

# ETUDE HYDROGEOLOGIQUE D'INCIDENCE

**Parc éolien de Maison Dieu**



**COMMUNE DE COOLE**

**DEPARTEMENT DE LA MARNE (51)**

Indice	Date	Intitulé	Rédaction	Relecture	Nb. Pages
0	12/06/2019	Hydrogéologie	A. COMBAUD	C. PRUDET	19

**DOSSIER N° AER195030**

**CANEJAN, le 12 juin 2019**



# TABLE DES MATIERES

---

<b>1) INTRODUCTION.....</b>	<b>3</b>
<b>2) SITUATION DES EOLIENNES .....</b>	<b>3</b>
<b>3) CONTEXTE GEOLOGIQUE .....</b>	<b>4</b>
<b>4) CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>5</b>
4.1 L'AQUIFERE DE LA CRAIE.....	5
4.2 LA PIEZOMETRIE .....	6
4.3 DONNEES DU RESEAU DE SURVEILLANCE DES EAUX SOUTERRAINES .....	8
<b>5) SITUATION DU CAPTAGE AEP ET DES PERIMETRES DE PROTECTION.....</b>	<b>9</b>
<b>6) ANALYSE DES INCIDENCES DES TRAVAUX SUR LA RESSOURCE EN EAU POTABLE.....</b>	<b>11</b>
6.1 DESCRIPTION DES TRAVAUX EFFECTUES .....	11
6.2 SONDAGES DE RECONNAISSANCE GEOTECHNIQUE .....	11
6.3 REALISATION DES FONDATIONS .....	12
6.4 ANALYSE DES INCIDENCES.....	14
<b>7) MESURES DE PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES.....</b>	<b>16</b>
7.1 MESURES LIEES AUX TRAVAUX DE SONDAGES GEOTECHNIQUES, TERRASSEMENT ET MISE EN PLACE DES FONDATIONS .....	16
7.2 MESURES EN PHASE EXPLOITATION .....	18

## 1) INTRODUCTION

La construction de dix-huit éoliennes est projetée par la société SARL Parc éolien de Maison Dieu sur la commune de COOLE (51). La situation du projet vis à vis des captages AEP nécessite la réalisation d'une étude hydrogéologique afin de vérifier l'incidence des travaux et des ouvrages sur la ressource en eau souterraine et les captages d'eau potable concernés.

La présente étude hydrogéologique, répondant à cette demande, est essentiellement réalisée sur la base d'une analyse bibliographique et documentaire.

## 2) SITUATION DES EOLIENNES

Les dix-huit éoliennes se situent sur la commune de COOLE dans le département de la Marne sur un plateau agricole peu élevé.

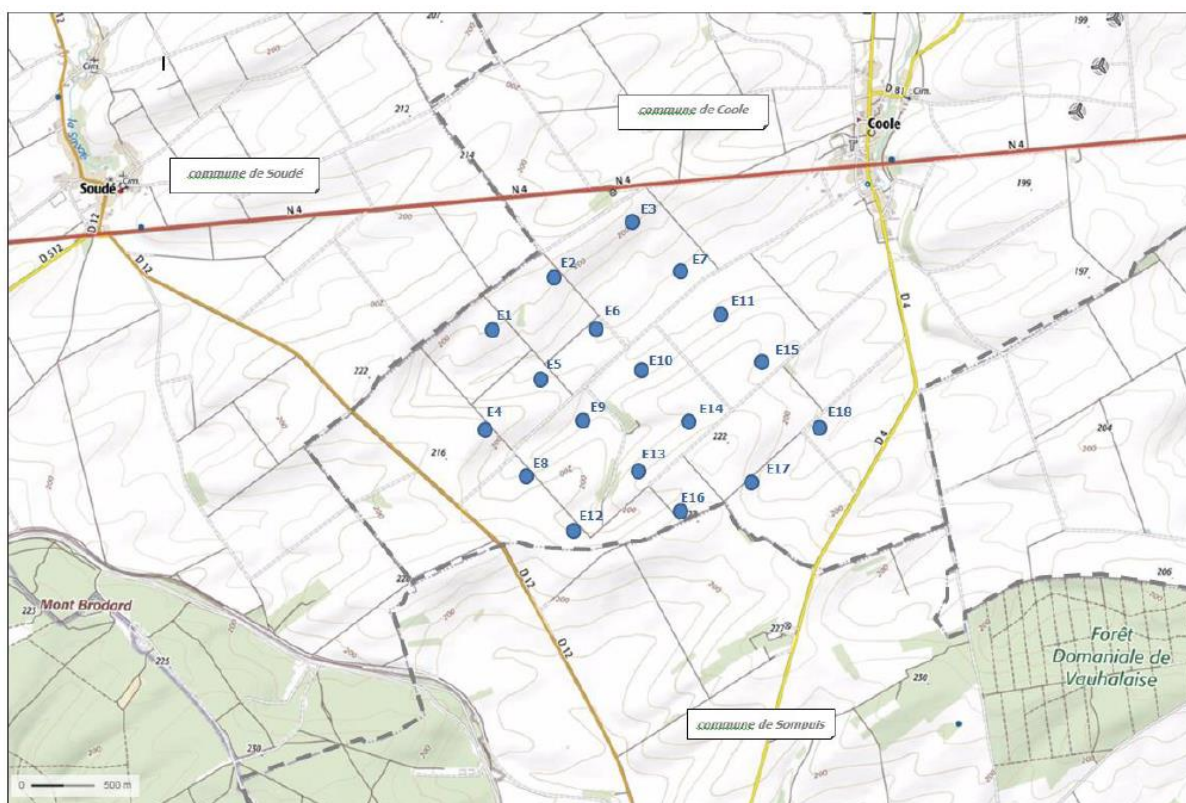


Figure 1 : Plan de situation du parc éolien – IGN/Geoportail

Ces éoliennes sont situées à proximité du périmètre de protection éloignée d'un captage d'alimentation en eau potable de la commune de COOLE.

