

DÉPARTEMENT DE L'YONNE

HAUTS PLATEAUX DE L'YONNE

Avis hydrogéologique
relatif à la demande d'aménagement de 14 ilots
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 Puits D'HOTANT	11
6	LE CAPTAGE DU Puits DES SCIES	13
7	EVALUATION DES RISQUES	15
8	PRECONISATIONS	16
9	CONCLUSION	21

Liste des figures :

FIGURE 1 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS DES SCIES"	7
FIGURE 2 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"	8
FIGURE 3 : ILOTS AGRIVOLTAÏQUES ET CAPTAGES "PUITS DES SCIES" 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'ILOT N°10	18

Liste des tableaux :

TABEAU 1 : LOCALISATION ET REFERENCES DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"	11
TABEAU 2 : LOCALISATION ET REFERENCES DU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIES"	13

Liste des annexes :

ANNEXE 1 : LOCALISATION DES ILOTS AGRIVOLTAÏQUES, 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 SCIES" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)	30
ANNEXE 4 : LOCALISATION DES POINTS D'INJECTION DU NAPHTHIONATE 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 Puits 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 SCIES" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)	34
ANNEXE 8 : VULNERABILITE DU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIES" (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, Trichey 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, Trichey 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 Trichey, 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 élever 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 engrais 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'ilôt 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'ilôt 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'ilôt 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'ilôt n°2 est situé pour une petite partie dans le bassin d'alimentation du captage des "sources de Guise" (Figure 1), que l'ilôt 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).

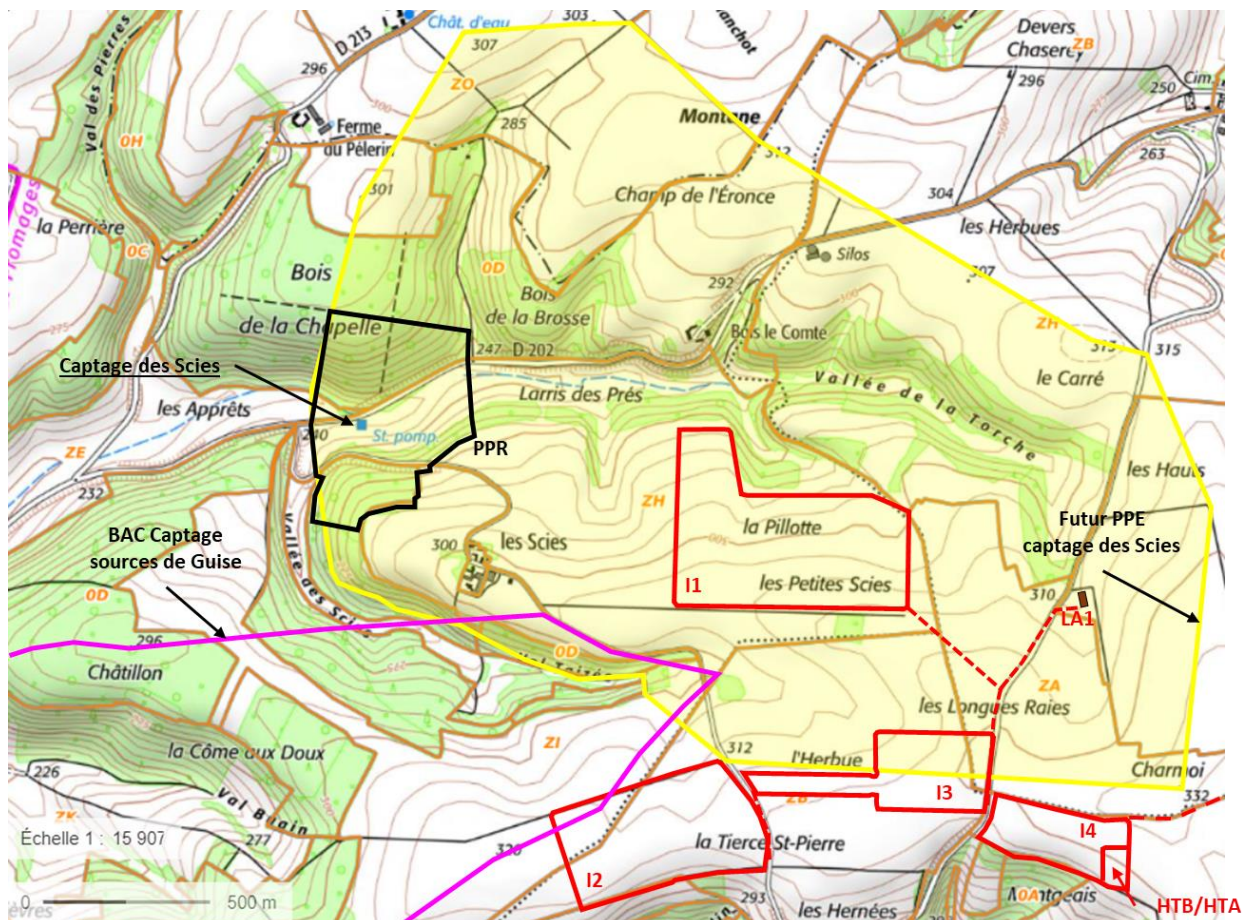


FIGURE 1 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS DES SCIES"

