une adaptation des interventions d'entretien en fonction de la croissance des plantes. Ces interventions prennent en compte l'accomplissement des cycles biologiques des espèces animales et végétales. Concrètement, le fauchage tardif consiste à laisser pousser la végétation pendant les périodes printanière et estivale afin de favoriser le développement de la faune et de la flore abritées dans ces hautes herbes.

Le broyage de la végétation et l'application d'une hauteur de fauchage basse (inférieure à 10 cm) aboutit à une banalisation du milieu. Réalisé précocement et répété sur quelques années, il fait disparaître des plantes annuelles qui n'ont pas la possibilité de renouveler le stock de graines du sol. D'autre part, cette pratique favorise les plantes vivaces les plus résistantes, notamment la berce et le dactyle, graminées à croissance vigoureuse nécessitant des interventions plus fréquentes. Le fauchage de ces plantes vivaces ne limite en rien leur pouvoir de colonisation, au contraire.

L'abandon du produit de fauche sur place participe à une eutrophisation (enrichissement excessif) des sols et à l'apparition de plantes nitrophiles non souhaitées (ortie dioïque, gaillet gratteron, chardons, ...).

Les coupes rases visant à limiter le nombre d'interventions peuvent avoir l'effet inverse. Le rabotage du sol qui apparaît alors localement induit une érosion des terrains, un ruissellement plus important des eaux de pluie, l'envahissement par des espèces non souhaitées. La biodiversité diminue par la destruction des biotopes. En revanche, les graines de chardon, par exemple, y trouvent des conditions favorables à leur germination. Le recours à des herbicides, qui affectent parfois des portions complètes, a des conséquences comparables sur les surfaces dénudées, entraînant pollution des eaux de ruissellement.

Suivi de la mesure

Comptes-rendus réalisés par les intervenants.

Visites et comptes-rendus de l'écologue en charge du suivi de chantier et du suivi écologique à la suite de la mise en œuvre des projets.

Mesures associées

MR-B01 : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue

MR-B04 : Lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes

Tableau 7 : Mise à jour fiche mesure MR-B08

MR-B09 Création de milieux herbacés et entretien du couvert (R2.2o et C3.1c)		MR-B09 Création de milieux herbacés et entretien du couvert (R2.2o et C3.1c)				
Objectif(s)	Créer des milieux favorables à la biodiversité en convertissant des terres en agriculture intensive en prairies permanentes et jachères. Proposer des habitats de report à l'avifaune des milieux ouverts, en particulier l'Alouette des champs pour la nidification et la chasse, et les Busards cendré et Saint-Martin pour la chasse. L'objectif affiché est de constituer des zones refuges non perturbées de manière à garantir l'accomplissement du cycle complet de reproduction des espèces faunistiques et floristiques et d'améliorer la qualité de l'habitat prairial en adoptant des pratiques favorables à la biodiversité.					
Communautés biologiques visées	Oiseaux et indirectement ensemble des groupes de faune (instauration d'habitats favorables)					
Localisation	Secteurs convertis en prairies permanentes et jachères, hors emprise clôturée des projets, pour 27ha, soit 12% de la surface des projets (cf. localisation ci-après) :	 <p>GLHD Cultivateur d'énergie</p> <p>Création de milieux herbacés Projets agricoles des Hauts-Plateaux (89)</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Surfaces converties en prairies permanentes et jachères ■ Surfaces clôturées <p>biotope</p>				
Acteurs	Maître d'ouvrage et exploitants agricoles Entreprise de gestion d'espaces verts Ecologue en charge de l'assistance environnementale					
Modalités de mise en œuvre	<p>Des zones de report favorables à la faune seront créées : exploitées habituellement en grandes cultures ou légumineuses (blé, orge, tournesol, avoine, pois, colza...), elles seront converties en prairies pâturées ou fauchées.</p> <p>Ce sont principalement des surfaces situées en lisière de bois, parfois en clairière. Ces surfaces agricoles qui sont aujourd'hui destinées à la grande culture, principalement en conventionnel, et deviendront des prairies permanentes pâturées ou fauchées, conduite en agriculture raisonnée.</p> <p>Le but est d'occuper l'espace pour éviter de transformer les parcelles en un état de friche. Pour cela, les étapes de semis, le choix des espèces et les modalités d'entretien sont essentielles.</p> <p>Semis : Préparation du sol : En fonction du type de sol (texture), le travail du sol permettra de préparer un lit de semence fin, débarrassé de tout résidu culture ou autres végétaux, et tassé à l'aide de rouleaux. Un ou plusieurs faux-semis peuvent permettre une levée des adventices et ainsi une meilleure réussite du semis de prairie.</p>	<p>Semis de la prairie : La proportion de semis devra être comprise entre 25 et 30 kg par hectare. Le semis sera réalisé à l'aide du semoir, avec les bottes du semoir relevées ou à la volée, à une profondeur de 1 cm maximum. Suite au semis, un léger tassemment de la terre devra être effectué. La composition floristique des semis sera adaptée aux conditions édaphiques des parcelles et aux besoins des espèces cibles (avifaune et plus généralement toute faune).</p> <p>Les semis devront être réalisés à partir de la fin du mois d'août, voire en septembre. Les conditions idéales pour la réussite d'un bon semis sont lorsque le sol est encore assez chaud et que les pluies reviennent plus fréquemment dans la saison (après l'été).</p> <p>Espèces : Il est déconseillé de semer de la luzerne pure car ces milieux ne seront pas favorables à l'Alouette lulu, qui préfère une prairie avec un mélange d'espèces.</p> <p>Un mélange standard prairial en privilégiant par exemple la marque Végétal local, ou par d'une coopérative agricole qui travaille sur des espèces-types (mélange graminées et légumineuses). La composition spécifique d'espèces floristiques sera un mélange parmi les espèces suivantes, adaptées au contexte des sites et caractéristiques de l'habitat désiré :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Poacées</th> <th>Dicotylédones</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td> Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>) Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>) Brome érigé (<i>Bromopsis erecta</i>) Fétueque des prés (<i>Schoedonorus pratensis</i>) Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>) Avoine pubescente (<i>Avenula pubescens</i>) </td> <td> Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i>) Gaillet jaune (<i>Galium verum</i>) Primevère officinale (<i>Primula veris</i>) Sauge des prés, sauge commune (<i>Salvia pratensis</i>) Knautie des champs (<i>Knautia arvensis</i>) Marguerite commune (<i>Leucanthemum vulgare</i>) Centaurée jacée (<i>Centaurea jacea</i>) Luzerne lupuline (<i>Medicago lupulina</i>) Carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>) Sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i>) Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>) Pimprenelle à fruits réticulés (<i>Potentilla sanguisorba</i>) </td> </tr> </tbody> </table> <p>Entretien : L'entretien des couverts aura lieu préférentiellement par fauche, les alouettes appréciant moins les zones piétinées. D'un point de vue strictement botanique, l'entretien par fauche est également recommandé. Les prairies strictement fauchées présentent une forte diversité spécifique et une structure adaptée au cortège faunistique caractéristique de ces systèmes. Une gestion extensive (dates de fauche tardive, absence de fertilisation) est le garant du maintien de la formation en bon état de conservation. Il peut être toutefois intéressant d'introduire un passage régulier d'un troupeau d'ovins afin de rhétogénériser les parcelles (la fauche ayant tendance à homogénéiser les structures végétales).</p> <p>Entretien par fauche tardive Les fauches seront réalisées comme suit :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Sous couvert de compatibilité avec les impératifs de sécurité découlant de l'activité du futur site (risque incendie, etc...), l'entretien des zones herbacées se fera par une fauche annuelle dès la première quinzaine de juillet, de façon à conserver les espèces végétales attendues en structure graminéenne. Le regain de fauche permettra aux insectes de pondre en août dans la végétation herbacée. - Une fauche haute (15 cm minimum) devra être appliquée pour garantir un minimum d'habitat à la biodiversité commune, - Un fauchage en début de matinée sera favorisé pour limiter l'impact sur les insectes, - Les fauches devront être étaillées sur la durée afin de les réaliser de manière différenciée et permettre le maintien d'habitats de reports. - Les résidus de fauche des zones herbacées seront exportés afin de ne pas enrichir le sol et aucun engrais (chimique ou organique) ne sera apporté. - Il est proposé de mettre en place une fauche tardive annuelle sur ces secteurs à partir de la première quinzaine de juillet. Les fauches seront réalisées selon le calendrier suivant : 	Poacées	Dicotylédones	Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>) Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>) Brome érigé (<i>Bromopsis erecta</i>) Fétueque des prés (<i>Schoedonorus pratensis</i>) Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>) Avoine pubescente (<i>Avenula pubescens</i>)	Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i>) Gaillet jaune (<i>Galium verum</i>) Primevère officinale (<i>Primula veris</i>) Sauge des prés, sauge commune (<i>Salvia pratensis</i>) Knautie des champs (<i>Knautia arvensis</i>) Marguerite commune (<i>Leucanthemum vulgare</i>) Centaurée jacée (<i>Centaurea jacea</i>) Luzerne lupuline (<i>Medicago lupulina</i>) Carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>) Sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i>) Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>) Pimprenelle à fruits réticulés (<i>Potentilla sanguisorba</i>)
Poacées	Dicotylédones					
Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>) Pâturin des prés (<i>Poa pratensis</i>) Brome érigé (<i>Bromopsis erecta</i>) Fétueque des prés (<i>Schoedonorus pratensis</i>) Flouve odorante (<i>Anthoxanthum odoratum</i>) Avoine pubescente (<i>Avenula pubescens</i>)	Trèfle violet (<i>Trifolium pratense</i>) Gaillet jaune (<i>Galium verum</i>) Primevère officinale (<i>Primula veris</i>) Sauge des prés, sauge commune (<i>Salvia pratensis</i>) Knautie des champs (<i>Knautia arvensis</i>) Marguerite commune (<i>Leucanthemum vulgare</i>) Centaurée jacée (<i>Centaurea jacea</i>) Luzerne lupuline (<i>Medicago lupulina</i>) Carotte sauvage (<i>Daucus carota</i>) Sainfoin (<i>Onobrychis viciifolia</i>) Lotier corniculé (<i>Lotus corniculatus</i>) Pimprenelle à fruits réticulés (<i>Potentilla sanguisorba</i>)					

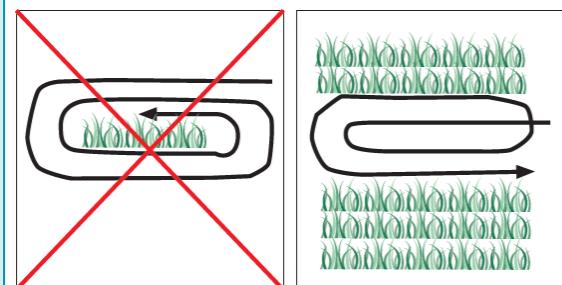
MR-B09

Création de milieux herbacés et entretien du couvert (R2.2o et C3.1c)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Août	Sept	Oct	Nov	Déc
Fauche annuelle tardive					/	/			/	/		
/	Période déconseillée pour l'entretien de la végétation											
	Période recommandée pour l'entretien de la végétation											

Les périodes de fauches tardives annuelles peuvent débuter dès la première quinzaine de juillet, avec une date adaptable et modifiable en fonction des aléas climatiques. En effet, pour conserver des prairies avec une structure graminéenne il faut faucher avant septembre, sinon les végétations risquent d'évoluer en structure d'espèces d'ourlets ce qui n'est pas l'attendu de la mesure.

Il est recommandé de procéder à un **fauchage centrifuge** comme suit, en partant du centre pour permettre aux animaux de fuir vers l'extérieur :



Fauchage centripète (à gauche) et fauchage centrifuge (à droite) © Biotope

Aucun produit phytosanitaire non autorisé dans le cadre d'une agriculture certifiée biologique ne devra être utilisé.

L'entretien des sites sera adapté en fonction de l'évolution de la végétation au sein des îlots agrivoltaïques. Dans le cas où le développement d'espèces au caractère envahissant serait constaté, un plan de lutte contre celles-ci sera mis en place dans les plus brefs délais.

Des zones refuges seront conservées d'une fauche à l'autre afin de permettre aux espèces de s'y réfugier. Ces espèces permettront alors la recolonisation plus rapide des milieux fauchés.

Les fourrages pourront être récoltés par l'exploitant et venir à alimenter la troupe ovine ou être commercialisés à l'export.

Cette mesure est conditionnée à l'accord des exploitants cultivant au niveau des 27 ha cartographiés ci-dessus. Des conventionnements seront proposés aux exploitants concernés et des conventions seront signées par les parties prenantes. Les conventions engageront les exploitants au respect de la mesure, en contrepartie d'une indemnité annuelle fixée à 150€/ha/an. En cas de refus, le maître d'ouvrage s'engage à élargir la prospection dans les 1000m autour des îlots agrivoltaïques, et à conventionner au global au moins 27 hectares de conversion de terres en prairies permanentes avec fauche en gestion différenciée.

Suivis de la mesure

Comptes-rendus réalisés par les intervenants.
Visites et comptes-rendus de l'écologue en charge du suivi de chantier et du suivi écologique à la suite de la mise en œuvre des projets.
Suivis de la composition spécifique d'espèces végétales.

Mesures associées

MR-B01 : Assistance environnementale et/ou maîtrise d'œuvre en phase chantier par un écologue
MR-B04 : Lutte contre les espèces végétales exotiques envahissantes

Tableau 8 : Mise à jour fiche mesure MR-B09

MR-B10

Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids et rotation culturelle favorable

Objectif(s)	Garantir la protection des nichées des Busards cendrés et Saint-Martin. Les projets entraîneront une perte nette d'habitat favorable pour la nidification des busards des grandes zones ouvertes agricoles, l'objectif est de suivre la nidification des busards autour des projets et de protéger les nids localisés le cas échéant, afin d'assurer les nichées.
Communautés biologiques visées	Busard cendré et Busard Saint-Martin
Localisation	Sur les projets et sur un tampon de 1 km autour des projets (hors Aube) :
	<p>Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux Mesures en faveur de la préservation des busards Réalisation : Novembre 2022, GLHD Source : OSM</p> <p>Chesley Chaserry Etourvy Quincerot Villiers-le-Bois Brégolgne-Beauvoir Challes Melisey Trichéy Thorey Rugny Saint-Martin-sur-Armançon Villon Arthonay</p> <p>Légende — Clôtures — Structures agrivoltaïques — îlots culturels PAC — îlots culturels éligibles au conventionnement — 1 000m autour des îlots</p>
Acteurs	Maître d'ouvrage et écologue en charge de l'assistance environnementale Structure compétente en suivis écologiques avifaune spécifique (protocole busards) Exploitants agricoles et collectif EHPY
Modalités de mise en œuvre	<p>A l'origine, le Busard cendré utilisait principalement les landes et les marais pour se reproduire. La raréfaction de ce type de milieux l'a obligé à s'adapter à un milieu de substitution, celui des grandes cultures, principalement de céréales. Lorsqu'arrive le temps des moissons (généralement juillet), beaucoup de jeunes ne sont pas volants et sont donc très vulnérables.</p> <p>Le Busard Saint-Martin fréquente tous les milieux ouverts à végétation peu élevée qu'il inspecte à la recherche de proies en volant. Les champs, les prairies et les friches basses constituent ses terrains de chasse de prédilection.</p> <p>La saison de reproduction de ces deux rapaces s'étend d'avril à août et il n'y a qu'une nichée élevée par an, comme chez tous les rapaces.</p> <p>La surveillance des busards est particulièrement complexe car ils ont pour spécificité de nicher au sol et sans construire d'aire. Ainsi ils nichent chaque année dans un endroit différent, qu'il faut à chaque fois localiser.</p> <p>Le protocole utilisé consistera à réaliser des points fixes d'observation d'environ 1h chacun placés de façon à avoir une vue d'ensemble des sites et des 1km autour des îlots (hors Aube). Les rapaces pouvant avoir des périodes de vol différentes en fonction des espèces, l'ordre des points variera d'un passage à l'autre. Le matériel utilisé pour cet inventaire sera une paire de jumelles pour repérer les oiseaux et une longue-vue pour confirmer l'observation.</p> <p>Prospections Fin mai-début juin, le mâle va ravitailler en nourriture la femelle et les jeunes, se rendant visible par ses allers-retours plus nombreux et permettant la localisation du nid.</p>

MR-B10	Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids et rotation culturelle favorable	MR-B10	Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids et rotation culturelle favorable
	<p>Les indices de nidification et cantonnement sont :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Oiseau ou couple posé longuement dans un chemin ou un sol nu en avril ou mai - Parades / accouplements - Passages de proie du mâle à la femelle - Défenses de territoire - Apports de proie ou de matériaux au nid <p>Concernant le repérage des nids de busards, il s'agira dans un premier temps de repérer les « passages de proies », c'est-à-dire le moment où le mâle ramène une proie à la femelle couveuse, et de suivre la femelle au moment où elle retourne au nid après avoir consommé la proie. Lorsque la femelle se pose, un axe coupant le nid est alors relevé en prenant le point d'observation et un élément remarquable du paysage (antenne, arbre, clocher, ...) comme point de repère. Au moins un nouvel axe est créé depuis un autre point d'observation, permettant de localiser le nid. Grâce à cette triangulation, une localisation relativement précise du nid sera établie.</p> <p>Choix n°1 (à privilégier)</p> <p>Une fois la localisation du ou des nid(s) effectuée, un suivi par drone (technique évitant la dégradation de la parcelle en culture, et l'augmentation du risque de préation et limitant fortement le dérangement de la nichée) de la ou des parcelles concernées sera réalisé par un droniste professionnel. L'objectif de cette action sera double : localiser précisément le nid et identifier l'âge des jeunes pour savoir à quelle période ils seraient en âge de voler. Cette information permet d'identifier si les jeunes seront en âge de voler au moment de la récolte de la parcelle. En effet, l'un des principaux risques est la destruction de la nichée lors de la moisson si les jeunes sont non volants.</p> <p>Choix n°2</p> <p>A défaut de l'utilisation d'un drone, il est possible d'opérer à deux au moyen de talkies-walkies. Le premier s'installe à l'un des points d'observation avec la longue-vue et guide le second qui pénètre dans le champ par l'un des sillons laissés par les roues de tracteurs (et reste dans les traces des engins). Lorsqu'il arrive à la hauteur estimée du nid, il pénètre en écartant du pied chaque touffe de céréales. Lors de l'envol, il faut se diriger vers l'endroit d'où elle a jailli pour localiser le nid ; compter les œufs ou les jeunes et en évaluer l'âge, en mesurant la longueur de l'aile pliée ou à défaut par estimation visuelle.</p> <p>Pour repérer le nid, pour d'autres visites, au retour, il se dirige à la perpendiculaire du sillon le plus proche en comptant ses pas, il fait une marque avec la végétation dans le sillon, sort du champ en comptant à nouveau ses pas. Un dessin le plus exact possible de la zone de champ est réalisé en notant tous les sillons dont celui qui a été emprunté ainsi que le détail des nombres de pas. Le GPS permet une précision de métrique.</p> <p>Contact de l'exploitant</p> <p>Dans le but d'aller au bout de la démarche de protection des busards sur la zone d'étude, un contact avec l'exploitant de la ou des parcelles concernées sera à réaliser. L'objectif est de faire de la pédagogie et d'avoir l'information en amont (au moins 7 jours avant si possible) sur la date de récolte de la parcelle où un nid de busard a été localisé. Cette interaction est primordiale pour permettre la sauvegarde des nichées.</p> <p>En accord avec le propriétaire/exploitant de la parcelle, un îlot de céréales non récoltées sera à préserver autour du nid (exemple d'îlot de céréales non récoltées ci-dessous).</p>  <p>Exemple de zone évitée lors de la moisson</p> <p>Ainsi, lors de la moisson de la parcelle, les petits seront mis en sécurité dans une caisse le temps de la récolte de la parcelle pour éviter tout risque de destruction. Une zone d'environ 2m x 2m sera ensuite grillagée autour du nid pour éviter que les petits ne soient prédatés (photos ci-dessous). Les petits sont ensuite replacés au nid.</p>		 <p>Zone protégée et grillagée autour du nid, ©Biotope</p> <p>Matériel</p> <p>Pour tout dispositif laissé dans un champ, il est préférable d'utiliser des matériaux cassants. Les piquets en bois et les bambous sont les plus pratiques. Les matériaux durs comme les fers à bétons sont à proscrire en raison des risques qu'ils présentent pour les machines agricoles. Le grillage utilisé pour les différentes protections doit avoir des mailles de diamètre 20/25mm. A 40 mm, les oiseaux peuvent passer leur tête au travers, s'y coincer, ou être victimes de prédateurs extérieurs.</p> <p>Signalisation du nid et préation</p> <p>Il est recommandé de fixer une carte sur la protection, en précisant les coordonnées du protecteur, le nom et l'accord du propriétaire (précaution dissuasive). L'exploitant peut, en cas de besoin, contacter le protecteur pour lui signaler un poussin hors du dispositif ou lui demander de déplacer une cage. Les exploitants font également parfois appel à du personnel pas forcément informé de la présence de protections dans les cultures. Il faudra donc absolument matérialiser les piquets d'angles, voire le grillage, par des bandes de chantier ou autre signaux visuels évidents.</p> <p>Après les moissons, le nid est souvent isolé au milieu d'une grande étendue rase. Le risque de préation est alors maximum. Dans tous les cas, la pose d'un grillage limite fortement les intrusions, mais un prédateur obstiné peut avoir facilement raison d'une protection mal assurée. Il est donc impératif de bien fixer le grillage au sol, au moyen de sardines en métal ou de petits pieux de bois, solidement ancrés dans le sol, qu'il faudra récupérer lors du démontage. La moindre ouverture ou défaillance sera mise à profit (renard). La technique de la cage se révèle très efficace car elle interdit l'accès par en dessous.</p>  <p>Cage grillagée (gauche) et îlot préservé avec signalisation de la protection (droite), (source : LPO)</p> <p>Pour tous les détails sur les busards et la protection de nids, se reporter au cahier technique de la LPO en la matière, qui fournit tous les renseignements nécessaires (https://rapaces.lpo.fr/mission-rapaces/les-cahiers-techniques).</p> <p>Afin de répondre au protocole de suivi, il est prévu la réalisation de 4 passages à la recherche des busards entre avril et juillet avec des points fixes et des transects jusque 1km autour des îlots (hors Aube), avec validation de la présence de nids potentiels et de l'état avancement de la nichée et contrôle de l'évolution de la nichée suite à la mise en défends, de l'envol et des comportements.</p> <p>Le suivi est mis en place jusqu'à l'envol des jeunes afin de s'assurer de la réussite complète de cette action de préservation. Il est conseillé, dans la mesure du possible, de laisser la protection durant une quinzaine de jours après l'envol du dernier jeune.</p> <p>Le premier passage sera réalisé si possible l'année précédant le début des travaux.</p>

MR-B10	<p>Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids et rotation culturelle favorable</p> <p>Lors de la phase d'exploitation, un suivi sera réalisé sur toute la durée d'exploitation (prévu pendant 40 années), d'abord annuellement pendant cinq ans <u>dès la première année</u> (année n), puis tous les cinq ans jusqu'à n+20. Si aucun nid n'est répertorié sur les 5 premières années du suivi, ce dernier s'arrêtera.</p> <p>Ce suivi permettra d'alimenter la connaissance des effets de l'implantation des îlots agrivoltaïques à large échelle, ainsi que d'évaluer les effets des projets sur les cortèges d'espèces ciblées.</p> <p>Cette mesure sera inscrite comme un engagement à respecter dans les prêts à usage conclus avec les exploitants agricoles cultivant au sein des îlots agrivoltaïques. Le non-respect répétitif de cette mesure sera l'objet d'une résiliation unilatérale du prêt à usage.</p> <p>Cette mesure est également conditionnée à l'accord à minima oral des exploitants cultivant dans un rayon de 1000m autour des îlots. La surface concernée est de 2 500ha. Pour augmenter la participation des agriculteurs, des conventionnements seront proposés aux exploitants agricoles, avec invitation à deux réunions d'informations pour présenter en amont le dispositif. Les conventions engageront les exploitants au respect de la mesure, en contrepartie d'une indemnité annuelle fixée à :</p> <ul style="list-style-type: none"> - 200€/exploitation agricole - 300€/exploitation si elle engage au moins 100ha en mesure ou engage au moins 10 îlots culturaux PAC - 400€/exploitation si elle engage au moins 250ha en mesure ou engage au moins 25 îlots culturaux PAC - 500€/exploitation si elle engage au moins 400ha en mesure ou engage au moins 40 îlots culturaux PAC <p>Les conventions auront une durée de validité de 5 ans. Tous les 5 ans, une nouvelle campagne d'information et de conventionnement sera à nouveau réalisée. Pour ce faire, la société de projet pourra s'appuyer sur une ou plusieurs structures locales compétentes (SAFER, Chambre d'Agriculture, LPO, associations environnementales locales, fédérations de chasses).</p> <p>En raison des difficultés d'accès aux données pour les parcelles situées dans le département de l'Aube, ces dernières sont exclues du périmètre d'action de la mesure.</p> <p>Un complément à cette mesure de suivi est proposé et sera inscrit dans la Charte d'Engagement Environnemental du collectif EHPY. Il consiste à dédier annuellement des îlots culturaux présents dans le rayon d'1 km autour des projets (cf. carte précédente), avec un minimum de 213 ha de cultures favorables aux busards (blés, orge, seigle, fauches tardives dont ray-grass ou luzerne à partir de mi-août), via à une rotation culturelle.</p> <p>Le Busard Saint-Martin commence la saison de nidification un peu plus tôt que le Busard cendré, dès la mi-avril. Il a besoin d'une hauteur de végétation de 20 cm minimum, tandis que le Busard cendré apprécie une plus grande hauteur et peut commencer la nidification dès fin avril. Ainsi, les cultures favorables peuvent être élargies à d'autres céréales de type avoine, sorgho ou encore millet si cela respecte les besoins des busards (hauteur de végétation et période de récolte post-envol des jeunes, ou à défaut protection des nichées) ; sous réserve également que le contexte climatique, agronomique et économique permette la mise en œuvre de ces cultures.</p> <p>Cet engagement permet de sécuriser sur une zone de 1000 m autour des fermes agrivoltaïques, et de manière durable pour la reproduction des busards. Cette surface favorable à leur nidification correspond à l'équivalent de la surface perdue pour leur reproduction de part l'implantation des projets.</p> <p>Cet engagement permet de sécuriser de manière durable (engagement sur toute la durée des projets) des zones favorables pour la reproduction des busards.</p>
Suivis de la mesure	<p>Remplissage de fiches de prospections, de suivi des nids et de surveillances des busards. Dans le compte-rendu de surveillance, un avis général sera émis sur la reproduction de l'année (et éventuellement hypothèse(s) l'expliquant), par comparaison avec les résultats de l'année ou des années antérieures.</p> <p>Un rapport sera livré au maître d'ouvrage qui se chargera de le transmettre à la DREAL à la suite de chaque suivi.</p> <p>Signature de la charte d'engagement environnementale des exploitants agricoles sur toute la durée des projets</p>
Mesures associées	-

Tableau 9 : Mise à jour fiche mesure MR-B10

« La MRAE recommande de s'assurer de la bonne mise en œuvre des différents abris (gîtes, hibernaculums...) et de vérifier leur occupation par la petite faune.

→ **Réponse de BIOTOPE et GLHD :**

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

La bonne mise en œuvre des différents abris (gîtes, hibernaculums...) et la vérification de leur occupation par la petite faune sont assurées par la mesure d'accompagnement **MA-B01 : Favoriser l'installation de la petite faune (hibernaculums, gîtes, tas de branches...)**. Elle est décrite page 473 de l'EIE, **9. Mesures prévues pour éviter, réduire et, le cas échéant, compenser les effets négatifs des projets sur l'environnement et la santé / 9.3.2.1 Liste des mesures d'accompagnement et de suivi**.

Elle a pour objectif de mettre en place des micro-habitats, sous forme de tas de débris végétaux (branches, tronçons de bois, couverture de feuilles...) et de pierriers/hibernaculums (tas de gravats, monticule de pierres...), pour offrir des zones de refuges à la faune. Cette mesure est associée à la mesure de suivi **MS-B01** : Assurer un suivi écologique à la suite de la mise en œuvre des projets. Ce suivi sera mis en œuvre dès la première année (année n), puis à n+1, n+2, n+3, n+5, puis tous les 5 ans, jusqu'à n+20 ans.

« La MRAE recommande que le suivi des mesures ERC et de l'évolution des populations d'oiseaux et de chauves-souris au niveau des îlots se fasse tous les cinq ans à partir de l'année n+10 jusqu'au démantèlement du parc ».

→ **Réponse de BIOTOPE et GLHD :**

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Les mesures de suivi **MS-02 « Réaliser un suivi écologique de l'avifaune des milieux ouverts et semi-ouverts »** et **MS-03 « Réaliser un suivi écologique des chiroptères »** prévoient :

- Un premier passage l'année précédent le début des travaux (n-1).
- Puis lors de la phase d'exploitation, un suivi sera réalisé dès la première année (année n), puis à n+1, n+2, n+3, n+5, puis tous les cinq ans jusqu'à n+20 ans.
- Un dernier passage sera réalisé l'année de fin d'exploitation des projets (n+40) et l'année suivant le démantèlement.

Compléments de réponse apportés :

En accord avec GLHD, il est proposé de renforcer le suivi de l'évolution des populations des oiseaux et des chauves-souris au niveau des îlots avec en plus des suivis tous les 5 ans dès N+10 et ce jusqu'au démantèlement des fermes agrivoltaïques. Le tableau de suivi est ainsi mis à jour, **Tableau 3 : planification des mesures mises à jour** (voir page précédente). Ce suivi renforcé permettra d'alimenter la connaissance des effets de l'implantation de fermes agrivoltaïques à large échelle, ainsi que d'évaluer les effets des projets sur les cortèges d'espèces ciblées.

« La MRAE recommande que le porteur de projet s'engage à adapter les mesures de gestion prévues en cas de constat d'évolution défavorable des sites. »

→ **Réponse de GLHD :**

Le porteur de projet s'engage à adapter les mesures de gestion prévues en cas de constat d'évolution défavorable des sites.

EAUX SOUTERRAINES ET ALIMENTATION EN EAU POTABLE

« Au vu de l'enjeu identifié sur les masses d'eaux souterraines et les captages, et afin de préserver la ressource en eau potable, la MRAe recommande que le dossier soit complété par la prise en compte de l'avis de l'hydrogéologue agréé afin de définir l'impact du projet sur les captages d'eau potable "Puits des Scies" et "Puits d'Hôtant" et les mesures adaptées à mettre en place. »

→ Réponse de GLHD :

Rappel des échanges avec l'ARS :

Concernant l'enjeu sur les masses d'eau souterraines et les captages, GLHD rappelle l'historique des échanges avec l'ARS :

- Le 27 janvier 2022, par mail à l'attention de Pierre CHABAUD (pierre.chabaud@ars.sante.fr) et Bruno BARDOS (Bruno.BARDOS@ars.sante.fr), GLHD a sollicité l'ARS :
 - pour un rendez-vous avec le Syndicat des Eaux du Tonnerrois,
 - pour le Pôle ENR des projets,
 - pour la consultation par courrier qui a été faites courant du mois de janvier 2022.
- Le 2 janvier 2023 via le compte-rendu de la présentation des projets en pole ENR du 2 février 2022, l'ARS a :
 - rappelé la nécessité vis-à-vis des périmètre de protection de captages : « *d'être vigilant, même si, a priori, elle n'est pas opposée au développement de parc photovoltaïques dans des périmètres de protection* »
 - appelé « *à la vigilance en ce qui concerne le poste source qui ne doit pas avoir d'impact sur la ressource en eau* ».
 - suggéré « *que l'avis d'un hydrogéologue soit utilement recueilli* ».
- Le 1^{er} septembre 2022, par mail à l'attention de Pierre CHABAUD (pierre.chabaud@ars.sante.fr), GLHD a précisé de nouveaux éléments techniques concernant les projets. Il a été également demandé si l'ARS serait amené à demander l'avis d'un hydrogéologue.
- Les 1^{er} et 2 septembre 2022, par échange de mails avec Pierre CHABAUD (pierre.chabaud@ars.sante.fr), GLHD a répondu à plusieurs demandes de précisions sur les projets.
- Le 12 septembre 2022, l'ARS, par l'intermédiaire de Pierre CHABAUD (pierre.chabaud@ars.sante.fr), a :
 - Indiqué que le projet « *paraît cohérent et permettrait, a priori, une préservation de la ressource en eau de part la transformation de parcelles en grande culture vers de l'exploitation moins impactante pour les eaux souterraines* ».
 - Informé de « *la révision des périmètres de protection de captage des Forages des Scies, qui seront grandement transformés prochainement, impliquant donc de diligenter un avis d'hydrogéologue afin de valider la future compatibilité de vos infrastructures avec les nouveaux périmètres qui seront instaurés.* »
 - Demandé l'envoi d'un fonds de dossier.
- Le 20 décembre 2022, GLHD a envoyé un fonds de dossier à l'ARS avec les derniers éléments à jour à date, soit ceux de l'étude d'impact déposée entre le 14 et le 16 décembre 2022 en mairies.
- Le 19 juin 2023 GLHD a réceptionné l'avis de Jérôme Gautier, hydrogéologue agréé pour le département de l'Yonne, relatif au projets.

Cet historique traduit à la fois une continuité et une récurrence des échanges entre l'ARS et GLHD et une volonté manifeste du Maître d'Ouvrage à prendre attaché au plus tôt auprès des services pour dimensionner au mieux les projets agrivoltaïques.

Compléments de réponse apportés :

L'hydrogéologue nommé par l'ARS et mandaté par GLHD en janvier 2023 a rendu son avis en juin 2023. L'étude d'impact des projets agrivoltaïques des hauts-plateaux tel qu'elle a été étudiée par la MRAe dans son avis a été déposée en décembre 2022 et ne peut donc pas avoir pris en compte cet avis.

Dans cet avis sont émis un certain nombre de recommandations. Elles concernent plus particulièrement :

- L'îlot n°1 situé dans le PPE révisé du captage du « Puits des Scies », le bâtiment agricole LA1 et le réseau électrique reliant les îlots n°1, n°3 et le bâtiment LA1 également totalement inclus dans ce PPE ;
- L'îlot n°3 pour partie située dans le PPE révisé du captage du « Puits des Scies » ;
- L'îlot n°10 situé pour une petite partie dans le PPE du captant du « Puits d'Hôtant », mais en quasi-totalité dans son bassin d'alimentation ;
- Le réseau électrique reliant les îlots n°6 et n°10 situé dans le bassin d'alimentation du captage du « Puits d'Hôtant ».

L'[Annexe 5 – Réponse à l'avis hydrogéologique](#) du présent mémoire en réponse présente les engagements du maître d'ouvrage et les mesures prévues pour prendre en compte l'avis hydrogéologique. Ces engagements et mesures concernent l'îlot 1, l'îlot 3, le bâtiment LA1, l'îlot 10 ainsi que les linéaires de réseaux électriques inclus dans le Périmètre de Protection Eloignée révisé du captage du « Puits des Scies » et BAC du « Puits d'Hôtant ».

Le maître d'ouvrage s'engage à mettre en œuvre l'ensemble des mesures précisées dans sa réponse à l'avis hydrogéologique.

En outre, la MRAe recommande de systématiser dans l'aire du projet et ses alentours les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement (réduction, voire suppression, des intrants, et notamment des intrants chimiques) afin d'améliorer la qualité des eaux des captages. »

→ Réponse de GLHD :

Des engagements sont pris par l'association EHPY sur un changement de pratiques agricoles à l'échelle des projets agrivoltaïques, et notamment la conduite en agriculture biologique. Ils sont repris page 29 de l'[Etude Préalable Agricole](#), page 13 du [Livret de synthèse du projet agricole, VI.4 L'assolement prévisionnel](#), et complétés dans la [Charte d'engagement environnementale, Annexe 4](#) du présent mémoire en réponse :

« Conduites des cultures en agriculture biologique au sein des îlots agrivoltaïques. Cette conversion sera lancée à partir de l'obtention de l'ensemble des autorisations préalables à la construction des fermes agrivoltaïques, et que l'ensemble de ces autorisations soient purgées de tout recours. Cette conversion se fera sous réserve que les aides à la conversion soient garantis pendant les cinq années de conversion, que le marché du biologique maintienne un équilibre économique pour l'exploitation agricole et que la conversion en agriculteur biologique ne mette pas en difficulté le caractère agrivoltaïque au sens des décrets (en attente à ce jour). Si l'une de ces conditions n'est pas remplie, l'exploitation agricole sera conduite en HVE (Haute Valeur Environnementale) et Zéros Résidus de Pesticide comme indiqué dans l'Etude d'Impact sur l'Environnement. »

Par ailleurs, l'étude prévoit une mesure de création de milieux herbacés et d'entretien du couvert en marge des îlots agrivoltaïques ([MR-B09](#)), constituant des zones de report favorable pour l'avifaune. Ces secteurs convertis en prairies permanentes et jachères représentent 27 ha supplémentaires sur lesquels les pratiques agricoles respectueuses de l'environnement viendront améliorer la qualité des eaux des captages.

De plus, parmi les 5,6 km de haies qui sont prévues, environ 1,5 km seront situés dans le PPE du « Puits des Scies » et du BAC du « Puits d'Hôtant » et participeront à l'amélioration des eaux des captages.

L'ensemble de ces mesures participent à l'amélioration de la qualité des eaux des captages.

Pour autant, aucun engagement ne peut être pris par le maître d'ouvrage sur la systématisation de ces pratiques sur les alentours des projets.

PAYSAGE

« La MRAe recommande de compléter le dossier par une liste d'essences locales et fruitières recommandées pour la plantation d'une haie champêtre haute. L'étude ne précise pas le nombre d'années de pousse permettant d'avoir un réel effet d'écran grâce au reste de haies implantées. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

Pour la plantation des haies champêtres hautes, la description de la mesure de réduction *MR-B05 : Préservation des continuité écologiques : adaptation des clôtures (R2.1h)* page 464 de l'EIE, détaille une liste non exhaustive d'essences locales :

« Les variétés suivantes sont envisagées (liste non exhaustive) : Prunellier (*Prunus spinosa*), Chêne sessile (*Quercus petraea*), Troène commun (*Ligustrum vulgare*), Charme commun (*Carpinus betulus*), Erable champêtre (*Acer campestre*), Fusain d'Europe (*Euonymus europaeus*), Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), Merisier (*Prunus avium*), Viorne lantana (*Viburnum lantana*), Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna*), pommier sauvage (*Malus sylvestris*), Tilleul commun (*Tilia x europaea L.*). »

Compléments de réponse apportés :

Parmi les engagements pris localement par les porteurs de projet figure la plantation d'au moins 1 km de haie 'dici fin 2023. Au 19 décembre 2023, les plants sont commandés et la plantation est prévue avec les Pépinières NAUDET en janvier 2024. Les essences réservées auprès du pépiniériste Naudet basée à Leuglay en Côte d'Or qui réalisera ces plantations sont les suivantes : Cerisier à grappe (*Prunus padus*), Tilleul à petites feuilles (*Tilia cordata*), Erable champêtre (*Acer campestris*), Charme commun (*Carpinus betulus*), Noisetier commun (*Corylus avellana*), Cornouiller sanguin (*Cornus sanguinea*), Aubépine (*Crataegus monogyna*), Fusain d'europe (*Euonymus europaeus*), Pommier sauvage (*Malus communis*), Troène des bois (*Ligustrum vulgare*), Epine noire (*Prunus spinosa*), Eglantier (*Rosa canina*), Sureau noir (*Sambucus nigra*), Viorne flexible (*Viburnum lantana*).

D'après le pépiniériste, cette plantation de haies permettra un effet d'écran dès la cinquième année de pousse. Sur la haie en exemple sur les photos ci-après (moins de 3 ans d'âge avec une densité de plants 30% moins importante que les haies prévues dans le cadre des projets des hauts plateaux – 1 plant tous les 1,5m contre 1 plant tous les mètres, plantée par la pépinière Naudet dans l'Yonne), la haie ne joue pas pleinement son rôle d'écran visuel mais elle place la parcelle agricole en arrière-plan et modifie la perception paysagère. Il est à noter que dans le chapitre Mesures paysagères, plusieurs simulations permettent d'évaluer l'effet de l'écran végétal des haies à maturité.



« Elle recommande également de mettre en place un suivi annuel durant les cinq premières années, puis tous les cinq ans, et ceci sur toute la durée de vie du projet, afin de s'assurer du bon état des haies plantées et remplacer les plants morts ou disparus. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Rappel des éléments présentés dans l'étude d'impact environnementale :

La mesure de réduction *MR-B05 : Préservation des continuité écologiques : adaptation des clôtures (R2.1h)* page 464 de l'EIE précise que le maître d'ouvrage avec l'appui si besoin d'un écologue vérifiera le succès de reprise des arbres plantés. À défaut, les sujets non repris seront remplacés.

Compléments de réponse apportés :

Afin de s'assurer du bon état des haies plantées et remplacer les plants morts ou disparus le maître d'ouvrage s'engage également à mettre en place un suivi annuel durant les cinq premières années, puis tous les cinq ans, et ceci sur toute la durée de vie du projet.

« La MRAe recommande d'ajouter au RNT les vues paysagères « avant simulation » présentées dans l'étude d'impact pour faciliter la prise de connaissance et permettre une meilleure appréciation des projets par le public. »

→ Réponse de GLHD :

Le maître d'ouvrage a voulu le RNT synthétique. Pour permettre une bonne appréciation des projets par le public, un carnet de photomontages de 79 pages a été intégré au dossier. Imprimé et relié séparément, il permet de visualiser les simulations virtuelles depuis 39 points de vue avec et sans les mesures d'implantation des haies par comparaison avec les vues des sites à l'état initial. Ce carnet de photomontage sera mis à la disposition du public lors de l'enquête-publique.

De plus, pour faciliter la prise de connaissance des projets par le public, une cartographie interactive des photomontages a été mise en ligne sur le site internet des projets dès le mois de novembre 2022 (www.concertation-eypy.fr/carte-interactive/). Elle est aisément accessible via un bouton « consulter les photomontages » situé directement sur la page d'accueil.

« La MRAe recommande d'analyser les impacts paysagers cumulés par photomontages et de démontrer l'efficacité des mesures de réduction proposées. »

→ Réponse de BIOTOPE et GLHD :

Le projet de parc « Bois communal de Villon » à 3 km au sud des projets des hauts-plateaux et les projets agrivoltaïques du Sud-Barrois, situés à Etourvy, Balnot-la-Grange et Villiers-le-Bois, portés par GLHD et prévus à proximité immédiate de certains îlots sont évalués.

Concernant le projet de Villon, comme indiqué page 437 de l'EIE, partie *7. Analyse des incidences des projets sur l'environnement / 7.10 Impacts cumulés avec d'autres projets :*

« le projet du bois communal de Villon est entouré par des boisements denses. Ainsi, il est fort probable que ce projet soit très peu visible dans le paysage lointain. Ainsi, les effets cumulés avec les projets des hauts-plateaux sont très faibles voire nuls. »

Du fait de sa localisation en pleine forêt la réalisation de photomontages n'apporterait rien pour l'analyse des impacts paysagers cumulés du projet de Villon avec les projets des hauts-plateaux.

Concernant les projets du Sud-barrois, comme indiqué page 437 de l'EIE, partie *7. Analyse des incidences des projets sur l'environnement / 7.10 Impacts cumulés avec d'autres projets :*

« Les projets agrivoltaïques du sud-barrois sont davantage repartis dans le périmètre des 10km. La plupart des îlots sont éloignés des îlots des hauts plateaux et séparés visuels par des boisements et le relief. Seuls deux parcelles (les plus au Sud) sont accolées aux îlots 8 et 12».

Le projet du Sud-barrois est en cours de développement. Les zones en jaune sur la [carte 132 : projets considérés dans l'analyse des effets cumulés](#) représentent les zones d'études du projet du Sud-barrois connus à ce jour. Mais aucune implantation ni choix technologique n'a été définie au jour du dépôt du présent mémoire en réponse. Il n'est donc pas possible de réaliser des photomontages en l'état.

Réglementairement l'analyse des effets cumulés doit s'appuyer sur les projets ayant reçus un avis de la MRAe au jour du dépôt de la demande de permis de construire, ce qui n'est pas le cas du projet du Sud-barrois. En tout état de cause ce sera au projet du Sud-barrois de considérer dans son analyse des effets cumulés les projets des hauts-plateaux.

Il n'y a donc pas d'effet cumulés paysagers avec d'autres projets.

ANNEXES

ANNEXE 1 :

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts d'environ 15 km entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY (RTE)

ANNEXE 2 :

Estimation de l'empreinte carbone (PINK STRATEGY)

ANNEXE 3 :

Passages complémentaires dans le cadre de la réponse à l'avis MRAE du 18/08/2023 (BIOTOPE)

ANNEXE 4 :

Charte d'engagement environnementale (EHPY)

ANNEXE 5 :

Réponse à l'avis hydrogéologique (GLHD)

ANNEXE 5.1 :

Avis hydrogéologique, Rapport H.A. 23-8918 (JEROME GAUTIER)

ANNEXE 5.2 :

Reconnaissance structurale et géophysique de l'îlot 1 (IDUNA)



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE



PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon

Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXES

ANNEXE 1: Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts d'environ 15 km entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY (RTE)

ANNEXE 2: Estimation de l'empreinte carbone (PINK STRATEGY)

ANNEXE 3: Passages complémentaires dans le cadre de la réponse à l'avis MRAE du 18/08/2023 (BIOTOPE)

ANNEXE 4: Charte d'engagement environnementale (EHPY)

ANNEXE 5: Réponse à l'avis hydrogéologique (GLHD)

ANNEXE 5.1: Avis hydrogéologique, Rapport H.A. 23-8918 (JEROME GAUTIER)

ANNEXE 5.2: Reconnaissance structurale et géophysique de l'îlot 1 (IDUNA)



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE

GLHD
Cultivateur d'énergie

PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon
Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXE 1

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts d'environ 15 km
entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY.

RTE

Décembre 2023





Raccordement du projet agrivoltaïque de 180 MW « CONTIS 11 » de GLHD (Green LightHouse Développement)



Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts d'environ 15 km entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Département de l'Yonne (89)

**Communes concernées : Tonnerre, Saint Martin sur Armançon,
Commissy, Tanlay et Thorey**

Octobre 2023

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Avant-propos

La présente étude décrit les impacts sur l'environnement généralement associés à une liaison souterraine telle que celle du projet de raccordement du projet agri-photovoltaïque de 180 MW de Green LightHouse Développement (GLHD) « Centrale Photovoltaïque de CONTIS 11 » sur le territoire des Communautés de Communes « Le Tonnerrois en Bourgogne ». Les communes concernées sont Tonnerre, Saint Martin sur Armançon, Commissy, Tanlay et Thorey dans le département de l'Yonne (89).

D'environ 15 km de long, ce projet reliera le poste client de Thorey et le poste RTE de Tonnerre. La mise en service de cet ouvrage estimé à 22 M€ est attendue pour 09/2029.

La présente étude d'impact intervient **en amont du projet de raccordement du client CONTIS 11**. En effet, au titre de la notion de projet au sens du code de l'environnement, la partie raccordement électrique du client réalisé par RTE doit être intégrée à l'étude d'impact du projet du client.

Dans la suite du document, le terme « projet » correspond au raccordement électrique du client via la liaison souterraine objet de la présente étude.

A ce stade, le fuseau de passage pour la ligne électrique souterraine n'est pas encore connu. Il sera précisément défini lors de la phase de concertation¹ qui sera menée par RTE avec les collectivités locales concernées par le projet, les services de l'Etat, les partenaires socio-économiques, les gestionnaires de réseaux et domaines publics et concessionnaires.

Le présent document présente les **incidences génériques** d'une ligne électrique souterraine sur :

- Le milieu physique (climat, sol, eaux, risques naturels),
- Le milieu naturel (habitats, faune, flore, avifaune),
- Le milieu humain (cadre de vie, circulation routière, risques technologiques, champs magnétiques),
- Le paysage et le patrimoine,
- L'urbanisme.

Il présente également les **mesures génériques pour éviter, réduire ou compenser** associées aux différents types d'impacts. Dans le cas où le projet présenterait des incidences notables, qui n'auraient pas été complètement identifiées ni appréciées jusqu'à présent, la présente étude pourrait être affinée et actualisée, en vue de la demande d'autorisation de l'ouvrage.

¹ Le principe de la concertation est repris dans la circulaire de la Ministre déléguée à l'industrie, Mme Nicole Fontaine, le 9 septembre 2002.

RTE, DES MISSIONS ESSENTIELLES AU SERVICE DE SES CLIENTS, DE L'ACTIVITE ECONOMIQUE ET DE LA COLLECTIVITE



• LE MANAGER DE PROJET

Il est le représentant de la Direction de Rte, maître d'ouvrage du projet. À ce titre, il assure la responsabilité générale du projet, auprès de l'ensemble des acteurs concernés.

Mathieu PAFUNDI

Centre Développement & Ingénierie Nancy
8 rue de Versigny 54600 VILLERS-LES-NANCY
03 83 92 26 74 / 06 30 57 63 95
mathieu.pafundi@rte-france.com

• LE/LA CHARGE(E) DE CONCERTATION

Le chargé de concertation assiste le manager de projet dans la phase de concertation et le suivi des procédures administratives.

Laurent LAPREVOTTE

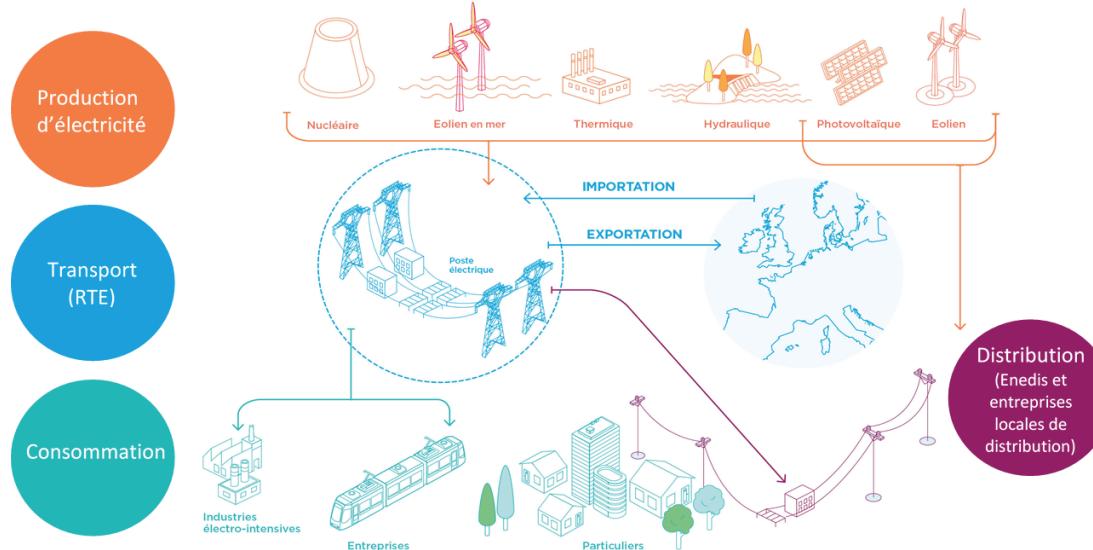
Centre Développement & Ingénierie Nancy
8 rue de Versigny 54600 VILLERS-LES-NANCY
03 83 92 23 46 / 06 65 12 54 08
laurent.laprevotte@rte-france.com

RTE, gestionnaire du réseau de transport d'électricité français, assure une mission de service public : garantir l'alimentation en électricité à tout moment et avec la même qualité de service sur le territoire national grâce à la mobilisation de ses 9 500 salariés.

RTE gère en temps réel les flux électriques et l'équilibre entre la production et la consommation. RTE maintient et développe le réseau haute et très haute tension (de 63 000 à 400 000 volts) qui compte près de 100 000 kilomètres de lignes aériennes, 7 000 kilomètres de lignes souterraines, 2 900 postes électriques en exploitation ou co-exploitation et 51 lignes transfrontalières.

Le réseau français, qui est le plus étendu d'Europe, est interconnecté avec 33 pays.

En tant qu'opérateur industriel de la transition énergétique neutre et indépendant, RTE optimise et transforme son réseau pour raccorder les installations de production d'électricité quels que soient les choix énergétiques futurs. RTE, par son expertise et ses rapports, éclaire les choix des pouvoirs publics. Pour en savoir plus : www.rte-france.com.



La position de RTE au sein du paysage électrique (RTE, 2022)

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE : CONTEXTE ET DESCRIPTION DU PROJET	7
1..... NATURE ET LOCALISATION DU PROJET	7
2..... DESCRIPTION DES TRAVAUX	11
DEUXIEME PARTIE : DESCRIPTION DES FACTEURS SUSCEPTIBLES D'ETRE AFFECTES DE MANIERE NOTABLE PAR LE PROJET	17
1..... DEFINITION DES PERIMETRES D'ETUDE	17
2..... MILIEU PHYSIQUE	18
3..... MILIEU NATUREL	24
4..... MILIEU HUMAIN	28
5..... PAYSAGE ET PATRIMOINE	30
6..... SYNTHESE DES ENJEUX DE L'AIRE D'ETUDE	32
TROISIEME PARTIE : DESCRIPTION DES SOLUTIONS DE SUBSTITUTION RAISONNABLES EXAMINEES	33
1.... METHODOLOGIE DE PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT TOUT AU LONG DE L'ELABORATION DU PROJET	33
QUATRIEME PARTIE : DESCRIPTION DES INCIDENCES NOTABLES QUE LE PROJET EST SUSCEPTIBLE D'AVOIR SUR L'ENVIRONNEMENT ET MESURES PREVUES	35
1..... MILIEU PHYSIQUE	35
2..... MILIEU NATUREL	45
3..... MILIEU HUMAIN	49
4..... PAYSAGE ET PATRIMOINE	60
5..... VULNERABILITE DU PROJET	61
CINQUIEME PARTIE : DESCRIPTION DU CUMUL DES INCIDENCES AVEC D'AUTRES PROJETS EXISTANTS OU APPROUVES	64
1..... IDENTIFICATION DES PROJETS FUTURS	64
2..... EFFETS CUMULES	

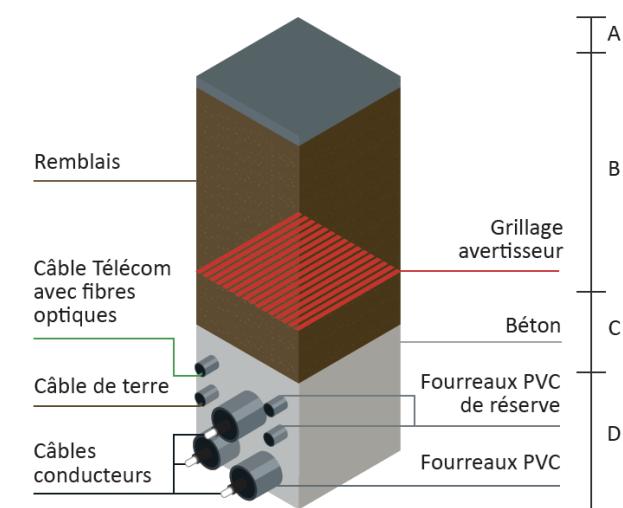
SIXIEME PARTIE : DESCRIPTION DES ASPECTS PERTINENTS DE L'ETAT INITIAL DE L'ENVIRONNEMENT, EN PRESENCE ET ABSENCE DU PROJET	65
1..... TABLEAU COMPARATIF DES SCENARIOS D'EVOLUTION DU SITE	65
SEPTIEME PARTIE : COMPATIBILITE AVEC LES DOCUMENTS DE PLANIFICATION	67

Suivant le milieu traversé et les obstacles rencontrés sur le tracé, plusieurs techniques de pose des câbles souterrains sont possibles :

Fourreaux PVC dans du béton

En milieu urbain où les contraintes de circulation sont fortes et où le sous-sol recèle généralement déjà de nombreux autres réseaux (eaux pluviales, eaux usées, gaz etc.), la technique la plus utilisée est la pose des câbles dans des fourreaux en « PVC » (polychlorure de vinyle) enrobés de béton. Le PVC contrairement au PEHD ne permet ni de protéger les fourreaux et les câbles contre les agressions externes (charges roulantes, travaux tiers...) ni de confiner les défauts en cas d'amorçage. Il est donc nécessaire d'enrober les fourreaux PVC de béton afin d'assurer cette protection. Ils sont installés dans une tranchée d'environ 0,70 mètre de largeur, avec une profondeur de l'ordre de 1,50 mètre en fond de fouille suivant le profil du terrain. Un grillage avertisseur rouge est placé au-dessus de l'ouvrage pour signaler la présence du câble en cas de travaux ultérieurs à proximité.

Fourreau PVC dans du béton



Coupe type d'une liaison souterraine en technique 225 000 volts (pose en trèfle)

Fourreaux PEHD en pleine terre

En secteur plus rural lorsque le sous-sol n'est pas déjà occupé par d'autres réseaux, une autre technique peut être utilisée, il s'agit de la technique de pose des câbles dans des fourreaux « PEHD » (Polyéthylène Haute Densité). Ces fourreaux PEHD qui vont également servir à protéger les câbles sont posés en fond de tranchée, leur résistance mécanique élevée permet de ne pas les enrober de béton. Ils sont installés dans une tranchée d'environ 0,70 mètre de largeur, avec une charge de 0,9 mètre minimum environ suivant le profil du terrain. Un grillage avertisseur rouge est également placé au-dessus de l'ouvrage (à 0,20 m environ).



Câble à fibres optiques.



Coupe de câbles conducteurs souterrains.



Détail de la structure d'un câble souterrain.

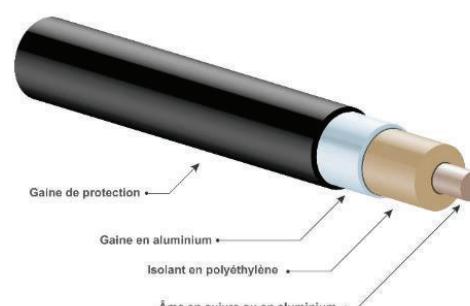
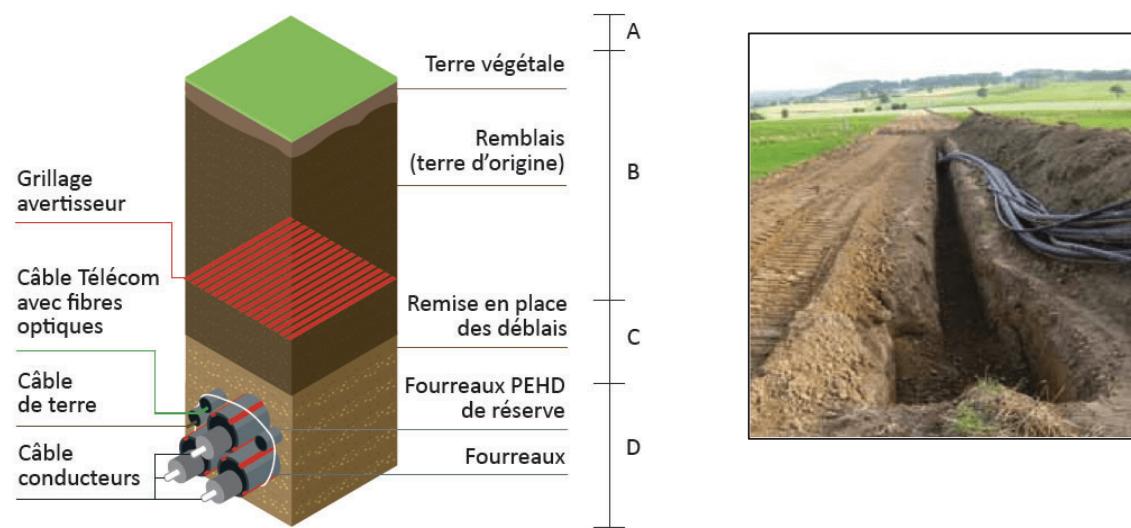


Schéma et constitution d'un câble souterrain.

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Fourreau PEHD en pleine terre



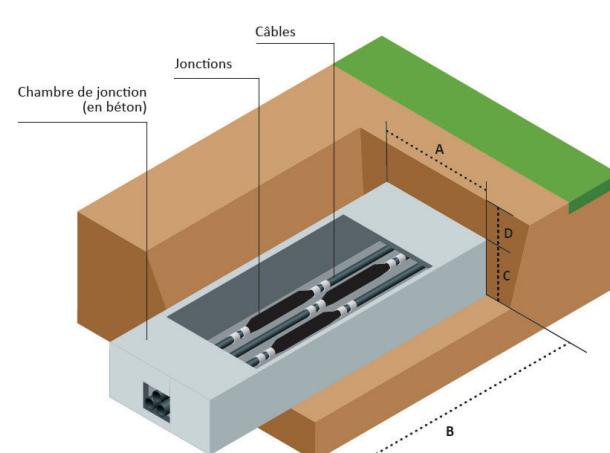
Coupe type d'une liaison souterraine en technique 225 000 volts (pose en trèfle)

Chambres de jonction

Les câbles sont livrés sur des tourets avec une longueur d'environ 1500 mètres en fonction du niveau de tension. La longueur totale de la liaison sera supérieure à 15 km, il sera donc nécessaire d'assembler plusieurs longueurs de câbles entre elles à l'aide de jonctions permettant la continuité de la liaison. Elles sont installées dans des chambres de jonctions.

Une chambre de jonction est creusée à ciel ouvert, son emprise au sol est de 2 mètres de large sur 10 mètres de long pour un ouvrage 225 000 volts.

Une fois les tronçons de câbles reliés entre eux dans ces chambres de jonctions, ces dernières sont ensuite remplies de sable puis refermées avec des dalles en béton préfabriqué qui assurent leur résistance mécanique. Au-dessus de ces couvercles, un grillage avertisseur est posé puis le terrain est remblayé et remis en l'état. Ces chambres de jonctions sont destinées à être totalement enterrées et invisibles à la fin des travaux (et non visibles). Elles sont constituées d'un sol en béton armé et de murs maçonnes avec des parpaings pleins. Selon la conception définitive de la liaison du raccordement RTE, 10 chambres de jonction seront nécessaires entre le poste de Tonnerre et le poste de Thorey. Le temps de montage d'une jonction est estimé à 2 semaines environ, auxquelles s'ajoutent les opérations en amont (terrassement, création de l'ouvrage maçonné, déroulage des câbles, etc.) et en aval (fermeture de la chambre de jonction et remblaiement).



Exemple de chambre de jonction

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Des puits de terre ou de permutation sont parfois implantés à proximité de certaines chambres de jonction. Ils constituent des chambres visitables et en partie visibles en surface (tampons/regards affleurants). Le cas échéant, ces puits abritent les dispositifs de permutation des écrans de câble entre phases, ou de mise à la terre des écrans.

Des visites de contrôle du matériel installé dans ces puits sont réalisées, il est donc nécessaire d'y accéder périodiquement. Cette maintenance préventive est programmée tous les 6 ans.



Chambre de jonction



Chambre de jonction et puits de terre au premier plan

1.2 Modifications aux postes

La nouvelle ligne 225 000 volts doit se raccorder à ses extrémités aux postes électriques.

Les installations à 225 000 volts du poste de Tonnerre devront être adaptées pour accueillir la cellule départ liaison souterraine vers le poste de Thorey. Aucune extension foncière ne sera nécessaire.



Exemple d'installations dans un poste aérien

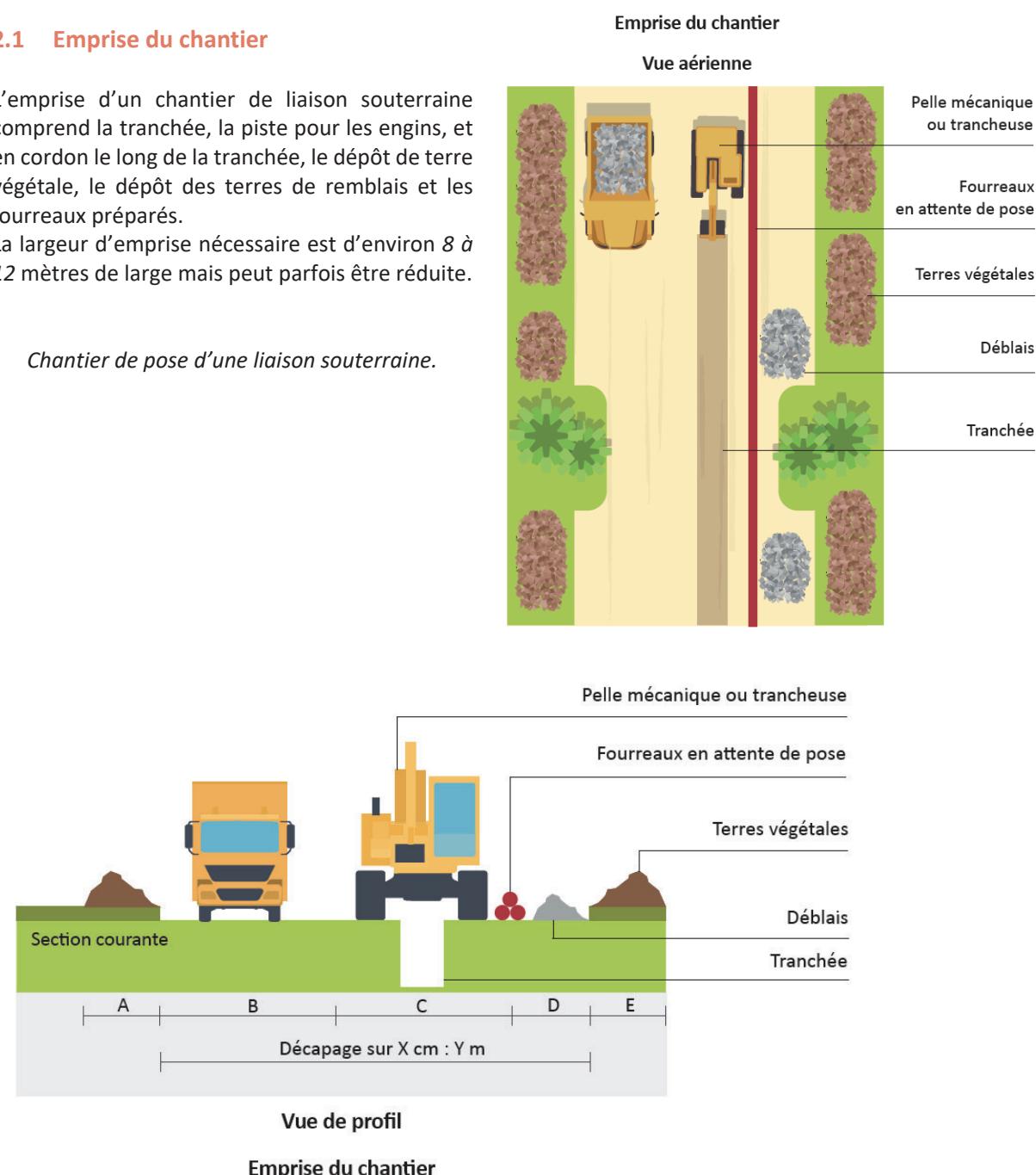
2 DESCRIPTION DES TRAVAUX

2.1 Emprise du chantier

L'emprise d'un chantier de liaison souterraine comprend la tranchée, la piste pour les engins, et en cordon le long de la tranchée, le dépôt de terre végétale, le dépôt des terres de remblais et les fourreaux préparés.

La largeur d'emprise nécessaire est d'environ 8 à 12 mètres de large mais peut parfois être réduite.

Chantier de pose d'une liaison souterraine.



- A : de l'ordre de 2 m ;
- B : de l'ordre de 3 m ;
- C : de l'ordre de 3 m ;
- D : de l'ordre de 2 m ;
- E : de l'ordre de 2 m ;
- Y : de l'ordre de 8 m.



Illustration d'un chantier à l'emprise réduite



2.2 Pose de la ligne souterraine

Un chantier de ligne souterraine nécessite la succession de diverses opérations.

Pour la pose des câbles en fourreaux PVC dans du béton

découpage de la chaussée ou des accotements ; ouverture de la tranchée et blindage de la fouille ; mise en place et assemblage des tubes PVC et des peignes qui les maintiennent ; coulage du béton ; remblayage des fouilles et pose du grillage avertisseur, au fur et à mesure de l'avancement linéaire du chantier ; déroulage du câble dans les tubes PVC ; réalisation du raccordement des câbles dans les chambres de jonction ; démontage des éventuelles pistes d'accès, nettoyage et remise en état des sols. réfection des sols (chaussées, chemins, espaces verts,); nettoyage et remise en état du site.



Coulage du béton.

Pour la pose des câbles en fourreaux PEHD en pleine terre

Aménagement éventuel des accès au chantier décapage de la terre végétale en surface ; stockage des terres sur place ; ouverture de la tranchée (et blindage de la fouille si nécessaire) ; mise en place et assemblage des fourreaux PEHD ; remblayage des fouilles et pose du grillage avertisseur, remise en place de la terre végétale en surface ; déroulage du câble dans les fourreaux PEHD ; réalisation du raccordement des câbles dans les chambres de jonction ; démontage des éventuelles pistes d'accès, nettoyage et remise en état des sols.



Pose des fourreaux PEHD en pleine terre.

2.3 Franchissements particuliers

Dans le cas où le projet de ligne souterraine doit traverser un cours d'eau ou un ouvrage linéaire, différentes techniques de passage sont possibles. Le choix entre ces techniques se fait en fonction des caractéristiques de l'obstacle à franchir et des composantes locales de l'environnement.

L'ensouillage

Il s'agit d'installer les câbles de la liaison souterraine dans une tranchée dans le lit du cours d'eau, et de la refermer.

Un dispositif filtrant (type bottes de paille espacées de quelques centimètres) est mis en place à l'aval de l'étier² pour retenir les matières mises en suspension du fait des travaux.

Ensuite, un batardeau (barrage temporaire) est créé à l'amont et à l'aval, puis une buse est mise en place pour permettre l'écoulement de l'eau.

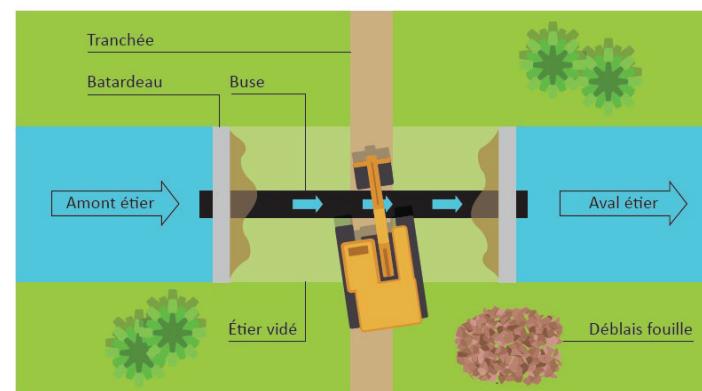
La réalisation de la tranchée et la mise en place des fourreaux peut alors avoir lieu.

Le batardeau aval, puis le batardeau amont peuvent être retirés.

Notons que l'on peut aussi travailler en demi-rivière : on coupe l'écoulement sur la moitié de la rivière pour faire l'ensouillage, puis sur l'autre moitié, de manière à laisser toujours une partie de la rivière qui s'écoule librement

NB : La zone comprise entre les deux batardeaux est d'environ 8 mètres et la durée d'intervention est de l'ordre d'une semaine.

L'ensouillage



Le passage en sous-œuvre

Certains obstacles linéaires (cours d'eau, canaux, voies ferrées, routes à forte circulation...) ne peuvent être franchis en tranchée ouverte. Une technique de pose sans tranchée pour installer les fourreaux est alors utilisée : forage dirigé, fonçage, micro-tunnelier...

Les travaux nécessitent de part et d'autre de l'obstacle à franchir, la création de fouilles et de plateformes sur lesquelles est installé le matériel nécessaire aux opérations.

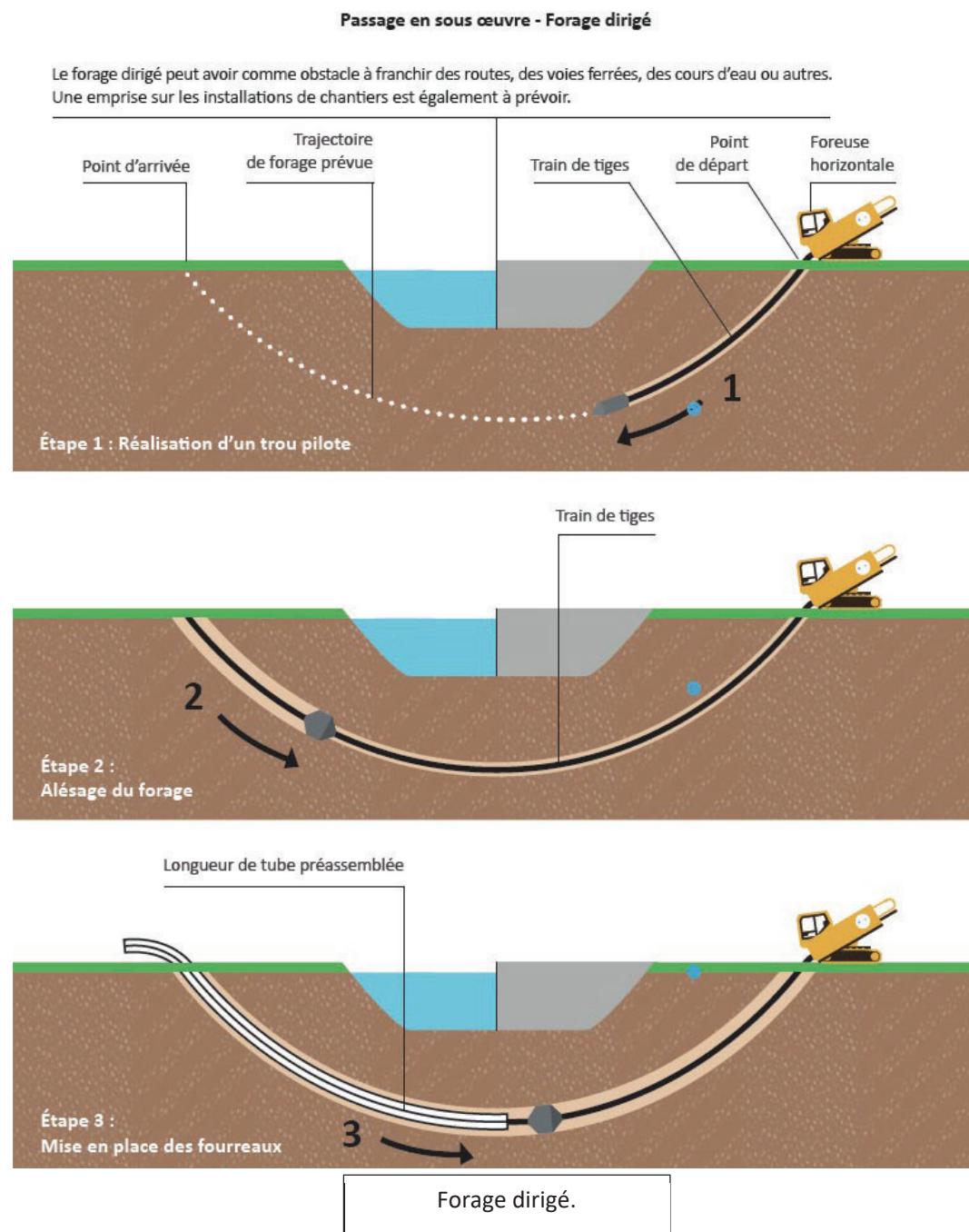
Le choix est fonction de la nature des sols, de l'espace disponible, de l'accessibilité, etc.

Pour un forage dirigé, un train de tiges pénètre dans le sol sous l'action combinée de la poussée et de la rotation d'une tête de forage, équipée à son extrémité d'une tête d'usure adaptée à la nature du terrain.

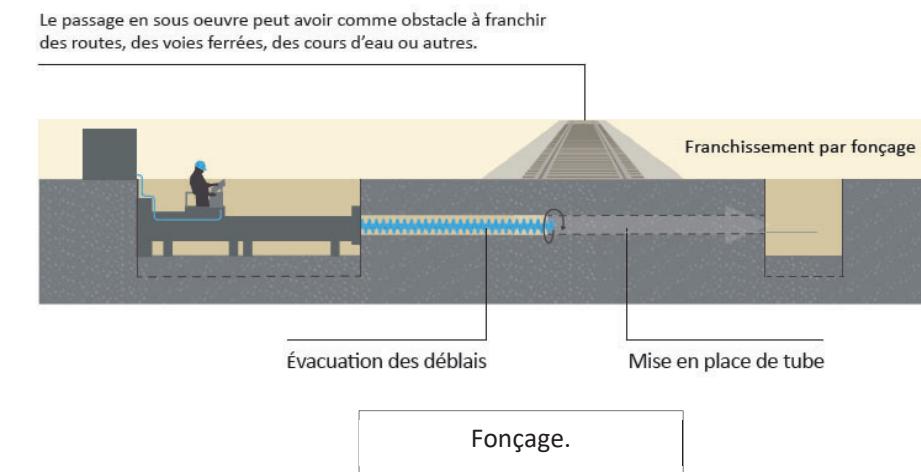
Cette tête de forage est munie de buses d'injection d'eau ou de boue de forage.

Une sonde placée à l'intérieur de la tête de forage permet de communiquer à l'opérateur des informations de profondeur, de positionnement, d'inclinaison, d'orientation et la température de celle-ci.

² Dans le cas présent, l'étier est la buse qui canalise le cours d'eau entre l'amont et l'avant du chantier.



Le fonçage horizontal nécessite la réalisation de deux puits : un d'entrée (de poussée) et un de sortie. Le guidage est impossible. La technique consiste à pousser des tubes horizontalement à l'aide de vérins.



Le micro-tunnelier utilise une roue de coupe adaptée au cas par cas à la nature du terrain rencontré et aux dimensions du diamètre nécessaire pour l'ouvrage. Les déblais de fonçage sont remontés à la surface par marinage hydraulique et traités sur place avant mise en décharge.

Ces trois techniques nécessitent des emprises importantes pour installer des plateformes, de l'ordre de 500 m² du côté de l'entrée pour les engins de forage et le traitement des matériaux extraits.

Passage en encorbellement sur un pont

Certains cours d'eau, voies ferrées ou routes surplombés par des ponts peuvent être franchis en encorbellement, technique permettant de fixer la ligne souterraine au tablier du pont. Afin de permettre cette technique, les ponts doivent disposer d'une certaine robustesse.

Le franchissement par ouvrage dédié (tube porteur, passerelle..)

De part et d'autre de l'obstacle à franchir (cours d'eau, route, voie ferrée, etc.), deux fondations sont réalisées, elles permettent de porter le tube dans lequel sont installés les fourreaux contenant les câbles de la ligne souterraine.

Exemple avec un tube porteur :



Protection du tube contenant les câbles.



Tube contenant les câbles.

Deuxième partie : description des facteurs susceptibles d'être affectés de manière notable par le projet

Le fuseau de passage de la liaison électrique souterraine pour le raccordement du parc agri-voltaïque de Thorey au poste 225 000 volts de TONNERRE sera connu à l'issue de la Concertation Fontaine menée par RTE en 2024.

Le projet de ligne souterraine peut impacter différents milieux dans l'aire d'étude du projet de raccordement du parc agriphovoltaïque de la société CONTIS 11. Cette partie détaille les différents impacts possibles ainsi que les mesures d'évitement, réduction ou compensation en lien avec ces impacts.

La démarche « éviter, réduire, compenser » est inscrite dans le corpus législatif depuis la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature. RTE dans le cadre de ses activités de construction et d'entretien du Réseau Public de Transport d'électricité est concerné par cette démarche. Dès les phases de conception et de concertation, la séquence ERC est au cœur du projet de création d'infrastructure électrique. A titre d'exemple, le choix du fuseau de moindre impact encadré par la circulaire ministérielle du 9 septembre 2002, poursuit la séquence d'évitement : le fuseau présenté et retenu par les parties prenantes est celui dit de « moindre impact environnemental ».

Au-delà de la phase de conception et de concertation du projet, la mise en place de mesures d'évitement et de réduction permet de préciser et de déterminer la solution technique finale de moindre impact. Elle conduit à adapter et réviser de manière itérative le projet initial pour l'amener, peu à peu, au projet décrit dans la présente étude d'impact.

1 DEFINITION DES PERIMETRES D'ETUDE

La prise en compte des différentes caractéristiques des milieux concernés par un projet d'aménagement nécessite d'identifier et de délimiter un périmètre d'étude. La taille de ce périmètre doit être adaptée d'une part au projet lui-même (emprise directe de ce dernier et zone d'influence), et d'autre part aux différents paramètres analysés (hydrologie, milieu naturel, qualité de l'air...) qui requièrent des niveaux d'analyses spécifiques. Ainsi la taille du périmètre d'étude est plus ou moins variable selon le paramètre considéré et doit permettre une analyse pertinente des contraintes environnementales.

Les périmètres d'étude pris en considération dans le présent dossier sont les suivants :

- **Le secteur d'étude :** il correspond au secteur compris entre le poste client de THOREY et le poste RTE de TONNERRE. Sur ce périmètre, sont principalement étudiées : la topographie, l'hydrographie, les milieux naturels, les trames vertes et bleues, les infrastructures et le paysage.
- **La zone d'étude :** contrairement au secteur d'étude, elle se limite au territoire communal des communes concernées par le tracé. Sur ce périmètre d'étude, sont principalement étudiées les thématiques suivantes : la population et les logements, les documents d'urbanisme supra communaux, les activités agricoles et les loisirs.
- **la bande d'étude :** elle correspond à une bande d'environ 400 m de part et d'autre du tracé. Sur ce périmètre d'étude, sont principalement étudiées : les sites et sols pollués, les captages d'alimentation en eau potable, les risques naturels et technologiques, les documents d'urbanisme communaux, les servitudes d'utilité publique, les réseaux, les zones d'activités, les carrières et le patrimoine historique et archéologique.

2 MILIEU PHYSIQUE

2.1 Climat et air

Site : <https://donneespubliques.meteofrance.fr/>

Le territoire du projet est caractérisé par un climat de type semi-continental. La température maximale à Tonnerre est en moyenne de 16°C sur l'année (de 6°C en janvier à 25°C en août). Il pleut 1037 mm sur l'année, avec un minimum de 61mm en septembre et un maximum de 127mm en mai.

Le vent dominant est orienté sud sud-ouest

2.2 Relief

Site : <https://www.geoportail.gouv.fr/>

La ligne souterraine concernée par le présent projet s'étage de 330 m au poste client de THOREY, à 144 m au poste RTE de TONNERRE.

Entre les deux postes à relier le relief est moyennement vallonné.

2.3 Réseau hydrographique

Sites : <https://www.geoportail.gouv.fr/>

Sur le secteur d'étude, le réseau hydrographique est représenté par :

- L'Armançon et ses biefs qui traversent des prairies et des champs.
- Le canal de Bourgogne

Le territoire du projet est concerné par le Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) Seine-Normandie

Le territoire du projet est concerné par le S.A.G.E. de l'Armançon dont les objectifs sont :

Les 8 règles opposables aux tiers définies par La Commission Locale de l'Eau

- Article 1 – Respecter les débits d'étiage garantissant le bon fonctionnement des milieux aquatiques
- Article 2 – Encadrer la création des réseaux de drainage
- Article 3 – Maîtriser les impacts quantitatifs et qualitatifs des eaux pluviales
- Article 4 – Préserver la capacité d'auto-épuration des milieux aquatiques
- Article 5 – Préserver les espaces de mobilité fonctionnels des cours d'eau
- Article 6 – Encadrer la création des ouvrages hydrauliques et des aménagements dans le lit mineur des cours d'eau
- Article 7 – Encadrer la création des plans d'eau
- Article 8 – Encadrer l'extraction des matériaux alluvionnaires

2.4 Zones humides

Sources : pré-localisation des zones humides par les DREAL, les départements, les SAGE et SDAGE, les PLU...

<http://sig.reseau-zones-humides.org/>

<http://www.zones-humides.org/les-pr%C3%A9localisations-et-inventaires-de-milieux-humides>

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY



Zones humides en bleu

Le présent projet de ligne souterraine est susceptible de concerter des zones humides.

Nous éviterons au maximum ce type de zone.

Un diagnostic par un cabinet d'écologues sera réalisé lorsque le projet sera affiné.

2.5 Captages

La carte ci-après regroupe les informations relatives aux captages d'eau potable avec les périmètres de protection immédiate (rouge), rapprochée (orange) et éloignée (vert).

Le SAGE de l'Armançon fixe plusieurs axes majeurs d'orientations :

- Obtenir l'équilibre durable entre les ressources en eaux souterraines et les besoins
- Maîtriser les étiages
- Atteindre une bonne qualité des eaux souterraines
- Atteindre une bonne qualité écologique des cours d'eau et des milieux associés
- Maîtriser les inondations
- Maîtriser le ruissellement
- Restaurer les fonctionnalités des cours d'eau, des milieux associés et des zones humides
- Valoriser le patrimoine écologique, paysager, historique et touristique
- Clarifier le contexte institutionnel

Les pollutions liées à l'activité agricole impactent la ressource en eau du territoire. La préservation de la qualité de cette ressource est ainsi un enjeu marqué sur la zone d'étude. Plus d'un captage d'eau potable sur 3 du bassin de l'Armançon présente des teneurs en nitrates supérieures à 37 mg/l et les pesticides sont présents sur 12% des captages à des teneurs dépassant les normes.

Le futur tracé évitera les périmètres de protection immédiate et rapprochée des zones de captage d'eau.

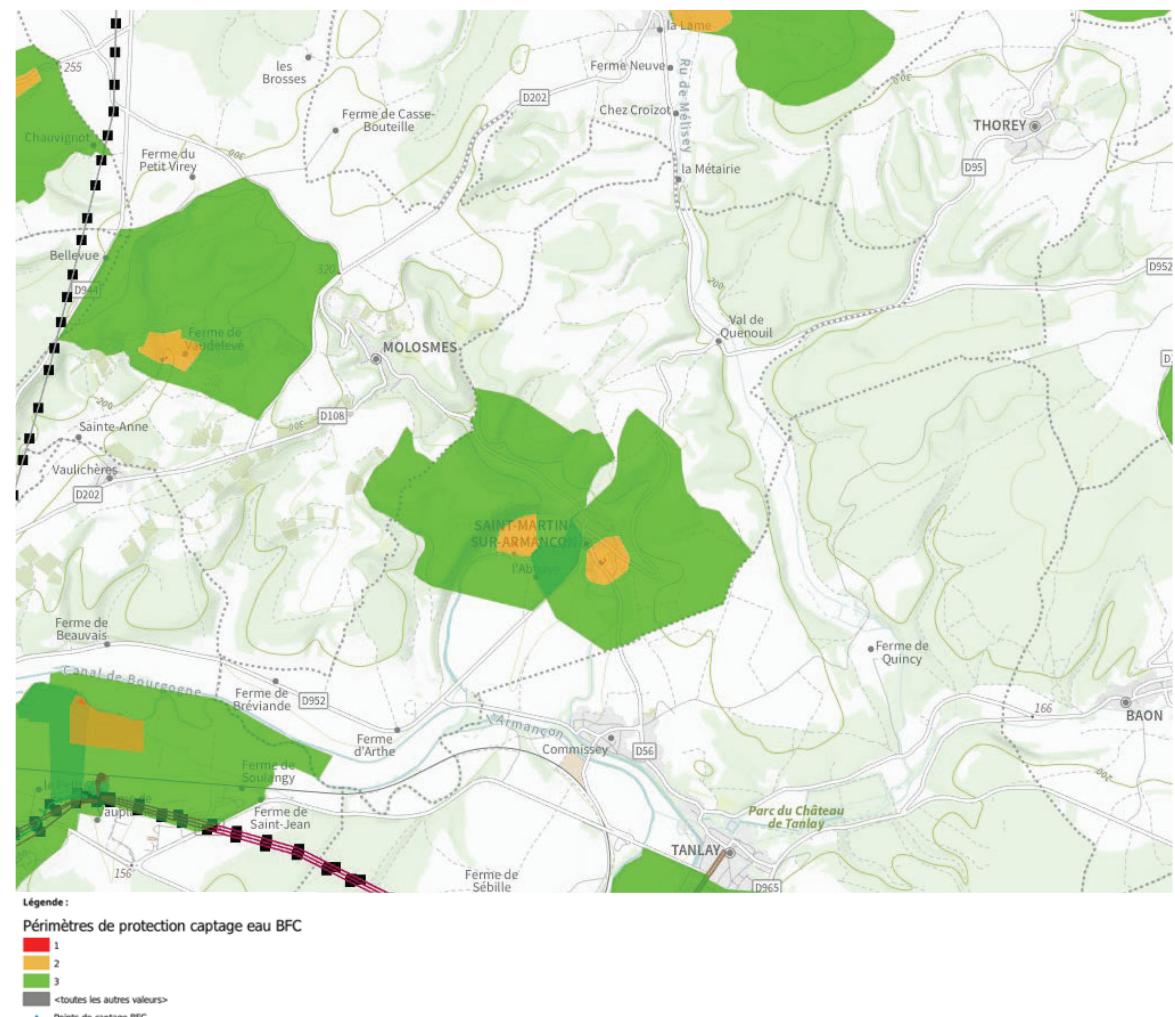
Annotation au PLU de la commune de Tonnerre concernant la zone de captage d'eau: contacter la mairie avant tous travaux.