Il s'agit du forage communal situé au Sud du bourg à proximité de la source qui alimente le ruisseau la Coole.

### 3) CONTEXTE GEOLOGIQUE

L'analyse géologique préliminaire effectuée sur la base des données issues de la banque du sous-sol et de la carte géologique au 1/50000 – Feuille de VITRY LE FRANCOIS montre que le site est marqué par la présence de craies blanches d'âge Coniacien à Turonien.

Le site se trouve dans la région dite de la Champagne crayeuse. On peut donc s'attendre à rencontrer des craies franches (datées du Sénonien) sous une faible couverture d'altération et des graveluches généralement peu épaisses. Sauf au droit de rares accidents géologiques ponctuels.

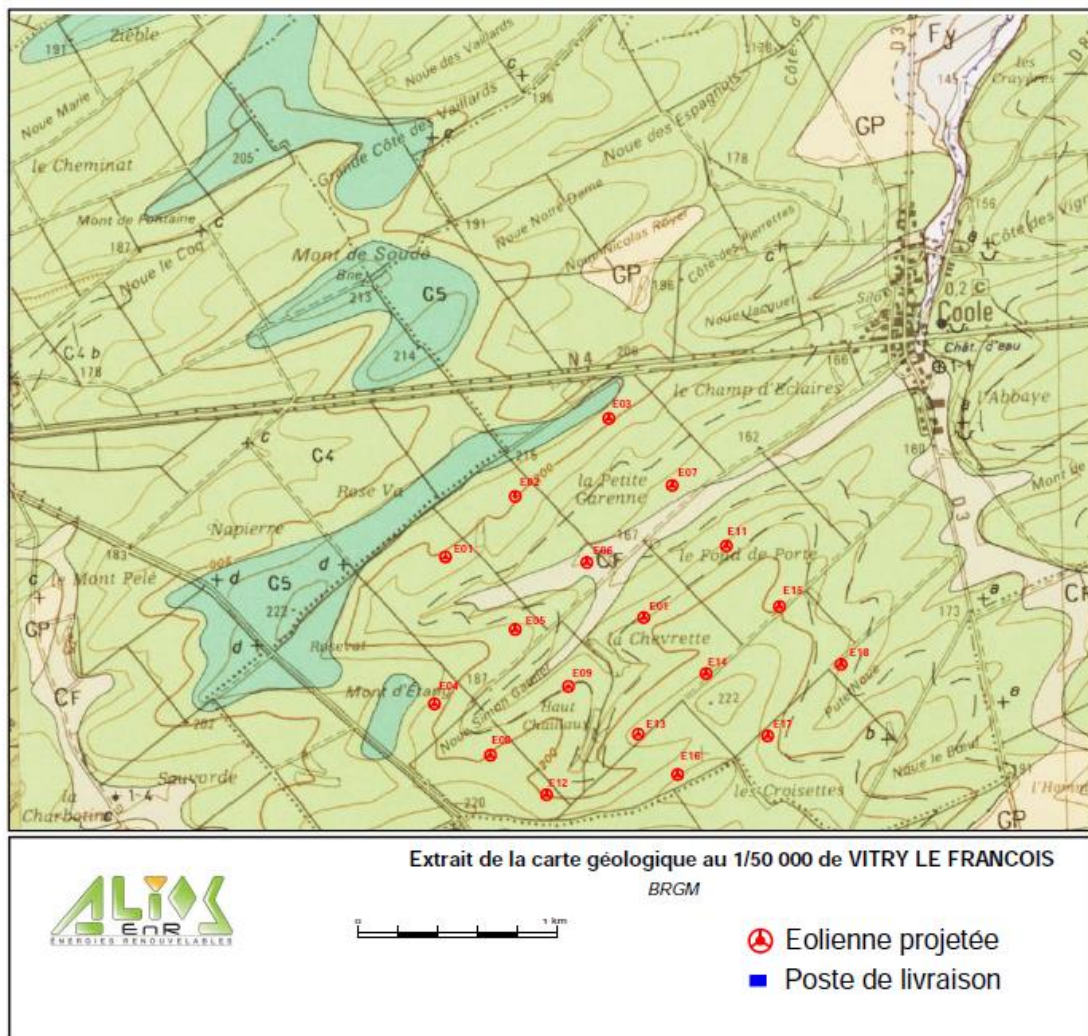


Figure 2 : Carte géologique au 1/50000 - BRGM

## **4) CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE**

### 4.1 L'aquifère de la craie

Le territoire d'étude est marqué par la présence de l'aquifère de la craie. Il s'agit du plus vaste aquifère affleurant du bassin Parisien.

Sur le secteur d'étude, la nappe phréatique se développe dans la craie du Turonien supérieur.

La nappe est libre sur la zone d'étude et les écoulements souterrains convergents vers les vallées principales ou secondaires, arrosées ou sèches, qui constituent des axes de drainage préférentiels. La nappe de la craie fournit donc la plus grande part des débits des rivières, dont elle régularise dans une large mesure le régime, et alimente également pour l'essentiel les aquifères alluviaux.