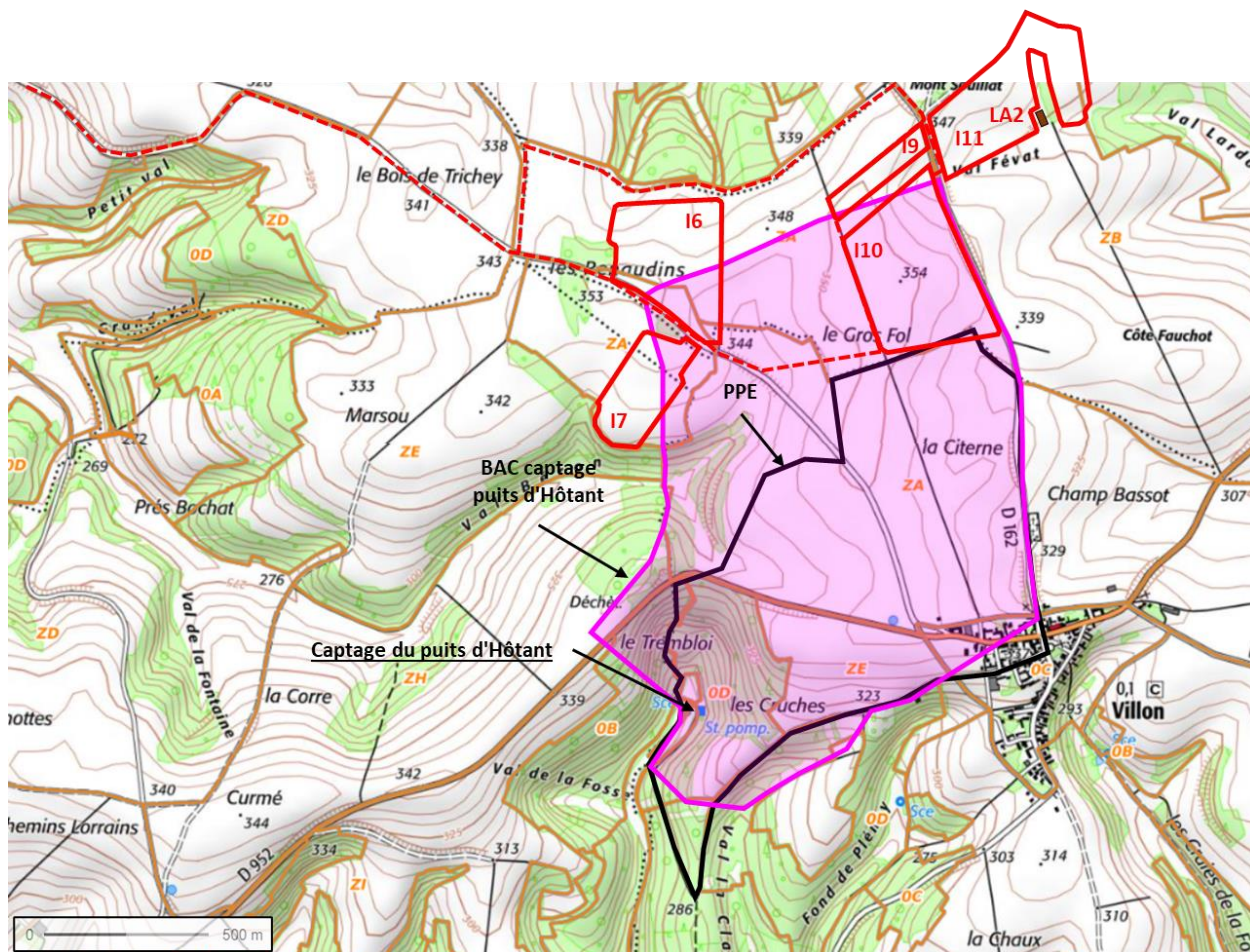


FIGURE 2 : LOCALISATION DES PROJETS A RISQUE POTENTIEL POUR LE CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT"

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'interbanes

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 marno-calcaires lumachelliques d'une épaisseur comprise entre 40 et 50 m. Les captages de Mélisey 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.

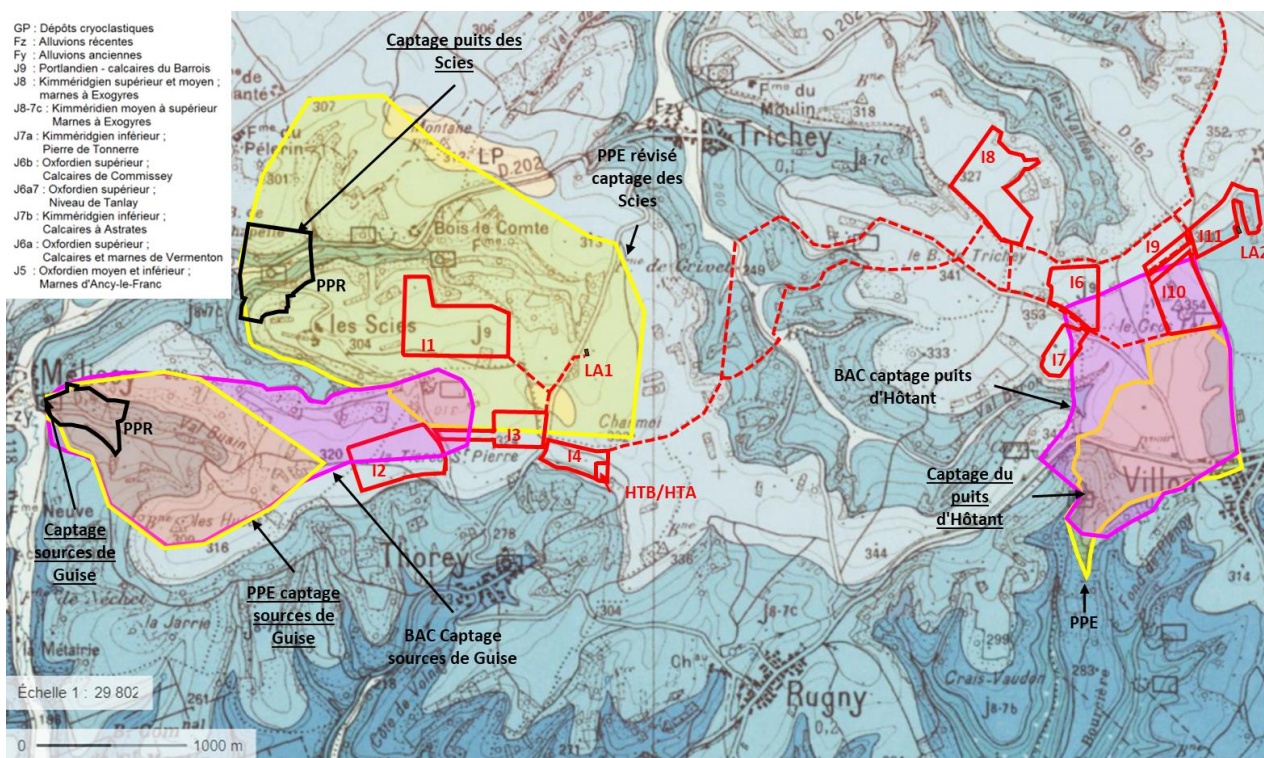


FIGURE 3 : ILOTS AGRIVOLTAÏQUES ET CAPTAGES "PUITS DES SCIES" ET "PUITS D'HOTANT" SUR FOND DE CARTE GEOLOGIQUE AU 1/50 000E – FEUILLE DE CHAOURCE

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 montre 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 (naphtionate, 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 naphtionate 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 maçonné 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 30/07/20218).

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 SCIES"

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'étiage, 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 dominant 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 métaazachlore (respectivement 0.537 et 0.112 µg/l, le 18/12/2018), métabolites du métaazachlore, 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 métaazachlore, 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 Métaazachlore 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 ruisselées 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 assujéti 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'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 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'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 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'îlot n°1.
 - Les zones d'infiltration préférentielles caractérisées par une très bonne vitesse d'infiltration ≥ 800 l/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 mise en œuvre autour des failles identifiées comme zones préférentielles d'infiltration, à l'exclusion des zones très perméables (vitesse d'infiltration ≥ 800 l/heure) qui seront totalement exclues du projet.

