



**Rapport public  
à accès différé**

## Rapport d'expertise :

# Appui aux administrations Avis sur la remontée des eaux dans la Carrière du Fût à Cametours (50)

BRGM/RP-60485-FR

Novembre 2011

### Cadre de l'expertise :

Appuis aux administrations ✓

Appuis à la police de l'eau ☐

**Date de réalisation de l'expertise :** 2 novembre 2011

### Localisation géographique du sujet de l'expertise :

Département de la Manche (50), commune de Cametours, lieu-dit « le Fût »

**Auteurs BRGM :** C. BAIERER

**Demandeur :** DREAL Basse Normandie

1.89 3740.46 -625.5



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

L'original du rapport muni des signatures des Vérificateurs et Approbateurs est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

Ce rapport est le produit d'une expertise institutionnelle qui engage la responsabilité civile du BRGM.

Ce document a été vérifié et approuvé par :

<b>Approbateur :</b> Nom : E. GOMEZ		Date : 19/12/2011
<b>Vérificateur :</b> Nom : A. WUILLEUMIER		Date : 08/12/2011

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2008.

**Mots clés :** appuis aux administrations, aquifère de socle, Basse Normandie, Cametours, carrière, carrière du Fût, grès, Manche, Massif Armoricaïn, schiste.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

C. Baierer (2011) – Appui aux administrations, Avis sur la remontée des eaux dans la Carrière du Fût à Cametours (50), Rapport final. Rapport BRGM/RP-60485-FR. 22 p., 6 ill.

© BRGM, 2011, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

## Synthèse

### Contexte :

Date de la formulation de la demande d'expertise au BRGM : 19 septembre 2011

Demandeur : DREAL Basse-Normandie

Nature de l'expertise / question posée : Analyser et confirmer ou infirmer les éléments fournis par l'exploitant quant à la cinétique de remontée des eaux dans l'excavation (17-18 années) et à la cote de stabilisation du plan d'eau à la cote maximale de +75 m NGF.

Situation du sujet (commune, lieu-dit et adresse) : Cametours (50), lieu-dit Le Fût.

Nature de l'intervention du BRGM : examen du rapport Etude d'Impact de l'exploitant.

### Faits constatés / dossier examiné :

Afin d'obtenir une autorisation de renouvellement et d'extension de la carrière, la SARL du Fût doit répondre aux objectifs du Schéma Départemental des Carrières de la Manche en matière de remise en état et de réaménagement du site. D'après le scénario retenu par l'exploitant, un arrêt des pompages des eaux d'exhaure engendrerait une montée des eaux de la carrière et la création d'un plan d'eau, avec une stabilisation du niveau d'eau à la cote +75 m NGF au bout de 17 à 18 années de remontée. C'est sur ces deux points particuliers du dossier que l'avis du BRGM est sollicité, afin d'analyser les données présentées et de formuler un avis sur ce scénario.

Le dossier examiné est une étude d'impact : dossier ENCEM n° 16.50.4613 de février 2011 au titre de la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, Rubriques 2510.1, 2515.1 et 2517.1, constitué d'une étude d'impact pour la demande de renouvellement d'autorisation d'une carrière avec extension de la zone d'extraction au sein de l'entreprise autorisée, sur la commune de Cametours, Carrière du Fût (Département de la Manche – 50).

### Diagnostic du BRGM :

S'il est vraisemblable que le niveau de la surface du plan d'eau se stabilise progressivement, il n'apparaît pas possible de confirmer la cote de stabilisation à +75 m NGF au regard du manque de données géologiques et hydrogéologiques actuellement disponibles. Dans l'hypothèse où la nappe alimenterait les ruisseaux voisins, notamment le ruisseau du Vau de la Poterie dont la cote altimétrique la plus basse est supérieure à 75 m NGF à hauteur de la carrière, il paraît difficilement envisageable que le niveau de la nappe soit inférieur à 75 m NGF au droit de la carrière. Une meilleure compréhension du fonctionnement hydrogéologique de l'aquifère et des données complémentaires permettraient de préciser la cote de remontée du niveau de l'eau.

La cote de stabilisation déterminant le volume final d'eau, donc la durée du remplissage, il n'est actuellement pas possible d'évaluer la cinétique de remontée. Il est toutefois particulièrement regrettable que l'exploitant n'ait pas présenté de données climatologiques correspondant à la période pour laquelle il présente les volumes d'exhaure de la carrière. Cette absence rend impossible toute estimation de l'origine de l'eau pompée au fond de la carrière.

## **Recommandations du BRGM :**

Afin de mieux appréhender la relation entre la nappe et la carrière, il est suggéré de demander à l'exploitant :

- 1) de comparer les données pluviométriques de Météo-France sur la période 2005 – 2008 aux volumes extraits de la carrière durant la même période. La comparaison est à poursuivre sur une période la plus longue possible, au moins jusqu'à fin 2010 ;
- 2) de corrélérer l'augmentation des volumes d'exhaures avec un historique de profondeur de la carrière ;
- 3) de préciser les différentes valeurs d'altitude présentées dans le rapport.