La craie est par ailleurs très inégalement productive selon son degré de fissuration, lequel varie beaucoup entre les vallées et les plateaux. Si la perméabilité de la craie montre des variations verticales, elle présente en outre de fortes variations latérales. L'action érosive est en effet beaucoup plus forte au niveau des zones alluviales. Par conséquent, la perméabilité de cet aquifère est plus élevée dans les vallées sèches ou arrosées qu'au niveau des plateaux.

La particularité de l'aquifère crayeux est le contraste important entre la porosité totale, qui peut atteindre localement 30 à 45 %, et la porosité efficace, seulement de 1 à 5 %. Le réservoir efficace de la craie correspond à une épaisseur moyenne (sous le niveau du sol) de 30 mètres sous les plateaux et de 40 mètres sous les vallées à cours d'eau pérenne.

La qualité hydrodynamique du réservoir crayeux est donc essentiellement due au réseau important de diaclases et de fissures développé à partir de la surface du sol par les variations climatiques, et surtout par le pouvoir de dissolution de la craie par les eaux de pluie.

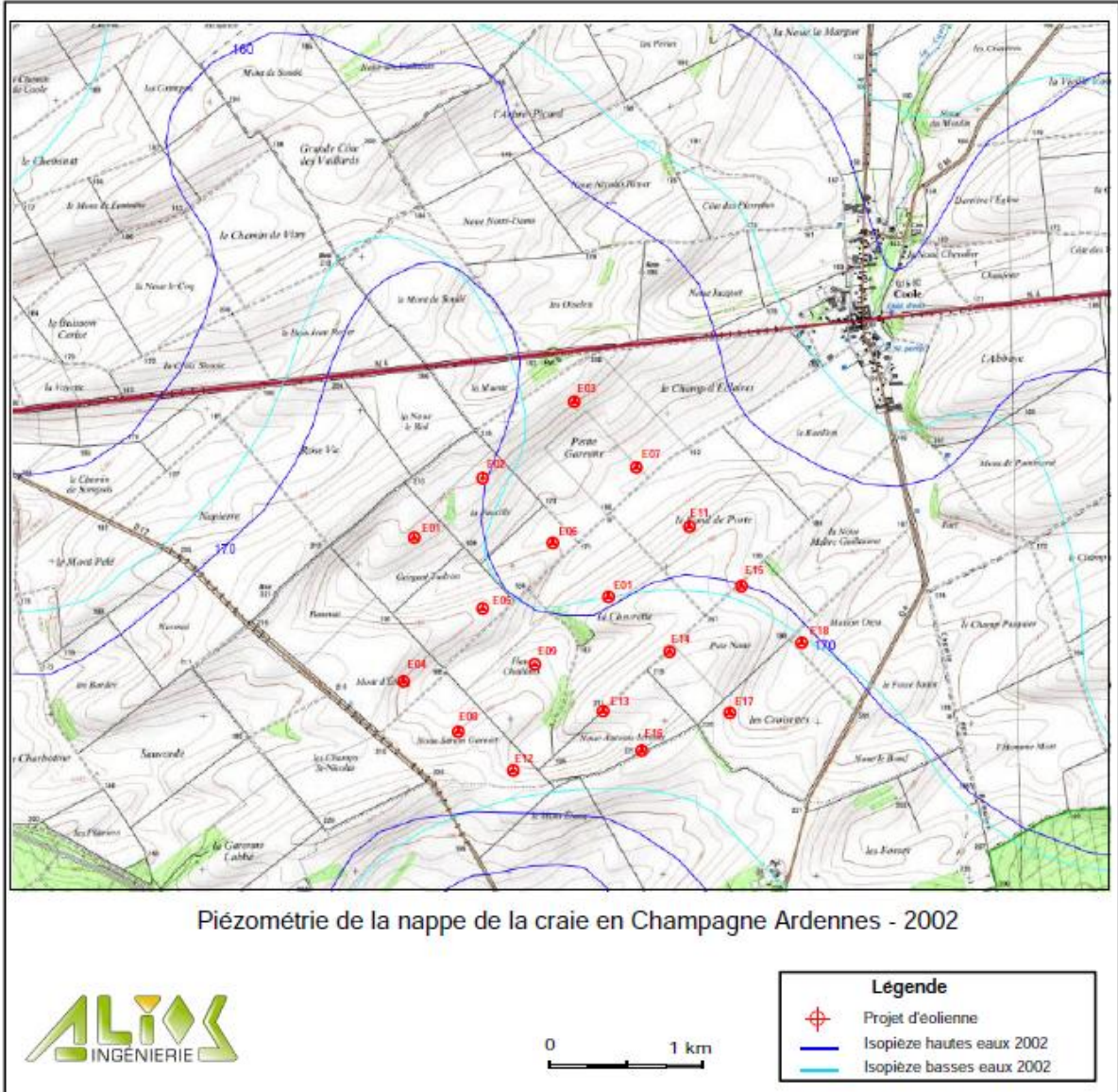
La perméabilité de diaclases est la plus représentative dans le réservoir crayeux, avec de fortes valeurs en surface, de l'ordre de  $10^{-2}$  m/s puis des valeurs en diminution progressive, inférieures à  $10^{-7}$  m/s au-delà de 40 m de profondeur. Cette très forte hétérogénéité verticale des perméabilités a pour conséquence une très grande variabilité des débits de productions des ouvrages d'exploitation, selon l'état d'envoyage ou non des niveaux producteurs.

## 4.2 La piézométrie

L'importance de l'aquifère de la craie a donné lieu à une vaste campagne de mesures piézométriques en 2002 en hautes eaux et basses eaux (cf. Cartographie de la piézométrie de la nappe de la craie en Champagne-Ardenne – Rapport BRGM/RP-52332-FR – mai 2003).