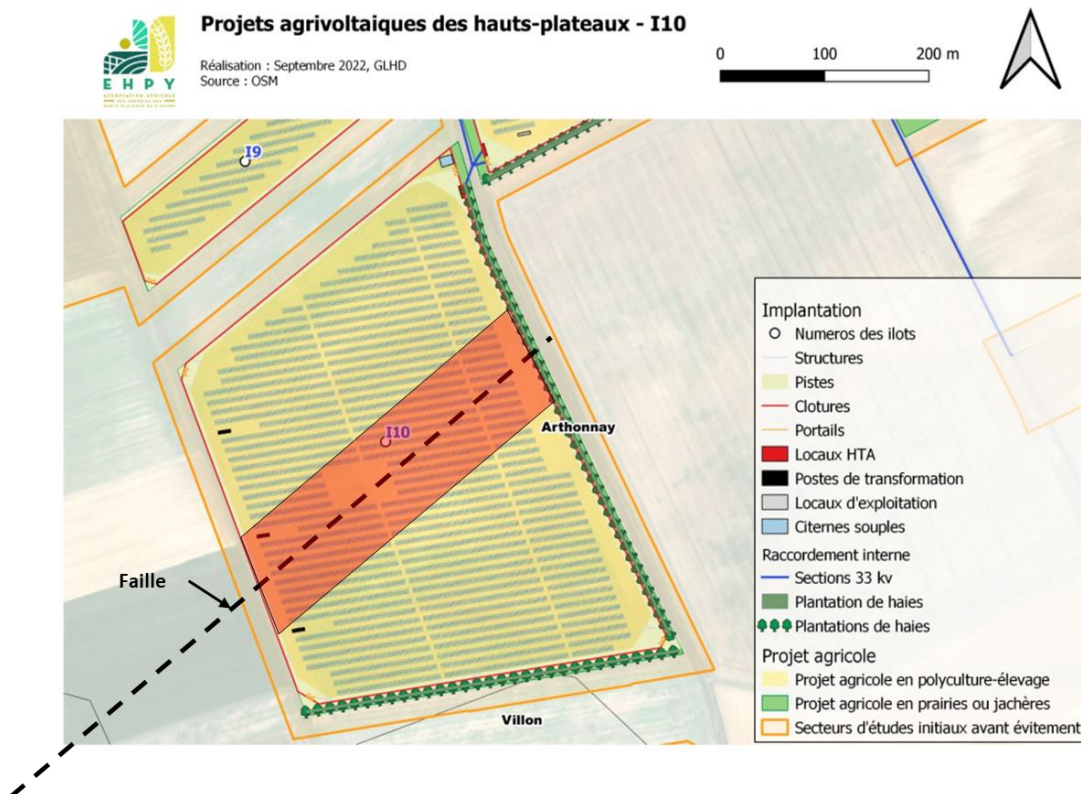


FIGURE 4 : ZONE SENSIBLE AU SEIN DE L'ILOT N°10

- 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 floculants, 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 satisfont 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

