

Bureau d'études
d'ingénierie,
conseils, services

Projet de centrale photovoltaïque des Centaurées (25)

*Note hydrogéologique sur l'impact
potentiel des travaux sur les captages
en eau potable du secteur*



Sciences Environnement



FÉVRIER 2023 – Ver 1.1

Ce dossier a été réalisé par :

Sciences Environnement
Agence de Besançon

Pour le compte : de H2air SAS

Personnel ayant participé à l'étude :

Ingénieur de projet : Julie PERROT

Révisions du dossier :

- Version **1.0** de **février 2023** : Version initiale
- Version **1.1** de **février 2023** : Version finale

Sommaire

1	Introduction	4
2	Contexte géologique et hydrogéologique	6
3	Description des principaux exutoires du secteur	8
3.1	Sources captées pour l'alimentation en eau potable	8
3.1.1	Source du Crible	8
3.1.2	Forage des Corvées	10
3.1.3	Forage de la Sarre	10
3.2	Source de Mancenans	13
4	Simulation de pollution par les HAP	14
4.1	Sources potentielles de pollution aux HAP	14
4.2	Analyse des risques	14
4.2.1	Déversement accidentel d'hydrocarbures	15
4.2.2	Déversement accidentel d'huiles	16
4.2.3	Conclusions	17
5	Sensibilité du projet de parc photovoltaïque vis-à-vis des zones de captage	18
5.1	Enjeux quantitatifs	18
5.2	Enjeux qualitatifs	19
6	Mesures de protection de la ressource en eau	21
6.1	Mesures en phase travaux	21
6.2	Mesures en période d'exploitation	26
7	Synthèse et conclusions	27

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du projet	3
Figure 2 : Plan de situation du projet – Source H2Air	3
Figure 3 : Extrait de la géologie au 1 / 50 000 ^e	5
Figure 4 : Log stratigraphique local simplifié	7
Figure 5 : Coupe hydrogéologique interprétative du système karstique de la source du Crible...	9
Figure 6 : Schéma conceptuel de fonctionnement du forage de la Sarre (<i>Source Cabinet Reilé</i>)	11
Figure 7 : Zone de protection des captages et résultats des principaux traçages	12
Figure 8 : Plan du projet	20

Annexe 1 : Listes des risques et des moyens de maîtrise liés à la mise en place de centrales photovoltaïques	28
--	----

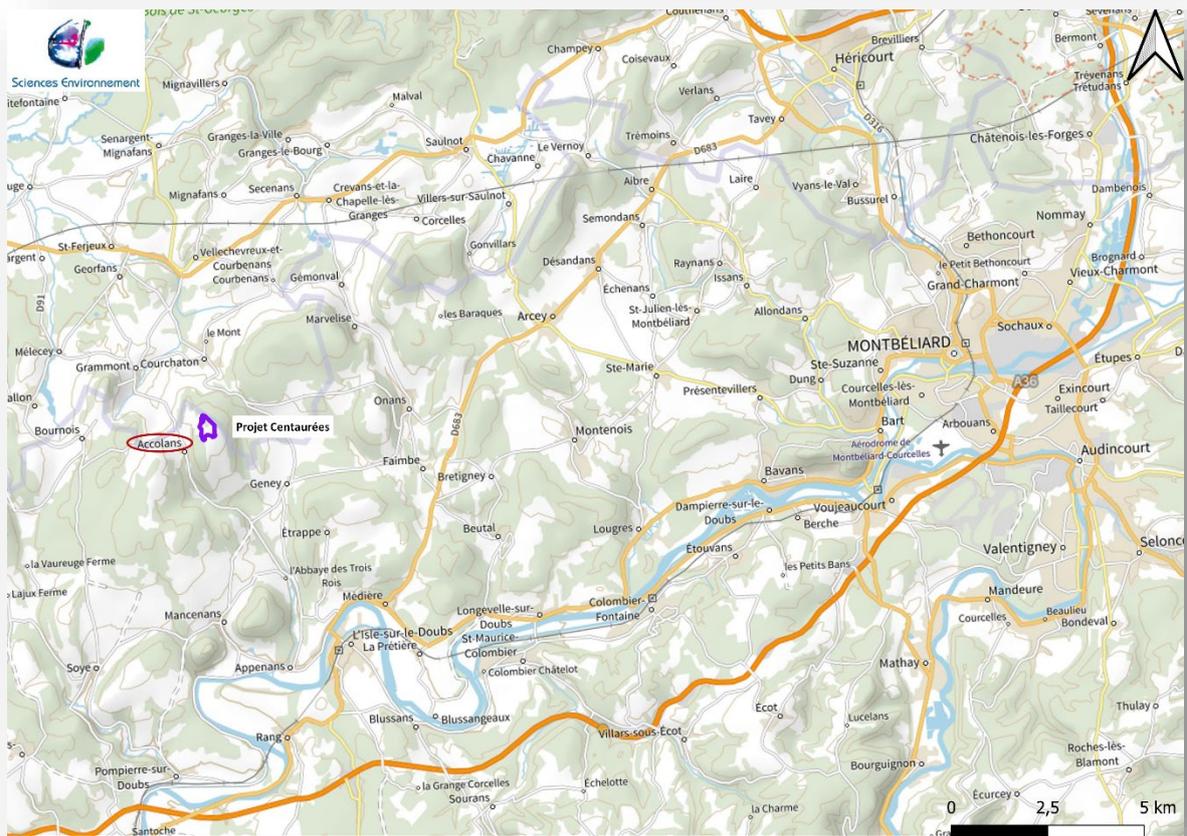


Figure 1 : Localisation du projet

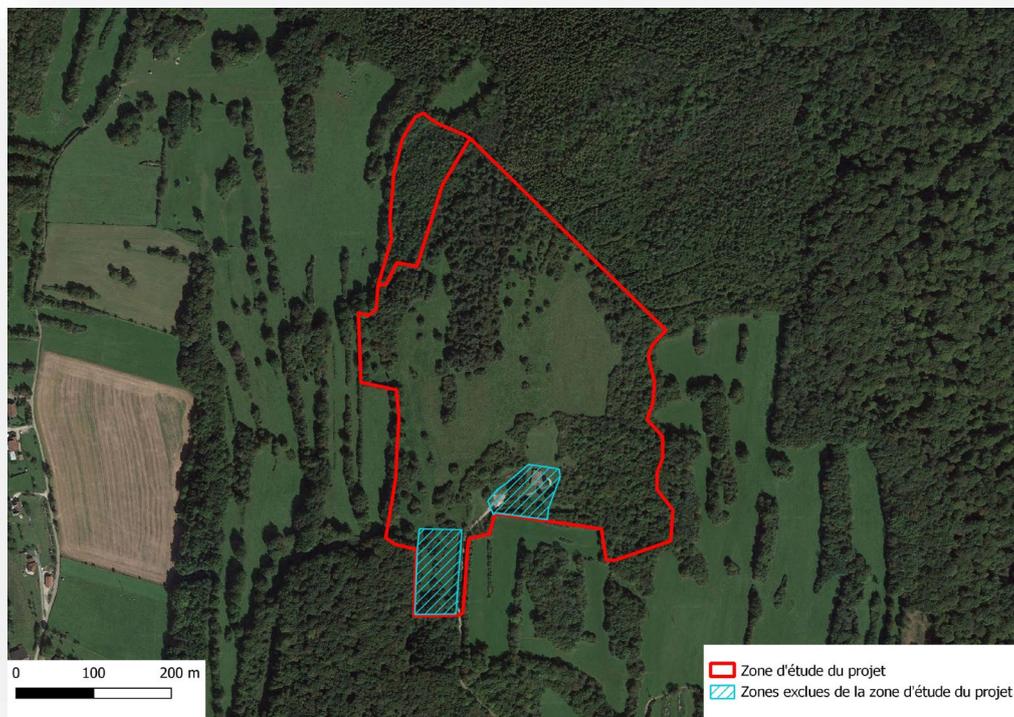


Figure 2 : Plan de situation du projet – Source H2Air

1 Introduction

Le projet de centrale solaire des « Centaurées », porté par la société H2air, prévoit la construction d'une centrale photovoltaïque comportant au maximum et au stade projet, 15 158 modules sur une surface de 14 ha, implantés sur le territoire de la commune d'Accolans au nord du département du Doubs.

Dans le cadre du projet éolien Colchique situé sur ce même territoire, plusieurs machines étant implantées au sein de périmètres de protection éloignée de captages d'eau potable, une expertise hydrogéologique complétée par la réalisation d'une opération de traçages des eaux souterraines a été réalisée janvier 2020 afin de préciser la vulnérabilité du projet vis-à-vis de la ressource en eau potable.

Ce rapport a été actualisé et complété en 2021.

Le présent rapport présente donc l'impact du projet de centrale solaire sur les ressources en eau ainsi que la proposition de mesures d'évitement et/ou de surveillance, sur la base des données récoltées dans le cadre du projet éolien Colchique.