De même, il serait intéressant de s'assurer de l'évolution dans le temps des écoulements des différents cours d'eau voisinant la carrière – notamment de leur pérennité au regard des différentes phases d'approfondissement de celle-ci. Il serait également utile que ceci s'accompagne de mesures de niveaux d'eau dans les puits recensés au voisinage de la carrière.

Enfin, la nappe des grès du Briovérien demeure peu connue à ce jour. Il est donc suggéré :

- d'approfondir les connaissances concernant les caractéristiques aquifères de la formation du Briovérien Supérieur exploité dans la carrière du Fût ;
- de préciser pour cette formation les interactions entre les altérites et l'horizon fissuré sous-jacent.

## Sommaire

<b>1. Contexte</b>	<b>7</b>
<b>2. Description du site</b>	<b>8</b>
<b>3. Dossier examiné et faits constatés</b>	<b>10</b>
3.1 DONNEES DE BASE	10
3.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE	10
3.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE	11
3.3.1 Contexte géologique au niveau de la carrière	11
3.3.2 Epaisseur d'altération des roches en place	12
3.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE	12
3.4.1 Fonctionnement d'un aquifère de socle dans le Massif Armoricaïn	12
3.4.2 Données de terrain	13
3.5 EAUX D'EXHAURE	14
<b>4. Diagnostic et avis</b>	<b>16</b>
4.1 ESTIMATION DE LA COTE DE STABILISATION DU PLAN D'EAU	16
4.1.1 Origine des eaux d'exhaure	16
4.1.2 Equilibre hydrogéologique au sein de l'aquifère de socle	17
4.1.3 Niveau piézométrique dans la formation du Briovérien Supérieur et écoulements dans les cours d'eau	17
4.1.4 Conclusion sur l'estimation de la cote de stabilisation du plan d'eau	17
4.2 CINETIQUE DE REMONTEE DES EAUX DANS L'EXCAVATION	18
4.2.1 Influence de la fracturation potentielle sur la cinétique de remontée	18
4.2.2 Estimation du volume excavé rempli par l'eau	18
4.2.3 Rythme annuel de remplissage par l'eau et durée totale du remplissage	19
4.2.4 Conclusion sur la cinétique de remontée des eaux dans l'excavation	20
<b>5. Recommandations</b>	<b>21</b>
<b>6. Bibliographie</b>	<b>22</b>

## Liste des illustrations

<i>Illustration 1 : Etat de la carrière, datant de janvier 2009 (source rapport ENCEM de février 2011, p. 18).....</i>	<i>8</i>
<i>Illustration 2 : Précipitations et évapotranspiration relevées à la station de Coutances sur la période 1991 – 2003 (source rapport ENCEM de février 2011, p. 101) .....</i>	<i>10</i>
<i>Illustration 3 : Extrait de la carte topographique et estimation du bassin versant du ruisseau Vaux de la Poterie proposé dans le rapport ENCEM (source rapport ENCEM de février 2011, p. 34). ..</i>	<i>11</i>
<i>Illustration 4 : Modèle de réservoir bicouche en domaine de socle (Lachassagne et Wyns, 2001)</i>	<i>13</i>
<i>Illustration 5 : Données sur les eaux d'exhaure (source rapport ENCEM de février 2011, p. 100).</i>	<i>14</i>
<i>Illustration 6 : Extension actuelle de la zone d'exploitation et surface prévisionnelle. ....</i>	<i>19</i>

## 1. Contexte

Le sujet de cette étude concerne une carrière située en Basse-Normandie, dans le département de la Manche (50), sur la commune de Cametours, au lieu-dit le Fût. L'exploitation extrait du grès quartzeux et schistes à ciel ouvert.

Afin d'obtenir une autorisation de renouvellement et d'extension de la carrière, la SARL du Fût doit répondre aux objectifs du Schéma Départemental des Carrières de la Manche en matière de remise en état et de réaménagement du site. D'après le scénario présenté par l'exploitant, un arrêt des pompages des eaux d'exhaure engendrerait une montée des eaux de la carrière et la création d'un plan d'eau, avec une stabilisation du niveau d'eau à la cote +75 m NGF au bout de 17 à 18 années de remontée. C'est sur ces deux points particuliers du dossier que l'avis du BRGM est sollicité, afin d'analyser les données présentées et de formuler un avis sur ce scénario.

## 2. Description du site

À Cametours, au lieu-dit le Hameau-du-Fût, la SARL les carrières du Fût exploite les grès et schistes du Briovérien supérieur, à proximité de la route Coutances-Saint-Lô (Illustration 1).