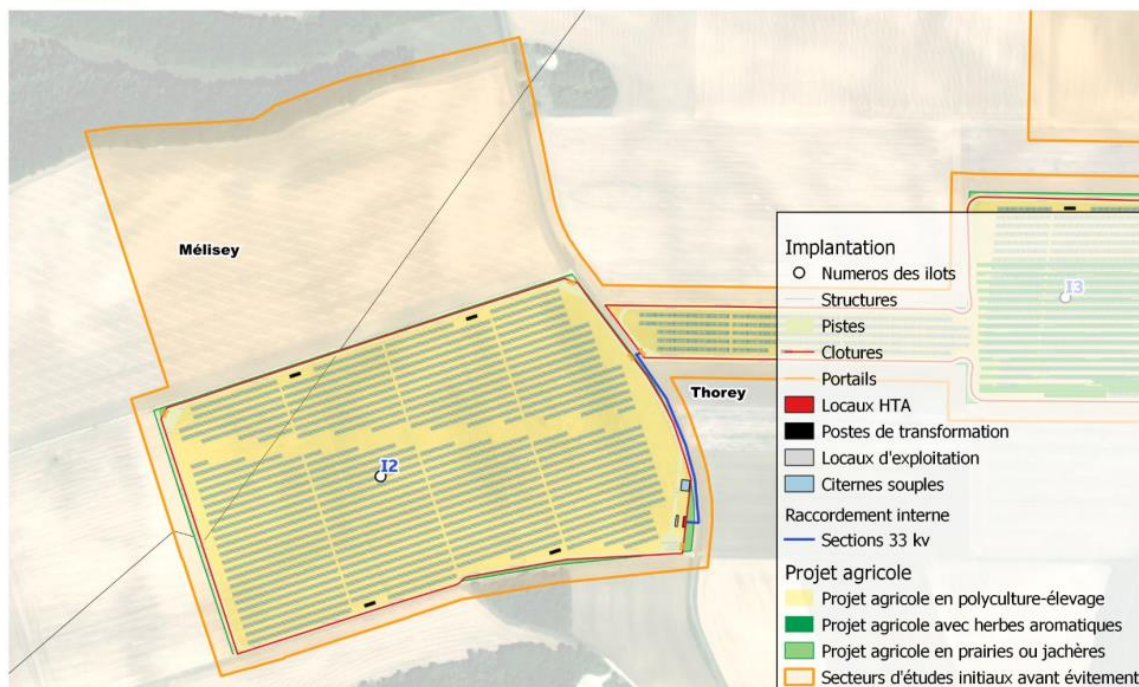




Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - I2

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

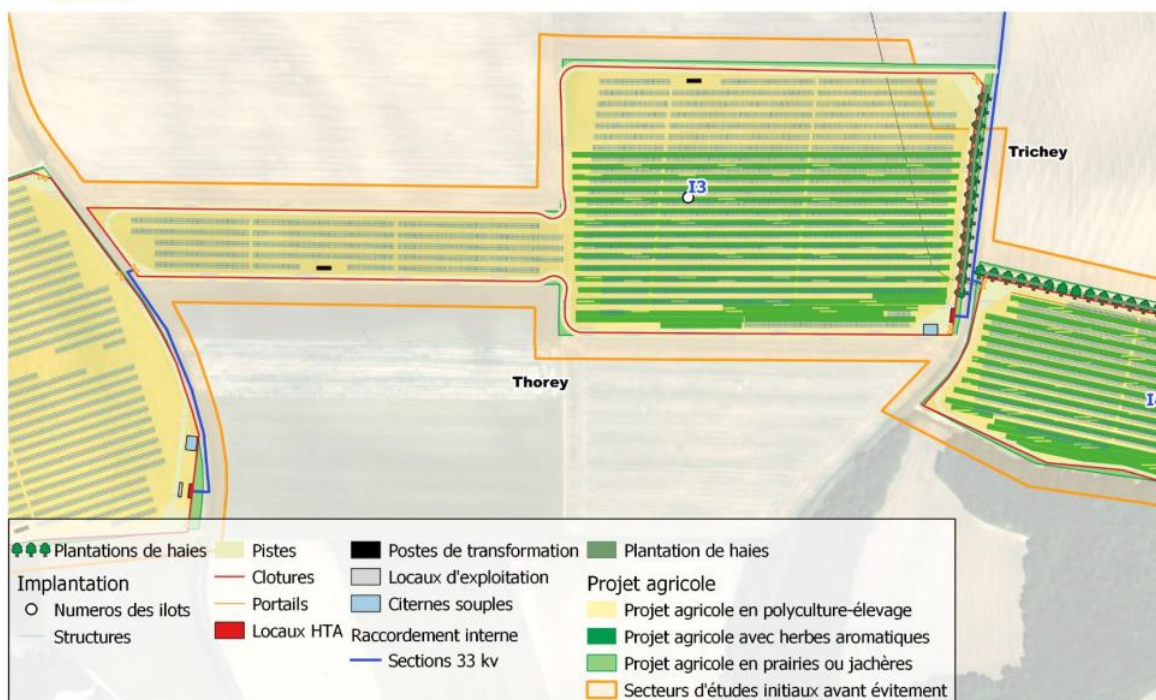
0 100 200 m

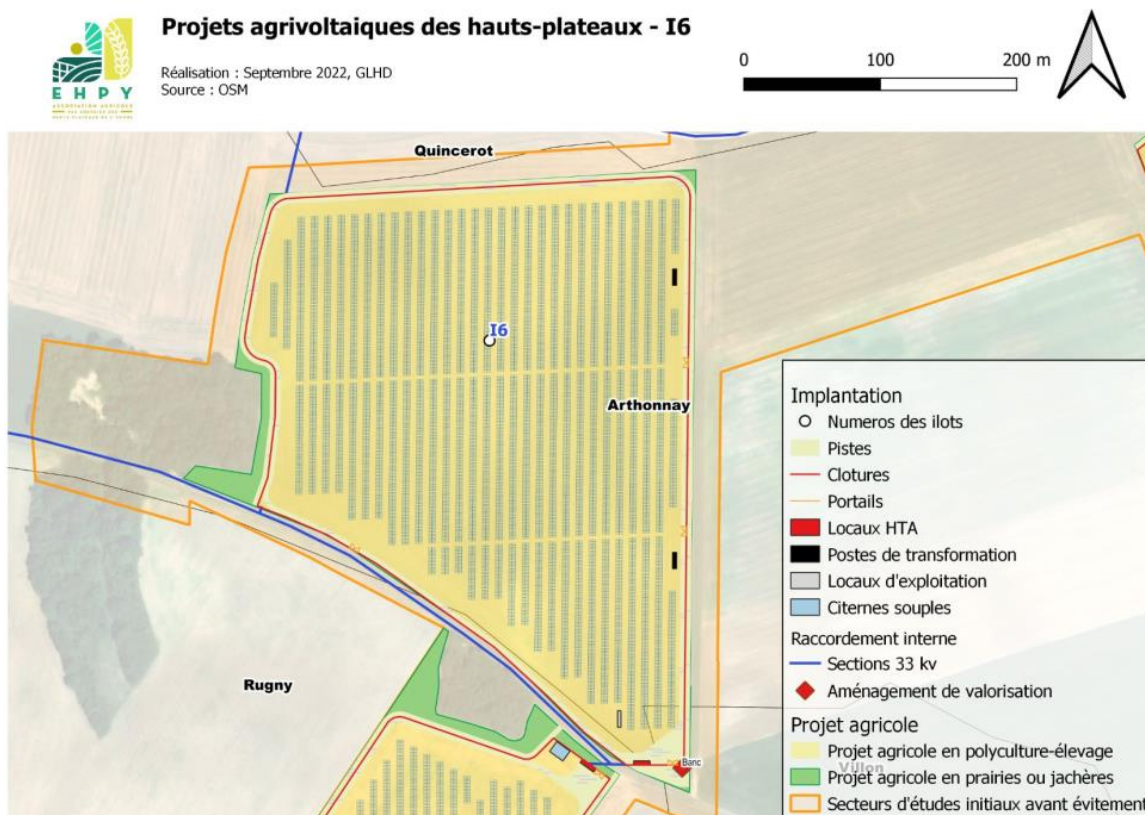
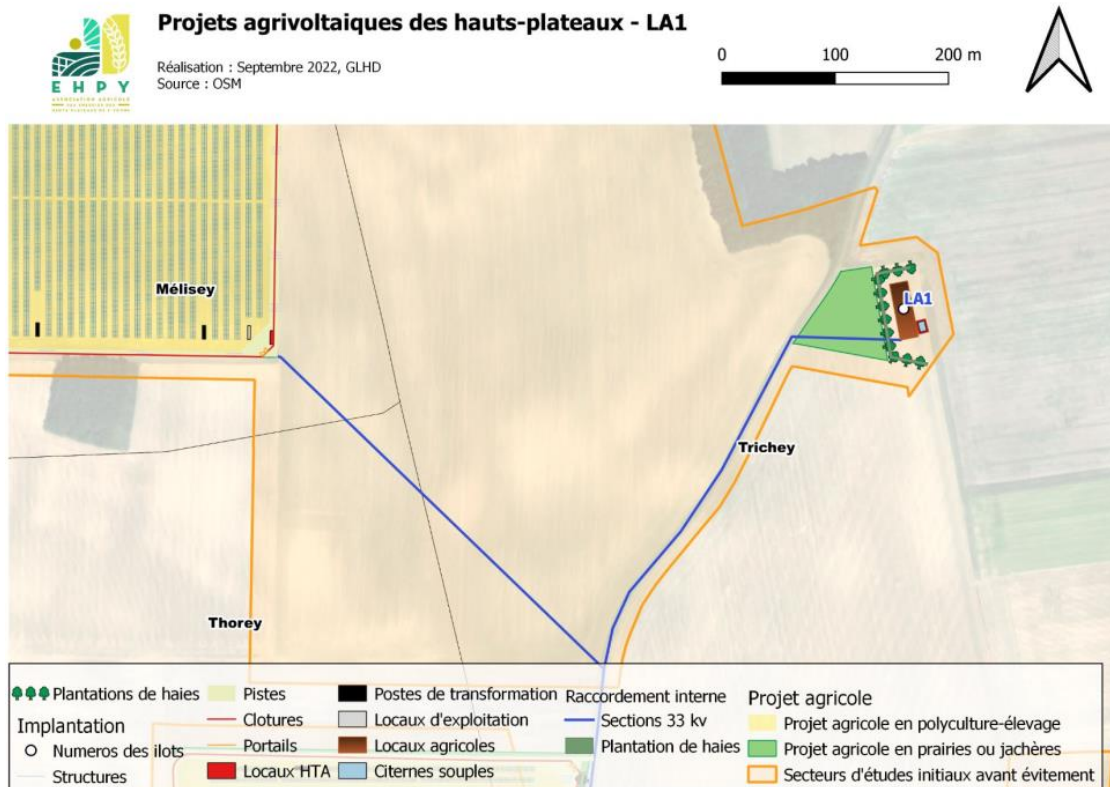


Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - I3

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

0 100 200 m



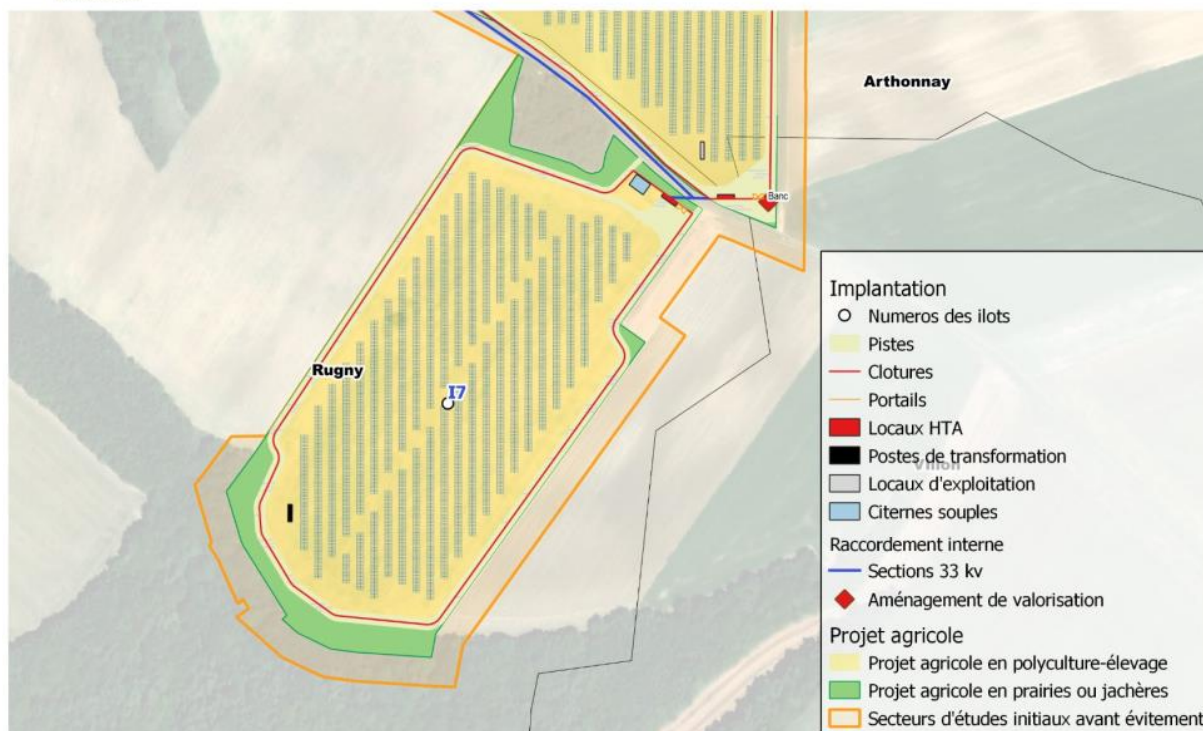




Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - I7

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

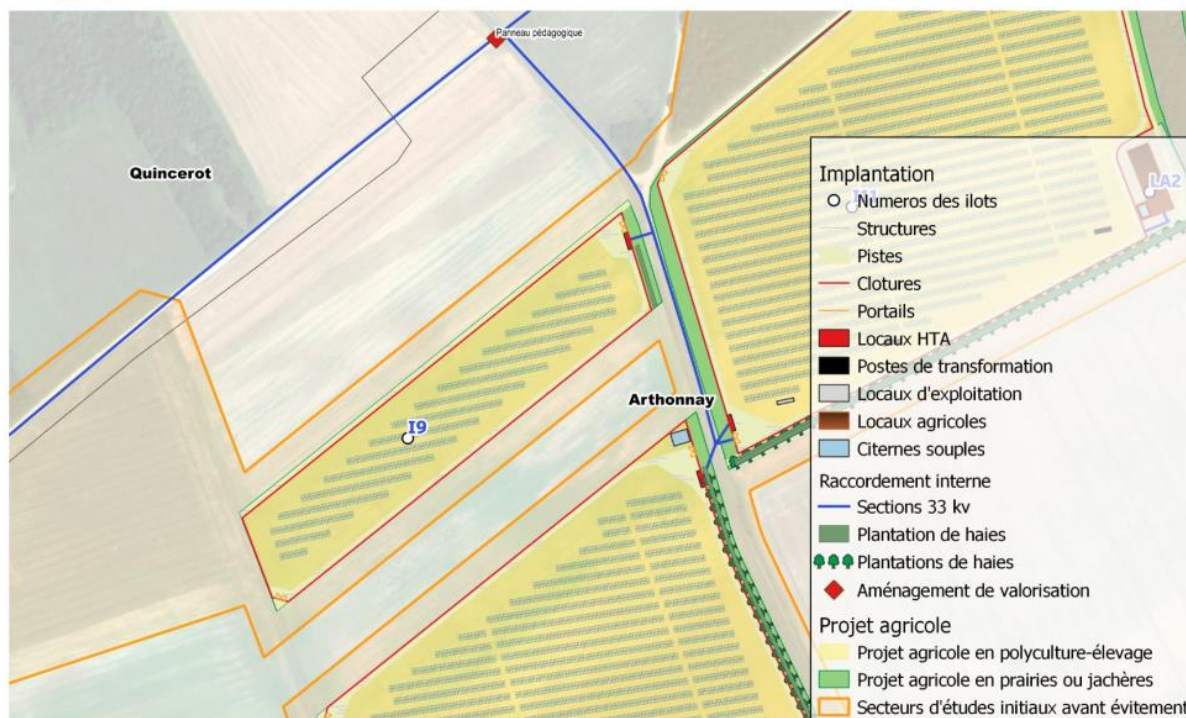
0 100 200 m



Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - I9