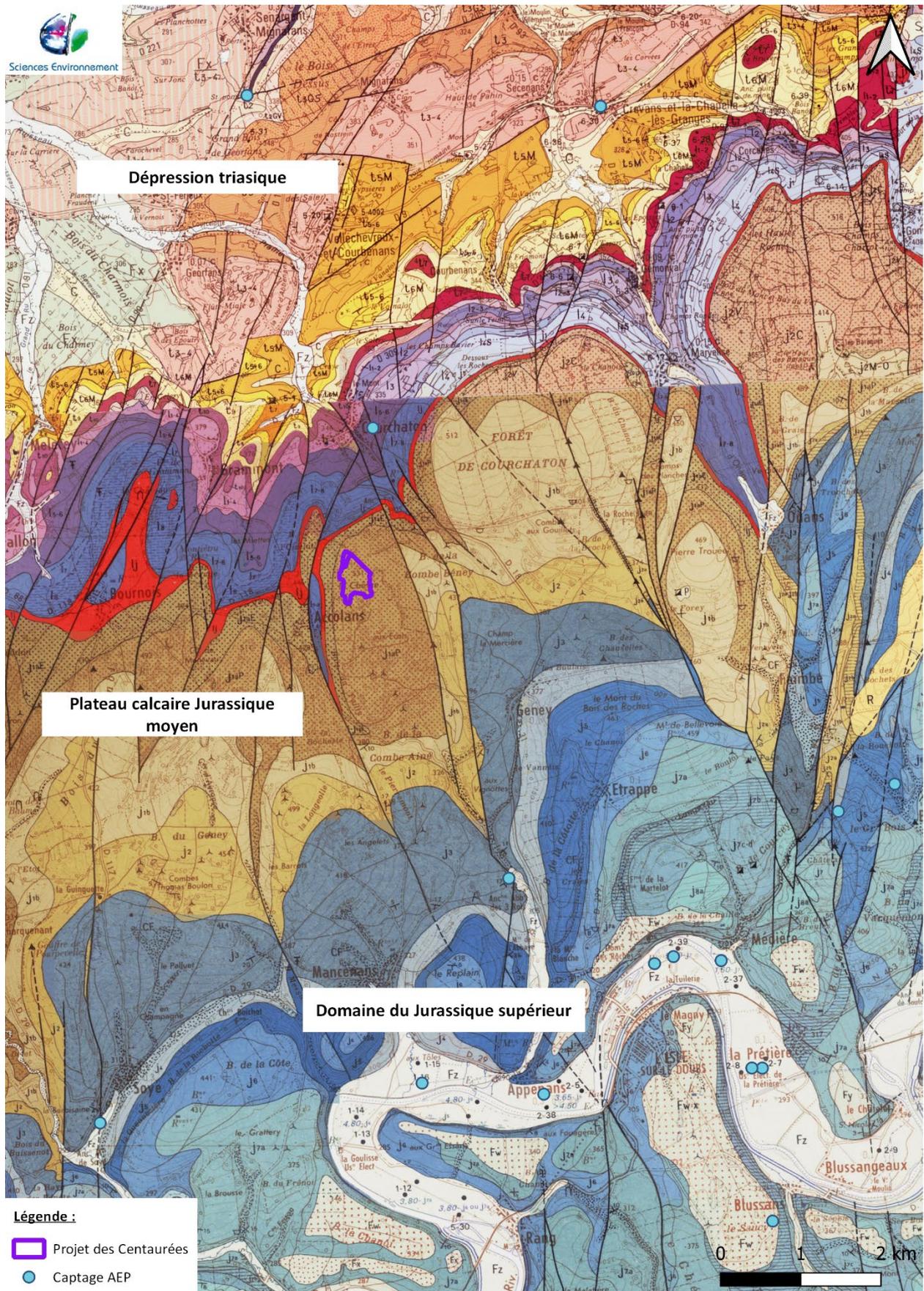


Figure 3 : Extrait de la géologique au 1 / 50 000°

2 Contexte géologique et hydrogéologique

Le projet de centrale photovoltaïque des Centaurées est implanté au cœur de la zone de plateaux pré-jurassiens limités au nord par la dépression Permo-triasique séparant le massif du Jura et celui des Vosges et au sud par la vallée du Doubs.

Dans le secteur d'étude, toute l'ossature du plateau est composée par l'importante série de calcaires massifs du Jurassique Moyen qui affleurent en couche monoclinale avec un pendage modéré, orienté en direction de la vallée du Doubs.

Ces niveaux calcaires dont l'épaisseur varie de quelques dizaines à plus d'une centaine de mètres entre le nord et le sud du plateau, reposent sur l'ensemble globalement imperméable du Lias qui affleure au nord du plateau en formant une cuesta bien marquée dominant la dépression triasique de Haute-Saône.

Du fait de l'étagement géologique, l'ossature du plateau qui borde la vallée du Doubs est constituée par les niveaux calcaires du Jurassique supérieur qui sont séparés de ceux du Jurassique moyen par un niveau de marnes bleues imperméables d'âge Oxfordien dont la présence est soulignée par une petite zone en dépression à proximité de laquelle sont implantés les villages de Soye et Mancenans.

Cet ensemble tabulaire est affecté par de grands accidents tectoniques d'orientation subméridienne dont le rejet peut localement atteindre plusieurs dizaines de mètres.

Du point de vue hydrogéologique, les calcaires du Jurassique moyen forment ainsi un aquifère karstique particulièrement bien développé qui se distingue notamment par :

- la présence de nombreuses dolines et dépressions fermées,
- la présence de gouffres, de grottes et d'importants réseaux souterrains visitables,
- la quasi-absence d'écoulement de surface sur l'essentiel du plateau et des écoulements souterrains qui se concentrent dans des sources peu nombreuses mais au débit relativement important.

Une vingtaine d'opérations de traçage des eaux souterraines sont recensées sur le secteur d'étude dont les résultats témoignent d'une concentration des écoulements en direction de la vallée du Doubs selon trois exutoires principaux, tous localisés près du contact entre les calcaires du Jurassique moyen et les marnes de l'Oxfordien :

- Le système de Gourdeval – Soye à l'ouest
- Le système de Mancenans
- Le système de l'Abbaye des 3 Rois à l'est du territoire de Mancenans.

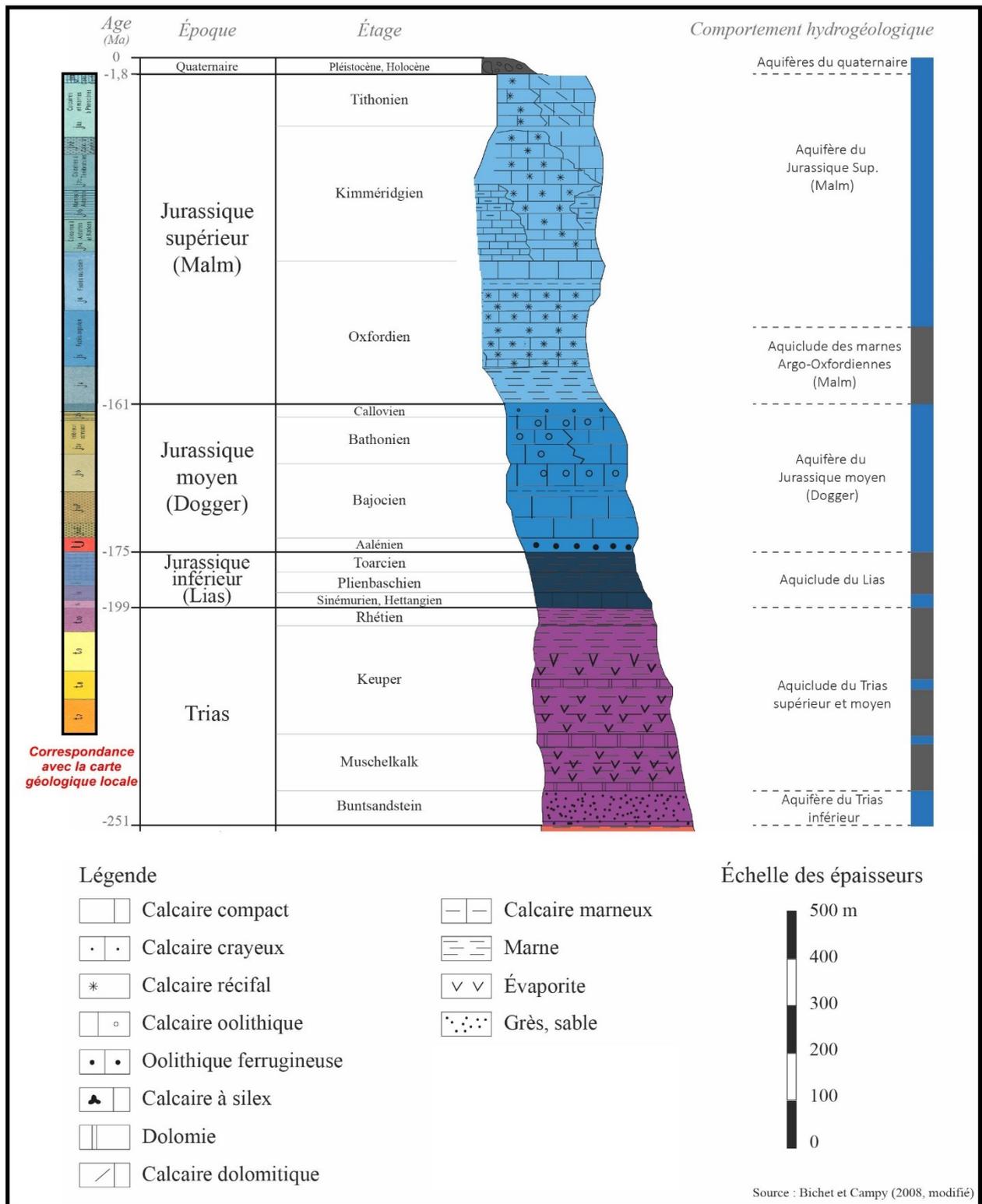


Figure 4 : Log stratigraphique local simplifié

3 Description des principaux exutoires du secteur

3.1 Sources captées pour l'alimentation en eau potable

Le projet des Centaurées se situe au sein des périmètres de protection éloignée des captages suivant :

- La source du Crible exploitée par le syndicat des Eaux de l'Abbaye des Trois Rois (code BSS n°001GBTH), implantée en limite Est de la commune de Mancenans.
- Le forage des Corvées (code BSS n°001GBVY) situé cœur du village de Courchaton (70) que cette commune exploite également pour son alimentation en eau potable.