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Un arrêté préfectoral déclarant d'utilité publique l'établissement de périmètres de protection autour du captage du "Petit Béru", situé à TONNERRE. (089_DUP_0125)

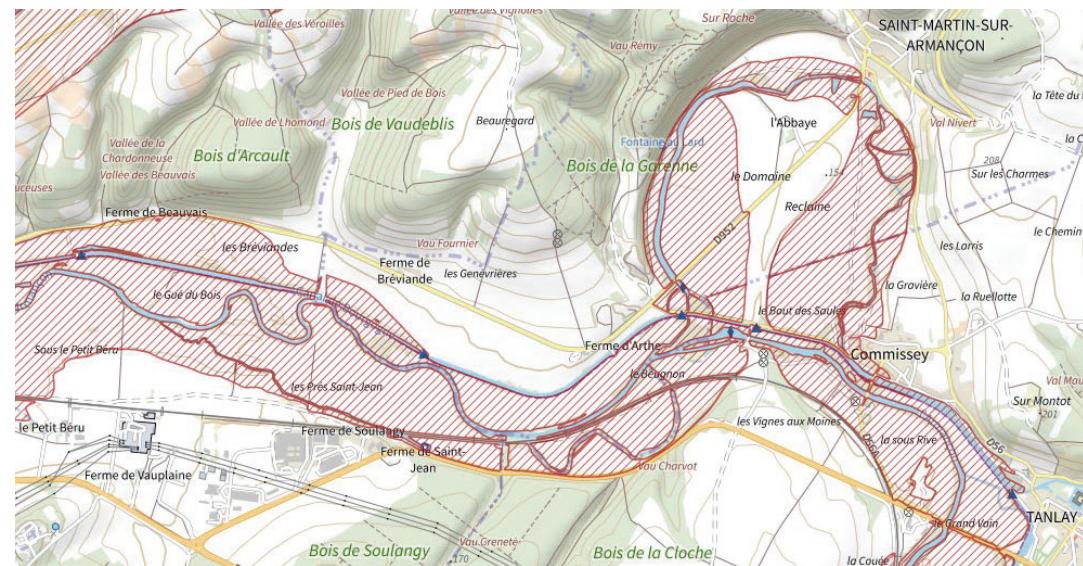
Concernant le périmètre éloigné de ce captage :

- Le fonçage des puits et des forages, l'ouverture et le remblaiement des excavations seront préalablement soumis à l'avis d'un géologue agréé du département et pourront éventuellement ne pas être autorisés ;
- Les ouvrages existants seront soumis à déclaration auprès de l'autorité sanitaire départementale (Art. 10 du Règlement sanitaire départemental -Décret n. 73- 219 du 23 février 1973 (1.0. du 02.03.73)) ;
- Les constructions nouvelles, soumises au permis de construire (Art. L 421-1 et suivants, ainsi que R. 111-21 du Code de l'Urbanisme) et toute modification importante de la surface topographique seront soumises à une autorisation préfectorale.

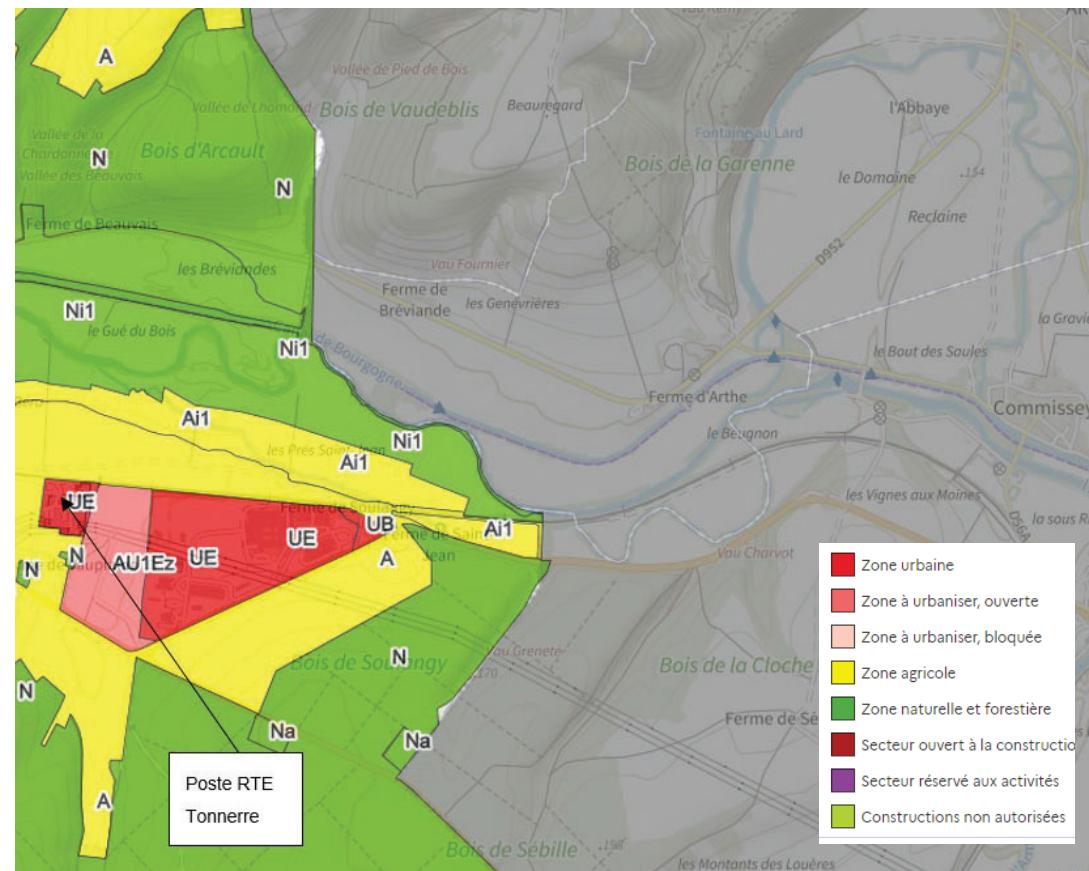


2.6 Risques naturels

Risque inondation



La période des travaux sera à adapter en fonction de ce risque.



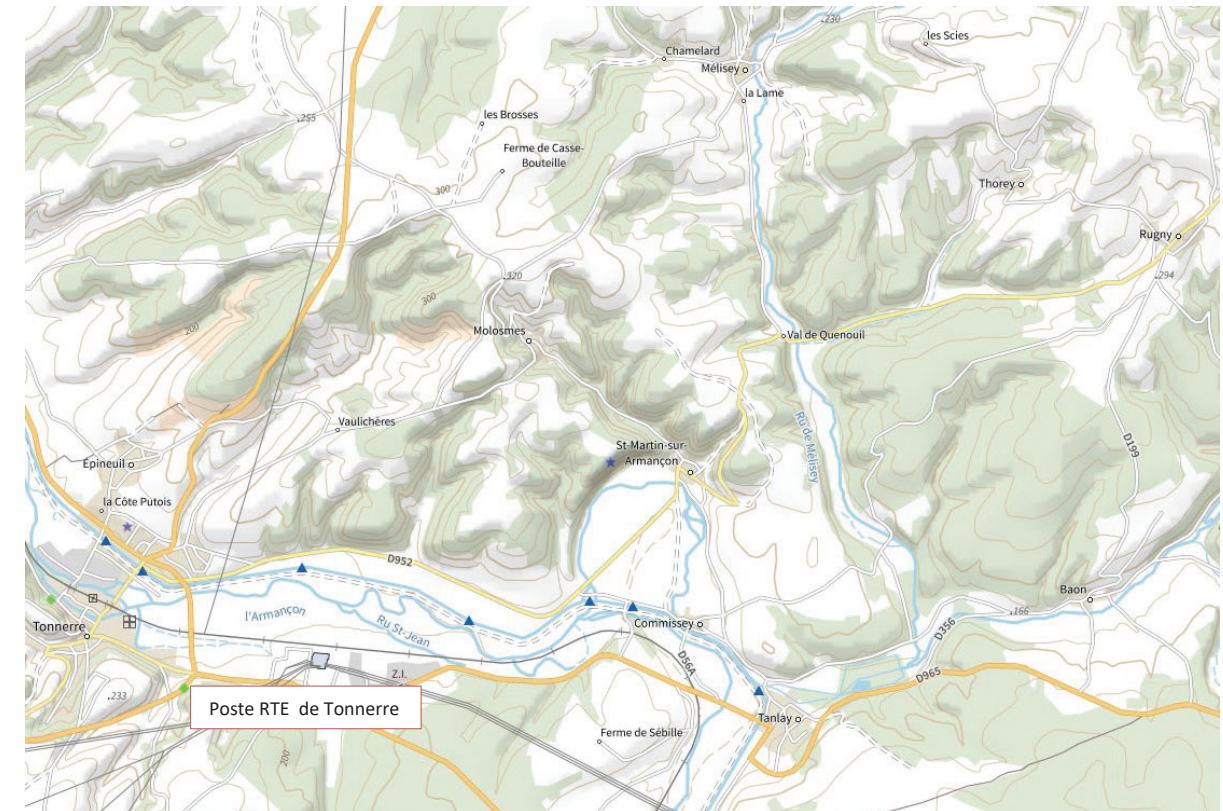
Cartographies des DREAL.
Source : <https://www.georisques.gouv.fr/>
Analyse des Plan Locaux d'Urbanisme (PLU)

Le secteur Ai1 autour du poste de RTE de Tonnerre est soumis à un risque d'inondabilité fort ou très fort.

Dans ce secteur, sont autorisés à condition de ne pas aggraver les risques et ne pas en provoquer de nouveaux et sous réserve du respect des prescriptions générales :

Les travaux d'infrastructures nécessaires au fonctionnement des services publics, **y compris la pose de lignes et de câbles** sous réserve que le maître d'ouvrage prenne les dispositions appropriées aux risques créés par ces travaux et en avertisse le public par une signalisation efficace.

Risque mouvement de terrain



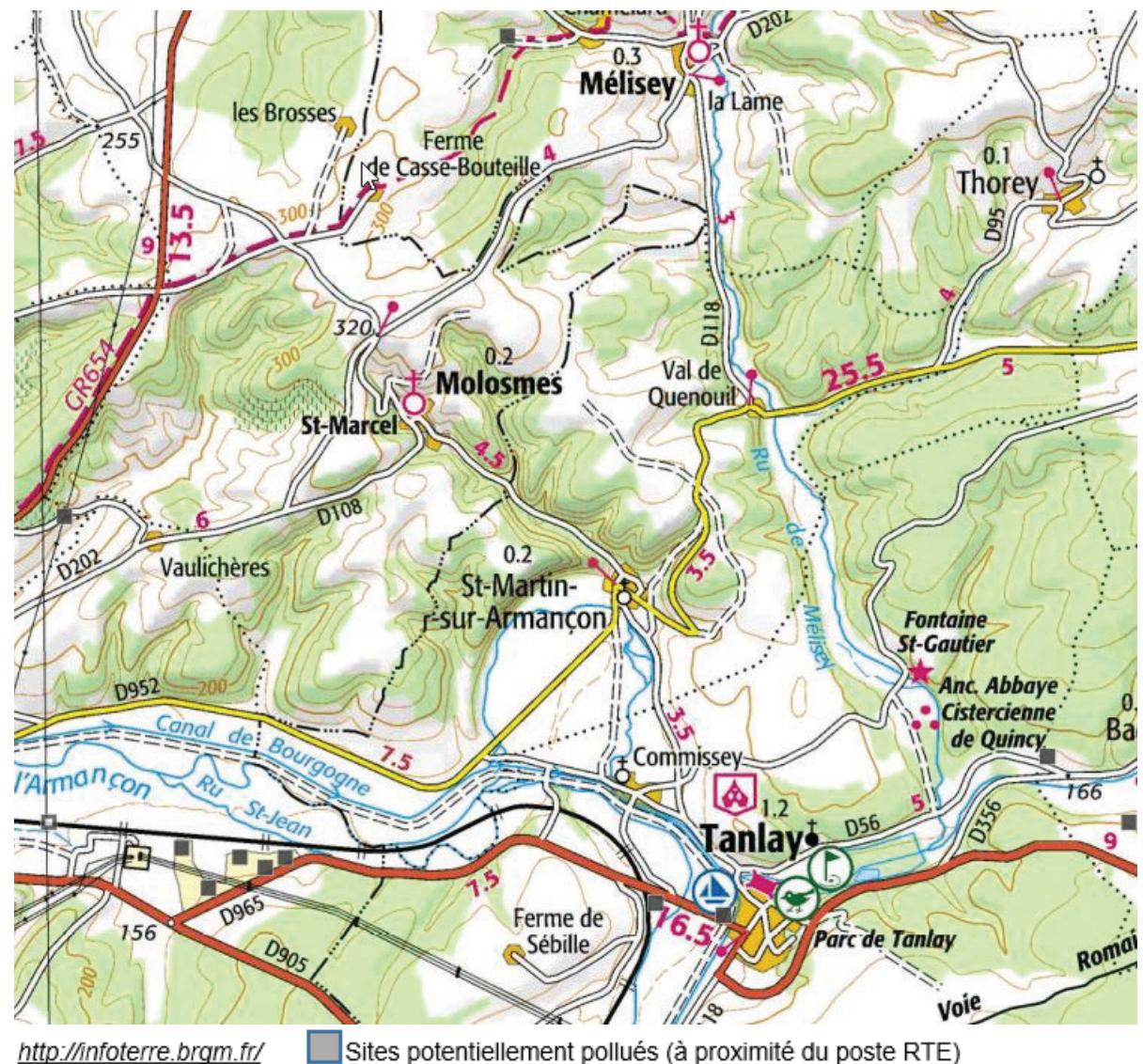
- Glissement
- ◆ Eboulement
- ▼ Coulée
- ★ Effondrement
- ▲ Erosion des berges

Source : <https://www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives/>

Le risque de mouvement de terrain est essentiellement l'érosion des berges de l'Armançon. Le niveau d'enjeu global concernant le risque de mouvement de terrain est donc estimé moyen.

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Sites et sols pollués



Les sites aux sols pollués appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif sont répertoriés par le ministère en charge de l'environnement. On note la présence de sites de ce type sur le secteur étudié.

Source : <https://www.georisques.gouv.fr/>

Risque incendie

Plan de prévention du risque incendie feu de forêt sur les sites des Préfectures.
Analyse des PLU.

Cartographies des DREAL.

Source : <https://www.georisques.gouv.fr/>

Le département de l'Yonne n'est pas exposé à un risque élevé de feu de forêt.

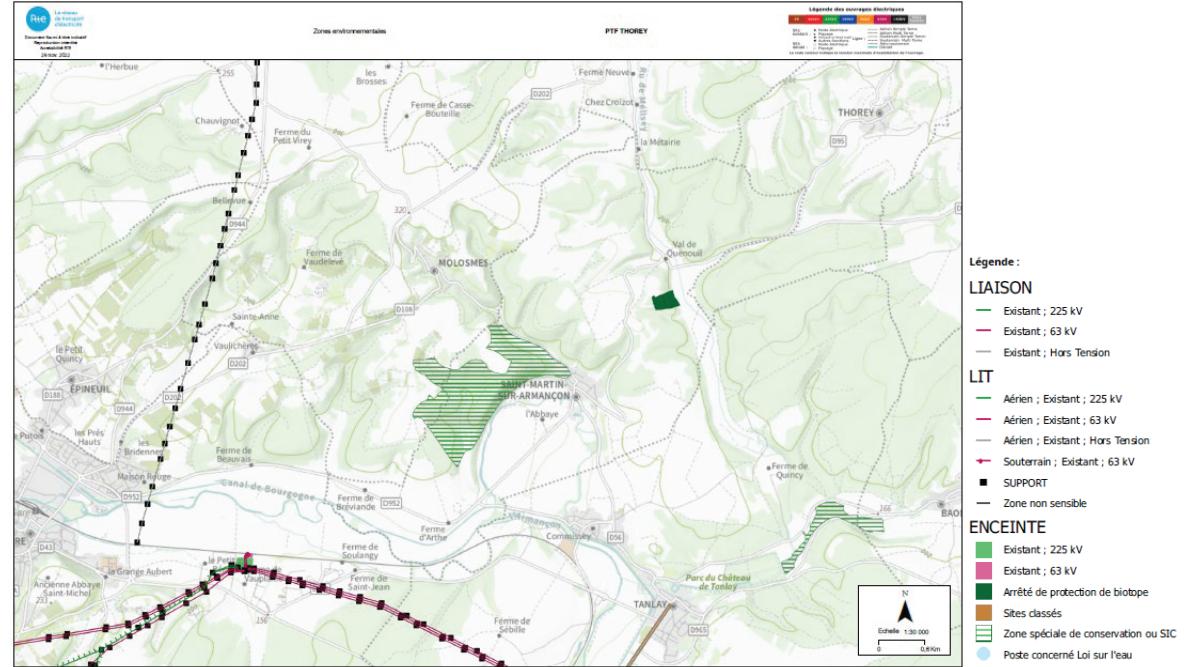
Le futur tracé peut toutefois être concerné par un risque d'incendie, étant par endroits à proximité de boisements et de haies.

Des mesures adéquates seront prises en phase travaux en cas de sécheresse.

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

3 MILIEU NATUREL

3.1 Protections réglementaires et inventaires



Au niveau de la zone d'étude, l'analyse cartographique montre la présence :

- d'une Zone Spéciale de Conservation Natura 2000 « Les Eboulis calcaires de la vallée de l'Armançon ». Le site couvre 219 hectares répartis en deux entités : une première entité, de 139 hectares, sur les communes de Cry et Asnières-en-Montagne, et une deuxième entité de **77 hectares sur les communes de Saint-Martin-sur-Armançon et Molosmes**.

Le coteau de Saint-Martin-sur-Armançon domine un méandre fossile de la rivière. La pente raide est occupée par des éboulis calcaires plus ou moins stabilisés, supportant des pelouses ou des boisements.

Les landes et pelouses sont des milieux instables qui évoluent vers le fourré ou la forêt à l'échelle de 30-40 ans, d'où un appauvrissement des milieux. Suite à l'abandon des pratiques agricoles, plusieurs secteurs de pelouses à Saint-Martin-sur-Armançon sont actuellement embussonnés à plus de 50%.

Les pelouses sont également soumises au problème de colonisation par les résineux qui se disséminent à partir des parcelles limitrophes.

- d'une zone d'arrêté de biotope

Ces zones seront évitées par le futur tracé LS afin qu'il y ait pas d'incidence sur ces zones.

Néanmoins nous nous rapprocherons des gestionnaires de ces sites.

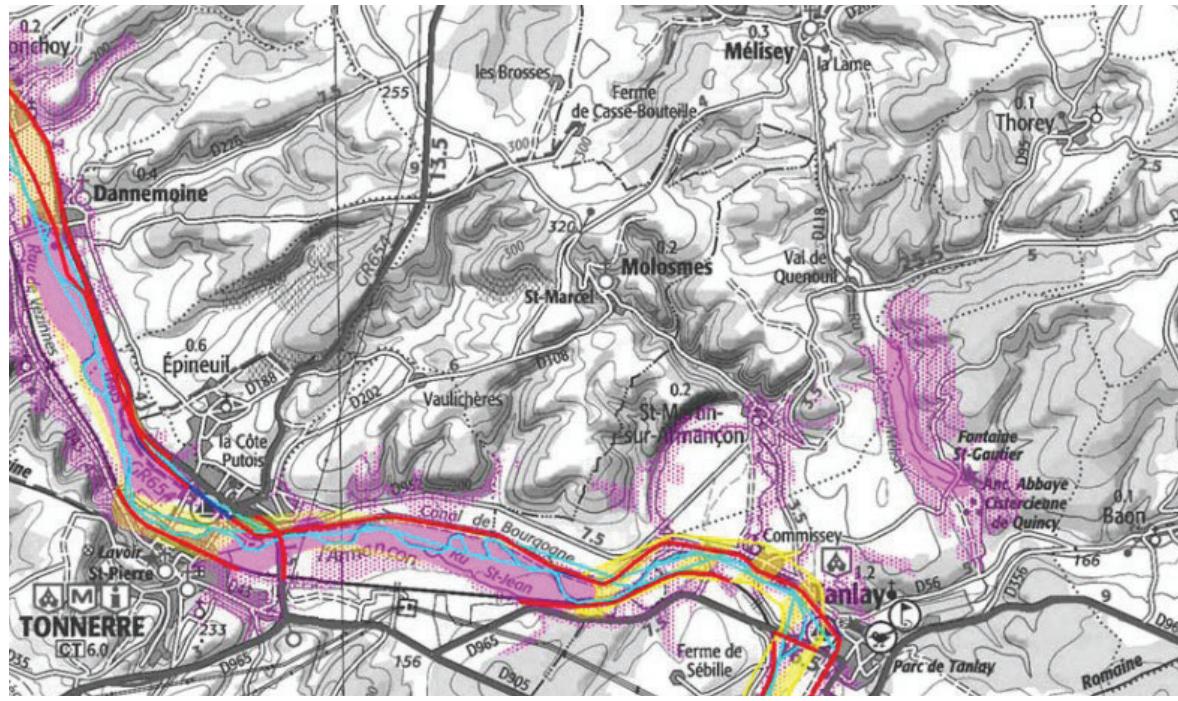
Une évaluation des incidences (ou plus spécifiquement une évaluation simplifiée) au titre de Natura 2000 sera à prévoir.

Source : Easygeo, Sites Cartographies des DREAL, des départements, sig.reseau-zones-humides.org.

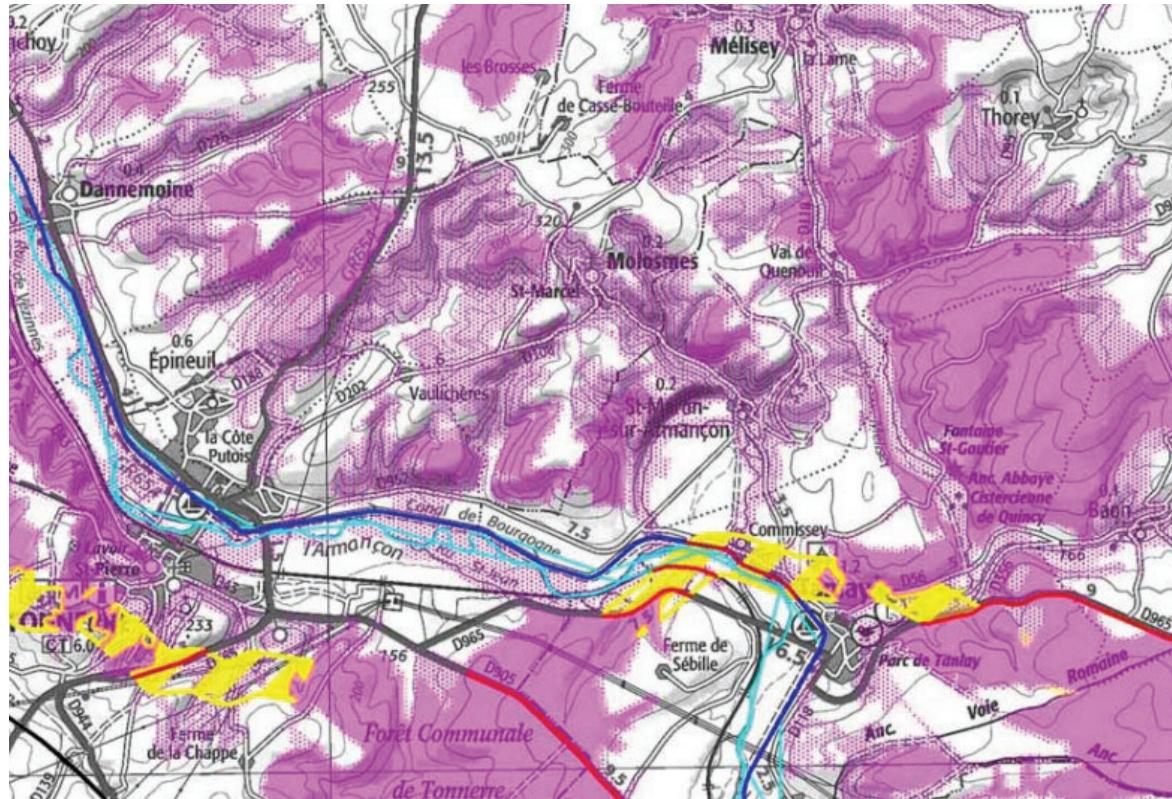
Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

3.2 Continuités écologiques

Selon de Schéma régional de Cohérence Écologique (SRCE) de la Région Bourgogne Franche Comté, la bande d'étude du projet intercepte des terrains identifiés ci-dessous :

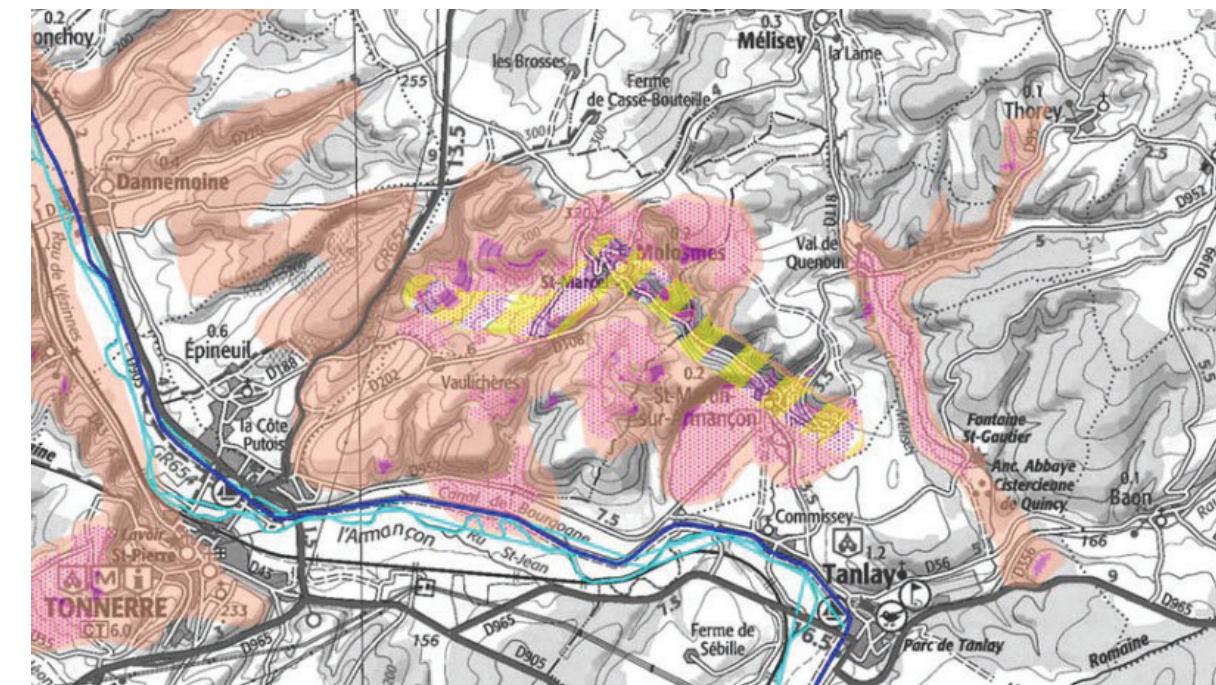


Sous trame Prairies-bocages

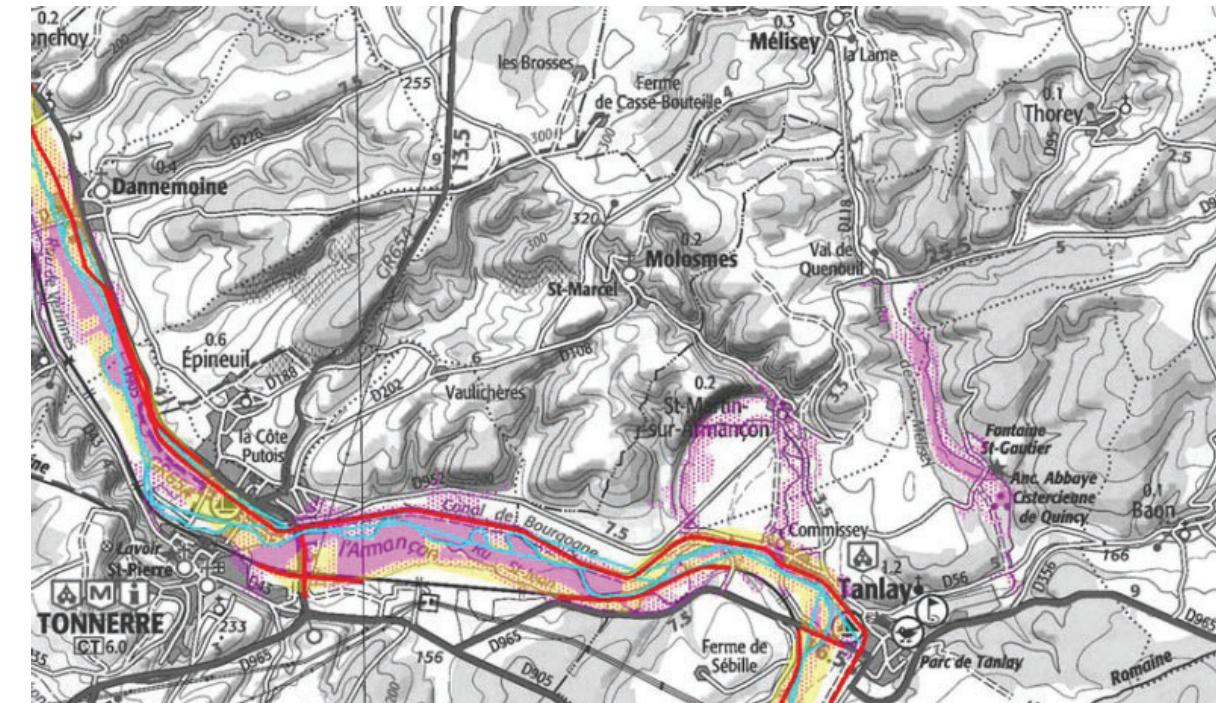


Sous trame Forêts

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

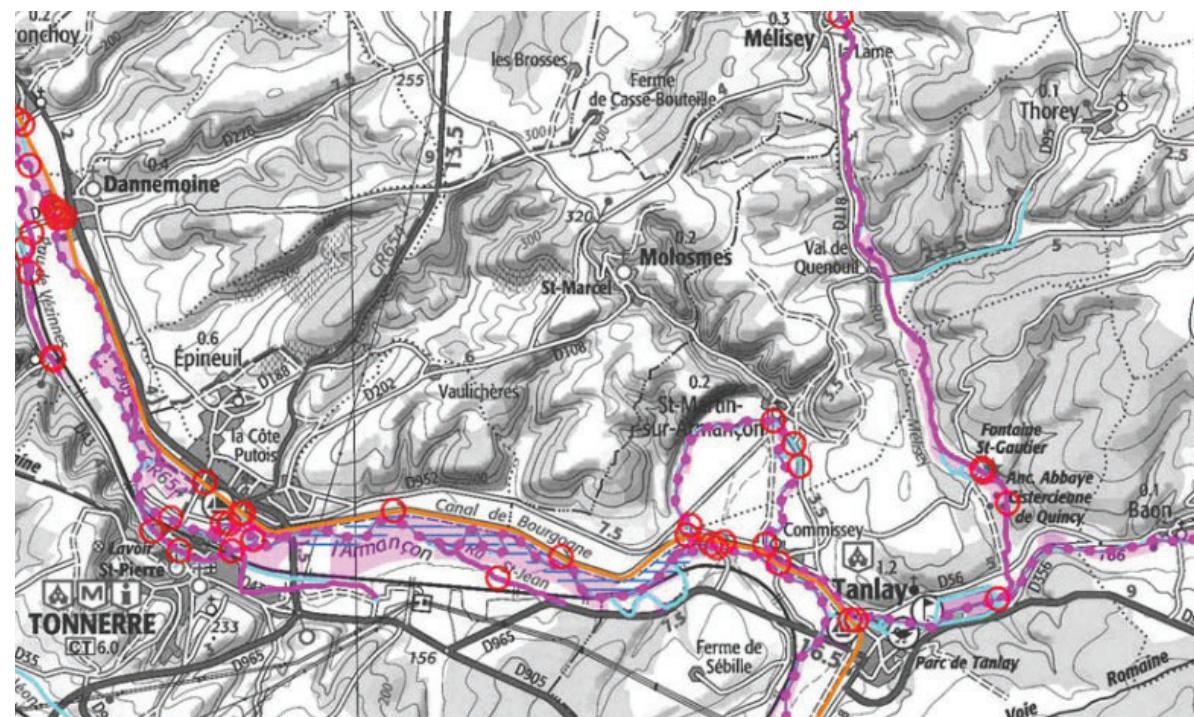


Sous trame Pelouses sèches



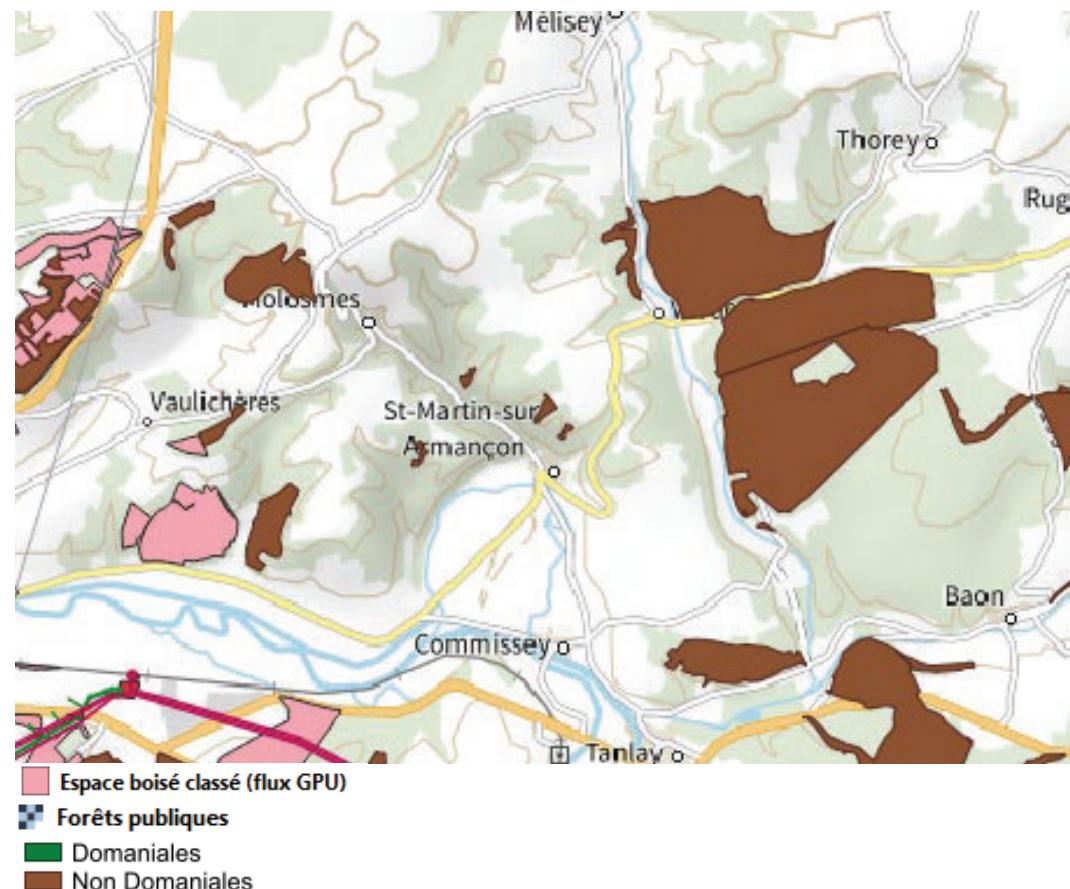
Sous trame Plans d'eau et zones humides

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY



Sous trame Cours d'eau et milieux humides associés
Microsoft Word - Planche_C3.doc (developpement-durable.gouv.fr)

3.3 Forêts publiques



Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Source : Site de l'ONF, https://carmen.carmencarto.fr/105/ONF_Forets.map

Le territoire du projet abrite les forêts publiques suivantes :

- Forêt communale de saint Martin sur armançon ;
- Forêt communale de Thorey ;
- Forêt communale de Commissey Tannay ;
- Forêt communale de Molosmes.

A noter la présence d'espaces bois classés.

Le tracé empruntera les routes et chemins qui traversent ces forêts.

4 MILIEU HUMAIN

4.1 Urbanisation

Code INSEE	Libellé commune	Maire	Population 2019	Taux évolution moyen annuel de la population entre 2013 et 2019
89418	Tonnerre	Cédric CLECH depuis 2020. Il est également Vice-président de la communauté de communes Le Tonnerrois en Bourgogne en charge du Tourisme et de la promotion du territoire depuis 2014	4381	-10.77 %
89413	Thorey	Régis NICOLLE (2020-2026)	36	-10 %
89355	Saint Martin sur Armançon	Benjamin LEMAIRE (2020-2026)	145	+10.69 %
89114	Commissy	Elle est associée à la commune de Tanlay depuis 1973. Maire déléguée : Caroline YVOIS	207	
89407	Tanlay	Eric DELPRA (2020-2026)	935	-11.96 %

La zone d'étude appartient à un territoire peu dense et en limite de Tonnerre

Ces communes font partie de la communauté de commune « Le Tonnerrois en Bourgogne » : 52 communes avec 15 835 habitants.

4.2 Équipements de transport et infrastructures

Le secteur d'étude du projet est concerné par (Lister les infrastructures concernées par le projet) :

- Voie ferrée PLM ;
- Routes départementales D118 et D952, D905 et D965 ;
- Canal de Bourgogne ;
- Réseau d'eau potable ;
- Réseau GRTGaz ;
- Liaisons HTA souterraines et aériennes.

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

4.3 Activités et infrastructures industrielles

Les principales zones d'activités présentes au droit du secteur d'étude sont situées sur la commune de Tonnerre à proximité du poste RTE. Il s'agit notamment de la Zac de la Vaupelaine qui comprend 25 entreprises et de la sous station SNCF de Petit Beru.

Les activités sont :

- Industrie manufacturière ;
- Construction ;
- Production de béton ;
- Eau, assainissement, déchets.

4.4 Risques technologiques

Sites : <https://www.georisques.gouv.fr/>, PLU des communes.

La bande d'étude du projet de ligne souterraine n'est pas concernée par des sites industriels disposant d'un PPRT.

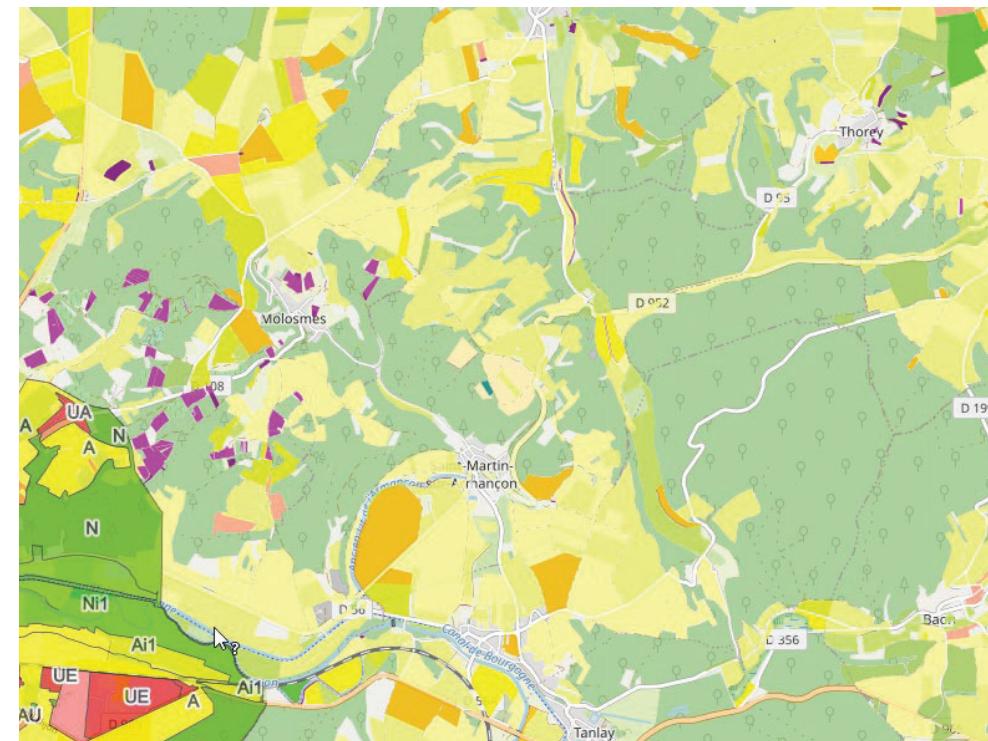
Voir carte et légende du chapitre inondation

4.5 Agriculture

Il n'y a pas d'AOP, AOC dans la zone de la future LS

La zone d'étude du projet est un espace agricole occupé principalement par :

- des cultures céralières ;
- des prairies de fauche ;
- de l'élevage.



Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

<https://public.geofoncier.fr/>

Registre Parcellaire Graphique (2020)

Cartes Communales

- Secteur ouvert à la construction
- Secteur réservé aux activités
- Constructions non autorisées

Règlement National d'Urbanisme

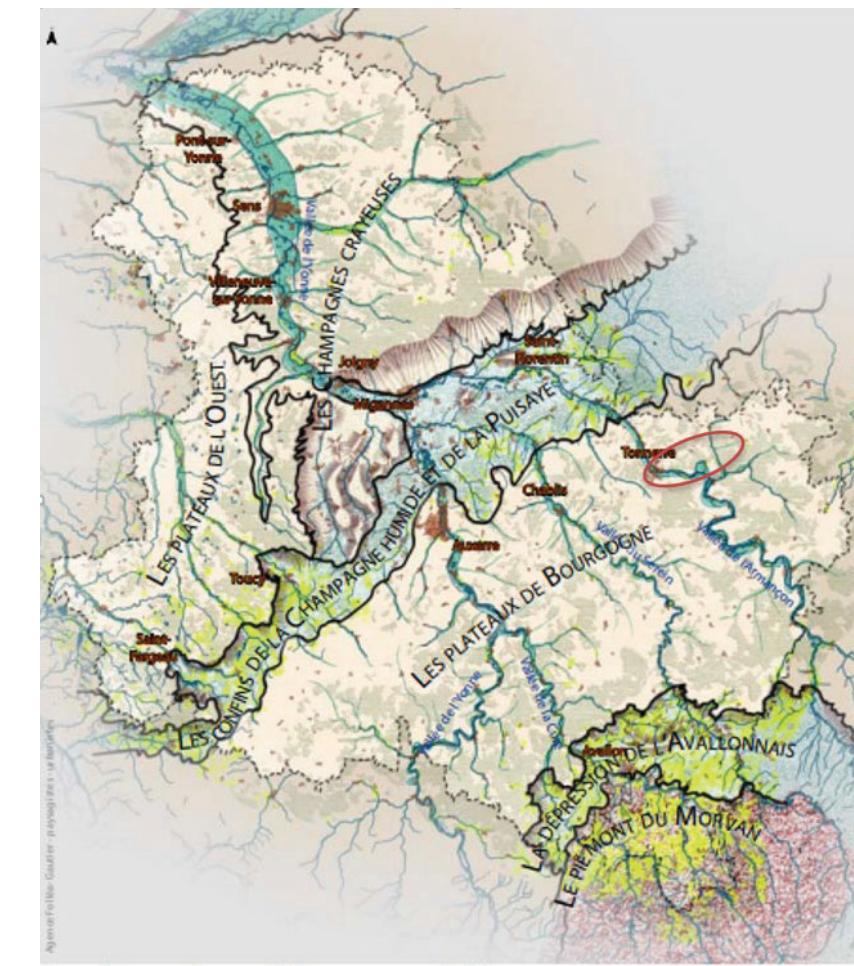
- Zone couverte par le RNU

- Légumineuses à grains
- Fourrage
- Estives et landes
- Prairies permanentes
- Prairies temporaires
- Vergers
- Vignes
- Fruit à coque
- Oliviers
- Autres cultures industrielles
- Légumes ou fleurs
- Canne à sucre
- Arboriculture
- Divers

5 PAYSAGE ET PATRIMOINE

5.1 Paysage

[Atlas des paysages de l'Yonne - Protection des paysages - Protection de l'environnement - Environnement - Actions de l'État - Les services de l'État dans l'Yonne](#)



Le projet de ligne souterraine concerne d'après l'atlas des paysages du département les unités paysagères suivantes :

- Les plateaux de Bourgogne ;
- La vallée de l'Armançon.

5.2 Sites inscrits ou classés

<http://atlas.patrimoines.culture.fr/atlas/trunk/>

La bande d'étude du projet n'intercepte aucun site classé ou inscrit.

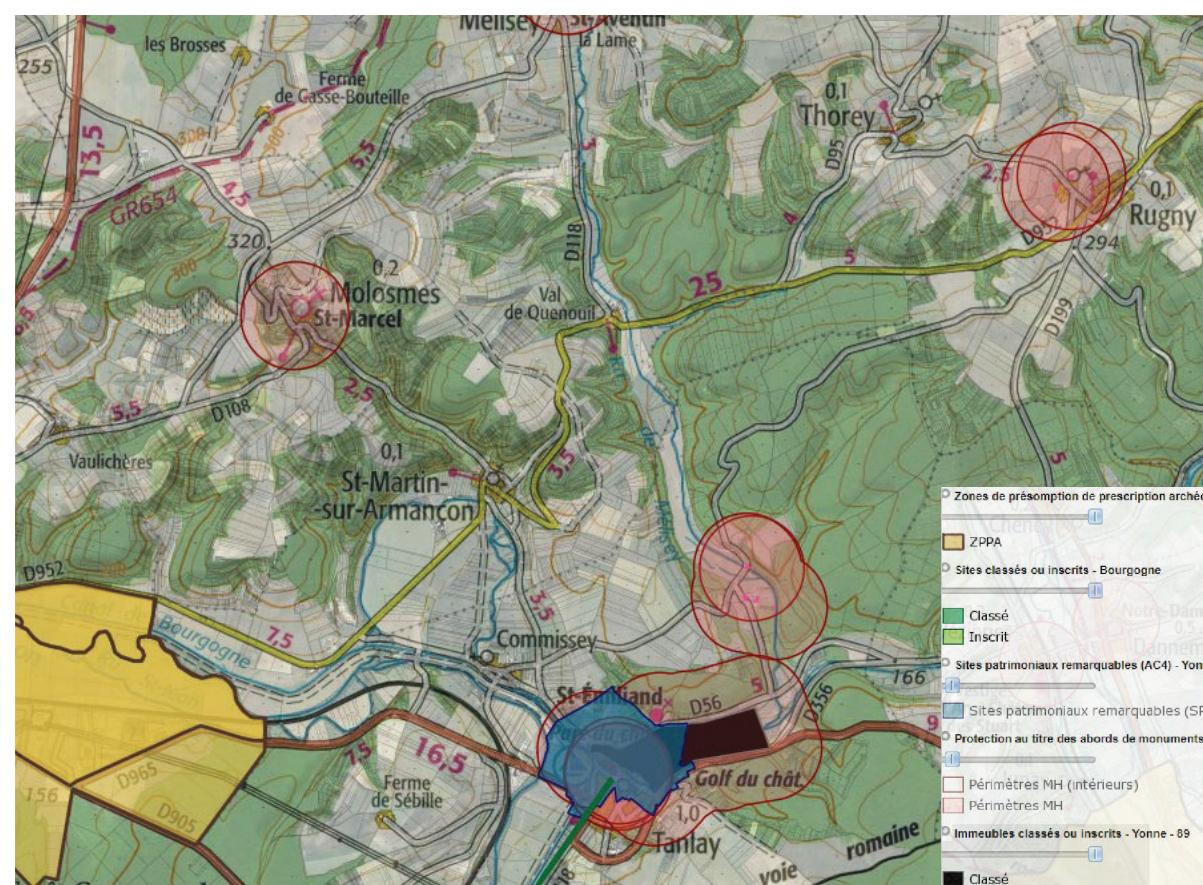
5.3 Monuments historiques

<http://atlas.patrimoines.culture.fr/atlas/trunk/>

La bande d'étude du projet n'intercepte aucun périmètre de protection de monument historique classé ou inscrit.

5.4 Archéologie

Selon l'atlas des patrimoines, seule la commune de Tonnerre fait l'objet d'une Zone de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA) sur son territoire.



Présence d'une Zone de Présomption de Prescription Archéologique (ZPPA) au niveau du poste RTE

6 SYNTHESE DES ENJEUX DE L'AIRE D'ETUDE

A ce stade du projet ou l'aire d'étude et donc le fuseau de moindre impact ne sont pas définis, nous nous efforcerons d'éviter les zones sensibles reprérées tout au long de ce chapitre telles que la zone de protection biotope, la natura 2000, les EBC, les périmètres de protection de captages immédiate et rapprochée.

Les périmètres des monuments historiques et sites classés seront aussi évités.

Le projet de liaison franchira très certainement en sous œuvre, le canal, la voie ferrée et le cours d'eau Armançon.

Des parcelles agricoles seront traversées ainsi que des routes.

Troisième partie : description des solutions de substitution raisonnables examinées

A ce stade du projet, la phase de concertation n'a pas encore eu lieu, et le fuseau de moindre impact relatif au présent projet n'est pas encore validé.

Cette Troisième partie présente donc la méthodologie d'élaboration du projet en vue de la validation du fuseau de moindre impact.

METHODOLOGIE DE PRISE EN COMPTE DE L'ENVIRONNEMENT TOUT AU LONG DE L'ELABORATION DU PROJET

Tout au long du processus d'élaboration d'un projet, RTE réalise des études environnementales à des échelles adaptées aux problématiques posées et aux différentes thématiques environnementales : milieu physique, milieu naturel, milieu humain, patrimoine et paysage. Cette démarche permet de faire évoluer le projet en concertation avec les acteurs concernés et de l'améliorer au fur et à mesure de l'avancement des études environnementales. Ce processus itératif, traduit notamment par l'analyse d'éventuelles solutions de substitution, permet d'aboutir à un projet qui prenne en compte au mieux l'environnement.



Dès lors que le raccordement client nécessite un développement du réseau, RTE envisage une ou plusieurs solutions techniques qui répondent de manière satisfaisante aux besoins en électricité et les interroge dans l'ordre du moindre impact environnemental et de l'intervention la plus limitée sur le réseau. Ces solutions techniques font l'objet d'études conduisant à des ébauches de tracé concernant les lignes, ou d'emplacement s'agissant des postes. Le choix de la solution privilégiée est fondé sur des considérations financières, techniques, environnementales et sanitaires.

L'intégration des préoccupations d'environnement dans la conception du projet suit un processus progressif et continu qui s'articule en trois grandes étapes :

- définition de l'aire d'étude ;
- identification, évaluation et comparaison des fuseaux ;
- mise au point du tracé général, analyse de ses impacts et proposition d'éventuelles mesures supplémentaires destinées à éviter, réduire et, si nécessaire, compenser les impacts du projet.

Chacune de ces trois grandes étapes se conclut par une décision prise après concertation. Chaque choix définit le champ d'investigation de l'étape suivante et donc, en quelque sorte, son cahier des charges environnemental (territoire à étudier, niveau de précision...).

- La définition de l'aire d'étude vise à identifier le territoire dans lequel peut être envisagée l'insertion de l'ouvrage en excluant, *a priori*, les espaces au sein desquels l'ouvrage aurait des impacts forts.
- La recherche des fuseaux a pour objectif de mettre en évidence, à travers une analyse plus fine, les différentes options de cheminement possibles pour éviter les impacts, en réfléchissant, à ce stade, à la possibilité d'en réduire certains.
- Enfin, la mise au point du tracé s'appuie sur une même logique d'évitement et de limitation des impacts, voire, si nécessaire de compensation des impacts résiduels.

Quatrième partie : description des incidences notables que le projet est susceptible d'avoir sur l'environnement et mesures prévues

Un projet de ligne souterraine peut impacter différents milieux, cette partie détaille les différents impacts possibles ainsi que les mesures d'évitement, réduction ou compensation en lien avec ces impacts.

La démarche « éviter, réduire, compenser » est inscrite dans le corpus législatif depuis la loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature.

RTE dans le cadre de ses activités de construction et d'entretien du Réseau Public de Transport d'électricité est concerné par cette démarche.

La mise en place des mesures d'évitement et de réduction permet de préciser et de déterminer la solution technique de moindre impact. Elle conduit à adapter et réviser le projet initial pour l'amener, peu à peu, au projet décrit dans la présente étude d'impact.

1 MILIEU PHYSIQUE

1.1 Climat et air

• Incidences en phase de travaux

Les engins utilisés lors de la phase chantier (camions, pelles mécaniques, grues, brise-roches, compresseurs, pompes, etc.) sont susceptibles de générer des émissions de gaz d'échappement, de poussières et de fumées diverses. Ces émissions sont difficilement quantifiables, mais ne constituent pas une source de danger pouvant entraîner un risque sanitaire pour les populations les plus proches.

Mesures d'évitement et de réduction

Pour réduire les impacts liés aux émissions de fumées, bruits, odeurs et vibrations liées à l'utilisation de certains engins lors de la phase chantier, RTE exige contractuellement des entreprises qui effectuent les travaux :

- que les engins soient choisis de manière à réduire au maximum les émissions de polluants,
- qu'elles prennent toutes les dispositions visant à prévenir les risques de pollution, notamment par la maintenance et l'entretien régulier des engins de chantier, pour minimiser les émissions de fumées et d'odeurs,
- que la vitesse de circulation sur chemin terrestre soit réduite à 20 km/h pour limiter l'envol de poussières,
- que les zones de circulation des engins soient arrosées dans le cas où la circulation entraîne des soulèvements de poussières.

• Incidences en phase d'exploitation

En phase exploitation, une ligne électrique souterraine n'a aucune incidence sur le climat et l'air.

Mesures pour les incidences en phase exploitation

Les liaisons électriques souterraines n'ayant pas d'effets permanents sur le climat ou la qualité de l'air, aucune mesure n'est nécessaire.

1.2 Hexafluorure de soufre (SF₆)

Les disjoncteurs contiennent une petite quantité de SF₆ confiné dans des compartiments étanches.

Le projet prévoit l'utilisation d'hexafluorure de soufre (SF₆). L'hexafluorure de soufre est un excellent isolant électrique utilisé dans les matériels de coupure électrique (disjoncteurs) et dans les postes haute-tension sous enveloppe métallique (PSEM). Confiné dans des compartiments étanches et indépendants, le SF₆ se présente sous la forme d'un gaz incolore, inodore et cinq fois plus lourd que l'air.

Dans le cas du présent projet, les masses d'hexafluorures de soufre ajoutées au poste électrique RTE seront approximativement de 10 kg.

Effets potentiels du projet

L'hexafluorure de soufre utilisé pour le projet est confiné dans des enveloppes étanches. Le fonctionnement normal du poste électrique de Tonnerre ne donnera lieu à aucune émission de polluants atmosphériques. Cela est notamment garanti par les dispositions de la réglementation européenne³ qui exige que les opérateurs chargés de récupérer le SF₆ soient formés et certifiés par des organismes agréés.

Impact sur la santé du SF₆

Ininflammable, non corrosif, inexplosible et insoluble dans l'eau, le SF₆ est un gaz particulièrement inerte. Il ne présente aucun effet toxique, cancérogène, mutagène ou reprotoxique sur la santé⁴. Néanmoins, comme l'azote, le SF₆ est un gaz oxyprive. Sa présence dans une atmosphère confinée (mélange SF₆ - O₂ supérieur à 80 % - 20 %⁵) peut entraîner un risque d'asphyxie par diminution de la teneur en oxygène. La ventilation des locaux ainsi que la surveillance permanente des volumes de gaz permettent cependant de supprimer tout risque d'accumulation hors des compartiments étanches.

Le SF₆ contenu dans les appareils est susceptible d'être décomposé par des arcs électriques lors de manœuvres d'exploitation sur les matériels de coupure électrique ou lors d'apparition de défauts d'origines internes. Au-delà de températures de 500 °C, certains des produits de décomposition peuvent être toxiques (notamment le fluorure de thyonile SOF₂). Ces produits stables sont piégés par des adsorbants ou par les surfaces internes de l'enveloppe du compartiment.

Impact sur la qualité de l'air

Le SF₆ est un gaz à effet de serre. Il est un des six gaz visés par le protocole de Kyoto. Toutefois, du fait des très faibles quantités concernées, cet apport n'est pas significatif au regard des émissions d'autres gaz (CO₂, CH₄...)⁶, ou des émissions de SF₆ d'autres activités industrielles, notamment la métallurgie.

Ainsi, l'activité de RTE est très marginalement contributive à l'effet de serre par émission de SF₆.

Synthèse

Le SF₆ est un gaz non toxique et sans effet sur l'homme dans des conditions normales d'utilisation et la contribution de RTE à l'effet de serre est marginale. Pour éviter tout impact sur la qualité de l'air dû à une fuite de SF₆, RTE prend les mesures d'évitement exposées ci-dessous.

⁴ La valeur d'exposition professionnelle 8 heures est de 6000 mg/m³.

⁵ La valeur limite d'exposition est définie par une concentration de 6000 mg/m³

⁶ Selon le rapport du GIEC, les gaz fluorés représentent 1,1% des gaz à effet de serre

Mesures de réduction

A l'heure actuelle, aucun gaz offrant des performances techniques, économiques et de sécurité équivalentes ne peut se substituer au SF₆ dans les matériels électriques. Compte-tenu de ses caractéristiques, l'usage du SF₆ dans les appareils électriques nécessite l'atteinte de deux objectifs principaux :

- garantir la santé et la sécurité des personnes ;
- maîtriser les fuites éventuelles dans l'atmosphère.

Les conditions d'intervention du personnel prévues par RTE permettent d'assurer la protection des personnes vis-à-vis des risques liés à l'utilisation du SF₆ : ventilation des locaux, récupération du SF₆ et de ses produits de décomposition, utilisation des équipements de protection individuelle.

Depuis 2002, RTE s'est engagé à comptabiliser le volume de SF₆ émis annuellement dans l'atmosphère. Ces données figurent au rapport annuel de RTE.

En tant que signataire en 2004 d'un engagement volontaire avec le Ministère de l'Écologie et du Développement Durable (MEDD), RTE s'est engagé à réduire ses émissions de SF₆ à l'atmosphère.

En somme, RTE s'est doté d'un plan d'actions en accord avec sa politique environnement visant à améliorer ses modes opératoires (maintenance, formation, expérimentation, R&D, etc.) et ainsi rejeter le moins possible de SF₆ dans l'atmosphère, y compris lors des opérations de maintenance, même si les émissions de SF₆ de l'industrie électrique et leur contribution au changement climatique sont faibles du fait de leur emploi en système clos et de leur réutilisation.

1.3 Relief, sols et sous-sols

Les incidences décrites ci-dessous concernent les travaux et portions de ligne souterraine réalisés en dehors des voiries.

Le relief constitue une contrainte forte pour la mise en œuvre d'une ligne souterraine. En effet, le passage des engins de chantier ne peut être réalisé sur des pentes trop importantes, et l'organisation du chantier devra donc s'adapter par la création de pistes praticables, notamment.

De plus, la nature des sols (roche dure ou sol meuble) a un impact direct sur les modes opératoires de mise en œuvre du chantier, sa durée et ses conséquences sur l'environnement.

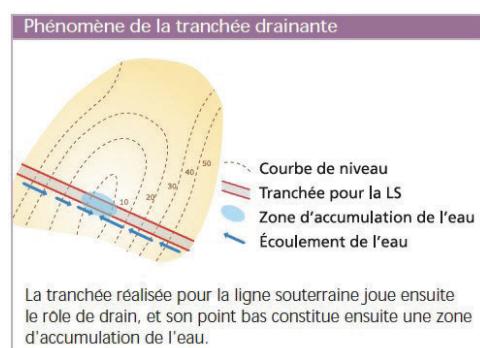
En effet, dans les roches compactes, les travaux sont beaucoup plus conséquents ainsi que les impacts en phase chantier : bruit, poussières, vibrations, etc.

La réalisation d'études géotechniques permet de connaître les sols en présence et d'adapter les ouvrages et les travaux.

- **Incidences en phase travaux**

En phase travaux, les principaux impacts sur les sols d'une ligne souterraine sont dus aux emprises au sol nécessaires pour l'ouvrage et son chantier (notamment les pistes d'accès, les aires de stockage...) qui sont susceptibles d'entrainer :

- une accélération de l'érosion locale,
- la modification de la réserve en eau des sols,
- le colmatage superficiel du sol,
- l'asphyxie temporaire du sol et la baisse de la fertilité localement,
- un phénomène de tassement au niveau de la piste et de foisonnement des terres de remblais,
- le phénomène de la tranchée drainante.



Mesures pour réduire l'altération des sols

Pour éviter tout risque d'ornière ou de tassement de sol, les circulations d'engins sont interdites en dehors des pistes existantes ou des zones aménagées à cet effet.

Pour minimiser les risques d'altération de la qualité des sols lors de la réalisation de la ligne souterraine, il est prévu :

- d'éviter de diluer le niveau humifère superficiel avec d'autres matériaux, en décapant la terre végétale au droit de l'emprise de la fouille et de l'emprise du chantier et en la stockant en cordon parallèle à la tranchée, en bordure de la zone de travaux,
- de reconstituer le couvert végétal le plus rapidement possible pour éviter les risques d'érosion,
- d'entreposer la terre par couches séparées afin de reconstituer le sol de façon ordonnée couche par couche et en cordon parallèlement au précédent. Le cordon de stockage de ces matériaux du sous-sol sera séparé des cordons de stockage de la terre végétale,
- de compacter les sols qui ont été remaniés,
- de limiter la période de travaux au minimum possible,
- de travailler en période sèche, dans la mesure du possible,
- de limiter la durée d'ouverture de la tranchée grâce à un mode opératoire adapté,
- de limiter les largeurs des pistes de chantier et de manière générale les emprises du chantier,
- d'évacuer du chantier tous les matériaux divers utilisés (géotextiles par exemple),
- d'utiliser des matériaux d'apport chimiquement inertes ou favorables vis-à-vis du sol,
- de renforcer une irrigation existante en cas de réserve hydrique du sol trop faible,
- de rétablir la continuité des drains en place à l'origine par des manchettes PVC non perforées,
- de mettre en place le long de la liaison des bouchon d'argile afin d'éviter le drainage par la tranchée.

Dans les zones particulièrement sensibles, des plaques de répartition de charge limitant les atteintes aux sols en place peuvent être utilisées.

Mesures pour éviter ou réduire le risque d'érosion

Pour limiter les risques d'érosion, il peut être prévu :

- que le cheminement de la ligne souterraine évite les zones trop pentues,
- que des bouchons drainants soient mis en place,
- le réensemencement sur la liaison,
- le tri des terres en cordon,
- que les travaux évitent les périodes de fortes pluies.

Mesures prises pour préserver les écoulements d'eau

Lors de la réalisation du chantier, toutes les précautions sont prises en vue de ne pas modifier les conditions d'écoulement des eaux collectées par les fossés bordant les chemins ou les routes traversés par le projet :

- tous les fossés, quelle que soit leur importance, sont restitués au terme du chantier de manière à ne pas modifier les conditions d'écoulement des eaux et d'alimentation en eau du réseau hydrographique,
- les travaux ne créent pas d'obstacle à l'écoulement des eaux en période de hautes eaux ou de crue,
- Prise en compte des prévisions météo pour planifier les travaux ou les décaler si possible.

• Incidences en phase d'exploitation

Le cheminement de la liaison souterraine suit les mouvements du terrain naturel en se positionnant à une profondeur d'à minima 1 m. Le passage de la liaison souterraine ne génère aucune modification de la topographie des terrains traversés et notamment aucun remblai ou déblai.

Une fois l'ouvrage en place, celui-ci peut cependant générer :

- une légère élévation thermique à proximité immédiate des câbles, (en moyenne 1,5°C)
- la modification de la porosité du sol et de sa perméabilité pouvant entraîner la modification des écoulements,
- une augmentation des risques d'érosion au niveau de la ligne souterraine ou des pistes d'accès.

1.4 Qualité des sols et des eaux souterraines et superficielles

• Incidences en phase travaux

En phase de travaux, la circulation, le stationnement, l'utilisation et l'entretien des engins de chantier, ainsi que le stockage dans les dépôts de chantier, peuvent entraîner des risques de pollution du réseau hydrographique et du sol, par déversement accidentel d'huiles, de lubrifiants, de solvants et de carburants.

Mesures pour réduire le risque de pollution accidentelle

Afin de réduire le risque de pollution du sol et des eaux, les mesures suivantes sont déployées pendant le chantier :

- le matériel présent sur le chantier est maintenu en bon état et fait l'objet d'un entretien régulier (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques). La plupart des activités de nettoyage et d'entretien des engins se fait hors site, dans des structures adaptées.
- le plein des engins est réalisé dans une zone étanche aménagée pour cela.
- les hydrocarbures ou autres fluides polluants sont stockés sur une zone étanche permettant de recueillir un volume équivalent au moins à celui stocké.
- des kits anti-pollution sont disponibles sur le site du chantier afin d'intervenir très rapidement pour contenir, absorber et récupérer les polluants.
- le tri et l'entreposage des déchets est réalisé dans des contenants adaptés, conformément à la réglementation, permettant de prévenir tout risque de pollution.
- présence de dispositifs de rétention, de récupération ou de traitement des fluides de forages sous les machines de forage.
- les groupes électrogènes sont placés sur des bacs de récupération des hydrocarbures.
- l'évacuation des huiles de vidange se fait vers des sites agréés.
- mise en place d'un plan d'intervention en cas de fuite ou de déversement de polluants. Ce plan permet de décaper et d'évacuer la terre polluée vers un centre de traitement agréé.
- remblaiement des tranchées avec les matériaux issus de l'ouverture de la tranchée ou, si cela n'est pas

possible, avec des matériaux de provenance connue et indemnes de toutes pollutions.

- collecte et évacuation des déchets du chantier (y compris éventuellement les terres souillées par les hydrocarbures).

Les travaux de création et de maintenance des ouvrages sont réalisés dans le respect du décret n°2007-397 du 22 mars 2007 codifié aux articles R 211-60 et suivants du code de l'environnement relatifs à la réglementation du déversement des huiles et lubrifiants dans les eaux superficielles et souterraines (obligation de récupération, de stockage et d'élimination des huiles de vidange des engins).

• Incidences en phase d'exploitation

En phase d'exploitation, la présence d'une ligne électrique souterraine ne pollue ni le sol, ni les eaux.

1.5 Zones humides

• Incidences en phase travaux

Lors des travaux d'installation d'une liaison souterraine, un tassement du sol peut être induit par la circulation des engins. En zone humide, cet impact est plus important car la sensibilité du sol croît avec son humidité. Le tassement et le remaniement du sol d'une zone humide peuvent modifier les habitats, réduire la capacité de drainage de la zone, engorger la zone, diminuer l'activité biologique ou encore le développement racinaire. Ils peuvent provoquer une diminution de la végétation naturelle ou cultivée (prairies humides) en imperméabilisant le sol, empêchant les racines de pénétrer dans le sol ou de respirer. Cependant, le tassement et le remaniement du sol peuvent aussi être source de biodiversité, en permettant à des espèces pionnières de se développer.

Le tassement et le remaniement du sol constituent un impact temporaire. On observe, quelques années après, suite aux mouvements (ex. labour du sol) et au cycle de vie de la faune et de la flore, que le sol retrouve ses caractéristiques initiales en matière de tassement.

Mesures prises pour préserver les zones humides

De manière générale :

- les zones de stockage et bases vie seront éloignées des secteurs ayant un caractère humide,
- les zones d'installation de chantier seront balisées et éloignées des secteurs ayant un caractère humide,
- les mouvements de terre seront limités, autant que possible, à proximité de ces secteurs,
- un balisage des zones les plus sensibles à préserver sera réalisé avant l'intervention des engins.

Des dispositions particulières de réalisation sont mises en œuvre dans les secteurs ayant un caractère humide dans le but d'éviter un éventuel **effet drainant** de la tranchée réalisée :

- interventions préférentiellement en période sèche, généralement de juin à septembre,
- choix d'un mode de pose adapté, probablement des fourreaux PEHD,
- choix d'un mode opératoire réduisant la durée d'intervention dans la zone humide : ouverture et fermeture rapide de la tranchée,
- séparation des horizons de terre lors de la réalisation de la tranchée ; retrait de la terre végétale puis extraction de la terre de remblai. Le dépôt des terres se fait directement sur le sol non remanié sans géotextile,

- lors de la fermeture de la tranchée, reconstitution des horizons pédologiques initiaux,
- remblaiement et compactage de la tranchée à l'identique de son état initial.

Concernant la circulation des engins :

- elle peut être réduite au strict nécessaire,
- elle peut être réalisée sur des plaques préalablement installées au fur et à mesure que l'engin qui les installe avance (photo ci-contre),
- des engins à chenille peuvent être utilisés pour mieux répartir le poids sur le sol.

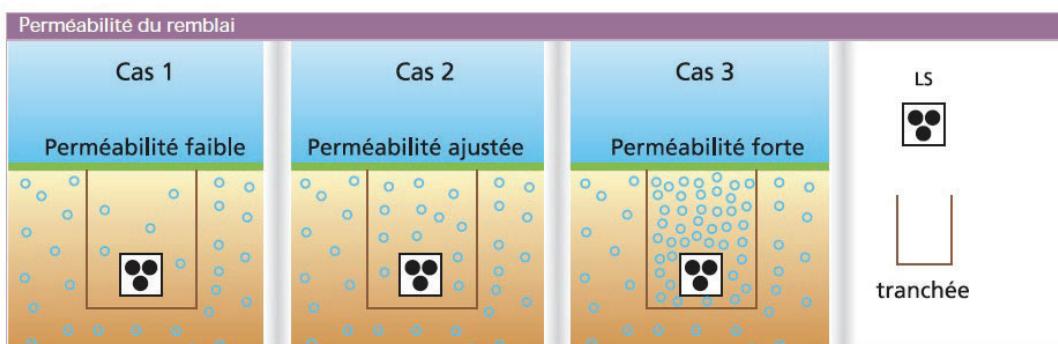


Circulation d'engin sur plaques.

• Incidences en phase d'exploitation

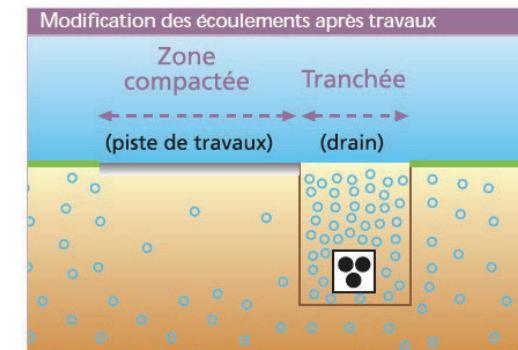
La mise en place de la liaison souterraine implique la réalisation d'une tranchée d'environ 0,70 m de large et de 1,50 m de profondeur. **L'effet tranchée** ou phénomène de tranchée drainante caractérise le phénomène d'écoulement préférentiel de l'eau au sein d'un sol qui peut être provoqué par la présence d'une infrastructure, ou à une perméabilité et une texture différente du sol. Une fois la pose réalisée, RTE s'assure que la tranchée est remblayée en respectant au maximum les horizons pédologiques ainsi que la perméabilité et le tassement initial de la zone humide afin d'éviter tout effet drainant de la tranchée.

Lorsque la perméabilité des remblais est plus importante que le sol autour, apparaît un risque d'assèchement de la zone humide. En effet, la tranchée crée une nouvelle voie d'écoulement de l'eau. A l'inverse, si la perméabilité au niveau de la tranchée est plus faible, la tranchée crée une barrière hydraulique qui bloque le flux hydrique de la zone humide.



« L'effet tranchée » dépend du relief de la zone humide. Sur des zones planes, l'eau a tendance à rester sur place et l'effet sera moindre. En revanche, en zone de relief, l'eau se dirige vers les points bas, en circulant dans les zones les plus perméables, créant des mouillères et asséchant la zone humide sur place.

Les mesures pour éviter l'effet drainant présentées au paragraphe précédent phase travaux sont appliquées.



Modification des écoulements après travaux
en l'absence de mise en œuvre de mesures

1.6 Captages

Le passage d'une liaison souterraine à proximité d'un captage d'alimentation en eau potable est susceptible d'avoir des incidences sur ce dernier.

• Incidences en phase travaux

En phase travaux, l'utilisation d'engins de chantier peut entraîner des risques de pollution du sol, du réseau hydrographique et par conséquent du captage.

Mesure prise pour préserver les captages

Les impacts sur la qualité et la quantité des écoulements souterrains peuvent être réduits par les mesures suivantes :

- l'installation préférentielle de fourreaux PEHD en pleine terre,
- remblaiement de la tranchée avec les matériaux excavés ou avec des matériaux de provenance connue et indemne de toute pollution.

Mesures pour réduire le risque de pollution accidentelle en périmètre de protection de captage

Afin de minimiser le risque de pollution accidentelle en phase chantier, plusieurs mesures sont prévues, notamment pour les zones sensibles telles que les périmètres de protection de captages destinés à la consommation humaine :

- interdiction du rejet de substances non naturelles ;
- élimination et traitement de l'ensemble des déchets produits (huiles, déchets végétaux...) dans les filières adaptées et agréées ;
- stationnement des engins de chantier en dehors des périmètres de protection ;
- Interdire le stockage de produits dangereux
- Limiter au maximum les largeurs des accès, voire ne permettre que les accès piétons

En phase de travaux, les articles R.211-60 et suivants du Code de l'environnement s'appliquent. Ces textes interdisent le déversement dans les eaux superficielles, les eaux souterraines et les eaux de mer, par rejet direct ou indirect ou après ruissellement sur le sol ou infiltration, des lubrifiants ou huiles, neufs ou usagés. Les entreprises ont donc l'obligation de récupérer, de stocker et d'éliminer les huiles de vidange des engins. Ces mesures permettent d'éviter ou de réduire les risques de pollution des eaux superficielles et souterraines en phase chantier.

• Incidences en phase d'exploitation

Les ouvrages électriques souterrains, en tant qu'ouvrages inertes, ne génèrent aucun rejet sur le sol et les eaux. Cependant, l'éventuel effet drainant de la tranchée accueillant la ligne souterraine, selon son orientation par rapport au champ captant et les matériaux qui la composent, est susceptible de diminuer la réserve en eau des sols.

1.7 Franchissement des cours d'eau par la ligne souterraine

• Incidences en phase travaux

Les seules incidences potentielles du projet sur les cours d'eau sont celles de la phase chantier.

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Les franchissements des cours d'eau traversés par la ligne souterraine peuvent se faire selon différents principes techniques ayant chacun des incidences différentes.

L'ensouillage

Il s'agit d'installer les câbles de la liaison souterraine dans une tranchée dans le lit du cours d'eau, et de la refermer.

Les incidences rencontrées communément lors de ce type de travaux sont :

- l'altération des berges,
- la modification locale des habitats aquatiques,
- le risque de pollution des eaux par des matières en suspension,
- la perturbation temporaire de l'écoulement des eaux...

Mesures prises pour l'ensouillage

- les périodes de fortes pluies sont évitées et la saison sèche privilégiée. Les travaux au droit des cours d'eau franchis en ensouillage peuvent être déconnectés du reste du chantier. Il est donc possible de choisir une période d'intervention favorable pour minimiser les risques d'impacts. Le choix de cette période permet d'éviter une éventuelle pollution de l'eau liée aux engins de chantier et évite la perturbation de l'écoulement des eaux.
- interdiction de circulation des engins dans le lit de la rivière.
- travail en ½ rivière pour laisser un écoulement libre tout au long des travaux.
- tri des matériaux du lit du cours d'eau en vue de les stocker séparément (galet, gravier, sable).
- reconstitution du lit à l'identique de l'état initial pour ce qui concerne sa largeur, sa profondeur, les caractéristiques de ses berges... Les matériaux du fond du lit (galets, graviers, sables...) seront soigneusement remis en place au terme des travaux. On s'assurera que le lit ainsi reconstitué ne présente pas de discontinuité (rupture de pente). Les berges seront reconstituées avec la même pente et la même rugosité que dans l'état initial, et les matériaux compactés de manière à assurer leur stabilité. Éventuellement, les berges peuvent être réensemencées.

Passage en sous-œuvre

La technique du passage en sous-œuvre consiste à passer sous le lit du cours d'eau. Cette technique permet d'éviter toute atteinte aux berges et aux lits des cours d'eau. Cependant, elle nécessite l'utilisation de bentonite, matériau naturel ne constituant pas en soi un risque pour l'environnement, mais dont les excédents qui s'écouleraient vers le réseau hydrographique pourraient être à l'origine d'une altération temporaire des cours d'eau par augmentation du taux de matières en suspension :

- soit par remontée à travers une éventuelle fissure ou fracture du sol vers le cours d'eau de la bentonite sous pression ;
- soit par sortie intempestive au niveau du puits de sortie et écoulement vers le cours d'eau.

Elle peut alors, dans ces circonstances accidentelles, altérer temporairement un cours d'eau par apport de matières fines. Ces accidents ne sont pas prévisibles. Cette présence d'argile peut avoir des conséquences sur la qualité biologique du cours d'eau à l'aval du point de traversée en raison des risques de colmatage des fonds.

Mesures prises pour le passage en sous-œuvre

De manière générale lors de l'emploi de la technique du forage dirigé, on cherchera à éviter de placer les extrémités du forage en zone humide et à proximité immédiate de fossés, ainsi que dans des zones inondables.

Afin de minimiser les risques d'altération du réseau hydrographique par les eaux de forage chargées de bentonite et de résidus de forage, les dispositions suivantes seront mises en œuvre :

- forages réalisés en phase étude afin de connaître la nature du sous-sol,
- surveillance visuelle des cours d'eau pour repérer tout trouble anormal des eaux pouvant révéler une

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

- arrivée de bentonite dans les eaux ;
- mise en place d'un petit bassin de décantation pour stocker le coulis de bentonite ;
- mise en place d'un petit merlon autour des entrées et sorties des forages pour éviter tout écoulement intempestif de bentonite vers les cours d'eau ou utilisation d'un trou supplémentaire à proximité du puits d'entrée pour contenir le retour de bentonite. La bentonite est ensuite pompée depuis cette zone, retraitée et réinjectée ;
- les matériaux (boues) issus des passages en sous-œuvre seront évacués vers des sites agréés.

Passage au droit d'un ouvrage du réseau viaire / en encorbellement sur un pont et en tube porté

Ces franchissements n'ont pas d'impact direct sur la faune aquatique. Les risques d'impacts sont liés à une éventuelle pollution accidentelle en phase de travaux. Les mesures prises pour préserver les écoulements d'eau présentées précédemment sont appliquées.

Pour le passage en tube porté, les massifs présents de chaque côté de l'obstacle engendrent une artificialisation du milieu sur quelques mètres carrés (moins de 5 m²).

• Incidences en phase d'exploitation

En phase exploitation, une liaison souterraine n'a pas d'incidence sur les cours d'eau qu'elle traverse : elle n'a aucune conséquence sur la qualité ou l'écoulement des eaux.

1.8 Risques naturels

Le territoire national est exposé à une grande diversité d'aléas climatiques et géologiques. Les ouvrages électriques souterrains sont concernés par le risque incendie, les mouvements de terrain et les inondations.

Risque incendie

Les lignes souterraines génèrent très rarement des incendies : on dénombre 3 incendies d'origine « interne » (liés à l'ouvrage) entre 2010 et 2022 (et 4 d'origine non définie, interne ou externe). Les incendies en phase chantier sont très rares (aucun incendie sur un chantier LS sur 2021-2022). En phase exploitation, les incendies liés à l'ouvrage sont très rares (un seul incendie sur 2021-2022 pour 6000 km de LS exploités).

Les incendies liés à des agressions externes peuvent arriver, dont 50% sont liés à des actes de malveillance (11 événements sur 22 au total entre 2010 et 2022), d'autres sont liés à une origine externe mais involontaire (incendie à proximité d'une ligne souterraine) ou inconnue.

Respect des arrêtés préfectoraux

La phase travaux dans les milieux à risque incendie respecte les arrêtés préfectoraux d'interdiction de pénétration ainsi que les éventuelles recommandations du Service Départemental d'Incendie et de Secours. Pour cela, une veille réglementaire est effectuée quotidiennement pendant le chantier : le risque incendie est susceptible de concerter toutes les saisons.

Risque inondation

Bien qu'une liaison électrique souterraine ne soit pas sensible au risque inondation, son positionnement en zone inondable implique des précautions, notamment en phase chantier.

Les contraintes des zones inondables sur les ouvrages électriques sont faibles dès l'instant où ceux-ci ont été construits en prenant bien en compte la hauteur des plus hautes eaux.

Mesure de réduction

En zone soumise au risque inondation, un système scrupuleux de vigilance est mis en place pour permettre l'évacuation des engins et matériaux de chantier en cas d'annonce de crue.

Mouvements de terrain

Une zone de terrain instable constitue une contrainte rédhibitoire pour une ligne souterraine. La consultation des Plans de Prévention des Risques, lorsqu'ils existent, permet de vérifier la compatibilité du projet avec le terrain susceptible de l'accueillir.

Mesure d'évitement

Les zones à risque de mouvement de terrain sont évitées par les projets de ligne souterraine.

2 MILIEU NATUREL

Tout projet d'aménagement, selon son emplacement, peut engendrer des impacts sur les milieux naturels et les espèces qui leur sont associées. Ces impacts peuvent être dommageables mais aussi parfois positifs.

De manière générale, différents types d'effets sont évalués :

- Les effets temporaires dont les conséquences sont limitées dans le temps et s'estompent une fois la perturbation terminée. Ils sont liés à la phase de travaux ;
- Les effets permanents, qui peuvent être liés à la phase de travaux ou d'exploitation de l'ouvrage.
- Les effets temporaires et permanents peuvent eux-mêmes être divisés en deux catégories :
- Les effets directs du projet touchant directement les habitats naturels ou les espèces ; soit lors de la construction soit lors de l'exploitation et de l'entretien de l'infrastructure ;
- Les effets indirects qui ne résultent pas directement des travaux ou du projet mais qui ont des conséquences sur les habitats naturels et les espèces et peuvent apparaître dans un délai plus ou moins long (par exemple eutrophisation due à un développement d'algues provoqué par la diminution des débits liée à un pompage, raréfaction d'un prédateur suite à un impact important sur ses proies, etc.).

Mesures d'évitement et de réduction lors de la phase travaux

Les mesures d'évitement et de réduction sont d'ordre géographique (adaptation de la localisation du projet et des emprises de travaux), temporelles (adaptation du calendrier de travaux), et techniques (adaptation des choix techniques pour la phase travaux et exploitation des ouvrages).

Classiquement, plusieurs mesures de bonnes pratiques et d'adaptation de planning en phase de travaux sont développées. Elles permettent de minimiser voire d'éviter des impacts lors du chantier, aussi bien concernant les atteintes aux habitats que les perturbations ou risques de destruction de spécimens.

Les mesures d'évitement et de réduction sont à mettre en place en fonction de chaque espèce à une période précise de l'année. En effet, elles sont en lien avec les cycles écologiques des espèces animales ou végétales concernées. Le calendrier d'intervention pour chaque mesure et pour chaque phase de chantier est donc un élément fondamental.

Le tableau ci-dessous présente les périodes généralement sensibles.

	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O
Avifaune					Période sensible							
Reptiles	Période sensible					Période sensible						

Amphibiens			Période sensible									
Chiroptères				Période sensible							Période sensible	
Lépidoptères (papillons)					Période sensible							
Odonates (libellules)			Période sensible									Période sensible

Selon les milieux et espèces présents dans la zone d'étude ou sur l'emprise travaux, les mesures suivantes pourront être mises en œuvre. Elles seront supervisées par un écologue compétent pour le groupe concerné.

2.1 Habitats et corridors

• Incidences en phase travaux

Tout projet de création de ligne souterraine, selon son emplacement, peut engendrer la destruction ou la dégradation physique d'habitats d'espèces ou de corridors écologiques.

Cet effet résulte de l'emprise sur les habitats naturels, les zones de reproduction, les territoires de chasse, les zones de transit, du développement des espèces exotiques envahissantes, des perturbations hydrauliques...

Mesures pour la préservation des habitats

Si présence d'habitats patrimoniaux (Habitat d'intérêt communautaire, prioritaire ou non, Zone humide,...) à proximité des emprises chantier : mise en défens des habitats proches des emprises. Une attention particulière sera portée aux milieux spécifiques des zones humides (fossés, ornières) qui peuvent être à enjeux.

Si présence d'habitats patrimoniaux dans les emprises :

- En zone humide ; voir les mesures dans le chapitre « zone humide » ci-avant.
- Pour les autres types d'habitats : utilisation d'engins adaptés aux enjeux, diminution de l'emprise du chantier (privilégier des pistes existantes ou trouées naturelles pour intervenir), décapage et stockage adapté de la terre végétale (sur des faibles épaisseurs pour préserver la « banque de graine ») puis remise en place après travaux.
- Si nécessaire, re-végétalisation avec des plants/semences caractéristiques de l'habitat et bénéficiant du label « végétal local ». On privilégiera des semences récoltées sur place.

En cas de coupure de corridors écologiques : cordons boisés, cours d'eau, trame ouverte, etc. :

- Dans la mesure du possible, les milieux coupés seront remis en état à l'identique. S'il n'est pas possible de replanter des espèces de haute tige dans la bande de servitude de la liaison (5 à 6 m), on s'attachera à reconstituer une canopée continue au-dessus.
- En zone boisée : les lisières seront reconstituées, notamment en re-végétalisant avec des espèces arbustives pour favoriser l'installation d'espèces de milieux semi-ouverts (entomofaune, reptiles, avifaune...).

2.2 Faune, avifaune

• Incidences en phase travaux

Un projet de réalisation de liaison souterraine est susceptible de déranger la faune et l'avifaune lors des travaux (perturbations sonores ou visuelles). Le déplacement et l'action des engins entraînent des vibrations,

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

du bruit ou des perturbations (mouvements, lumière artificielle) pouvant présenter des nuisances pour des espèces faunistiques (oiseaux, reptiles, etc.).

Pendant la période de nidification des oiseaux, les coupes d'arbres, le bruit lié aux engins et à la présence de personnes et d'engins en phase chantier est susceptible de perturber la reproduction des espèces.

Les risques de pollutions des milieux lors des travaux, pollutions accidentelles par polluants chimiques (huiles, produits d'entretien...) ou par apports de matières en suspension (particules fines) peuvent entraîner une altération biochimique des milieux, avec notamment des modifications de la qualité de l'eau des fossés qui jouxtent le chantier ou les pistes.

Mesures applicables à toutes les familles d'espèces

- Adaptation de la période d'intervention aux périodes favorables à la faune.
- Balisage des secteurs favorables à la faune.
- Diminution au maximum de l'emprise de chantier.

Mesures pour la préservation de l'avifaune

Si présence d'habitats de reproduction d'espèces patrimoniales :

- Évitement : mise en défens des habitats d'espèces proches des emprises.
- En cas d'emprise directe : démarrage des travaux (décapage/terrassement) en dehors de la période de reproduction, qui s'étend en général d'avril à juillet (variable selon les espèces).

Lors de l'abattage ou l'élagage d'arbres :

- Contrôle par un écologue de la présence de nids dans les cavités (rapaces nocturnes, pics,...)
- En cas de présence : abattage/élagage en période favorable, c'est-à-dire en dehors de la période de reproduction, qui s'étend en général de février à juillet (variable selon les espèces)

Si des travaux nocturnes doivent être réalisés dans une zone à enjeux pour l'avifaune nocturne (proximité de sites de nidification, proximité de corridors de déplacement, territoire de chasse) :

- Démarrage des travaux en dehors de la période de reproduction, qui s'étend en général d'avril à juillet (variable selon les espèces).
- Éviter l'éclairage dans ces zones.
- En cas de nécessité : l'éclairage est localisé où est le besoin. Éclairage adapté (faisceau très directif, orienté vers le bas, faible intensité, couleur chaude,...).

Mesures pour la préservation des chiroptères

Lors de l'abattage ou l'élagage d'arbres :

- Contrôle par un écologue de la présence de chiroptères dans les cavités, fissures, écorces décollées,...
- En cas de présence : pose de système anti-retour ou abattage doux. Il s'agit de retenir l'ensemble des éléments coupés (branches, troncs), de les déposer au sol en douceur et de les laisser 24 h au sol avant enlèvement. La dépose en douceur se fera en faisant appel à une grue ou un grappin forestier. En cas de démontage/élagage, les branches seront retenues par un système de corde/poulie.

Si des travaux nocturnes doivent être réalisés dans une zone à enjeux pour les chiroptères (proximité de sites de nidification, proximité de corridors de déplacement, territoire de chasse) :

- Démarrage des travaux en dehors des périodes de sensibilité (reproduction et hibernation, variable selon les espèces).

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

- Éviter l'éclairage dans ces zones.
- En cas de nécessité : l'éclairage est localisé où est le besoin. Éclairage adapté (faisceau très directif, orienté vers le bas, faible intensité, couleur chaude,...).