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

0 100 200 m





Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - I10

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

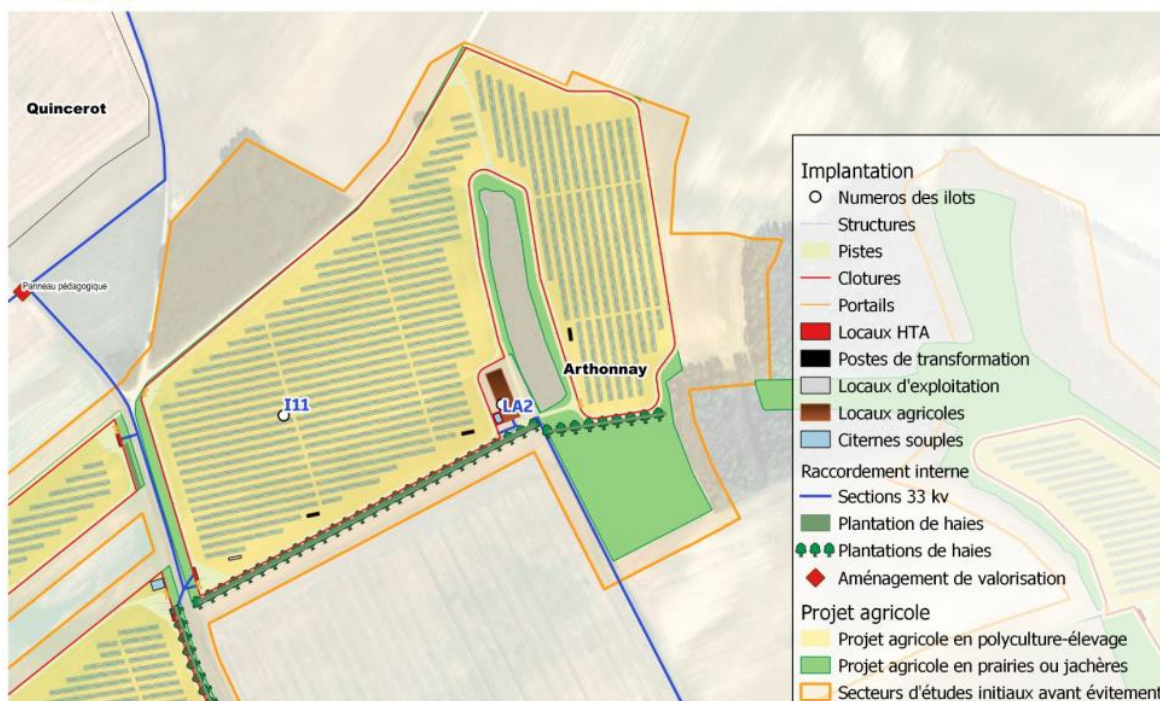
0 100 200 m

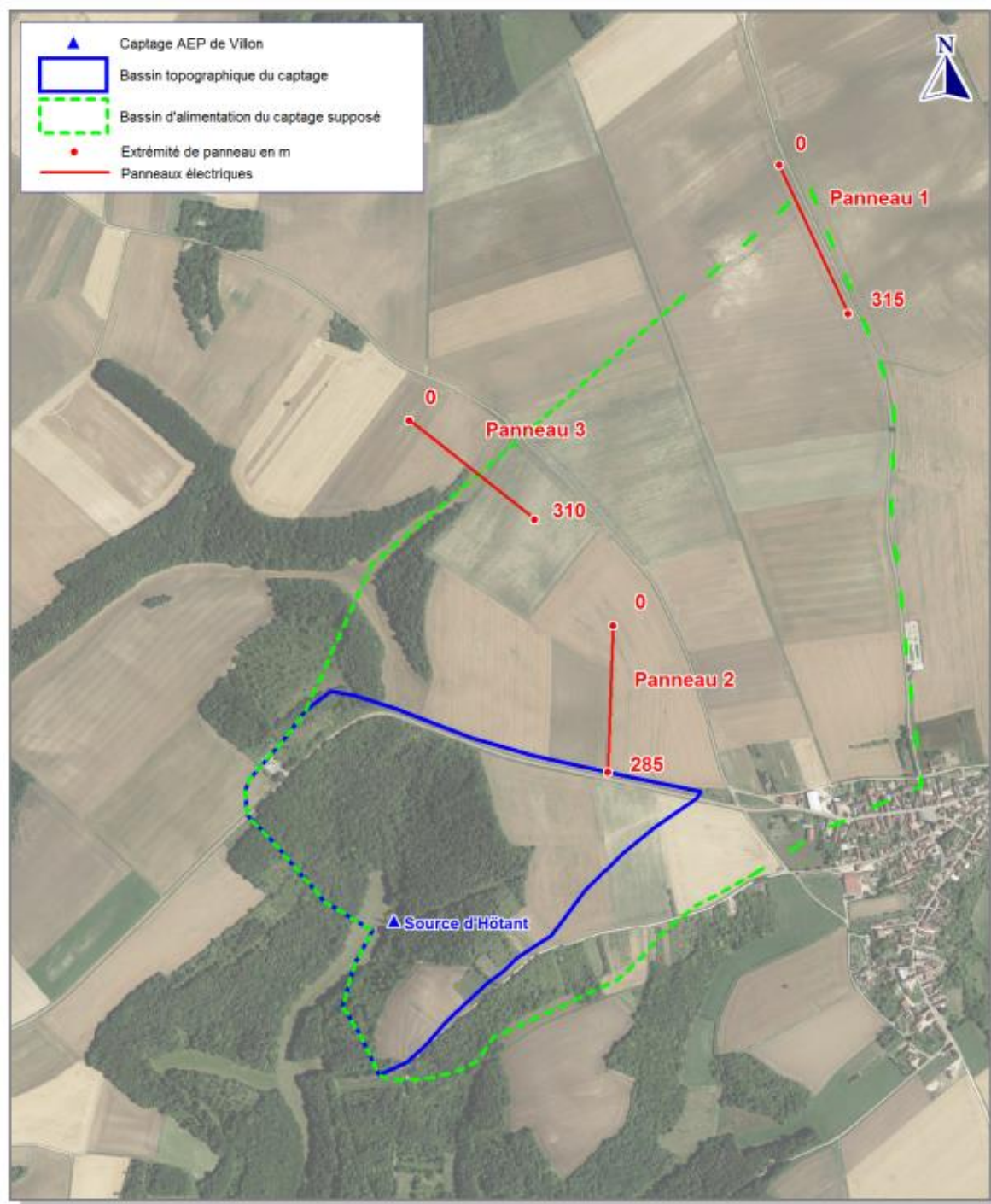


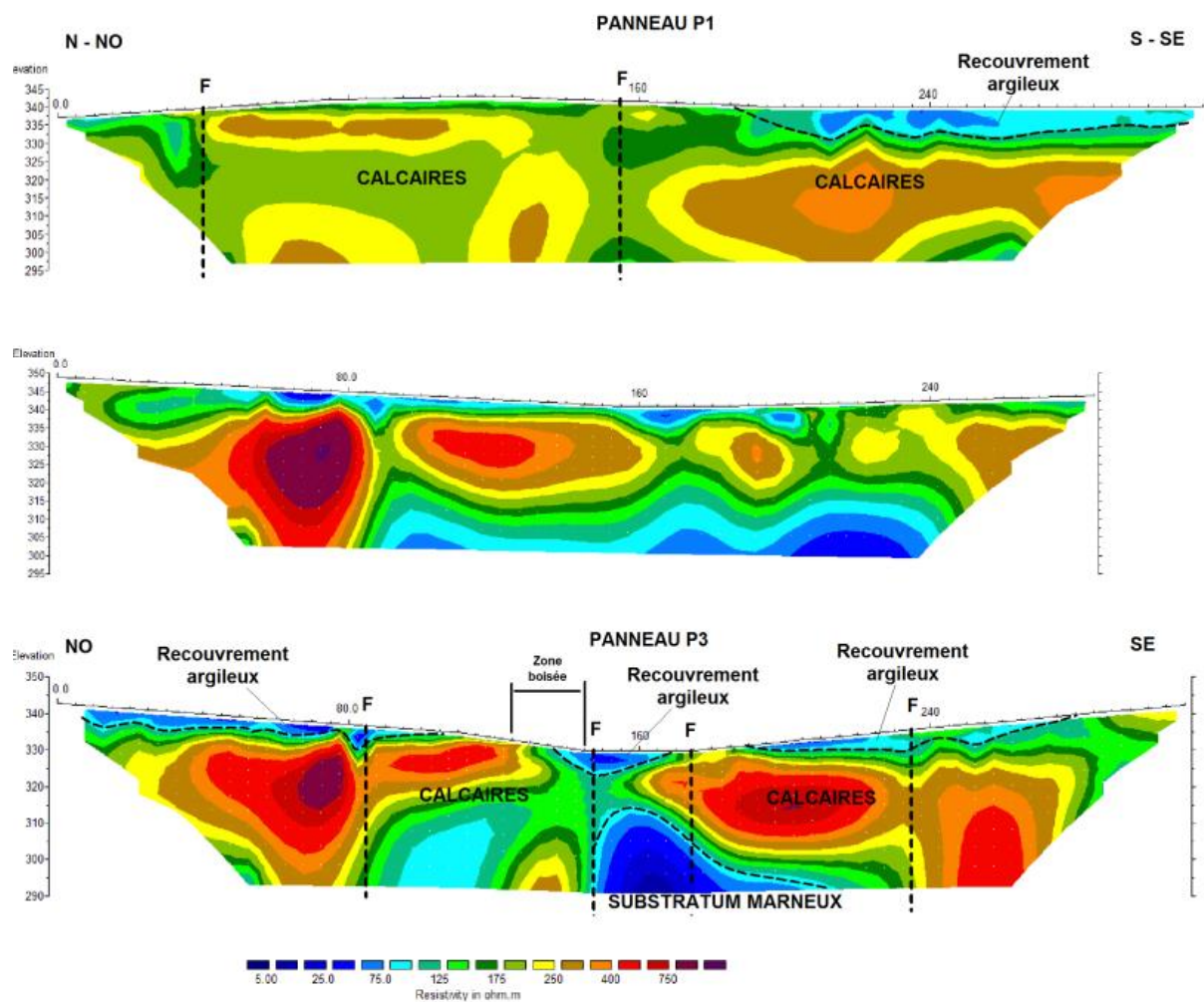
Projets agrivoltaïques des hauts-plateaux - I11