Un extrait de la carte en hautes eaux et basses eaux 2002, centré sur le projet, est présenté ci-après.

La nappe s'écoule globalement vers le Nord-Est en direction de la vallée de la Marne. Le gradient est de l'ordre de 0.5 % à 1 % dans les secteurs de meilleure perméabilité. Sur les plateaux, où la piézométrie est moins bonne, le gradient augmente localement jusqu'à 5%. Dans le secteur du projet de parc éolien, la nappe libre s'établit entre les cotes 160 et 175 m NGF en hautes eaux, soit entre 1 et 30 m de profondeur environ. D'après cette cartographie, la piézométrie en basses eaux subit une baisse importante de l'ordre de 10 m. De plus, le gradient hydraulique est de l'ordre de 0.5 % dans le secteur du projet, avec un écoulement principal dirigé vers le Nord-Est et la vallée de la Coole.



**Figure 3 : Extrait de carte piézométrique de la nappe de la craie**

#### 4.3 Données du réseau de surveillance des eaux souterraines

D'après le Portail national d'accès aux données sur les eaux souterraines, il existe quelques ouvrages de surveillance des niveaux piézométriques de l'aquifère de la craie à proximité du projet. Le piézomètre situé sur la commune de SOMPUIS (51) à environ 4.0 km au Sud du projet présente une chronique entre 1969 et 2018.

Les chroniques piézométriques et la synthèse des données de cet ouvrage sont présentées en annexes.

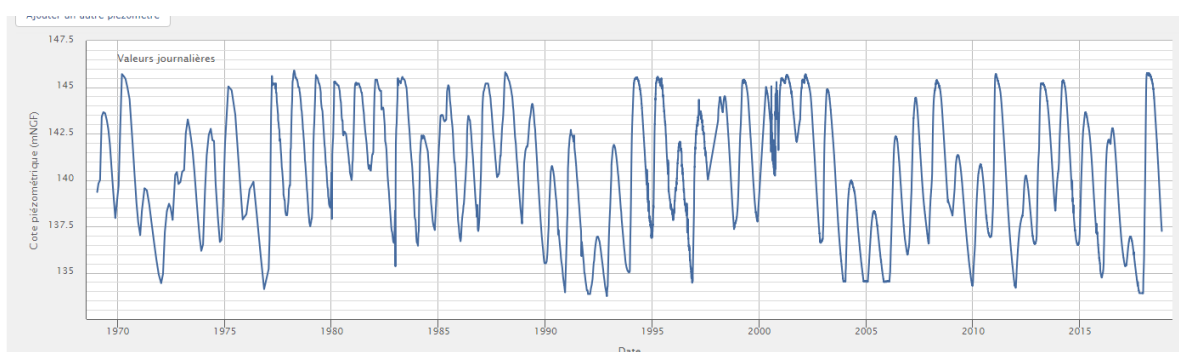
Les caractéristiques de l'ouvrage ADES sur la commune de SOMPUIS sont les suivantes :

Commune	Code BSS	Z sol (m NGF)	Profondeur (m)	Nappe captée
SOMPUIS (51)	02255X0003/S1	154	21	Craie de Champagne sud et centre - HG208 - FRHG208

Les données recueillies sont issues du site internet ADES, le portail national d'Accès aux Données sur les Eaux Souterraines et du site Infoterre.

Le tableau ci-après reporte le niveaux de plus hautes eaux et le battement maximum.

Ouvrage	Commune	Niveau de plus hautes eaux		Battement maximum (m)
		m NGF	Date	
02255X0003/S1	SOMPUIS (51)	145.90	02/04/1978	12.16





## **5) SITUATION DU CAPTAGE AEP ET DES PERIMETRES DE PROTECTION**

Située sur le territoire de la commune de COOLE, le forage communal est l'ouvrage captée pour l'alimentation le plus proche du parc éolien. Il s'agit d'un forage profond de 24 m datant de 1931 avec une hauteur crépinée de 18 m et une pompe de 17 m<sup>3</sup>/h. La cote sol au droit du captage est de l'ordre de 154 m NGF.

Il capte la nappe libre de la craie blanche à Micraster du Sénonien inférieur dont les couches constituent une vaste structure à léger pendage vers le Nord-Ouest. La craie est recouverte en fond de vallon d'une couche de limon grossier à nombreux débris de craie, sur une faible épaisseur.