Mesures pour la préservation des reptiles

Dans le cas d'emprise sur des habitats d'espèces patrimoniales :

- Défavorabilisation des emprises préalable au chantier : suppression des éléments servant de gite (rochers, pierriers, tas de gravats, dépôts sauvages, plaques...).
- Création de nouveaux habitats favorables (pierriers, hibernaculum, plaques...) à proximité du chantier pour favoriser la réinstallation des individus hors chantier (temporaire ou pérenne).
- Dans le cas d'espèce à fort enjeu patrimonial : campagne de sauvegarde (capture/relâché).

Emprise sur des structures favorables à l'accueil de reptiles (murs en pierres sèches, pierriers,...) : Démontage manuel des éléments pouvant accueillir des reptiles voire travail à la mini-pelle en évitant les éboulements.

Débroussaillage : Prévoir un débroussaillage haut (20 cm) dans un premier temps, pour éviter de détruire les individus qui pourront ensuite fuir (serpents, lézards mais surtout tortues). Le débroussaillage total avant décapage intervient ensuite.

Mesures pour la préservation des batraciens

Dans le cas d'emprise sur des habitats d'espèces patrimoniales :

- Voir mesures vis-à-vis des zones humides au paragraphe « zone humide » plus haut.
- Défavorabilisation des milieux (enlèvement des blocs rocheux, des souches et tas de branchages,...).
- Création de nouveaux éléments favorables (mares adaptées, blocs rocheux, tas de branches,...) à proximité du chantier pour favoriser la réinstallation des individus hors chantier.
- Dans le cas d'espèce à fort enjeu patrimonial : campagne de sauvegarde (capture/relâché).

Si le tracé intercepte un corridor de déplacement en période de reproduction (migration prénuptiale) par exemple passage de la tranchée entre un boisement et une mare) :

- Pose de système de barriérage adapté (bâche) de part et d'autre du chantier.
- Éventuellement récupération des individus d'un côté du chantier et relâché de l'autre côté.

Mesures pour la préservation des insectes

Dans le cas de présence d'espèces patrimoniales :

- à proximité des emprises chantier, mise en défens des habitats d'espèces proches des emprises (et notamment des stations de plantes hôtes de papillons).
- dans les emprises des chantiers, défavorabilisation des emprises préalable au chantier : par exemple par la suppression de plantes hôtes.

Dans le cas d'**abattage ou élagage d'arbres sénescents** occupés par des insectes sapro-xylophages, les troncs, branches et souches seront laissés sur place.

Mesures pour la préservation de la faune aquatique,

Dans le cas de la traversée de cours d'eau en ensouillage

- Dans le cas d'espèce à fort enjeu patrimonial : campagne de sauvegarde (capture/relâché),
- utilisation de crépines (filtres) sur les pompes pour éviter d'aspirer de petits animaux,
- éviter les sites de reproduction (zones de frayères),

- respect du calendrier écologique pour éviter les périodes de frai des poissons ou de reproduction des mammifères (loutre, desman, ...).

- Incidences en phase d'exploitation**

Une ligne souterraine en exploitation ne génère pas d'incidence sur la faune.

2.3 Flore

- Incidences en phase travaux**

La création de la ligne souterraine peut entraîner une destruction de la végétation due au défrichement et au terrassement de l'emprise du projet, des zones de circulation des engins de chantier, du piétinement... De plus, l'apport de terres extérieures pour la création de remblais est susceptible de modifier la végétation.

L'impact est direct mais ses effets s'estompent avec le temps et la végétation reprend ses droits.

Mesures pour la préservation de la flore

Si présence d'espèces patrimoniales (Protégées et/ou Listes rouges et/ou Déterminantes ZNIEFF) à proximité des emprises chantier : **mise en défens des stations d'espèces**.

Si présence d'espèces patrimoniales dans les emprises mise en place de mesure de sauvegarde (selon les espèces) : récolte des plants, des bulbes, des graines et réintroduction dans des habitats favorables.

Dans le cas où des espèces végétales exotiques envahissantes (evee) sont présentes dans l'emprise des travaux :

- L'élimination de ces plants préalablement au démarrage du chantier est réalisé pour éviter leur prolifération. Un protocole spécifique à chaque espèce (proposé par les Conservatoires Botaniques) est appliqué pour enlever, transporter et éliminer ces espèces.
- Les travaux de débroussaillage seront effectués en dehors des périodes de dissémination (floraison et fructification) de ces espèces floristiques invasives. On évitera ainsi une colonisation rapide des terres mises à nu par ces espèces. Cette période de floraison, propre à chaque espèce, sera définie une fois l'inventaire des plantes invasives effectué.
- Les engins sont lavés pour ne pas disséminer ces espèces sur d'autres chantiers.
- les déblais provenant des secteurs comprenant des espèces exotiques envahissantes ne seront pas réutilisés sur le chantier.
- La revégétalisation de la tranchée permet d'éviter le développement des EVEE.
- Suivi post chantier pour permettre une intervention en cas de réapparition des EVEE.

- Incidences en phase d'exploitation**

En phase exploitation, une ligne souterraine n'a plus d'effet sur la végétation. Celle-ci peut reprendre ses droits, en dehors des espèces à racines profondes qui sont interdites, car elles risqueraient d'endommager l'ouvrage.

3 MILIEU HUMAIN

3.1 Aspect foncier

L'existence d'une ligne électrique souterraine implique :

- une occupation du domaine public ou servitude du domaine privé (environ 5 m pour les lignes simples HTB), au droit de la ligne souterraine, qu'il est nécessaire de laisser vierge de toute construction (zone non ædificandi) ou de plantation à racines profondes (zone non sylvandi),
- la nécessité de garder des accès ponctuels disponibles au niveau des chambres de jonction pour d'éventuelles réparations : réouverture des chambres de jonction pour accéder aux câbles et réparer les éventuelles avaries.

Sur le domaine privé, la construction d'une ligne électrique souterraine n'implique pas d'expropriation, mais une servitude indemnisable forfaitairement au titre du préjudice subi par la présence de l'ouvrage. Les propriétaires conservent la propriété et la jouissance de leurs terrains. Ils demeurent libres d'utiliser ces derniers dans la mesure où les exigences d'inconstructibilité sont respectées.

Sur ces terrains privés, la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie autorise RTE à instaurer des servitudes pour construire et exploiter des lignes électriques aériennes et souterraines.

Les conventions portant reconnaissance de servitudes légales, passées entre RTE et les propriétaires des parcelles traversées, stipulent que sur la totalité du parcours une bande est inconstructible au droit de la liaison souterraine.

Sur le domaine public, l'occupation des ouvrages électriques de RTE est précaire et révocable. La construction d'une ligne souterraine est soumise à l'obtention d'une autorisation d'occupation temporaire émise par le gestionnaire du domaine et le paiement d'une redevance périodique au profit du gestionnaire.

Sur le domaine routier, RTE est occupant de droit, l'installation d'une liaison souterraine ne nécessite pas de convention, ni de redevance comme précisé dans le code de l'énergie et dans le code de la voirie routière. Cependant, l'implantation d'ouvrage sur le domaine public routier nécessite de respecter les dispositions des règlements de voirie, de respecter les règles du code de la voirie sur les réfections, et la procédure de coordination.

3.2 Habitat et cadre de vie

- Incidences en phase travaux**

La réalisation des travaux induit des nuisances temporaires pour les riverains :

- bruit des travaux,
- émissions de poussières générées par la circulation des engins de chantier sur les chemins de terre en période sèche,

Durée des travaux

Ces effets sont cependant circonscrits à la période des travaux. Pour les lignes souterraines, une fois les fourreaux déroulés, les tranchées peuvent être refermées. Seules les chambres de jonction des tronçons de câbles, implantées tous les 500 à 3000 mètres environ, doivent rester ouvertes plus longtemps. La localisation des travaux influe beaucoup sur l'ampleur et la nature des impacts (nature des voies traversées par exemple, perturbation d'activités agricoles). La durée totale d'un chantier de ligne souterraine peut durer plusieurs mois en fonction du linéaire de la liaison souterraine. Les travaux de réparation en cas d'avarie, nécessitent une réouverture localisée de tranchée.

Nuisances sonores

Pour une ligne souterraine en agglomération, la réalisation des travaux (tranchées, bétonnage des fourreaux, utilisation d'un vibreur, réalisation de passages en sous-œuvre, forages, fonçages, réfection du revêtement routier) peuvent être à l'origine de nuisances sonores, susceptibles de perturber la tranquillité des riverains

des voies concernées. Il en est de même pour le trafic induit par l'évacuation des remblais et la livraison des matériels et matériaux.

Émissions de fumées et poussières

Les engins de chantier émettent des gaz d'échappement et créent des poussières en particulier lors des périodes de vent et du déplacement des engins sur les pistes. Les traitements éventuels à la chaux seraient également générateurs de poussières.

Risque de chute

La réalisation d'une ligne souterraine nécessite l'ouverture de tranchées, en particulier sur la chaussée et sur le trottoir. Ces tranchées peuvent représenter un danger de chute pour les personnes. Toutes les dispositions doivent alors être prises pour signaler le chantier et ainsi éviter les chutes et les accidents : mise en place de panneaux routiers, bandes réfléchissantes de catadioptriques, dispositifs de délimitation de zones, mise en place de barrières, etc.

Mesures de réduction des impacts du chantier

En creusant des tranchées et en déplaçant des volumes de terre parfois conséquents, les impacts d'une ligne souterraine, en phase chantier, peuvent être importants.

Le cas échéant, les impacts du chantier peuvent être supprimés ou réduits par la mise en œuvre des mesures suivantes :

- mise en place d'un balisage de sécurité autour du chantier,
- l'évacuation permanente des déblais non réutilisables vers les décharges appropriées,
- le stockage de tous les matériaux (gravier, ciment, sable, bois de coffrage, fer à béton...) à des endroits pré-déterminés à l'avance afin que les abords du chantier soient exempts de tout objet pouvant provoquer des accidents,
- l'aménagement de passages provisoires au-dessus de la tranchée pour rétablir les accès et permettre la poursuite des activités commerciales,
- le dédommagement dans le cas d'un lien de causalité entre les travaux de pose de la ligne souterraine et une détérioration survenue pendant le chantier,
- le compactage des remblais et la réfection de la chaussée ou des trottoirs en accord avec les services concernés,
- l'information des riverains et des utilisateurs de la voirie sur la localisation du chantier et sur les dates des travaux,
- la mise en place, au moment du chantier, d'un plan de circulation en concertation avec les services gestionnaires de la voirie. Ce plan est nécessaire si des bus circulent dans la zone ou si la circulation doit être déviée,
- un choix judicieux des engins utilisés de manière à réduire au maximum les bruits et vibrations,
- la réalisation des travaux le jour, aux heures légales de travail et le respect de la trêve de repos hebdomadaire,
- l'émission de poussière sera diminuée par la modération de la vitesse des engins de chantier sur les chemins de terre, et par l'arrosage de la zone de chantier si cela devait s'avérer nécessaire.

• Incidences en phase d'exploitation

L'incidence permanente d'une ligne souterraine sur l'habitat résulte de l'existence d'une servitude pour la durée de vie de la ligne : celle-ci interdit de construire au-dessus du tracé de la ligne souterraine.

3.3 Circulation routière

• Incidences en phase travaux

La circulation des engins de travaux et des camions peut perturber les circulations routières et piétonnes. Pour un projet de ligne souterraine, la perturbation est d'autant plus importante si le tracé de la ligne souterraine emprunte des routes ou des chemins de largeur réduite. Plusieurs cas sont envisageables :

- lors de la traversée d'une route, pour éviter de couper la circulation, il peut être envisagé de réaliser les travaux par demi-chaussée,
- dans certains cas, la circulation peut être interrompue pendant un temps le plus court possible avec mise en place d'une déviation,
- lors du passage le long d'une route : seule une demi-chaussée est concernée dans ce cas, ce qui se traduit par une interruption alternée de la circulation.

Mesures de réduction

Pour réduire ces nuisances et assurer la sécurité vis-à-vis des tiers, certaines dispositions sont prises :

- Mise en place de panneaux de signalisation, feux clignotants, plan de circulation, évitement de certains horaires...
- recours aux techniques particulières de pose (fonçage par exemple) au niveau des infrastructures routières à fort trafic, des voies ferrées ou des autres obstacles linéaires,
- Nettoyage régulier des abords du chantier,
- Dans certains cas, travail de nuit ou pendant les vacances pour réduire les impacts sur la circulation (si pas d'habitation à proximité) cf paragraphe d'après.

L'ensemble de ces prescriptions de signalisation, d'alternat ou de coupure momentanée de circulation est précisément défini en relation avec les gestionnaires des voiries.

En cas de point sensible pour la circulation et la sécurité routière, RTE, en concertation avec les services communaux et départementaux concernés, met en place une campagne d'information des usagers et un plan local de circulation : panneaux disposés le long des voies d'accès au chantier, plaquettes d'information diffusées aux riverains, etc. Des mesures de régulation du trafic routier à proximité du chantier sont systématiquement prises afin d'atténuer le plus possible la gêne engendrée par les travaux. En cas d'interférence entre les travaux et la circulation routière, l'entreprise chargée du chantier demande un arrêté de circulation permettant de définir les modalités d'interruption ou de modification de la circulation ainsi que la mise en place d'une signalisation routière temporaire, validée par le concessionnaire de l'ouvrage routier.

3.4 Activités commerciales

• Incidences en phase travaux

Les tranchées peuvent, le temps du chantier, nécessiter l'adaptation de l'accès des véhicules aux équipements ou aux sites des entreprises.

3.5 Incidences économiques

La construction d'un ouvrage électrique est génératrice de retombées économiques, notamment en phase travaux. Au-delà du personnel spécialisé dans l'implantation des réseaux électriques de transport, ce type de chantier peut recourir à de la main d'œuvre locale pour certains travaux préparatoires, la location de matériel, ...

Par ailleurs, la présence de cette main d'œuvre favorise l'hôtellerie, la restauration et les commerces locaux.

3.6 Champs électriques et magnétiques

- CEM et santé - État des connaissances**

De nombreuses expertises ont été réalisées ces 35 dernières années concernant l'effet éventuel des champs électriques et magnétiques sur la santé, par des organismes officiels tels que l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé), et le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer). L'ensemble de ces expertises conclut d'une part, à l'absence de preuve d'un effet significatif sur la santé, et s'accorde, d'autre part, à reconnaître que les champs électriques et magnétiques ne constituent pas un problème de santé publique.

Ces expertises ont permis à des instances internationales telles que la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) d'établir des recommandations sanitaires (*« Health Guidelines »*) relatives à l'exposition du public aux champs électriques et magnétiques. Ces recommandations sanitaires⁷ constituent la base de la réglementation, et notamment la Recommandation européenne de 1999.

- Réglementation en vigueur**

En juillet 1999, le Conseil des Ministres de la Santé de l'Union Européenne a adopté une recommandation⁸ sur l'exposition du public aux CEM. La recommandation, qui couvre toute la gamme des rayonnements non ionisants (de 0 à 300 GHz), a pour objectif d'apporter aux populations « *un niveau élevé de protection de la santé contre les expositions aux CEM* ». A noter que les limites préconisées dans la recommandation sont des valeurs instantanées applicables aux endroits où « *la durée d'exposition est significative* ».

	Champ électrique	Champ magnétique
Unité de mesure	Volt par mètre (V/m)	micro Tesla (µT)
Recommandation Européenne Niveaux de référence mesurables pour les champs à 50 Hz	5 000 V/m	100 µT

La France applique cette recommandation européenne : tous les nouveaux ouvrages électriques doivent ainsi respecter un ensemble de conditions techniques définies par un arrêté interministériel. Celui en vigueur, l'arrêté technique du 17 mai 2001, reprend (article 12 bis) les limites de 5 000 V/m et de 100 µT, issues de la Recommandation européenne.

Le dispositif des plans de contrôle et de surveillance des CEM, mis en place par le décret n° 2011-1697 du 1er décembre 2011, étend la limite de 100 µT à l'ensemble du réseau et permet de vérifier par des mesures directes et indépendantes que ces valeurs sont également respectées dans les zones fréquentées régulièrement par le public.

- Valeur du champ magnétique émis par une liaison souterraine**

Du fait même de ses dispositions constructives (présence d'un écran métallique coaxial extérieur, relié à la terre), une liaison souterraine n'émet pas de champ électrique.

Le tableau suivant donne les valeurs de champs magnétiques à proximité d'une liaison souterraine de mêmes caractéristiques que la liaison Tonnerre-Thorey, soit une ligne à 3 circuits, avec des câbles de 1200 mm² de section, posés en trèfle.

Les valeurs ci-dessous correspondent à une capacité de transit de 1000 A sachant que le parc PV aura une puissance de 180 MW (< 1000 A), les valeurs du champ magnétique de la future ligne seront plus faibles que les valeurs indiquées.

Champ magnétique (en µT)						
Tension 3 x 225000 volts	Type de pose	Au-dessus de la liaison	à 5 m de l'axe de la liaison	à 10 m de l'axe de la liaison	à 15 m de l'axe de la liaison	à 100 m de l'axe de la liaison
Valeurs maximales	trèfle	10,3	1,9	0,6	0,4	< 0,01

Conformément aux normes de mesures⁹, on donne les valeurs de champs magnétiques à 1 mètre du sol. Les valeurs maximales du tableau correspondent à une configuration maximaliste. Elles sont en effet calculées pour l'intensité maximale en régime de service permanent et pour des géométries de pose particulières, correspondant à celles des chambres de jonction.

- Conclusion**

Les ouvrages de RTE sont conformes à l'arrêté technique du 17 mai 2001 qui reprend en droit français les limites issues de la Recommandation Européenne du 12 juillet 1999 pour tous les nouveaux ouvrages et dans les conditions de fonctionnement en régime de service permanent. RTE est particulièrement soucieux de la qualité et de la transparence des informations données au public et a notamment passé un accord avec l'Association des Maires de France pour répondre à toute demande en ce sens. RTE a créé un site dédié aux champs électriques et magnétiques : www.clefdeschamps.info

3.7 Déchets générés par le projet

En lien avec ses engagements environnementaux et notamment sa certification ISO14001, RTE a pour ambition de réduire les déchets produits par ses activités puis d'en maximiser la valorisation dans le respect de la hiérarchie réglementaire de traitement. La loi de transition énergétique pour la croissance verte (LTECV) fixe des objectifs à court et moyen termes que RTE se fixe pour objectif à atteindre sur le présent projet :

- 70 % des déchets du secteur du bâtiment et des travaux publics en 2020 valorisés sous forme de matière ;
- 55 % des déchets non-dangereux non inertes valorisés en 2020 puis 65 % en 2025.

Même si la gestion de ces déchets est transférée au titulaire du marché travaux, RTE est identifié comme producteur initial du déchet et délègue sa signature au titulaire pour qu'il émette le Bordereau de Suivi de Déchets en son nom.

En cas de production de déchets dangereux, la base gouvernementale TrackDéchet, mise en service depuis le 01/07/2022, sera directement alimentée par les données saisies dans l'application ADEN de RTE.

- En phase travaux**

⁷ En novembre 2010, l'ICNIRP a publié de nouvelles recommandations applicables aux champs magnétiques et électriques de basse fréquence (1 Hz à 100 kHz) qui élèvent le niveau de référence pour le champ magnétique à 50 Hz, qui passe ainsi de 100 µT à 200 µT.

⁸ 1999/519/CE: Recommandation du Conseil du 12/07/1999 relative à la limitation de l'exposition du public aux CEM de 0 à 300 GHz

⁹ Normes CEI 61786, CEI 62110 et UTE C99-132

La construction d'une liaison souterraine entraîne la production de déchets issus du chantier.

On trouve notamment :

- des déblais résultant de la tranchée,
- des enrobés bitumineux,
- des déchets végétaux si du débroussaillage est nécessaire,
- des déchets de chantier, emballages non pollués, carton, plastique, chutes de câbles, chutes de fourreaux, ordures ménagères de la « base vie »,
- des déchets issus des eaux chargées de terre et de bentonite résultant des forages dirigés.

Les déblais peuvent :

- être réemployés sur site,
- être cédés, au moyen d'une convention, comme matériaux pour être employés sur un autre chantier,
- prendre le statut de déchet, et être traités comme tels.

Afin de limiter les déchets à évacuer et les apports de matériaux, l'équilibre déblais/remblais est recherché dans la mesure du possible (c'est-à-dire, lorsque les terres ne sont pas polluées, lorsque la granulométrie est compatible, lorsque le concassage est possible sur place, etc.).

C'est le titulaire des travaux en contrat avec RTE qui détermine les matériaux extraits susceptibles d'être réutilisés pour le remblaiement et soumet ces dispositions à RTE. Il propose, autant que possible, dans le respect des exigences des voiries et/ou des propriétaires de terrain, un recyclage des matériaux (tri, criblage, émottage) extraits en vue de leur réutilisation. Les matériaux improprels sont évacués et leur gestion comme déchet assurée.

Les déchets autres que les terres inertes, sont triés et évacués en décharge adaptée, dans la mesure du possible la plus proche du lieu des travaux afin de limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Les travaux de création des ouvrages sont réalisés dans le respect du décret n°2007-397 du 22 mars 2007 codifié aux articles R 211-60 et suivants du code de l'environnement relatifs à la réglementation du déversement des huiles et lubrifiants dans les eaux superficielles et souterraines (obligation de récupération, de stockage et d'élimination des huiles de vidange des engins).

Lorsque la présence d'amiante dans les revêtements de chaussée a été identifiée (par information délivrée par le gestionnaire de voirie, ou par prélèvement effectué par l'entreprise d'études), le Titulaire, en s'appuyant le cas échéant sur une entreprise spécialisée, élimine les déchets issus du chantier conformément à la réglementation.

Mesures de réduction des impacts du chantier

Un éco-chantier pourra être mis en place pour la construction de l'ouvrage. Ceci consiste à mettre l'accent sur :

- la propreté du chantier (recherche de solutions techniques moins polluantes, nettoyage du chantier, mesures de protection des sols et des eaux...)
- le contrôle et le suivi du chantier par un responsable environnement (animations spécifiques autour des impacts du chantier, propositions visant l'exemplarité du chantier),
- la limitation des pollutions et nuisances (éco-conduite des engins et autres véhicules, recherche de limitation des volumes de matériaux...)
- la gestion et collecte des déchets (limitation des volumes de déchets, recyclage vers des filières locales).

En amont du chantier, on pourra aussi rechercher la synergie avec d'autres chantiers (déblais de construction de ligne aérienne utilisés sur le chantier de ligne souterraine ou de poste par exemple).

• En phase d'exploitation

Pendant la phase d'exploitation, les liaisons souterraines ne produisent pas de déchets. Des opérations de maintenance pourraient éventuellement mener à une production de déchet :

- accidentellement en cas d'endommagement d'un câble par un tiers (non prévisible par nature),
- par de la maintenance préventive dans les puits de terre et de permutation (remplacement du parafoudre).

3.8 Équipements de transport et infrastructures

• Incidences en phase travaux

Il est probable que la liaison souterraine emprunte des voies où se trouvent déjà des réseaux enterrés. Des dispositions sont prises afin d'éviter que les travaux ne perturbent et n'endommagent ces réseaux.

Mesures de réduction des impacts du chantier

Après avoir interrogé le service « réseaux et canalisations » qui recense les opérateurs, le maître d'ouvrage et l'exécutant des travaux déclarent le projet aux exploitants concernés par le biais de la Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT). Des sondages de vérification sont réalisés si nécessaire dans les zones les plus sensibles (forte densité ou incertitude d'emplacement).

• Incidences en phase d'exploitation

Une liaison électrique à haute ou très haute tension peut perturber, par le biais des phénomènes d'induction et de conduction, le fonctionnement des réseaux situés à proximité immédiate.

Par exemple, en cas de parallélisme sur une grande longueur entre une ligne et un câble de télécommunications, un défaut électrique sur la ligne peut induire une surtension sur le câble.

De même, il peut y avoir un lien entre champ électro magnétique et corrosion de canalisations via les courants induits.

L'article 69 du décret du 29 juillet 1927 pris pour l'application de la loi du 15 juin 1906 sur les distributions d'énergie dispose que « lorsqu'une ligne électrique de distribution ou de transport d'énergie électrique traverse les ouvrages d'une concession préexistante (chemin de fer, ligne électrique, canalisation de gaz...), les mesures nécessaires sont prises pour qu'aucune des deux entreprises n'entrave le bon fonctionnement de l'autre. »

En application de ce texte, l'arrêté technique du 17 mai 2001 prescrit les mesures destinées à assurer, au voisinage des lignes électriques, la protection :

- d'autres lignes électriques ;
- des chemins de fer ;
- des lignes de télécommunication ;
- des canalisations de transport de fluide ;
- des autoroutes et routes à grande circulation ;
- des fleuves et voies navigables.

Mesures de réduction des impacts

Des distances de sécurité par rapport aux autres réseaux sont imposées, selon que la ligne souterraine les croise ou les longe.

Concrètement, les niveaux réglementaires d'élévation de potentiel et d'induction sont vérifiés par des études électrotechniques et, si besoin, les dispositions adéquates sont définies avec les gestionnaires des différents réseaux concernés.

3.9 Agriculture

Des protocoles sont signés depuis plus de cinquante ans entre RTE et la profession agricole et visent à éviter, limiter ou compenser les impacts des travaux et ouvrages RTE en milieu agricole. Ces protocoles ont évolué au fil des années, pour mieux prendre en compte les nouvelles préoccupations exprimées par la profession agricole, ainsi que les évolutions du réseau électrique, notamment le développement de lignes souterraines en milieu agricole. Les dommages aux cultures et aux sols sont indemnisés proportionnellement à l'importance des préjudices causés conformément aux dispositions des derniers protocoles signés aux barèmes actuels. Les derniers protocoles ont été signés le 23 octobre 2018.

- **Incidences en phase travaux**

En phase travaux, le creusement de la tranchée pour l'installation de la liaison souterraine entraîne la destruction des cultures existantes sur l'emprise du chantier.

L'organisation de la phase travaux peut ponctuellement modifier les accès aux parcelles à exploiter et aux prairies pour les animaux.

Les opérations du chantier (acheminement du matériel, réalisation de la tranchée, livraison des tourets de câbles, etc.), peuvent entraîner des dommages aux cultures et aux sols : ils consistent le plus souvent en des traces, des ornières ou des piétinements, qui se traduisent suivant le cas par des pertes de récolte en cours, des déficits sur les récoltes suivantes et des frais de remise en état des sols.

Il peut également arriver que des réseaux de drainage ou d'irrigation, des clôtures, des haies ou des chemins d'accès agricoles soient endommagés.

L'entreprise de construction doit remettre en état les installations qu'elle n'a pu éviter d'endommager : réseaux de drainage ou d'irrigation, fossés, clôtures, haies, chemins...

Mesures d'évitement, réduction et compensation des impacts du chantier

Les impacts du chantier sur l'agriculture peuvent être évités, réduits ou compensés par les mesures suivantes :

- en accord avec les propriétaires et exploitants des parcelles concernées, recherche des accès générant le moins de dégâts,
- anticipation de la phase travaux pour limiter des délaissés durant le chantier,
- mise en place de pistes provisoires, l'utilisation de plaques de roulage ou l'utilisation d'engins adaptés pour éviter les ornières selon la sensibilité des sols des parcelles agricoles,
- utilisation éventuelle de plaques de roulage pour éviter les ornières dans les parcelles agricoles,
- le tri des terres excavées pour préserver les caractéristiques des sols et le potentiel agronomique,
- remise en état du sol pour retrouver ses caractéristiques d'origine : compactage des différentes couches, sous-solage, etc.
- préservation des réseaux de drainage et d'irrigation (recensement préalablement aux travaux, déviations temporaires si nécessaire, réparation des dégâts éventuels...),
- arrêter momentané les travaux en cas d'intempéries exceptionnelles qui seraient de nature à accroître sensiblement les dégâts,
- nettoyage du chantier,
- remise en état des installations endommagées : réseaux de drainage ou d'irrigation, fossés, clôtures, haies, chemins...

La planification des travaux fait l'objet d'une information particulière auprès des intéressés : ceux-ci sont individuellement avisés de l'ouverture des chantiers et, le cas échéant, des élagages ou abattages à effectuer. Il est organisé une réunion à laquelle participent les représentants de RTE, les responsables des entreprises chargées des travaux et la profession agricole afin d'examiner les modalités d'exécution des travaux permettant de limiter les dégâts aux cultures et aux sols

Indemnisation des dommages instantanés (exploitant) : en cas de dommages, RTE compense, sous forme d'indemnités, les dommages subis par les exploitants des parcelles touchées par ces ouvrages (partie « dommages instantanés » du Protocole de 2018). Le principe d'indemnisation des dégâts consécutifs aux travaux de réalisation d'une ligne souterraine est élaboré au titre de :

- la perte de récolte actuelle ;
- la remise en état du sol ;
- la reconstitution des fumures ;
- le déficit à prévoir sur les récoltes ;
- la coupe et l'abattage d'arbres isolés.

Par ailleurs, si postérieurement à l'installation d'une ligne souterraine, l'exploitant met en place un réseau de drainage, RTE s'est engagé à prendre à sa charge le surcoût éventuel lié à la présence de la ligne.

Pour éviter tout litige sur l'importance des dommages liés à l'exécution des travaux, des états des lieux sont effectués avec les agriculteurs avant l'ouverture des chantiers, puis dans les quinze jours de leur achèvement, au plus tard, l'entreprise et l'exploitant établissent un constat contradictoire pour l'ensemble pour l'ensemble des dommages causés. Des registres de réclamations sont en outre déposés dans les mairies en fin de chantier.

- **Incidences en phase d'exploitation**

Une liaison électrique souterraine ne crée pas d'effets permanents sur les activités agricoles. Seuls sont présents en surface très ponctuellement les puits de permutation et puits de terre. Dans la mesure du possible, on évite qu'ils se trouvent en plein champ. La ligne électrique souterraine ne porte pas atteinte à l'unité foncière des exploitations car elle ne crée pas de « coupure » dans l'exploitation.

De manière permanente, une fois les travaux terminés, la présence d'une liaison souterraine en sous-sol est compatible avec la grande majorité des cultures agricoles. Seule la compatibilité de l'ouvrage avec des plantations à racines plus profondes (arbres >2,5m) n'est pas assurée. En effet, celles-ci pourraient endommager l'ouvrage.

Modification de la structure des sols en surface

La déstructuration du sol en profondeur, liée au comblement de la tranchée par les matériaux extraits et la terre végétale remise en surface, peut être la cause des baisses de rendements des cultures dans les années qui suivent les travaux. Cependant, un compactage optimum et une restructuration des couches du sol atténuent progressivement les marques de la tranchée et permettent de retrouver un état initial des sols en surface au bout de 3 à 5 ans.

Augmentation de la température du sol

Une légère augmentation de la température du sol liée à la présence de la ligne souterraine peut modifier le développement habituel des végétaux situés à l'aplomb de la tranchée. Cependant, compte-tenu de la faible surface d'emprise de la ligne souterraine par rapport aux surfaces de parcelles cultivées, la modeste élévation

de température sera sans effet notable sur les rendements des cultures enregistrés préalablement à la pose de l'ouvrage électrique.

Indemnisation des dommages permanents d'une LS (propriétaire) : RTE compense, sous forme d'indemnités, les dommages subis par les propriétaires des parcelles touchées par ces ouvrages (partie « dommages permanents » du Protocole de 2018).

Une indemnisation pour dommage permanent en raison de la présence de la ligne souterraine est versée en totalité au propriétaire, si ce dernier a signé une convention portant reconnaissance de servitudes légales. L'indemnité versée est fonction de la longueur et des caractéristiques techniques de la ligne.

Le montant de l'indemnité est égal à un pourcentage de la valeur vénale de la surface à indemniser, déterminé selon :

- la nature des terrains traversés,
- leur valeur vénale, fixée par le Service des Domaines (Direction Générale des Impôts),
- la nature des droits conférés par le propriétaire à EDF/RTE.

Le montant de l'indemnité versée au propriétaire est fixé en tenant compte de la nature des terrains traversés et de leur valeur vénale.

3.10 Sylviculture

- **Incidences en phase travaux**

La mise en œuvre et la maintenance d'une ligne souterraine pourrait engendrer :

- la détérioration éventuelle des chemins d'accès sylvicoles, le compactage des sols sylvicoles,
- la désorganisation des réseaux de circulation,
- le phénomène de tranchée drainante,
- pour les terrains en pente, le déboisement engendre des éboulis ou ravinements qui sont accentués par un dessouchage important et un compactage aléatoire.

- **Incidences en phase d'exploitation**

En forêt, ou en bordure de celle-ci, la création d'une ligne souterraine peut avoir des incidences sur l'exploitation forestière :

- un défrichement sur une bande d'une dizaine de mètres de large selon la tension de l'ouvrage électrique. Ce défrichement constitue un abattage prématûr d'arbres.
- sur la bande de 5 mètres de large, à l'aplomb de l'ouvrage, le dessouchage nécessaire est complété par l'impossibilité de replanter des arbres à racines profondes sur l'emprise de la liaison.
- des phénomènes de chablis en lisière.
- des modifications des peuplements forestiers en lisière.

Mesures de réduction

Dans la mesure du possible, on essaye d'implanter les lignes souterraines dans l'emprise des chemins forestiers ou en lisière des forêts et des bois. Si on ne peut éviter la surface boisée, il est alors nécessaire de couper puis dessoucher les arbres sur une bande de 5 à 10 mètres de large selon le niveau de tension de la liaison. Le préjudice économique consécutif à l'abattage non prévu dans le plan de gestion du boisement (arbres non arrivés à maturité, effets indirects dus à l'effet de lisière qui perturbe le développement des arbres proches de la tranchée, perte de revenu du sol pendant la durée d'exploitation de la liaison...) donne lieu à l'indemnisation du sylviculteur par RTE, sur la base d'une évaluation faite par un expert forestier.

Par ailleurs, la création de tranchées forestières pour le passage des LS peut servir, en installant des pistes utiles dans la lutte contre les incendies.

4 PAYSAGE ET PATRIMOINE

4.1 Paysage

- **Incidences en phase travaux**

En phase travaux, l'impact sur le paysage est dû aux engins de chantier et aux infrastructures de travaux.

Mesure de réduction

Un nettoyage soigné des abords du chantier au terme des travaux permet d'atténuer les impacts de l'ouvrage souterrain.

- **Incidences en phase d'exploitation**

Les liaisons souterraines ont, du fait même de leur nature, des impacts très limités voire inexistant sur le paysage. Elles ne génèrent des impacts que dans les rares cas où elles traversent certains espaces naturels ou semi-naturels boisés.

Les éventuels impacts sur le paysage des liaisons souterraines résultent donc :

- des tronçons de liaisons souterraines réalisés en milieu naturel et nécessitant des atteintes à la végétation naturelle. Si la cicatrisation de cette dernière est possible, l'impact va s'atténuer puis disparaître avec le temps (cas d'une culture ou d'une prairie par exemple). Dans le cas inverse, l'impact va persister (cas d'un passage en forêt);
- des atteintes possibles au système racinaire des arbres bordant les voies empruntées par la liaison souterraine. Ces atteintes peuvent induire un dépréciement de ces arbres et donc une atteinte au paysage. À noter qu'à long terme, le système racinaire proche d'une liaison souterraine, peut endommager cette dernière ;
- des modifications de certains chemins (par exemple, chemins creux, chemins de montagne...) du fait de leur utilisation pour le passage de la liaison souterraine.

Mesures de réduction des impacts

En milieu naturel et agricole, éviter le passage de la ligne souterraine à proximité des grands arbres, et à travers les haies. Si ce n'est pas possible, réduire ponctuellement à cet endroit la largeur du chantier qui sera limitée à la piste et à la tranchée, les matériaux extraits étant stockés avant et après la haie. Cette organisation permet de réduire à 5 m la largeur nécessaire au niveau des haies, qui peuvent être replantées en fin de chantier.

4.2 Sites inscrits ou classés

En **site inscrit**, les demandes d'autorisation de travaux susceptibles de l'affecter sont soumises à l'architecte des bâtiments de France qui émet un avis simple.

L'autorisation spéciale de travaux en **site classé** est en principe l'exception, et cela, quelle que soit l'importance de l'intervention projetée. Le principe de la protection des sites classés est la stricte préservation des caractères et des qualités qui ont justifié leur classement.

- **Incidences en phase travaux**

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

Positionnée sous route ou sous chemin, une ligne souterraine n'a d'effets sur les sites classés ou inscrits que ceux liés à la phase de chantier. En effet, la présence d'engins, de barrières, de matériaux peut avoir un impact temporaire visuel négatif sur le site.

Dans le cas de sites très fréquentés, les questions de maintien d'accès ont également leur importance pendant la phase de travaux.

Mesures de réduction des impacts

Les mesures de maintien des accès et de la circulation routière déjà évoquées permettent de réduire ces nuisances ponctuelles.

4.3 Monuments historiques

L'Article L621-30-1 du code du patrimoine précise que « Les immeubles dont la conservation présente, au point de vue de l'histoire ou de l'art, un intérêt public, sont classés comme monuments historiques par les soins du ministre chargé des affaires culturelles ». D'une façon générale, un périmètre de protection de 500 m de rayon est instauré autour des monuments historiques classés ou inscrits.

Pour le passage d'une ligne souterraine en périmètre de protection de monument historique, l'Architecte des Bâtiments de France est sollicité.

- **Incidences en phase travaux**

Lorsqu'un chantier de ligne souterraine est à proximité d'un monument historique, ses installations auront un impact visuel temporaire sur le monument. Celui-ci disparaîtra à la fin du chantier.

- **Incidences en phase d'exploitation**

Sous chemin ou route, une ligne souterraine n'a pas d'incidence visuelle. En revanche, en milieu naturel boisé, elle peut laisser une trace dans le paysage susceptible d'être visible depuis le monument historique, ou vue en même temps que ce dernier (co-visibilité).

4.4 Archéologie

- **Incidences en phase travaux**

L'affouillement du sol au cours des travaux de création de la ligne souterraine peut mettre à jour des vestiges archéologiques. Afin de ne pas les endommager, ce risque est pris en compte en amont du chantier par la réglementation.

Mesures de réduction des impacts

En phase amont du projet, s'il s'avère que le tracé de la ligne souterraine concerne des zones de présomption de prescription archéologique, le service régional de l'archéologie est sollicité afin qu'il se prononce sur la nécessité ou pas de procéder à une opération de diagnostic archéologique. Cette opération, régie par le décret n° 2004-490 du 3 juin 2004 vise à détecter tout élément du patrimoine archéologique qui se trouverait dans l'emprise des travaux projetés.

Parallèlement à ce diagnostic, lors des travaux, la découverte fortuite de vestiges impose l'arrêt du chantier, une protection des découvertes mobilières et immobilières et une éventuelle poursuite des fouilles par l'État (articles L.531-14 à 16 du Code du patrimoine).

5 VULNERABILITÉ DU PROJET

Impacts génériques pour la création d'une liaison souterraine à 225 000 volts entre le poste RTE de TONNERRE et le poste client de THOREY

5.1 Vulnérabilité face aux changements climatiques

Le changement climatique est défini par une hausse de la température moyenne à l'échelle mondiale accompagnée d'une hausse du niveau des océans et d'une augmentation de la fréquence de survenue de phénomènes météorologiques de forte intensité.

La vulnérabilité de la ligne souterraine face aux changements climatiques porte sur :

- les fortes précipitations qui peuvent entraîner des débordements de cours d'eau et des glissements de terrains qui pourraient emporter une ligne souterraine et entraîner des coupures du réseau,
- les feux de forêt et la sécheresse due à l'absence de pluie et aux fortes chaleurs qui assèchent le sol, abaissant sa capacité d'évacuation de la chaleur générée par les câbles et augmentant le risque de claquage et la mise hors service de la ligne souterraine.

Mesures d'évitement et réduction

Risque de précipitations violentes et glissement de terrain :

Afin de prendre en compte ce risque, la ligne souterraine pourra franchir les cours d'eau à risque à une profondeur supérieure à ce qui est communément fait (à 2 m de profondeur par exemple).

Ce mode opératoire permet d'éviter que la ligne électrique souterraine ne soit emportée par les eaux en cas de crue.

Risque d'échauffement du câble :

Le câble est dimensionné de façon à assurer sa résistance en cas d'échauffement.

5.2 Vulnérabilité face à des risques d'accident ou de catastrophe majeurs

L'article R.122-5 du Code de l'environnement demande que l'étude d'impact sur l'environnement décrive notamment les « incidences négatives notables attendues du projet sur l'environnement qui résultent de la vulnérabilité du projet à des risques d'accidents ou de catastrophes majeurs en rapport avec le projet concerné.» Afin d'évaluer ces incidences négatives, il est ainsi nécessaire d'identifier les accidents ou catastrophes majeurs auxquels une ligne électrique souterraine est vulnérable et d'en déduire les conséquences sur ses équipements susceptibles d'impacter l'environnement.

Au cours de son exploitation, un ouvrage électrique est susceptible de faire face à différents accidents en lien avec des événements externes :

Évènement initiateur	Évènement redouté
Arrachage du câble souterrain lors de travaux.	Coupure électrique. Risque d'électrocution pour les tiers.
Séisme.	Mise en surface de la ligne souterraine, rupture des câbles et coupure électrique.
Montée en température des câbles de la ligne souterraine due à un défaut interne.	Incendie susceptible d'entraîner la perte de faune, de flore, d'habitat naturel voire de vies humaines à proximité de l'ouvrage. Le retour d'expérience d'un tel évènement indique que celui-ci est rarissime.

Mesures de réduction prises face au risque d'arrachage des câbles

Excepté pour la pose en forage dirigé, il y a au-dessus d'une ligne souterraine, un grillage avertisseur rouge destiné à indiquer la présence de l'ouvrage.

De plus, afin de prévenir les risques d'endommagement des réseaux enterrés, les travaux projetés à proximité doivent être déclarés aux exploitants de ces réseaux. Préalablement à tous travaux, les maîtres d'ouvrages déclarent leur projet de travaux aux exploitants concernés par le biais de la Déclaration d'Intention de Commencement de Travaux (DICT).

Des sondages de vérification sont réalisés si nécessaire dans les zones les plus sensibles (forte densité ou incertitude d'emplacement).

Cinquième partie : description du cumul des incidences avec d'autres projets existants ou approuvés

1 IDENTIFICATION DES PROJETS FUTURS

Deux projets PV ont été identifiés dans un rayon de 10 km autour du projet CONTIS 11 (THOREY) comme étant à prendre en compte pour l'évaluation des impacts cumulés (cf. 5° e) de l'article R.122-5 du Code de l'environnement), implantés ou en cours de développement.

2 EFFETS CUMULES

Ces projets n'ajoutent pas d'impact au raccordement LS 225 kV.

Sixième partie : description des aspects pertinents de l'état initial de l'environnement, en présence et absence du projet

1 TABLEAU COMPARATIF DES SCENARIOS D'EVOLUTION DU SITE

Le tableau suivant détaille, pour chacune des grandes thématiques environnementales, l'évolution du site **sans** la réalisation du projet (scénario sans projet) et **avec** (scénario avec projet).

	Scénarios d'évolution du site	
	Sans la réalisation du projet	Avec la réalisation du projet
Climat, air et Émissions de CO ₂	Du fait du changement climatique, il est envisageable que, le climat évolue de la manière suivante : hausse des températures, augmentation du nombre de vagues de chaleur en été et diminution du nombre de jours anormalement froid. Émission de CO ₂ : État initial national (2021) 418 Mt (dont 44 Mt liés au secteur de l'énergie).	Le projet de création de la ligne souterraine permettra la diminution de l'accélération du réchauffement climatique par le raccordement d'EnR. Globalement, les projets d'adaptation du réseau dans les 15 prochaines années permettent de réduire les émissions de CO ₂ du système électrique européen de l'ordre de 5 à 10 Mtéq CO ₂ .
Relief et sol	Il est probable que le relief et le sol demeurent identiques.	Une ligne souterraine n'a pas d'effet sur le relief. Une fois les travaux terminés, elle est invisible et ne génère aucun polluant.
Eaux	A l'échelle de la France les ressources en eaux devraient diminuer.	En exploitation, une ligne souterraine ne pollue pas les eaux. Les dispositions prises lors de la phase de chantier s'attacheront à préserver la qualité des eaux souterraines ainsi que les circulations souterraines d'eau.
Faune	A l'échelle de la France, on s'attend à une baisse de la diversité des espèces présentes ainsi qu'une baisse en nombre d'individus.	Une fois en place, une ligne souterraine ne crée aucun dérangement pour la faune.
Flore, Habitats, zones humides	Le scénario sans la création d'une ligne souterraine implique un scénario sans projet agrivoltaique. Dans un espace où les productions agricoles périclitent, la reconquête de la biodiversité augmente le niveau de sensibilité et la richesse écologique du site, mais tend à terme vers une fermeture des milieux. Constante diminution des populations d'habitats habitant les espaces agricoles.	Les fuseaux de la ligne souterraine seront recherchés si possible en dehors des zones sensibles inventoriées de façon à éviter toute incidence. Par ailleurs, la végétation (hors espèces à racines profondes) peut repousser au-dessus d'une ligne souterraine.
Habitat et cadre de vie	Le scénario sans la création d'une ligne souterraine implique un scénario sans projet agrivoltaique. Risque de périclitation des 15 exploitations agricoles lié au projet, exploitant près de 3 600 hectares	En phase exploitation le projet n'a aucune incidence sur le trafic, le bruit, la poussière. Concernant le champ magnétique émis par la liaison souterraine, il est très inférieur au

Scénarios d'évolution du site		
	Sans la réalisation du projet	Avec la réalisation du projet
	de surface agricole utile et générant de l'emploi en amont et en aval de la chaîne de valeur. Aucune création de valeur sur le territoire.	seuil de 100 microTesla fixé par la réglementation.
Paysage et patrimoine	Le scenario sans la création d'une ligne souterraine implique un scenario sans projets agrivoltaiques. Avec le risque de périclitation des activités agricoles sur les terres à faible rendement agronomique, la dynamique agricole, paysagèrement variée, esthétique et typique de l'espace rural, s'appauvrit. En effet, la multiplication des jachères tend à un appauvrissement des vues et à une monotonie paysagère d'ensemble. A terme, les vues pourraient se refermer par l'absence d'entretien des haies par les agriculteurs et la déprise agricole.	De manière générale, une ligne souterraine n'a pas d'impact sur le paysage. Ce n'est qu'en cas de passage en milieu boisé nécessitant un défrichement (cas exceptionnel) que la ligne souterraine laisse une marque dans le paysage.

Septième partie : compatibilité avec les documents de planification

En amont de la définition du projet, et tout au long de la mise au point fine du tracé, la compatibilité du projet avec les documents d'urbanisme, les plans, schémas et programmes applicables sur le territoire du projet est étudiée. Ce sont notamment les documents et plans suivants :

- Schéma de cohérence territoriale (SCoT) et ses documents d'application (PADD, DOO) ;
- Plan local d'urbanisme (PLU, PLUi, carte communale) ;
- Plan de prévention des risques (PPR) ;
- Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) ;
- Schéma d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) ;
- Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET).

La compatibilité avec la charte d'un éventuel Parc Naturel Régional ou Parc National est également vérifiée.

Dans la mesure du possible, le projet s'adaptera aux orientations souhaitées par le territoire.

Cependant, dans le cas où le projet ne serait pas compatible avec les dispositions des documents d'urbanisme, une mise en compatibilité de ces documents serait réalisée. Cela peut être notamment le cas en Espace Boisé Classé, dans certaines zones N, en espace remarquable au titre de la loi littoral, etc.



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE

GLHD
Cultivateur d'énergie

PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon

Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXE 2

Estimation de l'empreinte carbone d'une installation Photovoltaïque

PINK STRATEGY

Décembre 2023



Estimation de l'empreinte carbone d'une installation Photovoltaïque

Dans le cadre de l'appel d'offres :

Consultation lancée le 21/09/2022, par Green Lighthouse Développement dans le cadre des Projets de développement agrivoltaïques

Pour le site de :

Hauts-Plateaux, Bourgogne-Franche-Comté, Arthonnay, Quincerot, Mélisey, Thorey, Rugny, Villon et Trichey (89)

Etude réalisée pour le compte de :

Green Lighthouse Développement - 1 Allée Jean Rostand - 33650 Martillac - France

Référence	Révision	Date	Rédacteur	Vérificateur	Revue Critique
PNK_ACV_030_GLHD_005	V1.1	08/12/2023	Arnaud JONCKHEERE	France JONATHAN	N/A

Certification ISO 9001-2015

Certification ISO 14001-2015



Strictement confidentiel

PINK Strategy

SAS au capital de 100 euros - RCS Paris 880 960 190

Code NAF: Ingénierie, études techniques (7112 B) - TVA intracommunautaire : FR 43 519 589 402

38 avenue Léon Gaumont 75020 Paris - www.pink-strategy.fr - tél: +33 (0) 1 83 62 13 29 Fax: +33 (0) 1 83 62 13 47



Table des matières

I.	Définition de l'objectif.....	6
A.	PINK Strategy.....	6
B.	Green Lighthouse Développement	6
C.	Projet de centrale photovoltaïque	6
D.	Public cible.....	6
II.	Périmètre d'étude de la centrale	7
A.	Produits de référence.....	7
B.	Frontières du système	12
C.	Méthodologies, limitations et logiciels.	13
D.	Méthodes de calcul de l'impact	16
E.	Qualité des données et représentativité.....	16
III.	Calculs des émissions de CO2e de la centrale	17
A.	Estimation des émissions de CO2e pour les panneaux solaires.....	17
B.	Estimation des émissions de CO2e de la centrale électrique	29
C.	Estimation des émissions de CO2e de la connexion électrique	32
D.	Estimation des émissions de CO2e des supports	38
E.	Estimation des émissions de CO2e des traqueurs	43
F.	Estimation des émissions de CO2e du Local technique, voirie et clôture.....	44
IV.	Résultats des émissions de la centrale photovoltaïque	47
A.	Calcul des émissions totales de la centrale photovoltaïque	47
V.	Temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque.....	49
A.	Estimation de l'impact énergétique de la centrale photovoltaïque en MJ	49
B.	Estimation du temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque	51
VI.	Stockage additionnel de CO ₂ dû à la plantation de haies.....	52
A.	Méthode des haies du projet Carbocage de l'ADEME	52
B.	Caractéristiques des haies étudiés.....	52
C.	Calcul du stockage additionnel de CO ₂ dû à la plantation de haies	53
D.	Résultats de l'étude du stockage additionnel de CO ₂ dû à la plantation de haies	53
VII.	Bibliographie.....	54
VIII.	Glossaire	56
IX.	Annexes	59
A.	Annexe I. Fiche technique des panneaux photovoltaïques	59
B.	Annexe II. Méthodologie CRE	61
C.	Annexe III. ECS du panneau considéré pour le projet	67
D.	Annexe IV. Fiche technique de l'onduleur	69

STRICTEMENT CONFIDENTIEL



E. Annexe V. Fiche technique du transformateur	71
F. Annexe VI. Fiche technique du transformateur HTA/HTB	75

3

Liste des tables

Tableau 1 - Inventaire de composition des panneaux photovoltaïques et score ECS	18
Tableau 2 - Valorisation des impacts hors ECS à la fabrication des panneaux photovoltaïques	19
Tableau 3 - Bilan du PRC d'un panneau photovoltaïque pour la phase de fabrication	19
Tableau 4 - Bilan du PRC d'un panneau photovoltaïque pour la phase de distribution	20
Tableau 5 - Traitement des déchets d'emballage des panneaux photovoltaïques en phase d'installation	21
Tableau 6 - Bilan de l'impact PRC d'un panneau photovoltaïque en phase d'installation.....	21
Tableau 7 - Détail des transports en Fin de Vie pour les panneaux photovoltaïques	25
Tableau 8 - Traitement Fin de vie des panneaux photovoltaïques	27
Tableau 9 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des panneaux photovoltaïques	28
Tableau 10 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des onduleurs	29
Tableau 11 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des onduleurs	29
Tableau 12 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des transformateurs ..	30
Tableau 13 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des transformateurs HTA/HTB.....	31
Tableau 14 - Bilan des émissions en Kg CO2eq des transformateurs et des transformateurs HTA/HTB	31
Tableau 15 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des armoires	32
Tableau 16 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des disjoncteurs unitaires	33
Tableau 17 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des disjoncteurs généraux	34
Tableau 18 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie du câblage DC	36
Tableau 19 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie du câblage AC	37
Tableau 20 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie de la connexion électrique	37
Tableau 21 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des fondations de structure.....	39
Tableau 22 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des tables.....	41
Tableau 23 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des tables.....	42
Tableau 24 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des supports	42
Tableau 25- Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des traqueurs.....	43
Tableau 26 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie du local technique	44
Tableau 27 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie du local technique	44
Tableau 28 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des voiries	45
Tableau 29 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des voiries	45

4

Tableau 30 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des clôtures.....	46
Tableau 31 - Bilan des émissions pour chaque composant et phase du cycle de vie	47
Tableau 32 - Bilan des émissions ramené au kWc et au kWh.....	48
Tableau 35 - Impact énergétique des composants de la centrale photovoltaïque	49
Tableau 36 - Ratio des PRC issus de l'ACV sur ceux issus des valeurs ADEME.....	49
Tableau 37 – Projection indicative de l'impact énergétique des composants de la centrale photovoltaïque.....	50
Tableau 38 - Estimation du temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque	51
Tableau 39 - Stockage additionnel en tCO2e dû aux haies	53

5

Liste des illustrations

Figure 1- Plan de principe d'une centrale photovoltaïque au sol	7
Figure 2: Cycle de vie tel que défini dans le Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b)	12
Figure 3 : Diagramme de recyclage de Fraunhofer IBP. (5).....	26

5

I. Définition de l'objectif

A. PINK Strategy

PINK Strategy, créée en 2020, s'appuie sur 10 ans d'expérience dans le Conseil en Performance Carbone développé par sa maison mère, Solstyce, EPC dans le photovoltaïque. Le même cœur de métier et de nouvelles ambitions : PINK STRATEGY conseille et accompagne les industriels et les grands acteurs dans l'évaluation et l'optimisation de leur Performance sur les enjeux de l'INdustrie et du (K) Carbone.

Avec une expertise en analyse de cycle de vie (ACV), PINK Strategy a déjà réalisé plus de 100 audits et ACV, dans plus d'une vingtaine de pays, dans des usines de tous les niveaux de la chaîne d'approvisionnement des panneaux solaires pour accompagner les opérateurs et développeurs dans leurs démarches de construction de centrales photovoltaïques bas-carbone.

6

B. Green Lighthouse Développement

Green Lighthouse Développement est un développeur international de projets énergétiques, spécialiste du développement de fermes agrivoltaiques.

Dans le cadre de la Consultation lancé le 21/09/2022, par Green Lighthouse Développement dans le cadre des Projets de développement agrivoltaiques, Green Lighthouse Développement a chargé PINK Strategy d'effectuer une étude de l'empreinte carbone des fermes agrivoltaiques des Hauts-Plateaux, Bourgogne-Franche-Comté, Arthonnay, Quincerot, Mélisey, Thorey, Rugny, Villon et Trichet, (89), afin d'estimer les émissions de CO₂ résultantes de sa construction et son temps de retour énergétique.

Adresse : Green Lighthouse Développement - 1 Allée Jean Rostand - 33650 Martillac - France

Contact : Benjamin COURDIER, b.courdier@glhd.fr

C. Le Projet

L'appel d'offres est proposé par Green Lighthouse Développement dans le cadre des études préalables à l'autorisation des fermes agrivoltaiques des hauts-plateaux. Par simplification, Pink STRATEGY évoquera ce projet par la mention réductrice de "Centrale photovoltaïque".

Le commissaire de ce projet, ne demande aucune exigence spécifique.

La méthodologie décrite dans le document Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b) a été appliquée pour cette étude.

Le projet comprend l'installation de 226 980 panneaux de 690Wc chacun pour une puissance globale de 156 616kWc, dans la commune de Arthonnay, Quincerot, Mélisey, Thorey, Rugny, Villon et Trichet (89), France, sur une surface de 197 ha.

Le projet comprend également la plantation de 5.6 km de haies arbustives dont le stockage additionnel de carbone sera évalué via la Méthode des haies du projet Carbocage de l'ADEME.

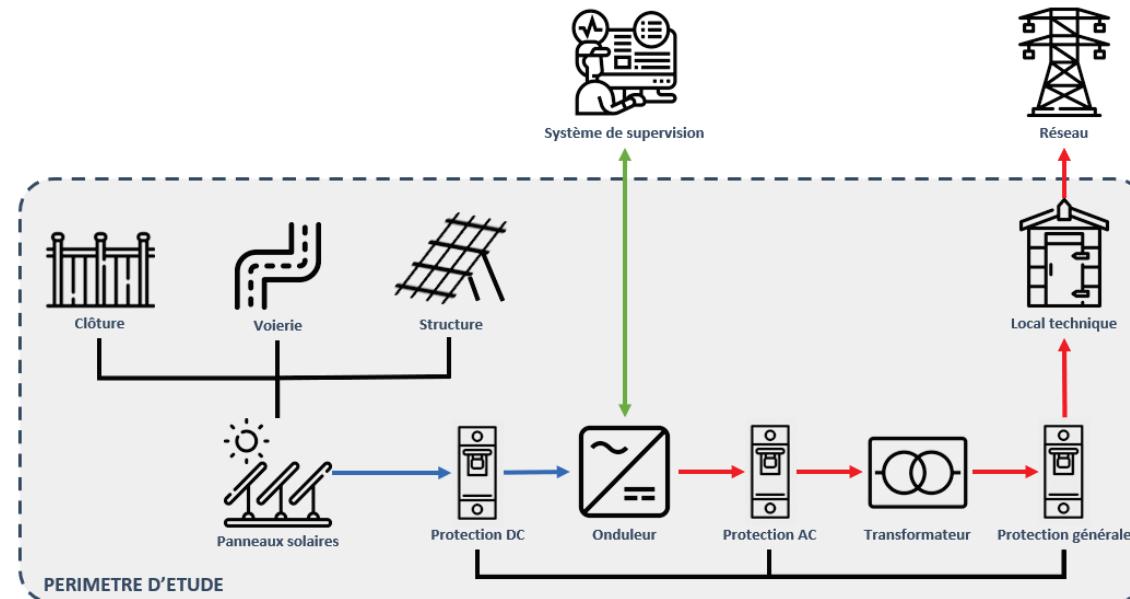
D. Public cible

L'étude vise à être présentée au public suivant :

- Green Lighthouse Développement
- Clients (diffusion restreinte)

II. Périmètre d'étude de la centrale

A. Produits de référence



Cette partie de l'étude porte uniquement sur le périmètre indiqué en gris sur la figure ci-dessus, conformément au Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b).

En tant que principaux composants utilisés pour la construction de l'usine photovoltaïque, les produits sont évalués en tant que produits de référence :

1) Panneaux solaires

Les panneaux solaires sélectionnés pour ce projet sont les suivants :

- Fabricant: Canadian Solar
- Référence: TOPBiHiKu7
- Puissance: 690 Wc
- Type: Mono-Si
- Quantité: 226 980 pièces
- Origine géographique: Chine

Le détail du calcul de l'impact carbone est indiqué au paragraphe Estimation des émissions de CO₂e pour les panneaux solaires.

2) Centrale électrique

La partie électrique est constituée d'onduleurs, de transformateurs MT/HTA et de transformateurs HTA/HTB. Les armoires comprenant les différentes protections nécessaires à l'installation sont incluses au paragraphe Connexion électrique.

Pour les onduleurs :

- Fabricant: Huawei
- Référence: SUN2000-185KTL-H1
- Puissance: 185 kVA
- Quantité: 841 pièces
- Origine géographique: non déterminée

Pour les transformateurs :

- Fabricant: Schneider Electric
- Référence: Minera PV
- Puissance: 3000 kVA
- Quantité: 57 pièces
- Origine géographique: non déterminée

Pour les transformateurs HTA/HTB :

- Fabricant: non défini
- Référence: TR 225-33 KV 90 MVA
- Puissance: 90000 kVA
- Quantité: 2 pièces
- Origine géographique: non déterminée

Le détail des équipements constituant la centrale est indiqué au paragraphe Estimation des émissions de CO₂e de la centrale électrique.

3) Connexion électrique

Les armoires étant non définies à ce stade, une armoire électrique métallique standard a été considérée dans cette étude.

Le câblage DC est constitué de deux sections de câble:

Section 1:

- Fabricant: non défini
- Référence: non défini
- Type: conducteur cuivre
- Dimensionnement (nb de câbles x(nb de conducteurs x section[mm²])) : 2x(1x4)
- Quantité: 395 352 ml
- Origine géographique: non déterminée

9

Section 2:

- Fabricant: non défini
- Référence: non défini
- Type: conducteur cuivre
- Dimensionnement (nb de câbles x(nb de conducteurs x section[mm²])) : 2x(1x6)
- Quantité: 2 595 ml
- Origine géographique: non déterminée

Pour les besoins du calcul, l'ensemble du câblage DC a été considéré, en corrigeant les quantités en ml du ratio des sections, comme :

Section: 1x(1x6) mm²

Quantité: 532 326 ml

Le câblage AC est constitué de plusieurs types de câbles:

Câble 1:

- Fabricant: non défini
- Référence: non défini
- Type: conducteur aluminium
- Dimensionnement (nb de câbles x(nb de conducteurs x section[mm²])) : 1x(4x120)
- Quantité: 163 313 ml
- Origine géographique: non déterminée

Câble 2:

- Fabricant: non défini
- Référence: non défini
- Type: conducteur aluminium
- Dimensionnement (nb de câbles x(nb de conducteurs x section[mm²])) : 1x(1x400)
- Quantité: 50 000 ml

- Origine géographique: non déterminée

Câble 3:

- Fabricant: non défini
- Référence: non défini
- Type: conducteur aluminium
- Dimensionnement (nb de câbles x(nb de conducteurs x section[mm²])) : 1x(3x1600)
- Quantité: 16 500 ml
- Origine géographique: non déterminée

Pour les besoins du calcul, l'ensemble du câblage AC a été considéré, en corrigeant les quantités en ml du ratio des poids. Nous considérerons par la suite, un seul câble AC, avec les caractéristiques suivantes :

Dimensionnement (nb de cables x(nb de conducteurs x section[mm²])) : 1x(1x6)

Quantité: 284 645 ml

Le détail exact des équipements constituant la connexion électrique est indiqué au paragraphe Estimation des émissions de CO₂ de la connexion électrique.

4) Support

La fixation des tables au sol est réalisée grâce à des incluses dans tables en acier galvanisé.

Les pieux sont directement ancrés au sol sans hypothèse de préforage.

La structure porteuse est constituée de tables d'un poids total de 4962 tonnes. Les tables sont composées d'éléments de formes différentes mais pour la plupart en acier de la même composition.

La quantité totale d'acier utilisée pour l'installation est de 4962 tonnes.

Le projet prévoit l'installation de traqueurs sur ce site:

- Fabricant: Exosun
- Référence: non défini
- Type: un axe
- Dimensionnement: 39 kg
- Quantité: 2507 pieces
- Origine géographique: non déterminée

Le détail exact des équipements constituant la structure est indiqué au paragraphe Estimations des émissions de CO₂ des supports..

5) Local technique, voirie et clôture

Les informations disponibles étant insuffisantes, le local technique sera modélisé suivant la règle par défaut donnée par l'ADEME dans le référentiel d'évaluation listé en référence.

La voirie est composée de 0km de piste lourde en graviers avec décaissement de 30cm et 17,9km de pistes légères, en graviers avec niveling de 10cm.

Une clôture neuve de 24 847 ml en valeur ADEME par défaut est considérée dans cette étude. Les informations disponibles étant insuffisantes, la clôture sera modélisée suivant la règle par défaut donnée par l'ADEME dans le référentiel d'évaluation listé en référence

Le détail exact des équipements est indiqué au paragraphe Estimation des émissions de CO₂e du Local technique, voirie et clôture.

11

6) Unité fonctionnelle de l'installation

L'unité fonctionnelle de l'installation est le kWh produit par le système photovoltaïque pendant sa durée de vie et injecté dans le réseau (de distribution ou de transport) ou consommé (dans le cas d'une installation en autoconsommation), telle que définie au paragraphe 2.a du document de référence. Le potentiel de réchauffement climatique sera donc exprimé en kg eq CO₂ / kWh.

Le cahier des charges spécifie au paragraphe 3.7 d. que le bilan carbone devra aussi être donné en kg CO₂ eq et qu'une évaluation du carbone évité par le fonctionnement de la centrale, en T eq CO₂/an devra aussi être communiquée.

La durée de vie de référence pour cet appel d'offre est de 40 ans, en considérant les temps de construction et déconstruction. Cette durée étant supérieure à celle de 30 ans prévue par le référentiel de l'ADEME, le renouvellement des équipements de la centrale photovoltaïque a été revue en conséquence.

La centrale est basée en France, dans l'Union Européenne.

7) Principe de modélisation de l'Inventaire du Cycle de Vie (ICV)

L'ICV est réalisé selon le principe de modélisation par attribution : Approche de modélisation du système dans laquelle les intrants et les extrants sont attribués à l'unité fonctionnelle d'un système de produits en reliant et/ou en partitionnant les processus unitaires du système selon une règle normative.

B. Frontières du système

La figure représente la segmentation de la chaîne de production de la filière photovoltaïque du Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b).

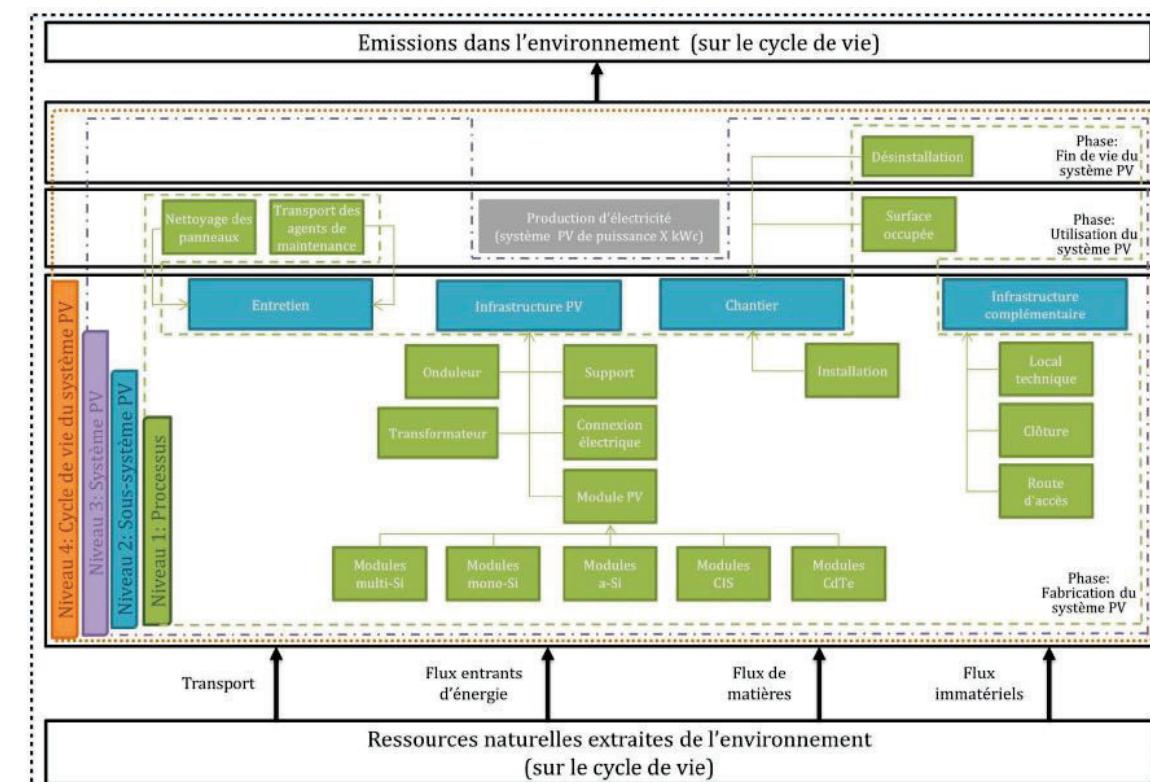


Figure 2: Cycle de vie tel que défini dans le Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b)

C. Méthodologies, limitations et logiciels.

1) Méthodologie du Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b)

Ce référentiel méthodologique a été choisi par Green Lighthouse Développement pour donner une méthode unique d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques (PV). Le document suit l'approche de l'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des impacts environnementaux des systèmes PV. Il s'adresse aux concepteurs des systèmes photovoltaïques afin d'évaluer les impacts environnementaux de la production d'électricité selon des règles prédéfinies dans le référentiel.

13

Limitations de la méthodologie du Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b):

Certaines valeurs de facteurs d'impacts, nécessaires à l'évaluation des impacts environnementaux du système photovoltaïque, proposées par défaut à l'utilisateur de ce référentiel sont volontairement conservatoires. Ce choix de valeurs conservatoires a pour objectif d'inciter les fabricants de composants du système photovoltaïque à réfléchir à leurs impacts environnementaux et substituer ces valeurs conservatoires par leurs propres valeurs afin de mieux correspondre à la réalité environnementale des composants du système PV.

2) Méthodologie ECS-CRE

L'ECS est une Etude de Carbone Simplifiée utilisée par la CRE pour l'estimation de l'empreinte carbone des panneaux photovoltaïques dans leur phase de vie de fabrication.

L'ECS doit conduire à fournir des données conformes aux spécifications de la CRE (1) : « Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire » Centrales au sol » du 29 mai 2020.

Limitations de la méthodologie ECS-CRE

La méthodologie ECS-CRE ne permet que l'étude des panneaux photovoltaïques et non de tout autre composant de l'usine photovoltaïque. En outre, il s'agit d'une méthodologie qui n'évalue que l'étape de fabrication du panneau PV (polysilicium, lingots, plaquettes, cellules, EVA, backsheet et assemblage de modules), sans tenir compte du reste des étapes du cycle de vie du produit (Distribution, Installation, Utilisation et fin de vie). Le résultat de l'ECS est en kg CO₂ eq / kWc.

Le transport des composants entre les différentes usines est pris en compte dans l'ECS avec des distances classiques pour l'usine. Dans le cas des panneaux photovoltaïques considérés, des écarts existent entre les distances d'approvisionnement des composants dans les ACVs réalisées et les approvisionnements réels. Ces écarts sont précisés au paragraphe Compléments par la méthodologie PEP Ecopassport®/FDES.

3) PEP Ecopassport®/FDES

Une partie de la présente évaluation a été effectuée conformément aux spécifications fournies dans le cadre du programme de déclaration environnementale de type III, intitulé FDES/PEP Ecopassport®, qui constitue le cadre Français pour les déclarations environnementales.

Elles définissent les règles de catégorie de produits (PCR) du programme et les règles pour le développement des profils environnementaux de produits (PEP) dans le cadre de la norme ISO 14025. La PCR - Règles de définition des Catégories de Produits (ed 3) PEP Ecopassport® (2) s'applique aux « équipements électriques, électroniques et de génie climatique », et comprend notamment :

- Les fils, câbles et accessoires pour l'énergie, la signalisation, les télécommunications, les données et la précision
- Les solutions pour les installations électriques et la domotique
- Les systèmes de gestion des ouvertures et fermetures, l'équipement de chauffage, de climatisation et d'éclairage
- Le matériel électrique destiné à la sécurité des personnes et des bâtiments
- Les systèmes autonomes d'éclairage de secours
- Le matériel d'acheminement et de protection des câbles
- L'automatisation des processus et l'automatisation industrielle
- L'éclairage intérieur, extérieur et l'éclairage public
- Les équipements destinés à la production d'énergies renouvelables
- Les équipements de chauffage et les chauffe-eaux électriques
- Les équipements de chauffage et de climatisation
- Les équipements destinés à la production d'eau chaude sanitaire
- Les équipements de ventilation et de traitement de l'air

Ce document décrit les règles pour que les PEP relevant du programme de déclaration environnementale de type III soient correctement élaborés et communiqués avec des informations vérifiables, comparables et qui ne soient pas de nature à induire en erreur sur les aspects environnementaux des produits.

Le PCR considéré pour cette évaluation est le PCR-ed3-FR-2015 04 02 (2). Aucune règle spécifique au produit n'est disponible.

L'élaboration d'un PEP nécessite au préalable la réalisation d'une Analyse du Cycle de Vie (ACV) du produit en respectant les règles décrites dans la série de normes ISO 14040.

Ce référentiel est destiné principalement aux :

- Responsables Produits et Environnement
- Experts de l'ACV au sein d'entreprises, chargés de la rédaction des PEP
- Vérificateurs responsables de l'évaluation de la conformité des PEP aux règles définies dans le présent référentiel

Limitations de la méthodologie PEP Ecopassport®/FDES

Cette méthodologie a été considérée afin d'évaluer l'impact carbone des composants de l'installation photovoltaïque, ainsi que les impacts de la construction. Toutefois, tous les indicateurs environnementaux de la méthodologie n'ont pas été pris en considération, car cette étude ne cherche que l'estimation du Potentiel de Réchauffement Climatique, équivalente au kg d'émissions équivalentes de CO₂.

4) Logiciel SimaPro

L'ACV est un outil de quantification de la performance environnementale des produits en tenant compte du cycle de vie complet, depuis l'extraction de matières premières jusqu'à l'élimination finale des produits, y compris le recyclage des matières si nécessaire. Les applications les plus importantes pour un ACV sont les suivantes :

- Identification des possibilités d'amélioration en identifiant les points chauds pour l'environnement dans le cycle de vie d'un produit.
- Analyse de la contribution des étapes du cycle de vie à la charge environnementale globale, généralement dans le but de prioriser les améliorations sur les produits ou les procédés.
- Comparaison entre les produits pour la communication interne ou externe, et comme base pour les déclarations de produits environnementaux.
- La base des mesures normalisées et de l'identification des indicateurs de rendement clés utilisés dans les entreprises pour la gestion du cycle de vie et l'aide à la décision.

L'utilisation de SimaPro, permet l'utilisation de la bibliothèque Ecoinvent V3.6 (méthode de calcul IPCC_2007_100a) pour le calcul des catégories d'impact demandées par la méthodologie PEP Ecopassport®.

15

D. Méthodes de calcul de l'impact

En cohérence avec les spécifications de l'ADEME, la méthode de calcul d'impact utilisée dans cette étude est l'IPCC2007-GWP100a, qui indique le réchauffement climatique potentiel à 100 ans (GWP100) avec une unité de kg CO₂ équivalent. Des méthodes plus récentes existent mais ne sont pas demandées dans le cahier des charges de l'ADEME.

Cette méthode est applicable aux ACV, ECS, PEP et FDES utilisés dans cette étude ainsi qu'aux calculs complémentaires réalisés dans SimaPro.

Parmi les catégories d'impact du référentiel, certaines sont obligatoires – c'est-à-dire que l'utilisateur devra obligatoirement calculer les impacts pour ces catégories d'impact, et d'autres sont facultatives – c'est-à-dire que l'utilisateur pourra les renseigner de manière volontaire. Seul le réchauffement climatique est traité en détails dans cette étude, conformément au cahier des charges de Green Lighthouse Développement. Le temps de retour énergétique est également estimé à titre indicatif.

Changement climatique

Les membres de l'Union Européenne ont fixé un objectif contraignant de réduire de 55% les émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2030. La catégorie d'impact Changement Climatique est retenue comme obligatoire.

L'indicateur de cette catégorie d'impact est le réchauffement climatique potentiel à un horizon temporel de 100 ans. Les émissions de gaz à effet de serre durant les étapes du cycle de vie d'un système PV sont estimées à l'horizon temporel de 100 ans en utilisant la méthode IPCC 2007 à 100 ans (IPCC, 2007) qui est classée au niveau 1 : recommandée et satisfaisante (EC-JRC, 2011). L'unité est le kg CO₂ équivalent. (3)

E. Qualité des données et représentativité

1) Représentativité technologique

Cette étude est basée sur les données techniques communiquées par Green Lighthouse Développement. Elles correspondent à la conception théorique du projet et ne devraient pas significativement évoluer à la réalisation.

2) Représentativité géographique

La fabrication des panneaux photovoltaïques représente à elle seule plus de 50% du bilan total d'une centrale photovoltaïque sur l'ensemble du cycle de vie. Pour ces équipements, une vigilance particulière est apportée à l'origine des produits et la distribution est valorisée séparément.

Pour les autres équipements de la centrale, sauf information complémentaire apportée par le client, les valeurs par défaut des PEP et FDES sont considérées.

3) Représentativité dans le temps

Les durées de vie de référence des équipements sont prises en compte dans l'étude pour déterminer le besoin de remplacement en phase d'opération.

4) Qualité des données

L'inventaire est basé sur la collecte de données prévisionnelles communiquées par le client, considérant que ces données relèvent de son expertise technique et sont communiquées de bonne foi. Les données manquantes sont complétées par des données provenant de la littérature ou estimées. Des contrôles de cohérence sont effectués et la qualité des données des principaux contributeurs est améliorée dans le cas échéant (analyse itérative).

STRICTEMENT CONFIDENTIEL



STRICTEMENT CONFIDENTIEL



III. Calculs des émissions de CO2e de la centrale

A. Estimation des émissions de CO2e pour les panneaux solaires

Les étapes du cycle de vie qui seront considérées dans le cadre de la méthodologie PEP Ecopassport®/FDES sont les suivantes :

- Fabrication
- Distribution
- Installation
- Utilisation (ou opération)
- Fin de vie

17

L'évaluation du Potentiel de Réchauffement Climatique des panneaux photovoltaïques au cours du cycle de vie se fera en associant deux méthodologies :

- Utilisation de la méthodologie ECS-CRE pour la partie de l'étape de fabrication, couverte par l'ECS
- Pour les compléments les autres étapes du cycle de vie, utilisation de la méthodologie PEP Ecopassport ®/FDES.

Le cumul de ces deux résultats donnera le Potentiel de Réchauffement Climatique pour l'ensemble du cycle (en kgCO2eq/Wc).

1) Phase de fabrication

ECS-CRE4 pour installations au sol

Selon les caractéristiques de ce projet, une ECS (Evaluation carbone simplifiée) sera à présenter lors du dépôt de l'offre à la CRE, selon le cahier des charges de la CRE pour Centrale au Sol, en vigueur au moment de la candidature.

La description de la méthodologie CRE4 peut être trouvée en annexe.

Une note de calcul du score ECS, pour la référence de panneaux TOPBiHiKu7 produits par Canadian Solar dans l'usine de Chine, considérée est disponible en annexe. Score ECS du panneau considéré pour l'appel d'offre.

Inventaire de composition des panneaux TOPBiHiKu7 pour une puissance de 690 Wc :

18

Composant	Unité	Quantité par module (hors pertes et casse)	Score ECS (kg CO2eq/kWc)
Silicium	Kg	1,0	168,7
Lingot	Kg	1,0	89,6
Plaquette	Pc	119,6	23,7
Cellule	Pc	119,6	91,9
Module	m ²	3,1	36,0
Verre	kg	30,8	52,6
Verre trempé	kg	30,8	11,0
EVA	kg	2,5	10,8
POE/PET	kg	0,0	0,0
TOTAL			484,1

Tableau 1 - Inventaire de composition des panneaux photovoltaïques et score ECS

Compléments par la méthodologie PEP Ecopassport®/FDES

Dans le cas des panneaux photovoltaïques considérés, des écarts existent entre les distances d'approvisionnement des composants dans les ACVs réalisées utilisées dans l'ECS et les approvisionnements réels.

L'approvisionnement en silicium ne reflète pas la réalité: un transport de 3 080km par camion et 25 700km par bateau est ajouté.

L'approvisionnement en câbles des boîte(s) de jonction ne reflète pas la réalité: un transport de 200km par camion est ajouté.

L'approvisionnement en cadre ne reflète pas la réalité: un transport de 1 000km par camion est ajouté.

19

La fabrication du cadre aluminium et celle du câble de la boîte de jonction sont exclues de la méthodologie ECS CRE4, et doivent donc être évaluées séparément.

2) Phase de Distribution

La distribution de ce produit est calculée à partir du poids du panneau photovoltaïque (37,8kg) et de son emballage (1,3kg), et de la distance entre :

- L'usine de production Chine et le port de Ningbo-Zhoushan (Chine) (Transport par camion)
- Le port de Ningbo-Zhoushan (Chine) et le port de Le Havre (France) (Transport par bateau)
- Les panneaux photovoltaïques sont livrés directement sur site sans transit par un stockage intermédiaire
- Le port de Le Havre (France) et la commune d'installation de Arthonnay, Quincerot, Mélisey, Thorey, Rugny, et Trichey (89) (Transport par camion).

20

Contribution	Unité	Quantité	Référence Ecoinvent
Câble de la boite de jonction	Kg	0,24	Cable, unspecified {GLO}| market for | APOS, U
Cadre aluminium	Kg	3,47	Aluminium alloy, AlMg3 {GLO}| market for | APOS, U
Transport Camion	tkm	6,66	Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market group for transport, freight, lorry, unspecified | APOS, U
Transport Bateau	tkm	26,21	Transport, freight, sea, container ship {GLO}| transport, freight, sea, container ship | APOS, U
Transport Avion	tkm	0,00	Transport, freight, aircraft, long haul {GLO}| market for transport, freight, aircraft, long haul | APOS, U

Tableau 2 - Valorisation des impacts hors ECS à la fabrication des panneaux photovoltaïques

Contribution	PRC (kgCO2eq/panneau)
ECS	334,1
Câble de la boite de jonction	1,6
Cadre aluminium	30,4
Transport Camion	0,9
Transport Bateau	0,2
Transport avion	0,0
TOTAL	367,2

Tableau 3 - Bilan du PRC d'un panneau photovoltaïque pour la phase de fabrication

Trajet	Distance (km)	Unité fonctionnelle (tkm)	Référence Ecoinvent
De l'usine de production au port de départ	1 000	39,1	Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market group for transport, freight, lorry, unspecified | APOS, U
Du port de départ au port d'arrivée	18 650	729,2	Transport, freight, sea, container ship {GLO}| transport, freight, sea, container ship | APOS, U
Du port d'arrivée au site de stockage	0	0,0	Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market group for transport, freight, lorry, unspecified | APOS, U
Du site de stockage au site de construction	413	16,1	Transport, freight, lorry, unspecified {GLO}| market group for transport, freight, lorry, unspecified | APOS, U
PRC TOTAL distribution :		14,2	(KgCO2eq/panneau)

Tableau 4 - Bilan du PRC d'un panneau photovoltaïque pour la phase de distribution

3) Phase d'Installation

Pour la portée de cette évaluation, l'activité d'installation implique l'action de placer le panneau solaire dans un emplacement exposé à l'irradiation solaire. La fixation à la structure et le raccordement électrique sont considérés comme des opérations entièrement manuelles dont les composants éventuels sont intégrés dans les matériaux des autres lots concernés. Par mesure de sécurité, les valeurs par défaut de l'ADEME sont ajoutées au calcul pour la phase de construction.

La casse de module considérée lors de l'installation est estimée à 5%.

Par conséquent, le seul impact à prendre en considération sur ce module sera l'élimination des déchets des matériaux d'emballage des panneaux photovoltaïques.

21

La distance de transport pour les déchets recyclés ou non depuis le site d'installation est évalué à 200km (distance conservatrice la distance réelle étant inconnue).

Destination	Carton et papier [kg]	Plastiques [kg]	Bois [kg]	Poids total [kg]
Composition	0,152	0,162	0,987	1,300
Recyclage	0,143	0,041	0,278	0,462
Incineration (valo. énergétique)	0,005	0,063	0,092	0,159
Enfouissement	0,004	0,058	0,616	0,679

Tableau 5 - Traitement des déchets d'emballage des panneaux photovoltaïques en phase d'installation

4) Phase d'Utilisation

B1. Opération

Un panneau photovoltaïque en opération est un équipement passif, qui ne consomme pas d'énergie et n'émet aucune pollution à l'air, à l'eau ou au sol.

La contribution du panneau photovoltaïque en opération au bilan carbone de la centrale est donc nulle.

B2. Maintenance

Une installation photovoltaïque est en général maintenue grâce à une visite annuelle d'un agent de maintenance.

Les opérations de maintenance se limitent pour l'essentiel au nettoyage des panneaux (voir paragraphe consommation d'eau) et à quelques interventions électriques réalisables avec un équipement manuel simple.

L'impact sur le bilan carbone se limite donc au déplacement sur site de l'agent de maintenance.

Il a été considéré une visite annuelle, avec un déplacement aller-retour de 200 km. Porté à une durée de vie de 40 ans, cela donne une distance totale de 8000 km.

Ce transport a été valorisé avec la valeur Ecoinvent Transport, passenger car, small size, diesel, EURO 3 {RER} | Transport, passenger car, small size, diesel, EURO 3 | APOS, S.

Cela donne un potentiel de réchauffement climatique de 1926 kgCO₂ eq pour l'ensemble de la centrale, ce qui ramené au nombre de panneaux installés donne 0,008 kgCO₂/panneau.

Bien que demandé dans le référentiel, cet impact est négligeable.

B3. Remplacement

Selon le référentiel défini dans le cahier des charges, la durée de vie des panneaux photovoltaïques est considérée comme étant de 30 ans. Aucun remplacement n'est considéré.

B4. Réparation

Selon le référentiel défini dans le cahier des charges, la durée de vie des panneaux photovoltaïques est considérée comme étant de 30 ans. Aucune réparation n'est considérée.

B5. Rénovation

Selon le référentiel défini dans le cahier des charges, la durée de vie des panneaux photovoltaïques est considérée comme étant de 30 ans. Aucune rénovation n'est considérée.

Contribution	PRC (kgCO ₂ eq/panneau)	Valorisation Ecoinvent
Casse Module	0,96	Municipal solid waste {RoW} | treatment of, sanitary landfill | APOS, U
Emballage Carton recyclé	0,00	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Emballage plastique recyclé	0,00	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Emballage bois recyclé	0,00	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Emballage incinéré	0,08	Municipal solid waste {FR} | treatment of, incineration | APOS, U
Emballage enfoui	0,34	Municipal solid waste {RoW} | treatment of, sanitary landfill | APOS, U
Transport camion	0,06	Transport, freight, lorry >32 metric ton, euro5 {RER} | market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | APOS, U
TOTAL	1,44 (KgCO ₂ eq/panneau)	

Tableau 6 - Bilan de l'impact PRC d'un panneau photovoltaïque en phase d'installation

STRICTEMENT CONFIDENTIEL



STRICTEMENT CONFIDENTIEL



B6. Consommation d'énergie

Un panneau photovoltaïque en opération est un équipement passif, qui ne consomme pas d'énergie.

L'énergie produite par un module photovoltaïque dépend de la puissance crête installée [Wc] qui diminue avec le temps, en raison des changements de performance pendant la durée de vie. Le calcul de la production d'énergie a été fait avec l'équation suivante :

$$ET = \sum_{i=1}^{DVR} E_{i-1}$$

23

Où :

- ET= Production d'énergie sur l'ensemble de la durée de vie de la centrale [kWh]
- DVR = Durée de vie de référence : 40 ans
- E_i= Production d'énergie pour l'année i [kWh/an]

Les panneaux TOPBiHiKu7 considérés ont une garantie de performance de 30 ans, une performance de 99% la première année et 87% au terme de la garantie de performance.

Nous considérons donc une dégradation annuelle de 0,4% pendant la durée de garantie et de 0,7% au delà comme préconisé dans le Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b).

$$E_i = \text{Productible} \times \text{Puissance Crête} \times \left(1 - \sum_{n=1}^i r_n\right)$$

Où :

- r_n = dégradation des modules pour l'année n
- Puissance crête = valeur de la puissance maximale mesurée aux conditions normales d'essai (STC): 690 Wc dans le cas des panneaux considérés.
- Productible = Rendement potentiel d'électricité photovoltaïque pour la centrale

Dans le Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b), le productible sur le cycle de vie de du système PV doit être évalué de deux façons :

- Une évaluation sur site
- Et une évaluation dite de référence

Pour l'évaluation sur site, cette étude utilise le Cas 1, précisé dans le document de référence. La valeur du productible annuel (noté EVAL_{ELEC} dans le document de référence) est issue du calcul de la réponse à l'appel d'offre. Elle est communiquée à PINK Strategy par Green Lighthouse Développement. Cette évaluation prend en compte les caractéristiques techniques de l'installation à l'étude (rendement des modules, pertes électriques, durée de vie du système PV, etc.) ainsi que les conditions d'irradiation du système PV.

Le productible communiqué par Green Lighthouse Développement est de 1 323 kWh/kWc/an.

La production théorique d'énergie calculée pour un panneau pendant sa durée de vie de 40 ans est de 33 151 kWh.