Les zones de protection proche du site d'implantation, mais qui ne sont pas directement concernées par le projet solaire, sont :

- Les périmètres de protection du forage de la Sarre, alimentant la commune de Soye (code BSS n°001GBWH).

3.1.1 Source du Crible

La source du Crible fait partie d'un important système d'émergences karstiques exploitées depuis de très nombreuses années pour l'alimentation en eau potable du Syndicat de l'Abbaye de Trois Rois qui regroupe 9 communes, soit un peu plus de 1310 habitants.

Ce captage d'eau potable bénéficie d'un arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique (DUP) signé en novembre 2016 qui instaure différents périmètres de protection.

La mise en place de cette protection réglementaire a été précédée de plusieurs études hydrogéologiques qui ont permis de mieux connaître le fonctionnement de ce système karstique et de délimiter avec précision les contours de son aire d'alimentation.

Plusieurs séries de traçages des eaux souterraines ont montré sa grande vulnérabilité du fait de l'excellent développement du système karstique dans le secteur notamment représenté par le réseau karstique de la Combe Ainée dont plus de 800 m de galeries ont déjà été explorées à ce jour.

L'aire d'alimentation qui a été définie s'étend sur près 15 km² et englobe une large partie du plateau calcaire situé au nord de la zone de source.

Cette vulnérabilité est soulignée par un aquifère très réactif aux précipitations, l'onde de crue se propageant en moins de 24 h dans le système souterrain. Les vitesses de circulation observées lors des opérations de traçages des eaux souterraines sont également relativement importantes, notamment en période de hautes eaux où elles peuvent être supérieures à 50 m/h, soit plus de 1,2 km/j.

Le traceur injecté sur le site du projet en janvier 2020, au sein du Périmètre de Protection Eloignée de la Fontaine du Crible, est réapparu rapidement sur cet exutoire karstique avec une vitesse apparente de l'ordre de 4 km/j.

Malgré une dilution importante du traceur dans ces conditions hydrologiques de hautes-eaux, cette restitution confirme l'excellente fonctionnalité de ce système karstique et donc sa vulnérabilité importante.

La qualité de l'eau de cette ressource est d'ailleurs notablement affectée par cette fonctionnalité importante du système karstique et présente des problèmes chroniques de turbidité et de bactériologie qui nécessitent un traitement spécifique avant sa distribution.

A l'image du forage de la Sarre, la protection de la source du Crible se décompose en trois zones de protection progressive distinctes :

- Zones de protection immédiate, de faible dimension visant à protéger physiquement la zone de source et plusieurs entrées directes sur le système karstique actif (gouffre de la Combe Ainée et plusieurs pertes ou gouffres situés au nord du village de Geney).
- Zones de protection rapprochée où diverses activités (construction, agriculture, ...) sont interdites ou règlementés. Ce périmètre concerne principalement les terrains situés dans le vallon sec situé à l'amont de la zone d'émergence (partie aval du réseau karstique de la Combe Ainée) ainsi que ceux situés au nord du village de Geney sur le pourtour des zones de pertes citées précédemment.
- Zone de protection éloignée, qui s'étend sur l'ensemble de la zone d'alimentation du captage et constitue une zone de vigilance vis-à-vis des activités susceptibles de porter atteinte à la productivité ou à la qualité de la ressource.

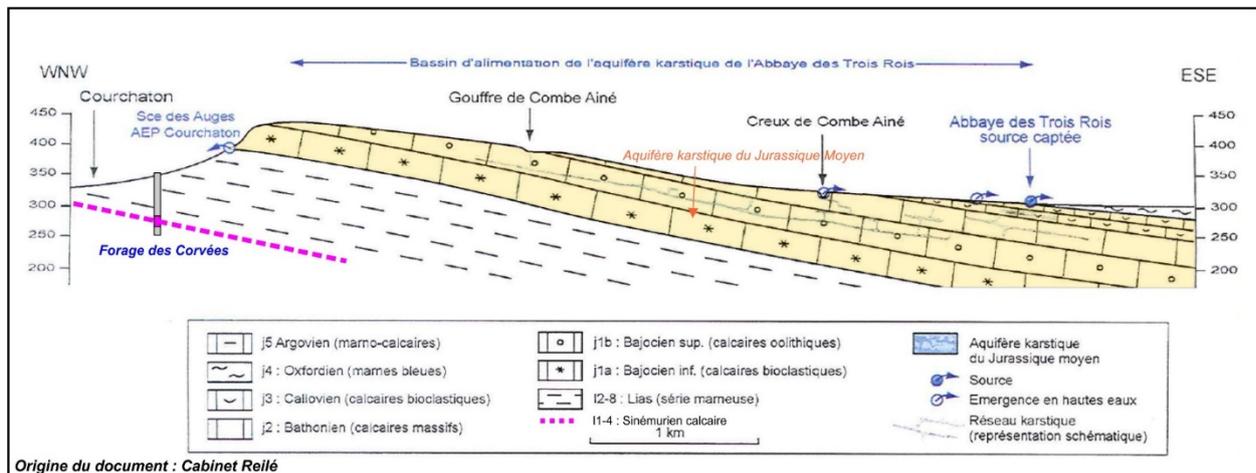


Figure 5 : Coupe hydrogéologique interprétative du système karstique de la source du Crible

3.1.2 Forage des Corvées

Afin de compléter sa production d'eau potable, la commune de Courchaton a fait réaliser un forage en 2006 implanté dans les niveaux peu perméables du Lias au cœur du village.

Compte tenu de la bonne productivité de l'ouvrage, ce forage constitue actuellement la ressource en eau principale de la commune.

Atteignant 89 m de profondeur, il exploite les petits niveaux aquifères du Sinémurien et du Rhétien constitués respectivement de calcaires fracturés et de grès rencontrés entre 70 et 85 m de profondeur, insérés entre les épais niveaux imperméables du Lias et Trias.

Cette ressource en eau d'origine profonde dispose également d'un arrêté préfectoral de déclaration d'utilité publique signé en juillet 2012 qui instaure à nouveau 3 zones de protection progressive distinctes :

- Immédiate : autour du point de forage
- Rapprochée : sur le versant nord de la cuesta dominant le village à l'amont topographique de la zone de forage.
- Eloignée : définie sur une surface de l'ordre de 8,5 km² à cheval sur les terrains du Lias dominant la dépression triasique de Haute-Saône et couvrant un large secteur de la partie nord du bassin d'alimentation de la source du Crible.

L'origine de l'eau dans les calcaires du Sinémurien reste mal connue mais la zone de recharge apparaît plus probablement en lien avec les secteurs d'affleurements de ces niveaux dans la zone de dépression liaso-triasique du Sud-Est de la Haute-Saône.

La nappe apparaît en effet nettement en charge sous l'épais niveau imperméable sus-jacent qui constitue également le niveau de base des circulations karstiques du plateau calcaire notamment à l'origine de la source du Crible.

3.1.3 Forage de la Sarre

Jusqu'en 2008, la commune de Soye était alimentée en eau potable par la source karstique de la Sarre qui prend naissance dans la partie basse du village.

En raison de cette situation géographique défavorable, ce point de captage était jugé difficilement protégeable, la majeure partie du Bourg étant située dans sa zone d'alimentation proche.

Ainsi, en 2008, un forage de 80 m de profondeur a été réalisé à proximité de la zone de source pour capter la partie noyée de l'aquifère contenu dans les calcaires du Jurassique moyen.

Les études et essais réalisés sur cet ouvrage ont montré que la qualité de l'eau de cette partie de l'aquifère était beaucoup moins liée au système karstique actif de surface qui s'illustre notamment par une absence de problème de turbidité ainsi qu'une moindre sensibilité aux pratiques de fertilisation au sein de l'aire d'alimentation.