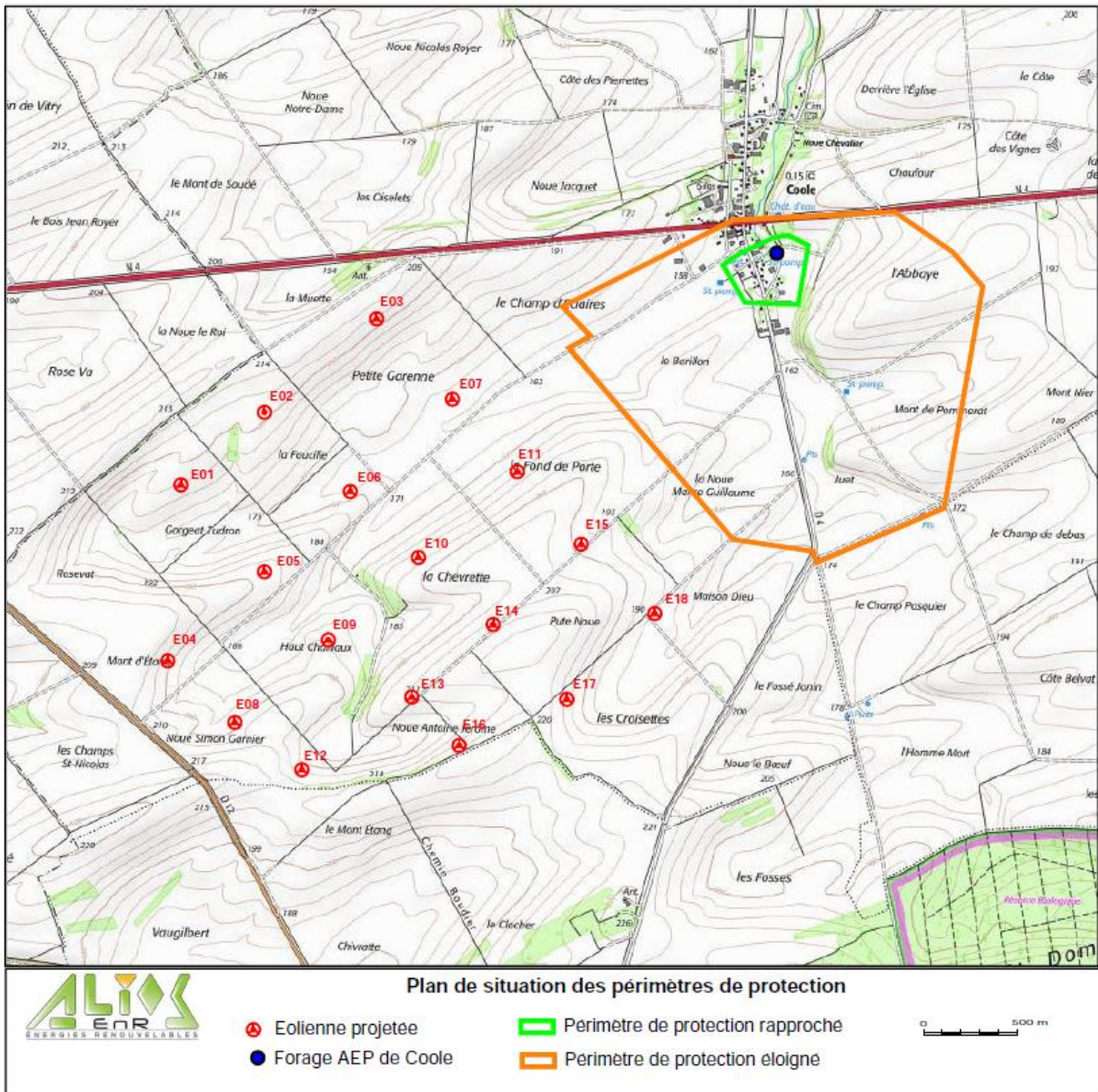
Le niveau statique de la nappe au droit du captage a été mesuré entre 5.80 et 6.35 m/TN soit autour de la cote 148 m NGF. Le pompage entraîne un rabattement de seulement quelques dizaines de centimètres signe d'une très forte perméabilité dite de fissures de l'aquifère.

Le captage se situe sur une parcelle enherbée en bordure d'un chemin d'exploitation agricole situé légèrement en contrebas et à proximité de la RN4.

Trois périmètres de protection ont été définis par l'hydrogéologue agréé :

- Le périmètre de protection immédiat (superficie : 3 a 51 ca)
- Le périmètre de protection rapproché (superficie : 12 ha 04 a 23 ca)
- Le périmètre de protection éloigné (superficie : 203 ha 77 a 88 ca)

Les 18 éoliennes projetées se situent en dehors de ces périmètres. Elles se situent à plus de 500 m au Sud-Ouest des limites du périmètre de protection éloigné.



**Figure 4 : Périmètres de protection**

Bien que la nappe soit relativement vulnérable de par sa faible profondeur et la très bonne perméabilité du réservoir crayeux, la qualité de l'eau captée est qualifiée de satisfaisante en grande partie du fait de sa situation en fond de vallon où la nappe est bien régénérée.

## **6) ANALYSE DES INCIDENCES DES TRAVAUX SUR LA RESSOURCE EN EAU POTABLE**

### 6.1 Description des travaux effectués

Le projet de Parc Eolien « Maison Dieu » est constitué de :

- 18 machines au total,
- un réseau de raccordement électrique,
- 6 postes de livraison,
- un ensemble de pistes d'accès et d'aires de levage des éoliennes (environ 0,49 ha par machine), utilisées également pour la maintenance du parc.

Les descriptions techniques développées dans les paragraphes suivants sont données à titre indicatif et sont soumises à modification selon le choix technique que feront les pétitionnaires.

Les incidences éventuelles d'un projet d'éolienne sur la ressource en eau souterraine sont essentiellement liées aux travaux de terrassements et de mise en place des fondations.

Remarque : Une étude géotechnique des sols sera effectuée avant tout calcul de définition des fondations. C'est pourquoi la description des fondations n'est présentée ici qu'à titre indicatif. Les études hydraulique et géotechnique sont en effet les premières étapes de la construction du parc éolien, et sont notamment un pré-requis obligatoire à la réalisation des fondations de l'éolienne.

Nécessitant l'intervention de matériels spéciaux sur les parcelles agricoles concernées, celles-ci ne sont réalisées qu'au terme de l'instruction, après que les autorisations administratives aient été délivrées.

### 6.2 Sondages de reconnaissance géotechnique

L'étude géotechnique est à réaliser avant toute construction d'éolienne afin de dimensionner préalablement les fondations nécessaires en fonction de la nature du sol.

Cependant, il est envisagé, avant cette étude géotechnique, un dimensionnement maximal des fondations qui correspondrait au pire des cas rencontré lors des sondages : un socle béton de 22 m de diamètre et 4 m d'épaisseur atteignant ainsi un volume de 1 520 m<sup>3</sup>.