Dans le cas de l'évaluation de référence, une équation simplifiée doit être utilisée pour estimer le productible sur le cycle de vie du système :

$$E_{Total} = \sum_{n=0}^{\text{Durée de vie des modules} - 1} \left[\left(\frac{P_{Crête} * Ir_{Plan} * PR_{instal}}{\Phi_{irrSTC}} \right) * \left(\frac{100 - \delta * n}{100} \right) \right]$$

Avec :

- E_{Total} : Valeur du productible calculée à partir de la méthode simplifiée
- P_{Crête} : Puissance crête du système PV (exprimée en kWc)
- Ir_{Plan} : Irradiation moyenne annuelle sur le plan de l'installation (Une irradiation annuelle moyenne sur le plan de l'installation est fixé à 1440 kWh/m² pour cette méthode)
- PR_{instal} : Performance Ratio ou Coefficient de performance du système PV
- Φ_{irrSTC} : Eclairement aux conditions STC (équivalent à 1 kWc/m²)
- δ : Dégradation annuelle des modules
- n : Durée de vie des modules (exprimée en années)

Une irradiation annuelle moyenne sur le plan de l'installation est fixée à 1 440 kWh/m². Dans le cas d'installation de traqueurs à un axe, la méthodologie de l'ADEME prévoit une majoration de 15% du productible. Le calcul donne un productible de référence de 1 325 kWh/kWc/an et une production théorique pour un panneau pendant sa durée d'exploitation de 40 ans de 34 647 kWh.

B7. Consommation d'eau

Il a été considéré une visite annuelle pour nettoyage des panneaux, avec une consommation d'eau 20 l/m² de panneaux. Porté à une durée de vie de 40 ans, cela donne une consommation totale de 2,5m³ d'eau par panneau.

Cette consommation a été valorisée avec la valeur Ecoinvent Tap water {Europe without Switzerland} market for | APOS, U.

Cela donne un potentiel de réchauffement climatique de 0,854 kgCO₂ eq / panneau.

Bien que demandé dans le référentiel, cet impact est négligeable.

5) Fin de vie

Déconstruction

Ce scénario considère un démontage manuel des panneaux, sans impact carbone. Par mesure de sécurité, les valeurs par défaut de l'ADEME sont ajoutées au calcul pour la phase de déconstruction.

25

Transport des déchets

Le produit sera d'abord transporté dans un centre de recyclage PV Cycle. Ensuite, après la récupération des pièces recyclables, le reste des matériaux considérés comme non recyclables sera transporté à une élimination pour incinération, tandis que les matières recyclables seront transportées à chaque usine de traitement fin de vie en fonction de leur nature.

26

La masse totale du produit désinstallé est de 37,8kg, poids d'un panneau solaire.

Tous les transports en fin de vie ont été pris en compte :

- Distance de transport entre le site de Arthonnay, Quincerot, Mélisey, Thorey, Rugny, et Trichey (89) et l'installation de recyclage PV Cycle : 626 km.
- Distance de transport pour les boîtes de jonction de l'installation PV Cycle à l'usine Partenaire PV Cycle à Montpellier : 170 km.
- Distance de transport pour les matériaux non recyclés de l'installation PV Cycle à l'usine d'incinération des déchets : 200 km est supposé être une distance conservatoire, la distance réelle étant inconnue.

PV Cycle s'engage à utiliser des camion EURO5 pour l'ensemble de ses transports.

Produit	Poids (kg)	Unité fonctionnelle (tkm)	Référence Ecoinvent
Panneau Solaire	37,8	23,66	Transport, freight, lorry >32 metric ton, euro5 {RER} | market for transport, freight, lorry >32 metric ton, EURO5 | APOS, U
Boîte de jonction	0,4	0,07	
Déchets finaux	1,9	0,38	
PRC TOTAL évacuation :		0,09	(KgCO2eq/panneau)

Tableau 7 - Détail des transports en Fin de Vie pour les panneaux photovoltaïques

Traitement des déchets

Les panneaux Canadian Solar sont considérés comme recyclés par PV Cycle. Le processus de recyclage du panneau est principalement basé sur le diagramme de flux suivant de Fraunhofer IBP (5):

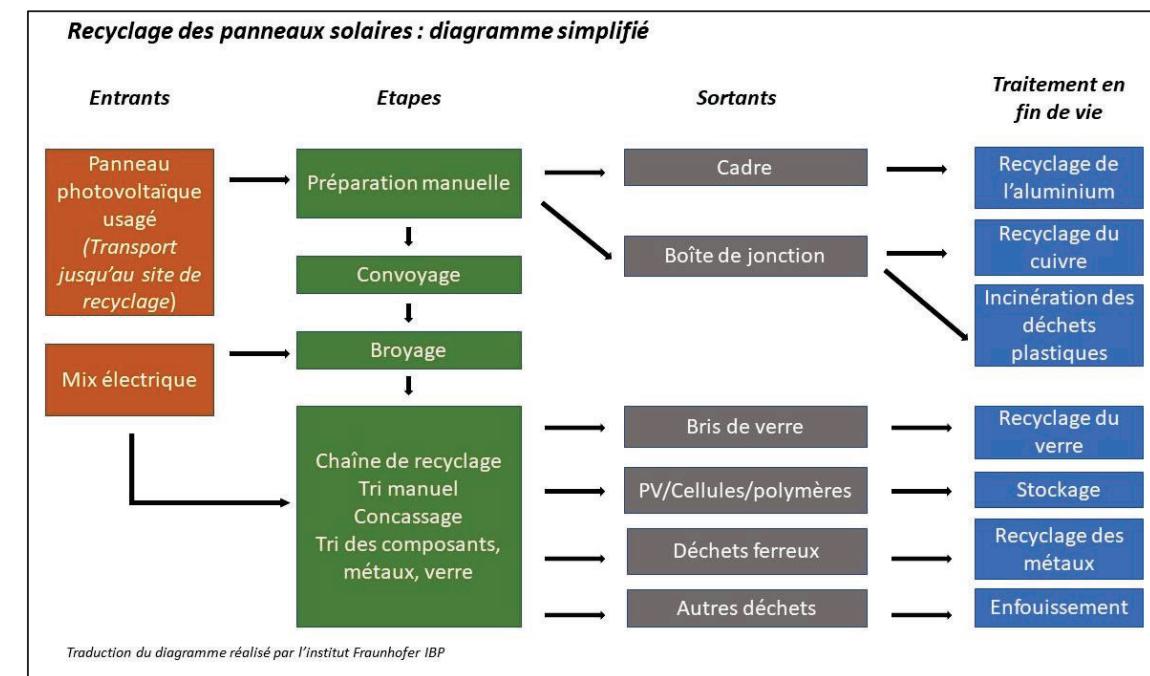


Figure 3 : Diagramme de recyclage de Fraunhofer IBP. (5)

L'ensemble du processus se fait uniquement par la technique mécanique.

Le module PV est déconstruit manuellement, séparé principalement en un cadre en aluminium, la boîte de jonction et le module photovoltaïque. Par la suite, le module est d'abord découpé en lamelles puis broyé. Un procédé mécanique permet de séparer les broyats en fractions différentes (verre, métaux ferreux, métaux non ferreux, polymères, silicium et déchets finaux).

Scénario de gestion des déchets des panneaux photovoltaïques

27

Composition	Quantité [kg]	Valorisation
Traitement PV Cycle	37,8	Used industrial electronic device {GLO} | treatment of, mechanical treatment | APOS, U
Verre	29,3	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Cadre	3,47	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Silicium	0,97	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Junction Box	0,41	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Métaux	0,38	Recyclé: le bénéfice du recyclage n'est pas considéré dans une ACV du berceau à la tombe
Polymères	2,41	Municipal solid waste {FR} | treatment of, incineration | APOS, U
Pertes	1,88	Municipal solid waste {RoW} | treatment of, sanitary landfill | APOS, U
TOTAL	38,81	Ce poids est majorant par rapport au poids du panneau: l'hypothèse est conservatoire.
PRC retraitement	26,91	(KgCO2eq/panneau)
PRC évacuation	0,09	(KgCO2eq/panneau)
PRC TOTAL fin de vie	27	(KgCO2eq/panneau)

Tableau 8 - Traitement Fin de vie des panneaux photovoltaïques

5% du poids du module est considéré comme non recyclé. Il est valorisé en temps que déchet ultime.
6% du poids du module est valorisé en temps que combustible de récupération. Le reste (91%) est recyclé.

6) Résultats des émissions des panneaux photovoltaïques.

Phase	Résultat pour 1 panneau	Résultat pour l'ensemble de l'installation	Résultat ramené au kWc installé	Résultat ramené au kWh produit
Fabrication	367,2	8,34E+07	532,2	1,11E-02
Distribution	14,2	3,23E+06	20,6	4,30E-04
Installation	1,4	3,28E+05	2,1	4,35E-05
Opération	0,9	1,96E+05	1,3	2,60E-05
Fin de vie	18,6	4,23E+06	27,0	5,62E-04
TOTAL	402,4	9,13E+07	583,2	1,21E-02
Valeurs par défaut de l'ADEME	2290,8	5,20E+08	3320,0	6,91E-02

Tableau 9 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des panneaux photovoltaïques

B. Estimation des émissions de CO2e de la centrale électrique

La centrale électrique est composée des éléments suivants :

- Onduleur
- Transformateurs et transformateurs HTA/HTB

1) Onduleurs

L'onduleur utilisé pour ce projet est un onduleur string avec protection intégrée SUN2000-185KTL-H1 de marque Huawei, d'une puissance de 185kVa, et d'un poids de 99 kg. La fiche technique de cet onduleur est disponible en annexe de ce rapport.

29

841 onduleurs sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Huawei a publié une analyse du cycle de vie pour ce produit (voir annexes): HUAWEI - SYBH(G)06278351

Phase	PRC de référence [kgCO2/UF]	PRC pour 1 onduleur remplacé à mi-vie [kgCO2/pcs]	Résultat pour l'ensemble de l'installation
Fabrication	2614,5	9244,125	7,77E+06
Distribution	2,7	9,5	7,99E+03
Installation	0	0	0,00E+00
Opération	0	0	0,00E+00
Fin de vie	1,1	3,9	3,28E+03
TOTAL		9257,525	7,79E+06

Tableau 10 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des onduleurs

	PRC calculé [kCO2 eq]	Valeurs par défaut de l'ADEME
Résultat pour l'ensemble de l'installation	7,79E+06	8,40E+06
Résultat ramené au kWc installé	49,7	53,6
Résultat ramené au kWh produit	1,03E-03	1,12E-03

Tableau 11 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des onduleurs

2) Transformateurs et transformateurs HTA/HTB

L'hypothèse de transformateur utilisé pour ce projet est un transformateur conducteur aluminium Minera PV de marque Schneider Electric, d'une puissance de 3 000 kVA, et d'un poids de 6 725kg. La fiche technique de ce transformateur est disponible en annexe de ce rapport.

57 transformateurs sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Pour le moment Schneider Electric n'a publié aucune déclaration environnementale sur son produit. Les données de modélisation du bilan carbone étant insuffisantes, l'impact du transformateur sera calculé avec la méthodologie du Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b).

30

Le transformateur HTA/HTB utilisé pour ce projet est un transformateur immergé dans l'huile TR 225-33 KV 90 MVA de marque inconnue, d'une puissance de 90 000 kVA, et d'un poids de 103 000 kg. La fiche technique de ce transformateur est disponible en annexe de ce rapport.

2 transformateurs HTA/HTB sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Pour le moment aucune déclaration environnementale n'a été publiée sur ce produit. Les données de modélisation du bilan carbone étant insuffisantes, l'impact du transformateur HTA/HTB sera calculé avec la méthodologie utilisée pour les transformateurs du Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b).

On évaluera donc les transformateurs et les transformateurs HTA/HTB ensemble.

Phase	PRC de référence [kgCO2/pcs]	PRC pour 1 Transformateur [kgCO2/pcs]	Résultat pour l'ensemble de l'installation
Fabrication			
Distribution			
Installation		10900	32700
Opération			
Fin de vie			
TOTAL		32700	1,86E+06

Tableau 12 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des transformateurs

Phase	PRC de référence [kgCO2/pcs]	PRC pour 1 Transformateur [kgCO2/pcs]	Résultat pour l'ensemble de l'installation
Fabrication			
Distribution			
Installation	10900	981 000	1,96E+06
Opération			
Fin de vie			
TOTAL		981 000	1,96E+06

31

Tableau 13 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des transformateurs HTA/HTB

	PRC calculé [kCO2 eq]	Valeurs par défaut de l'ADEME
Résultat pour l'ensemble de l'installation	3,83E+06	1,86E+06
Résultat ramené au kWc installé	24,4	11,9
Résultat ramené au kWh produit	5,08E-04	2,47E-04

Tableau 14 - Bilan des émissions en Kg CO2eq des transformateurs et des transformateurs HTA/HTB

C. Estimation des émissions de CO2e de la connexion électrique

1) Armoires

L'armoire utilisée pour ce projet est une armoire électrique métallique non définie de marque non définie, et d'un poids indéterminé.

841 armoires sont utilisées dans la centrale photovoltaïque.

Le fabricant étant non déterminé à ce stade de l'étude, une fiche Donnée environnementale par défaut, émise par le Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer et le Ministère du logement et de l'habitat durable, est utilisée. Elle porte sur:

- Armoire électrique métallique
- avec une durée de vie de référence de 20 ans
- un poids approximatif non défini
- dont l'unité fonctionnelle est: 1 unité - Protéger les personnes contre le contact direct des éléments actifs sous tension et assurer le regroupement de matériel de contrôle par une armoire électrique métallique pendant une durée de vie typique de 20 ans

Cette fiche fait partie de la base de données INIES en France (voir Bibliographie).

Cette déclaration est pour une armoire standard, sans poids défini. Elle sera appliquée sans extrapolation.

Bien que la durée de vie de l'équipement dans le document de référence soit plus courte, nous considérons une durée de vie de référence d'une armoire de 40 ans cohérente avec celle de la centrale.

32

Phase	PRC de référence [kgCO2/pcs]	PRC pour 1 Armoire [kgCO2/pcs]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO2]
Fabrication	2171	2171	1,83E+06
Distribution	5,5	5,5	4,61E+03
Installation	0	0	0,00E+00
Opération	0	0	0,00E+00
Fin de vie	2,1	2,1	1,77E+03
TOTAL		2178,6	1,83E+06
PRC de l'installation ramené au kWc			11,7
PRC de l'installation ramené au kWh			2,43E-04

Tableau 15 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des armoires

2) Disjoncteurs unitaires

Le disjoncteur unitaire utilisé pour ce projet est non défini, et d'un poids indéterminé.

841 disjoncteurs unitaires sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Le fabricant étant non déterminé à ce stade de l'étude, une fiche Donnée environnementale par défaut, émise par le Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer et le Ministère du logement et de l'habitat durable, est utilisée. Elle porte sur:

- Disjoncteur
- avec une durée de vie de référence de 20 ans
- un poids approximatif non défini
- dont l'unité fonctionnelle est: 1 unité - Protéger un circuit contre les surcharge et les courts-circuits, disjoncteur de 10, 15 et 25kA, pour une durée de vie typique de 20 ans

33

Cette fiche fait partie de la base de données INIES en France (voir Bibliographie).

Cette déclaration est pour un disjoncteur unitaire standard, sans poids défini. Elle sera appliquée sans extrapolation.

Bien que la durée de vie de l'équipement dans le document de référence soit plus courte, nous considérons une durée de vie de référence d'un disjoncteur unitaire de 40 ans cohérente avec celle de la centrale.

Phase	PRC de référence [kgCO2/pcs]	PRC pour 1 Disjoncteur [kgCO2/pcs]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO2]
Fabrication	0,96	0,96	8,11E+02
Distribution	0,01	0,01	9,46E+00
Installation	0	0	0,00E+00
Opération	0	0	0,00E+00
Fin de vie	0,01	0,01	9,04E+00
TOTAL		0,99	8,29E+02
PRC de l'installation ramené au kWc			0,01
PRC de l'installation ramené au kWh			1,10E-07

Tableau 16 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des disjoncteurs unitaires

3) Disjoncteur général

Le disjoncteur général utilisé pour ce projet est fusible non défini de marque non défini, et d'un poids indéterminé.

14 disjoncteurs généraux sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Le fabricant étant non déterminé à ce stade de l'étude, une fiche Donnée environnementale par défaut, émise par le Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer et le Ministère du logement et de l'habitat durable, est utilisée. Elle porte sur:

- Disjoncteur de branchement
- avec une durée de vie de référence de 20 ans
- un poids approximatif non défini
- dont l'unité fonctionnelle est: 1 unité - Assurer l'arrêt d'urgence de l'ensemble de l'installation en cas de problème, pour une durée de vie typique de 20 ans.

34

Cette fiche fait partie de la base de données INIES en France (voir Bibliographie).

Cette déclaration est pour un disjoncteur général standard, sans poids défini. Elle sera appliquée sans extrapolation.

Bien que la durée de vie de l'équipement dans le document de référence soit plus courte, nous considérons une durée de vie de référence d'un disjoncteur général de 40 ans cohérente avec celle de la centrale.

Phase	PRC de référence [kgCO2/pcs]	PRC pour 1 Disjoncteur [kgCO2/pcs]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO2]
Fabrication	3,9	3,9	5,49E+01
Distribution	0	0	5,21E-01
Installation	0	0	0,00E+00
Opération	0	0	0,00E+00
Fin de vie	0,1	0,1	7,35E-01
TOTAL		4	5,61E+01
PRC de l'installation ramené au kWc			0
PRC de l'installation ramené au kWh			7,46E-09

Tableau 17 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des disjoncteurs généraux

4) Câblages

Cette section présente l'évaluation des câbles de l'installation, sans tenir compte des câbles de la boîte de jonction du panneau. Ceux-ci ont déjà été considérés dans les calculs pour le panneau PV.

Deux types de câbles sont considérés :

- Les câbles DC, reliant les panneaux solaires à l'onduleur de la centrale électrique
- Les câbles AC, reliant la centrale électrique au transformateur de livraison

Câblage DC

Le câblage DC est constitué de deux sections de câbles:

35

Section 1: Câble conducteur cuivre non défini de marque non défini, constitué de 2 câbles de (1x4) mm², et d'un poids de 0kg/ml.

395 352ml de ce câble sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Section 2:

Pour les besoins du calcul, l'ensemble du câblage DC a été considéré, en corrigeant les quantités en ml du ratio des sections, comme :

Section: 1x(1x120) mm²

Quantité: 26 616 ml

Le fabricant étant non déterminé à ce stade de l'étude, une fiche Donnée environnementale par défaut, émise par le Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer et le Ministère du logement et de l'habitat durable, est utilisée. Elle porte sur:

- cable basse tension 0,6/1kV [5 mm² à 120 mm²]
- avec une durée de vie de référence de 30 ans
- un poids approximatif de 1,36kg/ml
- une section de référence de 1x120 mm²
- dont l'unité fonctionnelle est: 1 ml - Transporter de l'énergie, sur une distance de 1m, à l'aide d'un câble basse tension de tension nominale 0,6/1 kV, pendant une durée de vie de référence de 30 ans et à un taux d'utilisation de 70%, en conformité avec les normes en vigueur. Section conductrice entre 5 mm² et 120 mm².

Cette fiche fait partie de la base de données INIES en France (voir Bibliographie).

Cette déclaration est pour un cable de section de 1x120 mm². Elle sera appliquée en corrigeant les quantités en ml du ratio des sections.

Bien que la durée de vie de l'équipement dans le document de référence soit plus courte, nous considérons une durée de vie de référence des câbles de 40 ans, cohérente avec celle de la centrale..

Phase	PRC de référence [kgCO ₂ /pcs]	PRC pour 1 ml de câble [kgCO ₂]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO ₂]
Fabrication	6,7	6,7	1,79E+05
Distribution	1,8	1,8	4,74E+04
Installation	0	0	0,00E+00
Opération	0	0	0,00E+00
Fin de vie	1	1	2,59E+04
TOTAL		981,5	2,53E+05
PRC de l'installation ramené au kWc			1,6
PRC de l'installation ramené au kWh			3,36E-05

Tableau 18 - Bilan des émissions en Kg CO₂eq sur l'ensemble du cycle de vie du câblage DC

Câblage AC

Le câblage AC est constitué de plusieurs types de câbles:

Câble conducteur aluminium non défini de marque non défini, constitué de 1 câble de (4x120) mm², et d'un poids de 0,0kg/ml. La fiche technique de ce câble est disponible en annexe de ce rapport.

163 313ml de ce câble sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Câble conducteur aluminium non défini de marque non défini, constitué de 1 câble de (1x400) mm², et d'un poids de 0kg/ml.

50000ml de ce câble sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Câble conducteur aluminium non défini de marque non défini, constitué de 1 câble de (3x1600) mm², et d'un poids de 0kg/ml.

16500ml de ce câble sont utilisés dans la centrale photovoltaïque.

Pour les besoins du calcul, l'ensemble du câblage AC a été considéré, en corrigeant les quantités en ml du ratio des sections, comme :

Section: 1x(3X150) mm²

Quantité: 284645 ml

Le fabricant étant non déterminé à ce stade de l'étude, une fiche Extrapolation PEP-NEXANS + 20%, émise par Nexans et corrigée d'un facteur conservateur par PINK Strategy, est utilisée. Elle porte sur:

- cable moyenne tension 12/20 kV aluminium
- avec une durée de vie de référence de 40 ans
- un poids approximatif de 3,625kg
- dont l'unité fonctionnelle est: Transporter de l'énergie exprimée pour 1A sur une distance de 1km pendant 40 années et un taux d'utilisation de 100%, en conformité avec les normes en vigueur.

Cette fiche fait partie de la base de données INIES en France (voir Bibliographie).

Cette déclaration est pour un câble de section de 3X150 mm². Elle sera appliquée en corrigeant les quantités en ml du ratio des sections.

La durée de vie de l'équipement dans le document de référence correspond à celle de la centrale.

La documentation de référence Extrapolation PEP-NEXANS + 20% NXNS-00061-V01.01-FR prend en compte pour la phase d'utilisation, la perte énergétique occasionnée par la résistivité de l'appareil. Dans le cas d'une centrale photovoltaïque, la contribution de la phase opération de la PEP sera donc neutralisée.

37

Phase	PRC de référence [kgCO ₂ /pcs]	PRC pour 1 ml de câble [kgCO ₂]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO ₂]
Fabrication	31,2	31,2	8,88E+06
Distribution	0,3	0,3	9,91E+04
Installation	0	0	1,32E+04
Opération	0	0	0,00E+00
Fin de vie	0,5	0,5	1,37E+05
TOTAL		511,6	9,13E+06
PRC de l'installation ramené au kWc			58,3
PRC de l'installation ramené au kWh			1,21E-03

Tableau 19 - Bilan des émissions en Kg CO_{2eq} sur l'ensemble du cycle de vie du câblage AC

5) Résultats des émissions de la connexion électrique.

	PRC calculé [kCO ₂ eq]	Valeurs par défaut de l'ADEME
Résultat pour l'ensemble de l'installation	1,12E+07	1,10E+07
Résultat ramené au kWc installé	71,6	70,1
Résultat ramené au kWh produit	1,49E-03	1,46E-03

Tableau 20 - Bilan des émissions en Kg CO_{2eq} sur l'ensemble du cycle de vie de la connexion électrique

D. Estimation des émissions de CO_{2e} des supports

La fixation des tables au sol est réalisée grâce à des incluses dans tables en acier galvanisé.

Les pieux sont directement ancrés au sol sans hypothèse de préforage.

La structure porteuse est constituée de tables d'un poids total de 4962 tonnes. Les tables sont composées d'éléments de formes différentes mais pour la plupart en acier de la même composition.

La quantité totale d'acier utilisée pour l'installation est estimée à 4962 tonnes.

Le projet prévoit l'installation de trackers sur ce site:

- Fabricant: Exosun
- Référence: non défini
- Type: un axe
- Dimensionnement: 39 kg
- Quantité: 2507 pieces
- Origine géographique: non déterminée.

38

1) Fondations

Les fondations de tables utilisées pour ce projet sont considérées comme incluses dans les tables. Le calcul d'impact est inclus dans le paragraphe suivant.

Composant	Phase	PRC de référence [kgCO2/UF]	PRC pour 1kg de fondations [kgCO2]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO2]
Acier	Fabrication	0,0	0,0	0,00E+00
	Distribution	0,0	0,0	0,00E+00
	Installation	0,0	0,0	0,00E+00
	Opération	0,0	0,0	0,00E+00
Préforage	Fin de vie	0,0	0,0	0,00E+00
	Fabrication	0,0	0,0	0,00E+00
	Distribution	0,0	0,0	0,00E+00
	Installation	0,0	0,0	0,00E+00
Béton	Opération	0,0	0,0	0,00E+00
	Fin de vie	0,0	0,0	0,00E+00
	Fabrication	0,0	0,0	0,00E+00
	Distribution	0,0	0,0	0,00E+00
	Installation	0,0	0,0	0,00E+00
	Opération	0,0	0,0	0,00E+00
	Fin de vie	0,0	0,0	0,00E+00
	TOTAL		0,0	0,00E+00
	PRC de l'installation ramené au kWc			0,0
	PRC de l'installation ramené au kWh			0,00E+00

Tableau 21 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des fondations de structure

2) Tables

Les tables utilisées pour ce projet sont des tables 100% acier de marque non définie, et d'un poids de 1250 kg.

4962 tonnes de tables sont utilisées dans la centrale photovoltaïque.

Les tables sont composées d'éléments de formes différentes mais pour la plupart en acier de la même composition matérielle. La quantité totale d'acier utilisée pour l'installation est de 4962 tonnes.

Le fabricant étant non déterminé à ce stade de l'étude, une fiche FDES Collective-CTICM, émise par CTICM, est utilisée. Elle porte sur:

- Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature
- avec une durée de vie de référence de 100 ans
- un poids approximatif de 1kg
- dont l'unité fonctionnelle est: Utiliser 1 kg de profilé reconstitué soudé (PRS) en acier pour réaliser une fonction d'élément porteur ou d'élément de charpente (poteau, poutre, portique constitué de 2 poteaux et de 2 arbalétriers ...), en assurant les performances prescrites en phase de conception du projet, pour une durée de vie de référence de 100 ans, un module d'Young (élasticité) égal à 210 GPa, et les nuances d'acier S235, S275, S355 et S460 (définies dans la norme NF EN 10025).

Cette fiche fait partie de la base de données INIES en France (voir Bibliographie).

Cette déclaration est pour un Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature de 1kg. Nous considérons une extrapolation des émissions de CO2, à partir du poids des tables.

Bien que la durée de vie de l'équipement dans le document de référence soit plus longue, nous considérons une durée de vie de référence d'une table de 40 ans, cohérente avec celle de la centrale.

39

40

Matériaux	Phase	PRC de référence [kgCO2/UF]	Valorisation
Acier	Fabrication	2,7	FDES Collective-CTICM_Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature {GLO}| Fabrication
	Distribution	0,0	FDES Collective-CTICM_Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature {GLO}| Distribution
	Installation	0,3	FDES Collective-CTICM_Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature {GLO}| Installation
	Opération	0,0	FDES Collective-CTICM_Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature {GLO}| Opération
	Fin de vie	0,0	FDES Collective-CTICM_Profilé reconstitué soudé en acier utilisé comme élément d'ossature {GLO}| Fin de vie
Aluminium	Fabrication	0	Pas d'aluminium dans les tables considérées
	Fabrication	0	
	Distribution	0	
	Installation	0	
	Opération	0	
	Fin de vie	0	
	Fin de vie	0	

Tableau 22 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des tables

Phase	PRC pour 1kg de table [kgCO2/pcs]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO2]
Fabrication	2,7	1,34E+07
Distribution	0,0	8,93E+04
Installation	0,3	1,29E+06
Opération	0,0	0,00E+00
Fin de vie	0,0	2,13E+05
TOTAL	3	1,50E+07
PRC de l'installation ramené au kWc		96
PRC de l'installation ramené au kWh		2,00E-03

Tableau 23 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des tables

3) Résultats des émissions du support

	PRC calculé [kCO2 eq]	Valeurs par défaut de l'ADEME
Résultat pour l'ensemble de l'installation	1,50E+07	2,83E+07
Résultat ramené au kWc installé	0	180,7
Résultat ramené au kWh produit	9,60E+01	3,76E-03

Tableau 24 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des supports

E. Estimation des émissions de CO2e des trackers

Le tracker utilisé pour ce projet est un axe non défini de marque Exosun, et d'un poids de 39kg. La fiche technique de ces trackers est disponible en annexe de ce rapport.

2507 trackers sont utilisés dans le projet.

Pour le moment Exosun n'a publié aucune déclaration environnementale sur son produit. Aucune fiche environnementale n'a été émise pour un équipement semblable. L'impact a été calculé en utilisant la valeur Simapro :Electric motor, for electric scooter {GLO}| production | cut-off, U.

Cette valeur, pour un moteur de scooter électrique, est la plus proche trouvée du produit et est considérée comme conservatoire. L'unité fonctionnelle est le poids de l'équipement.

43

Il est considéré que le tracker à la même durée de vie que la centrale,

Phase	PRC de référence [kgCO2/kg]	PRC pour 1 Traqueur [kgCO2/pcs]	PRC pour l'ensemble de l'installation [kg CO2]
TOTAL	8,03	313,3645242	7,86E+05
PRC de l'installation ramené au kWc			5,02
PRC de l'installation ramené au kWh			1,04E-04

Tableau 25- Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie des traqueurs

F. Estimation des émissions de CO2e du Local technique, voirie et clôture

Les autres éléments de la centrale prévus au Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie - ADEME - 2013 (Catégorie 3.b) sont :

- Le local technique
- La voirie
- La clôture

1) Local technique

Le local technique pour ce projet est une structure béton , d'une surface indéterminée.

Phase	PRC de référence [kgCO2/UF]	PRC pour 1 local technique [kgCO2/pcs]	Résultat pour l'ensemble de l'installation
Fabrication			
Distribution			
Installation		7,3	7,3
Opération			
Fin de vie			
TOTAL		7,3	1,14E+06

Tableau 26 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie du local technique

	PRC calculé [kCO2 eq]	Valeurs par défaut de l'ADEME
Résultat pour l'ensemble de l'installation	1,14E+06	1,14E+06
Résultat ramené au kWc installé	7,3	7,3
Résultat ramené au kWh produit	1,52E-04	1,52E-04

Tableau 27 - Bilan des émissions en Kg CO2eq sur l'ensemble du cycle de vie du local technique

2) Voirie

Les voiries, pour ce projet, sont en graviers avec décaissement de 30cm:

Les pistes légères sont de largeur 4m et nous considérons un terrassement conservateur de 5cm. Cela donne un poids de graviers de 80kg/m² de piste. 17km de pistes légères sont prévus. Aucune déclaration environnementale n'existant pour les pistes gravillonnées, l'impact carbone a été évalué par PINK Strategy dans Simapro. Ces opérations sont modélisées dans simapro en utilisant les valeurs gravel, crushed {RoW} market for gravel, crushed | APOS, U et Excavation, skid-steer loader {GLO} market for | APOS, U Un entretien de 20% tous les 5 ans a été considéré en phase opération, avec la même modélisation.

Nous considérons une durée de vie de référence de la voirie de 40 ans,

45

Phase	PRC de référence [kgCO ₂ /UF]	PRC pour 1 km de voirie [kgCO ₂ /pcs]	Résultat pour l'ensemble de l'installation
Fabrication	1,5	1,5	7,06E+04
Distribution	0,0	0,0	0,00E+00
Installation	0,0	0,0	0,00E+00
Opération	0,3	0,3	1,41E+04
Fin de vie	0,0	0,0	0,00E+00
TOTAL		1,8	8,47E+04

Tableau 28 - Bilan des émissions en Kg CO₂eq sur l'ensemble du cycle de vie des voiries

3) Clôture

Les données de modélisation du bilan carbone étant insuffisantes, l'impact des clôtures sera calculé avec la méthodologie du Référentiel méthodologique ADEME_système PV > 250kVA installé au sol_Clôture {GLO}| Cradle to grave

Les clôtures, pour ce projet, sont en valeur ADEME par défaut, d'une longueur totale de 24 847 ml.

Clôture

Cette déclaration est pour une clôture standard, sans poids défini. Elle sera appliquée sans extrapolation.

Nous considérons une durée de vie de référence de la voirie de 40 ans,

46

Phase	PRC de référence [kgCO ₂ /UF]	PRC pour 1 ml de clôture [kgCO ₂ /pcs]	Résultat pour l'ensemble de l'installation
Fabrication			
Distribution			
Installation		41,8	41,8
Opération			1,04E+06
Fin de vie			
TOTAL		41,8	1,04E+06

Tableau 30 - Bilan des émissions en Kg CO₂eq sur l'ensemble du cycle de vie des clôtures

	PRC calculé [kCO ₂ eq]	Valeurs par défaut de l'ADEME
Résultat pour l'ensemble de l'installation	8,47E+04	1,46E+07
Résultat ramené au kWc installé	0,5	93
Résultat ramené au kWh produit	1,13E-05	1,94E-03

Tableau 29 - Bilan des émissions en Kg CO₂eq sur l'ensemble du cycle de vie des voiries

STRICTEMENT CONFIDENTIEL

STRICTEMENT CONFIDENTIEL

IV. Résultats des émissions de la centrale photovoltaïque

A. Calcul des émissions totales de la centrale photovoltaïque

Potentiel de réchauffement climatique en Kg CO2 eq pour l'ensemble de la centrale						
Principaux composants	Fabrication	Distribution	Installation	Opération	Fin de vie	Total
Module Photovoltaïque	8,34E+07	3,23E+06	3,28E+05	1,96E+05	4,23E+06	9,13E+07
Onduleurs	3,83E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	3,83E+06
Transformateur	7,77E+06	8,03E+03	0,00E+00	0,00E+00	3,27E+03	7,79E+06
Connexion électrique	1,09E+07	1,51E+05	1,32E+04	0,00E+00	1,64E+05	1,12E+07
Support	1,34E+07	8,93E+04	1,29E+06	0,00E+00	2,13E+05	1,50E+07
Traqueurs	7,86E+05	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,86E+05
Local technique	1,14E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,14E+06
Voirie	7,06E+04	0,00E+00	0,00E+00	1,41E+04	0,00E+00	8,47E+04
Clôture	1,04E+06	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	1,04E+06
Installation	0,00E+00	0,00E+00	7,38E+05	0,00E+00	0,00E+00	7,38E+05
Désinstallation	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,38E+05	7,38E+05
Total	1,22E+08	3,48E+06	1,63E+06	2,10E+05	4,61E+06	1,34E+08

Tableau 31 - Bilan des émissions pour chaque composant et phase du cycle de vie.

Principaux composants	Kg CO2 eq / kWc		Kg CO2 eq / kWh			
	PRC calculé	Valeur par défaut ADEME ¹	PRC calculé	Valeur par défaut ADEME	PRC calculé	Valeur par défaut ADEME
Module Photovoltaïque	583,2	3320	1,21E-02	6,91E-02	68,2%	87,8%
Onduleurs	24,4	80,5	5,08E-04	1,67E-03	2,9%	2,1%
Transformateur	49,7	11,9	1,03E-03	2,48E-04	5,8%	0,3%
Connexion électrique	71,6	70,1	1,49E-03	1,46E-03	8,4%	1,9%
Support	48	181	2,00E-03	3,77E-03	11,2%	4,8%
Traqueurs	5	0	1,04E-04	0,00E+00	0,6%	0,0%
Local technique	7,3	7,3	1,52E-04	1,52E-04	0,9%	0,2%
Voirie	0,5	93	1,13E-05	1,94E-03	0,1%	2,5%
Clôture	6,6	6,6	1,38E-04	1,38E-04	0,8%	0,2%
Installation	4,7	4,7	9,80E-05	9,80E-05	0,6%	0,1%
Désinstallation	4,7	4,7	9,80E-05	9,80E-05	0,6%	0,1%
Surface occupée		0		0,00E+00		0,0%
Total	855,6	3779,8	1,78E-02	7,87E-02		

Tableau 32 - Bilan des émissions ramené au kWc et au kWh

Comme le montre le tableau ci-dessus, le résultat du bilan carbone de la centrale calculé par nos soins est nettement inférieur au bilan fait avec les valeurs par défaut de l'ADEME.

Cette différence est principalement due à l'utilisation des panneaux à faible empreinte carbone, comme l'atteste l'ECS joint à ce rapport. De plus, la valeur par défaut du référentiel ADEME datant de 2012 et le domaine du photovoltaïque faisant constamment l'objet d'innovations technologiques et d'améliorations industrielles, il est logique que l'empreinte carbone des panneaux ait considérablement baissé lors de la dernière décennie.

En complément, l'optimisation des quantités utilisées au niveau des connexions électriques et des supports permettent l'atteinte d'une empreinte carbone environ 2 fois plus faible que la valeur par défaut.

Enfin, la mise en place de voiries plus légères que celles définies par défaut permettent encore de baisser le bilan carbone global de l'installation.

¹ Les valeurs par défaut ADEME sont issues du document de référence : « Référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie » mentionné en début de rapport et en accord avec les exigences du cahier des charges.

V. Temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque

A. Estimation de l'impact énergétique de la centrale photovoltaïque en MJ

1) Estimation fondée sur les valeurs ADEME par défaut

Faute d'accessibilité à des données plus précises en matière de consommation énergétique, nous estimons l'impact énergétique de la centrale photovoltaïque sur la base des valeurs par défaut du référentiel d'évaluation des impacts environnementaux des systèmes photovoltaïques par la méthode d'analyse du cycle de vie de l'ADEME :

49

Composant	Unité	Quantité	Unité FI	Energie primaire FI	Energie primaire composant [MJ]	Part
Module Mono-Si	kWc	156 616	MJ/kWc	44 680,000	6 997 611 816	69,4%
Onduleurs-Quantité	pc	1 682	MJ/pc	999,000	1 680 318	0,0%
Onduleurs-Puissance	kVA	702 000	MJ/kVA	2 695,000	1 891 890 000	18,8%
Transformateurs	kVA	351 000	MJ/kVA	198,200	69 568 200	0,7%
Connexion électrique	kWc	156 616	MJ/kWc	1 070,600	167 673 304	1,7%
Supports	m ²	705 080	MJ/m ²	668,000	470 993 291	4,7%
Locaux techniques	kWc	156 616	MJ/kWc	56,050	8 778 338	0,1%
Voiries	km	48	MJ/km	9 018 000,000	432 268 812	4,3%
Clôture	m	24 847	MJ/m	527,600	13 109 277	0,1%
Installation	kWc	156 616	MJ/kWc	71,071	11 130 870	0,1%
Démentiellement	kWc	156 616	MJ/kWc	71,071	11 130 870	0,1%
Nettoyage	m ²	705 080	MJ/m ²	3,703	2 610 910	0,0%
Transport des agents	km	8 000	MJ/km	4,150	33 202	0,0%

Tableau 33 - Impact énergétique des composants de la centrale photovoltaïque

Sur la base des valeurs par défaut de l'ADEME, on estime que la centrale photovoltaïque à un impact énergétique de 10 078 479 209 MJ sur l'ensemble de son cycle de vie.

2) Projection fondée sur l'écart entre les PRC issus de l'ACV et ceux de l'ADEME

L'ACV ayant permis de mettre en lumière les limites de représentativité des processus industriels actuels de ces valeurs par défaut datant de 2012 en matière de potentiel de réchauffement climatique, on estime également à titre indicatif une projection de ce que pourrait donner une ACV en matière d'impact énergétique. Pour cela, on prend pour référence les ratios entre les PRC calculés par ACV et ceux issus des valeurs par défaut de l'ADEME :

RATIO PRC ACV SUR PRC ADEME	
Panneaux	17,6%
Transformateurs	205,3%
Onduleurs	61,8%
Connexion électrique	102,2%
Supports	55,8%
Locaux techniques	100,0%
Voiries	0,6%
Clôture	100,0%

Tableau 34 - Ratio des PRC issus de l'ACV sur ceux issus des valeurs ADEME

On obtient alors la projection suivante pour l'impact énergétique des composants de la centrale photovoltaïque :

Composant	Unité	Quantité	Energie primaire (estimation ACV) [MJ]	Part (estimation ACV)
Module Mono-Si	kWc	156 616	1 231 579 680	34,8%
Onduleurs-Quantité	pc	1 682	1 557 655	0,0%
Onduleurs-Puissance	kVA	702 000	1 753 782 030	49,5%
Transformateurs	kVA	351 000	69 568 200	2,0%
Connexion électrique	kWc	156 616	171 362 116	4,8%
Supports	m ²	705 080	262 814 256	7,4%
Locaux techniques	kWc	156 616	8 778 338	0,2%
Voiries	km	48	2 593 613	0,1%
Clôture	m	24 847	13 109 277	0,4%
Installation	kWc	156 616	11 130 870	0,3%
Démentiellement	kWc	156 616	11 130 870	0,3%
Nettoyage	m ²	705 080	2 610 910	0,1%
Transport des agents	km	8 000	33 202	0,0%

Tableau 35 – Projection indicative de l'impact énergétique des composants de la centrale photovoltaïque

Sur la base des valeurs par défaut de l'ADEME et des ratios entre les PRC calculés par ACV et ceux issus des valeurs par défaut de l'ADEME, on estime qu'une ACV détaillée de l'impact énergétique de la centrale photovoltaïque pourrait plus se rapprocher de 3 540 051 018 MJ sur l'ensemble de son cycle de vie.

B. Estimation du temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque

On estime le temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque sur la base de sa production estimée convertie en MJ :

Année	Performance	Production [kWh]	Production [MJ]	Empreinte énergétique [MJ]	Dette énergétique [MJ]	Empreinte énergétique (estimation ACV) [MJ]	Dette énergétique (estimation ACV) [MJ]
Année 1	99,00%	205 131 200	738 472 321	10 078 479 209	9 340 006 888	3 540 051 018	2 801 578 697
Année 2	98,60%	204 302 387	735 488 594	-	8 604 518 293	-	2 066 090 103
Année 3	98,20%	203 473 574	732 504 868	-	7 872 013 425	-	1 333 585 235
Année 4	97,80%	202 644 761	729 521 141	-	7 142 492 284	-	604 064 093
Année 5	97,40%	201 815 949	726 537 415	-	6 415 954 869	-	122 473 321
Année 6	97,00%	200 987 136	723 553 688	-	5 692 401 181	-	846 027 010
Année 7	96,60%	200 158 323	720 569 962	-	4 971 831 219	-	1 566 596 971
Année 8	96,20%	199 329 510	717 586 235	-	4 254 244 984	-	2 284 183 207
Année 9	95,80%	198 500 697	714 602 509	-	3 539 642 476	-	2 998 785 715
Année 10	95,40%	197 671 884	711 618 782	-	2 828 023 694	-	3 710 404 497
Année 11	95,00%	196 843 071	708 635 055	-	2 119 388 638	-	4 419 039 553
Année 12	94,60%	196 014 258	705 651 329	-	1 413 737 309	-	5 124 690 882
Année 13	94,20%	195 185 445	702 667 602	-	711 069 707	-	5 827 358 484
Année 14	93,80%	194 356 632	699 683 876	-	11 385 831	-	6 527 042 360
Année 15	93,40%	193 527 819	696 700 149	-	685 314 318	-	7 223 742 509
Année 16	93,00%	192 699 006	693 716 423	-	1 379 030 741	-	7 917 458 932
Année 17	92,60%	191 870 193	690 732 696	-	2 069 763 437	-	8 608 191 628
Année 18	92,20%	191 041 380	687 748 970	-	2 757 512 407	-	9 295 940 598
Année 19	91,80%	190 212 568	684 765 243	-	3 442 277 650	-	9 980 705 841
Année 20	91,40%	189 383 755	681 781 517	-	4 124 059 167	-	10 662 487 357
Année 21	91,00%	188 554 942	678 797 790	-	4 802 856 957	-	11 341 285 147
Année 22	90,60%	187 726 129	675 814 063	-	5 478 671 020	-	12 017 099 211
Année 23	90,20%	186 897 316	672 830 337	-	6 151 501 357	-	12 689 929 548
Année 24	89,80%	186 068 503	669 846 610	-	6 821 347 967	-	13 359 776 158
Année 25	89,40%	185 239 690	666 862 884	-	7 488 210 851	-	14 026 639 042
Année 26	89,00%	184 410 877	663 879 157	-	8 152 090 000	-	14 690 518 199
Année 27	88,60%	183 582 064	660 895 431	-	8 812 985 439	-	15 351 413 630
Année 28	88,20%	182 753 251	657 911 704	-	9 470 897 143	-	16 009 325 334
Année 29	87,80%	181 924 438	654 927 978	-	10 125 825 121	-	16 664 253 312
Année 30	87,40%	181 095 625	651 944 251	-	10 777 769 372	-	17 316 197 563
Année 31	86,70%	179 645 203	646 722 730	-	11 424 492 102	-	17 962 920 292
Année 32	86,00%	178 194 780	641 501 208	-	12 065 993 310	-	18 604 421 500
Année 33	85,30%	176 744 357	636 279 687	-	12 702 272 996	-	19 240 701 187
Année 34	84,60%	175 293 935	631 058 165	-	13 333 331 162	-	19 871 759 352
Année 35	83,90%	173 843 512	625 836 644	-	13 959 167 805	-	20 497 595 996
Année 36	83,20%	172 393 090	620 615 122	-	14 579 782 928	-	21 118 211 118
Année 37	82,50%	170 942 667	615 393 601	-	15 195 176 528	-	21 733 604 719
Année 38	81,80%	169 492 244	610 172 079	-	15 805 348 608	-	22 343 776 798
Année 39	81,10%	168 041 822	604 950 558	-	16 410 299 166	-	22 948 727 356
Année 40	80,40%	166 591 399	599 729 036	-	17 010 028 202	-	23 548 456 393

Tableau 36 - Estimation du temps de retour énergétique de la centrale photovoltaïque

Sur la base des valeurs par défaut de l'ADEME datant de 2012, on estime que la centrale photovoltaïque à un temps de retour énergétique de 15 ans. Ce résultat est très élevé par rapport à la littérature scientifique, même si celle-ci porte principalement sur le temps de retour énergétique des modules seuls.

Ainsi, sur la base des valeurs par défaut de l'ADEME et des ratios entre les PRC calculés par ACV et ceux issus des valeurs par défaut de l'ADEME, on estime qu'une ACV détaillée de l'impact énergétique de la centrale photovoltaïque pourrait estimer un temps de retour énergétique plus proche de 5 ans pour la centrale photovoltaïque étudiée.

Au final, PINK Strategy recommande de considérer avant tout le facteur d'émission de la centrale photovoltaïque de 17,8 gCO2e/kWh qui représente son réel impact.

VI. Stockage additionnel de CO₂ dû à la plantation de haies

A. Méthode des haies du projet Carbocage de l'ADEME

Ce référentiel méthodologique a été choisi par Green Lighthouse Développement pour donner une méthode unique d'évaluation du stockage additionnel de carbone des haies à planter. Le document fait la synthèse des flux de carbones mesurés pour différents projets en France et donne une méthode d'extension à tout projet en France.

Limitations de la méthode des haies du projet Carbocage de l'ADEME:

Les flux de carbones de référence mis en avant dans ce référentiel proviennent majoritairement de la région Grand Ouest cristallin et océanique des Grandes Régions sylvo-écologiques métropolitaines françaises (GRECO). Ainsi pour fournir des résultats conservateur et représentatifs, les projets situés en dehors de cette région se voit appliquer un taux de rabais conservateur à défaut de données locales basé sur la productivité relative de la région du projet étudié par rapport à celle de la région Grand Ouest cristallin et océanique de référence.

B. Caractéristiques des haies étudiés

Green Lighthouse Développement compte planter dans le cadre de ce projet 5,6 km de haies arbustives, principalement composées d'arbustes dont le développement est limité en hauteur.

51

52

C. Calcul du stockage additionnel de CO₂ dû à la plantation de haies

La méthode des haies du projet Carbocage de l'ADEME donne le potentiel de stockage additionnel de carbone dans les différents compartiments de la biomasse de la haie arbustive :

- Racine : 0,11 tC/kml/an
- Biomasse aérienne exploitée : 0,00 tC/kml/an
- Biomasse aérienne non exploitée : 0,38 tC/kml/an
- Stock additionnel dans le sol des haies arbustives : 0,15 tC/kml/an

53

De plus, les haies arbustives étant à planter en Bourgogne Franche-Comté, le niveau de productivité par rapport à la région Grand Ouest cristallin et océanique de référence est équivalent. Nous appliquons donc le taux de rabais conservateur à défaut de données locales de 5%.

Enfin, souhaitant évaluer le stockage additionnel de CO₂ et non de carbone C, nous multiplions le tonnage carbone par la masse molaire d'une molécule de CO₂ soit 44/12 (environ 3,67).

Nous pouvons alors évaluer le stockage additionnel de CO₂ dû à la plantation des haies.

	tC/kml/an	tC/kml/an (après rabais)	tCO ₂ /kml/an	Résultat pour l'ensemble des haies
Racine	0,11	0,10	0,38	1,92
Biomasse aérienne exploitée	0,00	0,00	0,00	0,00
Biomasse aérienne exploitée	0,38	0,36	1,32	6,62
Stock additionnel dans le sol des haies arbustives	0,15	0,14	0,52	2,61
Total			2,23	11,15

Tableau 37 - Stockage additionnel en tCO₂e dû aux haies

D. Résultats de l'étude du stockage additionnel de CO₂ dû à la plantation de haies

L'application de la méthode des haies du projet Carbocage de l'ADEME a permis d'estimer que le stockage additionnel dû à la plantation des haies est de l'ordre de 11,15 tCO₂e/an. Mis en perspective des 40 ans de durée d'exploitation de référence du projet, cela représente un stockage de l'ordre des 445,87 tCO₂e, soit moins de 1% de l'empreinte du projet sur sa dimension photovoltaïque.

VII. Bibliographie

1. Ecopassport, PEP. "Règles de définition des catégories de produits relatives aux équipements électriques, électroniques et de génie climatique". [En ligne] 02 Février 2016. <http://www.pep-ecopassport.org/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=774&token=9b9c9aab8022a5efb89e88ad803a334e74bfee9d>. PCR-ed3-FR-2015 04 02.
2. CRE. « Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire « Centrales au sol ». ». [En ligne] 29 Mai 2020. <https://www.cre.fr/Documents/Appels-d-offres/appel-d-offres-portant-sur-la-realisation-et-l-exploitation-d-installations-de-production-d-electricite-a-partir-de-l-energie-solaire-centrales-a>.
3. IBP, Fraunhofer. *LCA screening of a recycling process for silicon based PV modules*. Fraunhofer : Fraunhofer, 2012.
4. [En ligne] <https://pvcycle.fr/recyclage/silicium-cristallin/>.
5. Solution, Terral. *PEP Terral Solution PV3-1S*. France : PEP Ecopassport, 2017.
6. Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer, Ministère du logement et de l'habitat durable. *Donnée environnementale par défaut Onduleurs triphasé [P=20kW]*. France : s.n., 2020. FDES. ID INIES 8290.
7. CTICM. *FDES Poutrelle en acier utilisée comme élément d'ossature*. France : INIES, 2016.
8. Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer, Ministère du logement et de l'habitat durable. *Donnée environnementale par défaut Câble basse tension 0,6/1kV [Section conductive de 5 mm²]*. s.l. : INIES, 2019. ID INIES 13682.
9. Nexans. *Profil Environnemental Produit EDR MAX-FR-N20XA8E-AR NF C 33-226 1*. s.l. : PEP ecopassport, 2019. NXNS-00061-V01.01-FR.
10. Ministère de l'Environnement de l'énergie et de la mer, Ministère du logement et de l'habitat durable. *Donnée environnementale par défaut Transformateur*. s.l. : INIES, 2016.
11. Electric, Schneider. *Product Environmental Profile DOE 2016 ENERGY EFFICIENT EX TRANSFORMERS*. s.l. : PEP ecopassport, 2016. SCHN-00061-V01.01-EN.
12. Bouwkwaliteit, Stichting. *GWW assessment method*. Netherlands : s.n., 2014.
13. IEC. *Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating - Part 3: Energy rating of PV modules*. Switzerland : IEC Central Office, 2018. IEC 61853-3.

54

14. Strachala, Hylský, Vaněk, Fafilek, Jandová. *Methods for recycling photovoltaic modules and their impact on*. Slovackia : Acta Montanistica Slovaca, 2017. Volume 22.

15. ADEME, « *AGRIBALYSE : Rapport méthodologique* »

16. ADEME, « *Impacts de changement d'affectation des sols* ». https://www.bilansges.ademe.fr/fr/accueil/documentation-gene/index/page/changement_d'affectation_des_sols

17. Chambre de l'Agriculture « *Rendements moyens par types de cultures par région* »

18. GEB « *Les chiffres clés du GEB : Ovin, productions de lait et de viande* »

19. INOSYS « *Je crée un atelier ovin sur mon exploitation* »

55

20. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, « *Réforme et renouvellement : Conditionnement de l'avenir du troupeau* »

21. Department of Environmental Science, Berkeley University, and Department of Biological Science, Tallahassee University, « *Diversification practices reduce organic to conventional yield gap* »

22. EEA « *Greenhouse gas emission intensity of electricity generation* »
https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-8/#tab-googlechartid_googlechartid_googlechartid_googlechartid_chart_11111

VIII. Glossaire

Terme	Définition
Analyse du Cycle de Vie (ACV)	Compilation et évaluation des intrants, des extrants et des impacts environnementaux potentiels d'un système de produits au cours de son cycle de vie. [ISO 14040, 2006]
Catégorie d'impact dite « intermédiaire » (« Midpointcategory »)	Classe représentant les points environnementaux étudiés à laquelle les résultats de l'inventaire du cycle de vie peuvent être affectés. [ISO 14040, 2006]
Catégorie de dommages (« Endpointcategory »)	Catégories permettant de représenter les changements de qualité de l'environnement à partir de l'agrégation de catégories d'impact intermédiaires. Exemple : santé humaine, ressources, réchauffement climatique
Champ photovoltaïque ou champ de modules photovoltaïque	Ensemble de groupes photovoltaïques en se référant à l'aspect visuel de l'arrangement des modules photovoltaïques. [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
Classification	Etape de l'ACV permettant d'attribuer les flux élémentaires aux différentes catégories d'impact.
CRE	Commission de régulation de l'énergie
Donnée conservatrice	Quantité de référence ou de facteur d'impact pénalisant les impacts d'un Inventaire du Cycle de Vie dans le sens où l'impact du processus sur l'environnement est maximisé. Note 1 : La donnée conservatrice a pour objectif d'inciter les fabricants de produits à développer leurs propres inventaires pour réduire l'empreinte environnementale de leurs systèmes. Note 2 : Si l'ICV d'un processus contient au moins une donnée pénalisante, on dira que l'ICV du processus est pénalisant.
Donnée non conservatrice	Quantité de référence ou de facteur d'impact ne pénalisant pas l'ICV. Note : La donnée non conservatrice n'a pas pour objectif d'inciter les fabricants de produits à développer leurs propres inventaires dans le sens où la donnée n'est pas pénalisante.
Ecoinvent	Base de données utilisée pour les analyses du Cycle de Vie
Energie consommée	L'énergie consommée correspond à l'énergie dite « autoconsommée » sur place par des appareils en cours de fonctionnement dans le cadre d'un contrat de vente du surplus au réseau. Note : Cette énergie consommée utile ne tient pas compte des pertes du réseau électrique interne et des consommations des auxiliaires de l'installation photovoltaïque (exemple : monitoring, ...).
Empreinte environnementale	Mesure de l'impact environnemental qu'exerce l'homme sur l'environnement.
EVA	Acétate d'éthylène-vinyle, polymère (plastique) utilisé pour l'encapsulation cellulaire, à l'avant et à l'arrière du module.

56

Evaluation d'impact du cycle de vie (EICV) ('Life cycle impact assessment' -LCIA)	Il s'agit de la troisième étape de l'ACV qui comprend la compilation et la quantification des flux entrants et sortants du système étudié (ISO14040 :2006) afin d'évaluer quantitativement les impacts environnementaux potentiels créés par les systèmes étudiés.
Facteur d'impact	Valeur d'impact associée à un ICV d'un système de produits et résultant de la multiplication des flux de l'ICV de ce système de produits par les facteurs de caractérisation correspondants.
Flux élémentaires	Matière ou énergie entrantes dans le système étudié, qui a été puisée dans l'environnement sans transformation humaine préalable, ou matière ou énergie sortant du système étudié, qui est rejetée dans l'environnement sans transformation humaine ultérieure. [ISO 14040, 2006]
Flux de référence	Mesure des extrants des processus, dans un système de produits donné, nécessaire pour remplir la fonction telle qu'elle est exprimée par l'unité fonctionnelle. [ISO 14040, 2006]
GES	Gaz à effet de serre
Granulométrie	Caractérise l'envergure du processus en termes de sous composants ou phases du cycle de vie inclus.
Installation photovoltaïque	Ensemble de tous les éléments d'un système photovoltaïque mis en œuvre sur un site donné et se référant aux codes et pratiques de sécurité et de protection des personnes et des biens. [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
Inventaire du Cycle de Vie (ICV)	Compilation et quantification des intrants et des extrants, pour un système de produits donné au cours de son cycle de vie. [ISO 14040, 2006]
Impacts environnementaux de référence	Les impacts environnementaux dits de référence sont rapportés au productible d'un site de référence représentatif d'une situation moyenne en France métropolitaine.
Kg-CO2eq	Équivalent grammes-CO ₂ , unité quantifiant les émissions de gaz à effet de serre.
Module photovoltaïque	Unité de production d'énergie électrique (courant continu) la plus élémentaire constituée d'un assemblage de cellules photovoltaïques interconnectées, complètement protégé de l'environnement. Note : Les modules photovoltaïques sont les éléments de base d'un générateur photovoltaïque. Ils font l'objet de normes d'homologation en rapport avec la technologie utilisée. [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
PEP	Product Environmental Profile (1)
Performance Ratio (PR) ou Coefficient de performance d'un système photovoltaïque	Indicateur qui montre l'effet des pertes du système photovoltaïque par rapport à sa puissance nominale (unité : grandeur sans dimension exprimée en %). [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
PET	Polyéthylène téraphthalate, polymère (plastique), utilisé dans le film sur le dos des modules
PRC	Potentiel de réchauffement climatique

Processus	Ensemble d'activités corrélées ou interactives qui transforment des intrants en extrants. [ISO 9000, 2005]
Productible	Quantité d'électricité produite sur le cycle de vie d'une installation en fonction de sa situation géographique et de ses performances (Exprimé en kWh).
Puissance crête ou nominale d'un module photovoltaïque	Valeur de la puissance maximale mesurée aux conditions normales d'essai (STC), utilisée pour dénommer et identifier un module photovoltaïque (unité : W ; couramment utilisé Wc). Note : La puissance nominale est marquée sur le module ; c'est généralement une valeur arrondie. [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
Puissance crête ou puissance nominale du système PV	Somme des puissances crêtes de tous les modules photovoltaïques du système (unité : W ; couramment utilisé Wc).
Quantité de référence	valeur numérique d'extrants des processus. Flux de référence des processus qui alimentent directement le niveau 2 du système étudié (C'est-à-dire la réalisation du système photovoltaïque).
Rendement de conversion photovoltaïque	Rapport de la puissance électrique maximale de sortie au produit de la surface du dispositif photovoltaïque par l'éclairement incident mesuré dans des conditions définies, en général les conditions normales d'essai (STC). [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
Surface effective du champ PV	Surface totale de l'ensemble du système d'intégration (surface des modules et des zones neutres comprises) sans tenir compte des abermements périphériques éventuels (éléments de liaison entre le bâti et le champ PV) (unité : mètre carré).
Surface totale d'un module	Surface de la face avant d'un module photovoltaïque, exposée à l'éclairement, définie par ses bords extérieurs (unité : mètre carré). [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011] Note 1 : La surface totale d'un module comprend la surface totale des cellules photovoltaïques plus les espaces non couverts par les cellules ; la surface de la partie frontale (s'il y en a un) doit être incluse. Note 2 : Le rendement de conversion photovoltaïque d'un module doit se référer à sa surface totale.
Système photovoltaïque	Système électrique incluant la génération, la transformation, la distribution, voire le stockage d'énergie électrique obtenue par conversion photovoltaïque de l'énergie solaire. [Vocabulaire photovoltaïque ADEME, 2011]
MT HT	Moyenne tension / Haute Tension
Unité fonctionnelle	Performance quantifiée d'un système de produits destinée à être utilisée comme unité de référence dans une analyse du cycle de vie. [ISO 14044, 2006]

IX. Annexes

A. Annexe I. Fiche technique des panneaux photovoltaïques

59

TOPBiHiKu7
BIFACIAL TOPCON
665 W ~ 690 W
CS7N-665 | 670 | 675 | 680 | 685 | 690TB-AG

MORE POWER

- Module power up to 690 W
- Module efficiency up to 22.2 %

EXTRA POWER

- Up to 85% Power Bifaciality, more power from the back side

MORE RELIABLE

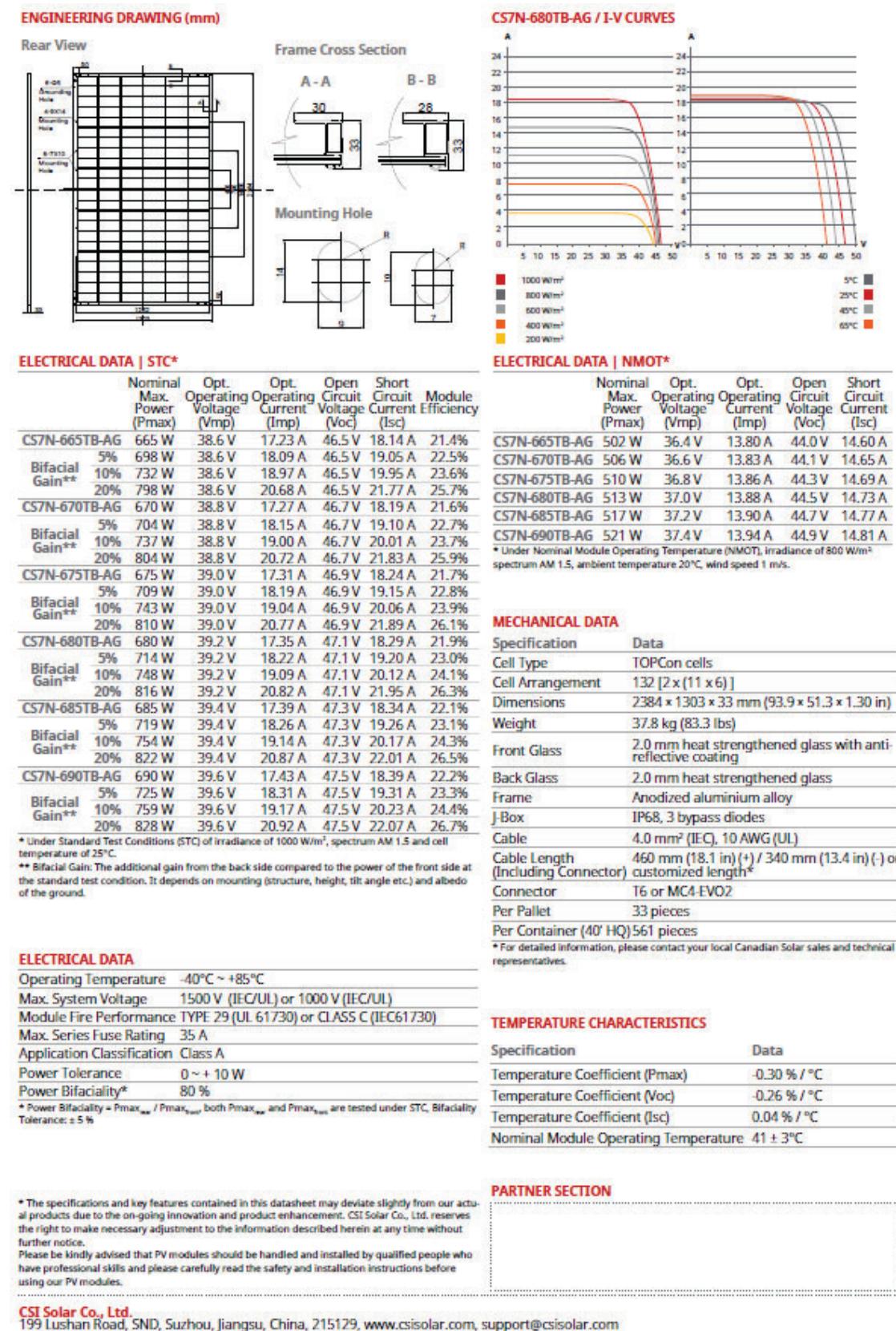
- Excellent anti-LID & anti-PID performance. Low power degradation, high energy yield
- Lower temperature coefficient (Pmax): -0.30%/°C, increases energy yield in hot climate
- Minimizes micro-crack impacts
- Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 20 years, it has successfully delivered over 67 GW of premium-quality solar modules across the world.

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

60



B. Annexe II. Méthodologie CRE

Extrait du « Cahier des charges de l'appel d'offres portant sur la réalisation et l'exploitation d'Installations de production d'électricité à partir de l'énergie solaire « Centrales au sol ». » du 29 mai 2020. (1)

61

Annexe 2 : Méthodologie de l'évaluation carbone simplifiée

I. Hypothèses et périmètre d'évaluation de la méthode d'évaluation carbone simplifiée

L'évaluation carbone simplifiée de la centrale photovoltaïque se fonde uniquement sur l'évaluation carbone simplifiée du laminé photovoltaïque (module photovoltaïque sans cadre). Les émissions de gaz à effet de serre liées aux autres composants de la centrale ne sont pas considérées.

Par souci de simplicité et de traçabilité, seules les étapes de fabrication suivantes sont prises en compte pour l'évaluation carbone simplifiée du module :

Filière silicium cristallin :

- Fabrication du polysilicium
- Fabrication du lingot
- Fabrication de la plaquette (wafer) ;
- Fabrication de la cellule ;
- Fabrication du module ;
- Fabrication du verre et du verre trempé ;
- Fabrication de l'EVA, du PET et du PVF.

Filière couche mince :

- Fabrication du module ;
- Fabrication du verre et du verre trempé ;
- Fabrication de l'EVA, du PET et du PVF.

Les émissions de gaz à effet de serre provenant des autres étapes du cycle de vie du module ne sont pas considérées (transport vers le site de mise en service et d'exploitation, installation, utilisation, fin de vie). Il est précisé ici que le transport des intrants relatif à un procédé donné doit être pris en compte dans le périmètre de l'ACV. Les hypothèses prises quant aux modes de transport seront détaillées.

On se limite donc à l'évaluation des émissions de GES liées à la production du module, aux équipements de procédés, aux bâtiments et utilités (hors administratif et R&D). L'énergie grise, c'est-à-dire l'énergie nécessaire à la fabrication, des équipements bâtiments et utilités est prise en compte dans le calcul des émissions de gaz à effet de serre.

II. Formule de calcul utilisée

L'évaluation carbone simplifiée des modules utilisés pour la centrale photovoltaïque se base sur la formule 1 suivante :

Formule 1

$$G = \sum_{i \text{ composants du module}} G_i$$

Formule dans laquelle :

43/73

STRICTEMENT CONFIDENTIEL



STRICTEMENT CONFIDENTIEL

Annexe 2

62

- **Modules en m² de modules.** Cette valeur est la surface de module nécessaire pour faire 1 kWc que ce soit pour les modules cristallins ou en couches minces. Les éléments présents dans le module (diodes et boîtes de jonctions) seront également inventoriés.
- **Verre en kg.** Cette valeur est la masse de verre nécessaire pour faire 1 kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de verre, masse volumique de référence 2700 kg/m³).
- **Verre trempé en kg.** Cette valeur est la masse de verre trempé nécessaire pour faire 1 kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de verre trempé, masse volumique de référence 2700 kg/m³).
- **EVA en kg.** Cette valeur est la masse d'EVA nécessaire pour faire 1 kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur d'EVA, masse volumique de référence 963 kg/m³).
- **PET en kg.** Cette valeur est la masse de PET nécessaire pour faire 1 kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de PET, masse volumique de référence 1400 kg/m³).
- **PVF en kg.** Cette valeur est la masse de PVF nécessaire pour faire 1 kWc (ramenée donc à la surface et l'épaisseur de PVF, masse volumique de référence 1400 kg/m³).

III.2/ Identification du ou des sites de fabrication de chaque composant

Le calcul de l'évaluation carbone simplifiée nécessite de connaître les sites de fabrication de chacun des composants du module photovoltaïque. En effet, la quantité de gaz à effet de serre émise directement ou indirectement (production d'électricité) en conséquence est fortement dépendante du pays de fabrication.

Le site et le pays de fabrication de chaque composant doivent obligatoirement être reportés dans les colonnes 4 et 5 du tableau 1.

Si un même composant i provient de différents sites de fabrication j, les coefficients de répartition xij des sources d'approvisionnement sur les différents sites de production (moyennés sur une année d'approvisionnement) doivent être indiqués dans la colonne 6 du tableau 1 (pour chaque composant i, la somme sur j des xij est égale 1).

III.3/ Détermination de la quantité de gaz à effet de serre en équivalent CO₂ émise directement ou indirectement lors de la fabrication du composant i par unité de quantification du composant dans le site de fabrication j (termes GWP_{ij} unitaire de la formule 1)

Les termes GWP_{ij} unitaires peuvent être déterminés de 2 uniques façons. La seconde méthode de calcul étant à l'initiative du fabricant, il revient à chaque Candidat de choisir de prendre en compte ou non une telle évaluation par son (ou ses) fabricant(s) dans son dossier.

1^{ère} méthode de calcul :

Les GWP_{ij} unitaires sont déterminés en utilisant les valeurs fournies dans le tableau 3 selon la méthodologie décrite dans le paragraphe ci-dessous. Le tableau 3 donne les valeurs d'émission de gaz à effet de serre en CO_{2eq} pour les étapes de fabrication des composants du module photovoltaïque selon le pays ou la zone géographique du pays de fabrication.

45/73



Chaque ligne du tableau correspond à un type de technologie de module photovoltaïque : monocristallin, multicristallin, silicium amorphe (a-Si ou a-Si/μc-Si), film CdTe ou film CIGS.

- si le (ou les) pays de fabrication est connu et figure dans le tableau, la valeur d'émission spécifique de CO₂eq de la colonne correspondante devra être utilisée ;
- si le (ou les) pays de fabrication est connu et ne figure pas dans le tableau 3 : une valeur d'émission spécifique conservatrice dans le monde sera utilisée si le pays ne fait pas partie de l'Espace Économique Européen (colonnes "others").

2^{ème} méthode de calcul :

Dans le cas où le fabricant du composant i développerait un procédé de fabrication innovant et peu énergivore et qu'il souhaiterait le valoriser, les valeurs de GWP_{ij} unitaires associées à cette étape de fabrication peuvent être différentes de celles indiquées dans le tableau 3.

La nouvelle valeur utilisée pour cette étape de procédé doit alors être issue d'une analyse de cycle de vie complète et récente (à compter de 2011) réalisée sur ce procédé de fabrication selon la norme ISO 14040 : 2006 et ayant fait l'objet d'une revue critique indépendante par un bureau d'études ayant déjà établi des ACV sur la chaîne de fabrication de modules photovoltaïques. La revue critique indépendante sera menée dès le début du travail d'ACV afin de mieux en contrôler la qualité et la transparence.

Cette analyse de cycle de vie fera preuve de la plus grande transparence dans son inventaire. Entre autres, l'origine des données, les périodes d'inventaires et la description fine des flux de matières et énergétiques seront détaillés. Les hypothèses relatives à la répartition ou allocations des flux seront explicitées. Enfin, les facteurs d'impacts utilisés et les procédés associés seront clairement mentionnés.

Dans un souci de cohérence, cette analyse de cycle de vie doit prendre en compte les mêmes hypothèses ayant permis l'établissement du tableau 3, à savoir :

- les GWP_{ij} sont obtenus en utilisant les valeurs des émissions de GES pour la fabrication des composants correspondant à des valeurs en CO₂-EQUIVALENTS calculées selon la méthode IPCC2007-GWP100a. Ces calculs doivent se baser sur le mix électrique du pays de fabrication j du composant i dont les facteurs d'émission sont fournis dans le tableau 4 (données Ecoinvent 3.1). Le candidat a pour obligation d'utiliser ces facteurs d'émission.
- les économies liées au recyclage du module en fin de vie ne sont pas prises en compte pour limiter la valeur du GWP_{ij} unitaire spécifique à la fabrication du composant i.

De plus, pour être utilisée, cette valeur de GWP_{ij} unitaire doit avoir été validée par l'ADEME.

Ainsi, s'il est souhaité de recourir à cette méthode, le **fabricant de module** doit envoyer à l'ADEME sa demande conforme à l'annexe 2.bis, accompagnée de l'analyse de cycle de vie qui a permis de la calculer :

Pour les demandes concernant des coefficients qui ont déjà été validés, l'ADEME enverra au fabricant une attestation dans un délai de 1 mois.

- Pour les demandes concernant des coefficients qui doivent être validés pour la première fois, l'ADEME analysera l'ensemble des demandes reçues le 1er de chacun des mois suivants : janvier, mars, mai, juillet, septembre, et novembre, et enverra au fabricant l'attestation dans un délai de 2 mois.

L'ADEME évaluera la qualité de l'ACV ayant conduit à l'établissement du GWP_{ij} au vu des critères mentionnés plus haut.

Si la demande concerne plusieurs coefficients GWP_{ij}, le mail de demande doit inclure le tableau de synthèse ci-dessous complété :

Fabricant de composant	Fabricant de module	Pays de fabrication du composant	Composant	Nouvelle valeur proposée par le candidat	Valeur déjà validée par l'ADEME ?	Unité

Le document confirmant la validation de l'ADEME pour la nouvelle valeur de GWP_{ij} unitaire doit être joint à l'évaluation carbone simplifiée. Le document confirmant la validation de l'ADEME pour la nouvelle valeur de GWP_{ij} unitaire est valable pendant toute la durée et toutes les périodes de dépôt du présent appel d'offres. Au vu du changement de méthode, les attestations délivrées par l'ADEME dans le cadre d'appels d'offres antérieurs ne sont pas applicables pour le présent appel d'offres, à l'exception de la dérogation prévue au 3.2.5 pour la première, la deuxième, troisième et quatrième période de candidature. À partir de la septième période, l'évaluation carbone simplifiée du laminé photovoltaïque ne peut prendre en compte un taux de silicium recyclé (valeurs de GWP_{ij} obtenu par la 2^{ème} méthode de calcul, cf. supra) supérieur à :

- 25% dans le cas des panneaux photovoltaïques polycristallins (famille « Multi ») ;
- 33% dans le cas des panneaux photovoltaïques monocristallins hors monolite (famille « Mono ») ;
- 34% dans le cas des panneaux photovoltaïques monolite (famille « Monolite »).

La famille « Multi » désigne les produits dont le lingot est élaboré par solidification directionnelle.

La famille « Mono » désigne les produits dont le lingot est élaboré par les procédés dits CZ (pour Czochralski).

III.4/ Calcul Final de G

Le calcul final de G à partir de la formule 1 se fait grâce à l'addition des Gi pour tous les composants i du module ou film photovoltaïque.

Tableau 1 :

- Inventaire de la composition d'un kilowatt crête de module ou de film photovoltaïque (Qi)
- Identification des sites de fabrication et de la répartition des sources d'approvisionnements pour un composant pouvant provenir de plusieurs sites de fabrication

Valeurs des GWP_{ij} (Global Warming Potential) pour chaque composant du module ou film photovoltaïque, issues du tableau 3

	Quantification de chaque composant nécessaire à la fabrication d'1 kWc de Puissance. Q _i (unité selon le composant considéré)	Référence type du composant	Site(s) de fabrication	Pays de fabrication j	Coefficients de répartition des sources d'approvisionnement sur les différents sites de fabrication (valeur des coefficients x _{ij} entre 0 et 1 ; pour chaque composant i la somme sur j des x _{ij} =1)	Valeurs de GWP _{ij} unitaire (en kg eq CO ₂ /unité de quantification du composant)
Polysilicium	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₁₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₁₂ :	kg eqCO ₂ / kg
Lingots	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₂₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₂₂ :	kg eqCO ₂ / kg
Plaquettes (wafer)	Unité : nombre de wafers		Site 1	Pays 1	X ₃₁ :	kg eqCO ₂ / wafer
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₃₂ :	kg eqCO ₂ / wafer
Cellules	Unité : nombre de cellules		Site 1	Pays 1	X ₄₁ :	kg eqCO ₂ / cellule
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₄₂ :	kg eqCO ₂ / cellule
Modules	Unité : m ²		Site 1	Pays 1	X ₅₁ :	kg eqCO ₂ / m ²
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₅₂ :	kg eqCO ₂ / m ²
Verre	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₆₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₆₂ :	kg eqCO ₂ / kg
Verre trempe	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₇₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₇₂ :	kg eqCO ₂ / kg
EVA	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₈₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₈₂ :	kg eqCO ₂ / kg
PET	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₉₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₉₂ :	kg eqCO ₂ / kg
PVF ou Tedlar	Unité : kg		Site 1	Pays 1	X ₁₀₁ :	kg eqCO ₂ / kg
			Site 2 ...	Pays 2 ...	X ₁₀₂ :	kg eqCO ₂ / kg

Tableau 2: coefficients de pertes et casses pour les produits intermédiaires.

Etape de procédé/matiériel	Quantité de matériau nécessaire à la fabrication du produit intermédiaire incluant les pertes et casses
ingot, mono, as-grown	1.04 kg polySi/kg ingot
ingot, multi and monolike, as-grown	1.01 kg polySi/kg ingot
wafer, mono, 156mm x 156mm	2.9e-2 kg mono-ingot/wafer
wafer, multi and monolike, 156mm x 156mm (sciage slurry)	3.3e-2 kg multi-ingot/wafer
wafer, multi and monolike, 156mm x 156mm (sciage diamant)	2.5e-2 kg multi-ingot/wafer
cell, mono, 156mm x 156mm	1.03 wafers/cell
cell, multi and monolike, 156mm x 156mm	1.04 wafers/cell
module, mono/multi, number of cells, 156mm x 156mm	1.02 x nb cells/module
glass	1.01 kg glass/kg glass in module
glass tempering	1.01 kg glass/kg glass in module
EVA foil	1.01 kg EVA/kg EVA in module
PET granulate	1.01 kg PET/kg PET in module
PVF film	1.01 kg PVF/kg PVF in module
modules, a-Si	Non concerné
modules, a-Si/μc-Si	Non concerné
modules, CdTe, First Solar	Non concerné
modules, CIGS	Non concerné

D. Annexe IV. Fiche technique de l'onduleur

SUN2000-185KTL-H1

Technical Specifications

SUN2000-185KTL-H1
Smart String Inverter

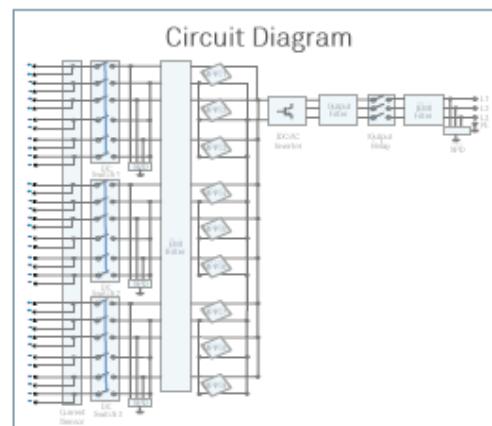
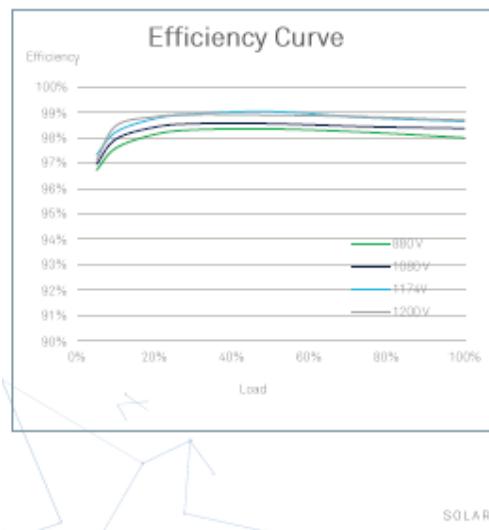


69



70

- 9 MPP Trackers
- >99.0% Max. Efficiency
- String-level Management
- Smart I-V Curve Diagnosis Supported
- MBUS Supported
- Fuse Free Design
- Surge Arresters for DC & AC
- IP66 Protection



SOLAR.HUAWEI.COM

Efficiency	
Max. Efficiency	99.03%
European Efficiency	98.89%
Input	
I _{Max.} Input Voltage	1,500 V
I _{Max.} Current per MPPT	26 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	40 A
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	18
Number of MPP Trackers	9
Output	
Nominal AC Active Power	175,000 W @40°C, 168,000 W @45°C, 150,000 W @50°C
Max. AC Apparent Power	185,000 VA
Max. AC Active Power ($\cos\phi=1$)	185,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	126.3 A @40°C, 121.3 A @45°C, 108.3 A @50°C
Max. Output Current	134.9 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 Lg ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, Bluetooth/WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	84 kg (185.2 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C (-13°F – 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 – 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless
Standard Compliance (more available upon request)	
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, RD 413, RD 1585, RD 1663, UNE 206007-1, UNE 206006



SOLAR.HUAWEI.COM

STRICTEMENT CONFIDENTIEL

pink
DARE PINK, GO GREEN

STRICTEMENT CONFIDENTIEL

pink
DARE PINK, GO GREEN

E. Annexe V. Fiche technique du transformateur



71

Transformateurs pour installations photovoltaïques

Minera PV - Transformateurs immergés dans l'huile pour systèmes photovoltaïques connectés au réseau

Après plusieurs décennies d'expérience dans de nombreux domaines d'application, la gamme de transformateurs Schneider Electric est synonyme de **qualité, d'expertise technologique et d'innovation.**

Schneider Electric a développé des transformateurs à deux ou trois enroulements spécialement conçus pour les systèmes photovoltaïques connectés au réseau.

Une méthode d'optimisation est proposée pour s'adapter au cycle de fonctionnement solaire et permettre aux transformateurs de résister aux spécificités de la production photovoltaïque. En effet, les effets thermiques et les stress mécaniques inhérents ont été particulièrement étudiés, ainsi que l'intégration en enveloppe qui conduit à une augmentation de la température ambiante (+10 °C).



Un délai de fabrication réduit :
à partir de 12 semaines

A retenir

- Gamme dédiée au PV
- Haute performance
- Niveaux de puissance adaptés
- Nos Experts à vos côtés

se.com/fr

Life Is On | Schneider
Electric

STRICTEMENT CONFIDENTIEL

Transformateurs pour installations photovoltaïques

Des transformateurs conçus pour le marché PV français

Le marché français présente des spécificités permettant de prédéfinir certains paramètres pour des transformateurs types.

Une conception spécifique

Sur une centrale PV ou pour des grosses toitures, la plupart des transformateurs sont intégrés dans des stations de conversion d'énergie. De ce fait, la tenue thermique doit être particulièrement analysée pour éviter les phénomènes de surchauffe. Les transformateurs PV sont prévus pour une intégration dans un poste avec une différence de température de 10 °C, pouvant éviter ainsi des ventilations forcées et donc de la perte d'énergie. Une installation en extérieur est aussi possible.

Ces transformateurs sont conçus selon les caractéristiques des principaux onduleurs "String" du marché en ce qui concerne la tension, les plages de puissance et le comportement thermique.

Par conséquent, la tension d'entrée BT de 800 Vac est proposée par défaut avec une tension d'isolation améliorée. Selon le principal fournisseur d'électricité local français, la tension du réseau est considérée comme étant de 21 kV à vide (autres tensions sur demande).

Des transformateurs optimisés pour les cycles solaires

Les normes CEI des transformateurs permettent une conception spécifique adaptée aux applications. Dans le cas du PV, Schneider Electric a développé des transformateurs capables de résister à une surcharge quotidienne grâce à des matériaux performants. En ce sens, la puissance PV du transformateur est conforme aux onduleurs connectés, tandis que la puissance nominale est légèrement réduite.

Des puissances adaptées à vos projets photovoltaïques

La gamme de transformateurs Minera PV répond à de nombreuses configurations et architectures de projets. Ainsi, les étages de puissance sont définis afin de collecter l'énergie de plusieurs marques et modèles d'onduleurs (voir tableau en dernière page). Cela permet de gagner du temps dans la définition du projet et la commande du transformateur.

Des caractéristiques spécifiques

- Utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur.
- Transformateur hermétique avec remplissage total.
- Isolation galvanique entre le convertisseur solaire et le réseau d'alimentation avec écran électrostatique.
- Catégorie de corrosion Class C3, durabilité haute (conformément à la norme ISO 12944-2).
- Noyau magnétique en matériau de haute qualité pour :
 - un faible niveau de pertes,
 - des niveaux sonores minimaux,
 - un courant d'appel limité.
- Enroulements BT à haute résistance mécanique en aluminium.
- Système de refroidissement naturel (ONAN) pour une température ambiante jusqu'à 50 °C à l'intérieur de l'enveloppe.
- Construction mécanique robuste et étanche à huile minérale et encombrement personnalisé.
- Relais DMCR avec indication du niveau d'huile, détection de gaz, contrôle de la pression et de la température.
- Couleur RAL 7033.
- Indice de protection IP 54 (avec capot BT).



2021

21 kV



800 V CA / Dyn11
3,6 kV isolation renforcée



40 °C ambiant + 10 °C pour intégration en enveloppe



Des transformateurs optimisés pour les cycles solaires : une puissance nominale du T_{lo} inférieure à la puissance max du cycle PV



Life Is On | Schneider Electric

Transformateurs photovoltaïques - Mars 2021

pink
DARE PINK, GO GREEN

STRICTEMENT CONFIDENTIEL

pink
DARE PINK, GO GREEN

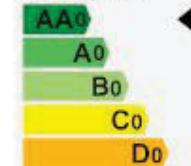
La garantie d'un transformateur performant

Les transformateurs Minera PV répondent aux principales exigences réglementaires (NF EN 50588-1, règlement de la Commission européenne 1783/2019 "EcoDesign 2021" et CEI 60076-1 à 10).

Tous les sites de production de transformateurs Minera PV sont certifiés ISO 9001 et/ou ISO 14001. Cette offre est pré-conçue et industrialisée de manière à optimiser le délai de livraison.

Performance en perte à vide selon la norme EN 50588-1

Efficacité optimale



Performance en perte en charge selon la norme EN 50588-1

Efficacité optimale



Puissances

Gamme de puissance définie en fonction des principaux onduleurs "Strings" du marché (liste non exhaustive). Le tableau ci-dessous indique les paliers de puissance et les types et quantités d'onduleurs adaptés.

puissance max PV (kVA)	SUNGROW SG250	HUAWEI HW 185KTL	HUAWEI HW 215KTL	HUAWEI HW 105KTL	FIMER PVS-175-TL
1850 kVA	7	10	8	15	10
2035 kVA	8	11	9	17	11
2250 kVA	9	12	10	19	12
2590 kVA	10	14	12	22	14
3000 kVA	12	16	13	25	16
3330 kVA	13	18	15	28	18
3515 kVA	14	19	16	30	19
3750 kVA	15	20	17	32	20
4070 kVA	16	22	18	35	22
4255 kVA	17	23	19	36	23
4500 kVA	18	24	20	38	24
3700 kVA ⁽¹⁾	14	20	16	31	20
4070 kVA ⁽¹⁾	16	22	18	35	22
4500 kVA ⁽¹⁾	18	24	20	38	24

Caractéristiques détaillées

puissance max PV (kVA)	puissance nominale (kVA)	long. (mm)	larg. (mm)	haut. (mm)	masse (kg)	pertes à vide (W)	perte en charge à P _n (W)	perte à la P _{PV} (W)
1850	1578	1900	1250	2000	4600	1070	11840	16274
2035	1736	2000	1300	2000	5000	1156	13020	17891
2250	1919	2000	1500	2000	5350	1260	14390	19782
2590	2209	2200	1500	2100	6030	1417	16463	22632
3000	2559	2350	1500	2150	6725	1610	18910	25889
3330	2815	2400	1500	2150	7100	1771	20680	28339
3515	2998	2400	1500	2150	7500	1885	21947	30169
3750	3190	2450	1500	2150	7800	2050	27181	37562
4070	3471	2550	1500	2150	8000	2200	29906	41229
4255	3629	2800	1500	2150	8565	2350	30686	42186
4500	3838	2825	1500	2150	9000	2500	32263	44353
3700 ⁽¹⁾	3156	2500	1500	2600	8600	2800	19480	26774
4070 ⁽¹⁾	3471	2600	1500	2600	9000	2780	23730	32627
4500 ⁽¹⁾	3838	2650	1500	2600	9400	2700	29870	41063

⁽¹⁾ Double enroulement BT.