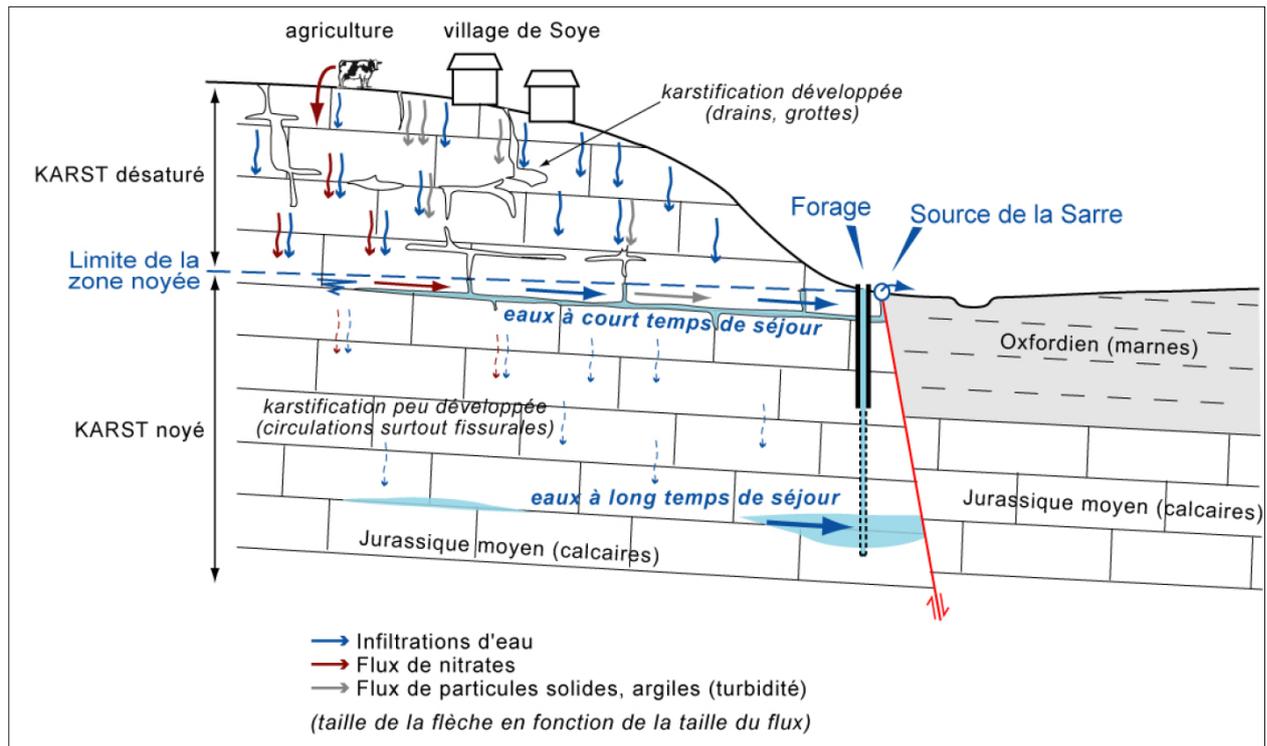


Figure 6 : Schéma conceptuel de fonctionnement du forage de la Sarre (Source Cabinet Reilé)

Le bassin versant du forage semble ainsi peu différer mais la vulnérabilité du forage apparaît beaucoup moindre. En effet, la source de la Sarre est principalement alimentée par l'eau circulant dans la partie supérieure et fonctionnelle, le forage drainant quant à lui la partie saturée du réservoir près de la base du massif calcaire où la circulation serait plutôt de type fissurale et nettement plus lente.

La zone de protection du forage de la Sarre (arrêté de DUP de juillet 2014) est organisée autour de 3 zones de protections :

- Zones de protection immédiate, de faible dimension visant à protéger physiquement l'ouvrage de captage.
- Zones de protection rapprochée où diverses activités (construction, agriculture, ...) sont interdites ou réglementés. Ce périmètre concerne principalement les terrains calcaires où sont implantés le village de Soye et les parcelles agricoles périphériques.
- Zone de protection éloignée, qui s'étend sur l'ensemble de la zone d'alimentation supposée du captage et constitue une zone de vigilance vis à vis des activités susceptibles de porter atteinte à la productivité ou à la qualité de la ressource.

Il s'étend sur un peu moins de 10 km² au nord de Soye et au sud-est de Bournois.

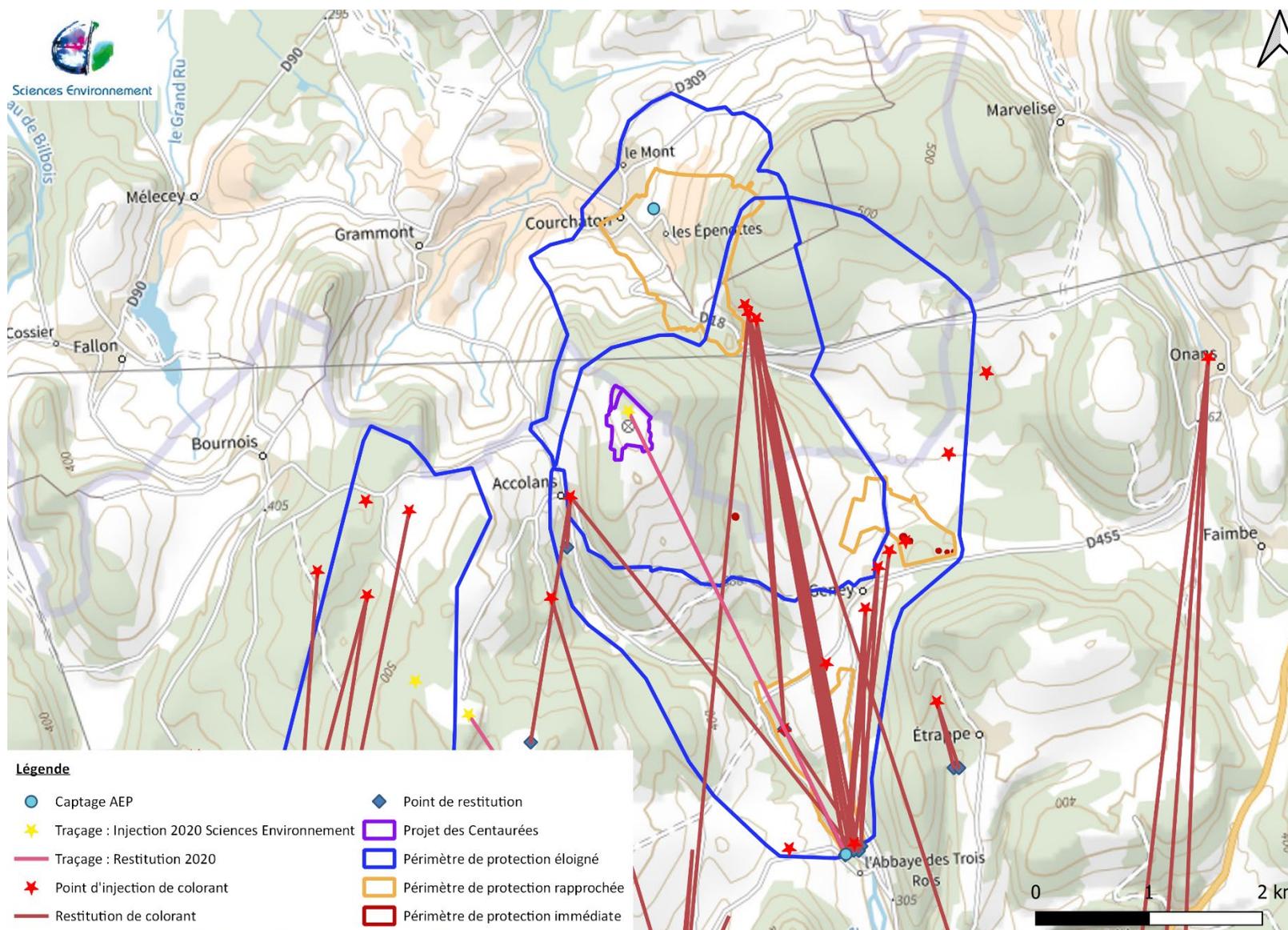


Figure 7 : Zone de protection des captages et résultats des principaux traçages

3.2 Source de Mancenans

Les différents traçages réalisés sur le secteur d'étude montrent qu'une partie des eaux s'infiltrant au sein des calcaires du Jurassique moyen entre Accolans et Soye sont dirigées vers la zone de sources de Mancenans (« Le Châtel » et « Village ») qui drainent le reste du plateau situé entre le système karstique de la source du Crible et celle de la Sarre.

Les sources de Mancenans prennent naissance dans un contexte tout à fait comparable aux deux autres grands exutoires au niveau du contact entre le toit des calcaires du Jurassique moyen et les marnes de l'oxfordien.

Les sources de Mancenans ne sont pas exploitées pour l'alimentation en eau potable, le village disposant d'un puits de captage implanté dans les alluvions récentes du Doubs dans un système hydrogéologique distinct.

Une série de traçage réalisée en 2016 sur les hauteurs de la commune témoigne également d'une très bonne fonctionnalité du système karstique dans ce secteur avec des vitesses d'écoulement comprises entre 400 et 2 600 m/j.

4 Simulation de pollution par les HAP

Les composés HAP visés par l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine sont ainsi :

- La limite de qualité est fixée à 0,1 µg/l pour la somme de ces composés
 - benzo[b]fluoranthène,
 - benzo[k]fluoranthène,
 - benzo[ghi]pérylène,
 - indéno[1,2,3-cd]pyrène.
- La limite de qualité est fixée à 0,01 µg/l pour ce composé particulier.
 - Benzo[a]pyrène.