Réalisation : Septembre 2022, GLHD
Source : OSM

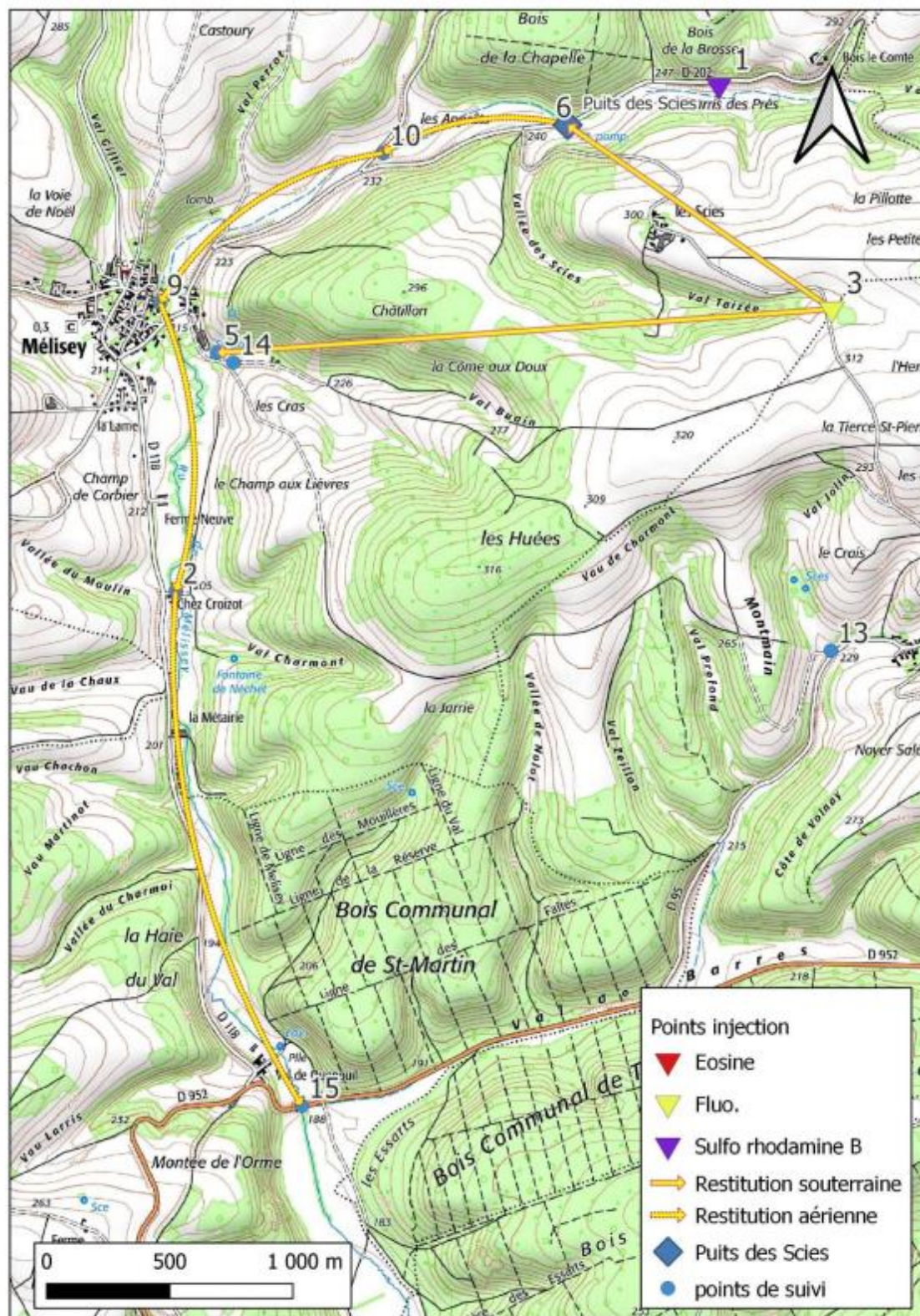
0 100 200 m



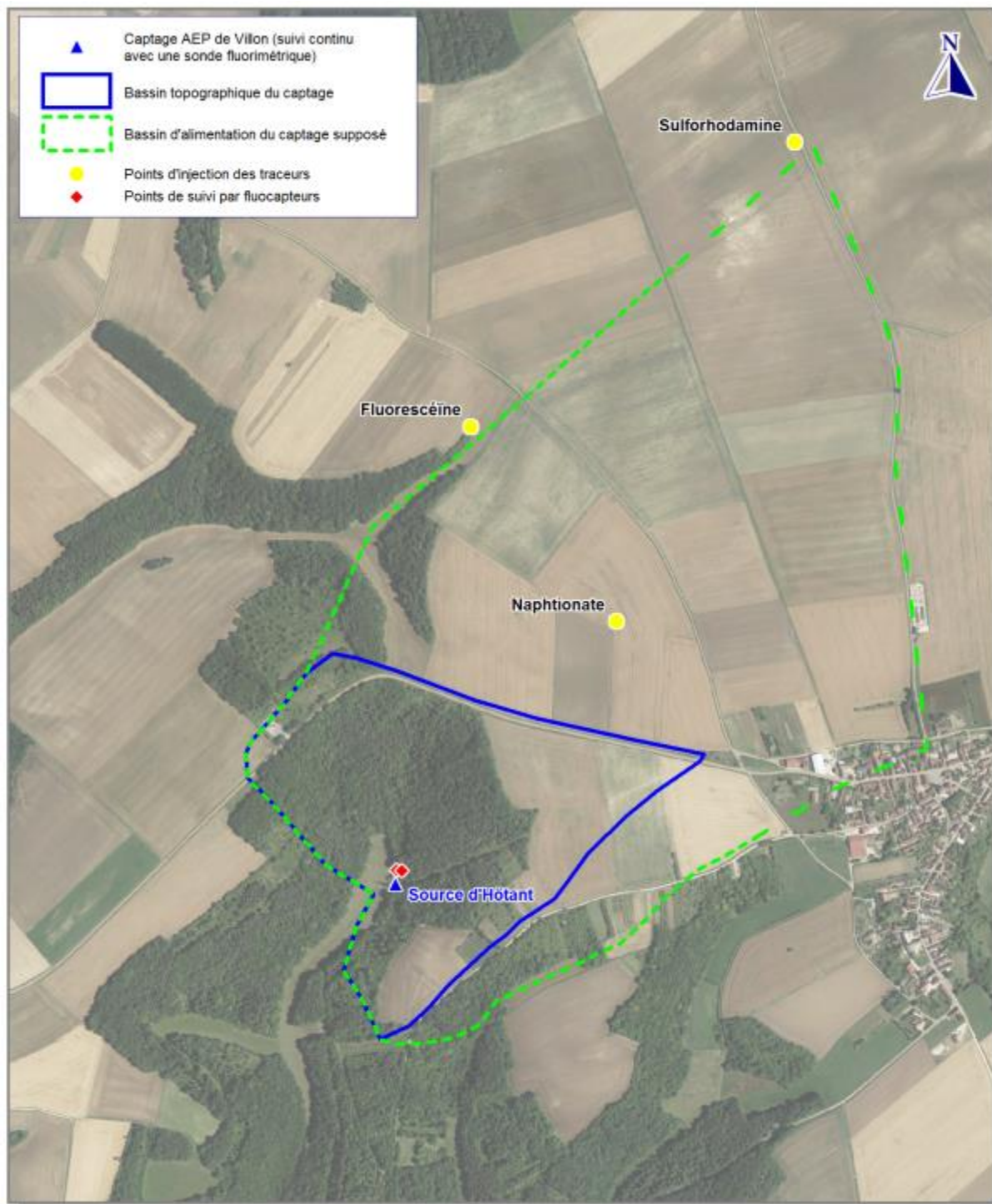




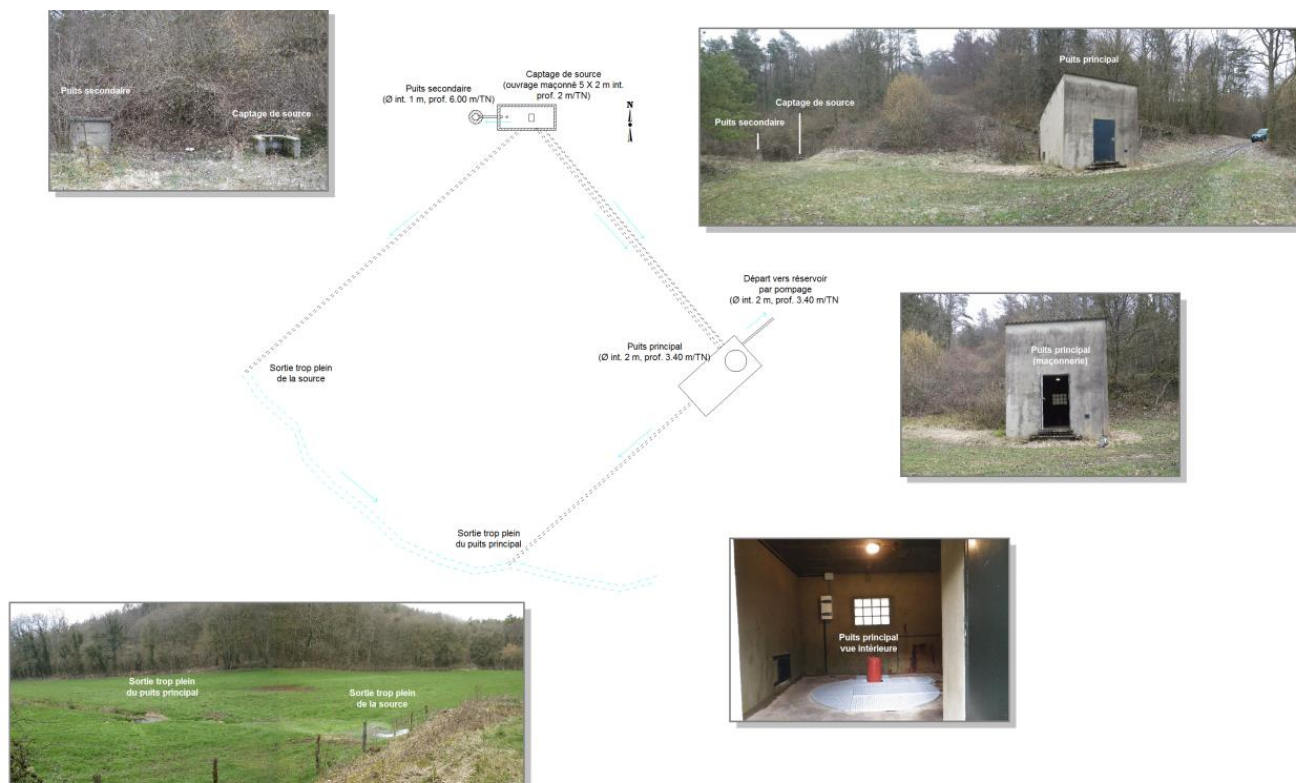
ANNEXE 3 : RESTITUTION DE LA FLUORESCINE AU CAPTAGE DU "PUITS DES SCIES" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)