Spécifications techniques

Installation	Intérieur / extérieur
Type	hermétique à ailettes
Fréquence nominale	50 Hz
Tension au primaire (en charge)	20 kV
Niveau d'isolation au primaire	24 kV
Tension au secondaire	0,8 kV
Niveau d'isolation au secondaire	3,6 kV
Raccordement HT	+/- 2 x 2,5 %
Groupe vectoriel	Dyn11 (simple enroulement) Dyn1lyn11 (double enroulement)
Tension d'impédance	6 % (P<=4 MVA) / 7 % (P>4 MVA)
Courant d'appel de pointe / crête	<5 (P<=3 MVA) / <4 (P>3 MVA)
Type de raccordement HT	prises
Type de raccordement BT	type jeu de barres
Altitude maximale	1000 m
Température ambiante maximale	50 °C
Élevation de température à la puissance nominale (huile/enroulement)	50/55 °C à la puissance maximale 70/75 °C
Matériau des enroulements HT/BT	alu/alu

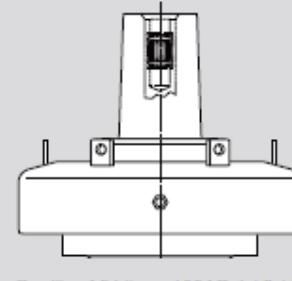
Schneider Electric France
35 rue Joseph Monier - CS 30323
92506 Rueil-Malmaison Cedex
Conseils : 0 825 012 999*
Services : 0 810 102 424**

* Service 0,15€/appel + prix de l'appel

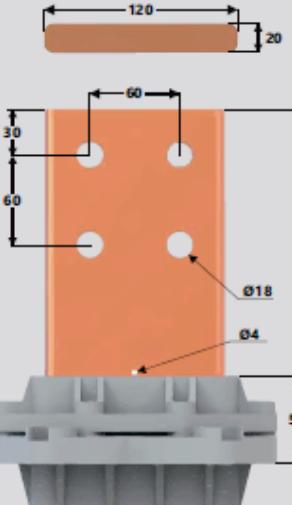
** Service gratuit + prix de l'appel

© 2020 Schneider Electric. Tous droits réservés. Life Is On Schneider Electric est une marque commerciale appartenant à Schneider Electric SE, ses filiales et ses sociétés affiliées. En raison de l'évolution des normes et du marché, les caractéristiques indiquées par les fabricants et les images de ce document ne nous engagent qu'après confirmation par nos services. Life Is On : la vie s'illumine - Conception, réalisation : Schneider Electric, DMCE, Laurent Daemi - ZZ7013 - 03/2021

Détails des connexions standard pour HT et BT selon les figures ci-dessous :



Douilles MV (type 180AR-1 I-2 I-3)



Jeu de barres 4000 A



Schneider Electric, toujours à vos côtés

Les transformateurs Minera PV pour systèmes photovoltaïques sont conçus et produits par des équipes expérimentées prêtes à étudier toutes vos demandes afin de vous fournir des solutions personnalisées en fonction de vos besoins.

L'ensemble du service d'assistance Schneider Electric dédié aux transformateurs bénéficie de nombreuses années d'expérience et est en mesure de fournir une assistance directe et performante.

Description

Montage standard

- Changeur de prises hors charge à 5 positions,
- Système de verrouillage des bornes HTA,
- Douilles enfichables HTA (250 A / 24 kV) sur le couvercle,
- Traversées BT à barres plates,
- Relais de protection DMCR,
- Galets de roulement,
- 2 Anneaux de levage,
- 2 Bornes de mise à la terre sur le couvercle,
- 1 Bouchon de remplissage,
- 1 Dispositif de vidange selon EN 50216-4 ou DIN 42551,
- 1 Plaque signalétique en aluminium.

Options

- DGPT2 relais de protection,
- Sans coffret BT,
- Fiches HTA de type C (630 A - 28 kV/1 s),
- Classe de corrosivité C4 avec une durabilité "haute".
- Detecteurs de chocs pendant le transport,

Normes

- Norme EN 50588-1.
- Normes série CEI 60076.
- Règlement de la Commission européenne 1783/2019 - Tiers 2.
- Conforme avec les niveaux de pertes selon EcoDesign 2021.

F. Annexe VI. Fiche technique du transformateur HTA/HTB

	TRANSFORMATEUR IMMÉRGÉ DANS L'HUILE CHARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES	Nom du projet :																									
1) Norme de fabrication	: Norme CEI 60076																										
2) Puissance Nominale	: 72000 / 90000	kVA																									
3) Tension Nominale (à vide)	: HTB : 235 / HTA : 33	kV																									
4) Réglage (à haute tension)	: HTB (+7/-13) x 1,5% Régleur en charge sur HTB	%																									
5) Symbole de Couplage	: YNd11																										
6) Fréquence	: 50	Hz																									
7) Type de fonctionnement	: Transformateur de Puissance (charge variable)																										
8) Courant à vide (en position nominale)	: 0,20	%																									
9) Pertes à vide	: 29	kW																									
10) Pertes en charge (en position nominale)	: 233 (à 75 °C) ONAF	kW																									
11) Impédance de court-circuit (en position nominale)	: 12,0 (à 75 °C) (Selon tolérance CEI)	%																									
Impédance de court-circuit (en position minimale)	: 11,5 (à 75 °C) (Selon tolérance CEI)	%																									
12) Niveau de pression acoustique	: 66 dB à 2m. ONAF	dBA																									
13) Niveau d'isolement	: HTB : LI : 1050 / AC : 460 HTB-N : LI : 450 / AC : 185	kV																									
LI : Tenue au choc de foudre / AC : Tenue Alternative	: HTA : LI : 170 / AC : 70	kV																									
14) Température Ambiente (Min / Max)	: - 25 / 40	°C																									
15) Échauffement (Enroulement / Diélectrique)	: 65 / 60	K																									
16) Altitude	: 1000	m																									
17) Mode de refroidissement	: ONAN / ONAF																										
18) Durée de court-circuit	: 2	s																									
19) Dégré de protection des bornes	: HTA : Traversée embrochable (type plug-in)																										
20) Dimensions (Longueur x Largeur x Hauteur)	: 8200 x 4900 x 7540	mm																									
21) Poids total	: 103 000	kg																									
22) Poids d'huile	: 27 000	kg																									
23) Poids de partie active	: 53 000	kg																									
24) Poids de transport	: 67 000	kg																									
25) Tolérances des pertes	: + 10	%																									
26) Diélectrique liquide	: Nynas Nytra Taurus																										
27) Type de transformateur	: Conservateur avec radiateur																										
28) Peinture / Catégorie de corrosivité / Couleur	: C Type / C5-I / RAL 7033																										
29) Matériel d'enroulement (HTB / HTA)	: Cuivre / Cuivre																										
30) Efficacité (%)	:																										
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>TAUX DE CHARGE</th> <th>cos φ</th> <th>1</th> <th>0,9</th> <th>0,8</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>25%</td> <td>99,73</td> <td>99,70</td> <td>99,66</td> </tr> <tr> <td></td> <td>50%</td> <td>99,73</td> <td>99,69</td> <td>99,65</td> </tr> <tr> <td></td> <td>75%</td> <td>99,67</td> <td>99,62</td> <td>99,57</td> </tr> <tr> <td></td> <td>100%</td> <td>99,59</td> <td>99,53</td> <td>99,46</td> </tr> </tbody> </table>	TAUX DE CHARGE	cos φ	1	0,9	0,8		25%	99,73	99,70	99,66		50%	99,73	99,69	99,65		75%	99,67	99,62	99,57		100%	99,59	99,53	99,46	
TAUX DE CHARGE	cos φ	1	0,9	0,8																							
	25%	99,73	99,70	99,66																							
	50%	99,73	99,69	99,65																							
	75%	99,67	99,62	99,57																							
	100%	99,59	99,53	99,46																							



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE

GLHD
Cultivateur d'énergie

PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon

Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

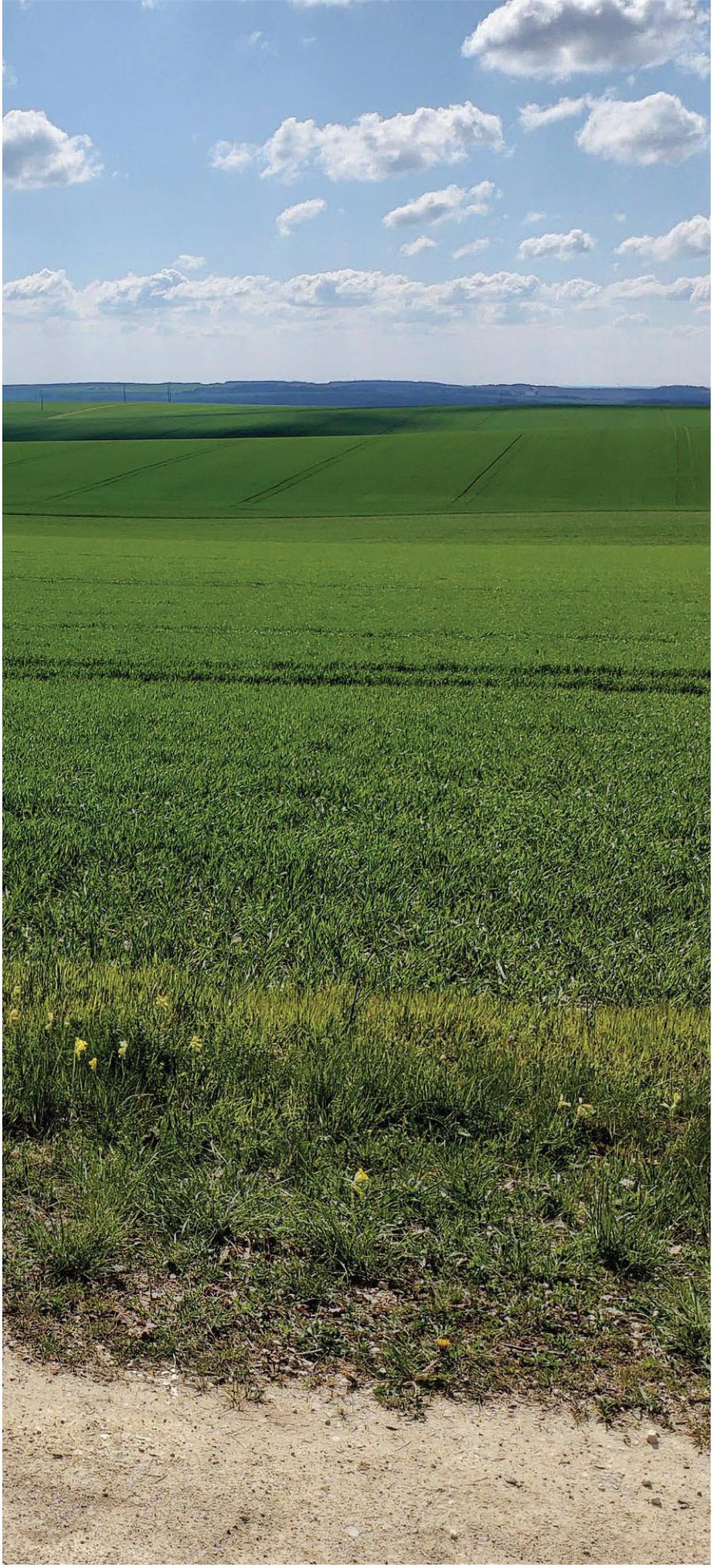
ANNEXE 3

Passages complémentaires dans le cadre de la réponse à l'avis MRAE du 18/08/2023

BIOTOPE

Décembre 2023





Projets agrivoltaïques des Hauts-Plateaux (89)

GLHD / EHPY
Octobre 2023

Passages complémentaires

Réponse à l'avis MRAE
du 18/08/2023



Citation recommandée	Biotope, 2023. Projets agrivoltaïques des Hauts-Plateaux (89), GLHD. 33p.	
Objet du document	Passages complémentaires dans le cadre de la réponse à l'avis MRAE du 18/08/2023	
Version/Indice	Version 1	
Date de démarrage de la mission	21/09/2023	
Nom de fichier	GLHD_HTPLA_passages-complémentaires_V1.docx	
N° de contrat	2021740-11	
Maître d'ouvrage	GLHD 1 Allée Jean Rostand 33 650 MARTILLAC	
Interlocuteurs	Florian FILLON Benjamin COURDIER	E-mail : f.fillon@glhd.fr Téléphone : 07 86 04 29 44 E-mail : b.courdier@glhd.fr Téléphone : 07 86 33 72 68
Biotope, Responsable du projet	Pauline RENAUT	E-mail : prenaut@biotope.fr Téléphone : 07 62 05 23 18
Biotope, Contrôleur qualité	Laurent PHILIPPE	E-mail : lphilippe@biotope.fr Téléphone : 06 24 47 75 60



Sommaire

Table des cartes	4
Table des tableaux	4
1 Contexte du projet et aspects méthodologiques	5
1 Présentation de l'étude et objectifs	6
2 Aspects méthodologiques	6
2.1 Aires d'études	6
2.2 Équipe de travail	8
2.3 Méthodes d'acquisition des données	8
2.3.1 Données consultées	8
2.3.2 Prospections de terrain	8
2 Résultats des prospections de terrain	9
1 Faune	10
2 Zones humides	13
2.1 Analyse du contexte	13
2.2 Prospections de terrain	18
3.1.1 Ressources consultées	18
3.1.2 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées	18
3.2 Analyse du critère sol	20
3.3 Bilan concernant les zones humides	27
Annexe 1 : Méthodes d'inventaire des zones humides	29
1.1 Point sur la réglementation	29
1.2 Délimitation de la végétation humide	31
1.3 Analyse du critère sol	31

Table des cartes

Carte 1 : Aire d'étude	7
Carte 2 : Faune patrimoniale observée et enjeux potentiels associés	12
Carte 3 : Localisation des milieux humides potentiels autour des parcelles concernées par le projet	17
Carte 4 : Localisation des sondages pédologiques réalisés	19
Carte 5 : Carte de localisation et résultats des sondages	26

Table des tableaux

Tableau 1 : Équipe projet	8
Tableau 2 : Dates et conditions des prospections de terrain	8
Tableau 3 : synthèse espèces remarquables	10
Tableau 4 : Potentialités de présence de zones humides tirées des données disponibles	13
Tableau 5 : Acteurs ressources consultés	18
Tableau 6 : Méthodes d'inventaires	18
Tableau 7 : Synthèse des sondages pédologiques réalisés sur l'aire d'étude	20
Tableau 8 : Illustrations et résultats des sondages pédologiques effectués	21

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques



Contexte du projet et aspects méthodologiques

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

1 Présentation de l'étude et objectifs

Cette étude est un prédiagnostic écologique réalisé dans le cadre de la réponse à l'avis de la MRAE sur les projets agrivoltaïques des hauts plateaux de l'Yonne sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon (89).

Dans le cadre de la mission confiée à Biotope pour l'étude d'impact des projets agrivoltaïques des hauts plateaux, à la suite des dépôts de permis de construire, la MRAE de Bourgogne-Franche-Comté a émis un avis en date du 18 août 2023.

Cet avis est joint au dossier d'enquête publique ou mis à disposition du public.

Conformément à l'article L.122-1 du code de l'environnement, l'avis de l'autorité environnementale doit faire l'objet d'une réponse écrite de la part du maître d'ouvrage, réponse qui doit être rendue publique.

Biotope est donc sollicité afin de corédiger le mémoire de réponse, sur les parties le concernant dans le cadre du travail de rédaction de l'étude d'impact sur l'environnement.

Ainsi, dans le cadre des recommandations de la MRAE sur le volet biodiversité, des expertises complémentaires sont ainsi proposées pour l'automne 2023 :

- 1 passage de type prédiagnostic toute faune (hors chiroptères) sur l'entité ajoutée *a posteriori* aux projets ;
- 1 passage pour des sondages pédologiques complémentaires (maximum 10) répartis sur les îlots 3, 4, 7, 12, ainsi que les emplacements des futurs bâtiments d'exploitation agricole et sur l'entité ajoutée *a posteriori*.

2 Aspects méthodologiques

2.1 Aires d'études

L'aire d'étude s'est portée sur :

- L'entité supplémentaire ajoutée (environ 0,5 ha) ;
- Les emplacements des futurs bâtiments d'exploitation et les îlots qui n'avaient pas fait l'objet de prospections pédologiques, issus de l'aire d'étude immédiate.

Ces éléments sont localisés sur la carte suivante.

1 Contexte du projet et aspects méthodologiques

2.2 Équipe de travail

La constitution d'une équipe pluridisciplinaire a été nécessaire dans le cadre de cette étude :

Tableau 1 : Équipe projet

Bureau d'étude	Domaine d'intervention et qualité	Nom
BIOTOPE	Expert naturaliste fauniste Sondages pédologiques Rédacteur prédiagnostic	Samuel DIEBOLT
	Cheffe de projet Rédactrice globale de l'étude Rédactrice prédiagnostic	Pauline RENAUT
	Directeur d'étude Contrôle qualité et relecture	Laurent PHILIPPE

2.3 Méthodes d'acquisition des données

2.3.1 Données consultées

Pour réaliser ce travail plusieurs bases de données ont été consultées :

Données publiques disponibles relatives au site d'étude*				
Base de données	Organisme gestionnaire	Groupes concernés	Date de consultation	Espèces et cortèges patrimoniaux et/ou protégés
INPN, Faune-Yonne, SHNA, Sigogne	INPN, LPO, SHNA, AFB	Tous les groupes	21/10/2023	Recueil de données faunistiques sur les communes de l'aire d'étude

* Données de moins de dix ans

2.3.2 Prospections de terrain

Le tableau suivant indique les dates de réalisation et les groupes visés par les compléments d'inventaires de la faune et des zones humides sur le terrain dans le cadre de cette étude.

Tableau 2 : Dates et conditions des prospections de terrain

Dates des inventaires	Commentaires
20/10/2023	<p>Prospections ayant pour but d'évaluer les potentialités liées à la faune, d'identifier les milieux favorables aux taxons protégés et/ou patrimoniaux ainsi que leurs fonctionnalités.</p> <p>Identification du caractère hydromorphe des sols sur la base de critères pédologiques (réalisation de 10 sondages pédologiques).</p> <p>Météo pluvieuse (averses régulières) et nébulosité maximale – température comprise entre 5 et 10 °C.</p>

2 Résultats des prospections de terrain



Résultats des prospections de terrain

2 Résultats des prospections de terrain

1 Faune

L'inventaire réalisé le 20/10/2023 c'est concentré sur une parcelle d'environ 0,5 ha qui a été ajoutée à l'aire d'étude initiale des projets. Ce passage fait l'objet d'un prédiagnostic écologique puisque ce seul passage ne permet pas d'inventorier la faune présente sur le site durant tout l'année (période de reproduction, migration et hivernale). Cependant, grâce aux inventaires antérieurs effectués sur le même secteur et à la bibliographie locale, il est tout à fait possible d'identifier des enjeux avérés et/ou potentiels sur cette entité ajoutée à l'aire d'étude initiale.

Tableau 3 : synthèse espèces remarquables

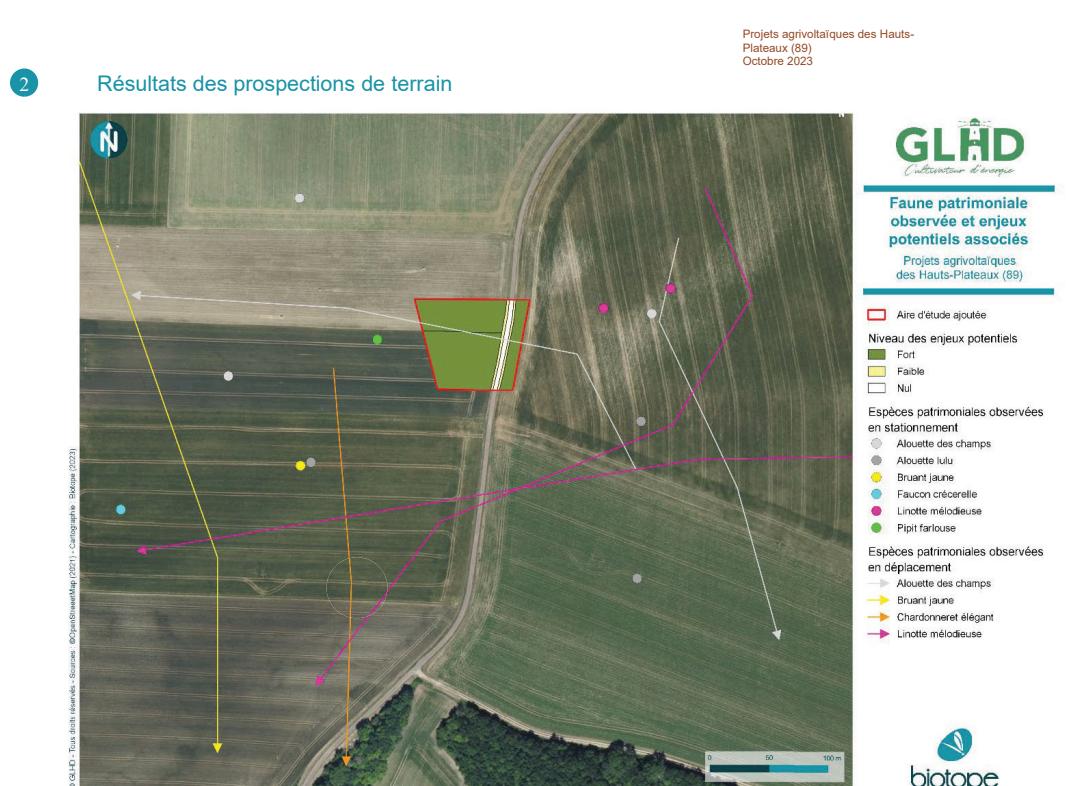
Espèces ou cortèges d'espèces à enjeu, avérés ou potentiels	Habitat d'espèce	Niveau d'enjeu écologique potentiel	Réglementation potentielle
Reptiles Aucun reptile n'a été observé lors de l'expertise réalisée le 20/10/2023 sur l'entité ajoutée. Par ailleurs, les milieux disponibles sur cet espace ne sont pas favorables aux reptiles en général étant donné l'absence d'éléments favorables à l'hivernage, au repos, à la reproduction et même aux déplacements.	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Aucune / Protection / Natura 2000
Amphibiens Aucun amphibiens n'a été observé lors de cette expertise de terrain. Comme pour les reptiles, ce site manque d'éléments pouvant permettre le repos, l'hivernage et la reproduction des amphibiens. Quelques espèces ubiquistes peuvent toutefois utiliser cette parcelle pour le transit ou la recherche d'alimentation, comme le Crapaud commun.	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Aucune / Protection / Natura 2000
Mammifères Une seule espèce est citée dans la bibliographie : le Renard roux (<i>Vulpes vulpes</i>). Par ailleurs, les expertises de terrain ont permis d'affirmer la présence du Chevreuil européen à proximité de la parcelle étudiée. Aucun enjeu écologique particulier n'est associé à ces deux espèces. Par ailleurs les habitats disponibles ne conviennent à la reproduction d'aucun mammifère protégé pouvant fréquenter le secteur (Hérisson d'Europe, Ecureuil roux, Chat forestier...).	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Aucune / Protection / Natura 2000
Oiseaux D'après la bibliographie, seules 19 espèces sont présentes ou considérées comme telles sur la commune concernée par l'entité ajoutée à l'aire d'étude initiale. On retient aussi la présence de 4 espèces remarquables : le Busard Saint-Martin (<i>Circus cyaneus</i>), l'Hirondelle rustique (<i>Hirundo rustica</i>), la Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>) et le Faucon crécerelle (<i>Falco tinnunculus</i>). A noter que la parcelle étudiée se compose uniquement de milieux ouverts (friche, culture), ce qui limite donc le nombre d'espèces pouvant potentiellement la fréquenter. L'expertise réalisée a permis l'observation de 17 espèces d'oiseaux. Cet inventaire a été réalisé durant la période de migration postnuptiale.	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Faible / Moyen / Fort / Très fort	Aucun / Protection / Natura 2000

Passages complémentaires

2) Résultats des prospections de terrain

Espèces ou cortèges d'espèces à enjeu, avérés ou potentiels	Habitat d'espèce	Niveau d'enjeu écologique potentiel	Réglementation potentielle
<p>Parmi les 17 espèces observées, 12 sont protégées et 8 sont patrimoniales ou protégées et patrimoniales (en période de reproduction) : Alouette des champs (<i>Alauda arvensis</i>), Alouette lulu (<i>Lullula arborea</i>), Bruant jaune (<i>Emberiza citrinella</i>), Chardonneret élégant (<i>Carduelis carduelis</i>), Faucon crécerelle (<i>Falco tinnunculus</i>), Linotte mélodieuse (<i>Linaria cannabina</i>), Milan royal (<i>Milvus milvus</i>) et Pipit farlouse (<i>Anthus pratensis</i>).</p> <p>En période de reproduction, certaines espèces constituent un enjeu écologique très fort : le Bruant jaune, le Chardonneret élégant, le Milan royal et le Pipit farlouse. L'Alouette des champs, l'Alouette lulu, la Linotte mélodieuse peuvent quant à elles présenter un enjeu écologique fort sur le lieu de reproduction. Enfin le Faucon crécerelle présente lui un enjeu écologique moyen.</p> <p>Les milieux ouverts disponibles sur la parcelle ne contiennent pas toutes ces espèces. Seules les espèces inféodées aux espaces ouverts comme l'Alouette des champs, éventuellement l'Alouette lulu et le Busard Saint-Martin (cité dans la bibliographie) seraient susceptibles d'utiliser la parcelle pour la reproduction. Si la nidification de l'Alouette des champs est très probable sur ce site, elle l'est moins pour les 2 autres espèces. On retient toutefois que l'enjeu écologique potentiellement associé à l'avifaune sur cette parcelle est fort.</p>			
Insectes Taxon non étudié lors du passage (hors période favorable).			
Chiroptères Taxon non étudié lors du passage (matériel d'écoute spécifique nécessaire, pas d'observation directe).			

Passages complémentaires



Carte 2 : Faune patrimoniale observée et enjeux potentiels associés

2 Résultats des prospections de terrain

2 Résultats des prospections de terrain

2 Zones humides

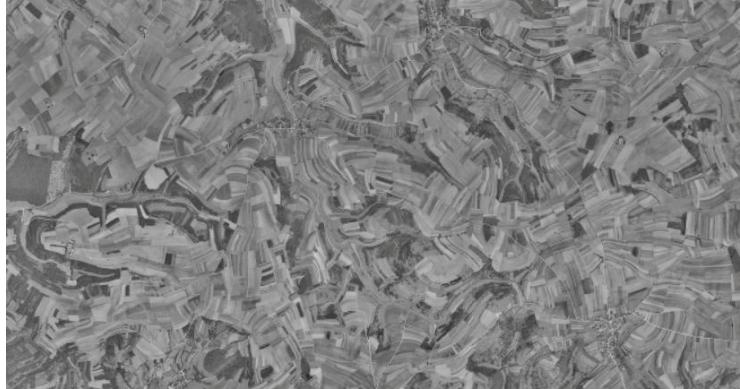
10 sondages pédologiques ont été effectués de façon à couvrir :

- l'entité non prospectée ajoutée *a posteriori*,
- les îlots 3, 4, 7 et 12,
- les sites d'implantation des bâtiments agricoles (LA1 et LA2).

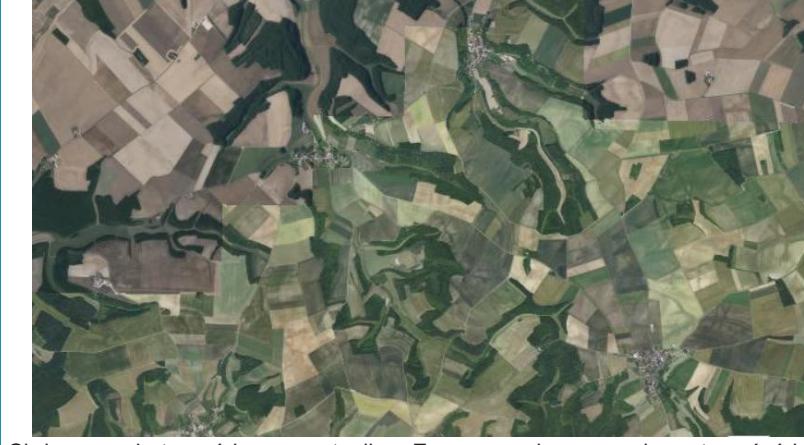
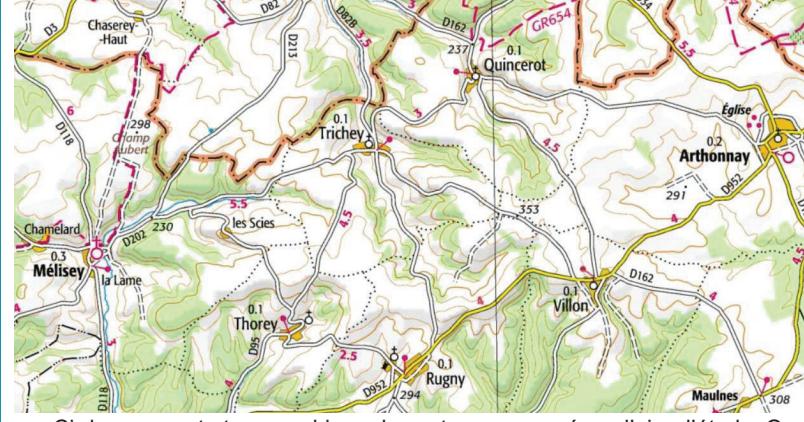
2.1 Analyse du contexte

Dans un premier temps, les potentialités de présence de zones humides sur l'aire d'étude rapprochée sont évaluées à partir des données bibliographiques disponibles sur le territoire à grande échelle : évolution de l'occupation du sol, topographie, géologie, remontées de nappes, etc.

Tableau 4 : Potentialités de présence de zones humides tirées des données disponibles

Type de donnée	Information	Caractère discriminant de la donnée
Evolution de l'occupation du sol		Présence de zones humides incertaine

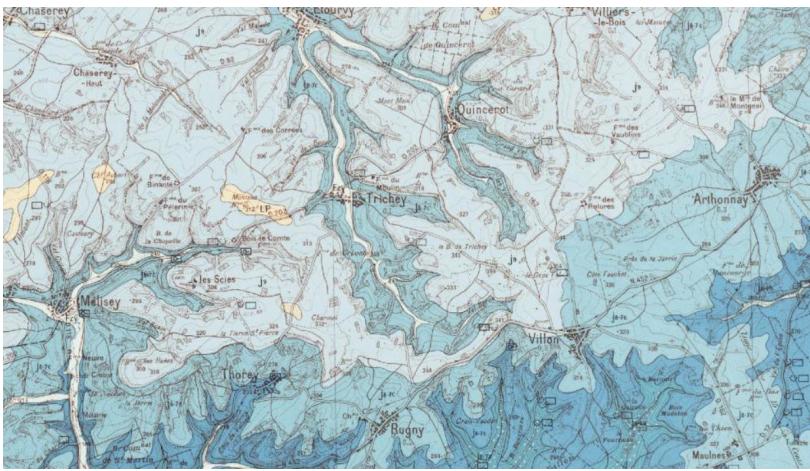
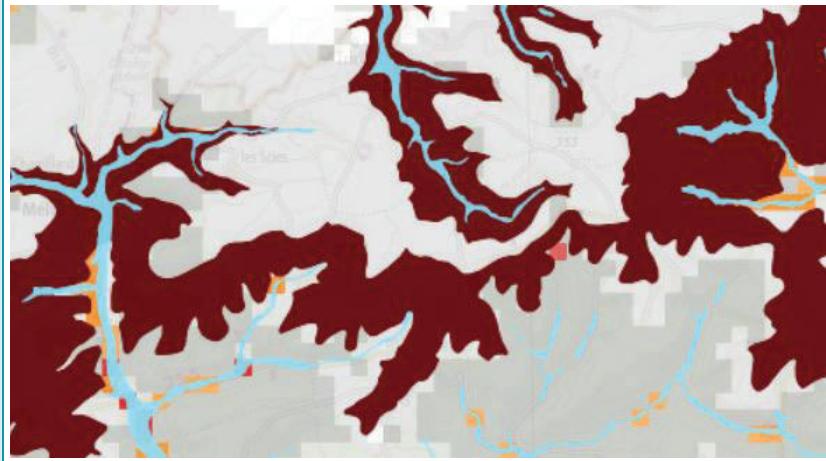
Ci-dessus, photos aériennes datant des années 1950. On s'aperçoit que les milieux qui constituent l'aire d'étude et ces alentours sont principalement composés de milieux agricoles. Les espaces boisés sont par ailleurs quasi-absent.

Type de donnée	Information	Caractère discriminant de la donnée
		Ci-dessus, photos aériennes actuelles. En comparaison avec la carte précédente (années 1950-1965), on remarque une déprise agricole et l'augmentation des surfaces boisées, ainsi que l'agrandissement des parcelles.
Topographie		La topographie du secteur concerné par l'aire d'étude des projets est assez irrégulière puisqu'elle se trouve dans un secteur vallonné comprenant plusieurs plateaux et vallons ainsi que de nombreux versants. L'altitude est comprise entre 230m et 360m d'altitude. Dans un contexte topographique aussi irrégulier il est tout à fait possible de retrouver des zones humides de différents types. En effet, les pentes, versants et vallons favorisent souvent les ruissellements, et donc localement la formation de points d'eau temporaires ou permanents. Par ailleurs la présence de cours d'eau est aussi possible.

Ci-dessus, carte topographique du secteur concerné par l'aire d'étude. On constate notamment que la topographie y est très irrégulière.

2 Résultats des prospections de terrain

2 Résultats des prospections de terrain

Type de donnée	Information	Caractère discriminant de la donnée
Géologie	<p>L'aire d'étude des projets traverse un espace comprenant plusieurs types géologiques bien distincts. Sur la carte ci-dessous sont identifiés : les sols composés de calcaire de Tonnerre en bleu foncé, les sols composés de marnes à Exogyres en bleu clair ; les sols composés de calcaires du Barrois en gris clair, les sols à alluvions récents en blanc et enfin les sols limoneux (Limons des plateaux) en beige clair.</p>  <p>Ci-dessus carte de la géologie dans le secteur de l'aire d'étude. On remarque une dominance des sols calcaires (bleu foncé et gris clair). Ces secteurs sont généralement peu propices à la présence de zones humides. Les sols marneux (bleu clair) sont eux plus favorables à la présence de zones humides et ces derniers sont surtout présents au sud et à l'est de l'aire d'étude des projets.</p>	Présence de zones humides possible sur les niveaux marneux
Remontée de nappe	 <p>Ci-dessus image indiquant les secteurs soumis à risques de remontées de nappes et d'inondations de caves aux alentours de l'aire d'étude rapprochée.</p> <p>En blanc : Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave, fiabilité forte ; En gris clair : Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave, fiabilité moyenne ;</p>	Présence de zones humides incertaine

Passages complémentaires

Type de donnée	Information	Caractère discriminant de la donnée
	<p>En gris foncé : Pas de débordement de nappe ni d'inondation de cave, fiabilité faible ; En brun : Entités hydrogéologiques imperméables à l'affleurement ; En orange clair : Zone potentielle sujette aux inondations de cave, fiabilité faible ; En orange foncé : Zone potentielle sujette aux inondations de cave, fiabilité moyenne ; En rouge : Zone potentielle sujette aux remontées de nappe, fiabilité faible ; En bleu : Enveloppes approchées des inondations potentielles cours d'eau et submersion marine de plus d'un hectare.</p> <p>Ainsi on remarque qu'une majorité de l'espace traversé par l'aire d'étude des projets n'est pas ou peu concerné par les risques d'inondations de caves, de débordements ou de remontées de nappes.</p>	

Le contexte des sites d'étude indique une probabilité plutôt faible et localisée de sols hydromorphes caractéristiques de zones humides au sein des parcelles étudiées. Ceci est notamment lié à la dominance de sols calcaires. On retrouve néanmoins plusieurs cours d'eau adjacents aux parcelles situées à l'ouest de l'aire d'étude rapprochée.

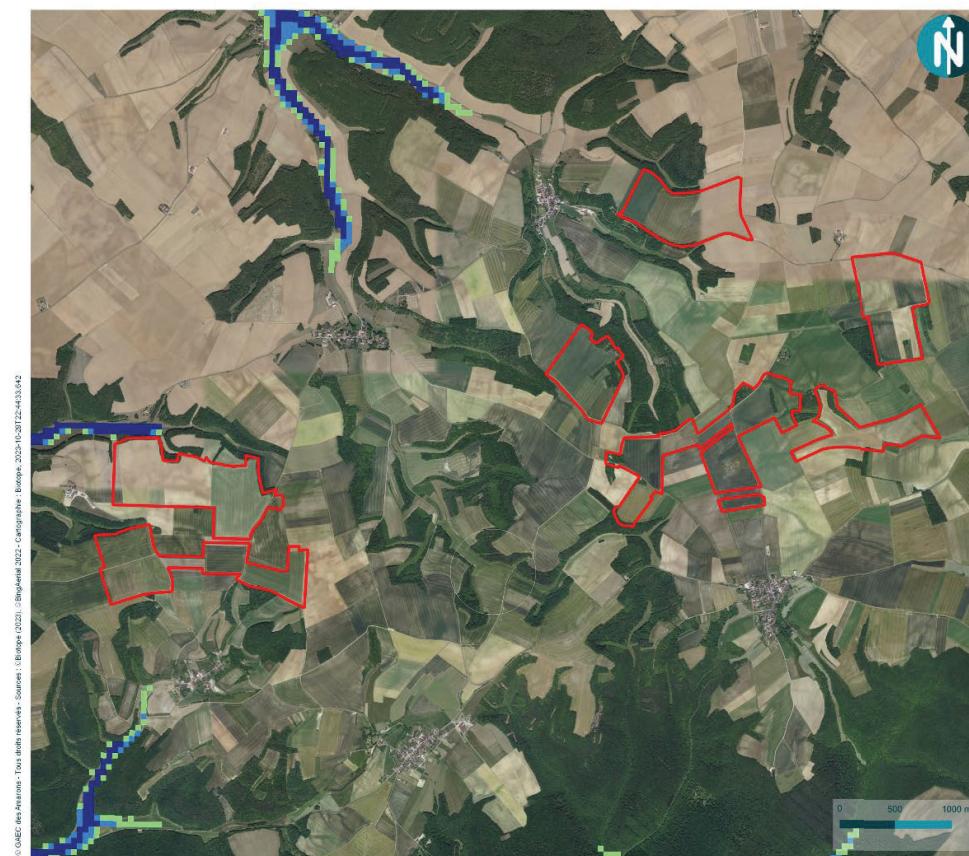
Les différentes sources de données pouvant laisser supposer la présence de zones humides sur l'aire d'étude rapprochée ont été étudiées. Les sources de données indiquent la présence de zones humides potentielles sur le territoire sont les suivantes :

- Les milieux potentiellement humides à l'échelle de la France (UMR SAS INRA-AGROCAMPUS OUEST) <https://geosas.fr/portails/?portail=mph&mode=viewer&viewer=https://geosas.fr/mapfishapp>
- BRGM (Bureau de recherche Géologiques et Minières) : <https://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do#>
- Géoportail : <https://www.geoportail.gouv.fr/>

La carte suivante présente les milieux potentiellement humides autour de l'aire d'étude à l'échelle des projets.

Passages complémentaires

2 Résultats des prospections de terrain



Cette carte n'indique **aucun milieu humide potentiel** sur l'aire d'étude des projets.

2 Résultats des prospections de terrain

2.2 Prospections de terrain

3.1.1 Ressources consultées

Differents organismes ressources ont été consultés pour affiner l'expertise sur cette mission. Ils sont listés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 5 : Acteurs ressources consultés

Organisme consulté	Site internet	Date de la consultation	Nature des informations recueillies
Géoportail et GIS Sol	www.geoportail.gouv.fr	28/10/2023	Consultation de la carte sur les types de sols répertoriés, le réseau hydrographique et la topographie
BRGM via le visualiseur InfoTerre	https://infoterre.brgm.fr/vier/MainTileForward.do#	28/10/2023	Consultation des cartes sur la géologie, topographie et les risques inondations.

3.1.2 Méthodes d'inventaires et difficultés rencontrées

Les méthodes d'inventaire sur l'aire d'étude immédiate sont présentées en annexe de ce rapport. Ci-après sont listées les difficultés de nature technique ou scientifique rencontrées.

Tableau 6 : Méthodes d'inventaires

Critère étudié	Détails de la méthode
Pédologie	Sondages pédologiques effectués à la tarière manuelle (120cm maximum de profondeur) selon une expertise terrain de zones humides.
<u>Difficultés scientifiques et techniques rencontrées sur l'aire d'étude :</u>	
L'expertise a eu lieu durant une période normalement jugée optimale pour la réalisation de sondages pédologiques. Cependant la composition des sols étudiés (calcaire dominant) a posé des difficultés à sonder profondément. Par conséquent plusieurs sondages n'ont pas pu être aboutis.	

L'objet de cette étude étant la recherche et la délimitation des zones humides sur les critères pédologiques, la réalisation de sondages pédologiques sur l'ensemble des zones étudiées est suffisante pour obtenir des résultats quant à la présence ou non de zones humides. Par ailleurs la délimitation de ces dernières, le cas échéant, est également possible par le biais de sondages pédologiques.

2 Résultats des prospections de terrain

2.1 Résultats des prospections de terrain



3.2 Analyse du critère sol

10 sondages pédologiques ont été prévus sur l'aire d'étude.

Le tableau suivant fournit pour chaque prélèvement, la profondeur maximale atteinte, les profondeurs d'apparition (P. Min) et de disparition (P. Max) des traits d'hydromorphie, et enfin le statut du sol au regard de l'arrêté précisant les critères d'identification et de délimitation des zones humides.

Sur les 10 sondages, **aucun ne peut être classé humide au titre de l'arrêté du 1^{er} octobre 2009**. On peut toutefois affirmer que 5 autres sondages correspondent à des sols qui peuvent être classé comme « non humide ». L'hydromorphie des autres sondages reste indéterminée en raison de refus de tarière lors de la réalisation de ces sondages.

Tableau 7 : Synthèse des sondages pédologiques réalisés sur l'aire d'étude

Date	N° point	Prof Max	Horizon histique		Traits rédoxiques		Traits réductives		Remarques	Conclusion
			P. Min	P. Max	P. Min	P. Max	P. Min	P. Max		
20/10/2023	100	35	-	-	-	-	-	-	Refus de tarière (cailloux)	Ind.
20/10/2023	101	45	-	-	35	40	-	-	Refus de tarière (cailloux)	Ind.
20/10/2023	102	70	-	-	45	60	-	-	Refus de tarière (cailloux)	NH
20/10/2023	103	30	-	-	-	-	-	-	Refus de tarière (cailloux)	Ind.
20/10/2023	104	30	-	-	-	-	-	-	Refus de tarière (cailloux)	Ind.
20/10/2023	105	50	-	-	-	-	-	-	-	NH
20/10/2023	106	65	-	-	-	-	-	-	-	NH
20/10/2023	107	60	-	-	-	-	-	-	-	NH
20/10/2023	108	70	-	-	-	-	-	-	-	NH
20/10/2023	109	35	-	-	-	-	-	-	Refus de tarière (cailloux)	NH

Légende :

- Les profondeurs minimales (P. Min) et maximales (P. Max) sont données en centimètres.
- NH : sol non caractéristique de zone humide ; Ind. : hydromorphie du sol indéterminé.

Passages complémentaires



2 Résultats des prospections de terrain

Tableau 8 : Illustrations et résultats des sondages pédologiques effectués



Photo du sondage pédologique (N°100)

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 35cm.

Ce sondage n'a pas pu mettre en évidence la présence de traits réodoxiques dans les premiers 35 cm de profondeur. En raison d'un refus de tarière à partir de cette profondeur, ce sol ne peut donc pas être rattaché à une classe de la table GEPPA et son hydromorphie ne peut pas être déterminée.



Passages complémentaires

2 Résultats des prospections de terrain

Photo du sondage pédologique N°101

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 45cm.

Ce sondage montre la présence de traits réodoxiques entre 35 et 40 cm de profondeur (profondeur maximale de ce sondage). Un refus de tarière n'a pas permis de poursuivre le sondage en dessous de 45cm de profondeur. Ce sol ne peut donc pas être rattaché à une classe de la table GEPPA et son hydromorphie ne peut pas être déterminée.



Photo du sondage pédologique N°102

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 70cm.

Ce sondage montre des traits réodoxiques entre 45 et 60 cm de profondeur (profondeur maximale de ce sondage). Ce sol ne présente donc pas des critères de sol humide d'après les critères de la table GEPPA. Il est classé comme **non humide**.



Passages complémentaires

2 Résultats des prospections de terrain

2 Résultats des prospections de terrain

Photo du sondage pédologique N°103

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 30cm.

Ce sondage n'a pas pu être réalisé entièrement étant donné plusieurs refus de tarières en raison de cailloux ou autres éléments bloquants présents dans le sol. Par conséquent ce sondage est classé comme indéterminé.



Photo du sondage pédologique N°104

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 30cm.

Ce sondage n'a pas pu être réalisé entièrement étant donné plusieurs refus de tarières en raison de cailloux ou autres éléments bloquants présents dans le sol. Par conséquent ce sondage est classé comme indéterminé.



Photo du sondage pédologique N°105

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 50cm.

Ce sondage ne montre aucune trace d'hydromorphie dans les premiers 50cm de profondeur (profondeur maximale de ce sondage). Par conséquent ce sol peut être considéré comme **non humide** d'après les critères d'hydromorphie de la table GEPPA.



Photo du sondage pédologique N°106

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 65cm.

Ce sondage ne montre aucune trace d'hydromorphie dans les premiers 50cm de profondeur. Par conséquent ce sol peut être considéré comme **non humide** d'après les critères d'hydromorphie de la table GEPPA.



Photo du sondage pédologique N°107

2 Résultats des prospections de terrain

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 60cm.

Ce sondage ne montre aucune trace d'hydromorphie dans les premiers 50cm de profondeur. Par conséquent ce sol peut être considéré comme **non humide** d'après les critères d'hydromorphie de la table GEPPA.



Photo du sondage pédologique N°108

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 70cm.

Ce sondage ne montre aucune trace d'hydromorphie dans les premiers 50cm de profondeur. Par conséquent ce sol peut être considéré comme **non humide** d'après les critères d'hydromorphie de la table GEPPA.



Photo du sondage pédologique N°109

Plateaux disséqués et vallons secs sur calcaires durs du portlandien. Sol dominant : Calcosols (38 %). Profondeur du sondage : 35cm.

Ce sondage ne montre aucune trace d'hydromorphie dans les premiers 35cm de profondeur. En raison d'un refus de tarière à cette profondeur, ce sondage n'a pas pu être réalisé entièrement. Par conséquent l'hydromorphie de ce sol est classé comme indéterminée.

Passages complémentaires

2 Résultats des prospections de terrain



2 Résultats des prospections de terrain

Sur les 10 sondages supplémentaires réalisés, 5 sont classés comme non humides car ne présentant des traces d'hydromorphies dans les 50 premiers centimètres de sol. Les 5 autres sondages ont une hydromorphie indéterminée puisque ces sondages n'ont pas pu être aboutis jusqu'à 50cm de profondeur minimum en raison de refus de tarières causés par la présence d'éléments bloquants dans le sol (cailloux).

3.3 Bilan concernant les zones humides

Suite à l'analyse de la bibliographie et des éléments disponibles, la potentialité de présence de zone humide sur l'aire d'étude est faible. En effet à la suite de l'analyse de la pré-localisation des zones humides, l'aire d'étude des projets ne présente pas de zones humides.

Les sondages pédologiques supplémentaires effectués en 2023 n'ont pas permis d'identifier de zones humides. Ainsi, sur la base de critères pédologiques aucune parcelle de l'aire d'étude des projets n'est classée comme « humide ».

Pour conclure, suite à l'ensemble des différentes analyses (habitats, flore, sol), 0 hectare de l'aire d'étude est considéré comme caractéristique de zone humide au titre de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides, en application des articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du Code de l'environnement.

2 Résultats des prospections de terrain

Annexes

2) Résultats des prospections de terrain

Annexe 1 : Méthodes d'inventaire des zones humides

1.1 Point sur la réglementation

La cartographie de la végétation est utilisée pour l'inventaire des zones humides. La délimitation est alors établie sur la base du contour des habitats identifiés selon la nomenclature CORINE Biotopes (Bissardon, Guibal & Rameau, 1997) ou le Prodrome des végétations de France (Bardat *et al.*, 2004). Elle a ainsi permis de différencier les habitats dits « humides » « H » des habitats « potentiellement ou partiellement humides » « pro parte, p. » ou « non caractéristique » « NC », au regard de l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009.

L'article L.211-1 du Code de l'environnement définit les zones humides comme « les terrains, exploités ou non, habituellement inondés ou gorgés d'eau douce, salée ou saumâtre de façon permanente ou temporaire, ou dont la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ».

L'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009) précise la méthodologie et les critères pour la délimitation des zones humides sur le terrain (articles L. 214-7-1 et R. 211-108 du code de l'environnement).

Un espace peut être considéré comme zone humide au sens du code de l'environnement dès qu'il présente l'un des critères suivants :

- ✓ Sa végétation, si elle existe, est caractérisée :
 - soit par des « habitats », caractéristiques de zones humides, identifiées selon la méthode et la liste correspondante figurant à l'annexe 2.2. ;
 - soit par des espèces indicatrices de zones humides, liste d'espèces figurant à l'annexe 2.1 + liste additive d'espèces arrêtée par le préfet si elle existe.
- ✓ Ses sols correspondent à un ou plusieurs types pédologiques parmi ceux mentionnés dans la liste figurant à l'annexe 1.1 et identifiés selon la méthode figurant à l'annexe 1.2.

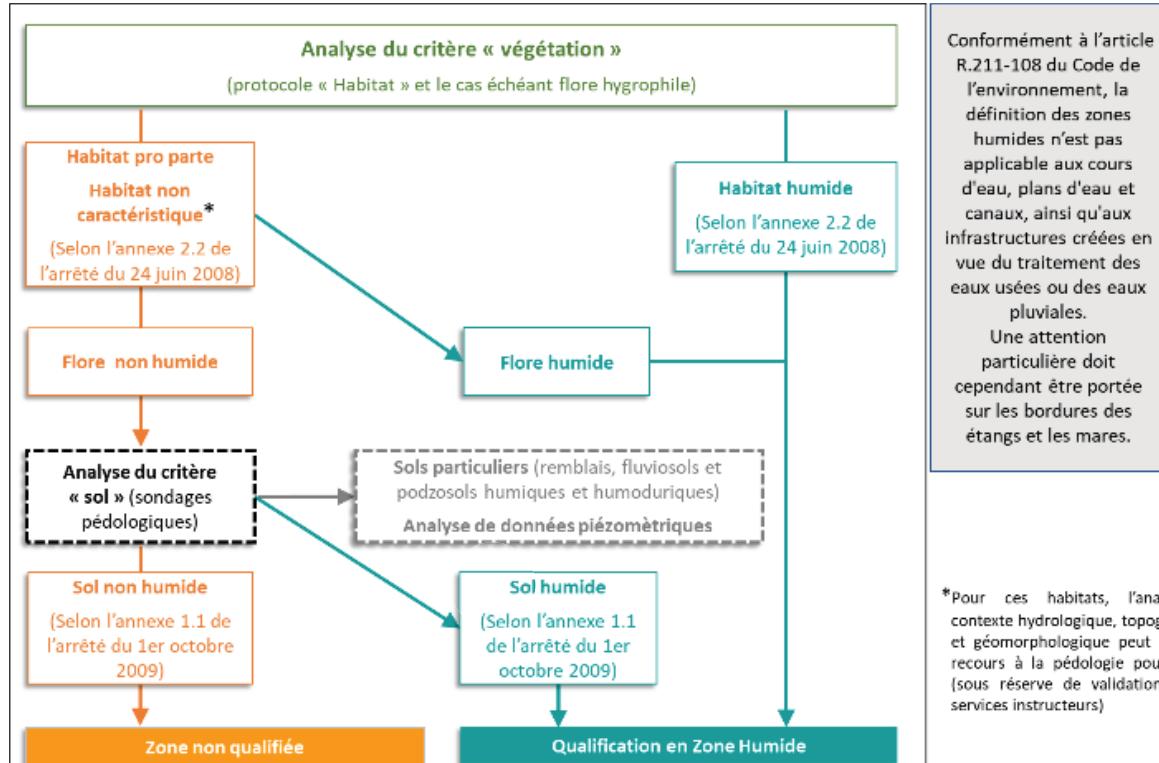
Suite à l'arrêt du Conseil d'état (CE, 22 février 2017, n° 386325) et à la note technique du 26 juin 2017 relative à la caractérisation des zones humides, NOR: TREL1711655N, il avait été considéré que les deux critères pédologique et botanique étaient, en présence de végétation, cumulatifs, et non alternatifs contrairement à ce que retenait l'arrêté (interministériel) du 24 juin 2008.

Suite à l'adoption par l'assemblée nationale et le sénat, et promulgation par le président de la république de la loi portant création de l'OFB du 26 juillet 2019, la rédaction de l'article L. 211-1 du code de l'environnement (caractérisation des zones humides) a été modifié, afin d'y introduire un "ou dont" qui permet de restaurer le caractère alternatif des critères pédologique et floristique. L'arrêt du Conseil d'Etat du 22 février 2017 n'a plus d'effet, et la note technique du 26 juin 2017 est devenue caduque.

La définition légale des zones humides est donc à nouveau fondée sur deux critères que constituent, d'une part, les sols habituellement inondés ou gorgés d'eau et la végétation ; habitats ou flore hygrophile (espèces adaptées à la vie dans des milieux très humides ou aquatiques).

La méthode retenue par BIOTOPE est donc de réaliser une cartographie de végétation permettant de couvrir relativement rapidement de grandes surfaces, tout en faisant une différenciation des habitats dits « humides » (H) des habitats « potentiellement ou partiellement humides » (pro parte) (p). Ce dernier type fera ensuite l'objet d'un examen pédologique dans la limite du nombre de points commandé par le maître d'ouvrage.

2) Résultats des prospections de terrain



Schématisation de la méthodologie de délimitation des zones humides selon la Circulaire du 18 janvier 2010, en application de l'arrêté du 24 juin 2008 (modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009) ©Biotope 2019

Il est important de rappeler que suivant la circulaire du 18 janvier 2010 et en application des Articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 :

"Dans tous les cas, lorsque le critère relatif à la végétation n'est pas vérifié, il convient d'examiner le critère pédologique ; de même, lorsque le critère pédologique n'est pas vérifié, le critère relatif à la végétation doit être examiné (cf. arbre de décision simplifié présenté en annexe 2 de la circulaire)."

De ce fait les parcelles notées comme « Non zone humide » d'après les habitats observés ne peuvent être directement caractérisées comme non-humides sans prospections pédologiques (et/ou piézométriques) complémentaires. Ces parcelles devront donc, au regard de la réglementation, demeurer dans une « couche d'alerte » afin de souligner les risques de présence de zone humide dans le cas où des aménagements seraient prévus sur la zone.

A contrario une fois l'habitat ou le sol classé comme caractéristique d'une zone humide d'après les catégories présentées dans la circulaire, la zone peut être directement classées comme zone humide avérée :

"En chaque point, la vérification de l'un des critères relatifs aux sols ou à la végétation suffit pour statuer sur la nature humide de la zone."

Enfin, il est important de souligner que la circulaire stipule que :

"Dans certains contextes particuliers (fluviols développés dans des matériaux très pauvres en fer, le plus souvent calcaires ou sableux et en présence d'une nappe circulante ou oscillante très oxygénée ; podzols humiques et humoduriques), l'excès d'eau prolongée ne se traduit pas par les traits d'hydromorphie habituels facilement reconnaissables. Une expertise des conditions hydrogéomorphologiques (en particulier profondeur maximale du toit de la nappe et durée d'engorgement en eau) doit être réalisée pour apprécier la saturation prolongée par l'eau dans les 50 premiers centimètres de sol."

2 Résultats des prospections de terrain

De ce fait, même dans les cas où des relevés phytosociologiques, ou relevés d'espèces ou pédologiques classent la zone comme non-humide, la présence de substrat sableux et la proximité avec le réseau hydrographique ou une nappe oscillante légitime la mise en place de suivis piézométriques pour justifier du caractère non-humide de la zone.

Une étude complémentaire doit dans cette situation être mise en œuvre pour préciser la « profondeur maximale » du toit de la nappe et la « durée d'engorgement » en eau afin de justifier la présence d'un engorgement à moins de 50 cm (analyse piézométrique).

1.2 Délimitation de la végétation humide

Pour le protocole « habitats », l'arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 précisant les critères de définition et de délimitation des zones humides fournit deux typologies : Corine Biotopes et le Prodrome des végétations de France (approche phytosociologique). Sur les secteurs d'habitats classés comme humides (H.) selon au moins une des deux typologies, la végétation peut être directement considérée comme humide. L'identification des habitats humides sera alors réalisée via une cartographie.

En revanche, un classement en habitat *non caractéristique* ou *pro parte* peut nécessiter une expertise botanique via la prise en compte de la flore hygrophile : celle-ci est réalisée à dire d'expert en s'inspirant du protocole « flore » proposé dans l'arrêté 2008 (Annexe 2.1).



A cet égard, l'arrêté précise que « la mention d'un habitat coté « H » signifie que cet habitat, ainsi que, le cas échéant, tous les habitats de niveaux hiérarchiques inférieurs sont caractéristiques de zones humides. » Si on prend pour exemple la classe des *Agrostietea stoloniferae* (prairies humides mésotropes à eutropes), classée Humide (tableau du Prodrome des Végétations de France de l'arrêté), les ordres et alliances de la classe sont donc également classés humides. Il n'y a de ce fait aucune utilité à déterminer le syntaxon inférieur auquel se rattache la prairie cartographiée.

Pour les habitats issus des travaux d'aménagement, des travaux agricoles ou de plantations ne permettant pas dans leur intégralité de justifier du caractère humide ou non humide de la zone considérée, différentes méthodes seront mises en place :

- **Cas 1** : relevé des espèces végétales spontanées présentes sur le site concerné en se référant à la liste des espèces de l'annexe 2 de l'arrêté de 2008 (pour les friches, les zones hyperpiétinées et les plantations ligneuses) ;
- **Cas 2** : recherche systématique des adventives et des messicoles indicatrices pour les parcelles cultivées ;
- **Cas 3** : étude pédologique pour les zones ne présentant aucune espèce spontanée (terrain de sport, de loisirs, jardins, parcs, espaces verts, cultures sans adventives, bâti...) dans la limite des points prévus par la commande.

Pour rappel, aucune analyse d'habitat n'a été réalisée dans le cadre de cette étude.

1.3 Analyse du critère sol

L'annexe 1 de l'arrêté du 1^{er} octobre 2009 modifiant l'arrêté du 24 juin 2008 présente les méthodes de terrain pour la délimitation des zones humides selon des critères pédologiques ainsi que la liste des sols caractéristiques des zones humides.

Cette méthode d'inventaire a été appliquée à l'ensemble des habitats présents au sein de l'aire d'étude que la végétation soit spontanée ou non. En effet :

Suite à l'adoption par l'assemblée nationale et le sénat, et promulgation par le président de la république de la loi portant création de l'OFB du 26 juillet 2019, la rédaction de l'article L. 211 1 du code de l'environnement (caractérisation des zones

2 Résultats des prospections de terrain

humides) a été modifié, afin d'y introduire un "ou dont" qui permet de restaurer le caractère alternatif des critères pédologique et floristique. L'arrêt du Conseil d'Etat du 22 février 2017 n'a plus d'effet, et la note technique du 26 juin 2017 est devenue caduque.

La définition légale des zones humides est donc à nouveau fondée sur deux critères que constituent, d'une part, les sols habituellement inondés ou gorgés d'eau et la végétation hygrophile (espèces adaptées à la vie dans des milieux très humides ou aquatiques).

De plus, il est important de rappeler que suivant la circulaire du 18 janvier 2010 et en application des Articles L.214-7-1 et R.211-108 du code de l'environnement, arrêté du 24 juin 2008 modifié par l'arrêté du 1er octobre 2009. :

"Dans tous les cas, lorsque le critère relatif à la végétation n'est pas vérifié, il convient d'examiner le critère pédologique ; de même, lorsque le critère pédologique n'est pas vérifié, le critère relatif à la végétation doit être examiné (cf. arbre de décision simplifié présenté en annexe 2 de la circulaire)."

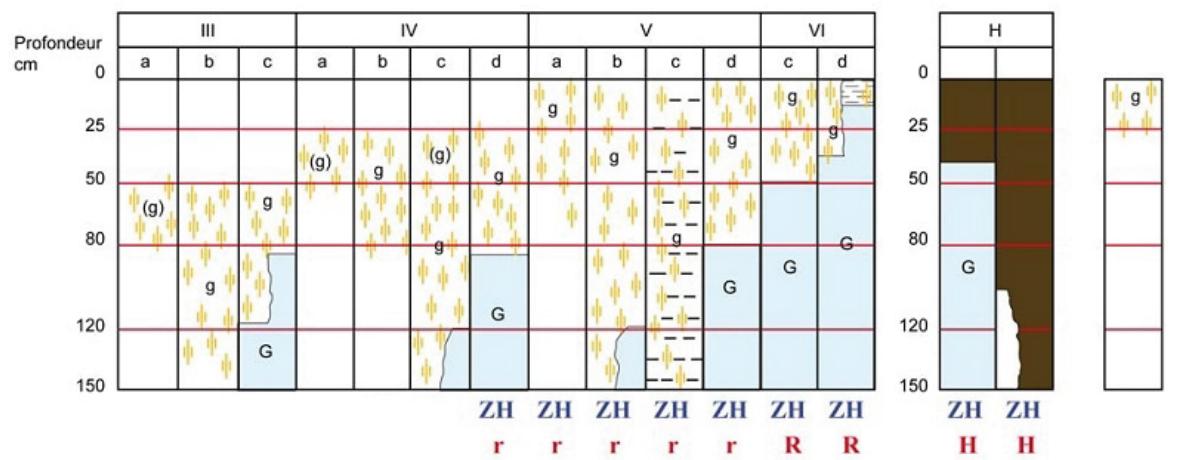
Les sondages pédologiques ont été réalisés à l'aide d'une tarière manuelle. Les relevés ont été effectués jusqu'à 120 cm dans la mesure du possible. Selon l'arrêté du 01 octobre 2009, les sols des zones humides se répartissent en 3 grandes catégories : (cf. annexe 1 de la circulaire du 1er octobre 2009) :

- **Les histosols.** Ils sont gorgés d'eau en permanence ce qui provoque l'accumulation de matière organiques peu ou pas décomposées.
- **Les réductisols.** Ils sont gorgés d'eau de façon permanente mais à faible profondeur (traits réductiques débutant à moins de 50 centimètres de profondeur dans le sol).
- **Les autres sols.** Ils sont caractérisés par :
 - Des traits réodoxiques débutant à moins de 25 centimètres du sol et se prolongeant en profondeur. ;
 - Des traits réodoxiques débutant à moins de 50 centimètres s'intensifiant plus en profondeur et des traits réductiques entre 80 et 120 centimètres.

Le tableau des classes d'hydromorphie du Groupe d'Etudes et Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA) présente plusieurs profils typiques de sols, et attribue à chacun une valeur. L'arrêté du 1er octobre 2009 prend en compte 9 de ces profils, où l'hydromorphie s'accroît du code IVd au code III.

Il peut également être précisé que si aucune trace d'horizons histiques, réodoxiques ou réductiques n'apparaît dans les premiers 50 cm, il ne devient pas nécessaire de continuer plus profondément le sondage, puisque dans tous les cas le sol ne rentre pas dans le cadre des sols caractéristiques de zone humide selon les classes du GEPPA.

2 Résultats des prospections de terrain



Morphologie des sols correspondant à des "zones humides" (ZH)

- (g) caractère rédoxique peu marqué (pseudogley peu marqué)
- g caractère rédoxique marqué (pseudogley marqué)
- G horizon réductique (gley)
- H Histosols
- R Réductisols
- r Rédoxisols (rattachements simples et rattachements doubles)

d'après *Classes d'hydromorphie du Groupe d'Étude des Problèmes de Pédologie Appliquée (GEPPA, 1981)*

Illustration des caractéristiques des sols de zones humides (d'après GEPPA, 1981)



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE

GLHD
Cultivateur d'énergie

PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon
Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXE 4

Charte d'engagement environnemental des exploitants agricoles EHPY
dans le cadre du dossier d'étude d'impact sur l'environnement

EHPY / GLHD

Décembre 2023



Contexte :

Dans le cadre du dépôt des demandes d'autorisations des projets des hauts-plateaux, le maître d'ouvrage s'est engagé à un certain nombre de mesures d'évitement et de réduction des impacts des projets sur l'environnement.

Des adaptations ont été intégrées dès la phase de conception, tel l'évitement d'un maximum de zones à enjeu écologique et à risque. Ces adaptations constituent un pan important du travail de recherche des projets de moindre impact environnemental.

D'autres mesures, spécifiques au contexte des projets, ont été proposées pour éviter ou réduire les impacts, ou pour lui conférer une réelle dimension agrivoltaïque. La bonne mise en œuvre de certaines de ces mesures est néanmoins conditionnée à l'accord des exploitants des parcelles concernées.

La présente charte d'engagement environnementale liste les modalités que le collectif EHPY s'engage à respecter pendant toute la durée de l'exploitation des fermes agrivoltaïques des hauts-plateaux pour garantir l'effectivité de ces mesures qui ont pour finalité le maintien, la conservation, la gestion ou la restauration d'éléments de la biodiversité ou de services écosystémiques.



Engagements dans le cadre de la mesure MR-G08 :

Limitation du risque de pollution du sol et des eaux superficielles et souterraines

Engagements d'EHPY :

- Equipement de chaque véhicule et engins agricoles intervenant sur les îlots d'un kit anti-pollution fournis par le Maître d'ouvrage.

Engagement dans le cadre de la mesure MR-B05 :

Préservation des continuités écologiques : adaptation des clôtures

Objectif de la mesure :

Assurer la sécurité des installations tout en conservant une perméabilité maximale pour la petite faune locale.

Engagement d'EHPY :

- Ne pas dégrader les clôtures et les passages à faune.



Engagements dans le cadre de la mesure MR-B06 :

Plantation de haies pour l'intégration des projets au sein de la trame écologique locale

Objectifs de la mesure :

Intégrer les projets au sein de la trame écologique et paysagère locale.

Créer des habitats naturels supplémentaires pour la faune.

Planter des essences locales.

Engagements d'EHPY :

- Plantation des 5,6km de haies localisées sur la [Carte 1](#) ci-contre ;
- Plantation de haies bocagères avec des essences locales préconisées en Bourgogne-Franche-Comté et adaptées au contexte des sites ;
- Modalités d'entretien des haies :
 - Absence de traitement phytosanitaire, sauf traitement localisé conforme à un arrêté préfectoral de lutte contre certains nuisibles ;
 - Utilisation de matériel n'éclatant pas les branches ;
 - Maximum 3 opérations d'entretien de la haie sur les deux faces sur 5 ans. Des opérations d'entretiens supplémentaires pourront être réalisées si la haie risque de dégrader les clôtures.
 - Réalisation des opérations d'entretien entre août et fin octobre, sous réserve de respect des contraintes réglementaires locales en vigueur ;
 - Maintenir un ratio de 50/50 entre les haies hautes et basses ;
 - Favoriser la diversité d'essences tout en maintenant uniquement les essences locales ;
 - Gestion qualitative et durable des haies.



Carte 1 : Carte de localisation des linéaires de plantation de haies



Engagements dans le cadre de la mesure MR-B08 :

Mise en place d'une gestion raisonnée de la végétation interstitielle (entretien des zones non exploitées et non pâturées)

Objectifs de la mesure :

Gérer les espaces végétalisés de manière attractive et non impactante pour la faune et la flore.

Adapter les pratiques d'entretien des zones non exploitées (bordures de clôture et pieds de panneaux) dans le but de favoriser la biodiversité, via du pâturage et/ou une gestion différenciée.

Engagement d'EHPY :

- Ensemencement d'une prairie permanente (mélange d'espèces prairial de cortège végétal avec graminées et légumineuses) sur les zones non exploitées avant le début des travaux afin qu'il n'y ait pas de sol nu (le coût des semis étant pris en charge par le maître d'ouvrage).
- La troupe ovine viendra pâturez les surfaces difficilement exploitables (au niveau des pieux, autour des pistes, des locaux techniques, aux pieds des clôtures etc.).
- Si certaines des zones non exploitées ne sont pas pâturées, un broyage des refus de pâturage avant égrainage ou une fauche sera mise en place ;
- Sous couvert de compatibilité avec les impératifs de sécurité incendie, la fauche sera réalisée selon les modalités suivantes :
 - Minimum 10 voire 15 cm, si le matériel agricole et la hauteur des modules le permettent ;
 - Tardive (dès la mi-juillet) ;
 - Centrifuge ;
 - Étalées sur la durée afin de permettre le maintien d'habitats de reports ;
 - Export des résidus de fauche pour ne pas enrichir le sol ;
 - Pas ajouts d'intrant (engrais chimique ou organique) ;
 - Pas d'utilisation de produit phytosanitaire ;
 - Mise en place d'un plan de lutte contre les espèces envahissantes en cas de développement.



Engagements dans le cadre de la mesure MR-B09 : Création de milieux herbacés et entretien du couvert

Objectif de la mesure :

Créer des milieux favorables à la biodiversité en convertissant des terres en agriculture conventionnelle en prairies permanentes et jachères. Proposer des habitats de report à l'avifaune des milieux ouverts, en particulier l'Alouette des champs pour la nidification et la chasse, et les Busards cendré et Saint-Martin pour la chasse.

Engagements d'EHPY :

Conversion en jachères ou en prairies temporaires ou permanentes, pâturées ou fauchées, et conduites en agriculture raisonnée de 27 hectares en respectant les dates de nidification pour l'avifaune et le calendrier des espèces (prairie retourner/semer avant printemps). Ces surfaces seront conventionnées entre le Maitre d'Ouvrage et des exploitants de l'association EHPY avant le démarrage du chantier. Ces conventionnements se feront par période renouvelable afin d'assurer 27 ha de zone de report pendant toute la durée de l'exploitation des fermes agrivoltaïques.

Les surfaces visées seront préférentiellement les zones agricoles intermédiaires entre les boisements et les clôtures des îlots (cf. zone en bleu dans la carte ci-dessous), mais les autres parcelles agricoles situées dans un rayon de 1000m autour des îlots agrivoltaïques sont aussi éligibles à cette mesure. Cette conversion fera l'objet d'une indemnité par le Maitre d'Ouvrage.

- Modalités de mise en œuvre pour le semis :**

- Préparation du sol pour préparer un lit de semence fin et débarrassé de tout résidu de culture ou autres végétaux, et tassé à l'aide de rouleau ;
- Méthode de semis de la prairie entre 25 et 30 kg/ha en proportion, à l'aide du semoir (bottes du semoir relevées ou à la volée, à une profondeur de 1cm maximum), réalisés à partir de fin aout ou septembre, suivi d'un léger tassement,

- Modalités de mise en œuvre pour l'entretien :**

- L'entretien des couverts aura lieu par fauche et/ou par passages réguliers d'une troupe ovine ;
- Sous couvert de compatibilité avec les impératifs de sécurité incendie, les modalités de fauche sont les suivantes :
 - Minimum 15cm ;
 - Tardive (dès la mi-juillet) ;
 - Réalisée en début de matinée ;
 - Centrifuge ;
 - Export des résidus de fauche pour ne pas enrichir les sols ;
 - Pas ajouts d'intrant (engrais chimique ou organique) ;
 - Pas d'utilisation de produit phytosanitaire non autorisé dans le cadre d'une agriculture certifiée biologique ;
 - Mise en place d'un plan de lutte contre les espèces au caractère envahissant en cas de développement ;
 - Les fourrages pourront être récoltés et venir à alimenter la troupe ovine ou être commercialisés à l'export.



Carte 2 : Carte de localisation des surfaces préférées à convertir



Engagements dans le cadre de la mesure MR-B10 :

Réaliser un suivi de l'activité avifaunistique pour les rapaces nicheurs (busards) et des nichées possibles avec protection des nids

Objectif de la mesure :

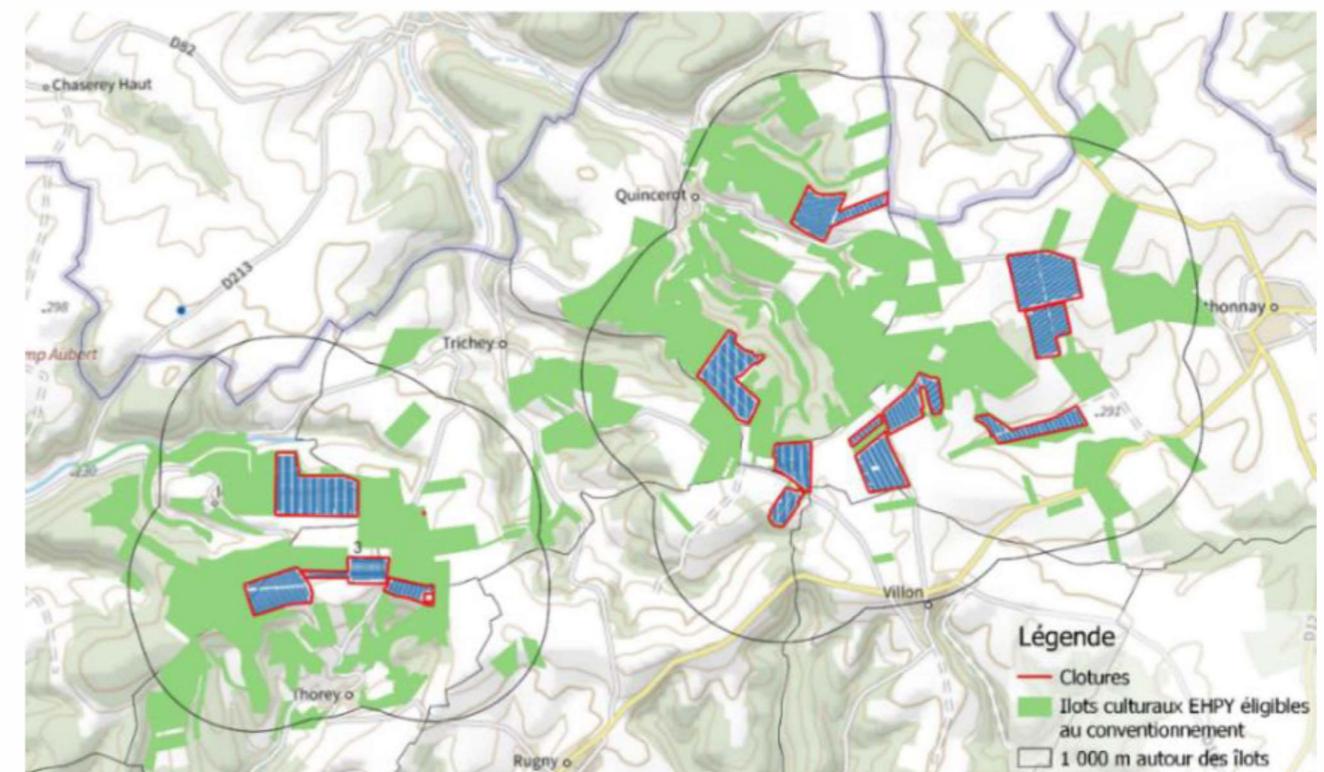
Garantir la protection des nichées des Busards cendrés et Saint-Martin.

Engagements d'EHPY :

- Accord pour la mise en œuvre du suivi sur les îlots agrivoltaïques ;
- Accord pour la mise en œuvre du suivi sur les îlots culturaux déclarés à la PAC par les exploitants de l'association EHPY (soit 930ha hors îlot agrivoltaïques, carte 3 ci-contre) ;
- Si un exploitant est informé de la présence d'un nid de busard sur une parcelle conventionnée, l'exploitant informera l'écologue en charge de l'assistance environnementale de la date de la récolte de cette parcelle au moins 7 jours à l'avance ;
- L'exploitant préservera un îlot non récolté autour des nids localisés (image ci-après).



Figure 1 : Exemple de zone évitée lors de la moisson



Carte 3 : Carte de localisation des îlots culturaux EHPY éligibles au conventionnement



Engagements complémentaires pour la protection des busards dans le cadre de la mesure MR-B10

Objectifs :

Les busards changent de nids chaque année et cette rotation se fait en fonction des cultures. Sécuriser les couples sur des secteurs en leur offrant des sites pertinents et en diversifiant les cultures qui leurs sont favorables pour s'adapter aux deux espèces qui peuvent nicher dans la zone (Busard cendré et Busard Saint-Martin).

Engagements d'EHPY :

- Sur les îlots culturels déclarés à la PAC par les exploitants de l'association EHPY présents dans un rayon de 1000 m autour des projets (soit 930ha hors îlot agrivoltaïques, cf. [Carte 3](#) précédente), un minimum de 213 ha seront dédiés chaque année et pendant toute la durée de l'exploitation des fermes agrivoltaïques à une rotation de cultures favorables aux busards (blés, orge, seigle, fauches tardives), sous réserve que le contexte climatique, agronomique et économique permette la mise en œuvre de ces cultures sur les 40 années d'exploitation.



Engagements de mise en œuvre de pratiques agricoles respectueuses de l'environnement au sein des îlots agrivoltaïques

- Conduite des cultures en agriculture biologique au sein des îlots agrivoltaïques. Cette conversion sera lancée à partir de l'obtention de l'ensemble des autorisations préalables à la construction des fermes agrivoltaïques, et que l'ensemble de ces autorisations soient purgées de tout recours. Cette conversion se fera sous réserve que les aides à la conversion soient garanties pendant les cinq années de conversion, que le marché du biologique maintienne un équilibre économique pour l'exploitation agricole et que la conversion en agriculture biologique ne mette pas en difficulté le caractère agrivoltaïque au sens des décrets (en attente à ce jour). Si l'une de ces conditions n'est pas remplie, l'exploitation agricole sera conduite en HVE (Haute Valeur Environnementale) et Zéro Résidu de Pesticide comme indiqué dans l'Etude d'Impact sur l'Environnement.



Engagements dans le cadre des recommandations de l'ARS :

- Remise en culture ou en prairie des îlots suite au démantèlement des projets agrivoltaïques.
- Au sein des îlots agrivoltaïques compris dans les Périmètres de Protection Eloignée du Puits des scies et du Bassin d'Alimentation de Captage du Puits d'Hôtant (cf. [Carte 4](#) ci-contre) :
 - Pas de réalisation du plein des engins agricoles sur site ;
 - Pas de stationnement en fin de journée sur site ;
 - Pas de maintenance lourde sur site ;
 - Pas de stockage de carburant sur site ;



Engagement dans le cadre de la mesure MA-B01 :

Favoriser l'installation de la petite faune (hibernaculum, gîtes, tas de branches...)

Objectifs de la mesure :

Mettre en place des micro-habitats, sous forme de tas de débris végétaux (branches, tronçons de bois, couverture de feuilles...) et de pierriers/hibernaculum (tas de gravats, monticule de pierres...), pour offrir des zones de refuges à la faune.

Engagements d'EHPY :

- Respecter les hibernaculum mis en place et préserver autant que possible leurs fonctionnalités écologiques.



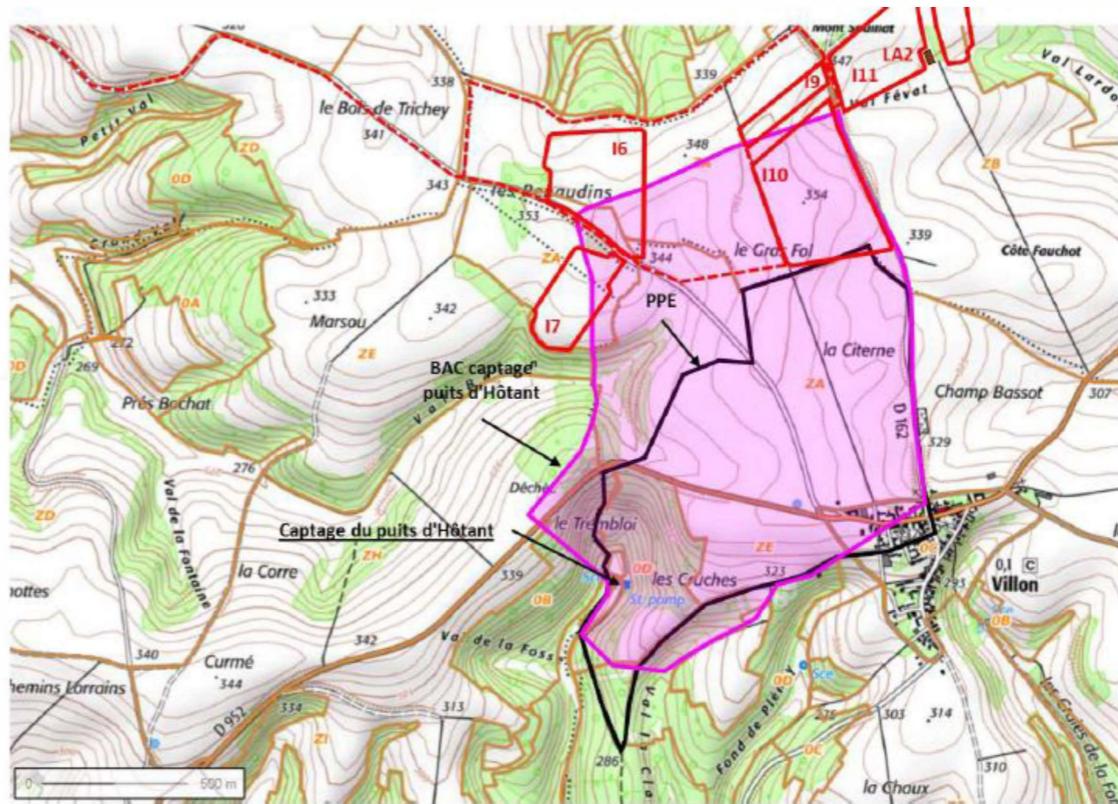
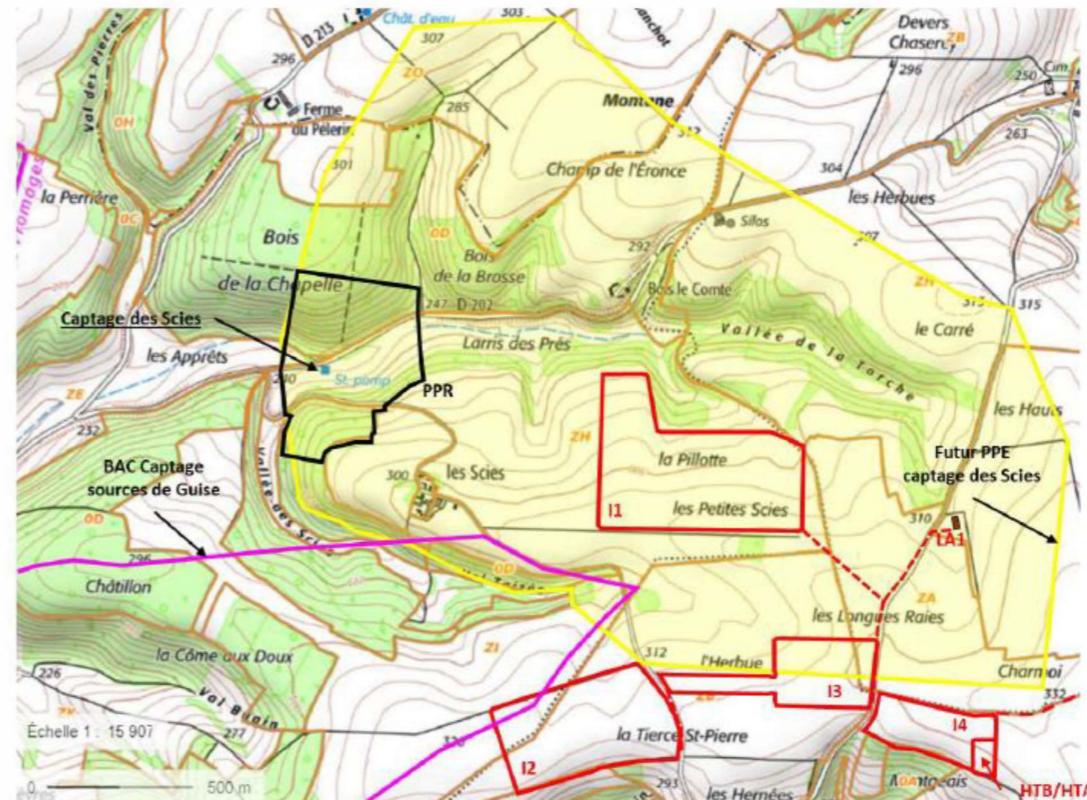
Engagement dans le cadre des suivis environnementaux

- Consentir au passage des écologues et à mettre en œuvre des éventuelles mesures correctives si cela s'avère nécessaire et tant que celles-ci ne sont pas incompatible avec le caractère agrivoltaïque des îlots.



Autre engagement :

- Aucun stockage en grande quantité de produit explosif ou inflammable au sein des bâtiments agricoles des fermes agrivoltaïques. L'acheminement des produits se fera au gré des besoins constatés.



Carte 4 : Cartes de localisation du Périmètre de Protection Eloignée du Puits des Scies et du Bassin d'Alimentation de Captage du Puits d'Hôtant.

Les membres du bureau de l'association EHPY,

Signatures :

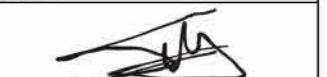
Sylvain JESSIONESSE, Président



Jean-Claude LEONARD, Vice-Président



Adrien RETIF, Vice-Président



Bruno GABRIOT, Vice-Président



Nicolas POINSOT, Vice-Président



Christelle SEURAT, Secrétaire



Vincent FAILLOT, Trésorier





E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE

GLHD
Cultivateur d'énergie

PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon
Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXE 5

Réponse à l'avis hydrogéologique relatif à la demande d'aménagement de 14 îlots agrivoltaïques
dans le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable du "Puits d'Hôtant" sur la commune de Villon.

Rapport H.A. 23-8918 - HAUTS PLATEAUX DE L'YONNE, Mai et Juin 2023

Décembre 2023



Contexte :

Les projets des fermes agrivoltaïques se situent partiellement dans le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable du "Puits d'Hôtant" de la commune de Villon, et en amont du captage d'eau potable du "Puits des Scies" de la commune de Mélisey dont les périmètres de protection ont été récemment révisés.

Dans ce cadre et après consultation par GLHD de l'ARS, Jérôme Gautier, hydrogéologue agréé en matière d'hygiène publique pour le département de l'Yonne, a été missionné pour émettre un avis hydrogéologique relatif aux projets. Cet avis est annexé au présent document ([Annexe 5.1](#)). Sous réserve de la mise en place des préconisations proposées dans cet avis, Jérôme Gautier donne un avis favorable.

Ces recommandations concernent plus particulièrement :

- L'îlot n°1 situé dans le PPE révisé du captage du "Puits des Scies", le bâtiment agricole LA1 et le réseau électrique reliant les îlots n°1, n°3 et le bâtiment LA1 également totalement inclus dans ce PPE ;
- L'îlot n°3 pour partie située dans le PPE révisé du captage du "Puits des Scies" ;
- L'îlot n°10 situé pour une petite partie dans le PPE du captant du "Puits d'Hôtant", mais en quasi-totalité dans son bassin d'alimentation ;
- Le réseau électrique reliant les îlots n°6 et n°10 situé dans le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant".

Le présent document annexé au mémoire en réponse aux observations émises par la missions régionale de l'autorité environnementale dans son avis du 18 aout 2023 – n°bfc-2023-3902 présente les engagements du maître d'ouvrage et les mesures prévues pour prendre en compte et mettre en place les préconisations de l'avis hydrogéologique.

Ces engagements et mesures concernent donc l'îlot 1, l'îlot 3, le bâtiment LA1, l'îlot 10 ainsi les linéaires de réseau électrique inclue dans le PPE révisé du captage du « Puits des Scies » et BAC du « Puits d'Hôtant ».

Recommandations en phase pré-travaux :

« *Le maître d'ouvrage et le maître d'œuvre du projet devront joindre au dossier de consultation des entreprises, une notice de respect de l'environnement (NRE), lequel devra spécifier le contexte environnemental du projet et les secteurs à risques ou à enjeux (= zones d'infiltration préférionales), la localisation de ces secteurs, les exigences et les mesures attendues, ... Les entreprises élaboreront ensuite sur la base du NRE un schéma organisationnel du plan de respect de l'environnement, document contractuel qui servira à l'élaboration du plan de respect de l'environnement (PRE).* »

Réponse de GLHD :

Le Maître d'Ouvrage prévoit dans l'étude d'impact sur l'environnement la mise en place d'un Plan Gestion Coordination de l'Environnement : [Mesure MA-G05 : Mise en place de pratiques de chantier respectueuses de l'environnement et sensibilisation aux questions environnementales](#) (Page 453)

« *Un Plan Gestion Coordination de l'Environnement rédigé par le maître d'ouvrage et porté à connaissance des équipes travaux regroupe l'ensemble des mesures environnementales applicables en phase travaux et exploitation. Une sensibilisation et information du personnel et de l'encadrement aux questions environnementales sera mis en place.* »

Le Maître d'ouvrage s'engage à ajouter à son PGCE le contexte environnemental relatif à la qualité des eaux, les secteurs à risques ou à enjeux (avec la documentation disponible au jour des consultations), les exigences et les mesures attendues.

Le suivi de cette mesure est assurée par un coordonnateur environnement, tel que défini dans la mesure [MA-G07 - Suivi en phase de réalisation des travaux par un coordonnateur Environnement et un coordinateur CSPS](#) (Page 455).

Recommandation en phase pré-travaux :

« *Les travaux devront être arrêtés par temps de pluie.* »

Cette mesure est déjà prise sur l'ensemble des projets : [MR-G03 : Prévention des pollutions chroniques et accidentelles](#), page 452 de l'étude d'impact sur l'environnement.