4.1 Sources potentielles de pollution aux HAP

Les sources potentielles de pollution sont les suivantes :

- Les hydrocarbures (carburant) ;
- Les huiles minérales ;
- Les huiles de moteur.

La composition en HAP du diesel ou d'une huile de moteur a été définie à partir du guide méthodologique de l'INERIS.

Substance	Pourcentage massique dans un diesel	Pourcentage massique dans une huile de moteur
benzo[b]fluoranthène	0,000194	0,000043
benzo[k]fluoranthène	0,000195	0,00016
benzo[ghi]pérylène	0,00004	0,0048
indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,000097	0,0061
benzo[a]pyrène	0,00084	0,0025

Tableau 1: Pourcentage massique des HAP (valeur max – Données INERIS)

Il est considéré que la composition du diesel est identique au gazole utilisé en phase chantier et que les huiles utilisées dans les transformateurs et les moteurs disposent de la même composition que l'huile de moteur ci-dessus.

4.2 Analyse des risques

Durant la phase travaux, il existe un risque de déversement accidentel de carburant et d'huile par les engins de chantier.

Ce risque est très faible en phase d'exploitation par un passage très limité de véhicules. Le risque le plus important proviendrait d'une fuite d'huiles au niveau d'un transformateur. Ceux-ci disposant de bac de rétention d'un volume égal ou supérieur, le risque est très limité.

Les mesures de prévention et de limitation des risques de pollution accompagnant le projet interdisant le stockage et ravitaillement des engins de chantier dans la zone d'alimentation des points de captage d'eau potable, les calculs sont basés sur une infiltration de 70 l d'hydrocarbures et/ou 25 l d'huiles sur la zone de travail (capacité moyenne d'un engin de chantier).

4.2.1 Déversement accidentel d'hydrocarbures

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Déversement de 70 l d'hydrocarbures avec restitution totale à l'aquifère (sans intervention humaine), soit 60 kg d'hydrocarbures (pour une densité de 0,86) ;
- Les coefficients de sorption et de dégradation ne sont pas pris en compte ;
- Le pic de concentration en colorant mesuré lors du traçage est pris en compte afin de calculer la concentration maximale restituée au captage : la teneur maximale en colorant est de 3,6 µg/L.

Méthode de calcul de la concentration résultante au captage :

$$C_{\text{captage}} = \frac{\frac{\%_{\text{Massique}} \times M_{\text{hydrocarbures}}}{100} \times C_{\text{pic}}}{M_{\text{injectée}}}$$

Avec,

- C_{captage} : Concentration calculée au captage en µg/l
- $\%_{\text{massique}}$: Pourcentage massique du composé en %
- $M_{\text{hydrocarbures}}$: Masse d'hydrocarbures déversée en kg
- C_{pic} : Concentration en colorant mesurée au pic en µg/l
- $M_{\text{injectée}}$: Masse de colorant injectée au droit du site en kg (4kg)

Les concentrations des HAP retrouvées au captage AEP de la Fontaine du Crible seraient donc les suivantes :

Substance	Concentration au captage AEP (µg/l)		Limite de qualité (µg/l)	Rapport Concentration/limite
benzo[b]fluoranthène	0,0001	0,00027	0,1 (somme des composés)	370 fois inférieure
benzo[k]fluoranthène	0,0001			
benzo[ghi]pérylène	0,00002			
indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,00005			
benzo[a]pyrène	0,00045		0,01	22 fois inférieure

Tableau 2 : Concentrations résultantes au captage de la Fontaine du Crible

4.2.2 Déversement accidentel d'huiles

Les hypothèses de calcul sont les suivantes :

- Déversement de 25 l d'huiles avec restitution totale à l'aquifère (sans intervention humaine), soit 22 kg d'huiles (pour une densité de 0,88)
- Les coefficients de sorption et de dégradation ne sont pas pris en compte ;
- Le pic de concentration en colorant mesuré lors du traçage est pris en compte afin de calculer la concentration maximale restituée au captage : la teneur maximale en colorant est de 3,6 µg/L.

Méthode de calcul de la concentration résultante au captage :

$$C_{\text{captage}} = \frac{\frac{\%_{\text{Massique}} \times M_{\text{huiles}}}{100} \times C_{\text{pic}}}{M_{\text{injectée}}}$$

Avec,

- C_{captage} : Concentration calculée au captage en µg/l
- $\%_{\text{massique}}$: Pourcentage massique du composé en %
- M_{huiles} : Masse d'huiles déversée en kg
- C_{pic} : Concentration en éosine mesurée au pic en µg/l
- $M_{\text{injectée}}$: Masse de colorant injectée au droit du site en kg (4kg)

Les concentrations des HAP retrouvées au captage AEP de la Fontaine du Crible seraient donc les suivantes :

Substance	Concentration au captage AEP (µg/l)		Limite de qualité (µg/l)	Rapport Concentration/limite
benzo[b]fluoranthène	0,00000009	0,0022	0,1	45 fois inférieure
benzo[k]fluoranthène	0,00003			
benzo[ghi]pérylène	0,00095			
indéno[1,2,3-cd]pyrène	0,0012			
benzo[a]pyrène	0,0005		0,01	20 fois inférieure

Tableau 3 : Concentrations résultantes au captage de la Fontaine du Crible

4.2.3 Conclusions

L'impact potentiel d'un déversement accidentel en phase travaux au droit du site, sans intervention humaine et directement dans le système karstique actif, apparaît négligeable. Les teneurs calculées restent en effet largement inférieures aux limites de qualité.

A noter que ces estimations sont volontairement défavorables et ne prennent pas en compte une limitation ou un ralentissement du transfert par une intervention humaine ou par un effet d'absorption au sein des éléments limono-argileux présents dans les niveaux d'altération du réservoir.

Néanmoins, des mesures de précautions strictes devront être appliquées durant la phase travaux pour éviter tout risque de pollution de l'aquifère en cas de réalisation du projet dans ce secteur.

5 Sensibilité du projet de parc photovoltaïque vis-à-vis des zones de captage

5.1 Enjeux quantitatifs

Du point de vue quantitatif, la mise en place de la centrale solaire et des aménagements d'accès et de construction n'auront pas d'impact significatif sur la recharge et la dynamique d'écoulement des eaux au sein de cet important réservoir karstique.

Bien que présentant une surface imperméabilisée au niveau notamment des voiries lourdes, environ 550 m², de la base vie, environ 1630 m² et des postes de transformation et livraison, environ 25 m² chacun, celles-ci restent très limitée au vu de la superficie du site retenu et de la zone d'alimentation de la source de la Fontaine du Crible plus globalement.

De plus, les eaux de précipitations s'abattant sur les secteurs aménagés, seront toujours en mesure de rejoindre rapidement le sous-sol en périphérie immédiate du projet, par ruissèlement le long des voiries.

Les panneaux ne seront pas installés à même le sol et seront espacés : il n'y a pas création de zone imperméable induite par l'installation des panneaux. Ils présentent une inclinaison et un espace inter-rang de 3 à 3,5 m.

A noter que les fondations prévisionnelles des panneaux sont prévues en micro pieux battus ou vissés selon les résultats de l'étude géotechnique et sur une profondeur de 1,5 m au maximum.

Concernant les risques potentiels de détournement des eaux souterraines induits par la pose des réseaux enterrés et notamment des câbles électriques où les emprises sont limitées par rapport à la taille et à la fonctionnalité du réservoir karstique dans ce secteur, leur mise en place n'aura **pas d'effet quantitatif notable** sur la ressource en eau.

A noter également : Les postes de transformation seront posés sur un lit de gravier sur une fouille de quelques centimètres de profondeur. La mise en place d'un talus à la base des postes de transformation a été prévue afin de surélever le vide sanitaire, de 0,8 m, situé à la base des locaux techniques. Cette spécificité permet de maintenir au sec cet espace, quelles que soient les conditions météorologiques. Le talus fera ainsi 80cm de haut (hauteur du vide sanitaire enterré), pour environ 1 mètre de plateforme en terre au-delà de l'emprise du poste de transformation et 1m de pente.

5.2 Enjeux qualitatifs

Les enjeux principaux du projet vis-à-vis de la ressource karstique porteront ainsi essentiellement sur le volet ayant trait à la qualité de l'eau et notamment en cas de survenue d'une pollution accidentelle durant la phase travaux.

La réalisation de la campagne de traçage de 2020 a montré une restitution du colorant injecté sur le site du projet au Creux de Combe Ainé, ainsi qu' à la source captée de la Fontaine du Crible.

Cette ressource karstique majeure est exploitée pour la production d'eau potable par le Syndicat de l'Abbaye des Trois Rois.

Le traçage a montré une vitesse de circulation élevée, de l'ordre de 4 km/jour en période de hautes-eaux, impliquant un système karstique très fonctionnel et une vulnérabilité globale de la ressource pour les activités en place sur ce secteur.

Cependant, le suivi mis en place a montré une restitution principale au Creux de Combe Ainé et une concentration limitée en colorant à la source captée de la Fontaine du Crible avec un taux de restitution du colorant au captage de l'ordre de 7,5%.