De ce fait, l'étude géotechnique n'aura comme conséquence que la diminution du diamètre et de la profondeur des fondations. Dans ce cas, si le volume des fondations mentionné dans l'étude d'impact n'est pas de nature à remettre en cause le projet, il en sera de même pour un dimensionnement plus faible décidé suite à l'étude géotechnique.

### 6.3 Réalisation des fondations

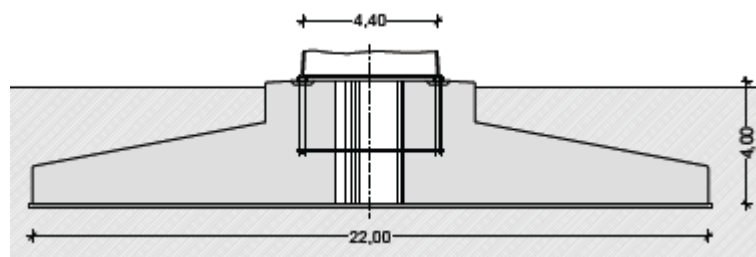
#### Phase chantier :

Pour réaliser les fondations de chaque éolienne, le déblaiement du terrain sera réalisé sur une surface d'environ 400 m<sup>2</sup> et une profondeur atteignant 4 m maximum, soit un volume d'environ 1 600 m<sup>3</sup>. Ces travaux généreront ainsi un surplus de matériaux qui pourront être utilisés comme remblai pour les voiries. Préalablement au coulage du béton, les armatures et le ferrailage, ainsi que la bride d'ancrage du mât (sur laquelle sera fixé ultérieurement le pied du mât) et les fourreaux de réservation pour le passage des câbles seront réalisés.

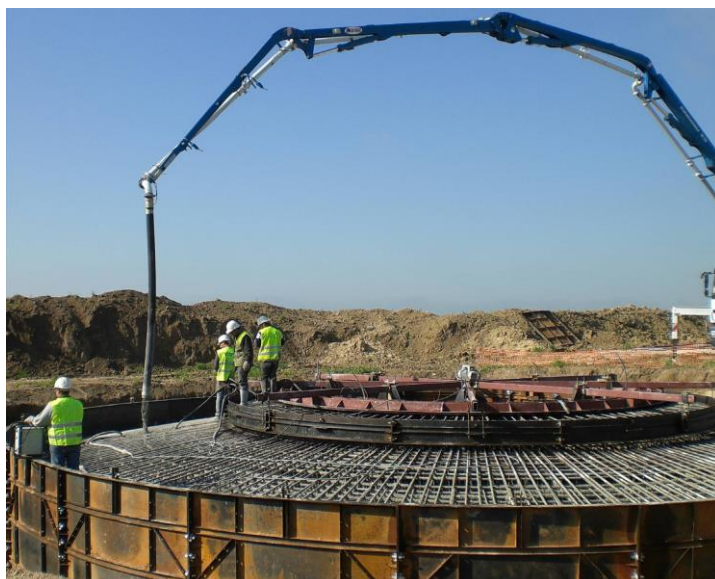


**Figure 5 : Exemple d'excavation d'une fondation d'éolienne (Parc éolien de l'Herbissonne  
Source : Etude d'impact du parc Maison Dieu)**

Le volume total de béton de ce socle est d'environ 400 m<sup>3</sup>, associé à plus de 36 tonnes d'acier d'armature formant un maillage dense.



**Figure 6 : Vue en coupe de fondation d'éolienne de type massif poids (Source : VESTAS)**



**Figure 7 : Exemple de coulage du béton de fondation d'éolienne**

Phase exploitation :

A l'issue des travaux de terrassement, de mise en place des fondations et des éoliennes, aucune incidence sur les eaux souterraines et les captages d'eau potable n'est à envisager. Les ferrillages constituant les fondations ne pourront pas être lessivés par les eaux de ruissellement de par la protection du massif de béton. Le béton mis en place répondra aux contraintes d'agressivité des sols afin de limiter le phénomène d'érosion et de ce fait à un lessivage par les eaux de ruissellement et d'infiltration le long des fondations.

#### 6.4 Analyse des incidences

Les éoliennes projetées se situent entre 1.8 et 3.8 km au Sud-Ouest du forage de Coole, soit en amont du captage selon le sens d'écoulement principal de la nappe de la craie.

Le temps de transit des particules d'eau infiltrées au droit des éoliennes jusqu'au captage est difficilement estimable compte-tenu du caractère fissuré du réservoir. S'il existe des cheminements préférentiels (fissuration développée ou faille), des vitesses très élevées sont possibles. Par contre, si l'eau s'infiltré dans des parties peu perméables de l'aquifère, le transit pourra être long. Ces temps de transit pouvant fortement varier en fonction des conditions météorologiques.

Les temps de transfert dans la zone non saturée au toit de la nappe de craie sont relativement longs, de l'ordre de 0.5 m/an, laissant ainsi le temps au sol de jouer un rôle de rétention et de filtre en cas de pollution. Par contre, dans la zone saturée du réservoir, les fortes perméabilités généralement rencontrées en dehors des sommets de plateaux sont de l'ordre de 0.01 m/s, favorisant le transfert rapide d'une pollution.