« *Pour limiter la production de matières en suspension, la réalisation des travaux se fera autant que possible hors des périodes pluvieuses. Une consultation journalière des conditions météorologiques permettra de prévoir l'arrêt éventuel du chantier en cas de précipitations importantes. Pour les travaux les plus impactant (terrassements...), une intervention en période de basses eaux et hors période pluvieuse permettra en outre :*

- D'éviter tout transport rapide de pollution (mécanique ou chimique),
- De faciliter le travail à sec,
- De traiter rapidement une éventuelle pollution accidentelle (déversement d'hydrocarbures, de béton...) par pompage ou écopage. »

« *La topographie du site ne sera pas modifiée.* »

En dehors du poste HTB situé hors du PPE révisé du captage du « Puits des Scies » et du BAC du « Puits d'Hôtant », les projets ne prévoient que des terrassements légers pour l'aménagement des pistes, des locaux techniques et du poste de transformation, sans modifier le modèle topographique des sites puisque les aménagements sont soit faibles superficies (locaux techniques et postes), soit réalisés au terrain naturel (pistes). Ces remaniements sont peu profonds, peu contraints et peu impactants.

La topographie du site ne sera donc pas modifiée.

« *Les écoulements superficiels devront être gérés en fonction de la topographie du site en collectant séparément les eaux claires issues du bassin versant en amont des différentes zones de chantier de celles issues de l'emprise du chantier. Les eaux claires seront détournées directement en aval hydraulique de chaque zone de chantier vers un milieu végétalisé avant qu'elles ne soient pas polluées.* »

La mesure [MR-G03 : Prévention des pollutions chroniques et accidentelles](#), page 452 de l'EIE, a pour objectif de prévenir toute pollution du milieu, des eaux superficielles et souterraines :

- « *Maintenance préventive du matériel et des engins (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques) afin qu'ils soient en conformité avec les normes actuelles et en bon état d'entretien ;*
- *Localisation des installations de chantier adaptée vis-à-vis des ruissellements (la base-vie du chantier devra être installée au niveau de zones non inondables) ;*

- Sanitaires de chantier mis en place ;
- Collecte et évacuation des déchets du chantier selon les filières agréées ;
- Maintenance et vidanges auront lieu à l'extérieur du site chez un professionnel sauf en cas d'interventions liées à une panne ;
- Le stationnement des engins se fera également sur une aire étanche avec rétention ;
- Pour limiter la production de matières en suspension, la réalisation des travaux se fera autant que possible hors des périodes pluvieuses. Une consultation journalière des conditions météorologiques permettra de prévoir l'arrêt éventuel du chantier en cas de précipitations importantes. »

Sur les zones de projets concernées par le PPE révisé du captage du « Puits des Scies » et BAC du « Puits d'Hôtant », le maître d'ouvrage s'engage en complément à mettre en place la mesure proposée.

« Les eaux souillées issues de l'emprise de chaque chantier sont obligatoirement décantées avant infiltration, leur rejet direct vers les points bas et les zones d'infiltration préférées est strictement interdit. Ceci suppose donc d'abord, à l'instar du captage du "Puits d'Hôtant", et pour les projets situés dans le PPE du captage du "Puits des Scies", une identification préalable des zones d'infiltration préférées (failles, diaclases) dans le PPE du captage du "Puits des Scies".

L'identification des zones d'infiltration préférées au sein du PPE du captage du "Puits des Scies" sera réalisée grâce à la mise en œuvre d'une étude hydrogéologique détaillée comme suit :

- Une étude structurale à partir de la carte géologique, de la topographie, des photographies aériennes, des éléments relevés sur le terrain permettant d'identifier les différents linéaments attribuables à des failles avérées ou supposées sur un secteur élargi centré sur l'îlot n°1 et intégrant les tranchées connexes.
- Une étude géophysique à partir de la réalisation de panneaux électriques orientés perpendiculairement aux linéaments préalablement repérés et pour une profondeur d'investigation de l'ordre de 60 m. L'objectif est de repérer l'emplacement exact de failles ainsi que la nature et l'épaisseur des terrains. De prime abord, les panneaux électriques seront orientés nord-sud ou nord-est/sud-ouest. Le nombre de panneau à réaliser sera fonction du nombre de linéaments repérés.
- Au droit des zones d'infiltration préférées, et dans le cadre de l'étude géotechnique, la mise en œuvre de tests de perméabilité (par la méthode PORCHET à niveau variable) sur des fosses parallélépipédiques (1x 2.50m) d'une profondeur de 2.00 m maximum ; à défaut d'une identification de telles zones, il sera réalisé à minima une fosse et un test au droit de chacun des 7 postes de transformation prévus sur l'îlot n°1.
- Les zones d'infiltration préférées caractérisées par une très bonne vitesse d'infiltration $\geq 800 \text{ l}/\text{heure}$ seront exclues du projet et protégées des ruissellements issus de l'îlot n°1.

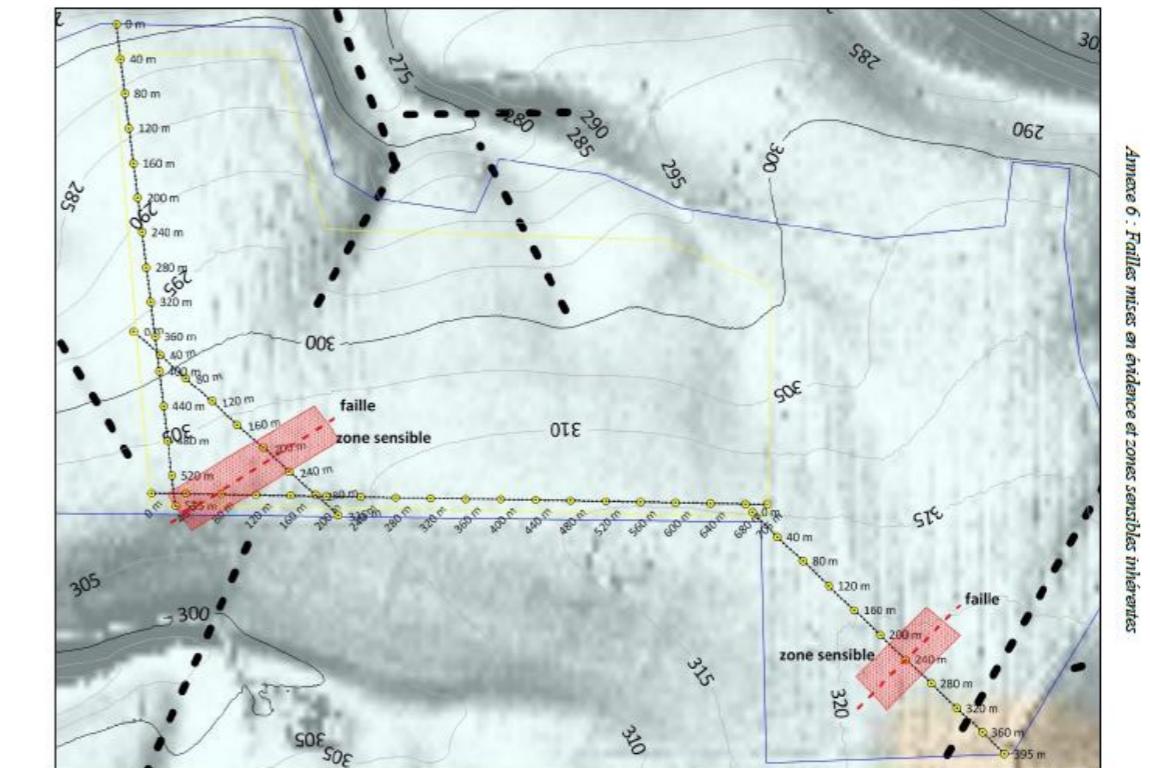
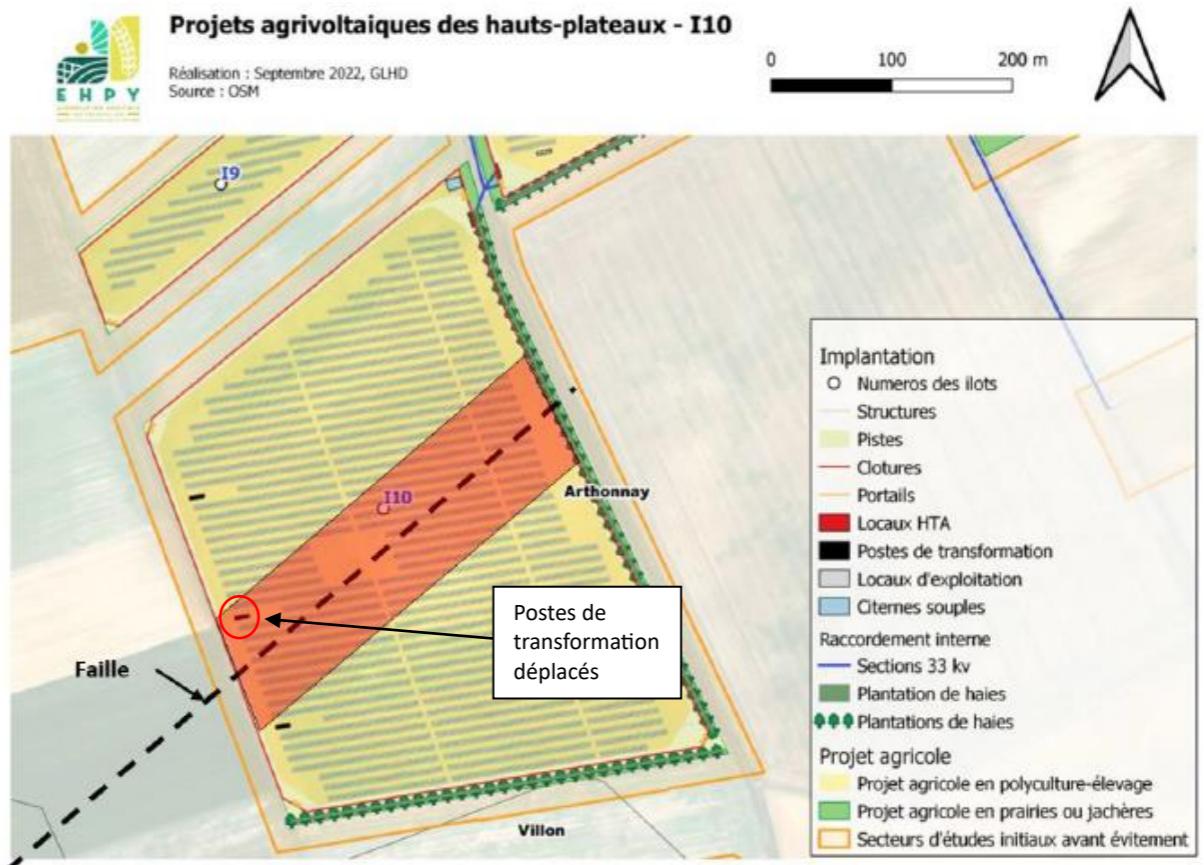
La faille orientée NE-SO qui traverse l'îlot n°10 en son centre est un vecteur préférentiel d'écoulement vers le captage du "Puits d'Hôtant". La zone sensible est définie comme une bande de terrain de 50 m minimum de part et d'autre du tracé de cette faille, symbolisée en rouge sur la Figure 4 suivante. Cette bande de terrain doit faire l'objet d'une vigilance particulière durant la phase travaux et doit notamment être protégée de tout ruissellement d'eaux souillées issu du chantier. Je recommande également le déplacement des deux postes de transformation inclus ou proche de cette bande et situés au sud de ce projet.

Dans le cas où l'étude hydrogéologique révélerait la présence de faille au droit de l'îlot n°1, des précautions identiques devront être mises en œuvre autour des failles identifiées comme zones préférées d'infiltration, à l'exclusion des zones très perméables (vitesse d'infiltration $\geq 800 \text{ l}/\text{heure}$) qui seront totalement exclues du projet. »

Concernant l'îlot 10, le maître d'ouvrage s'engage comme préconisé à déplacer le poste de transformation (voir [Carte 1](#) ci-contre) situé dans la « zone sensible » de la faille orientée NE-SO traversant l'îlot afin qu'ils soient en dehors de la « zone sensible ».

Afin de répondre à cette même préconisation pour l'îlot 1, le maître d'ouvrage a missionné le Bureau d'Etude IDUNA Géophysique pour la réalisation d'une mission de reconnaissance structurale et géophysique du sous-sol de l'îlot 1, et notamment au droit des postes de transformation de l'îlot et de sa tranchée connexe.

Le rapport de l'étude menée par IDUNA Géophysique est annexé au présent document ([Annexe 5.2](#)). Cette étude révèle notamment la présence d'une faille orientée NE-SO à l'extrémité Sud-Ouest de l'îlot 1, et une faille orientée NE-SO au niveau de la tranchée connexe de l'îlot (voir [Carte 2](#) ci-contre).



Le maître d'ouvrage s'engage à déplacer les deux postes de transformation à l'extrême Sud-Ouest de l'îlot 1 (cf. [Carte 3](#) ci-contre) situés dans et proche de la « zone sensible » de la faille orientée NE-SO identifiée à l'extrême Sud-Ouest de l'îlot, afin qu'ils soient en dehors de cette « zone sensible ».

Le maître d'ouvrage s'engage également à ce que les eaux souillées issues de l'emprise de chaque chantier soient obligatoirement décantées avant infiltration, et que leur rejet direct vers les points bas et les zones d'infiltration préférentielles au niveau des îlots 10 et 1 soit strictement interdit.

Concernant l'îlot 10, la zone d'infiltration préférentielle vers lesquelles les rejets seront interdits est celle identifiée sur le [Carte 1](#) précédemment citée (faille NE-SO traversant l'îlot).

Concernant l'îlot 1, la [Carte 4](#) ci-contre indique les zones d'infiltration préférentielles vers lesquelles les rejets seront donc interdits :

- La faille F1, orientée NE-SO, à l'extrême Sud-Est de l'îlot 1 ;
- La faille F2, orientée NE-SO, au niveau de la tranchée connexe de l'îlot 1 ;
- Les deux linéaments L1 et L2 identifiés sur la partie nord de l'îlot 1 par l'étude structurale.

En phase amont de la phase de travaux, l'Etude d'Impact prévoit la réalisation d'une étude géotechnique ([MA-G01](#)) et d'une étude hydrogéologique ([MA-G02](#)). Le maître d'ouvrage s'engage à ce que soit réalisé dans le cadre de ces études :

- Une étude géophysique qui précisera la localisation des potentielles zones d'infiltration préférentielles liées aux deux linéaments L1 et L2 ;
- Des tests de perméabilité au droit des zones d'infiltrations préférentielles identifiées.

Si des tests de perméabilité révèlent des zones d'infiltration préférentielles caractérisées par une très bonne vitesse d'infiltration $\geq 800 \text{ l/heure}$, le maître d'ouvrage s'engage à mettre en œuvre les mesures nécessaires pour protéger ces zones des ruissellements issus du chantier, en coordination avec l'ARS.

Concernant les postes de transformation, selon les normes en vigueur (C13200), les transformateurs d'une puissance inférieure à 40 MVA seront équipés d'un bac de rétention à extinction naturelle intégré, composé d'une cuve de rétention étanche d'un volume équivalent au volume d'huile et d'un dispositif d'auto-extinction instantané en cas d'incendie.

« Les sols décapés (chenillage, créations de sillons, etc.) seront protégés dès que possible (paillage par mulch, géotextile, etc.). »

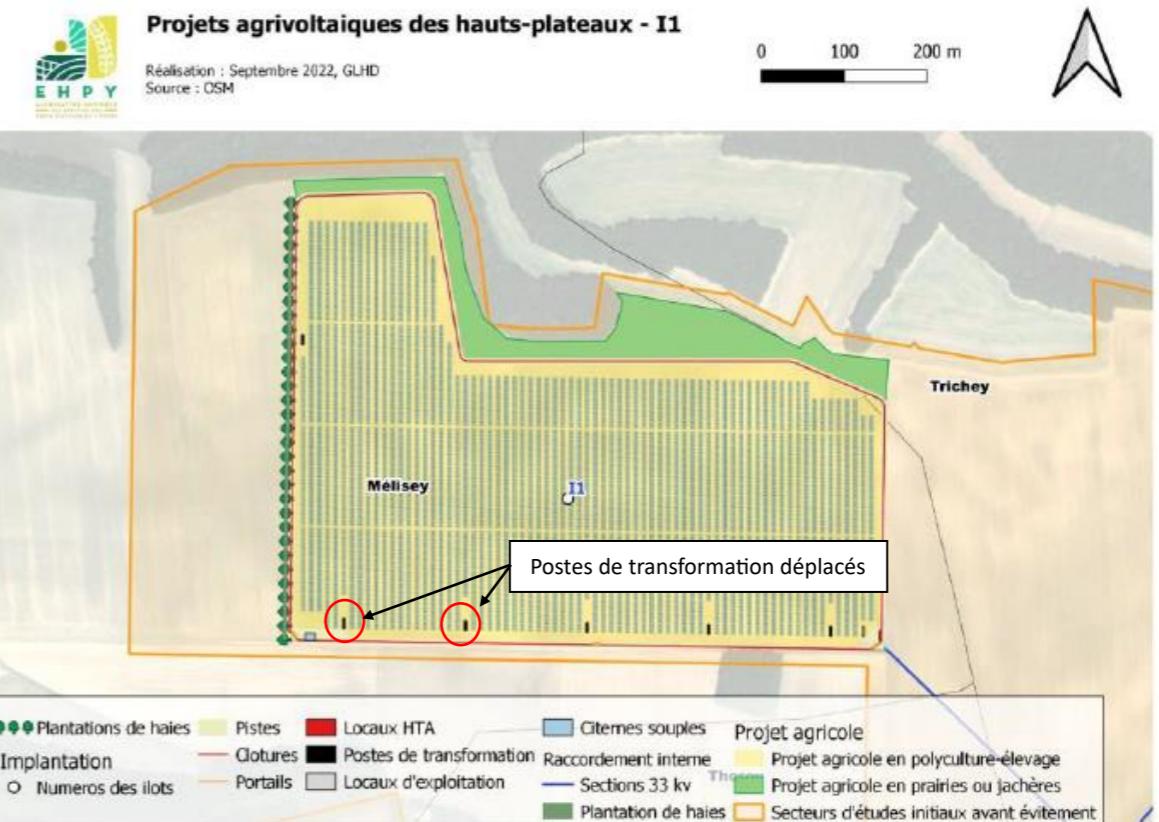
Le maître d'ouvrage s'engage à ce que les sols décapés (chenillage, créations de sillons, etc.) soient protégés dès que possible (paillage par mulch, géotextile, etc.).

« Les panneaux sont portés par des pieux battus ou vissés dont la profondeur d'ancre ne dépasse pas 1.50 m de profondeur. L'utilisation de béton est interdite. La pose de longrines en béton n'est pas requise. En revanche, ce type de support pourra être mis en place de manière exceptionnelle dans le cas d'un refus d'ancre du pieu battu ou vissé (à prévoir au cas par cas) et moyennant un décapage superficiel (10 cm maximum) du sol pour stabiliser la longrine. »

La pose des pieux par battage sera systématiquement privilégiée. Ce mode de fondation léger et rapide permet de s'affranchir de l'utilisation de béton et ne nécessite pas d'excavation ni de mouvement de terre. L'impact sur les couches superficielles du sol est limité et la restitution des terrains en l'état d'origine est simplifiée.

Des études géotechniques seront effectuées sur le terrain préalablement à l'installation des structures. Elles permettront d'étudier les différentes options d'ancre sans béton qui sont possibles et si nécessité de réaliser des préforages.

Les systèmes d'ancrages seront dimensionnés pour répondre aux préconisations hydrogéologiques dans le respect des règles de l'art et des normes en vigueur, sans remettre en cause la stabilité et la résistance à l'arrachement des structures.



Carte 3 : Localisation des postes de transformation déplacés sur l'îlot 1

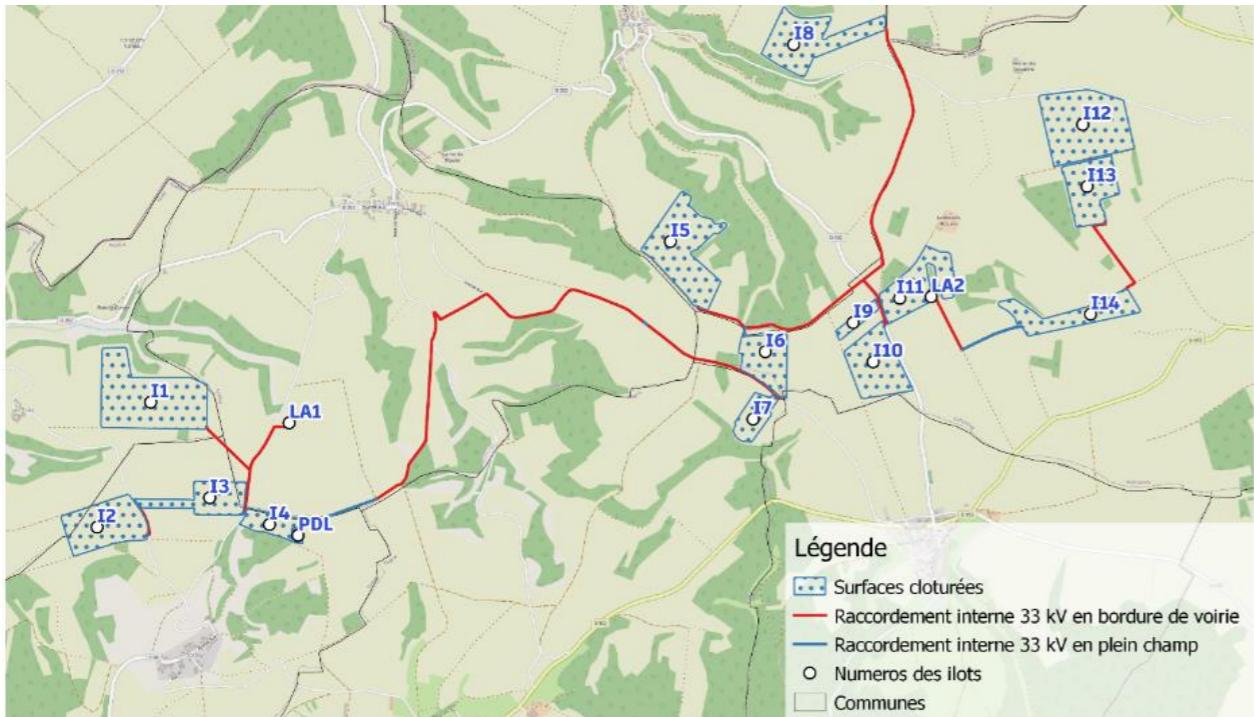


Carte 4 : Localisation des zones d'infiltration préférentielles vers lesquelles les rejets seront interdit

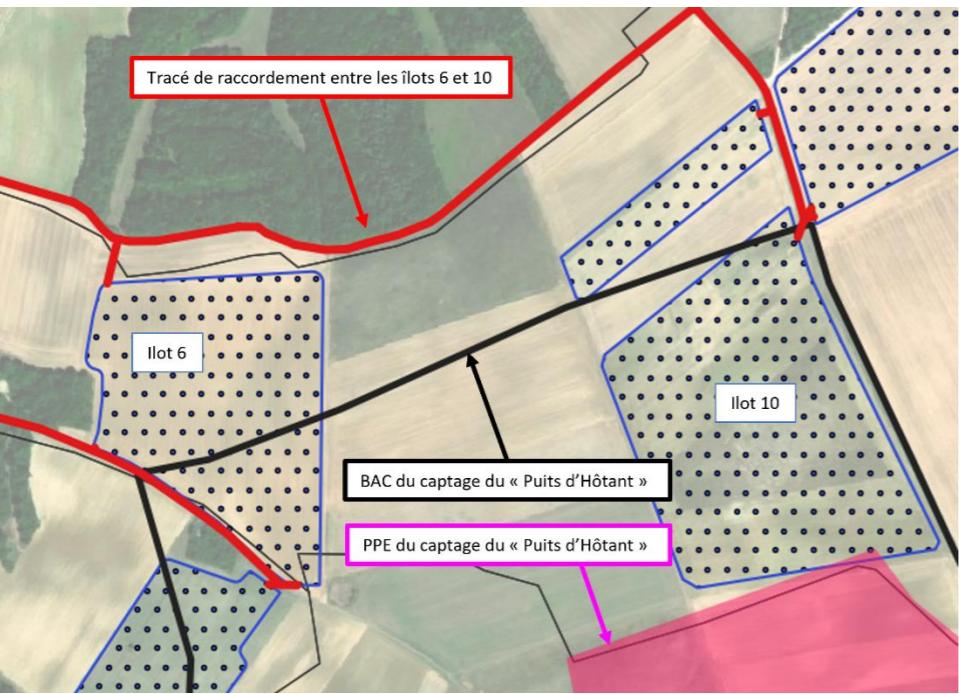
« Afin d'éviter l'infiltration et le drainage préférentiel au niveau des tranchées, la pose des câbles enterrés sera réalisée à "enterrabilité directe". Les tranchées telles que prévues dans l'étude d'impact sont donc interdites. Le tracé de la tranchée de réseau électrique prévu entre les îlots n°6 et n°10 est également révisé avec l'objectif d'exclure ce tracé du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant". »

Le maître d'ouvrage s'engage à ce que la pose des câbles pour les linéaires de raccordement interne situés dans le PPE révisé du captage du « Puits des Scies » et BAC du « Puits d'Hôtant » soient réalisés à « enterrabilité directe ».

Le tracé envisagé de la tranchée de réseau électrique entre les îlots n°6 et n°10 pour le raccordement interne des projets est déjà exclus en quasi-totalité du tracé du bassin d'alimentation du captage du « Puits d'Hôtant » et complètement hors de son PPE, comme indiqué sur les cartes ci-dessous :



Carte 5 : Projet de raccordement interne, page 368 EIE



Carte 6 : Localisation du tracé de raccordement interne par rapport aux limites du BAC et du PPE du « Puits d'Hôtant »

La base de vie et les installations logistiques, aires de lavage et de stockage (matériels, engins, matériaux, ...) sont installées en dehors du PPE du captage du « Puits des Scies » et en dehors du bassin d'alimentation du captage du « Puits d'Hôtant ».

Le maître d'ouvrage s'y engage. La base de vie est prévue au niveau de la parcelle du poste HTB qui se trouve en dehors du PPE du captage du « Puits des Scies ».

L'un des risques identifiés est celui lié au stockage et à l'utilisation des hydrocarbures :

- L'entreprise titulaire retenue pour la construction interviendra avec un matériel en bon état et conforme aux normes environnementales. Les engins subiront un entretien préventif et régulier (en début de travaux avant l'acheminement sur le site et à chaque prise de poste). Sont particulièrement visés l'étanchéité des circuits hydrauliques et l'état des flexibles.
- Les huiles seront à base végétale et biodégradables.
- Le chantier sera équipé de kits de dépollution comprenant bouchons de flexibles, absorbants et flocculants, boudins de confinement, récipient de stockage. Chaque engin disposera d'un kit propre et adapté.
- L'atelier de forage destiné à la réalisation des pieux sera systématiquement installé sur bâche étanche.
- Le forage des pieux sera assuré à sec, à l'air ou à l'eau claire, sans utilisation de boue ou d'additif.
- Le plein des engins et leur stationnement lors des phases d'arrêt du chantier (soir et week-ends) se feront en dehors du PPE du captage du « Puits des Scies » et en dehors du bassin d'alimentation du captage du « Puits d'Hôtant ». Il n'y aura pas de stockage de carburant dans ces secteurs en dehors des réservoirs des engins. Les pleins seront réalisés au minimum nécessaire et sur une zone étanche. La distribution sera assortie de précautions minimales élémentaires (dispositif d'arrêt automatique, rétention mobile ou couverture étanche sous l'engin à ravitailler).
- En fin de journée, les engins seront parqués en un lieu sécurisé et en dehors du PPE du captage du « Puits des Scies » et du bassin d'alimentation du captage du « Puits d'Hôtant ». Les opérations de maintenance lourdes seront réalisées aux ateliers des entreprises prestataires. Les interventions sur les engins au niveau des postes du chantier sont limitées aux seuls cas de panne immobilisant en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter les pollutions.

En cas d'incendie ou de pollution, tous les matériaux contaminés seront excavés et dirigés vers des filières autorisées. L'évènement fera l'objet d'un rapport d'intervention auprès de l'ARS et du gestionnaire du captage, le Syndicat des eaux du Tonnerrois.

Les déchets de chantier ne sont pas brûlés et seront régulièrement triés, stockés en bennes étanches et évacués.

D'une manière plus générale, le stockage de tout type de produit polluant sur le chantier au sein du périmètre de protection éloignée du captage du « Puits des Scies » et au sein du bassin d'alimentation du captage du « Puits d'Hôtant » est interdit.

L'usage de matériaux de recyclage est interdit à moins que ceux-ci ne satisfassent strictement à la réglementation. D'une manière générale, tous les matériaux éventuellement rapportés devront afficher un caractère inerte confirmé.

Le maître d'ouvrage s'engage à mettre en place ces mesures pendant la phase de chantier en plus des mesures déjà prévues dans l'étude d'impact :

- ME-G01 : Réalisation d'un Plan de Prévention Sécurité et Protection de la Santé ;
- ME-G02 : Absence de rejet dans le milieu naturel ;
- ME-G03 : Prévention des pollutions chroniques et accidentelles ;
- ME-G04 : Traitement des pollutions chroniques et accidentelles ;
- ME-G05 : Mise en œuvre de pratiques de chantier respectueuses de l'environnement et sensibilisation aux questions environnementales ;
- ME-G08 : Limitation du risque de pollution du sol et des eaux superficielles et souterraines (MR-G08) ;
- ME-G09 : Respect des écoulements naturels .

Recommandation en phase d'exploitation :

« Les postes de transformation disposeront d'un bac de rétention d'une capacité au moins équivalente au volume d'huile contenu dans le transformateur (environ 500 litres). »

Les postes de transformation sont équipés d'une cuve de rétention étanche d'un volume équivalent au volume d'huile (cf. page 452).

« L'utilisation des engins agricoles est soumise aux mêmes recommandations listées supra pour les engins de chantier pour ce qui concerne le stockage et l'utilisation des hydrocarbures. »

Comme précisé dans l'étude d'impact sur l'environnement, [MR-G04 : Traitement des pollutions chroniques et accidentelles](#) (page 452) :

« Pour les projets des hauts plateaux, il est prévu l'équipement de chaque véhicule et engins agricoles intervenant sur les îlots d'un kit anti-pollution. Tout déversement accidentel sera géré immédiatement à l'aide du kit de décontamination et les sols souillés seront évacués vers une filière spécialisée. Tous les véhicules seront équipés d'un tel kit, et les conducteurs formés à leur utilisation. Pour les postes transformateurs installés sur des bacs de rétention, en cas d'anomalie, une sécurité par relais stopperait leur fonctionnement. »

Sans que cela n'est été précisé, il va de soi que le stockage des hydrocarbures par les exploitants agricoles est formellement interdit. Le maître d'ouvrage prend cet engagement.

L'entretien régulier des sols est réalisé grâce au pacage des brebis sans emploi de désherbants. »

Toutes les productions agricoles au sein des îlots agrivoltaïques seront conduites en agriculture biologique, sous réserve que les aides à la conversion soient disponibles et que le marché du bio maintienne un équilibre économique pour l'exploitation agricole. Si un entretien est nécessaire après pacage de la troupe ovine, notamment au niveau des clôtures, des pieux ou en cas de refus, l'entretien sera réalisé par fauche mécanique sans emploi de désherbant.

« Le nettoyage des surfaces des modules est réalisé exclusivement à l'eau claire. »

Cet engagement est pris dans le cadre de la mesure [ME-B03 : Nettoyage des panneaux : engagement à ne pas utiliser de détergents ou de produits phytosanitaire.](#)

« Dans le cas très peu fréquent d'une nécessité de nettoyage des panneaux, tout emploi de produit néfaste pour l'environnement sera proscrit. [...]. Ainsi, le maître d'ouvrage prend l'engagement de ne pas utiliser de produits détergents ou phytosanitaires (pas de biocide, insecticide, etc.). Si un nettoyage plus poussé s'avérait nécessaire, selon l'activité agricole, les modules seraient lavés par brosse mécanique avec de l'eau pure. Aucun produit d'entretien ne sera utilisé. »

« Seules les eaux de pluie non polluées et les eaux claires issues des toitures du bâtiment LA1 peuvent être infiltrées. »

Le maître d'ouvrage s'engage à mettre en place cette mesure pendant la phase d'exploitation des projets.

« Pour lutter ou limiter les conséquences du risque incendie :

- Les postes de transformation et de liaison seront résistants à l'incendie.
- Les terrains sont entretenus régulièrement.
- Les recommandations du SDIS sont respectées, le projet doit notamment prévoir la création d'une bande sans végétation en périphérie de l'installation pour interdire la propagation des feux.
- En cas d'incendie, le site doit disposer d'une alarme transmise à un service capable d'intervenir en urgence.
- Lors d'un incendie, il est requis de laisser brûler l'installation en limitant la propagation des feux par aspersion d'eau claire, sans additif, des zones périphériques. »

Dans le cadre du développement des projets des hauts-plateaux, des consultations ont été faites auprès du SDIS du département de l'Yonne. L'ensemble des préconisations édictées seront respectés par le maître d'ouvrage afin de garantir la défense contre l'incendie et la sûreté de l'installation. Ces préconisations sont listées page 543 de l'EIE, [11.1.1.1 Consultations / SDIS.](#)

« Les opérations de maintenance effectuées par des agents peu familiarisés avec les risques vis-à-vis de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) feront l'objet de conventions entre les différents acteurs, précisant notamment leurs responsabilités respectives. Les agents seront sensibilisés aux risques liés à l'EDCH. »

Le maître d'ouvrage s'engage à transmettre à toute entreprise intervenant lors d'opérations de maintenance photovoltaïque en phase d'exploitation une note de sensibilisation aux risques liés à l'EDCH, en exigeant transmission à leurs agents. Cette note de sensibilisation sera préalablement transmise pour validation à l'ARS Bourgogne-Franche-Comté.

Recommandation en phase de démantèlement :

« Les panneaux usagés seront récupérés et recyclés, les postes de transformation et de liaison seront totalement démantelés et les matériaux recyclés. Les pieux seront dévissés. »

Cet engagement est pris dans le cadre de la mesure [MR-G11 : Recommandations en phases de démantèlement et remise en état des sites.](#)

« Les mêmes précautions que celles à mettre en œuvre lors de la phase travaux seront adoptées pour ce qui concerne le stockage et à l'utilisation des hydrocarbures. »

Comme mentionné dans l'étude d'impact, le Maître d'Ouvrage a bien précisé que les mesures prises en phase chantier s'applique sur le chantier de démantèlement.

« Le site sera entièrement nettoyé et remis en prairie. »

L'étude d'impact répond déjà à cette recommandation, page 385 :

« Au bout des 40 ans, il est prévu un démontage complet des installations et une remise en état des sites. Les activités agricoles pourront reprendre car le potentiel agricole aura été maintenu. »

La remise en état du site est prévue dans la mesure [MR-G11 : Recommandations en phases de démantèlement et remise en état des sites.](#)

Recommandation concernant la qualité de la ressource :

« Des analyses avec mesures des hydrocarbures totaux C10-C40, du cadmium et de l'acétate de vinyle seront réalisées sur les deux captages aux fréquences suivantes :

- 1 analyse, 1 semaine avant le début des travaux de chaque projet d'îlot listé au début de ce paragraphe afin d'établir un état initial ;
- 2 analyses à fréquence mensuelle durant la phase travaux à compter de la date de début des travaux (une analyse tous les 15 jours) ;
- 4 analyses durant la première année d'exploitation à 3 mois d'intervalle. »

Le maître d'ouvrage s'engage à mettre en place ces mesures.



E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE



PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon
Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXE 5.1

Avis hydrogéologique relatif à la demande d'aménagement de 14 îlots agrivoltaïques
dans le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable du "Puits d'Hôtant" sur la commune de Villon.

Rapport H.A. 23-8918 – HAUTS PLATEAUX DE L'YONNE, Mai et Juin 2023

Décembre 2023



DÉPARTEMENT DE L'YONNE

HAUTS PLATEAUX DE L'YONNE

Avis hydrogéologique

relatif à la demande d'aménagement de 14 îlots agrivoltaïques par GLHD en partenariat avec le collectif d'agriculteurs de l'association EHPY dans le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable du "Puits d'Hôtant" sur la commune de Villon

Jérôme GAUTIER
Hydrogéologue Agréé
*en matière d'hygiène publique
pour le département de l'Yonne*

Rapport H.A. 23-8918 – HAUTS PLATEAUX DE L'YONNE

Mai - Juin 2023

Table des matières :

1	INTRODUCTION	4
2	DESCRIPTION DES PROJETS	4
3	GEOLOGIE.....	8
4	HYDROGEOLOGIE	10
5	LE CAPTAGE DU PUIS D'HOTANT	11
6	LE CAPTAGE DU PUIS DES SCIERS.....	13
7	EVALUATION DES RISQUES	15
8	PREDICTIONS	16
9	CONCLUSION	21

Liste des figures :

FIGURE 1 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS DES SCIERS"	7
FIGURE 2 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"	8
FIGURE 3 : ILOTS AGRIVOLTAIQUES ET CAPTAGES "PUITS DES SCIERS" ET "PUITS D'HOTANT" SUR FOND DE CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000E – FEUILLE DE CHAOURCE	9
FIGURE 4 : ZONE SENSIBLE AU SEIN DE L'ÎLOT N°10	18

Liste des tableaux :

TABLEAU 1 : LOCALISATION ET REFERENCES DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"	11
TABLEAU 2 : LOCALISATION ET REFERENCES DU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIERS"	13

Liste des annexes :

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES ILOTS AGRIVOLTAIQUES, DES POSTES HTB ET RACCORDEMENTS ELECTRIQUE (GLHD, 2022)	22
ANNEXE 2 : RESULTATS DE L'ETUDE STRUCTURALE ET GEOPHYSIQUE MENEES DANS LE CADRE DE L'ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN D'ALIMENTATION DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)	27
ANNEXE 3 : RESTITUTION DE LA FLUORESCENCE AU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIERS" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)	30
ANNEXE 4 : LOCALISATION DES POINTS D'INJECTION DU NAPHTIONATE LA FLUORESCENCE ET DE LA SULFORHODAMINE B ET DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)	31

ANNEXE 5 : SCHEMA DE PRINCIPE DU CAPTAGE DU PUIS D'HOTANT (CPGF-HORIZON, 2014)	32
ANNEXE 6 : VULNERABILITE DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)	33
ANNEXE 7 : COUPE TECHNIQUE DU "PUITS DES SCIERS" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)	34
ANNEXE 8 : VULNERABILITE DU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIERS" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2023)	35

Liste des documents consultés :

- ARS, DT-89 (2023) : résultats d'analyses sur l'eau brute produite aux captages du puits des Scies et du puits d'Hôtant entre 2016 et 2021.
- SCIENCES ENVIRONNEMENT (2023) : Captage AEP du Puits des Scies – Mélisey – Etudes complémentaires – Présentation du 09 avril 2023.
- SCIENCES ENVIRONNEMENT (2023) : Commune de Mélisey – Phase I – ETAPE 3 de l'étude BAC – Caractérisation de la vulnérabilité intrinsèque du bassin d'alimentation du captage du puits des Scies – Rapport 2015-011, avril 2023.
- SCIENCES ENVIRONNEMENT (2023) : Syndicat des eaux du Tonnerrois – Captage du puits des Scies – Commune de Mélisey – Traçage des eaux souterraines – Rapport 2020-012, février 2023.
- GREEN LIGHTHOUSE DEVELOPPEMENT – GLHD (2022) : projets agrivoltaïques des hauts plateaux de l'Yonne – communes d'Arthonnay, Melisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichet et Villon : dossier d'étude d'impact de décembre 2022.
- SCIENCES ENVIRONNEMENT (2022) : Syndicat des eaux du Tonnerrois – Pompage de longue durée – Puits des Scies – Commune de Mélisey – Rapport 2020-012, juin 2022.
- SCIENCES ENVIRONNEMENT (2020) : Syndicat des eaux du Tonnerrois – Suivi longue durée de paramètres physico-chimiques – Pompage par paliers – Puits des Scies – Commune de Mélisey – Rapport 2020-012, novembre 2020.
- AGRESTIS (2018) : Commune de Villon - Etude du bassin d'alimentation du captage de la source d'Hôtant – Diagnostic agricole – Rapport 2012076RA, juin 2018.
- CPGF-HORIZON (2014) : Captage de la source d'Hôtant – Etude hydrogéologique du bassin d'alimentation du captage de Villon – Rapport de phase 2 12-113 A/89, novembre 2014.
- PREFET DE L'YONNE (1989) : arrêté déclarant d'utilité publique l'établissement des périmètres de protection autour du captage du "Puits d'Hôtant" sur le territoire de la commune de Villon, autorisant la dérivation des eaux souterraines et autorisant la commune de Villon à acquérir la totalité des terrains situés à l'intérieur du périmètre de protection immédiate – Arrêté n°89-181 du 17 février 1989.
- G. BILLARD (1982) : détermination des périmètres de protection des captages AEP du département de l'Yonne – Villon – Source communale – Rapport 82SGN064BOU hydrogéologique du 25/02/1982.

1 Introduction

Mon avis est relatif aux projets d'aménagement de 14 îlots agrivoltaïques sur le secteur des Hauts Plateaux de l'Yonne, sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichet et Villon. Ce projet est développé par Green Lighthouse Développement (GLHD), Maître d'Ouvrage, en partenariat avec le collectif d'agriculteurs regroupés au sein de l'association des Energies des Hauts Plateaux de l'Yonne (EHPY). Il se situe partiellement dans le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable du "Puits d'Hôtant" de la commune de Villon, et en amont du captage d'eau potable du "Puits des Scies" de la commune de Mélisey dont les périmètres de protection ont été récemment révisés.

Il a été élaboré après :

- Une visite du site en date du 11 avril 2023 ;
- La prise en compte de la bibliographie citée supra.

2 Description des projets

Les projets agrivoltaïques sont situés dans le nord du département de l'Yonne, à la frontière avec le département de l'Aube au sein de plateaux agricoles caractérisés par une rotation principale de type colza, blé et orge. Ces projets se composent de :

- 14 îlots agrivoltaïques : l'îlot n°1 est situé sur la commune de Mélisey, les îlots n°2 à n°4 sur la commune voisine de Trichet, les îlots n°5 et n°8 sur la commune de Quincerot, l'îlot n°7 sur la commune de Rugny, les îlots n°6 et n°9 à n°14 sur la commune d'Arthonnay, l'îlot n°10 débordant légèrement sur la commune de Villon ; ces îlots accueilleront des modules (ou panneaux) photovoltaïques (environ 227 000 unités) montés sur des structures fixes ou sur des structures trackers portées sur monopieux (environ 30 000 unités) ancrés préférentiellement par battage ou vissage, mais sans béton jusqu'à 1.5 à 2 m de profondeur ;
- 44 postes de transformations destinés à éléver la tension, une fois le courant continu transformé en courant alternatif, pour assurer le transport de l'électricité (entre 1 et 7 postes par îlot, en fonction de la surface et du nombre de panneaux de chaque îlot) et 13 locaux HTA (1 à l'entrée de chaque îlot) ; ces structures monolithiques préfabriquées lourdes auront une emprise maximum au sol de 36 m², elles nécessiteront quelques travaux de décapage légers et la mise en place de graviers concassés pour une pose en merlon légèrement surélevé ;
- 11 locaux d'exploitation ;
- 2 postes de transformation-livraison HTB/HTA implanté au nord de la commune de Thorey sur une emprise d'environ 7500 m² ;
- La création d'un réseau de tranchées souterraines destinées aux lignes HTA (câbles posés en pleine terre ou en fourreau à une profondeur de 1.50 m maximum) pour acheminer le courant électrique des tables photovoltaïques vers les postes de

transformation puis vers les locaux HTA ; chaque tranchée est ouverte sur quelques dizaines de mètres de long et quelques mètres de large puis elle est rebouchée au fur et à mesure de l'avancement du chantier ;

- La mise en place de 13 réserves incendie correspondant à des citernes souples d'un volume de 60 m³, normalement posées sur lit de sables sans travaux de terrassement ;
- La réalisation de pistes internes au projet, semi-perméables et constituées de cailloux récoltés sur place et broyés, d'une largeur minimum de 3 m qui nécessiteront toutefois un léger décapage des terrains. Des passages busés (diamètre entre 400 et 1000 mm) sont également prévus pour le franchissement des fossés agricoles et des fossés des bords de routes
- Deux bâtiments agricoles, l'un sur la commune de Trichey prévu pour accueillir les brebis destinées au pâturage au sein des îlots, l'autre sur la commune d'Arthonnay dédié au stockage de matériels et de productions agricoles, mais qui disposera également de salles de réunions.
- Des îlots principalement dédiés à la polyculture et à l'élevage : il est prévu une rotation du cheptel de brebis sur les îlots ce qui devrait contribuer à réduire le recours aux engrains de synthèse, mais, pas à réduire de façon systématique, l'utilisation d'herbicides. En effet, en l'absence de subventions, la substitution de l'agriculture conventionnelle actuellement en vigueur, par le développement d'une agriculture raisonnée ou biologique sur les îlots concernés sera sans doute limitée, voire nulle.
- Des îlots clos par des clôtures de 2 m fixées sur des piquets bois et surveillés à distance contre les tentatives d'intrusions.

En phase travaux, dont la durée est prévue sur 18 mois, le trafic généré correspond à plus de 2000 camions et engins, soit plus de 100 camions et engins par mois.

D'une manière globale, le projet est conçu de manière à conserver au maximum les conditions d'infiltration au plus près des conditions d'infiltration naturelles actuelles ce qui est de prime abord favorable sur le plan quantitatif si on considère que les eaux infiltrées se feront à partir de pluies, dans des terrains non pollués.

Les principaux risques de pollutions chroniques ou accidentelles du projet sont liés à la rupture du verre des panneaux composés de produits toxiques tels que le cadmium et l'acétate de vinyle qui pourraient s'échapper, à l'épandage de produits hydrocarbures (huiles des transformateurs, carburant et huiles hydrauliques des engins en phase travaux et en phases d'exploitation ou de démantèlement) et à l'épandage et l'infiltration de HAP, de PCB et de certains métaux lourds en cas d'incendie.

Les îlots qui de par leur situation géographique, sont plus directement concernés par un éventuel impact sur la ressource en eau représentée en particulier par les deux captages "Puits des Scies" sur la commune de Mélisey et "Puits d'Hôtant" sur la commune de Villon sont (Annexe 1) :

- L'intégralité de l'îlot n°1 (installé sur un terrain de pente générale de 5.6% en direction du nord et de la vallée de la Torche) et le bâtiment agricole LA1 situé dans le périmètre de protection éloignée (PPE) révisé du captage du "Puits des "Scies"" dont la délimitation récente est calée sur le tracé du bassin d'alimentation de ce captage (Figure 1) ; l'îlot n°1

comprendra environ 36 000 modules installés sur trackers, 7 postes de transformation et 1 local technique ;

- L'îlot n°3 pour environ la moitié de sa superficie (installé sur un terrain en pente de 4.3% en direction de l'ONO) également situés dans le PPE révisé du captage du "Puits des "Scies" (Figure 1) ;
- L'îlot n°10 (installé sur un terrain en pente de 3.5% en direction du nord-est) quasi-intégralement situé dans le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant", et pour une petite partie dans le PPE de ce captage (Figure 2) ; l'îlot n°10 comprendra environ 17 000 modules installés sur des structures fixes et 4 postes de transformation ;
- Les îlots n°6 et n°7 situés pour parties dans le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant" (Figure 2) ;
- Les réseaux HTA reliant les îlots n°1, n°3 et le bâtiment LA1 intégralement situés dans le PPE révisé du captage du "Puits des "Scies" (Figure 1) ;
- Les réseaux HTA reliant les îlots n°6, n°7 et n°10 situés dans le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant" (Figure 2) ;

Mentionnons également que l'îlot n°2 est situé pour une petite partie dans le bassin d'alimentation du captage des "sources de Guise" (Figure 1), que l'îlot n°4 est limitrophe du PPE du captage du "Puits des "Scies" (Figure 1) et que les îlots n°9 et n°11 sont limitrophes du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant" (Figure 2).

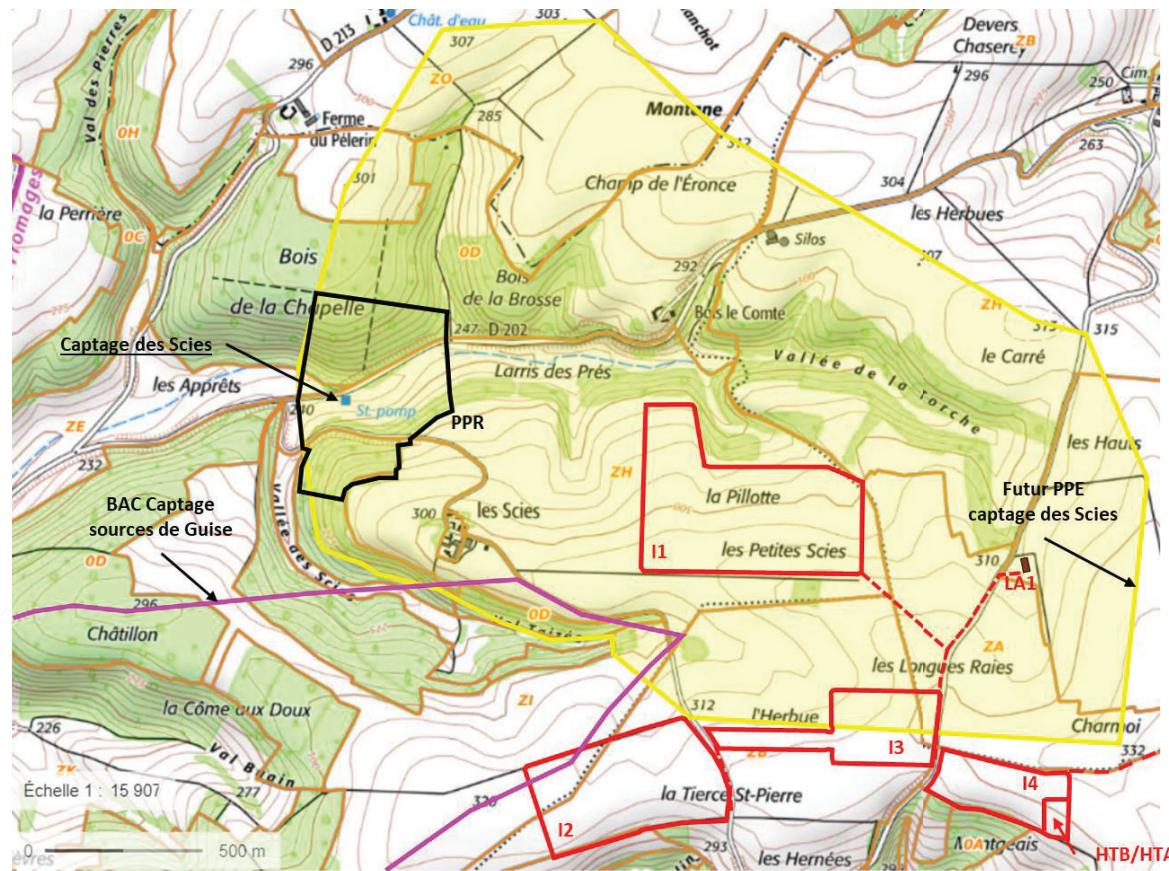


FIGURE 1 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS DES SCIRES"

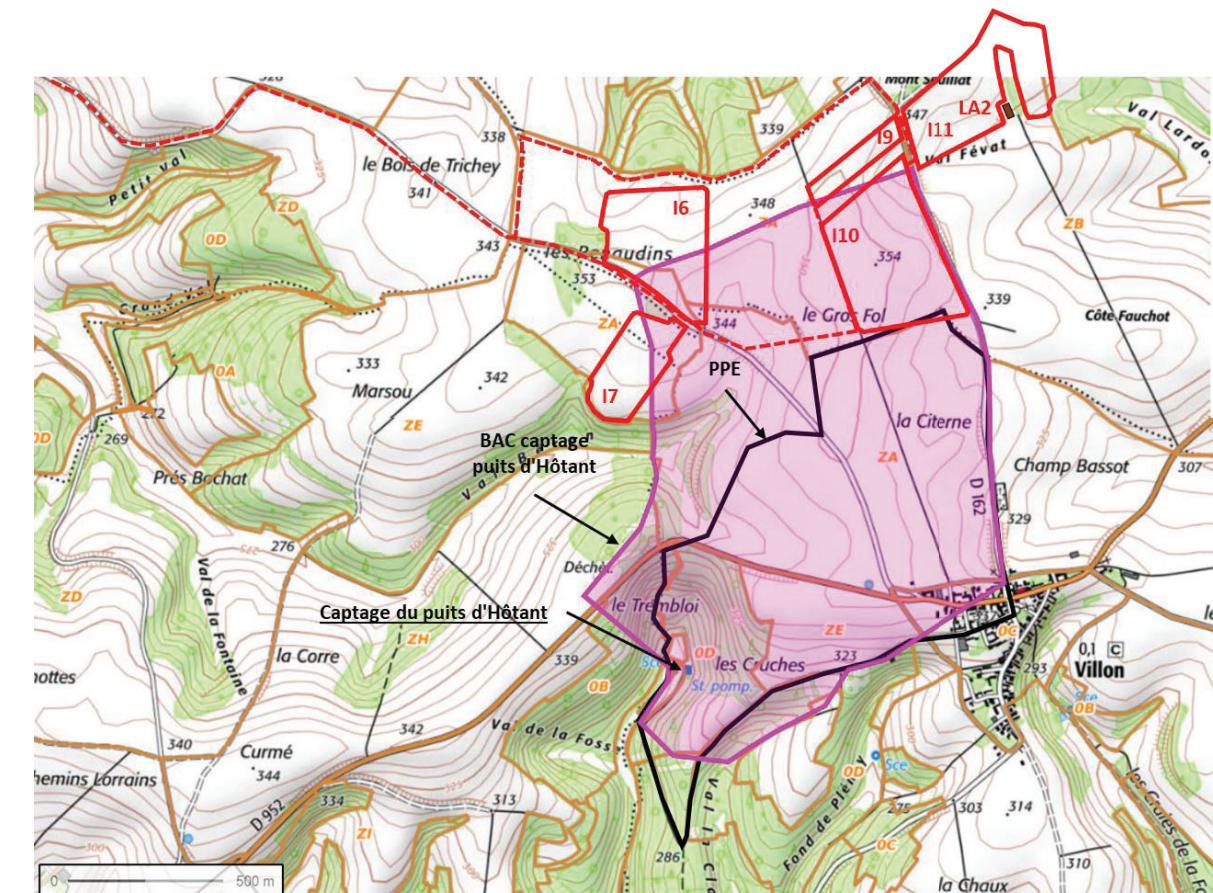


FIGURE 2 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"

3 Géologie

Les projets agrivoltaïques s'inscrivent sur la carte géologique au 50 000e, feuille de Chaource (Figure 3). Ils sont situés sur les auréoles des terrains du Jurassique reposant sur celles du Crétacé du bassin de Paris, dans une région caractérisée par une puissante série de calcaires et de marnes datés du Jurassique supérieur formant un ensemble tabulaire nommé les plateaux de Bourgogne. Ces terrains ont une structure monoclinale avec un pendage des couches régulier de 2-3° en direction du nord-ouest.

Ces plateaux calcaires sont entaillés par les vallées de l'Armançon et celles de ses affluents.

Les formations de la série jurassique supérieur sont, de la plus ancienne à la plus récente, les suivantes :

- La pierre de Tonnerre datée du Kimméridgien inférieur (J7-8a), calcaire blanc crayeux d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur.
- Le calcaire dit « à Astartes » daté du Kimméridgien inférieur (J7-8b), calcaire sublithographique d'une épaisseur comprise entre 25 et 35 m composé d'interbancs

centimétriques à décimétriques. Ces calcaires affleurent au sud des projets dans les vallons plus fortement incisés localisés au sud des villages de Villon, Rugny, Thorey et Mélisey.

- Les marnes à Exogyres (J8-7c) – Kimméridgien supérieur et moyen, marnes et marnocalcaires lumachelliennes d'une épaisseur comprise entre 40 et 50 m. Les captages de Melisey et de Villon s'inscrivent dans cette formation qui présente une évolution de faciès avec les calcaires du Barrois sus-jacents, traduite par l'accroissement des niveaux marneux vers la base de cette formation.
- Les calcaires du Barrois (J9), calcaires compacts datés du Portlandien d'une épaisseur de 80 à 100 m. Ils se composent d'abord de calcaires blancs sensibles à la fracturation puis de calcaires à interstices marneux. Ils sont largement présents sur les plateaux qui surplombent les vallées et représentent l'impluvium principal. Les îlots agrivoltaïques seront installés sur cette formation.

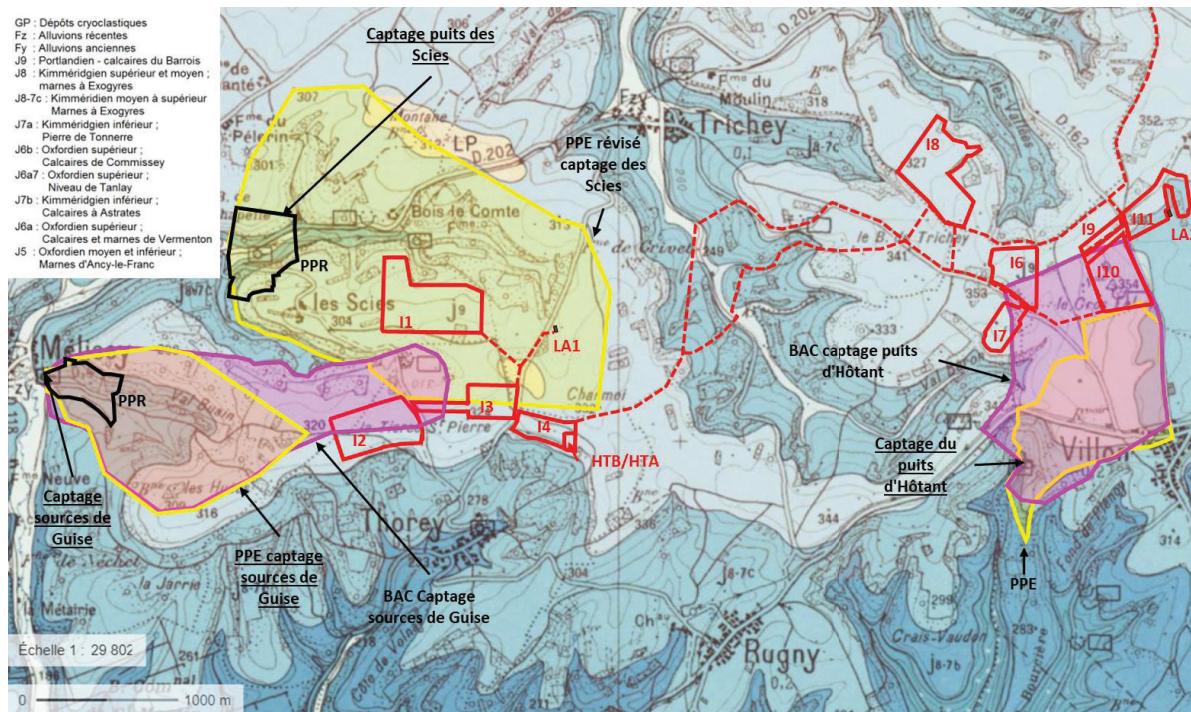


FIGURE 3 : ILOTS AGRIVOLTAIQUES ET CAPTAGES "PUITS DES SCIRES" ET "PUITS D'HOTANT" SUR FOND DE CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000E – FEUILLE DE CHAOURCE

D'un point de vue structural, la région est affectée de nombreuses failles d'orientation principale nord-est/sud-ouest. D'une manière générale, les quelques faisceaux d'accidents identifiés ont des plans de cassures dont le rejet est généralement faible. L'accident majeur de la région se situe à plus de 10 km de Mélisey et à un peu moins de 6 km de Villon et débute au nord de Cruzy-le-Châtel (rejet d'environ 20 m) et continue en direction de Sambourg, soit une direction nord-est/sud-ouest (Nord 10 à 50°).

Néanmoins, une étude structurale menée dans le cadre de l'étude du bassin d'alimentation du captage de Villon a permis d'identifier différentes failles, dont deux de direction nord-est/sud-

ouest et une de direction nord-ouest/sud-est arrivant au droit du captage du "Puits d'Hôtant". Ces failles ont été confirmées par géophysique et montrent un contexte local finalement très fracturé (Annexe 2).

Ce type d'étude structurale n'a pas été menée sur le secteur de Mélisey, mais il est vraisemblable qu'un contexte assez similaire soit présent au sein du PPE du captage du "Puits des Scies".

Aucun sondage n'a été réalisé au droit des projets agrivoltaïques, ce qui ne permet pas de caractériser les premiers mètres du sol.

Le projet prévoit des études géotechniques et une étude hydrogéologique en guise de mesure d'accompagnement (MA-G02) destinée à vérifier la compatibilité des projets agrivoltaïques par rapport aux impacts potentiels sur les périmètres de protection éloignées des captages du "Puits des Scies" et du "Puits d'Hôtant".

4 Hydrogéologie

Tous les terrains du Jurassique supérieur décrits précédemment sont susceptibles de renfermer des niveaux aquifères et forment ainsi, de manière globale, un aquifère multicouche à caractère le plus souvent libre (calcaires du Barrois principalement) ou semi-captif (premiers niveaux calcaires des marnes à Exogyres et calcaires à Astartes).

Les calcaires du Barrois sont perméables en grand et forment l'impluvium principal du réservoir aquifère. Leur perméabilité de fracture est liée à un réseau de diaclases et à une fissuration résultant de fractures ouvertes par la dissolution.

Des horizons calcaires fissurés inter-stratifiés existent dans la partie supérieure des marnes à Exogyres et dans les calcaires à Astartes et sont en continuité avec les calcaires du Barrois sus-jacents.

L'un de ces horizons est capté par le "Puits des Scies" à partir de la profondeur de 9,35 m/sol.

C'est dans un contexte assez similaire qu'il faut également rechercher l'origine des eaux du captage du "Puits d'Hôtant" ainsi que celle de nombreuses autres sources localisées au pied des coteaux des différents vallons présents notamment au sud de la zone des projets.

L'alimentation de la nappe calcaire se fait par infiltration des précipitations principalement sur les plateaux où les sols sont peu épais et peu filtrants.

Au niveau de Villon, les eaux souterraines contenues dans les calcaires s'écoulent en direction du sud-ouest, mais les directions d'écoulement sont fortement influencés par les failles localisées sur le plateau au nord du village.

Au niveau de Mélisey, et au stade des connaissances hydrogéologiques actuelles du secteur, les eaux souterraines s'écoulent en direction de l'ouest et/ou du nord-ouest sans indice de failles pouvant représenter des vecteurs de transfert préférentiel.

La nappe est libre sur les plateaux, mais elle peut être captive en fond de vallée, comme c'est le cas pour le "Puits des Scies", à la faveur d'intercalations marneuses au sein des marnes à Exogyres.

La décharge de la nappe est assurée par un ensemble de sources localisées à différents niveaux au sein de l'aquifère calcaire multicouche :

- Soit au contact entre les calcaires du Barrois et les marnes et marno-calcaires du Kimméridgien moyen à supérieur (marnes à Exogyres) ; c'est le cas de la source du ru de Mélisey ;
- Soit dans les niveaux calcaires intercalés au sein des marnes et marno-calcaires du Kimméridgien moyen à supérieur (marnes à Exogyres) lorsque la topographie recoupe le niveau piézométrique ; le "Puits des "Scies"" est un cas particulier de cette situation puisque en traversant ces niveaux marneux, il libère la charge et permet l'équilibrage du niveau piézométrique en fond de vallée avec celui présent sous les plateaux alentours.
- Soit au contact d'un niveau marneux situé dans les calcaires à Astartes sous-jacents ; c'est le cas pour le captage du "Puits d'Hôtant".

Le bassin d'alimentation des captages "Puits des "Scies"" et "Puits d'Hôtant" a pu être précisé grâce à des traçages :

- La fluorescéine injectée dans les premiers bancs de calcaires fracturés du Portlandien situés au sommet de la vallée des Scies à 1280 m du captage du "Puits des Scies" a été restituée en petite quantité un peu plus de 48 heures après son injection, soit avec une vitesse de transfert de 26 m/h entre le point d'injection et le captage (Annexe 3).
- Les trois traceurs (naphthionate, fluorescéine et sulforhodamine B) injectés au droit des failles identifiées dans le cadre de l'étude structurale et géophysique menée sur le secteur en 2014, respectivement à 700, 900 et 1650 m du captage du "Puits d'Hôtant" (Annexe 4) ont été restitués aux environs de 42 heures après l'injection pour le naphthionate et la fluorescéine, et 67.5 heures après l'injection de la sulforhodamine B, soit des vitesses de transfert comprises entre 17 et 24 m/h. La faible quantité de sulforhodamine B restituée et la forme de la courbe de restitution indique que ce traceur n'a pas été injecté directement dans la faille et qu'il a subi une phase de filtration, contrairement aux deux autres traceurs.

5 Le captage du puits d'Hôtant

Le captage du "Puits d'Hotant" est l'unique ressource en eau potable de la commune de Villon. Le captage est situé dans le fond du vallon d'Hôtant situé en contrebas de la route départementale 952, à environ 1 km à l'ouest du village.

Le captage est identifié par les références ci-après :

Références géographiques			
Système de référence	X (m)	Y (m)	Z margelle du puits (m NGF)
Lambert 93	787 793	6 757 135	265
Références cadastrales			
Commune	Section	Parcelle	Lieu-dit
Villon	D	126	Hôtant
Indice de classement national (Code BSS)			BSS001ARXL

TABLEAU 1 : LOCALISATION ET REFERENCES DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"

Le captage se compose de trois ouvrages (Annexe 5) :

- Un puits principal de 2 mètres de diamètre intérieur et de 3.40 m de profondeur par rapport au terrain naturel ; il comporte deux rangées de barbacanes à 2.80 et 3.40 m de profondeur ;
- Un captage de source relié au puits principal ; il s'agit d'un ouvrage maçonnable de 2 mètres par 5 mètres de dimensions intérieures et de 2.15 m de profondeur ;
- Un puits secondaire de 1 mètre de diamètre intérieur et 6 mètres de profondeur par rapport au terrain naturel, qui n'est utilisé qu'en situation de manque d'eau et dont l'exhaure se fait à l'intérieur du captage de la source.

Les eaux seraient bloquées à l'aval par un mur d'étanchéité s'étendant sur 18 mètres de part et d'autre du puits principal, mais cette information n'a pas pu être vérifiée.

L'eau est acheminée par refoulement vers le réservoir communal qui alimente ensuite le réseau AEP communal.

La source est pérenne avec un débit d'étiage minimal d'environ 1.08 m³/h mesuré en septembre 1952, un débit de 2.5 m³/h en moyennes eaux (26/11/1981) et 18 m³/h en hautes eaux (14/03/2013).

Le captage a fait l'objet d'un arrêté de Déclaration d'Utilité Publique en février 1989 qui autorise un prélèvement à 5 m³/h dans la limite de 100 m³/jour et définit trois périmètres de protection (PPI, PPR et PPE).

Le captage a fait l'objet d'une étude hydrogéologique permettant de définir son bassin d'alimentation d'une surface de 1.7 km² et dont les limites correspondent grossièrement à celles du périmètre de protection éloignée, sauf au nord où la limite du PPE pourrait être révisée et étendue.

La vulnérabilité du captage a été évaluée au sein du bassin d'alimentation. Les risques de pollution sont estimés très importants sur le plateau dominant le captage (Annexe 6).

D'un point de vue qualitatif, L'eau du captage est affectée de manière récurrente par les nitrates avec des valeurs comprises entre 30 et 50 mg/l.

Les pesticides ne sont pas retrouvés de façon significative dans les eaux brutes mais il faut préciser que les analyses sur l'eau brute sont peu fréquentes et réalisées uniquement tous les 5 ans.

Les deux analyses du 29/07/2016 et du 25/10/2021 réalisées sur les eaux brutes, comme les analyses antérieures, montrent le respect des limites de qualité fixées par le Code de la santé publique (0.10 µg/l par pesticides individuels et 0.50 µg/l pour la somme des pesticides) avec présence de quelques molécules herbicides récurrentes comme le métazachlore (0.07 µg/l) et le terbuméton déséthyl, métabolite du terbuméton (concentration comprise entre 0.01 et 0.03 µg/l).

Les analyses sur les eaux distribuées, plus fréquentes, montrent un tout autre résultat avec la présence récurrente d'herbicides : le métazachlore (0.61 µg/l le 26/09/2016) et ses métabolites, l'ESA métazachlore (0.186 µg/l le 26/09/2016, 0.889 µg/l, le 18/09/2017, 0.233 µg/l le 18/10/2017, 0.175 µg/l le 12/12/2017) et l'OXA métazachlore (0.235 µg/l le 26/09/2016, 0.701 µg/l le 18/09/2017, 0.126 µg/l le 18/12/2018), le Flufenacet (0,173 µg/l le 15/03/2021) et plus récemment le dichlorobenzamide 26DCB (0.13 et 0.15 µg/l les 27/06/2022 et 20/09/2022).

Depuis le 30 janvier 2019, certains métabolites retrouvés dans l'eau du puits sont classés non pertinents (métabolites du MétaZachlore) et ne rentrent donc plus dans la somme des pesticides dont la limite reste fixée à 0.5 µg/l.

Le problème demeure pour le dichlorobenzamide 26DCB et d'autres molécules comme l'anthraquinone également été retrouvée en 2018 (0.31 µg/l le 12/06/2018 et 0.26 et 0.33 µg/l le 30/07/2018).

Les concentrations en nitrates et les traces de pesticides détectées indiquent que les activités agricoles ont un impact sur la qualité des eaux du captage.

6 Le captage du puits des Scies

Le captage du "Puits des Scies" est la ressource de secours en eau potable de la commune de Mélisey, alimentée principalement par le captage des "sources de Guise" depuis 1938. Le captage du "Puits des Scies" date de 1964, il est situé à 1900 mètres au nord-est du village de Mélisey dans la vallée du ru de Mélisey, prolongement de la vallée de la Torche.

Le captage est identifié par les références ci-après :

Références géographiques			
Système de référence	X (m)	Y (m)	Z margelle du puits (m NGF)
Lambert 93	782 309	6 758 578	243.40
Références cadastrales			
Commune	Section	Parcelle	Lieu-dit
Mélisey	ZH	2b	Le Larry des Près
Indice de classement national (Code BSS)			BSS001ARWT

TABLEAU 2 : LOCALISATION ET REFERENCES DU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIRES"

Le captage du puits des Scies est constitué d'un puits havé d'une profondeur de 11,30 m/sol et d'un diamètre de 2,65 m extérieur (2 m de diamètre intérieur) dépassant de 0,50 m/sol (Annexe 7).

Il est constitué, d'abord, d'un empilement étanche d'éléments circulaires en béton de 1 m de hauteur puis l'ouvrage se réduit à la profondeur de 8.85 m/sol. Cette seconde partie du puits est constituée par l'empilement d'anneaux en béton de diamètre estimé à 1,50 m. Les éléments en béton, haut de 50 cm, sont séparés par des jours par lesquels l'ouvrage est alimenté.

L'avant-puits de diamètre 2 m isole les terrains de surface jusqu'à un niveau marneux qui coiffe un drain karstique capté sur 2 m d'épaisseur environ.

Le puits accueille deux pompes immergées d'un débit nominal de l'ordre de 12 m³/h placée au fond de l'ouvrage. Elles refoulent, par l'intermédiaire de colonnes d'exhaure en acier DN 65, et alternativement vers une bâche de reprise installée dans le bâtiment situé dans la même parcelle que le puits. Les eaux sont ensuite refoulées par surpression principalement vers le hameau des Scies, la ferme isolée de Bois de Comte et le silo agricole, et secondairement vers le bourg en période d'étiage estival lorsque le captage des "sources de Guise" devient trop limite.

Le puits dispose d'un trop-plein situé 1 m en dessous du sommet de l'ouvrage (soit -0,50 m/sol). Lorsqu'il fonctionne en période de hautes eaux, ce dernier rejette l'excédent d'eau à l'aval du périmètre clôturé dans le ruisseau qui donne naissance au ru de Mélisey.

Le captage a fait l'objet d'un pompage continu sur 48 heures jusqu'au débit de 18 m³/h en condition de basses eaux, à l'issue duquel, le régime permanent n'est pas atteint et le rabattement est mesuré à 0.528 m. A l'étage, le niveau d'eau semble se caler vers 8,40 m/sol, soit au niveau du premier jour entre élément busé de la seconde partie du puits. Chaque pluie importante se traduit par une réaction rapide et intense du niveau d'eau dans l'ouvrage et par un pic de turbidité.

Le captage a fait l'objet d'un arrêté de Déclaration d'Utilité Publique en avril 1980 qui autorise un prélèvement à 12 m³/h dans la limite de 180 m³/jour et définissait trois périmètres de protection (PPI, PPR et PPE).

Le captage vient de faire l'objet d'une révision des périmètres de protection par mes soins pour lequel je propose le maintien des débits actuellement autorisés et délimite trois périmètres de protection, le PPI et le PPE restant pratiquement inchangés par rapport à ceux instaurés en 1980.

Les études complémentaires mises en œuvre dans le cadre de la révision des périmètres de protection ont permis de définir le bassin d'alimentation du captage d'une surface de 4.1 km² et dont les limites sont rappelées sur la Figure 1.

Par défaut de l'identification de failles, la vulnérabilité du captage au droit des plateaux qui dominent la vallée du ru de Mélisey et la vallée de la Torche est jugée globalement moyenne (Annexe 8).

D'un point de vue qualitatif, l'eau du captage est affectée par les nitrates et les pesticides.

La teneur moyenne en nitrates pour le puits des Scies se situe vers 43 mg/l depuis près de 30 ans et tangente la limite de qualité fixée à 50 mg/l.

Concernant les pesticides, le puits des Scies est affecté par les herbicides, les mêmes molécules que celles retrouvées sur le captage des sources de Guise : la bentazone (0.115 µg/l, le 18/12/2018), le CGA 369873 (0.255 µg/l, le 18/12/2018), métabolite du dimétachlore, l'ESA et l'OXA métazachlore (respectivement 0.537 et 0.112 µg/l, le 18/12/2018), métabolites du métazachlore, l'Imazamox (0.023 µg/l le 18/12/2018) et la propazine-2-hydroxy (0.006 µg/l le 18/12/2018), métabolite de la propazine.

Suite au dépassement de la limite réglementaire sur les eaux brutes pour les pesticides, notamment pour l'ESA et l'OXA métazachlore, sur l'analyse d'eau du 20 mars 2018 du captage puits des Scies (limites fixées à 0.1 µg/l par molécule et 0.5 µg/l pour la somme des pesticides), la collectivité a arrêté son exploitation et l'ARS a demandé la suspension de la procédure de DUP.

Depuis le 30 janvier 2019, les métabolites du MétaZachlore retrouvés dans l'eau du puits sont classés non pertinents et ne rentrent donc plus dans la somme des pesticides dont la limite reste fixée à 0,5 µg/l.

La problématique bentazone demeure, avec toutefois des valeurs inférieures ou qui tangentent la norme eau brute (0.1 µg/l).

Il s'agit là d'un cocktail représentatif des molécules utilisées sur les cultures présentes sur les plateaux environnants (colza, oléagineux, ...).

7 Evaluation des risques

L'évaluation du risque sur laquelle je donne cet avis repose sur la méthode Source-Transfert-Cible fondé sur le schéma conceptuel des écoulements de la nappe circulant au sein de l'aquifère multicouches constitué par les calcaires fissurés, parfois marneux et souvent karstifiés du Jurassique supérieur qui alimente les captages "Puits des Scies" et "Puits d'Hôtant".

Le fonctionnement hydrogéologique a été résumé au §4 supra. Ces captages sont exclusivement alimentés par les précipitations efficaces qui s'infiltrent sur les plateaux calcaires dominant les vallées et vallons dans lesquels se situent ces deux captages. Ces plateaux calcaires, dont les couches sont affectées d'un léger pendage nord-ouest ne présentent pas de faille majeure, mais de nombreuses diaclases, fissures ou failles mineures dont la présence est avérée dans le secteur de Villon et supposée dans le secteur de Mélisey. Ces figures karstiques sont des zones d'infiltration préférentielles des eaux superficielles pouvant ruisseler sur les plateaux calcaires dominant chaque captage jusqu'à l'assise marneuse qui constitue localement le substratum.

La contribution exclusive par les précipitations efficaces concerne donc les projets agrivoltaïques.

Du point de vue de la recharge de la nappe, les surfaces imperméabilisées par la totalité des projets sont limitées à 0.4% de l'emprise foncière (GLHD, 2022). Cette absence de recharge reste faible au regard de la nappe.

Le transfert se fait par infiltration plus ou moins rapide et la cible correspond aux sources situées sur les ceintures périphériques du plateau calcaire dont les captages du "Puits d'Hôtant" et du "Puits des Scies" font parties.

Le captage du "Puits d'Hôtant" et l'unique ressource de la commune de Villon tandis que le captage du "Puits des Scies" est une ressource de secours de la commune de Mélisey.

Cependant, l'aquifère n'a pas le comportement d'un karst bien développé, sauf au droit des zones préférentielles d'infiltration comme les failles identifiées dans le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant". En dehors de ces zones d'infiltrations préférentielles, les eaux météoriques s'infiltrent lentement et mettent plus de temps à rejoindre la nappe dont le niveau et les fluctuations n'ont toutefois jamais été mesurés sur les plateaux calcaires.

En l'état des connaissances actuelles, les vitesses de transfert se situent entre 17 et 21 m/h dans les zones préférentielles d'infiltration et sont légèrement supérieures dans les zones annexes de drainage (24 à 26 m/h) où les eaux sont possiblement en partie retenues et/ou filtrées par les calcaires lorsqu'ils sont altérés ou comportent des niveaux marneux.

Les projets prévoient la création de tranchées pour l'installation des réseaux électriques au sein ou à l'extérieur des îlots. Ces tranchées peuvent contribuer à modifier les conditions d'écoulement et d'infiltration naturelles des eaux superficielles et possiblement drainer ces eaux vers des zones d'infiltration préférentielles.

Les projets sont surtout caractérisés par un trafic accru de camions et d'engins pendant la phase travaux dont la durée est estimée à 18 mois et possiblement soumis au risque d'incendie..

Dans ce contexte, les risques de pollution ponctuelle et accidentelle doivent donc être totalement maîtrisés.

Concernant les pollutions diffuses, lesquelles sont avérées pour les deux captages, les projets agrivoltaïques, tels que présentés, doivent contribuer à améliorer la situation vis-à-vis de la dégradation actuelle des eaux des deux captages par les pesticides grâce à la substitution partielle d'une partie des surfaces agricoles par les panneaux photovoltaïques et l'enherbement. Ces projets doivent conduire à une amélioration de la qualité de l'eau vis-à-vis des produits phytosanitaires. L'abandon de l'agriculture conventionnelle au profit d'une agriculture plus respectueuse de l'environnement renforcerait l'amélioration de la qualité des eaux des captages.

Sur ces bases, je donne un avis favorable au projet, lequel est toutefois assujetti d'un certains nombres de recommandations listées au §8.

8 Préconisations

Mes recommandations relatives aux projets d'aménagement de 14 îlots agrivoltaïques concernent plus particulièrement :

- L'îlot n°1 situé dans le PPE révisé du captage du "Puits des Scies", le bâtiment agricole LA1 et le réseau électrique reliant les îlots n°1, n°3 et le bâtiment LA1 également totalement inclus dans ce PPE ;
- L'îlot n°3 pour partie située dans le PPE révisé du captage du "Puits des Scies" ;
- L'îlot n°10 situé pour une petite partie dans le PPE du captant du "Puits d'Hôtant", mais en quasi-totalité dans son bassin d'alimentation ;
- Le réseau électrique reliant les îlots n°6 et n°10 situé dans le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant".

Pour ces projets, mes recommandations sont les suivantes :

En phase pré-travaux

- Le maître d'œuvre et le maître d'œuvre du projet devront joindre au dossier de consultation des entreprises, une notice de respect de l'environnement (NRE), lequel devra spécifier le contexte environnemental du projet et les secteurs à risques ou à enjeux (= zones d'infiltration préférentielles), la localisation de ces secteurs, les exigences et les mesures attendues, ... Les entreprises élaboreront ensuite sur la base du NRE un schéma organisationnel du plan de respect de l'environnement, document contractuel qui servira à l'élaboration du plan de respect de l'environnement (PRE).

En phase travaux

- Les travaux devront être arrêtés par temps de pluie.
- La topographie du site ne sera pas modifiée.
- Les écoulements superficiels devront être gérés en fonction de la topographie du site en collectant séparément les eaux claires issues du bassin versant en amont des différentes zones de chantier de celles issues de l'emprise du chantier. Les eaux claires seront

détournées directement en aval hydraulique de chaque zone de chantier vers un milieu végétalisé avant qu'elles ne soient pas polluées.

- Les eaux souillées issues de l'emprise de chaque chantier sont obligatoirement décantées avant infiltration, leur rejet direct vers les points bas et les zones d'infiltration préférentielles est strictement interdit. Ceci suppose donc d'abord, à l'instar du captage du "Puits d'Hôtant", et pour les projets situés dans le PPE du captage du "Puits des Scies", une identification préalable des zones d'infiltration préférentielles (failles, diaclases) dans le PPE du captage du "Puits des Scies".
- L'identification des zones d'infiltration préférentielles au sein du PPE du captage du "Puits des Scies" sera réalisée grâce à la mise en œuvre d'une étude hydrogéologique détaillée comme suit :
 - Une étude structurale à partir de la carte géologique, de la topographie, des photographies aériennes, des éléments relevés sur le terrain permettant d'identifier les différents linéaments attribuables à des failles avérées ou supposées sur un secteur élargi centré sur l'ilôt n°1 et intégrant les tranchées connexes.
 - Une étude géophysique à partir de la réalisation de panneaux électriques orientés perpendiculairement aux linéaments préalablement repérés et pour une profondeur d'investigation de l'ordre de 60 m. L'objectif est de repérer l'emplacement exact de failles ainsi que la nature et l'épaisseur des terrains. De prime abord, les panneaux électriques seront orientés nord-sud ou nord-est/sud-ouest. Le nombre de panneau à réaliser sera fonction du nombre de linéaments repérés.
 - Au droit des zones d'infiltration préférentielles repérées, et dans le cadre de l'étude géotechnique, la mise en œuvre de tests de perméabilité (par la méthode PORCHET à niveau variable) sur des fosses parallélépipédiques (1x 2.50m) d'une profondeur de 2.00 m maximum ; à défaut d'une identification de telles zones, il sera réalisé ad minima une fosse et un test au droit de chacun des 7 postes de transformation prévus sur l'ilôt n°1.
 - Les zones d'infiltration préférentielles caractérisées par une très bonne vitesse d'infiltration $\geq 800 \text{ l/heure}$ seront exclue du projet et protégée des ruissellements issus de l'ilôt n°1.
- La faille orientée NE-SO qui traverse l'ilôt n°10 en son centre est un vecteur préférentiel d'écoulement vers le captage du "Puits d'Hôtant". La zone sensible est définie comme une bande de terrain de 50 m minimum de part et d'autre du tracé de cette faille, symbolisée en rouge sur la Figure 4 suivante. Cette bande de terrain doit faire l'objet d'une vigilance particulière durant la phase travaux et doit notamment être protégée de tout ruissellement d'eaux souillées issu du chantier. Je recommande également le déplacement des deux postes de transformation inclus ou proche de cette bande et situés au sud de ce projet.
- Dans le cas où l'étude hydrogéologique révélerait la présence de faille au droit de l'ilôt n°1, des précautions identiques devront être mise en œuvre autour des failles identifiées comme zones préférentielles d'infiltration, à l'exclusion des zones très perméables (vitesse d'infiltration $\geq 800 \text{ l/heure}$) qui seront totalement exclues du projet.

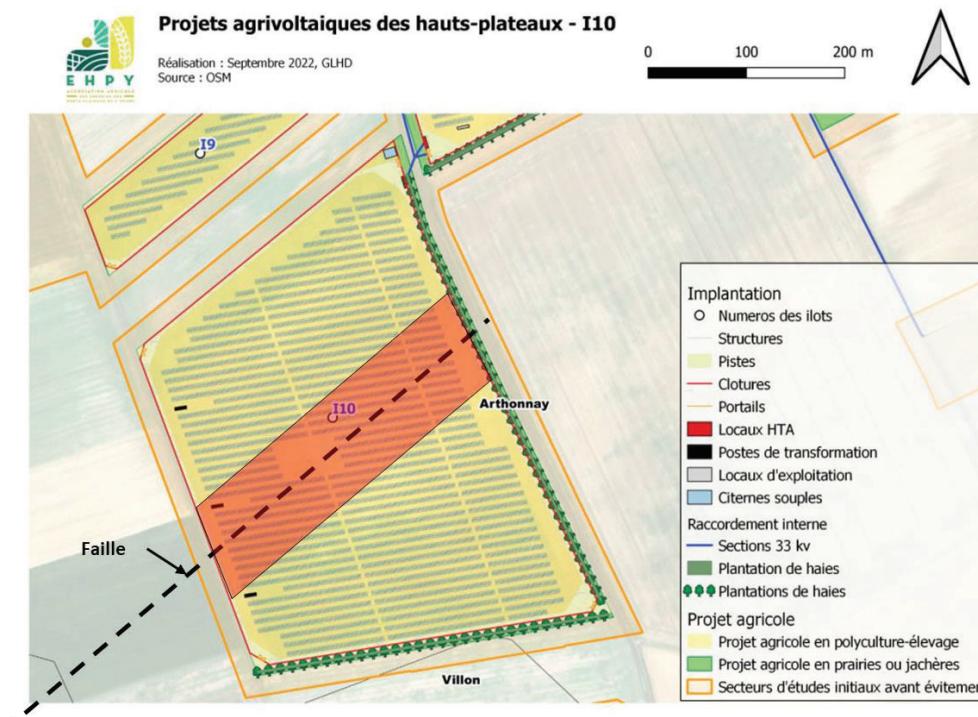


FIGURE 4 : ZONE SENSIBLE AU SEIN DE L'ILLOT N°10

- Les sols décapés (chenillage, créations de sillons, etc.) seront protégés dès que possible (paillage par mulch, géotextile, etc.).
- Les panneaux sont portés par des pieux battus ou vissés dont la profondeur d'ancrage ne dépasse pas 1.50 m de profondeur. L'utilisation de béton est interdite. La pose de longrines en béton n'est pas requise. En revanche, ce type de support pourra être mis en place de manière exceptionnelle dans le cas d'un refus d'ancrage du pieu battu ou vissé (à prévoir au cas par cas) et moyennant un décapage superficiel (10 cm maximum) du sol pour stabiliser la longrine.
- Afin d'éviter l'infiltration et le drainage préférentiel au niveau des tranchées, la pose des câbles enterrés sera réalisée à "enterrabilité directe". Les tranchées telles que prévues dans l'étude d'impact sont donc interdites. Le tracé de la tranchée de réseau électrique prévu entre les îlots n°6 et n°10 est également révisé avec l'objectif d'exclure ce tracé du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant".
- La base de vie et les installations logistiques, aires de lavage et de stockage (matériels, engins, matériaux, ...) sont installées en dehors du PPE du captage du "Puits des Scies" et en dehors du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant".
- L'un des risques identifiés est celui lié au stockage et à l'utilisation des hydrocarbures. Mes recommandations vis-à-vis de ce risque sont les suivantes :

- L'entreprise titulaire retenue pour la construction interviendra avec un matériel en bon état et conforme aux normes environnementales. Les engins subiront un entretien préventif et régulier (en début de travaux avant l'acheminement sur le site et à chaque prise de poste). Sont particulièrement visés l'étanchéité des circuits hydrauliques et l'état des flexibles.
- Les huiles seront à base végétale et biodégradables.
- Le chantier sera équipé de kits de dépollution comprenant bouchons de flexibles, absorbants et flocluants, boudins de confinement, récipient de stockage. Chaque engin disposera d'un kit propre et adapté.
- L'atelier de forage destiné à la réalisation des pieux sera systématiquement installé sur bâche étanche.
- Le forage des pieux sera assuré à sec, à l'air ou à l'eau claire, sans utilisation de boue ou d'additif.
- Le plein des engins et leur stationnement lors des phases d'arrêt du chantier (soir et week-ends) se feront en dehors du PPE du captage du "Puits des Scies" et en dehors du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant". Il n'y aura pas de stockage de carburant dans ces secteurs en dehors des réservoirs des engins. Les pleins seront réalisés au minimum nécessaire et sur une zone étanche. La distribution sera assortie de précautions minimales élémentaires (dispositif d'arrêt automatique, rétention mobile ou couverture étanche sous l'engin à ravitailler).
- En fin de journée, les engins seront parqués en un lieu sécurisé et en dehors du PPE du captage du "Puits des Scies" et du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant". Les opérations de maintenance lourdes seront réalisées aux ateliers des entreprises prestataires. Les interventions sur les engins au niveau des postes du chantier sont limitées aux seuls cas de panne immobilisant en prenant toutes les précautions nécessaires pour éviter les pollutions.
- En cas d'incendie ou de pollution, tous les matériaux contaminés seront excavés et dirigés vers des filières autorisées. L'évènement fera l'objet d'un rapport d'intervention auprès de l'ARS et du gestionnaire du captage, le Syndicat des eaux du Tonnerrois.
- Les déchets de chantier ne sont pas brûlés et seront régulièrement triés, stockés en bennes étanches et évacués.
- D'une manière plus générale, le stockage de tout type de produit polluant sur le chantier au sein du périmètre de protection éloignée du captage du "Puits des Scies" et au sein du bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hôtant" est interdit.
- L'usage de matériaux de recyclage est interdit à moins que ceux-ci ne satisfassent strictement à la réglementation. D'une manière générale, tous les matériaux éventuellement rapportés devront afficher un caractère inerte confirmé.