La simulation de pollution présentée dans le chapitre précédent montre bien l'impact quasi nul d'une pollution accidentelle sur le site.

Ainsi, bien que situé au sein de la zone d'alimentation de la source de la Fontaine du Crible et bien que présentant un lien rapide avec celle-ci, le débit important de la source et la présence d'autres sources au débit important sur le secteur (Creux de Combe Ainé), impliquent une dilution élevée et donc un **impact potentiel très limité** du projet sur cette ressource en eau potable.

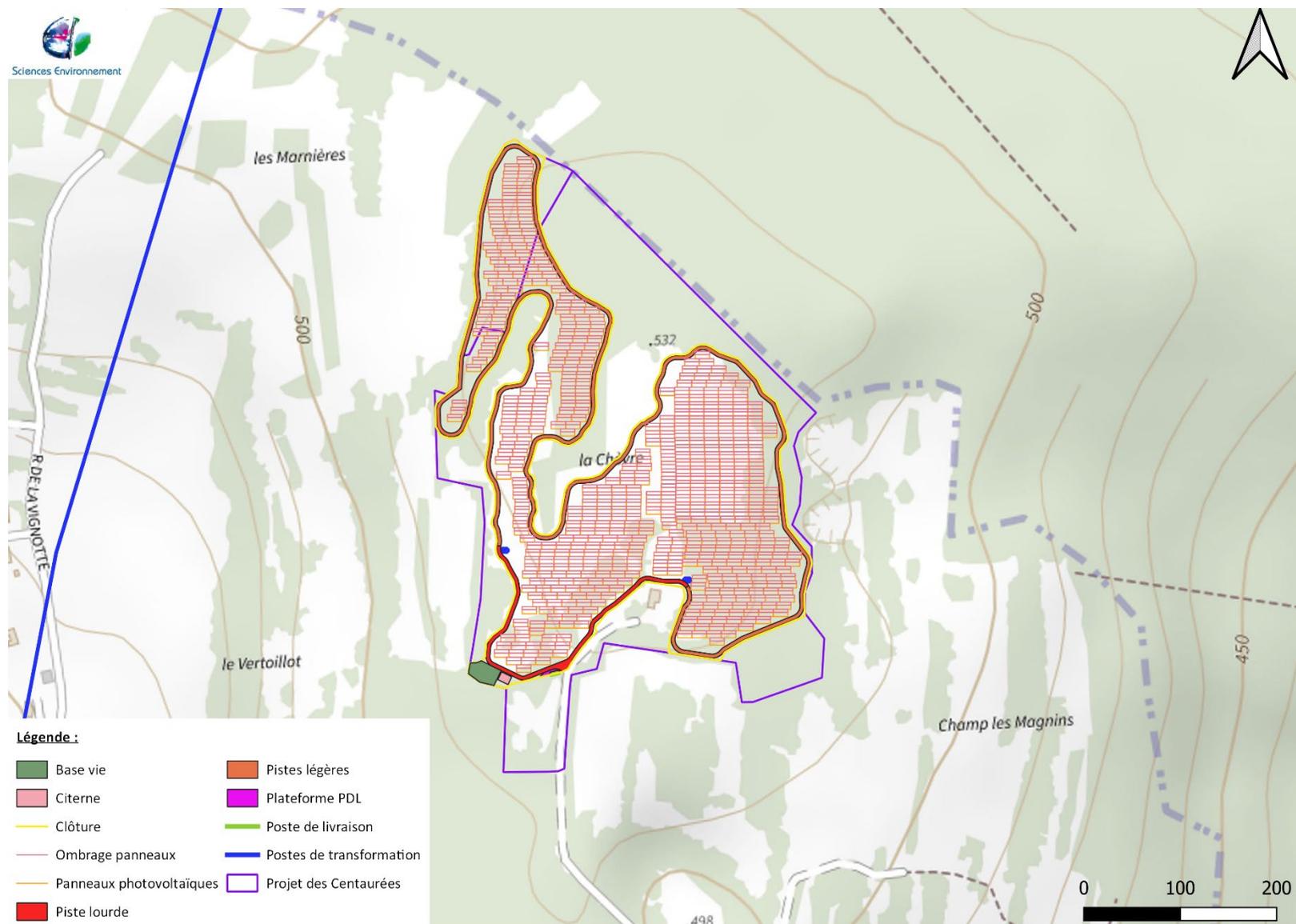


Figure 8 : Plan du projet (variante maximisante)

6 Mesures de protection de la ressource en eau

D'une manière générale, les risques d'impact sur la qualité de l'eau sont principalement associés à la présence et à la circulation d'engins de chantier pour les opérations de construction durant plusieurs mois qui peuvent accroître les risques de déversements accidentels de fluides et notamment d'hydrocarbures ou d'huiles dans le sous-sol.

Le terrassement et le creusement des fondations peuvent également entraîner une augmentation de la turbidité. Cependant, le mode de fondation par pieux, battus ou vissés, sur une profondeur maximum de 1,5 m est peu invasive et limite ce risque.

Le fonctionnement des installations présente un risque de détérioration (projectiles, ...) pouvant entraîner les composants des panneaux dans le sol par lessivage. Les installations sont également à risque vis-à-vis des incendies. A noter qu'ici, le choix des modules s'oriente vers une technologie cristalline avec une **absence de métaux lourds**.

Précisons également que les enjeux principaux portent essentiellement sur le volet de la qualité de l'eau potable. En effet, en raison de l'importance du réservoir karstique concerné et de son mode de fonctionnement, aucun impact quantitatif associé n'est à attendre sur cette ressource.

L'annexe 1 présente un tableau de synthèse des impacts et moyens d'évitement associés proposé dans le rapport de l'ANSES d'août 2011 relatif aux « Dispositifs d'exploitation d'énergies renouvelables dans les périmètres de protection des captages d'eau destinée à la consommation humaine ».

Cette liste de recommandations couvre une large partie des points critiques induits par la mise en œuvre de tels projets et qui a d'ores et déjà été prise en compte dans la constitution du projet initial.

Les aires de stockage et de ravitaillement des engins nécessaires à la conduite du chantier sont bien entendu exclues des secteurs d'alimentation des ressources en eau potable du secteur.

Des mesures de précaution et d'évitement spécifiques peuvent être envisagées en plus de celles déjà classiquement mises en œuvre lors de l'exécution de tels projets et ce particulièrement durant la phase travaux.

6.1 Mesures en phase travaux

La gestion du chantier prévoit d'ores et déjà de nombreuses mesures de gestion et d'évitement permettant de limiter ces impacts et ces risques de pollution sur la ressource karstique en général :

- Sensibilisation de l'ensemble du personnel de chantier aux risques de pollutions, aux mesures de préventions à mettre en place et aux procédures de gestion des pollutions à appliquer, vis-à-vis de l'état des engins, véhicules et matériels :

- Vérification préventive par le maître d'œuvre à qui les entreprises de travaux devront justifier de la conformité de leurs engins, véhicules et matériels aux normes actuelles et de leur bon entretien. Un kit anti-pollution doit être impérativement présent dans tout engin ou véhicule circulant sur le chantier (qu'il s'agissent d'entreprises titulaires ou de leurs sous-traitants) ;
- Surveillance quotidienne du bon état de fonctionnement par les conducteurs de travaux des entreprises respectives ;
- Maintenance du matériel et des engins en dehors du chantier (étanchéité des réservoirs et circuits de carburants, lubrifiants et fluides hydrauliques) au regard de la sensibilité du site (proximité de fossés, nappe alluviale plus ou moins vulnérable) :
 - Absence de stockage d'hydrocarbures ou produits toxiques sur le site ; les opérations de ravitaillement devront se faire sur des aires spécifiquement conçues (étanchéification) pour retenir tout déversement accidentel et la procédure d'intervention d'urgence des entreprises devra être validée par le Maître d'œuvre avant le démarrage du chantier. Ces aires devront respecter des principes de base comme le positionnement dans des zones topographiquement basses et la mise en place d'un géotextile permettront de limiter les risques de fuites vers le milieu environnant.
- Interdiction de tout entretien ou réparation mécanique en dehors des aires spécifiquement dédiées ; les huiles usées (vidange, ...) seront récupérées, stockées dans des réservoirs étanches et évacuées pour être, le cas échéant, retraitées ;
- Utilisation de bac ou cuves mobiles de rétention pour pouvoir conserver des bidons de faible quantité d'hydrocarbures ou autres produits toxiques (par exemple, pour alimenter des tronçonneuses manuelles)
- Les aires de chantier ne seront pas reliées à un réseau de collecte des eaux usées. En conséquence, ces aires seront équipées de sanitaires (douches, WC) autonomes munies de cuves de stockage des effluents. Ces cuves seront régulièrement vidangées par une société gestionnaire.
- Minimisation de l'artificialisation des sols :
 - Limitation au maximum l'empierrement des sols, en n'empierçant que les surfaces nécessaires aux travaux ;
 - Mise en place d'un géotextile sous les empierrements devant être supprimés en fin de chantier, afin de faciliter le retrait de la totalité des matériaux importés, voire anticiper le risque de pollution (les matériaux pollués sont plus aisément soustraits du site) ;
 - Évacuation de la totalité des empierrements utilisés uniquement pour la phase de travaux (base vie en particulier) ;
- Emprise du chantier s'inscrivant strictement dans l'emprise du projet pour l'installation de la base vie ;
- Prévention de l'introduction d'espèces exogènes : acheminer sur site uniquement des véhicules et engins parfaitement propres, lavés avant leur arrivée sur site et totalement dépourvus de terre, que ce soit sur les chenilles ou les roues, sur la carrosserie ou sur les outils (lames, godets, etc.).