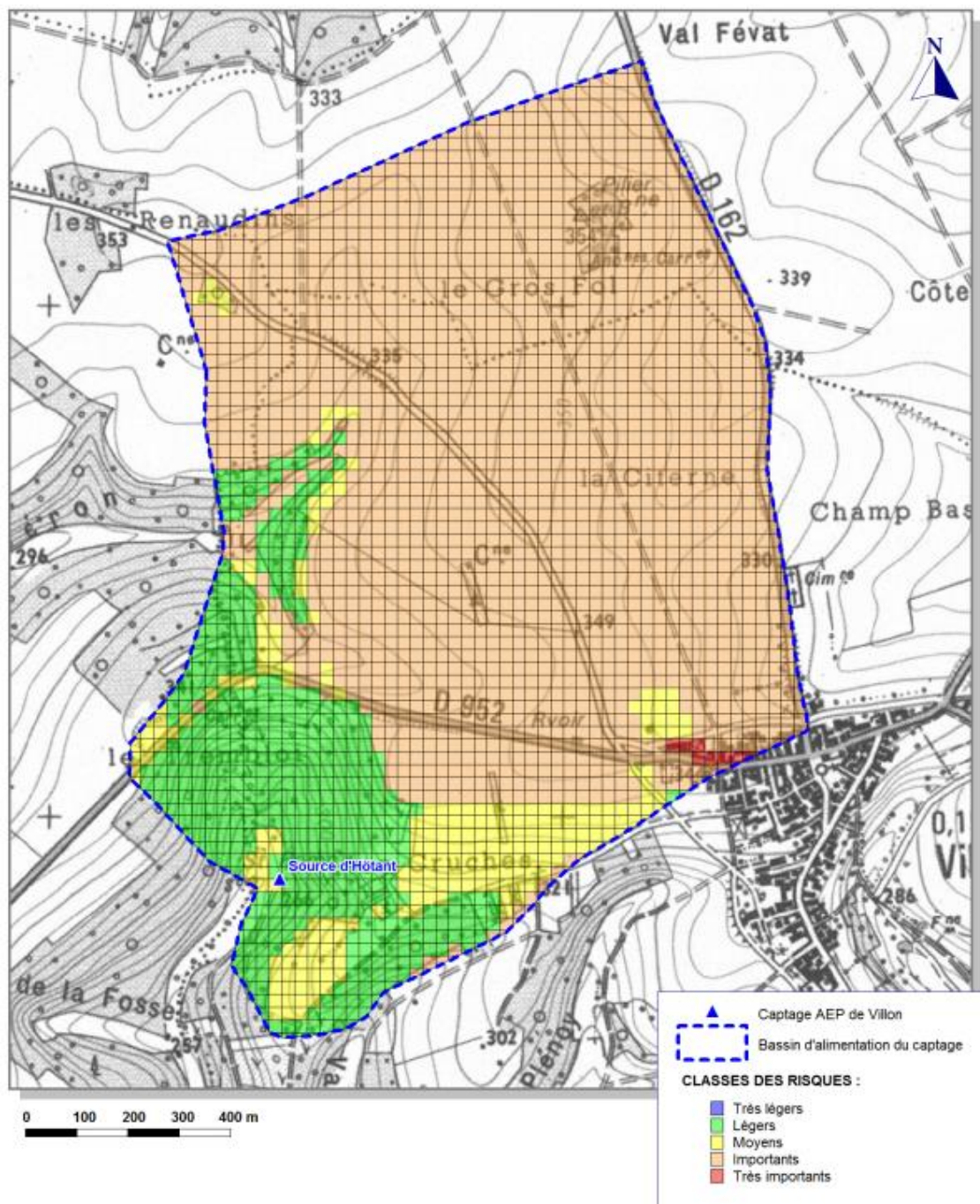
ANNEXE 4 : LOCALISATION DES POINTS D'INJECTION DU NAPHTIONATE LA FLUORESCÉINE ET DE LA SULFORHODAMINE B ET DU CAPTAGE DU "PUITS D'HOTANT" (CPGF-HORIZON, 2014)



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 SCIES" (SCIENCES ENVIRONNEMENT, 2020)