En phase d'exploitation :

- Les postes de transformation disposeront d'un bac de rétention d'une capacité au moins équivalente au volume d'huile contenu dans le transformateur (environ 500 litres).

- L'utilisation des engins agricoles est soumise aux mêmes recommandations listées supra pour les engins de chantier pour ce qui concerne le stockage et l'utilisation des hydrocarbures.
- L'entretien régulier des sols est réalisé grâce au pacage des brebis sans emploi de désherbants.
- Le nettoyage des surfaces des modules est réalisé exclusivement à l'eau claire.
- Seules les eaux de pluie non polluées et les eaux claires issues des toitures du bâtiment LA1 peuvent être infiltrées.
- Pour lutter ou limiter les conséquences du risque incendie :
 - Les postes de transformation et de liaison seront résistants à l'incendie.
 - Les terrains sont entretenus régulièrement.
 - Les recommandations du SDIS sont respectées, le projet doit notamment prévoir la création d'une bande sans végétation en périphérie de l'installation pour interdire la propagation des feux.
 - En cas d'incendie, le site doit disposer d'une alarme transmise à un service capable d'intervenir en urgence.
 - Lors d'un incendie, il est requis de laisser brûler l'installation en limitant la propagation des feux par aspersion d'eau claire, sans additif, des zones périphériques.
- Les opérations de maintenance effectuées par des agents peu familiarisés avec les risques vis-à-vis de l'eau destinée à la consommation humaine (EDCH) feront l'objet de conventions entre les différents acteurs, précisant notamment leurs responsabilités respectives. Les agents seront sensibilisés aux risques liés à l'EDCH.

En phase de démantèlement :

- Les panneaux usagés seront récupérés et recyclés, les postes de transformation et de liaison seront totalement démantelés et les matériaux recyclés. Les pieux seront dévissés.
- Les mêmes précautions que celles à mettre en œuvre lors de la phase travaux seront adoptées pour ce qui concerne le stockage et à l'utilisation des hydrocarbures.
- Le site sera entièrement nettoyé et remis en prairie.

Concernant la surveillance de la qualité de la ressource :

- Des analyses avec mesures des hydrocarbures totaux C10-C40, du cadmium et de l'acétate de vinyle seront réalisées sur les deux captages aux fréquences suivantes :
 - 1 analyse, 1 semaine avant le début des travaux de chaque projet d'ilôt listé au début de ce paragraphe afin d'établir un état initial ;
 - 2 analyses à fréquence mensuelle durant la phase travaux à compter de la date de début des travaux (une analyse tous les 15 jours) ;
 - 4 analyses durant la première année d'exploitation à 3 mois d'intervalle.

9 Conclusion

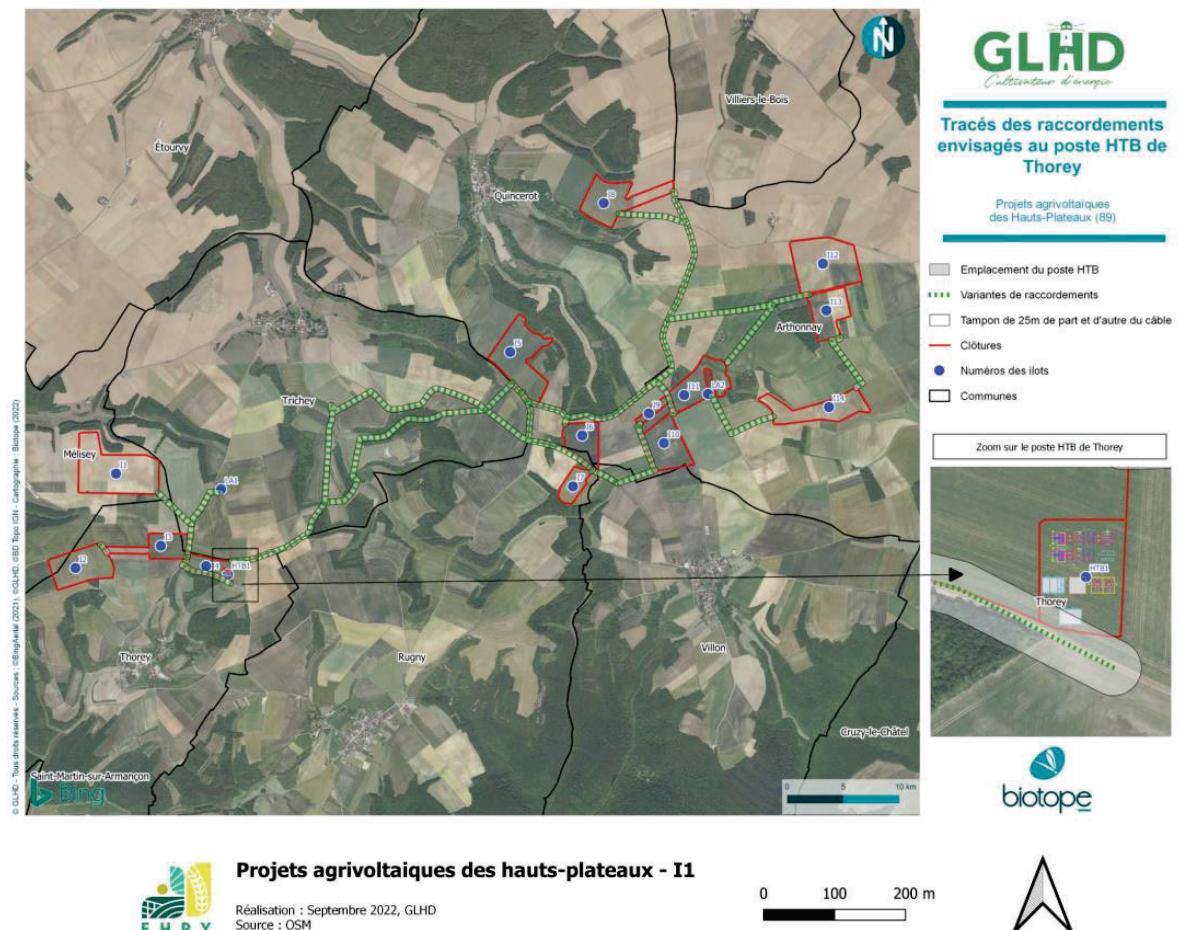
Sous réserve de la mise en place des préconisations proposées supra, je donne un avis favorable aux projets agrivoltaïques concernés par les deux captages d'eau potable du "Puits des Scies" et du "Puits d'Hôtant" avec infiltration des eaux pluviales non polluées in situ.

A Romans-sur-Isère

Le 18/06/2023

Jérôme GAUTIER

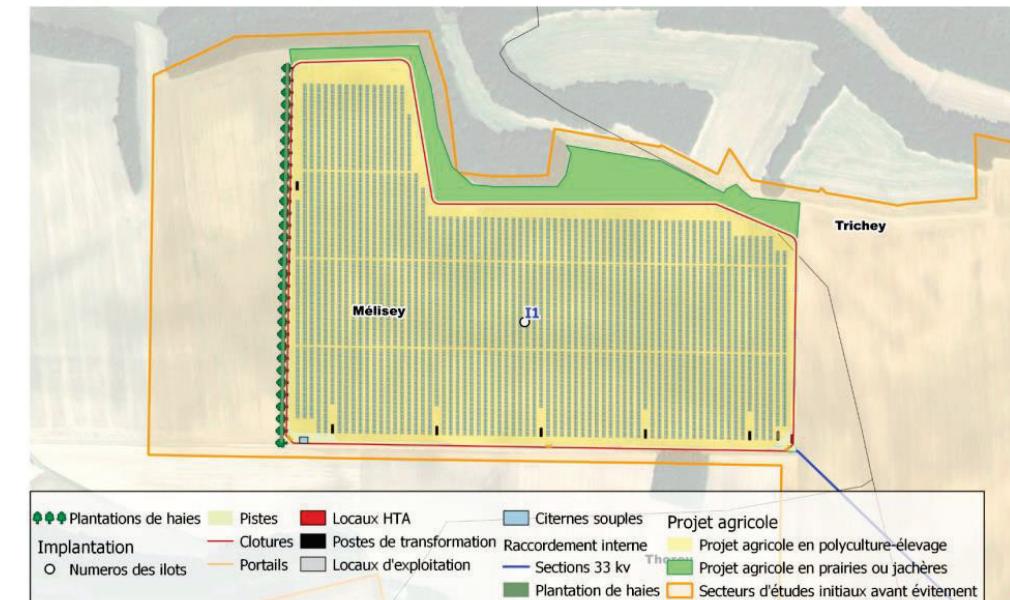
ANNEXE 1 : LOCALISATION DES ILOTS AGRIVOLTAIQUES, DES POSTES HTB ET RACCORDEMENTS ELECTRIQUE (GLHD, 2022)

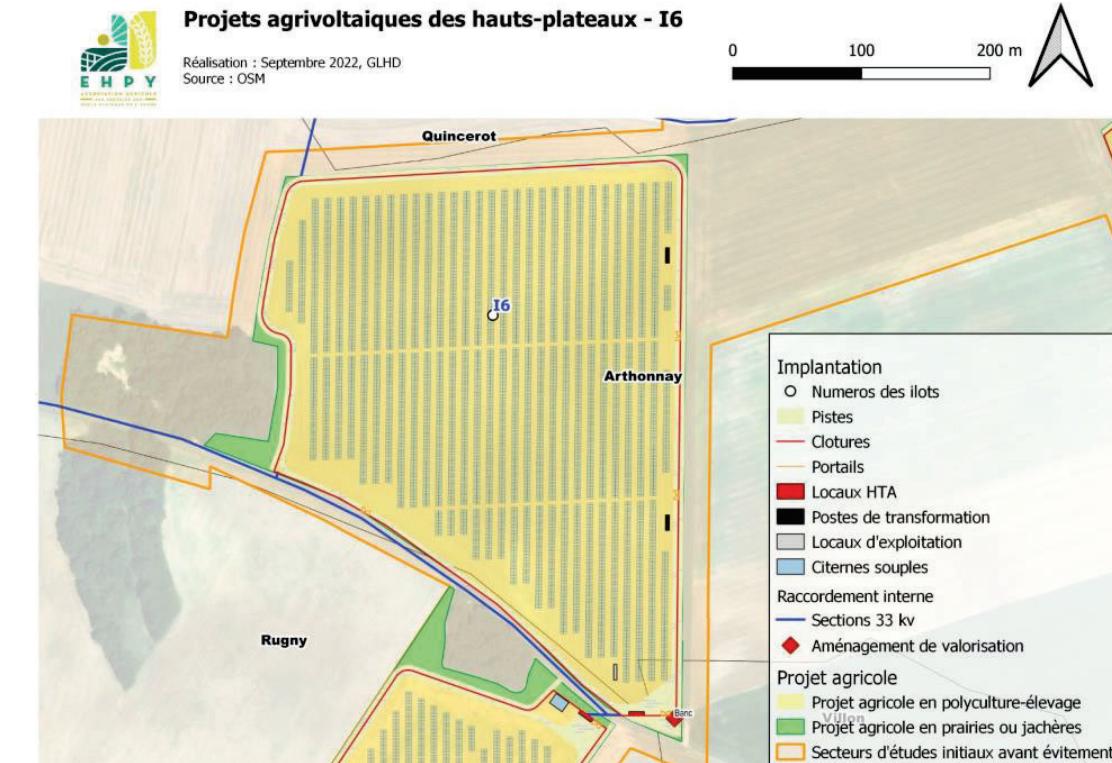
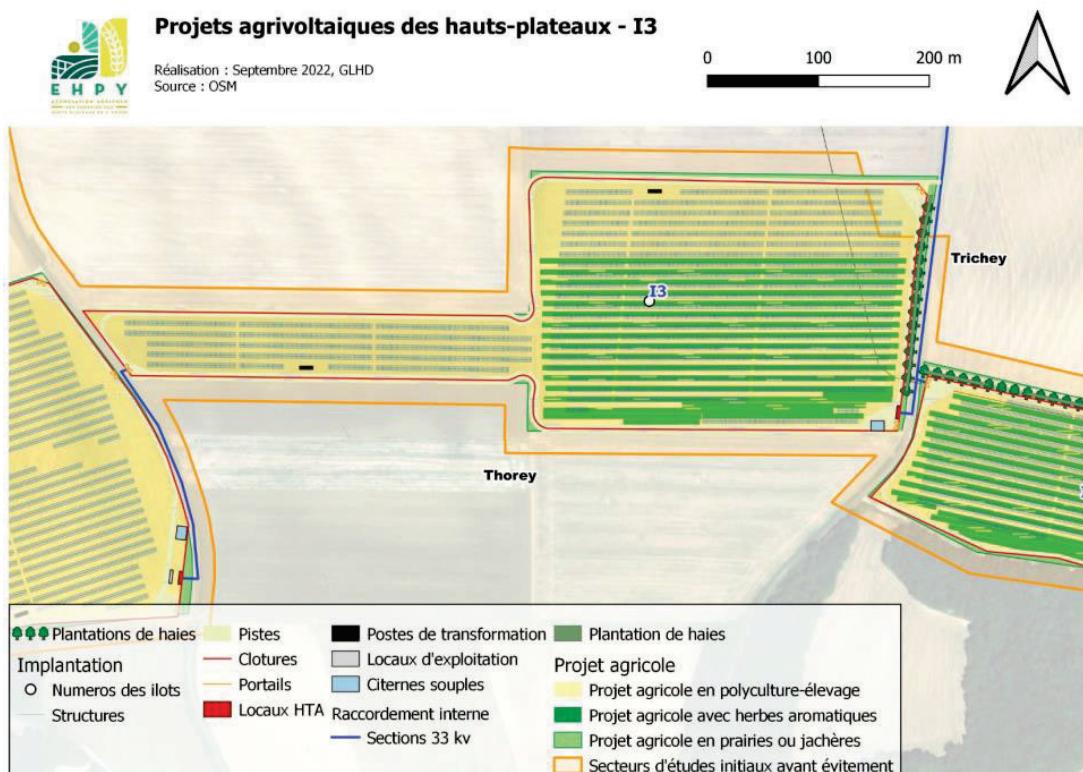
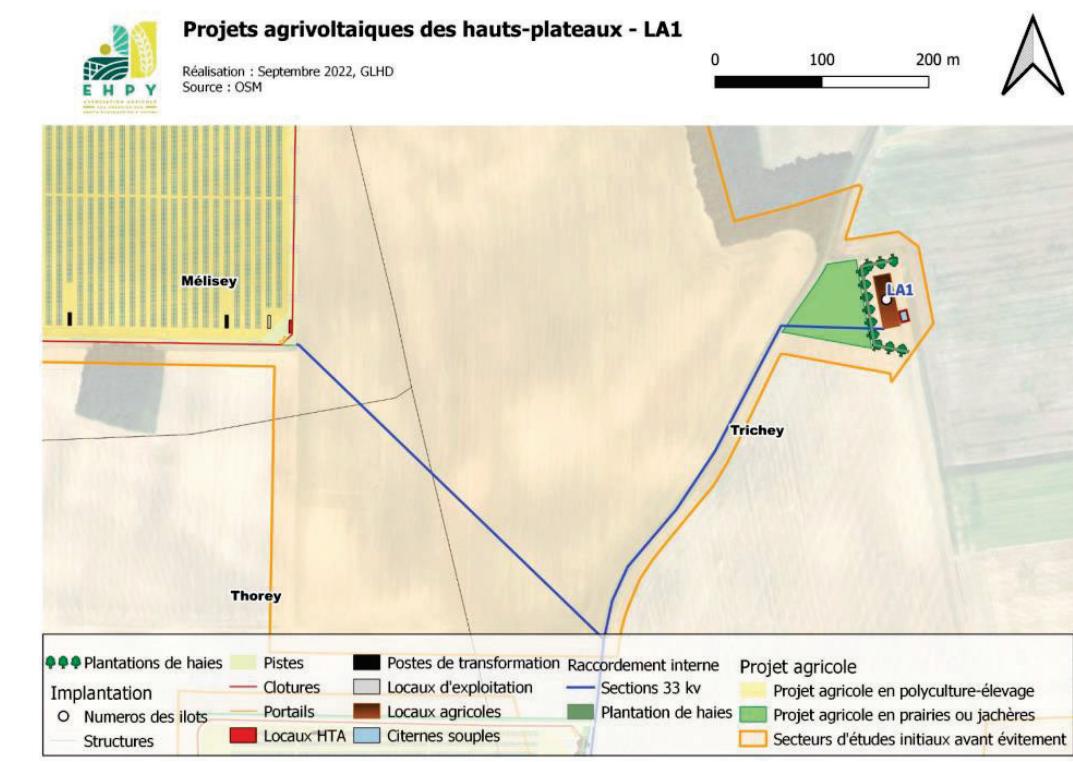
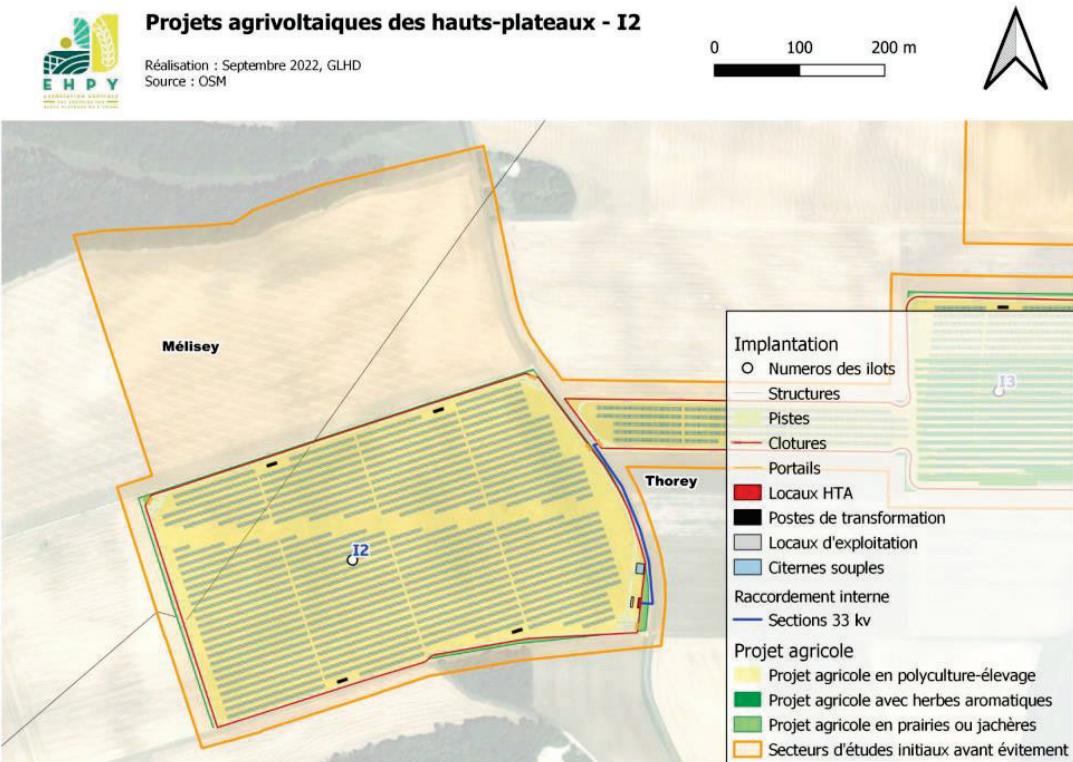


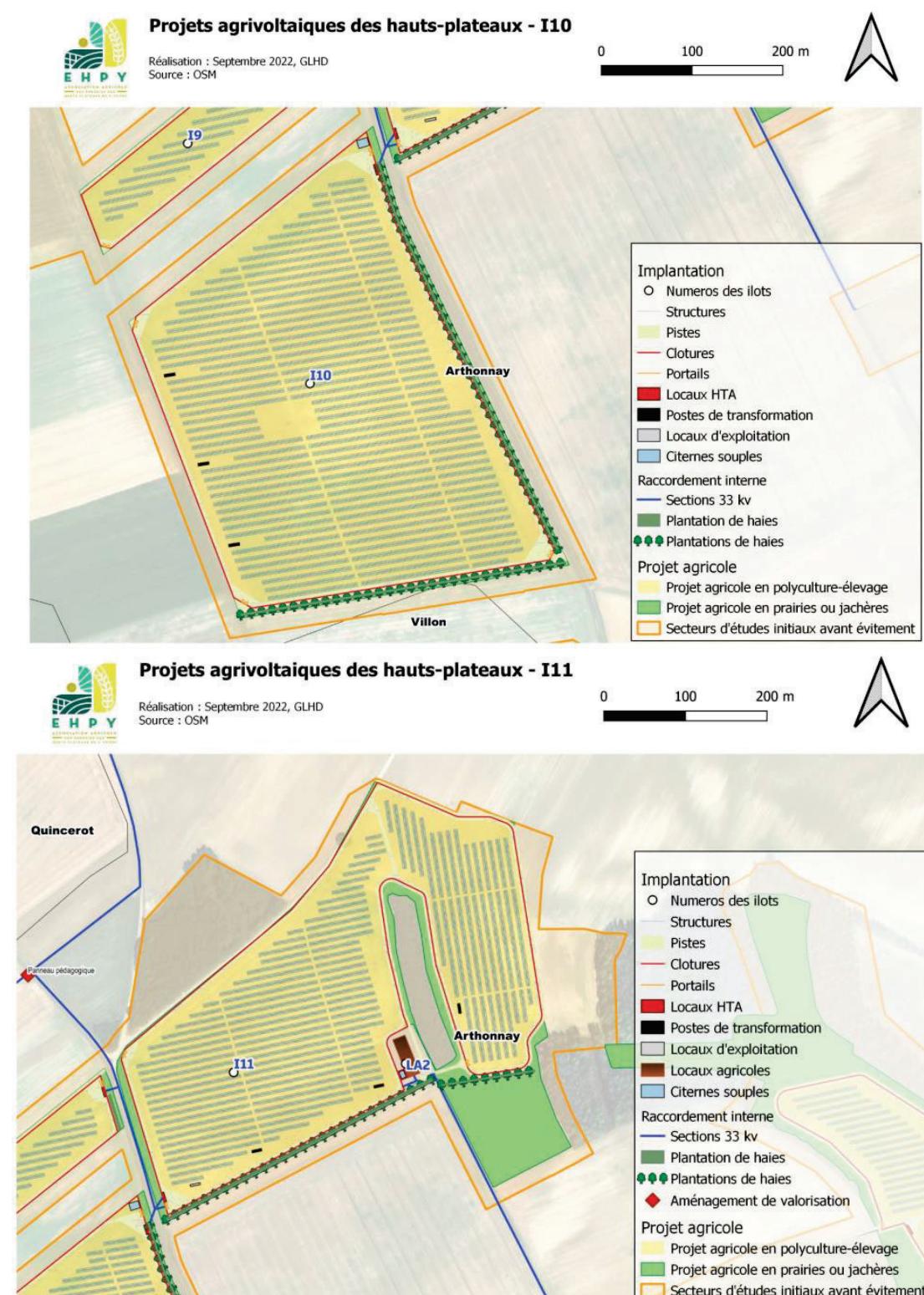
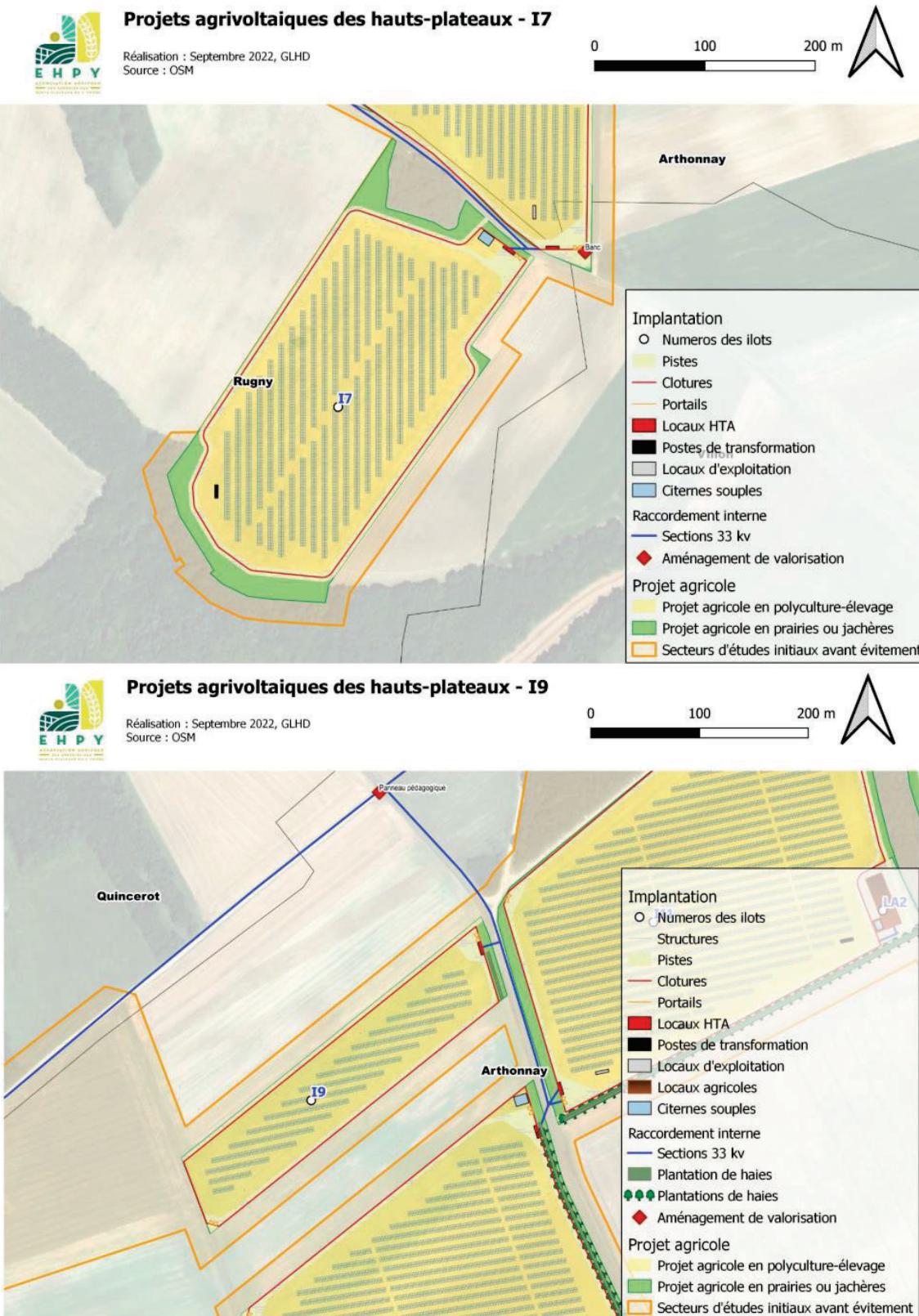
Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - II1

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

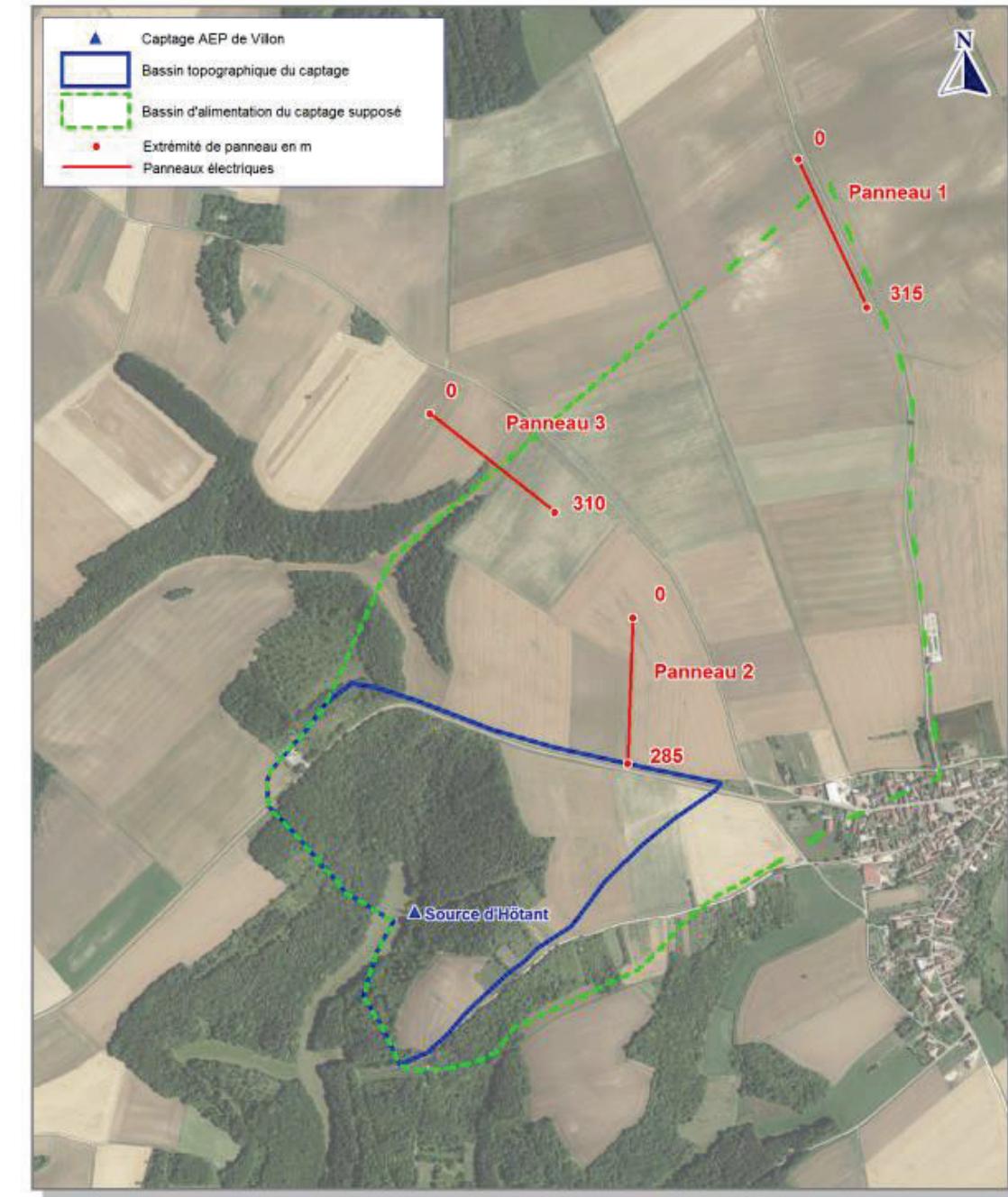
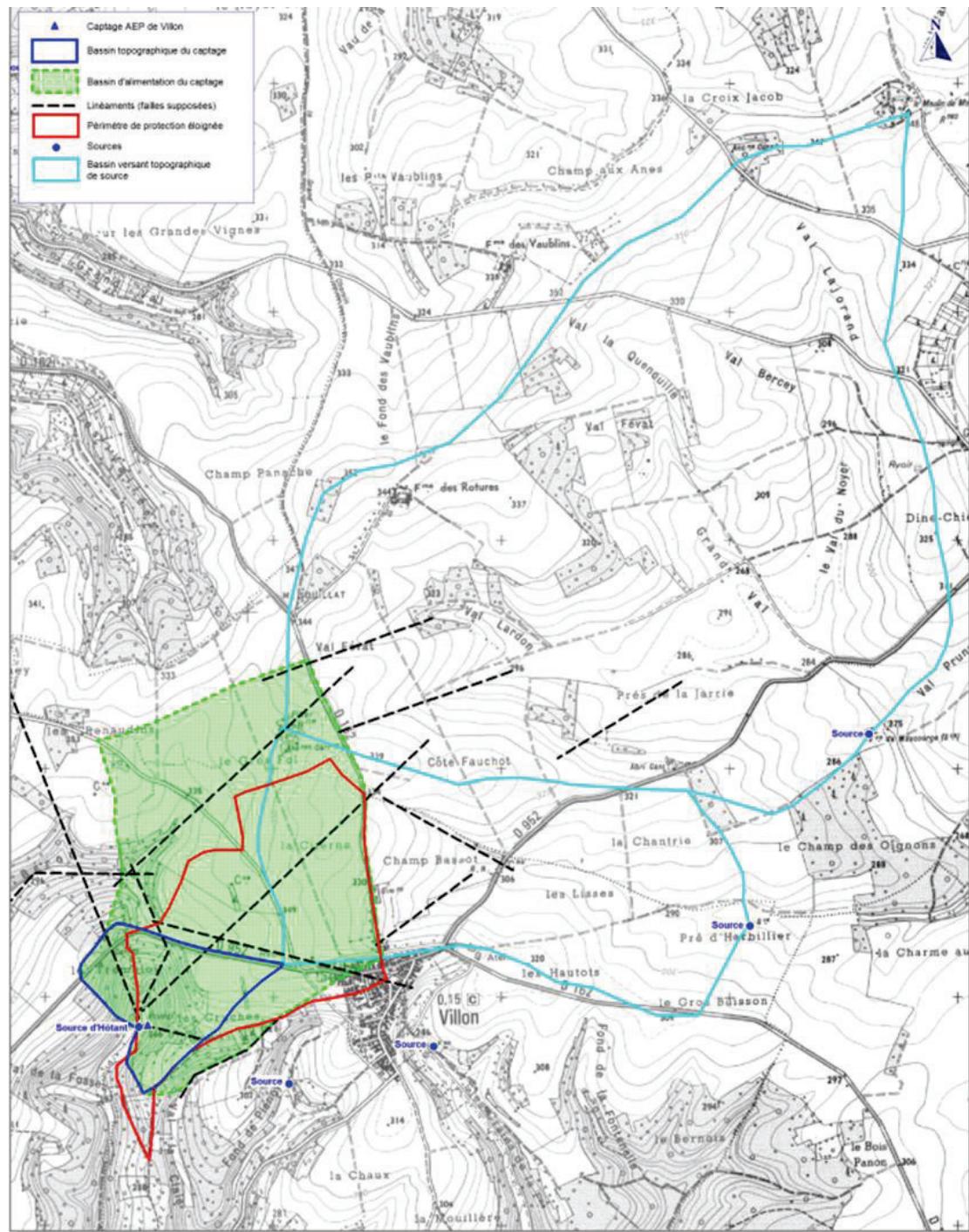
0 100 200 m

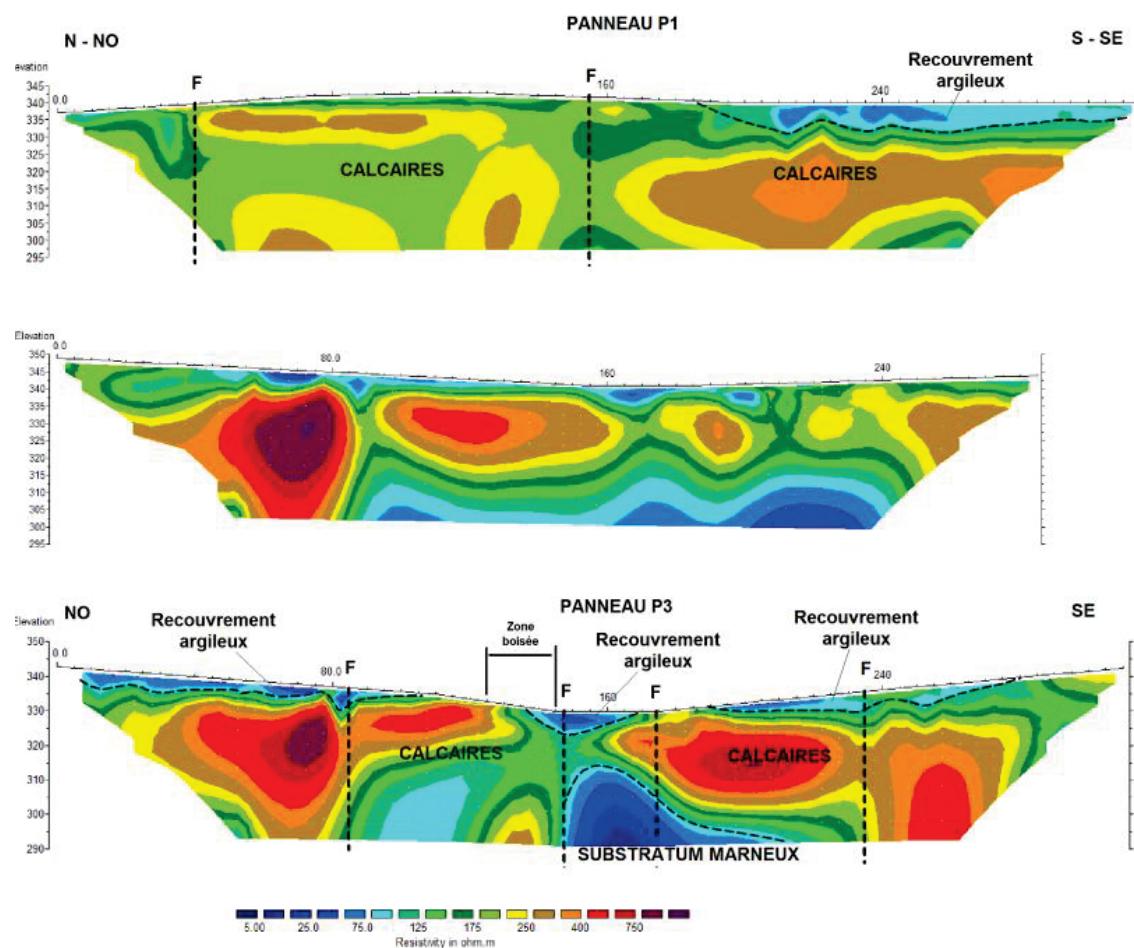




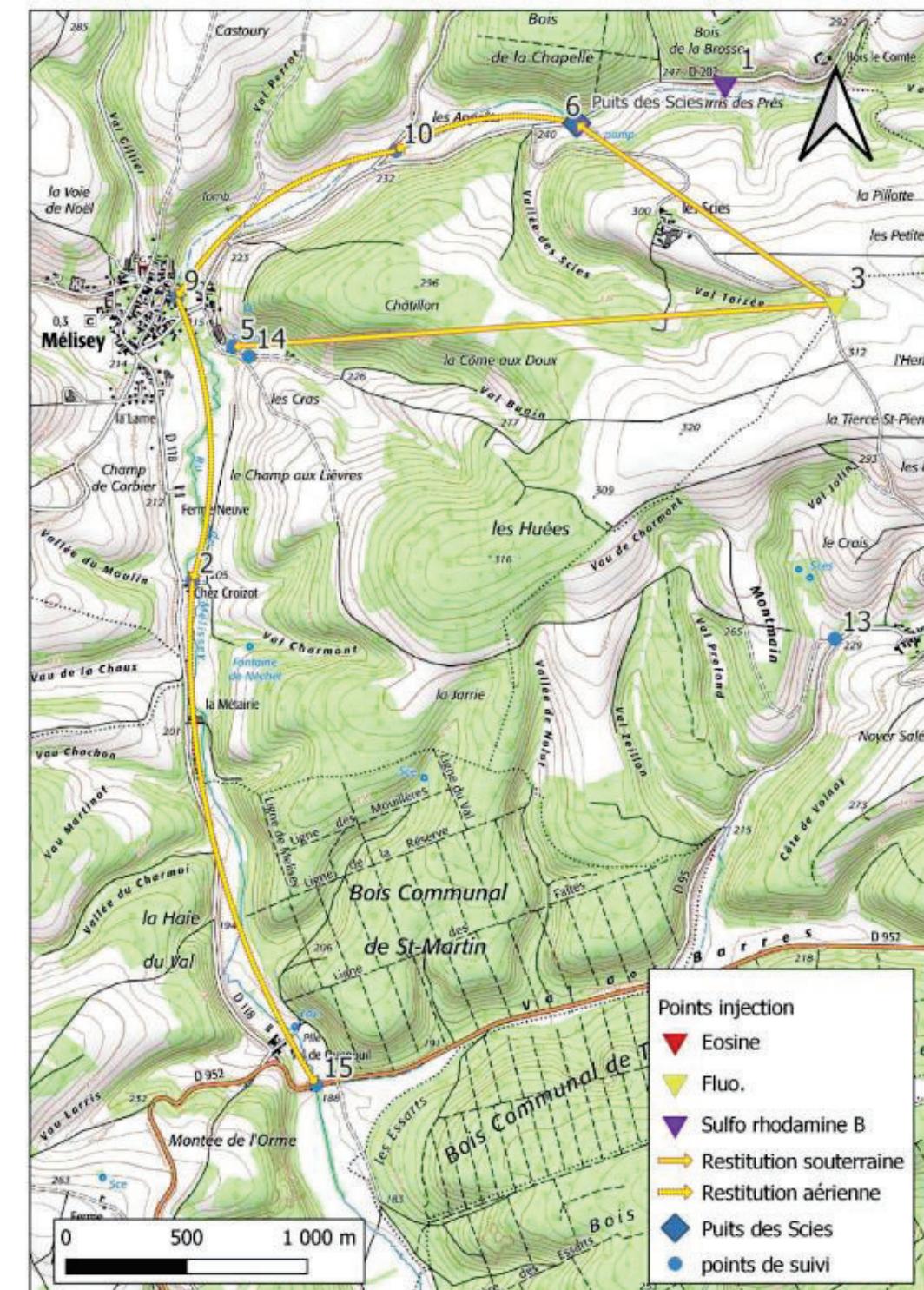


ANNEXE 2 : RESULTATS DE L'ETUDE STRUCTURALE ET GEOPHYSIQUE MENEES DANS LE CADRE DE L'ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN D'ALIMENTATION DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)

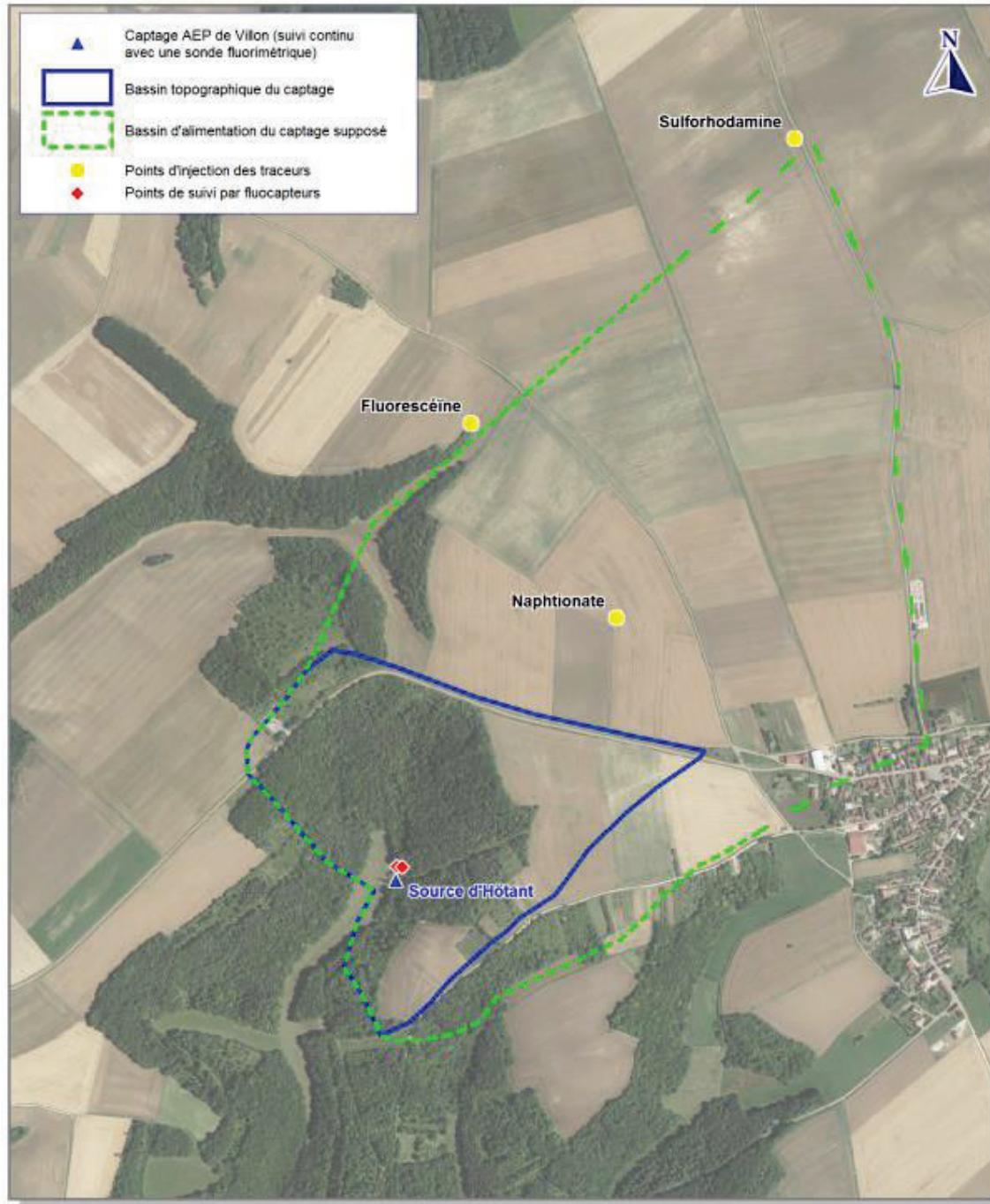




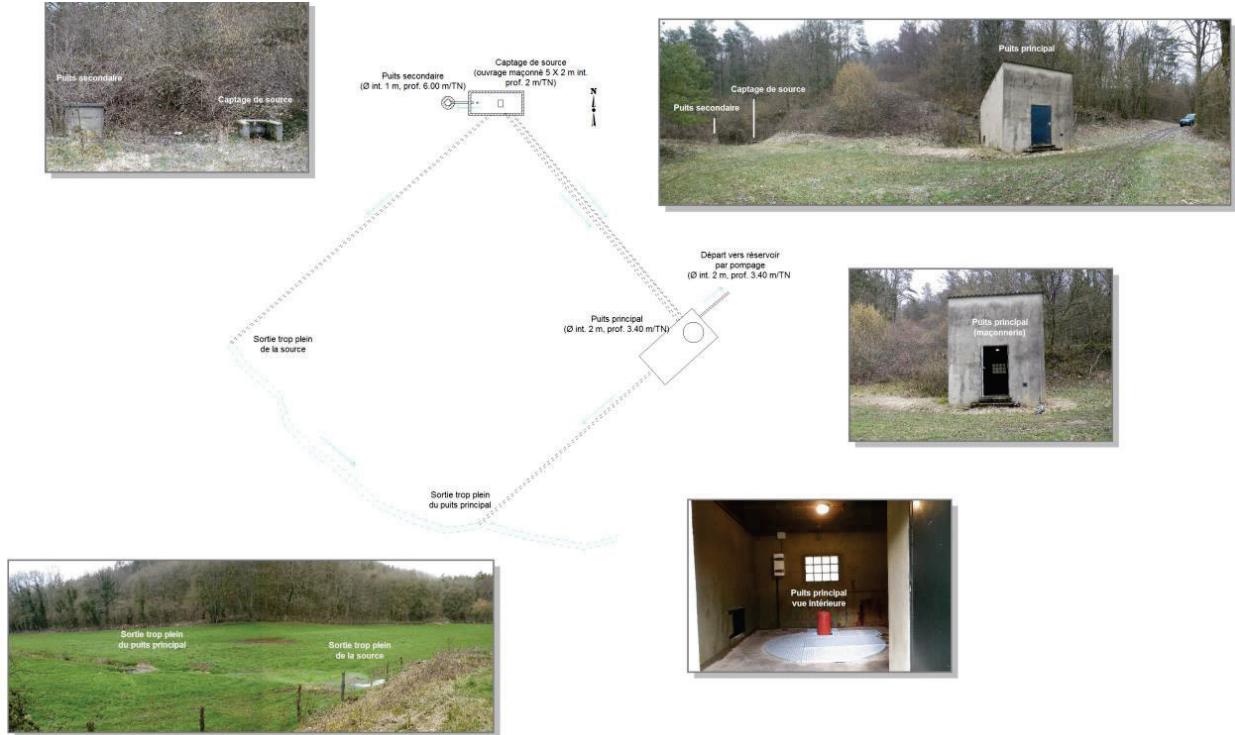
ANNEXE 3 : RESTITUTION DE LA FLUORESCINE AU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIERS" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)



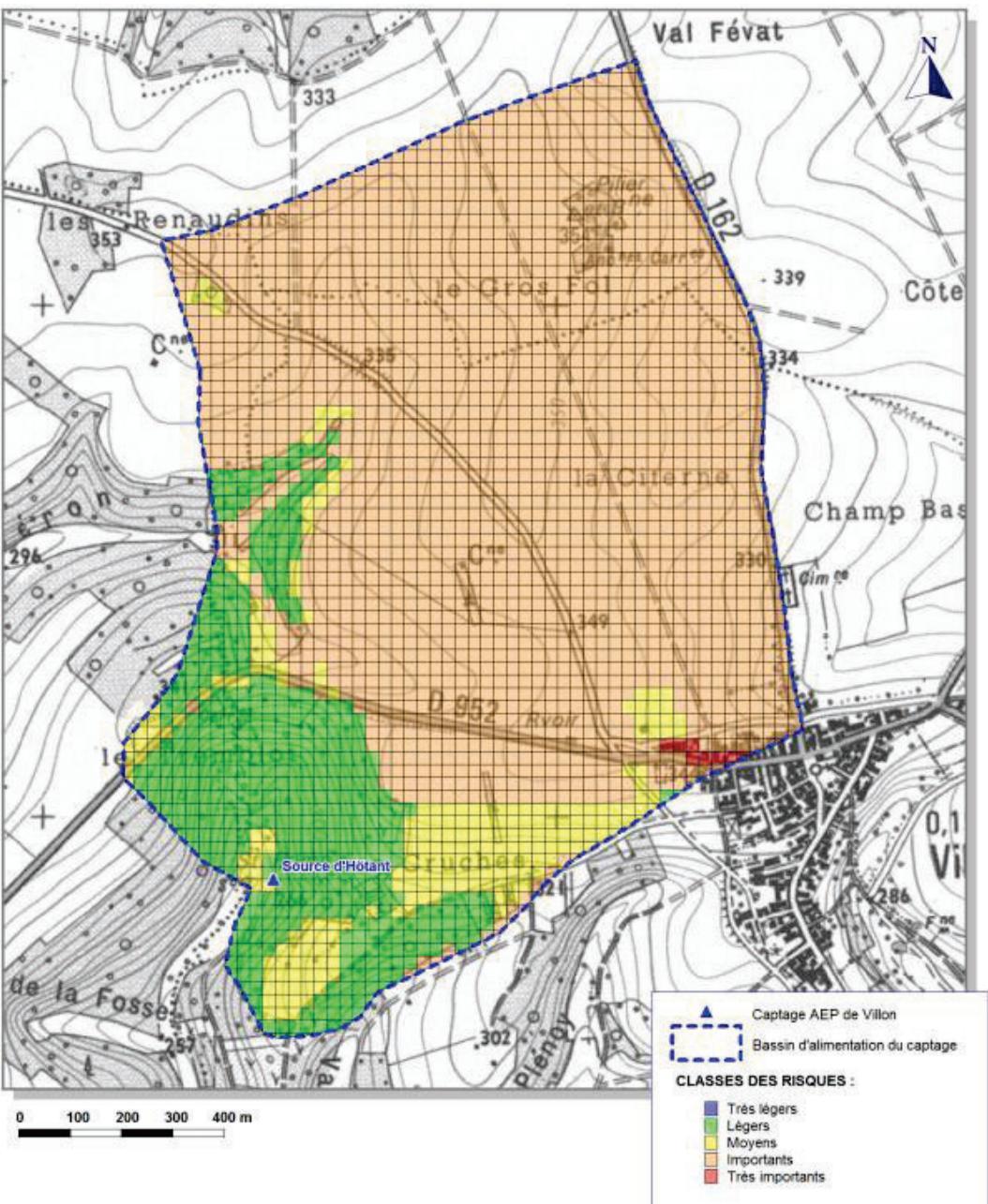
ANNEXE 4 : LOCALISATION DES POINTS D'INJECTION DU NAPHTIONATE LA FLUORESCINE ET DE LA SULFORHODAMINE B ET DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)



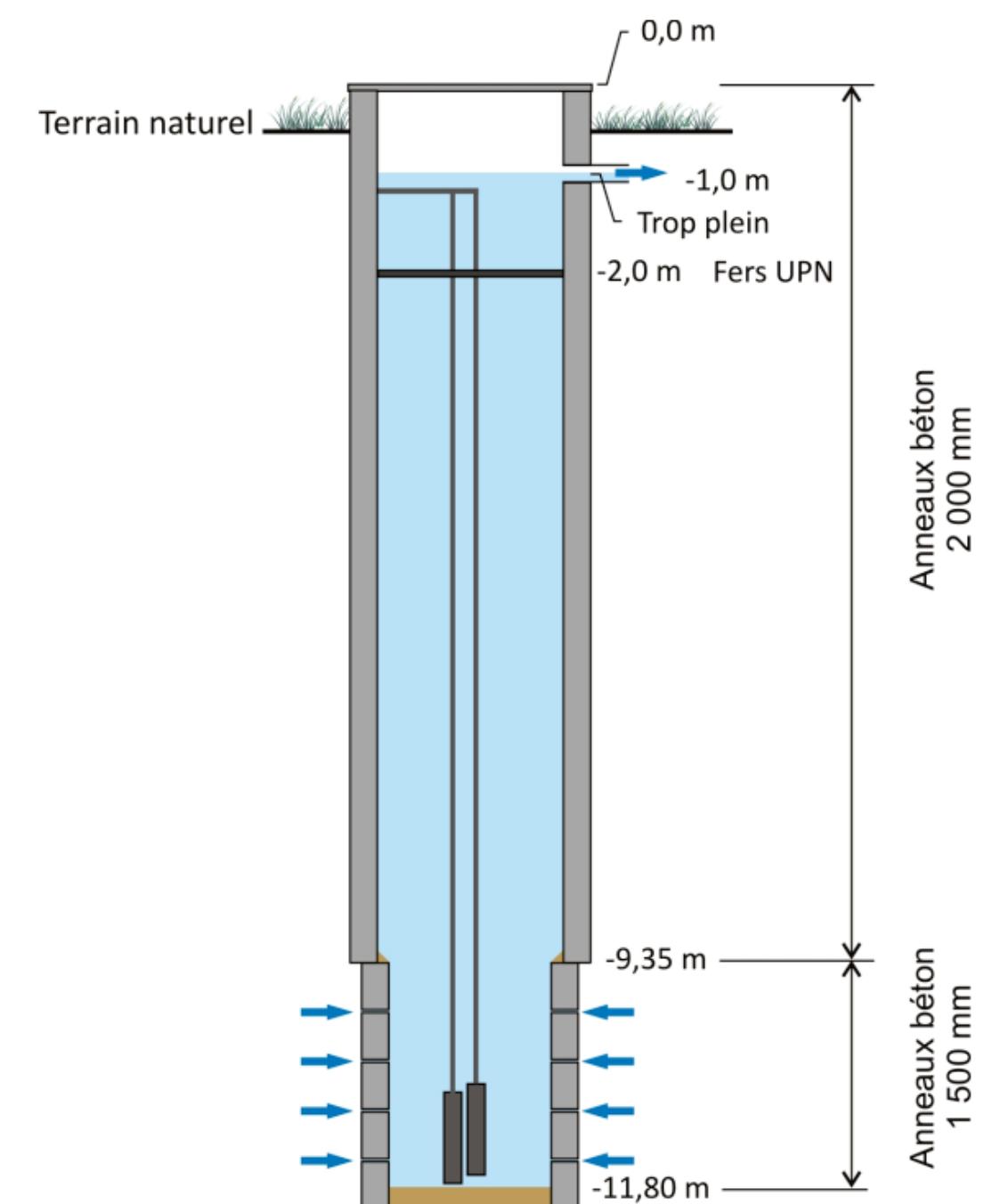
ANNEXE 5 : SCHEMA DE PRINCIPE DU CAPTAGE DU PUITS D'HOTANT (CPGF-HORIZON, 2014)



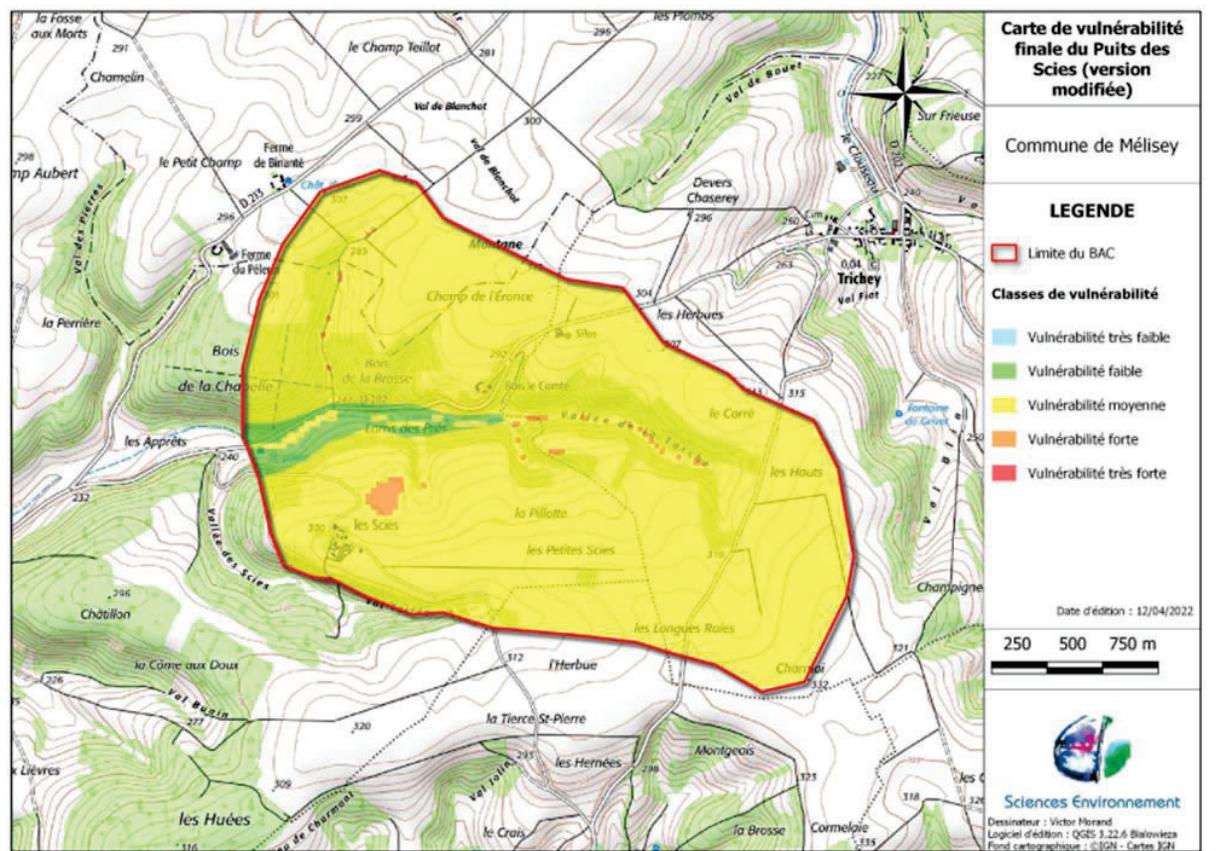
ANNEXE 6 : VULNERABILITE DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)



ANNEXE 7 : COUPE TECHNIQUE DU "PUITS DES SCIERS" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)



ANNEXE 8 : VULNERABILITE DU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIERS" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2023)





E H P Y
ASSOCIATION AGRICOLE
DES ENERGIES DES
HAUTS-PLATEAUX DE L'YONNE

GLHD
Cultivateur d'énergie

PROJETS DES FERMES AGRIVOLTAÏQUES DES HAUTS-PLATEAUX

sur les communes d'Arthonnay, Mélisey, Quincerot, Rugny, Thorey, Trichey et Villon
Département de l'Yonne

MEMOIRE EN REPONSE AUX OBSERVATIONS EMISES PAR LA MISSION REGIONALE DE L'AUTORITE ENVIRONNEMENTALE
AVIS DU 18 AOUT 2023 - N°BFC-2023-3902

ANNEXE 5.2

Reconnaissance structurale et géophysique de l'îlot 1

IDUNA

Décembre 2023





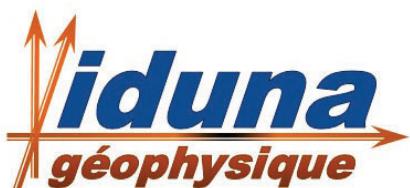
GREEN LIGHT HOUSE DÉVELOPPEMENT
1 All. Jean Rostand, 33650 Martillac

**Association agricole des Energies des Hauts Plateaux de l'Yonne
(collectif d'agriculteurs EHPY)**
**Projets agrivoltaïques sur les communes de Arthonnay, Mélisey,
Rugny, Quincerot, Thorey, Trichey et Villon**

Reconnaissance structurale et géophysique de l'îlot 1

Intervention du 09 au 12/10/2023

Rapport W19-c – 16/12/2023



Iduna Géophysique – SARL au capital social de 47.000 Euros
APE 7490B – Siret : 451 842 298 00031 – TVA Intracomm. : FR18451 842 298
Siège social : 33, avenue de la République 92500 Rueil Malmaison FRANCE
Tél. : 06 17 36 22 83 - www.iduna.fr - email : geophy@iduna.fr

PRÉAMBULE

Cadre de la mission

Dans le cadre du développement des projets agrivoltaïques des hauts-plateaux dans l'Yonne, la société GLHD, développeur de projets agrivoltaïques basé à Martillac en Gironde a confié à IDUNA Géophysique la réalisation d'une mission de reconnaissance structurale et géophysique du sous-sol de l'îlot 1 et ses tranchées connexes.

But de la mission

L'objectif de cette reconnaissance est de pouvoir identifier d'éventuelles zones d'infiltration préférentielles au sein du PPE du captage du "Puits des Scies", ressource de secours en eau potable de la commune de Mélisey.

Contenu de la mission

La mission a été réalisée par quatre profils verticaux de résistivités électriques qui ont atteint 65 à 70 m de profondeur.

Intervention

Les mesures géophysiques ont été réalisées du 9 au 11/10/2023.

Documents fournis

- [1] Jérôme GAUTIER, Hydrogéologue Agréé en matière d'hygiène publique pour le département de l'Yonne - *Département de l'Yonne – Hauts Plateaux de l'Yonne - Avis hydrogéologique relatif à la demande d'aménagement de 14 îlots agrivoltaïques par GLHD en partenariat avec le collectif d'agriculteurs de l'association EHPY dans le périmètre de protection éloignée du captage d'eau potable du "Puits d'Hôtant" sur la commune de Villon-* Rapport H.A. 23-8918 – HAUTS PLATEAUX DE L'YONNE - Mai - Juin 2023

Rapport n°W19

GLHD GREEN LIGHT HOUSE DÉVELOPPEMENT – Association agricole des énergies des Hauts Plateaux de l'Yonne (collectif d'agriculteur EHPY) – Projets agrivoltaïques sur les communes de Arthonnay, Mélisey, Rugny, Quincerot, Thorey, Trichey et Villon - Reconnaissance structurale et géophysique de l'îlot 1 - Intervention du 09 au 12/10/2023

INDICE	DATE	RÉDACTION	OBJET
A	13/10/2023	J.MUESSER	1 ^{ère} rédaction
B	31/10/2023	J.MUESSER	Compléments et corrections
C	16/12/2023	J.MUESSER	Compléments et corrections

SOMMAIRE

1	Localisation et but des investigations	1
2	Étude structurale	2
2.1	Données de la carte géologique	2
2.2	Étude géophysique CPGF 2014 sur le puits d'Hotant à Villon	4
2.3	Linéaments et indices de fracturation / fissuration autour de l'îlot 1	6
3	Profils de résistivités électriques	8
3.1	Principe	8
3.2	Matériel utilisé et mise en œuvre	8
3.2.1	Matériel	8
3.2.2	Protocoles mis en œuvre	9
3.3	Traitement	10
3.4	Nombre et localisation des profils électriques réalisés	11
3.5	Résultats obtenus	12
4	Conclusion	17

FIGURES

Figure 1 : Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux de l'Yonne et localisation de la zone d'étude (îlot 1).....	1
Figure 2 : Localisation du secteur d'étude sur la carte géologique au 1/50.000 ^e imprimée (BRGM).....	3
Figure 3 : Localisation du secteur d'étude sur la carte géologique vectorielle harmonisée (BRGM).....	3
Figure 4 : CPGF-HORIZON, 2014, puits d'Hotant à Villon : Localisation des profils électriques.....	4
Figure 5 : CPGF-HORIZON, 2014, puits d'Hotant à Villon : Pseudo-sections des profils électriques.....	4
Figure 6 : report des linéaments et des profils électriques CPGF-HORIZON, 2014, sur le MNT IGN.....	5
Figure 7 : Failles cartographiées sur la carte géologique.....	6
Figure 8 : Linéaments et indices de failles autour de la zone d'étude	7
Figure 9 : Linéaments autour de la zone d'étude sur photo aérienne de l'îlot 1 (vue du Nord).....	7
Figure 10 : Vues du dispositif géophysique électrique mis en œuvre sur le site	8
Figure 11 : Protocoles mis en œuvre	9
Figure 12 : Principe du traitement par inversion 2D	10
Figure 13 : Localisation des profils électriques réalisés	11
Figure 14 : Profils de résistivités obtenus	13
Figure 15 : Vues obliques des quatre profils électriques	14
Figure 16 : Report des profils électriques sur la photo aérienne.....	15
Figure 17 : Report des profils électriques sur le MNT IGN et les linéaments	16
Figure 18 : Cartographie des zones sensibles au droit des profils électriques et des linéaments	18

ANNEXES

Annexe 1 : Méthodologie géophysique électrique : profils de résistivités.....	20
Annexe 2 : Pseudo-section profil P1	25
Annexe 3 : Pseudo-section profil P2	26
Annexe 4 : Pseudo-section profil P3	27
Annexe 5 : Pseudo-section profil P4	28
Annexe 6 : Failles mises en évidence et zones sensibles inhérentes.....	29
Fig. 1 : Principe du profil de résistivités	21
Fig. 2 : Profil de résistivités en écartement inter-electrodes 10 m.....	22
Fig. 3 : Exemples d'imagerie électrique 2D augmentée ou pseudo 3D	23
Fig. 4 : Exemples de traitements 3D faisant ressortir des structures, dont des écoulements.....	24

1 LOCALISATION ET BUT DES INVESTIGATIONS

Les investigations ont porté sur l'îlot 1, terrain de 60 hectares environ entre les bourgs de Mélisey à l'ouest, Trichéy au nord-est et Thorey au sud (cf. Figure 1), pour avoir une approche sur l'homogénéité des calcaires au sein du bloc dans lequel se situe le projet, et reconnaître la présence d'éventuelles failles ou zones fracturées comme déjà mises en évidence sur une étude géophysique réalisée par CPGF en 2014 sur le périmètre du puits d'Hotant à Villon, à 5 km à l'Est de l'îlot 1.

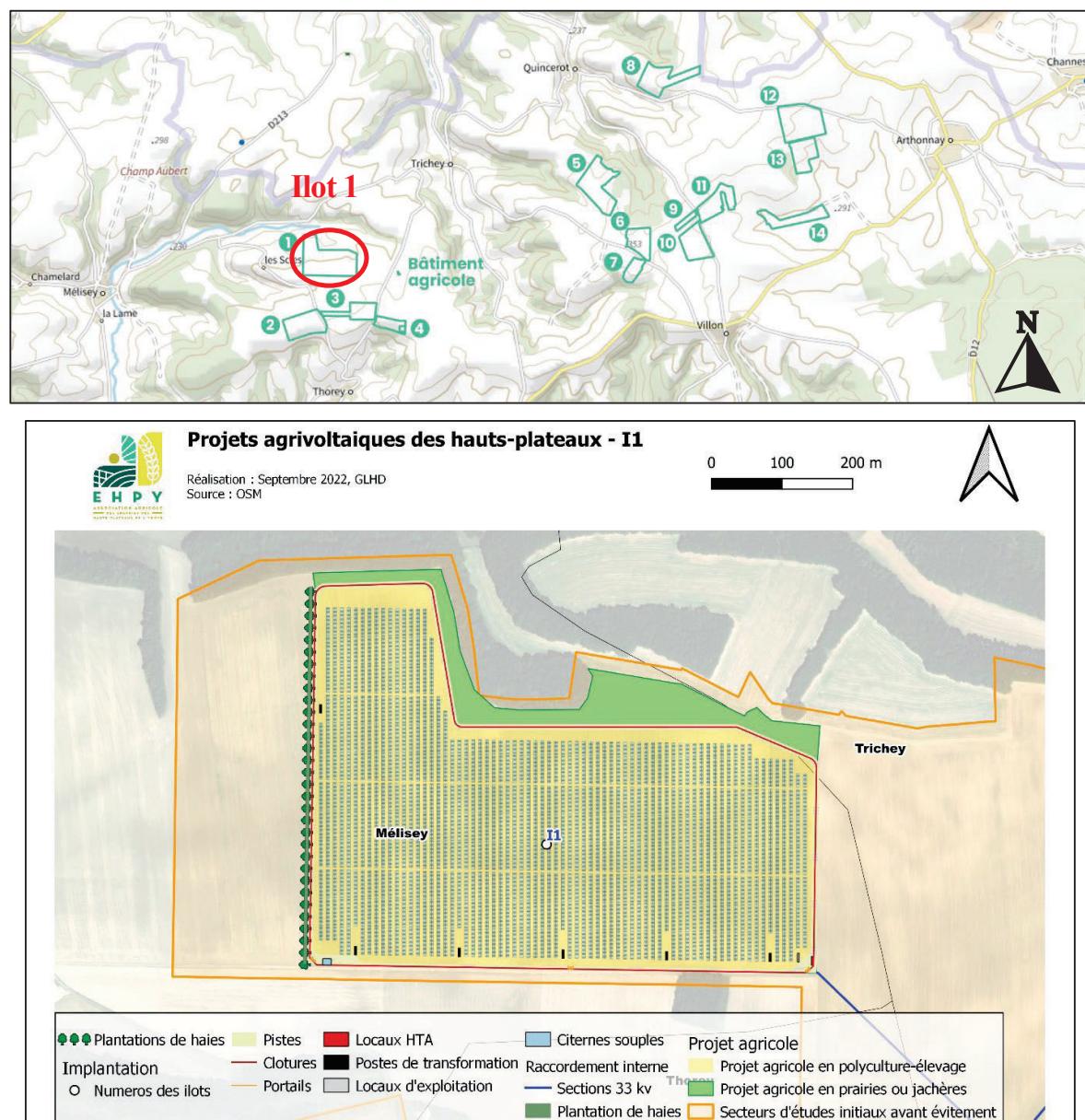


Figure 1 : Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux de l'Yonne et localisation de la zone d'étude (îlot 1)

2 ÉTUDE STRUCTURALE

2.1 DONNÉES DE LA CARTE GÉOLOGIQUE

D'après la carte géologique n°0369 Chaource au 1/50.000^e (BRGM) et la carte géologique vectorielle harmonisée, la zone investiguée repose sur, de haut en bas (cf. Figure 2) :

- les **calcaires du Barrois (j9 Portlandien)**, de la surface de l'îlot 1 qui varie entre les cotes +275m à +310m NGF, et le contact avec les Marnes à *Exogyres* sous jacentes cartographié vers les cotes +260m sur le flanc Nord du plateau vers Bois le Comte, à +300m sur le flanc Sud vers Thorey. Leur épaisseur moyenne est donc de l'ordre de 40 à 50 m maximum sous l'îlot 1.
Ils sont décrits dans la notice de la carte géologique comme << des calcaires compacts, à faciès monotone, où l'on peut cependant définir deux ensembles :>>
 - Les calcaires supérieurs, blanc crème, très sensibles à la fracturation, épais de 30 mètres [...].
 - Les calcaires inférieurs, sublithographiques, très bien lités et comportant vers la base quelques intercalations marneuses. >>
- les **Marnes à Exogyres** (j8-7c Kimméridgien moyen et supérieur) qui affleurent dans les vallons Ouest (à Mélisey), Est (à Trichéy) et Nord. L'ensemble de 40 à 50 m d'épaisseur est << constitué d'une alternance de marnes ou marno-calcaires gris bleu lumachelliennes, [...] , souvent glauconieux à la base de la série, et de calcaires compacts, blancs légèrement crayeux >>.
- le **Calcaire à Astartes** (j8-7b Kimméridgien inférieur) qui affleurent dans le vallon sud (contact avec la base des Marnes à Exogyres à Thorey, Rugny et Villon), << à faciès sublithographiques dominant à l'intérieur de cette série où s'intercalent des niveaux oolithiques blancs à amygdales compactes, des calcaires rocheux riches en Brachiopodes, et quelques passées lumachelliennes >>.
- Le **Calcaire ou Pierre de Tonnerre** (j8-7a Kimméridgien inférieur), d'une cinquantaine de mètres d'épaisseur, << calcaires blancs microcristallins, oolithiques ou pisolithiques, crayeux et tendres à la base, ils deviennent plus compacts au sommet >> qui affleurent au fond du vallon de Thorey à Villon.

On ne dispose d'aucune coupe de forages proches dans la base de données du sous-sol du BRGM pour préciser la description de ces formations au droit ni même aux environs du site d'étude.

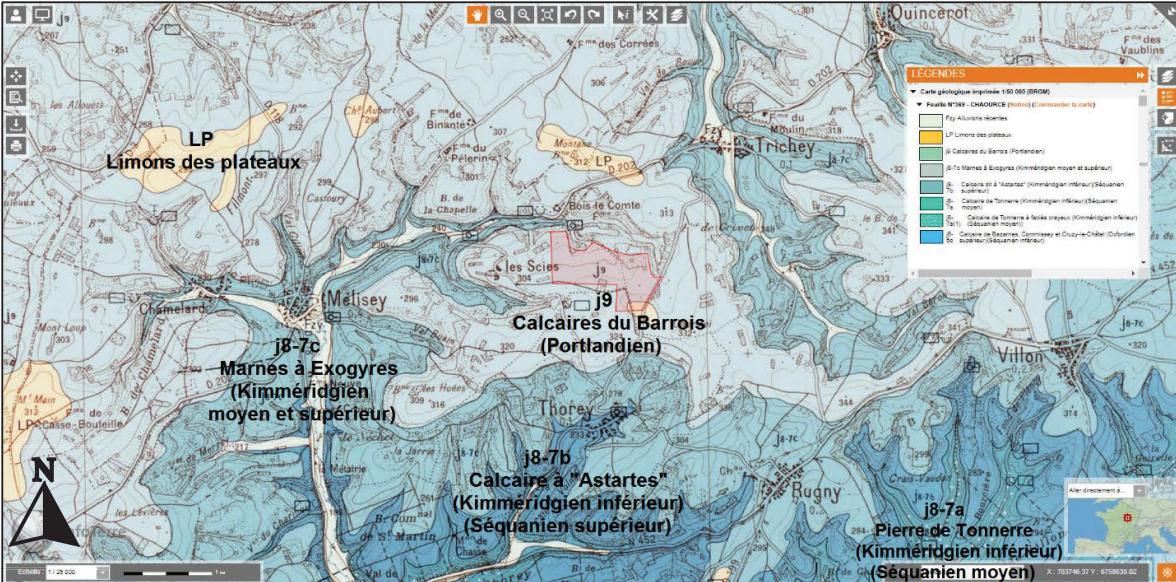


Figure 2 : Localisation du secteur d'étude sur la carte géologique au 1/50.000^e imprimée (BRGM)

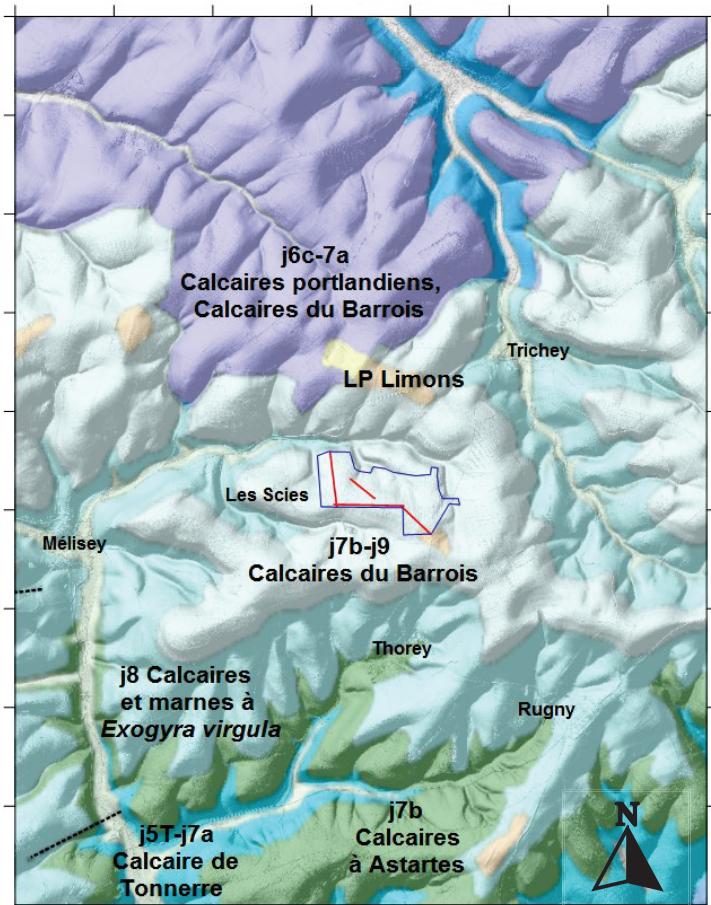


Figure 3 : Localisation du secteur d'étude sur la carte géologique vectorielle harmonisée (BRGM)

2.2 ÉTUDE GÉOPHYSIQUE CPGF 2014 SUR LE PUITS D'HOTANT À VILLON

Une précédente campagne de reconnaissance structurale et géophysique a été menée par CPGF-HORIZON en 2014 sur le bassin d'alimentation du captage du "Puits d'Hotant" à Villon, à 5 kilomètres à l'Est de l'îlot 1. Trois profils électriques ont été réalisés transversalement à quatre des linéaments cartographiés après examen des photos aériennes et de la carte topographique (cf. Figure 4 et Figure 5).

ANNEXE 2 : RÉSULTATS DE L'ÉTUDE STRUCTURALE ET GÉOPHYSIQUE MENÉE DANS LE CADRE DE L'ÉTUDE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN D'ALIMENTATION DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" [CPGF-HORIZON, 2014]

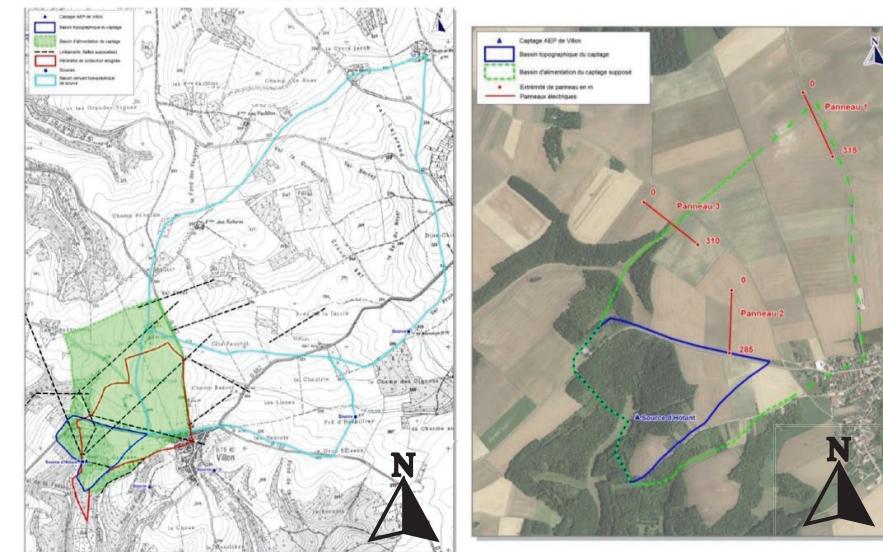


Figure 4 : CPGF-HORIZON, 2014, puits d'Hotant à Villon : Localisation des profils électriques

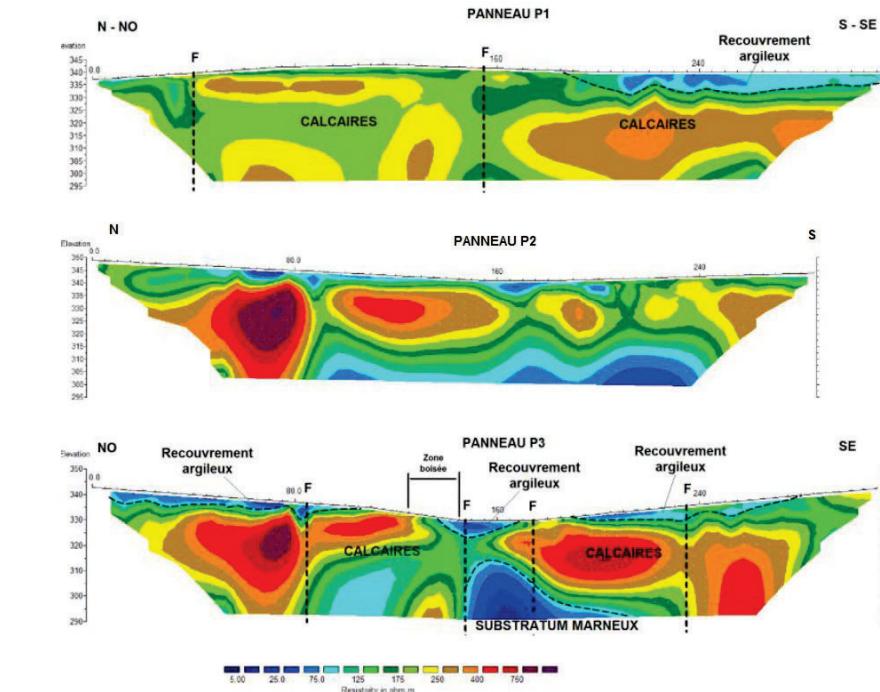


Figure 5 : CPGF-HORIZON, 2014, puits d'Hotant à Villon : Pseudo-sections des profils électriques

Le report sur la Figure 6 de ces trois profils électriques (trajus rouges) sur le relief détaillé du site issu du modèle numérique de terrain à maille 1m (RGÉALTI_MNT_1M de l'IGN), montre que ces profils électriques apparaissent bien corrélés aux linéaments issus du MNT 1m (pointillés bleus), avec des résistivités supérieures à 300 ohm.m (marron à rouge) pour les calcaires sains, de 100 à 250 ohm.m (vert à jaune) pour les marnes et calcaires marneux, de moins de 50 ohm.m (en bleu) pour les argiles.

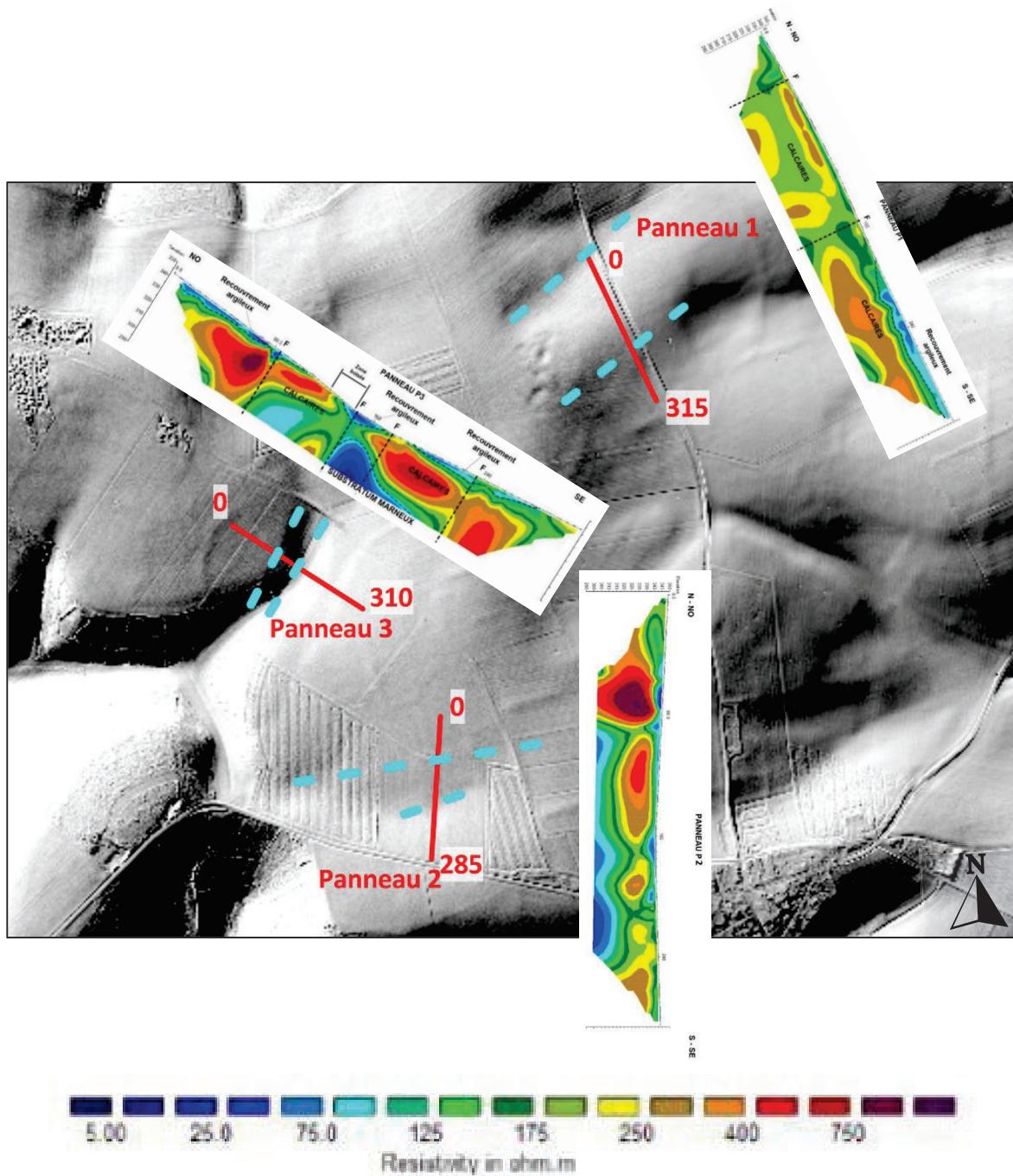


Figure 6 : report des linéaments et des profils électriques CPGF-HORIZON, 2014, sur le MNT IGN

2.3 LINÉAMENTS ET INDICES DE FRACTURATION / FISSURATION AUTOUR DE L'ÎLOT 1

Les failles identifiées dans la région sont reportées sur la carte géologique de la Figure 7. Comme indiqué sur la notice de la carte géologique de Chaource, << La série géologique plonge régulièrement de 2 à 3° vers le Nord-Ouest. Elle est affectée d'une série de failles conformes, d'orientation NNESSW. Leur faible rejet, la monotonie des faciès et la qualité des affleurements ne permettent que rarement de les mettre en évidence. >>

Seule à l'Ouest << la faille de Lignières présente une direction différente approximativement nord-sud. Cette direction tectonique prend une grande importance dans les régions situées plus à l'Ouest, et semble correspondre à la grande fracture bordière du Morvan, contemporaine de l'effondrement des Limagnes >>.