Le temps de transit est estimé de façon grossière dans le secteur d'étude en utilisant la formule de Darcy et en prenant les hypothèses ci-après :

$$V = k.i/n_e$$

Avec :

V : vitesse moyenne en ligne droite (m/s)

k : perméabilité de l'ordre de 0.01 m/s dans les secteurs les plus perméables de l'aquifère de la craie

i : gradient hydraulique de l'ordre de 0.5 % dans le secteur du projet

$n_e$  : porosité efficace de l'aquifère de l'ordre de 5% dans le secteur du projet

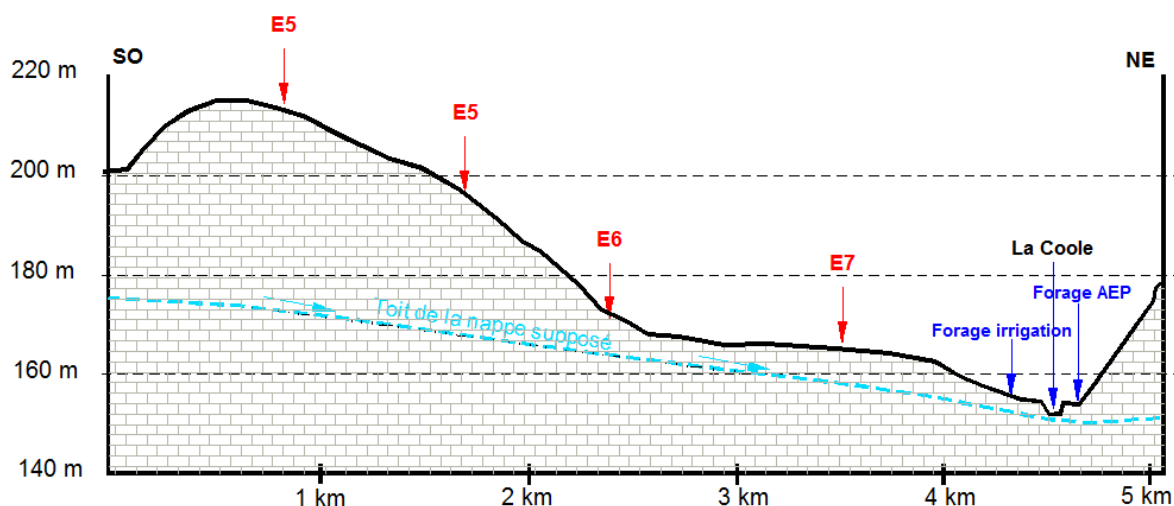
Le tableau ci-après présente les temps de transit estimés dans la zone non saturée entre chaque éolienne et le captage de Coole .

<b>Eolienne</b>	<b>Cote du terrain naturel (m NGF)</b>	<b>Dénivelé par rapport au captage (m NGF)</b>	<b>Distance par rapport au captage (m)</b>	<b>Temps de transit (jours)</b>
<b>E1</b>	197.1	+43.1	3390	39.2
<b>E2</b>	201.4	+47.4	2830	32.8
<b>E3</b>	203.2	+49.2	2150	24.9
<b>E4</b>	203.9	+49.9	3860	44.7
<b>E5</b>	195.2	+41.2	3180	36.8
<b>E6</b>	170	+16.0	2560	29.6
<b>E7</b>	166.9	+12.9	1870	21.6
<b>E8</b>	197.9	+43.9	3750	43.4
<b>E9</b>	191.4	+37.4	3110	36.0
<b>E10</b>	192	+38.0	2570	29.7
<b>E11</b>	184.4	+30.4	1790	20.7
<b>E12</b>	215	+61.0	3730	43.2
<b>E13</b>	210.8	+56.8	3060	35.4
<b>E14</b>	210.6	+56.6	2440	28.2
<b>E15</b>	198.6	+44.6	1810	20.9
<b>E16</b>	215	+61.0	3110	36.0
<b>E17</b>	207	+53.0	2580	29.9
<b>E18</b>	186.8	+32.8	2000	23.1

Les temps de transit estimés sont donc compris entre 20.7 et 43.4 jours.

Les pollutions éventuelles de la nappe par les travaux associées aux éoliennes sont liées à l'usage de béton, armatures et ferrailages et aux engins et outils de chantier.

Compte-tenu de la situation éloignée des éoliennes projetées vis-à-vis du captage (au-delà de 1.7 km et avec des temps de transit supérieurs à 20 jours), le risque de transfert rapide et direct d'une pollution vers le captage est relativement faible. Elle aura plus de probabilité de ne pas atteindre le captage et d'être dirigée vers l'aval en direction du vallon du ruisseau « La Coole » et notamment d'être interceptée par le ruisseau situé entre le captage et les projets d'éoliennes.



**Figure 8 : Coupe hydrogéologique schématique (ALIOS)**

## **7) MESURES DE PROTECTION DES EAUX SOUTERRAINES**

Bien que l'analyse précédente conduite à un faible risque de dégradation de la qualité des eaux captées par le forage de Coole, les mesures de protection vis-à-vis des eaux souterraines présentées ci-après seront mises en œuvre.

### 7.1 Mesures liées aux travaux de sondages géotechniques, terrassement et mise en place des fondations

Les sondages de reconnaissance réalisés dans le cadre des études géotechniques sont généralement des sondages destructifs (au tricône) avec utilisation d'eau claire comme fluide de forage. Aucun emploi de polymère de forage n'est envisagé pour forer dans la craie. La profondeur des forages de reconnaissance est de l'ordre de 20 à 25 m. Des sondages à la pelle mécanique descendus vers 2.50/3.00 m de profondeur sont également réalisés.

Les sondages de reconnaissance feront l'objet d'essais pressiométriques sur les profondeurs investiguées. Il s'agit d'une méthode de mesure des pressions limites du sol par gonflement d'une sonde dans le trou du forage le long des parois. Ce type d'essai ne génère aucune injection de fluide ou de gaz.