- En cas de fuite accidentelle de produits polluants, identifiés précédemment, le maître d'œuvre devra avoir les moyens de faire circonscrire rapidement la pollution générée par les entreprises intervenantes. Les mesures citées ci-dessous ne sont pas exhaustives et il reviendra au maître d'œuvre, assisté du coordonnateur SPS et Environnement, d'en arrêter les modalités :
 - par épandage de produits absorbants (sable ou géotextile spécifique, par exemple) ;
 - et/ou raclage du sol en surface et transport des sols pollués vers des sites de traitement agréés ;
 - et/ou par utilisation de kits anti-pollution équipant tous les engins ; le transport des produits souillés sera mené conformément aux procédures communiquées par les filières agréées
- Visites de chantier : Vérification tout au long et en fin de chantier de l'absence de pollution sur le site et/ou de la gestion réactive des incidences du chantier aboutissant à la préservation des composantes de l'environnement.
- Comptes-rendus des visites de chantier et de la réception des travaux.

En plus de ces mesures et afin de limiter les risques vis-à-vis de l'augmentation de la turbidité de l'eau, il peut être préconisé de réaliser les opérations de terrassement au sein de cette zone sensible **en dehors de la période de recharge hivernale** (globalement de décembre à mars, selon les conditions climatiques) où l'impact des épisodes pluvieux susceptibles de générer des épisodes turbides est la plus importante.

Bien évidemment, la mise en œuvre d'**aménagement spécifiques de gestion des eaux de ruissellement** durant le chantier permettra de limiter d'autant l'infiltration des fines dans le système souterrain et donc potentiellement sur la turbidité générale observée au niveau des sources du secteur.



Création de merlons de protection



Fosse de collecte et de décantation



Dispositif de filtration sur végétaux dans cadre préfabriqué

Exemples d'aménagements d'assainissement de chantier (documents Cerema)

Concernant les risques de déversement d'hydrocarbures, l'ensemble des préconisations d'évitement et de gestion décrites dans le guide ANSES et précisées dans l'étude d'impact devront être mises en place.

Listons pour rappel, les principales mesures suivantes :

- utilisation d'engins de chantier récents et contrôlés réduisant la probabilité de pertes d'huiles ou hydrocarbures ;
- interdiction de stockage et de manipulation d'hydrocarbures (hors aire étanche) dans les périmètres de protection des captages d'eau potable ;
- interdire les opérations de lavage et d'entretien des engins de chantier dans au sein des périmètres de protection des captages d'eau potable ;
- présence obligatoire sur les engins de kits anti-pollution d'urgence permettant d'absorber d'éventuelles fuites accidentelles d'hydrocarbures ;

Une **réglementation stricte de circulation** devra être mise en place afin d'éviter tout incident (absence de dépassement, vitesse de circulation limitée, vigilance ...).

Les câbles électriques peuvent également présenter un risque de détournement des eaux souterraines. Cependant, les linéaires de ces câbles mis en place sont restreints et minimes au vu de la superficie de l'aire d'alimentation de la source de la Fontaine du Crible.

Nous recommandons l'**installation de câblages sans lit de sable** (dits à « enterrabilité » directe) comme le préconise l'ANSES. L'intérêt principal de cette méthode de pose est d'éviter un éventuel effet de drain de sub-surface susceptible de collecter et de faire transiter rapidement des eaux de ruissellement vers le système souterrain.

Au départ, la réalisation des différents sondages géotechniques qui permettront de connaître plus précisément les caractéristiques locales du sous-sol et d'apprécier au mieux le degré de sensibilité vis-à-vis du système karstique devront impérativement être réalisés à l'air et remonter ainsi les déblais de forage (cutting) par simple soufflage.

En fin d'essai, les sondages devront être rebouchés avec pour objectif qu'ils ne constituent pas une voie d'entrée directe des eaux de ruissellement au sein du système karstique.

En ce qui concerne la mise en œuvre des fondations, les matériaux utilisés sont **neutres ou inertes** (enrochement, graves pour les plateformes, béton pour les fondations, ...) l'impact sur la qualité des sources est donc peu important.

La mise en œuvre d'un **suivi régulier de la qualité de l'eau** sur la source de la Fontaine du Crible au préalable et durant les phases d'exécution des travaux les plus sensibles (terrassément et pose des fondations) permettrait d'assurer un contrôle efficace de la qualité sur ce paramètre.

Ce contrôle régulier de la turbidité de l'eau pourrait s'accompagner d'une recherche des hydrocarbures dits totaux et des HAP.

Ainsi, une analyse avant travaux, puis analyse mensuelle durant travaux, et enfin une analyse 1 mois après la fin des travaux pourraient être réalisées sur le captage AEP.

Un **protocole** devrait également être édité en cas de relevé non conforme, rendant les eaux produites impropres à la consommation, pour assurer la continuité de l'alimentation en eau potable de la commune concernée. En l'absence d'interconnexion de secours, une alimentation par camion-citerne reste la solution la plus simple d'autant que la consommation des communes potentiellement concernées reste relativement modérée.

Un plan d'alerte et d'intervention devra donc être mis en place sur le chantier (consignes d'intervention et de collecte, mise à disposition de produits absorbants...) et avec le syndicat, le gestionnaire des captages AEP et l'ARS afin qu'ils puissent intervenir rapidement en cas d'incident (coupure de l'alimentation en eau, surveillance qualitative de la ressource).

6.2 Mesures en période d'exploitation

Le fonctionnement des installations présente un risque de détérioration (projectiles, ...) pouvant entraîner les composants des panneaux dans le sol par lessivage. Les installations sont également à risque vis-à-vis des incendies.

En phase d'exploitation, la centrale solaire fonctionne automatiquement. En l'absence de personnel sur site (sauf visites de contrôle ponctuelle), le risque de pollution accidentelle est uniquement lié à la présence de fluides dans les postes de transformation qui pourraient atteindre le milieu naturel.

Rappelons toutefois qu'ils disposent d'un bac de rétention en cas de fuite de capacité au moins égale au volume présent.

Les mesures suivantes sont prévues en phase exploitation :

- Pas de stockage d'hydrocarbure sur le site durant l'exploitation.
- Les transformateurs à bain d'huile seront étanches et équipés de bacs de rétention.
- Les véhicules et engins de maintenance ou d'entretien seront tenus en bon état par un contrôle et un entretien régulier pour éviter toute fuite d'hydrocarbure sur le site. Les opérations d'entretien des engins seront effectuées à l'extérieur du site, dans des ateliers spécialisés.
- Aucun désherbant ne sera utilisé.
- L'entretien sera assuré principalement par pacage ovin mais aussi ponctuellement par fauche mécanique sur les secteurs de refus et/ou de débroussaillage qui pourront être préconisés par le SDIS. Ces éléments permettront de limiter le risque d'incendie.
- Pas d'utilisation de produits de lavage.

En plus de ces premières mesures, des kits antipollution seront également conservés sur site pour une éventuelle mise à disposition rapide du technicien.

Le site sera clôturé, empêchant ainsi le stockage ou le stationnement sur place.

Un **plan d'alerte** devra être mis en place avec le Syndicat de l'Abbaye des Trois Rois, le gestionnaire des captages AEP et l'ARS afin qu'ils puissent intervenir rapidement en cas d'incident (coupure de l'alimentation en eau, surveillance qualitative de la ressource).

Une action rapide devra être menée pour la dépollution des sols (décaissement et évacuation).

7 Synthèse et conclusions

Le projet de centrale solaire des Centaurées est implanté au sein des formations calcaires du Jurassique moyen constituant l'ossature de la zone de plateau péri-jurassien située au nord de la vallée du Doubs.

Les résultats des traçages réalisés sur le secteur montrent que l'essentiel des eaux s'infiltrant sur ce massif calcaire sont drainées par diverses sources d'origine karstique localisées dans la partie basse du plateau.

La ressource karstique est notamment exploitée sur le secteur par le syndicat des eaux de l'Abbaye des Trois Rois via la source dite « du Crible ». Un lien rapide avec la ressource du Crible, a été mis en évidence, cependant, au vu de la restitution de colorant observée, la simulation de pollution montre un impact sur la source très limité et très inférieur aux limites de qualité en cas de pollution accidentelle.

Le risque principal induit par la création du projet, qui reste compatible avec les règles de protection de cette ressource en eau potable, se concentre principalement durant la phase de construction et porte sur un accroissement du risque de pollution accidentelle associée à la présence d'engins motorisés (risque hydrocarbure, huile).

Une fois en place, l'exploitation du parc photovoltaïque n'induit pas de risque supplémentaire plus important sur le fonctionnement et la qualité générale de la ressource en eau. L'exploitant du parc pourra établir, en lien avec le syndicat, un plan d'alerte spécifique en cas de survenue d'un accident sur le parc et ses infrastructures.