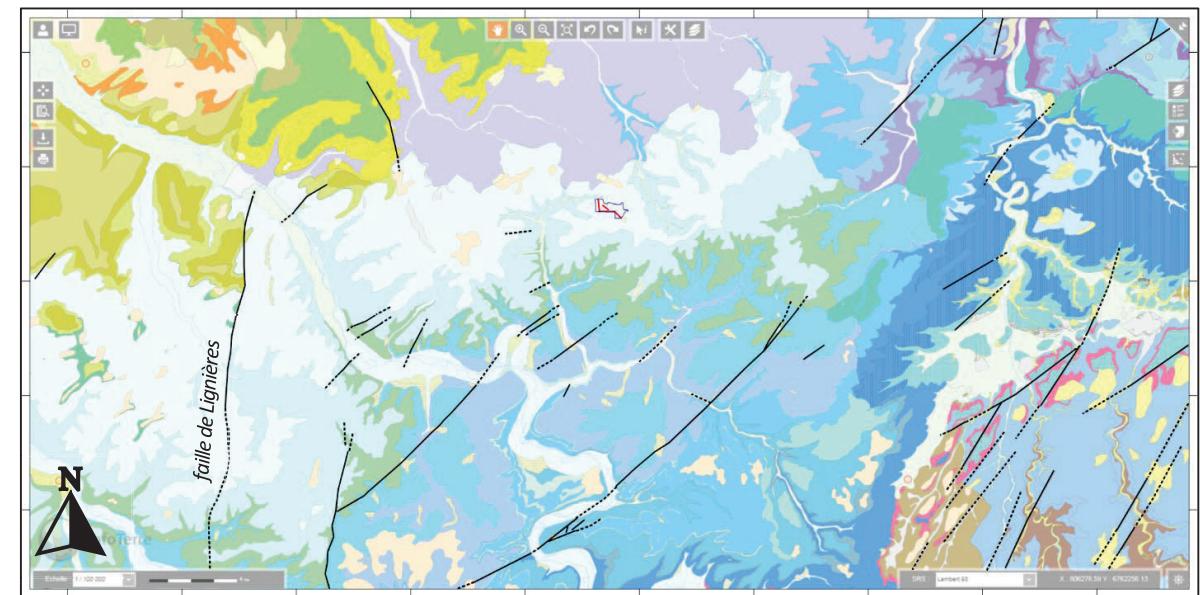


Figure 7 : Failles cartographiées sur la carte géologique

Si aucune de ces failles n'est cartographiée dans le secteur d'étude, les linéaments relevés par CPGF dans son étude de 2014 et confirmés par leurs trois profils électriques présentent bien cette orientation générale NNE-SSW.

De fait, l'examen du relief détaillé issu du modèle numérique de terrain à maille 1m (RGEALTI_MNT_1M de l'IGN), aux abords de l'îlot 1 (exagéré x10 sur la Figure 9), montre que les nombreux thalwegs qui entaillent les plateaux présentent la même orientation générale NE - SW.

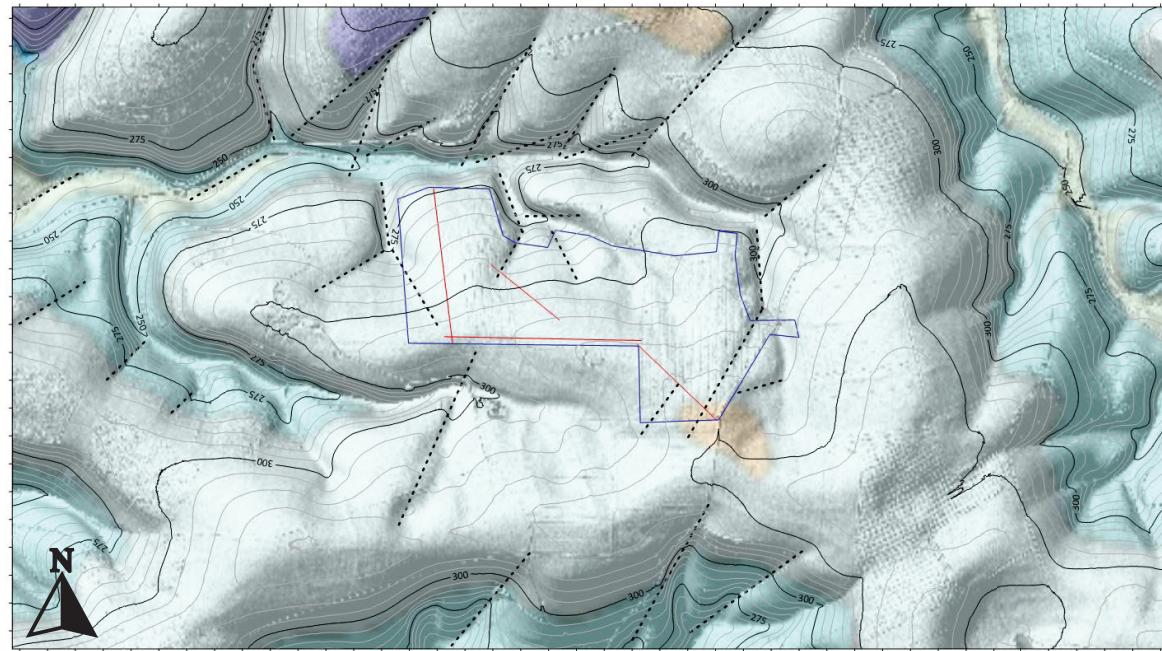


Figure 8 : Linéaments et indices de failles autour de la zone d'étude

Outre les entailles des vallons, certains de ces linéaments situés sur le plateau sont révélés par de légères variations d'humidité des terres cultivées, visibles sur les photographies aériennes (ici sur la Figure 9 avec un relief exagéré x3).



Figure 9 : Linéaments autour de la zone d'étude sur photo aérienne de l'îlot 1 (vue du Nord)

Ces linéaments sont souvent des indices de zones fissurées ou fracturées au droit de failles, avec ou sans rejet.

3 PROFILS DE RÉSISTIVITÉS ÉLECTRIQUES

3.1 PRINCIPE

Le principe des mesures électriques est détaillé à l'Annexe 1.

3.2 MATÉRIEL UTILISÉ ET MISE EN ŒUVRE

3.2.1 MATÉRIEL

Les profils ont été réalisés avec notre propre équipement TERRAMETER LS2, fabriqué par la firme suédoise ABEM. Ce résistivimètre multi-électrodes est équipé d'un multiplexeur intégré pour la sélection physique des électrodes de mesure selon le protocole de mesure choisi, le contrôle de l'injection du courant et les mesures.

Les 64 électrodes gérées, espacées de 5 m et reliées physiquement par un câble multiconducteurs à l'unité centrale de mesure configurée en 8 voies, ont été plantées sur 20 à 30 cm dans le sol, et enlevées après les mesures.



Figure 10 : Vues du dispositif géophysique électrique mis en œuvre sur le site

3.2.2 PROTOCOLES MIS EN ŒUVRE

Les profils de résistivités électriques ont été réalisés selon les protocoles symétriques Wenner, Schlumberger, Dipôle-Dipôle et Gradient. Chacun de ces protocoles ayant ses propres avantages et limites, la combinaison de ces protocoles permet d'obtenir un profil de résistivité de qualité en utilisant les mesures ayant le meilleur rapport signal / bruit de fond.

La profondeur d'investigation obtenue avec cette combinaison de protocoles est de l'ordre de 65 m en partie centrale du profil. Cette profondeur répond à la demande de l'Hydrogéologue Agréé qui préconisait [1] << la réalisation de panneaux électriques [...] pour une profondeur d'investigation de l'ordre de 60 m. >>

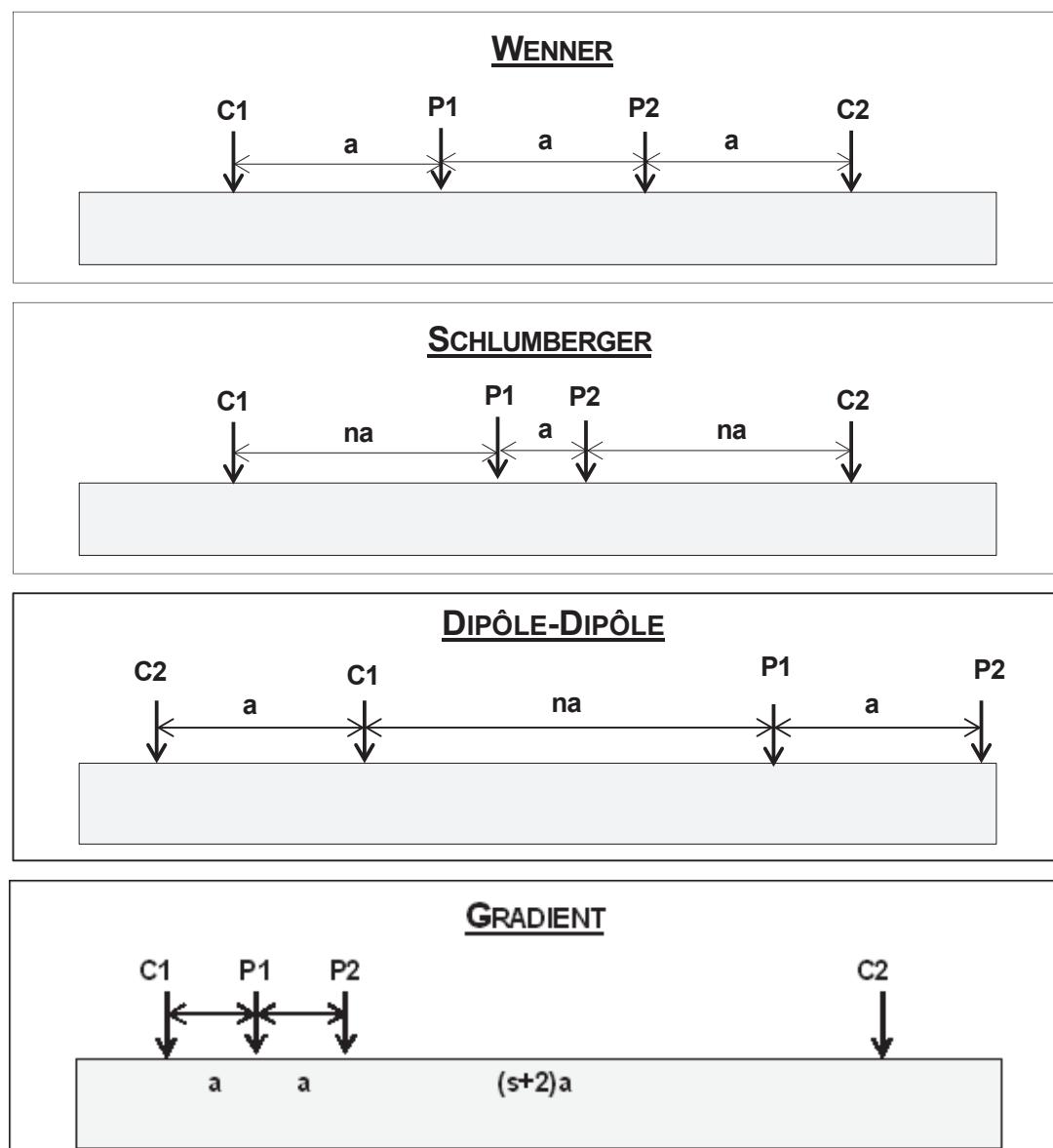


Figure 11 : Protocoles mis en œuvre

3.3 TRAITEMENT

Les profils ont été traités par inversion 2D à l'aide des logiciels RES2DINV et ZONDRES2D. L'inversion consiste à recalculer en chaque point les résistivités électriques réelles du sous-sol qui ont amené aux résistivités apparentes mesurées point par point depuis la surface. L'inversion 2D obtenue (c) est un modèle électrique d'autant plus fidèle de la réalité de terrain que l'erreur (RMS) entre résistivités mesurées (a) et résistivités recalculées (b) après inversion est faible.

L'image 2D obtenue (appelée pseudo-section) est un plan vertical sous le profil qui montre les variations de répartition des résistivités électriques des matériaux, interprétables lithologiquement d'après les données de la carte géologique, de coupes de sondages proches et de notre expérience, comme la succession des terrains naturels et des d'indices de présence de zones d'érosion, de fracturation, de failles, de vides, d'écoulements d'eaux.

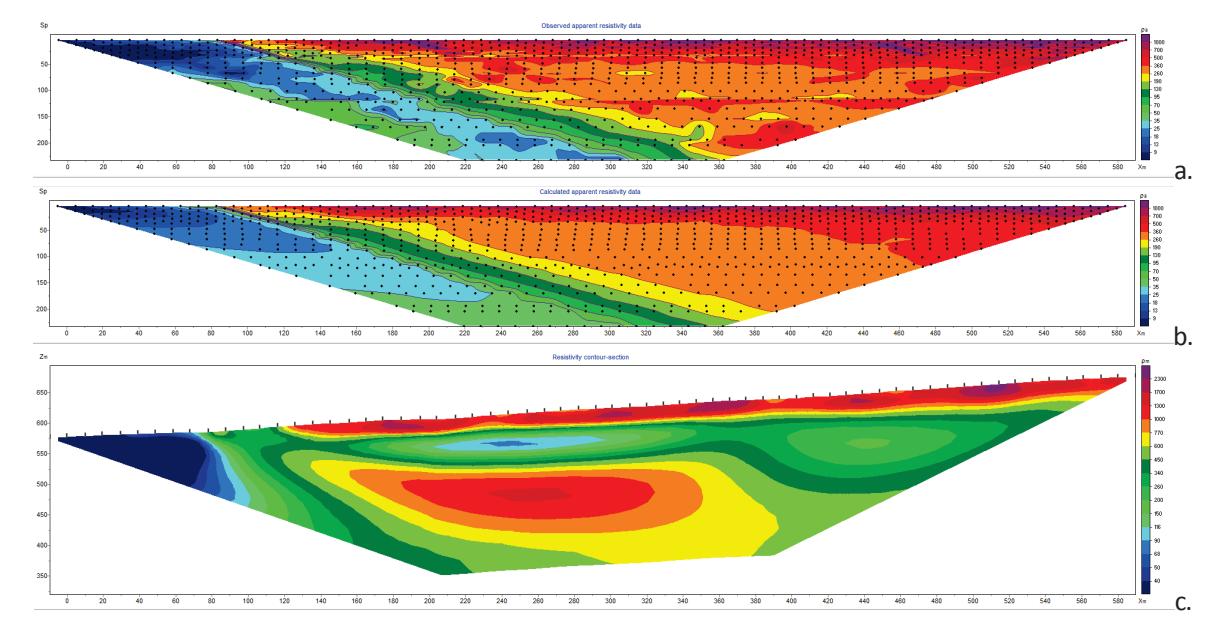


Figure 12 : Principe du traitement par inversion 2D

3.4 NOMBRE ET LOCALISATION DES PROFILS ÉLECTRIQUES RÉALISÉS

La présente étude géophysique répond à la demande de l'Hydrogéologue Agréé qui préconisait [1] << la réalisation de panneaux électriques orientés perpendiculairement aux linéaments préalablement repérés [...] De prime abord, les panneaux électriques seront orientés nord-sud ou nord-est/sud-ouest. Le nombre de panneau à réaliser sera fonction du nombre de linéaments repérés. >>

<< [Ses] recommandations [...] concernent plus particulièrement :

- L'îlot n°1 situé dans le PPE révisé du captage du "Puits des Scies", le bâtiment agricole LA1 et le réseau électrique reliant les îlots n°1, n°3 et le bâtiment LA1 également totalement inclus dans ce PPE ; >>

L'Hydrogéologue Agréé attire notamment l'attention sur la vulnérabilité potentielle du puits par la présence de zones d'infiltration préférentielles au droit des postes de transformation et des tranchées.

De ce fait, au vu de ces objectifs et des résultats de l'étude structurale (Figure 8 § 2.3 ci-dessus) :

- les profils de résistivités électriques P1 et P2 ont été implantés en bordures sud (P1) (Annexe 2) et ouest (P2) (Annexe 3) de l'îlot 1, sur les axes d'implantation des postes de transformation.
- le profil P3 a été implanté sur l'axe de la tranchée du câble électrique 33 kV (Annexe 4).

Le profil P4 a été implanté, après réalisation et traitement des trois précédents, dans l'angle sud – ouest de l'îlot 1, afin de préciser les variations de niveaux de résistivités aux extrémités sud-est de P2 et ouest de P1 (Annexe 5).

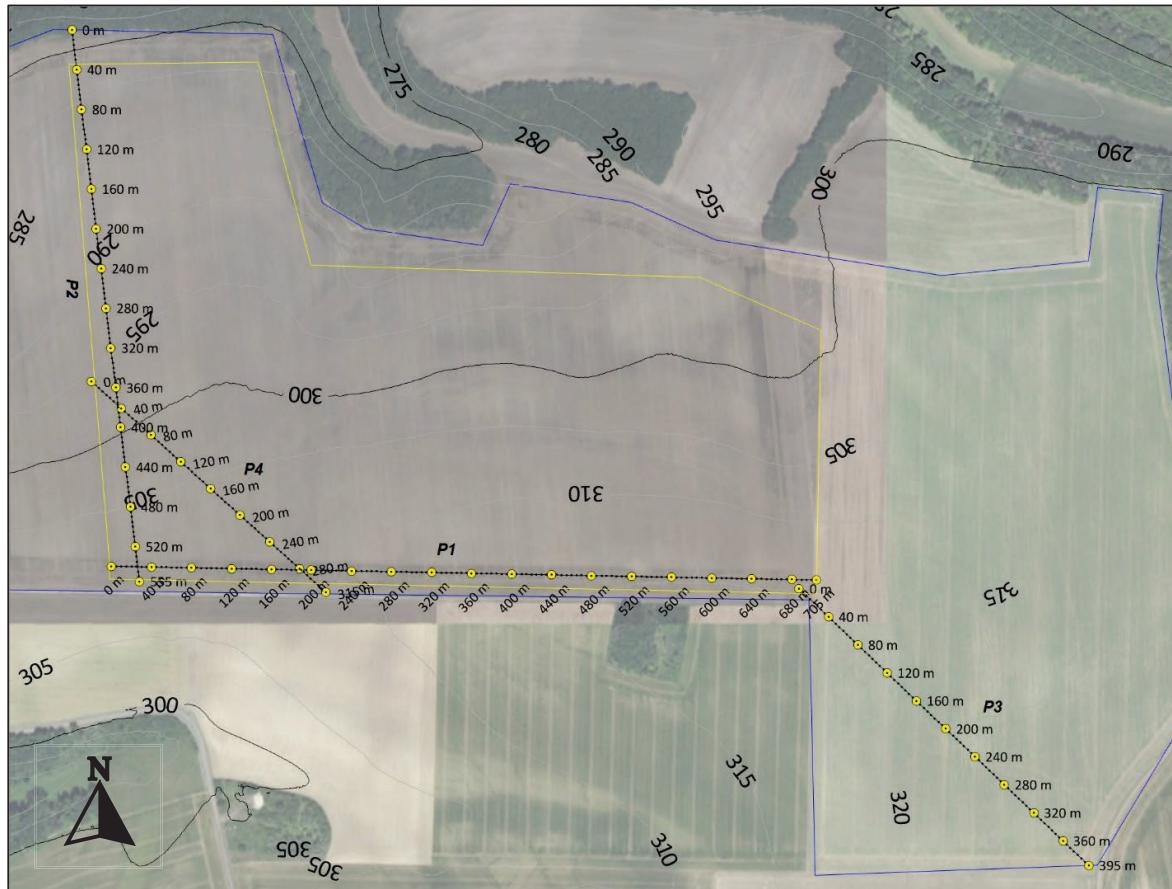


Figure 13 : Localisation des profils électriques réalisés

3.5 RÉSULTATS OBTENUS

Le protocole de mesures utilisé a permis d'atteindre 65 à 70 m de profondeur au centre de ces profils.

Les pseudo-sections obtenues montrent sur ces profils des résistivités moyennement faibles à élevées, comprises entre 60 et 1200 ohm.m, en structure quasi tabulaire peu inclinée. Dans le détail on distingue (cf. Figure 14) :

- Un niveau superficiel électriquement moyennement résistant sur les 10 premiers mètres des profils, avec des résistivités électriques inférieures à 200 ohm.m (en vert et bleu) ; il est attribué au **toit altéré des calcaires du Barrois** ;
- Un niveau sous-jacent entre -10 m et – 40 m de profondeur environ, à résistivités plus élevées, de **200 à 600 ohm.m (en jaune à rouge)**. Avec ces résistivités caractéristiques de calcaires compacts, ce niveau de près de 30 m d'épaisseur peut être attribué, d'après la carte géologique, aux **calcaires du Barrois** sains ;
- Un niveau profond de 40 à 65 m de profondeur, avec des résistivités électriques moins élevées, inférieures à **200 ohm.m (en vert et bleu)** ; caractéristiques de **marnes et marno calcaires, ils correspondent aux Marnes à Exogyres** ;
- L'extrémité sud-est du profil P2 et l'extrémité ouest du profil P1 montrent un décalage significatif des niveaux électriques, confirmé par le profil P4 : ce contraste rapide est caractéristique d'une altération des terrains de part et d'autre d'une cassure ou d'une faille, et peut être attribuée à un linéament visible sur le terrain et sur le relief, orienté sud-ouest – nord-est.
- L'extrémité sud-est du profil P3 montre un décalage similaire, attribuable à un autre linéament sud-ouest – nord-est proche.

Notre interprétation lithologique et structurale est reportée sur les pseudo-sections de résistivités ci-après.

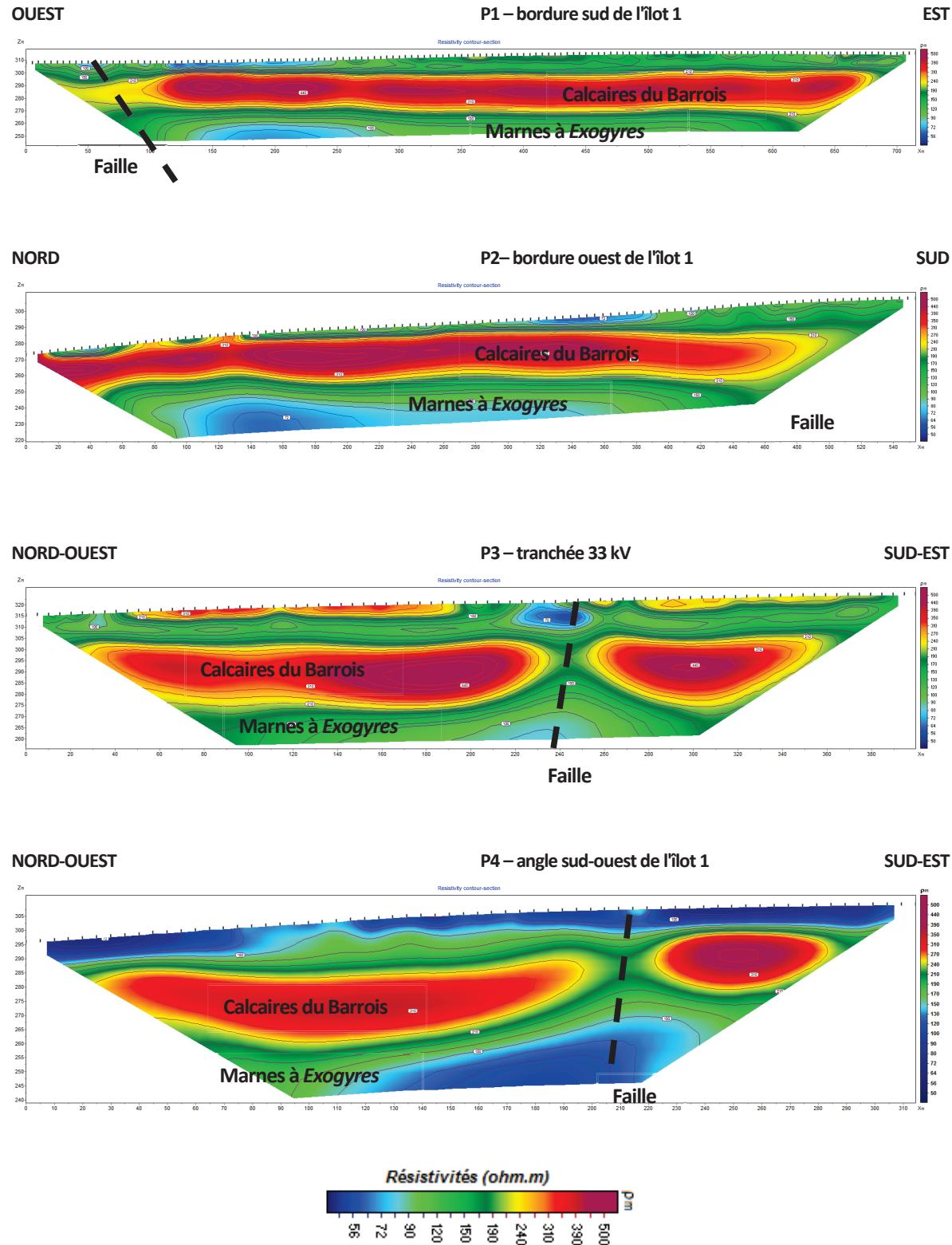


Figure 14 : Profils de résistivités obtenus

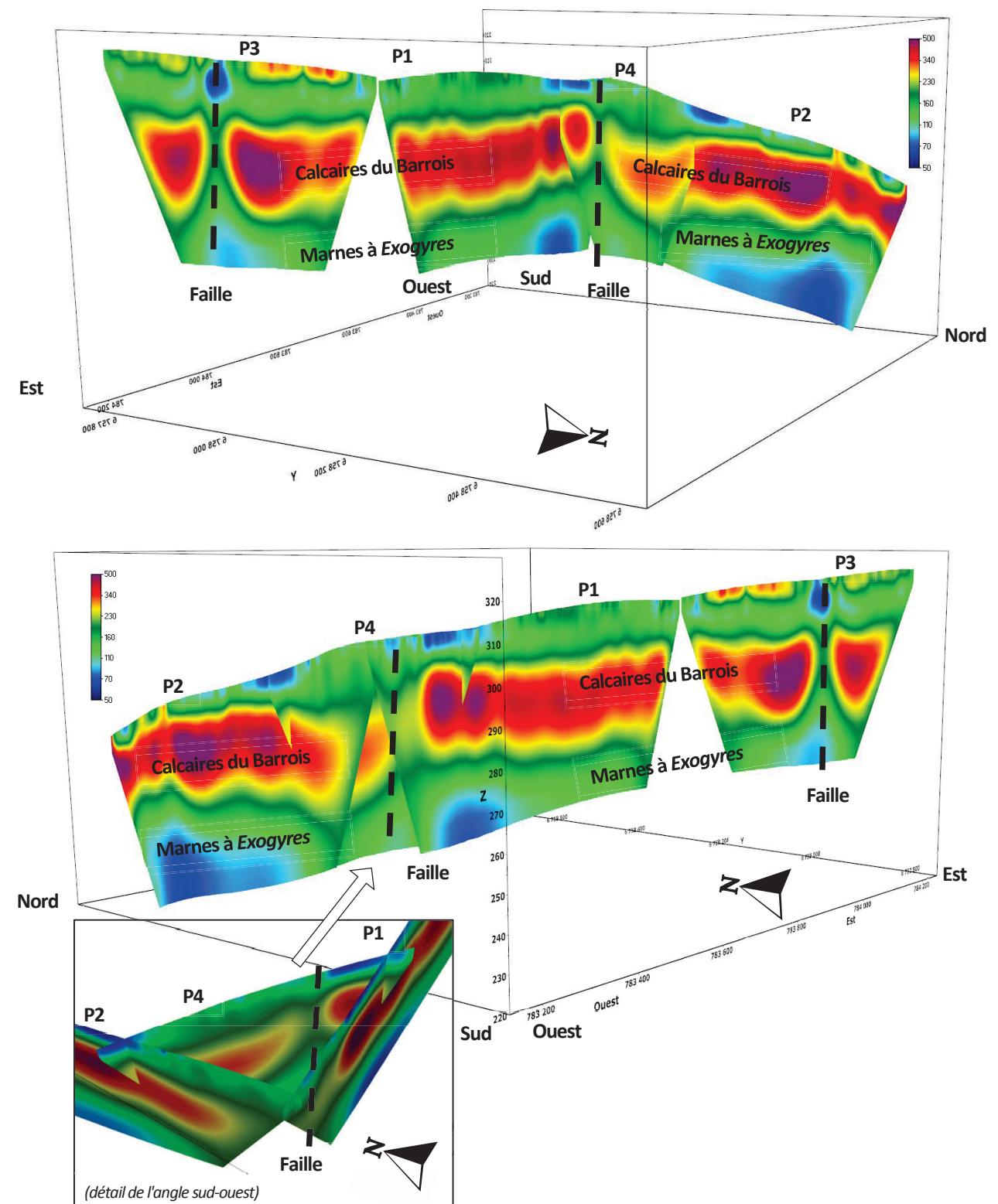


Figure 15 : Vues obliques des quatre profils électriques

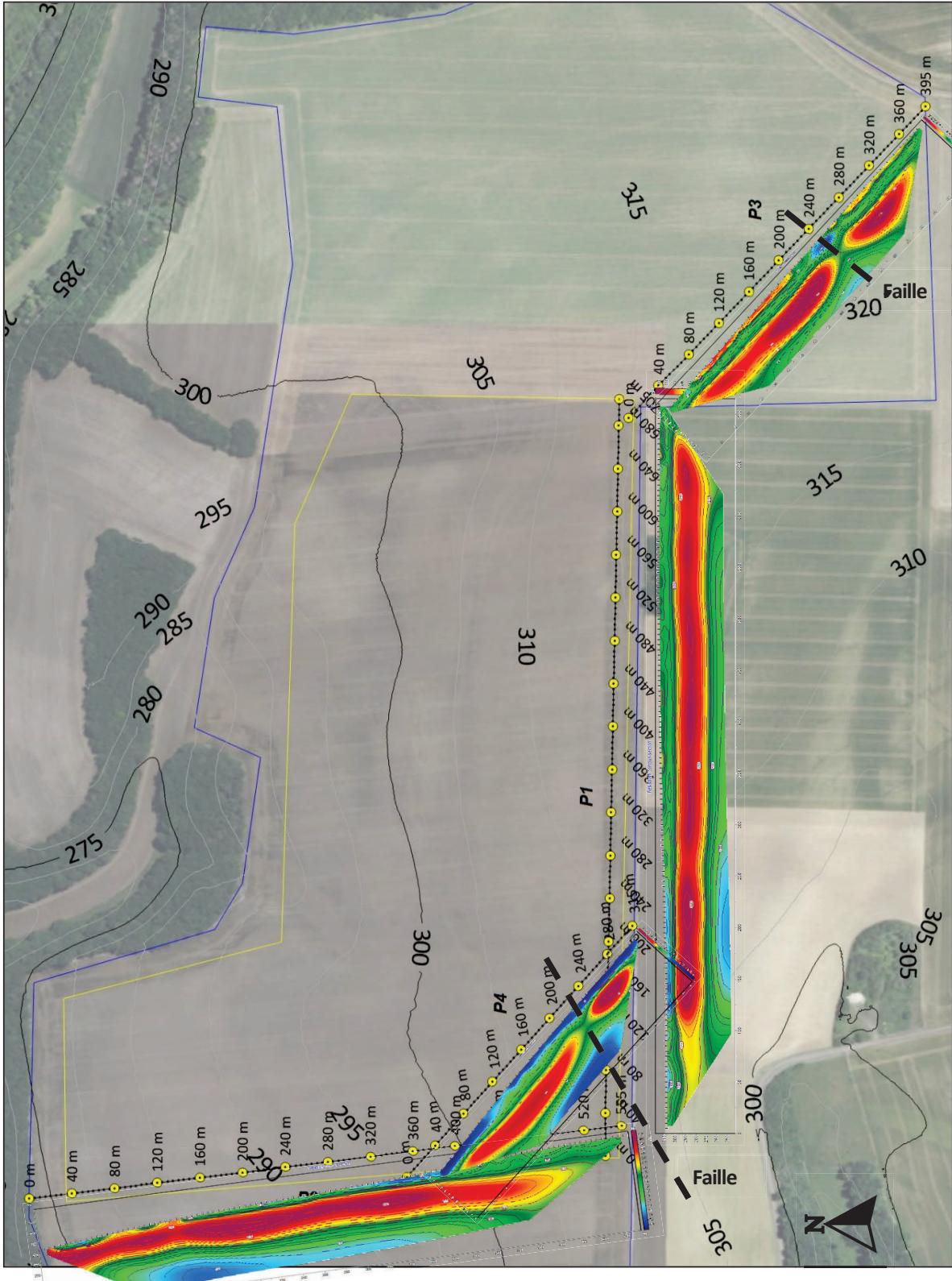


Figure 16 : Report des profils électriques sur la photo aérienne

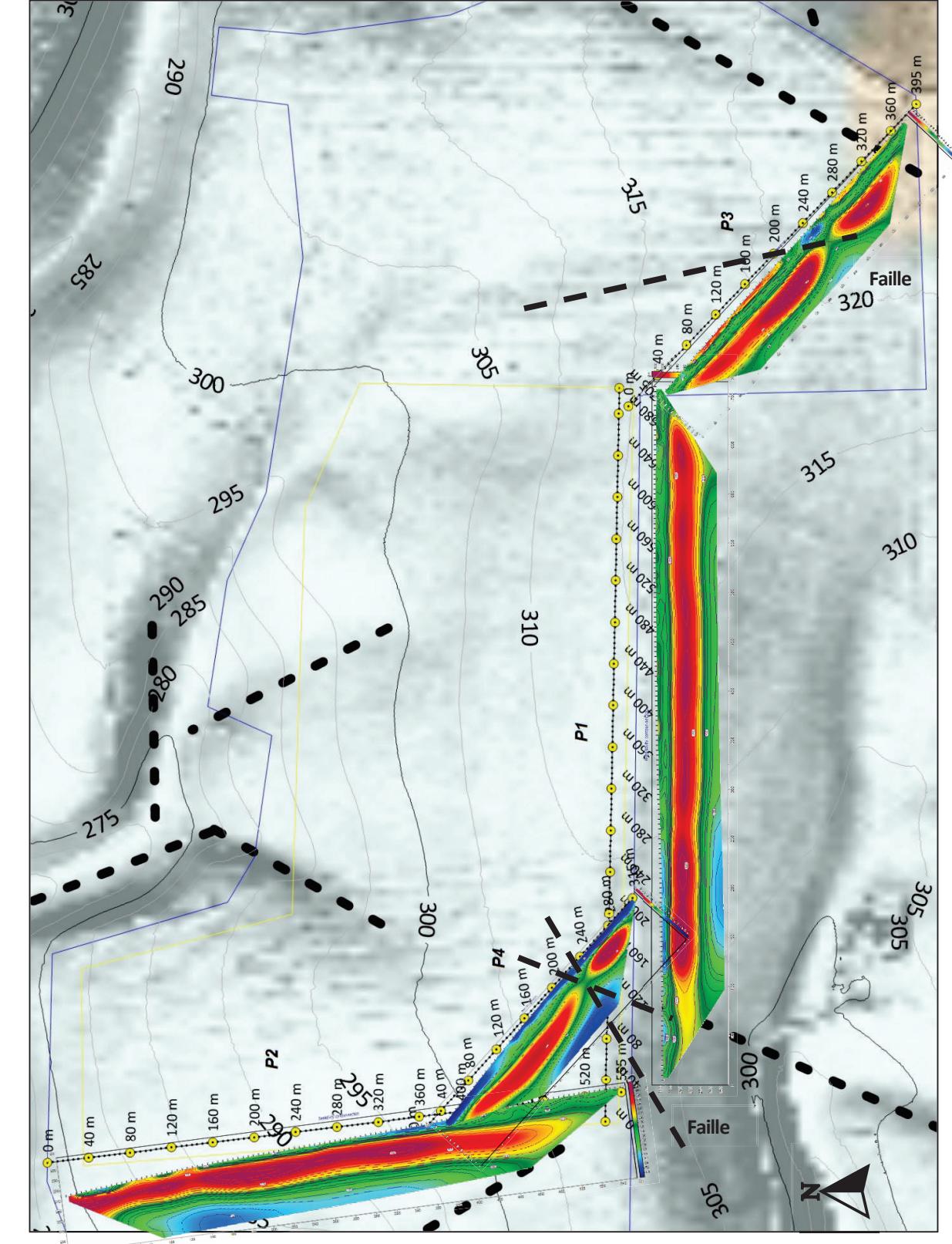


Figure 17 : Report des profils électriques sur le MNT IGN et les linéaments

4 CONCLUSION

Dans le cadre de l'étude hydrogéologique portant sur l'impact d'un projet agrivoltaïque situé sur le périmètre de protection éloigné (PPE) du captage dit du "Puits des Scies" à Mélisey (89), et en réponse à la demande de l'Hydrogéologue Agréé en charge du dossier, IDUNA Géophysique a réalisé quatre profils géophysiques du 9 au 11/10/2023 sur l'îlot 1 du projet. Ces profils ont été implantés de façon à recouper les linéaments (alignements topographiques indices possibles de zones de fracturation voire de failles profondes) préalablement cartographiés par une étude structurale.

Ces profils géophysiques ont permis de visualiser jusqu'à 65 m de profondeur environ une succession de niveaux quasi horizontaux de résistivités électriques. Leur interprétation en termes lithologiques permet d'attribuer ces niveaux électriques aux formations du calcaire du Barrois et des Marnes à *Exogyres* sous-jacentes, et de souligner la présence de ruptures verticales, indices de zones fracturées ou faillées, qui peuvent être rattachées à des alignements (linéaments) orientés Sud-Ouest – Nord-Est décelés sur la topographie fine du site, et cohérents avec les failles signalées sur les cartes géologiques. Les résultats électriques obtenus par ces profils géophysiques sont cohérents avec les mesures déjà réalisées en 2014 dans le secteur du captage du "Puits d'Hotant" à Villon, à 5 kilomètres plus à l'Est.

La reconnaissance géophysique réalisée permet donc de mettre en évidence deux zones verticales à faibles résistivités qui interrompent les niveaux électriques subhorizontaux à résistivités plus élevées attribués aux calcaires du Barrois. Ces cassures verticales sont caractéristiques de zones fissurées et fracturées rencontrées au droit de failles (cf. Figure 14) :

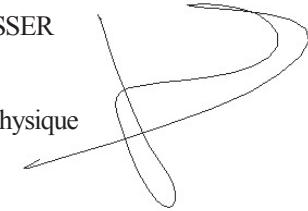
- Une zone de fracturation à l'angle sud-ouest de l'îlot 1, bien visible sur 20 m de large environ sur les profils P1 et P4, avec fort indice à l'extrémité sud du profil P2 ; elle peut être rattachée à deux linéaments décelés au nord et au sud du site ;
- Une zone de fracturation sur le quart est de la tranchée du câble électrique 33 kV bien visible sur 20 m de large au moins au 2^e tiers du profil P3 ; elle peut être rattachée à un linéament décelé dans la topographie fine au nord de cette zone.

Ces secteurs sont des zones d'infiltration préférentielle. Comme elles sont situées au sein du PPE du captage du "Puits des Scies", l'Hydrogéologue Agréé les considère donc "sensibles" pour la ressource en eau du captage. Selon les résultats de ces tests d'infiltration, il sera peut-être nécessaire, à l'instar de ce qu'avait préconisé l'Hydrogéologue Agréé pour l'îlot 10 dans le PPE du captage du "Puits d'Hotant", de définir des bandes de 50 m minimum de part et d'autre du tracé de ces failles, qui devront faire l'objet d'une vigilance particulière durant la phase travaux et devront notamment être protégées de tout ruissellement d'eaux souillées issu du chantier, et de déplacer les postes de transformation inclus ou proche de cette bande. Le Maître d'Ouvrage fera donc réaliser des tests d'infiltration le long de ces deux zones, principalement le linéament de la zone ouest qui traverse l'îlot 1 du nord-est au sud-ouest. Le linéament Est en revanche impacte uniquement la tranchée du câble électrique : le facteur risque d'infiltration n'existera qu'en phase travaux, pendant laquelle le Maître d'Ouvrage devra prendre les mesures de protection nécessaire.

Ces bandes sont indiquées sur la carte de la Figure 18.

Rueil-Malmaison, le 16/12/2023

Jérôme MUESSER
gérant
IDUNA Géophysique



IDUNA Géophysique
Investigations du sous-sol et des ouvrages
33, avenue de la République
92500 RUEIL-MALMAISON
Tél. 06.17.36.22.83 www.iduna.fr
APE 7490B - SIRET 451 842 298 00031

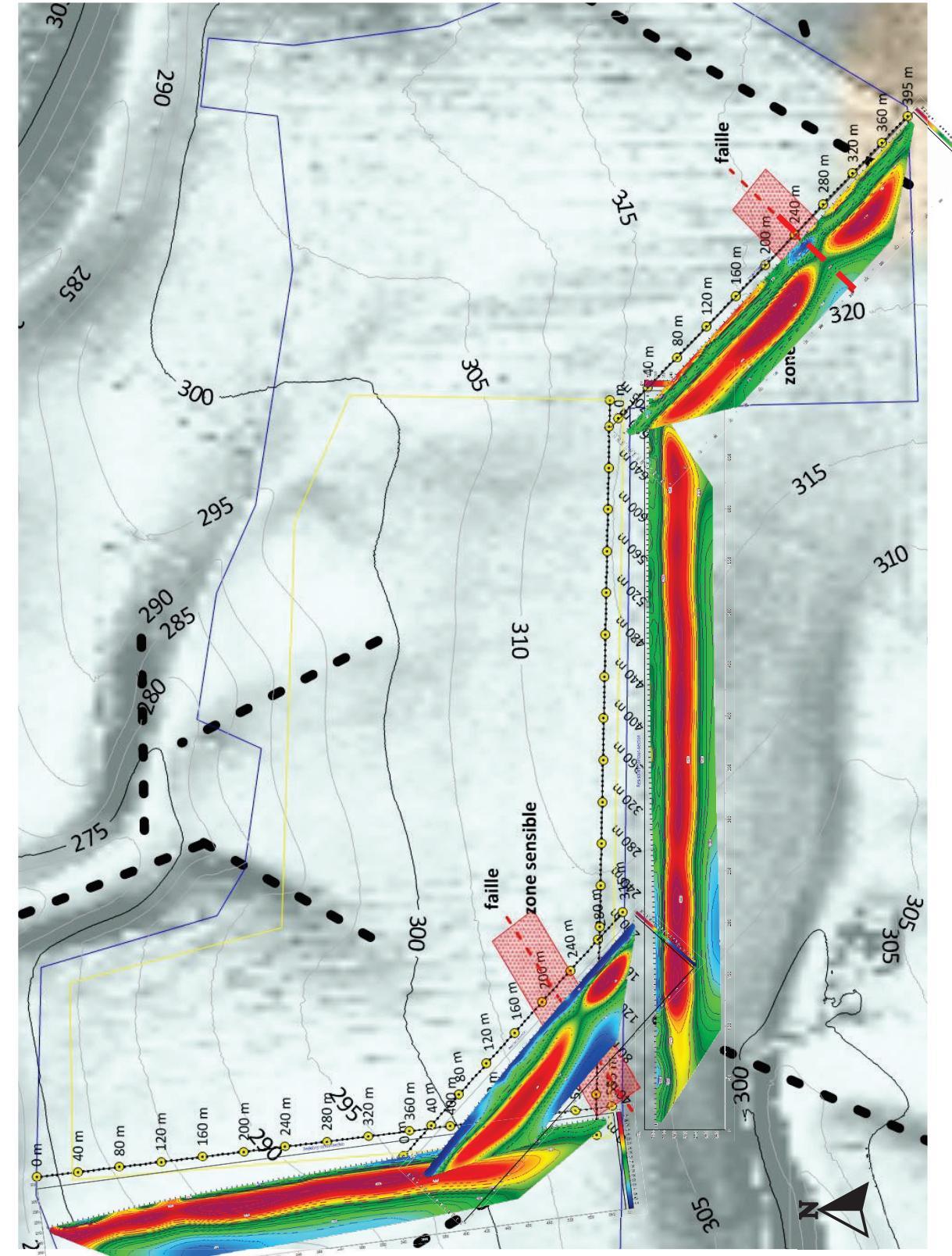


Figure 18 : Cartographie des zones sensibles au droit des profils électriques et des linéaments

Annexe 1 : Méthodologie géophysique électrique : profils de résistivités

1. Principe

La réalisation d'un profil de résistivité permet de mesurer en profondeur et sur toute la longueur du profil les résistivités apparentes du sous-sol calculées à partir des mesures du potentiel U de surface entre deux électrodes de potentiel P1 et P2, après injection d'un courant électrique d'intensité I entre deux électrodes d'injection de courant C1 et C2.

Connaissant I et U on peut calculer la résistivité apparente du sol, par application de la Loi d'Ohm généralisée : $R = k \frac{U}{I}$. La résistivité apparente est le rapport de la différence de potentiel mesurée sur le terrain à celle que l'on mesurerait avec le même dispositif et la même injection de courant sur un terrain homogène de résistivité 1 ohm.m. Cette grandeur a les dimensions d'une résistivité.

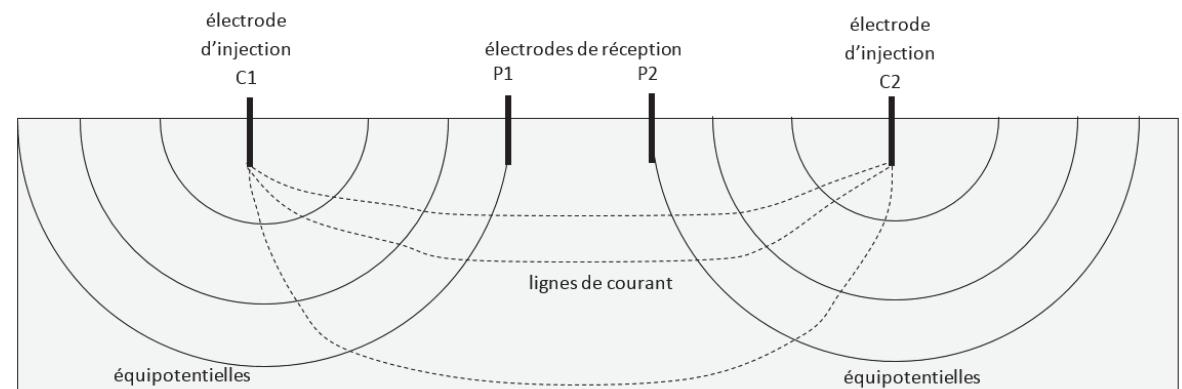
Lorsque les couches de terrain ne sont pas homogènes, elles génèrent des distorsions des lignes de courant et des surfaces d'équipotentialles le long de ces hétérogénéités.

Plus l'écartement entre les électrodes d'injection C1 et C2 est grand et plus les lignes de courant pénètrent profondément dans le sol. On construit alors une image des variations de la résistivité électrique du sous-sol avec la profondeur : pseudo-section de résistivités.

Un calcul par inversion permet de calculer la résistivité vraie du sol à partir de cette résistivité apparente. L'inversion est le traitement classique des mesures brutes en résistivités apparentes acquises sur le terrain. Elle consiste à recalculer en chaque point les résistivités réelles du sous-sol qui ont amené aux résistivités apparentes mesurées depuis la surface. Le résultat obtenu est une image électrique du sous-sol en résistivités vraies, image qui est alors interprétable en termes géologiques.

ANNEXES

<i>Annexe 1 : Méthodologie géophysique électrique : profils de résistivités.....</i>	20
<i>Annexe 2 : Pseudo-section profil P1</i>	25
<i>Annexe 3 : Pseudo-section profil P2</i>	26
<i>Annexe 4 : Pseudo-section profil P3</i>	27
<i>Annexe 5 : Pseudo-section profil P4</i>	28
<i>Annexe 6 : Failles mises en évidence et zones sensibles inhérentes.....</i>	29
<i>Fig. 1 : Principe du profil de résistivités.....</i>	21
<i>Fig. 2 : Profil de résistivités en écartement inter-électrodes 10 m.....</i>	22
<i>Fig. 3 : Exemples d'imagerie électrique 2D augmentée ou pseudo 3D.....</i>	23
<i>Fig. 4 : Exemples de traitements 3D faisant ressortir des structures, dont des écoulements.....</i>	24



Data	Numéro de électrodes																			
	1	a	2	a	3	a	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
n = 1	1	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n = 2		18	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n = 3			32	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n = 4				43	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n = 5					51	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
n = 6						56	*	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Séquence des mesures. Fabrication d'une pseudo-section

Fig. 1 : Principe du profil de résistivité

2. Matériel et mise en œuvre

Nous utilisons notre propre équipement LUND TERRAMETER SAS 4000, fabriqué par la firme suédoise ABEM. Le système se compose d'un automate permettant la sélection physique des électrodes de mesure selon la configuration choisie, et d'un ensemble pour la mesure proprement dit, comprenant le contrôle de l'injection du courant et de la mesure des résistivités et des potentiels.

Les électrodes sont fichées dans le sol sur 20 à 40 cm (donc ici sur la couverture de terre végétale) et reliées physiquement par un câble multiconducteurs à l'unité centrale de mesure. Cet ensemble est piloté par un logiciel spécifique, dans lequel nous aurons programmé les configurations désirées pour le site : Schlumberger, Wenner, dipôle-dipôle, gradient par exemple pour ne citer que les plus couramment utilisées.

Pour les mesures de résistivité, nous utilisons des électrodes en acier inoxydable. Les mesures sont réalisées par injection alternative à faible fréquence du courant, qui permet de contrebalancer les effets perturbateurs de la polarisation spontanée (PS) naturelle des électrodes sur la mesure.

3. Traitement des données en imagerie électrique

3.1. Imagerie 2D : Profils verticaux d'isorésistivités

Ces mesures électriques offrent un véritable intérêt après leur traitement numérique (logiciels 'RES2DINV' et 'RES3DINV' de LOKE, ZondRes2D et ZondRes3D de ZOND) qui permet de modéliser une structure géologique et de fournir assez rapidement un modèle en 2D et ou en 3D des variations de la résistivité du milieu souterrain en fonction de la profondeur.

Les données électriques brutes sont tout d'abord traitées par inversion 2D, qui permet d'obtenir les images électriques du sous-sol sous la forme de plans verticaux (appelées profils ou pseudo-sections). Ces profils électriques donnent une image 2D des variations de la résistivité électrique du sous-sol avec la profondeur, pour visualiser les variations d'épaisseurs des couches de terrains, ou des zones attribuables à des failles, des circulations d'eau, des cavités... (cf. Fig. 2).

Il s'agit d'une reconnaissance indirecte : la nature exacte des matériaux devra par la suite être précisée par des sondages de reconnaissance (non prévus dans notre mission).

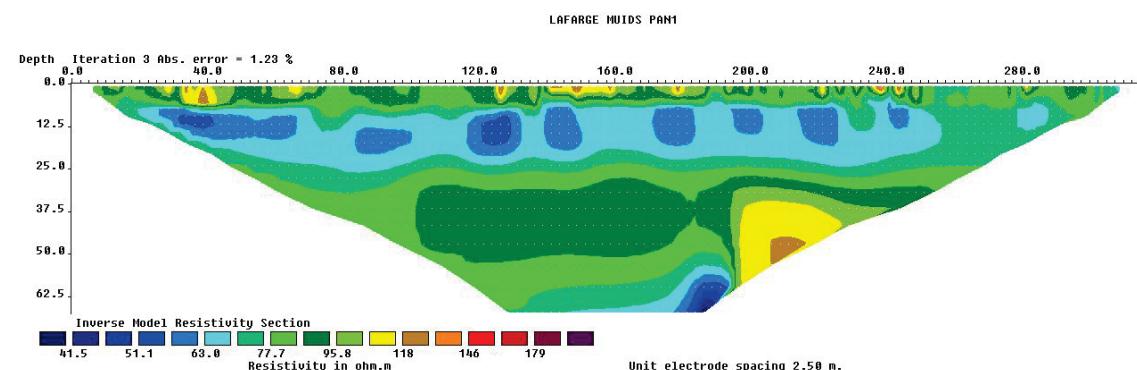
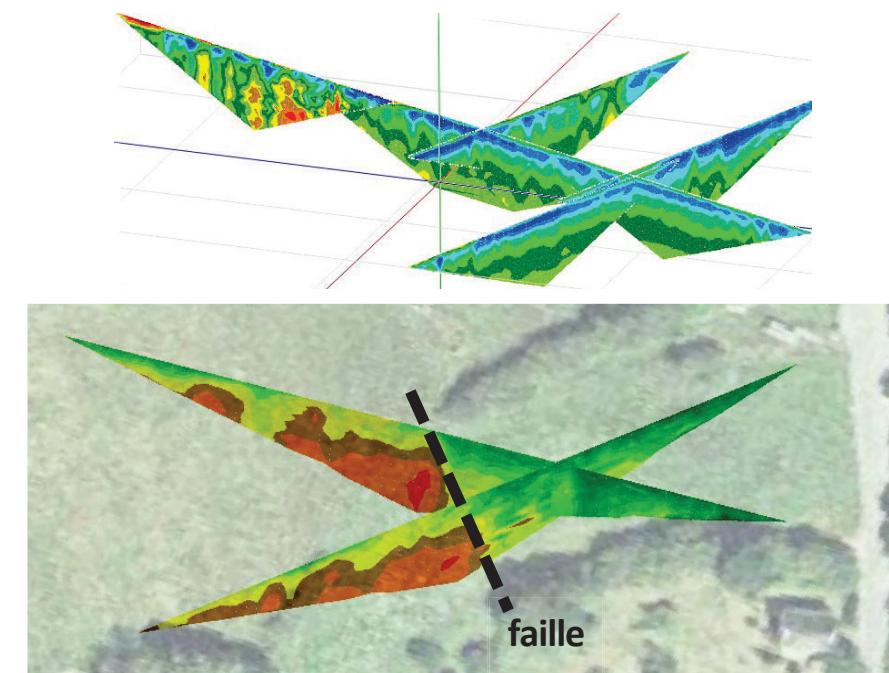


Fig. 2 : Profil de résistivité en écartement inter-électrodes 10 m

3.2. Imagerie électrique 2D augmentée ou pseudo 3D

Lorsque plusieurs profils de résistivité sont réalisés sur le site, un second traitement permet de présenter ces profils verticaux dans l'espace reportés sur un plan du site, pour visualiser les variations de la résistivité électrique du sous-sol dans l'espace.

La comparaison de proches ensembles de profils électriques permettra de suivre latéralement les zones attribuables aux alluvions, au niveau de la nappe, aux failles... C'est une imagerie pseudo-3D, faite d'une interprétation visuelle simple de plans verticaux rapprochés.



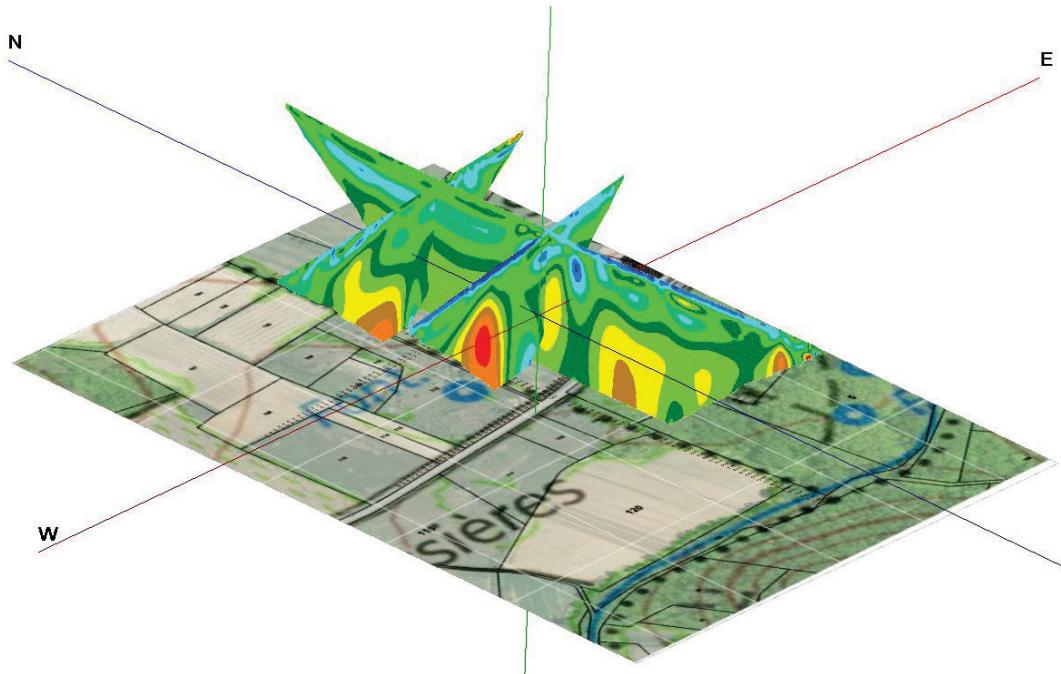


Fig. 3 : Exemples d'imagerie électrique 2D augmentée ou pseudo 3D

3.3. Imagerie électrique 3D

Lorsqu'on peut multiplier les mesures sur des profils parallèles et rapprochés, ce maillage dense permet de traiter en 3D les résistivités mesurées, et de révéler un volume représentant les terrains les plus humides, donc de visualiser des circulations d'eau (cf. ci-dessous).

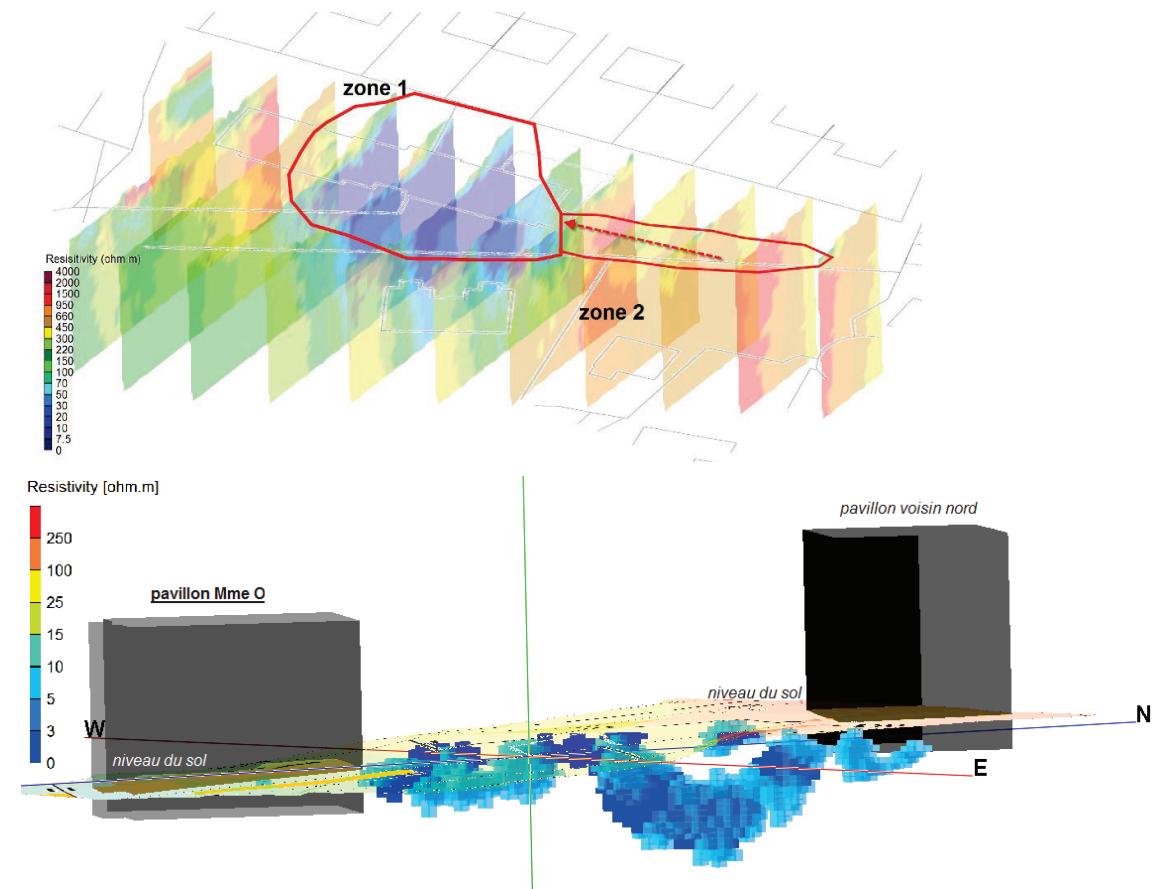
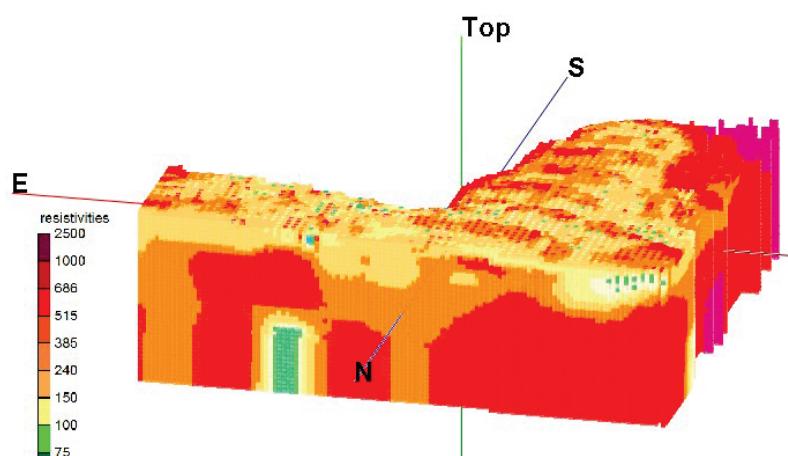
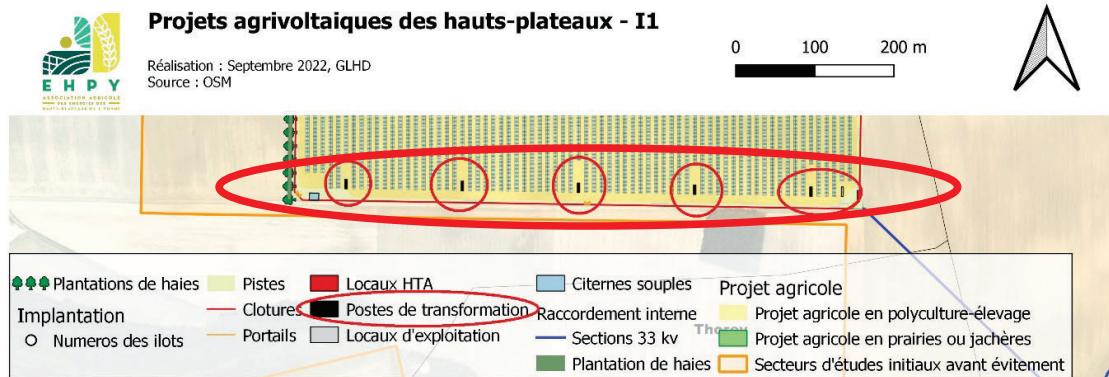


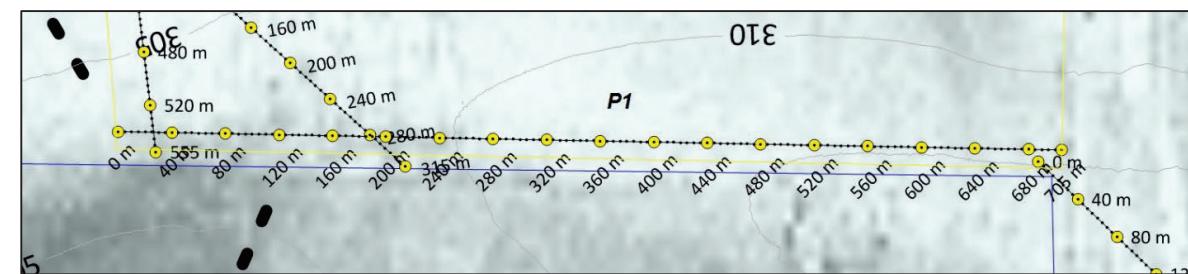
Fig. 4 : Exemples de traitements 3D faisant ressortir des structures, dont des écoulements

Annexe 2 : Pseudo-section profil P1

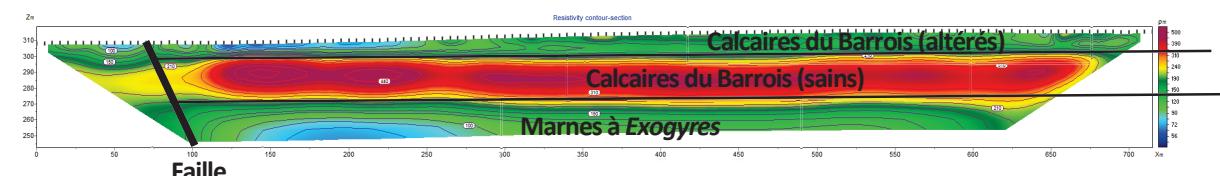
Choix de l'implantation sur l'axe des postes de transformation au sud de l'îlot 1



Implantation des électrodes



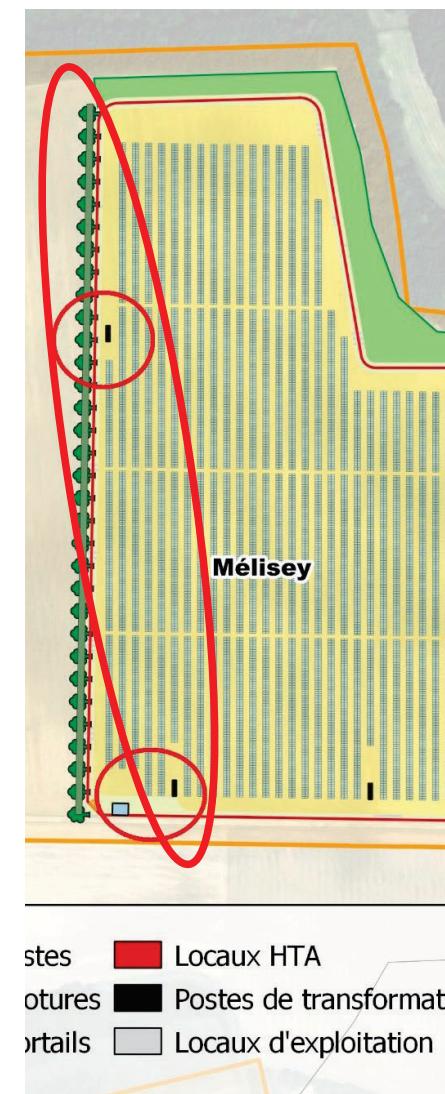
Pseudo-section obtenue : modèle de résistivités électriques



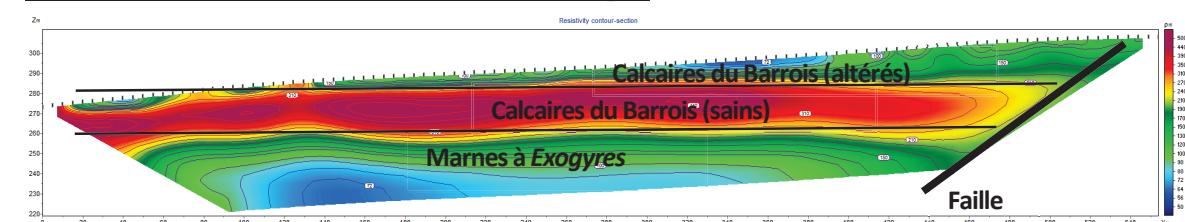
Annexe 3 : Pseudo-section profil P2

Choix de l'implantation sur l'axe

des postes de transformation à l'ouest de l'îlot 1

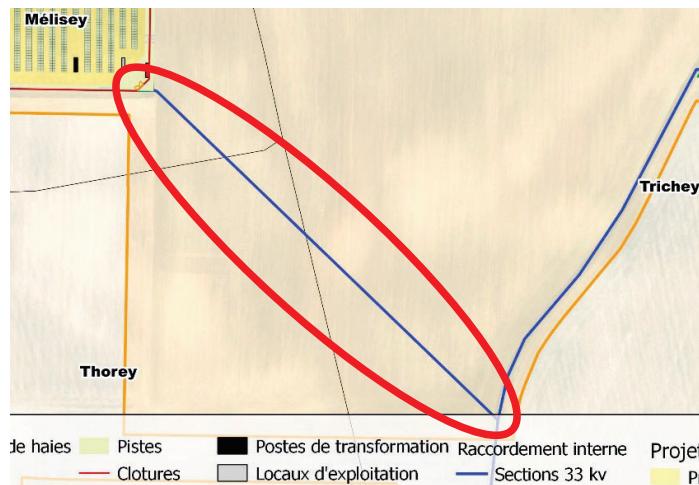


Pseudo-section obtenue : modèle de résistivités électriques

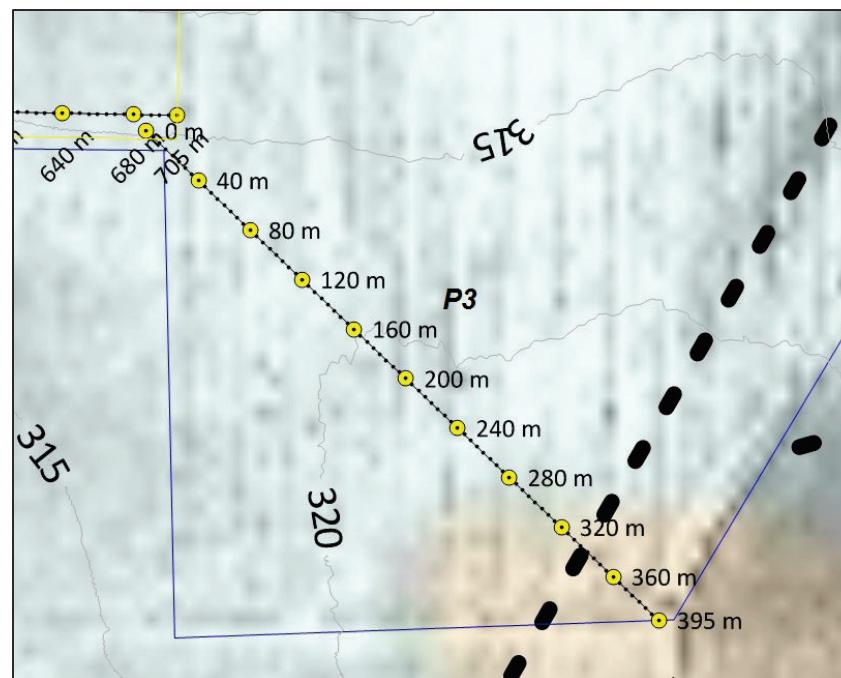


Annexe 4 : Pseudo-section profil P3

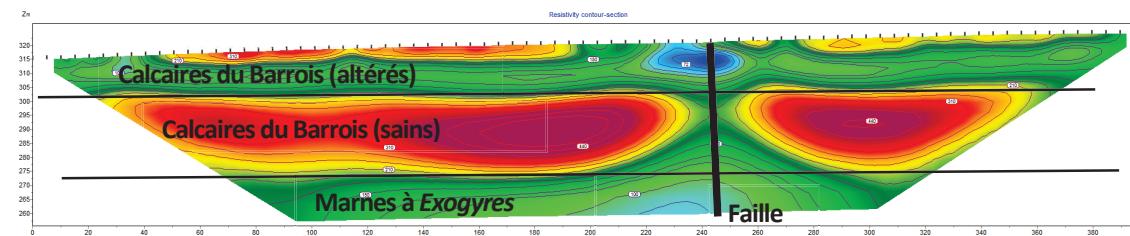
Choix de l'implantation sur l'axe de la tranchée 33kV au sud-est de l'ilot 1



Implantation des électrodes

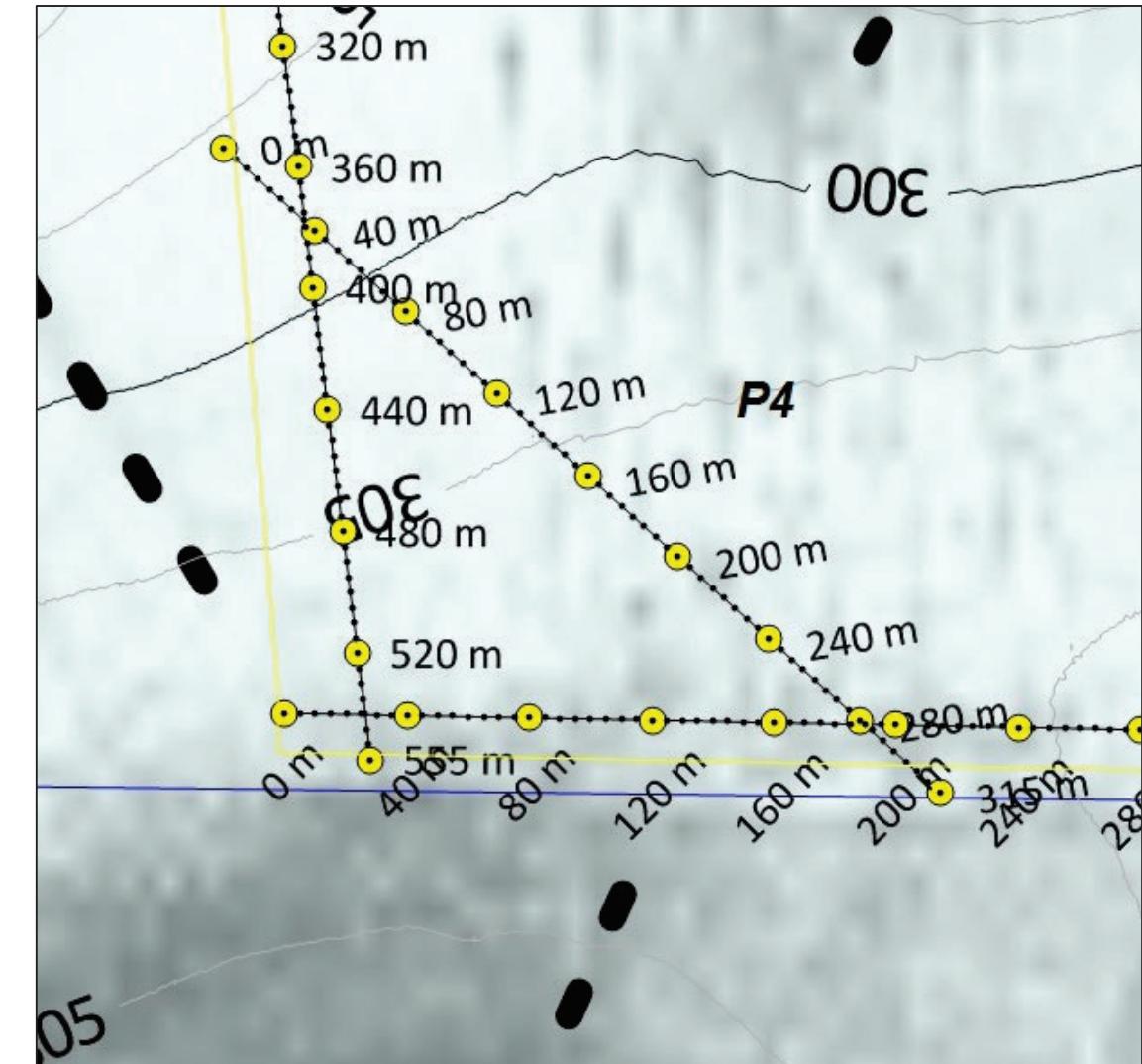


Pseudo-section obtenue : modèle de résistivités électriques

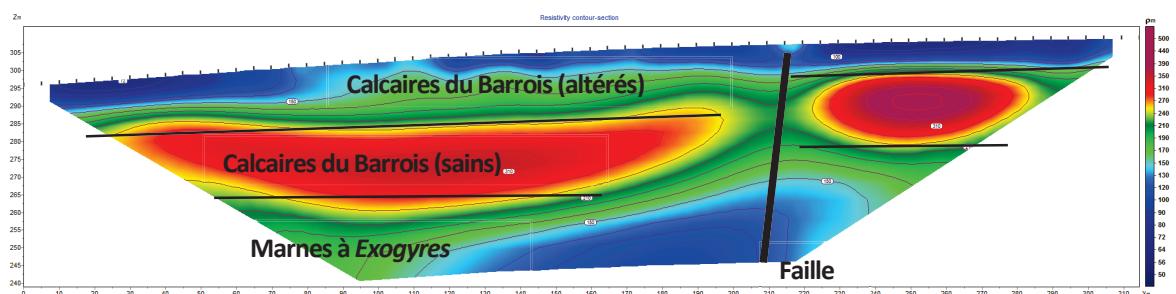


Annexe 5 : Pseudo-section profil P4

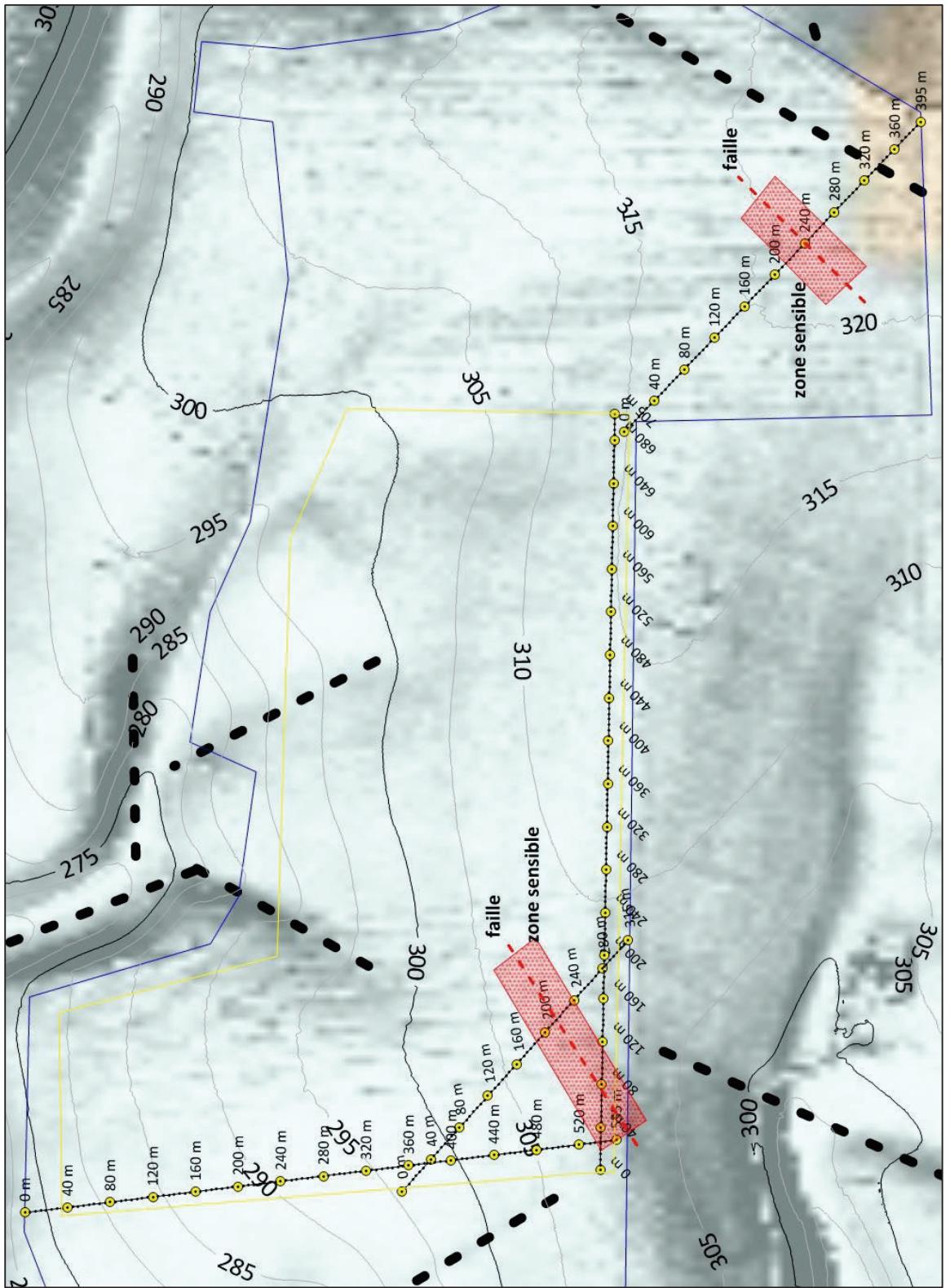
Choix de l'implantation sur l'axe des linéaments à l'angle sud-ouest de l'ilot 1 et **Implantation des électrodes**



Pseudo-section obtenue : modèle de résistivités électriques

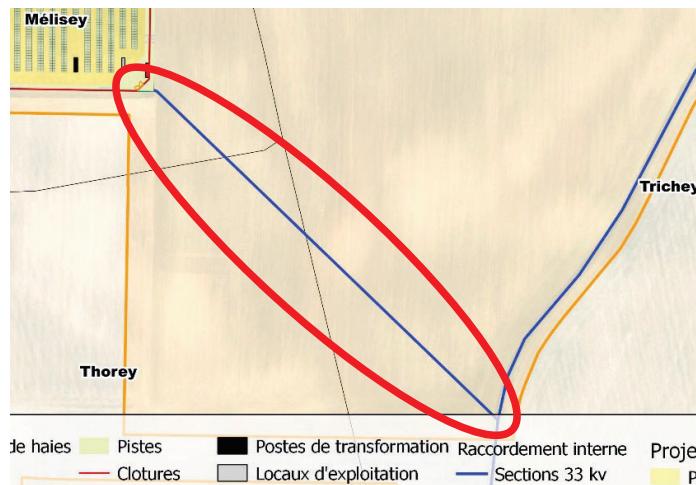


Annexe 6 : Failles mises en évidence et zones sensibles inhérentes

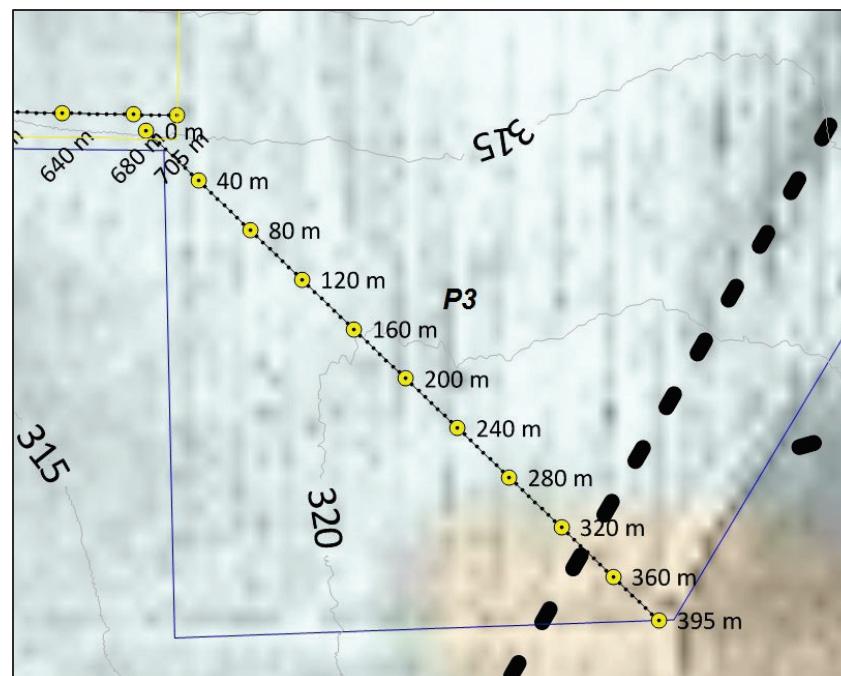


Annexe 4 : Pseudo-section profil P3

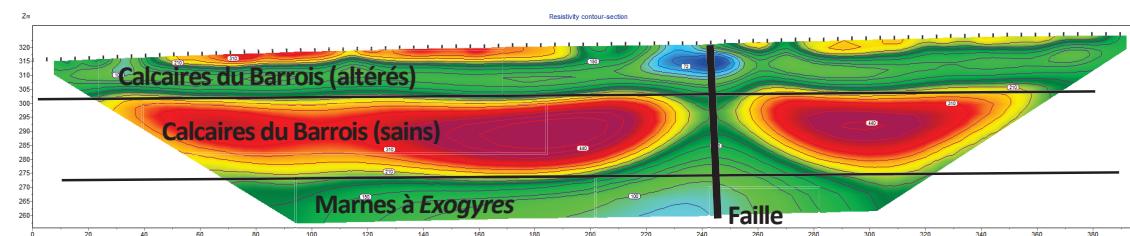
Choix de l'implantation sur l'axe de la tranchée 33kV au sud-est de l'ilot 1



Implantation des électrodes

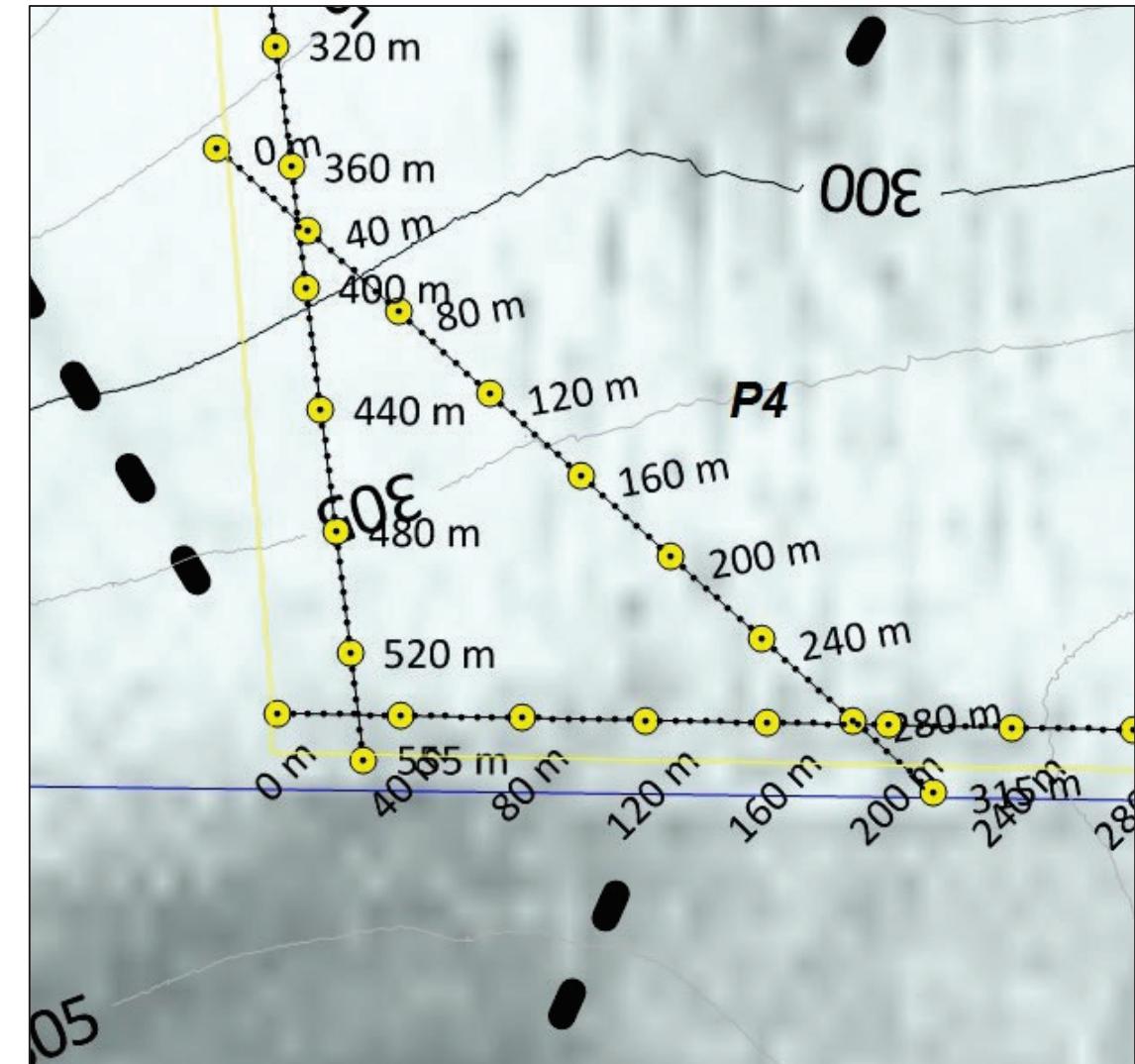


Pseudo-section obtenue : modèle de résistivités électriques

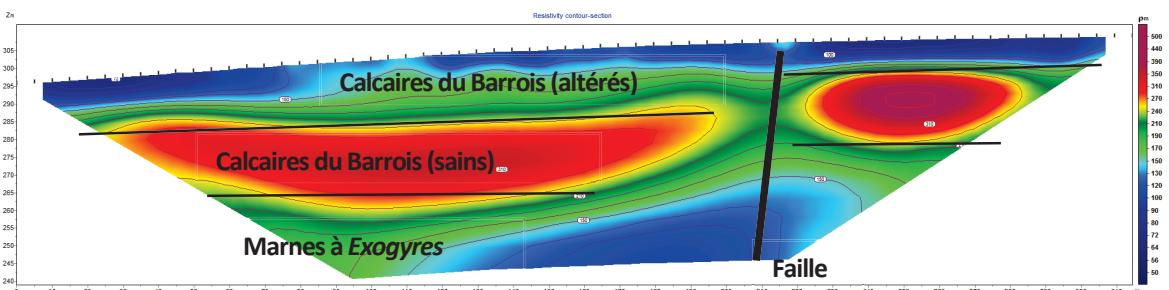


Annexe 5 : Pseudo-section profil P4

Choix de l'implantation sur l'axe des linéaments à l'angle sud-ouest de l'ilot 1 et **Implantation des électrodes**



Pseudo-section obtenue : modèle de résistivités électriques



Annexe 6 : Failles mises en évidence et zones sensibles inhérentes