Ces sondages de reconnaissance et essais géotechniques sont indispensables à la bonne réalisation du projet.

Toutes les mesures sont généralement prises pour prévenir et empêcher la pollution des eaux superficielles et souterraines.

La profondeur des excavations pour la réalisation des fondations sera définie à l'issue de l'étude géotechnique. Selon la nature des sols et du modèle d'éolienne retenue, la profondeur d'excavation peut varier entre 2.50 et 4.00 m/TN.

Les travaux de terrassement seront réalisés par des pelles mécaniques. Afin de limiter tout transfert de polluants vers la nappe, ces travaux de terrassement seront réalisés par temps sec et interrompus en cas de très fortes précipitations.

Le coulage du béton des fondations sera effectué de préférence par temps sec et en vérifiant l'absence de précipitations dans les 24 heures qui suivront.

Les travaux s'effectueront avec les précautions d'étanchéité nécessaires pour éviter le transfert de substances indésirables aux nappes. Pour limiter au maximum le risque de dégradation de la qualité de l'eau, il sera néanmoins mis en oeuvre les précautions et mesures suivantes pendant la phase de chantier :

- Inspection détaillée préalable du matériel pour s'assurer du bon état et notamment de l'absence de fuite.
- Stockage du carburant sur rétention et remplissage sur une aire étanchée.
- Aucune opération de maintenance ne sera réalisée à l'intérieur d'un périmètre de protection rapprochée.
- Un conteneur étanche pour recueillir tout déchet ou matériau pollué éventuel, sera mis en place à proximité du chantier.
- Un stock de matériau absorbant sera prévu sur le site pendant la durée du chantier.
- Les intervenants sur le chantier seront informés de la vulnérabilité du milieu et tout incident, même mineur devra être signalé aux gestionnaires des captages concernés dont les coordonnées seront disponibles en permanence sur le chantier.

- La mise en place de systèmes de récupération et de décantation des eaux de lavage, constituées de laitance et de résidus de béton seront prévus pour éviter tous risques de contamination.

La diminution de la couverture naturelle de la nappe liée à l'excavation de la fouille de fondation sera compensée par l'étanchéité du massif de béton armé. Les eaux de ruissellement au droit de la fondation seront dirigées vers le terrain naturel à l'extérieur de l'emprise de la fondation par la mise en œuvre d'une forme de dôme.

## 7.2 Mesures en phase exploitation

Conformément à l'article 16 de l'arrêté du 26 août 2011 relatif aux installations éoliennes soumises à autorisation, aucun produit inflammable ou combustible n'est stocké dans les éoliennes ou le poste de livraison. Les substances ou produits chimiques mis en œuvre dans les installations sont limitées.

Les seuls produits présents sont :

- L'huile hydraulique (circuit haute pression) dont la quantité présente est de l'ordre de 20 litres ;
- L'huile de lubrification du multiplicateur dont la quantité présente est de l'ordre de 650 litres (comprenant le circuit de refroidissement) ;
- L'eau glycolée (mélange d'eau et d'éthylène glycol), qui est utilisée comme liquide de refroidissement, dont le volume total de la boucle est d'environ 400 litres) ;
- Les graisses pour les roulements et systèmes d'entraînements ;
- L'hexafluorure de soufre (SF6), qui est le gaz utilisé comme milieu isolant pour les cellules de protection électrique au niveau du poste de livraison. La quantité présente varie entre 1.5 kg et 2.2 kg suivant le nombre de caissons composant la cellule.

D'autres produits peuvent être utilisés lors des phases de maintenance (lubrifiants, décapants, produits de nettoyage), mais toujours en faibles quantités (quelques litres au plus).

La prévention et la rétention des fuites des substances précédemment énoncées sont assurées par les fonctions suivantes :

- Le circuit hydraulique est équipé de capteurs de pression (une mesure de pression dans le bloc hydraulique de chaque pale) permettant de s'assurer de son bon fonctionnement. Toute baisse de pression au-dessous d'un seuil préalablement déterminé, conduit au déclenchement de l'arrêt du rotor (mise en drapeau des pales).

La pression du circuit de lubrification du multiplicateur fait également l'objet d'un contrôle, asservissant le fonctionnement de l'éolienne.

Les niveaux d'huile sont surveillés d'une part au niveau du multiplicateur et d'autre part au niveau du groupe hydraulique. L'atteinte du niveau bas sur le multiplicateur ou sur le groupe hydraulique, déclenche une alarme et conduit à la mise à l'arrêt du rotor.

- Le circuit de refroidissement (eau glycolée) est équipé d'un capteur de niveau bas, qui en cas de déclenchement conduit à l'arrêt de l'éolienne.
- Les opérations de vidange font l'objet de procédures spécifiques. Le transfert des huiles s'effectue de manière sécurisée via un système de tuyauterie et de pompes directement entre l'élément à vidanger et le camion de vidange. Une procédure en cas de pollution accidentelle du sol est communiquée au personnel intervenant dans les éoliennes.
- Des bacs de rétention empêchent l'huile ou la graisse de couler le long du mât et de s'infiltrer dans le sol. Les principaux bacs de rétention sont équipés de capteurs de niveau d'huile afin d'informer les équipes de maintenance via les alertes cas de fuite importante. De plus, la plateforme supérieure de la tour a les bords relevés et a les jointures étanches entre plaques d'acier. Cette plateforme fait office de bac de rétention de secours en cas de fuite importante dans la nacelle.

Nous restons à votre disposition pour toute information complémentaire.

Relu par :  
**C. PRUDET**



Rédigé par :  
**A.COMBAUD**