Afin de limiter encore tout risque de pollution à la source de la Fontaine du Crible et sur la nappe sous-jacente en général, un certain nombre de mesures d'accompagnement et d'évitement visant à prévenir tout risque de dégradation de la qualité de l'eau de la ressource karstique locale en phase de travaux et d'exploitation sera mis en place.

Pour l'essentiel, il s'agit :

- De mesures de gestion de stockage et entretien des machines de chantier.
- Une gestion des eaux de ruissellement durant le chantier afin d'éviter une augmentation de la turbidité.
- De mesures de suivi de la qualité de l'eau de la source de la Fontaine du Crible pendant la période de construction.
- La mise en place de plans d'alerte en phase travaux et exploitation.

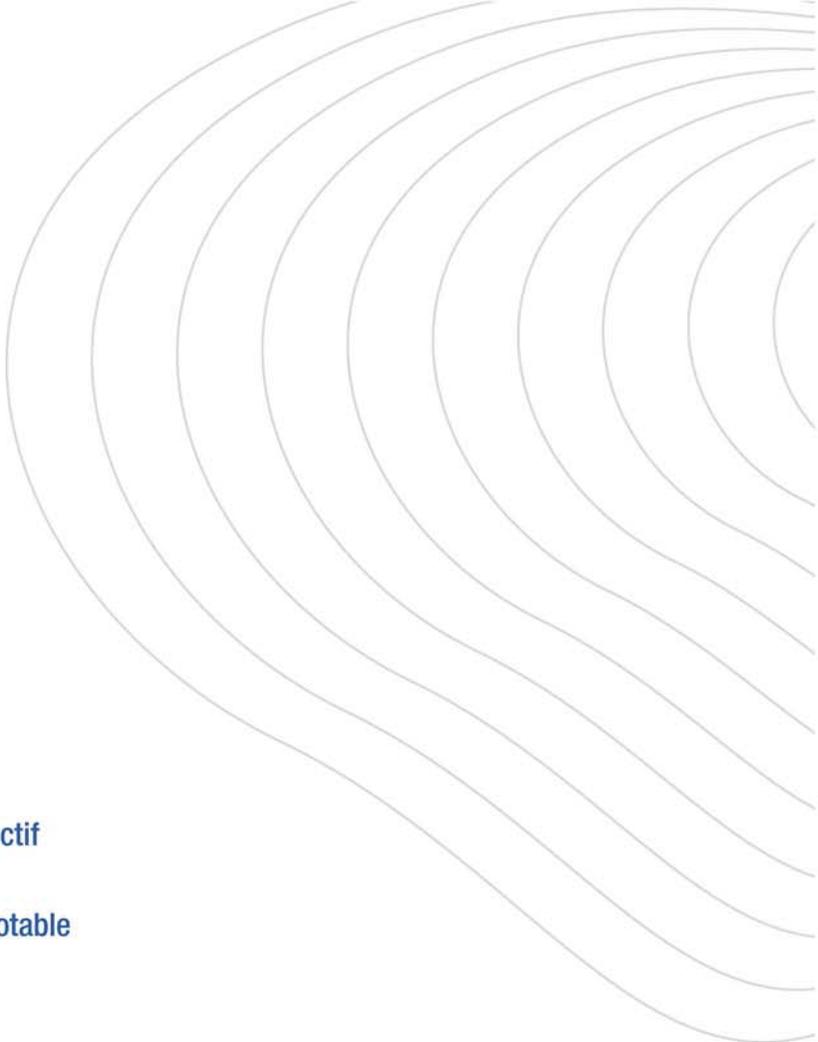
Annexe 1 :

Document ANSES

**Listes des risques et des moyens de maîtrise liés
à la mise en place de centrales photovoltaïques**

Tableau V : Impacts des installations d'exploitation de l'énergie solaire photovoltaïque

	Opération	Danger	Moyen de maîtrise	
Phase d'installation	Aménagement de la zone de chantier	Création de voies d'accès d'une plate-forme de stockage et de chemins d'exploitation	Limitation des surfaces mobilisées Création de voies d'accès et de la plate-forme de stockage si possible hors des PPC ou utilisation de voies existantes	
		Stockage de produits dangereux (hydrocarbures par exemple)	Stockage en cuvettes de rétention	
		Assainissement du chantier	Mise en place de sanitaires de chantier conformément à la réglementation	
	Conduite du chantier	Circulation de véhicules de chantier et de transport	Infiltration d'hydrocarbures <i>Mais, utilisation des chemins d'exploitation</i>	Aucun
		Entretien des véhicules, utilisation de groupes électrogènes	Infiltration de polluants (hydrocarbures notamment).	Pas de stockage d'hydrocarbures et de fluides dans les PPC Entretien et réparation des engins hors des PPC Présence de kits anti-pollution (absorbants et floculants) sur le site
	Modification de la topographie du site	Déplacement et mélange de terre Modification de la perméabilité du sol et des conditions d'écoulements, possibilité d'infiltration d'hydrocarbures	Interdiction de retravailler le site	
	Pose ou construction des supports des panneaux solaires	Décapage du sol éventuel, création de secteurs drainants Imperméabilisation du sol <i>Mais sur une faible surface</i>	Choix de supports reposant sur le sol	
		Imperméabilisation du sol <i>Mais sur une faible surface</i>	Choix de fondations à faible emprise (ex. : pieux)	
	Implantation d'abris préfabriqués ou construction de bâtiments pour les équipements électriques et la maintenance	Imperméabilisation du sol <i>Mais sur une faible surface</i>	Installation si possible à l'extérieur des PPC	
	Pose de câbles et de boîtes de jonction enterrés	Déplacement et mélange de terre Modification de la perméabilité du sol Infiltrations préférentielles au niveau des tranchées (=drains)	Pose de câbles à « enterrabilité directe »	
Phase d'exploitation et de maintenance	Utilisation de véhicules	Infiltration de polluants (hydrocarbures) <i>Mais, circulation sur les chemins d'exploitation et fréquences limitées</i>	Aucun	
	Utilisation de divers matériaux pour le montage des modules.	Entraînement d'éléments métalliques (ex. : Zn ²⁺ si acier galvanisé) <i>Mais rétention possible dans la zone non saturée du terrain</i>	Aucun	
	Recouvrement du sol par des modules (30 à 35% de l'emprise totale pour une installation fixe en rangées).	Concentration des précipitations au pied des modules	Aucun vis-à-vis de la modification des écoulements	
		Modification de l'infiltration et du ruissellement	Ecartement suffisant des panneaux pour assurer la transparence hydraulique	
		Érosion du sol	Maintenir l'enherbement pour limiter l'érosion	
	Utilisation d'équipements électriques (onduleurs, transformateurs, poste de livraison, câbles, modules, etc.)	Incendie Sous produits de combustion mal connus (mobilité et toxicité) Pas de possibilité d'éteindre la combustion <i>Mais concernant les panneaux en TeCd, les fuites en Cd sont limitées par les plaques de verre et par formation d'une matrice inerte avec le verre lors de la fusion (Lincot et al.)</i>	Respect des normes pour les équipements électriques Utilisation d'abris résistants à l'incendie Installation de parafoudres conformes aux normes Entretien de la végétation au sol dans l'installation et en périphérie Création d'une bande sans végétation en périphérie de l'installation Déclenchement d'une alarme transmise à un service capable d'intervenir en urgence	
	Opérations de maintenance effectuées par des agents extérieurs à la production et/ou la distribution d'eau	Agents peu familiarisés avec les risques liés à l'EDCH	Etablissement de conventions entre les différents acteurs, précisant notamment leurs responsabilités respectives Formation des agents	
	Nettoyage des surfaces des modules	Écoulement de produits de nettoyage <i>Mais en général auto-nettoyage par l'eau de pluie</i>	Utilisation exclusive d'eau	
Entretien de la végétation de la parcelle	Entraînement d'herbicides	Entretien mécanique		
Bris de panneaux	Lixiviation possible de Cd <i>Mais limitée et très lente (Lincot et al.) et rétention dans la zone non saturée du sol</i>	Aucun		

- 
-  Énergies renouvelables
 -  Aménagement et environnement
 -  Déchets, Diagnostics de pollution
 -  Carrières, Installations classées
 -  Milieu naturel
 -  Hydrogéologie
 -  Eaux superficielles
 -  Assainissement collectif et non collectif
 -  Maîtrise d'œuvre et réseaux d'eau potable



Sciences Environnement

Agence de Clermont-Ferrand
5 bis allée des roseaux
63200 Riom
Tél. +33 (0)4 73 38 84 73
Fax +33 (0)3 81 80 01 08
clermont-ferrand@sciences-environnement.fr

Agence de Besançon et Siège social
6 boulevard Diderot
25000 Besançon
Tél. +33 (0)3 81 53 02 60
Fax +33 (0)3 81 80 01 08
besancon@sciences-environnement.fr

Agence d'Auxerre
12 rue du stade
89290 Vincelles
Tél. +33 (0)9 67 29 27 28
Fax +33 (0)3 81 80 01 08
auxerre@sciences-environnement.fr