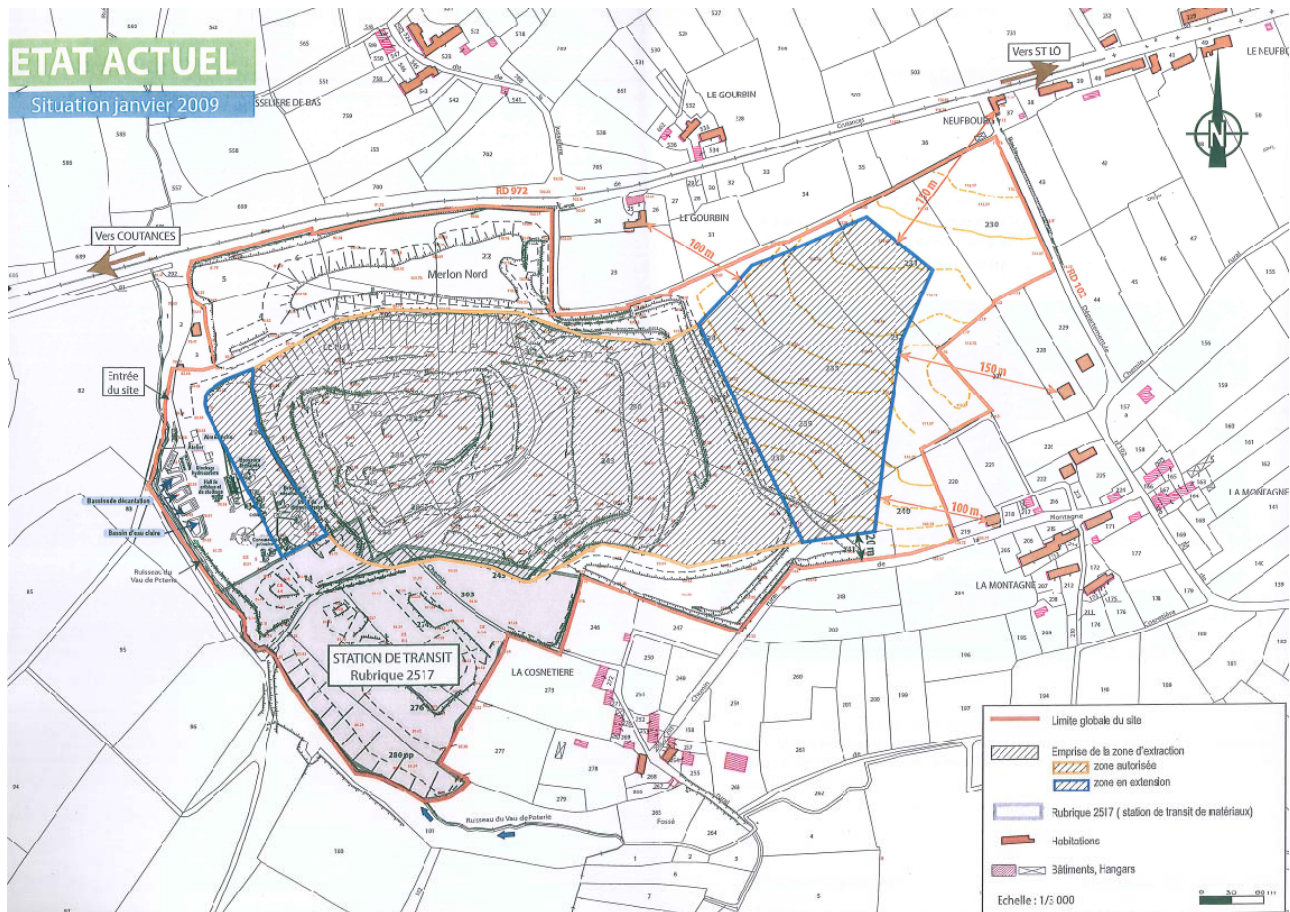


Illustration 1 : Etat de la carrière, datant de janvier 2009 (source rapport ENCEM de février 2011, p. 18)

L'exploitation de la carrière s'effectue à ciel ouvert, par abattage de la roche à l'explosif suivant des gradins de hauteur 5 à 15 m maximum selon les niveaux exploités. Le dernier carreau de la carrière est situé actuellement à la cote de +49 m NGF, cote limite d'extraction imposée par l'arrêté préfectoral en cours sur le site (ENCEM 2011). Pour l'exploitation du front inférieur, l'entreprise a recours à un pompage, l'excavation étant ennoyée. La cote du terrain naturel varie entre +110 m NGF et +117 m NGF. La zone technique de la carrière (installations, atelier, locaux du personnel) se situe entre le vallon du ruisseau du Vau de la poterie et la fosse d'extraction sur une plateforme à une altitude moyenne de +80 m NGF vers l'Est (ENCEM 2011). La carrière présente actuellement 4 fronts d'extraction et une production autorisée à 300 000 tonnes/an. Les matériaux extraits sont transformés en granulats et destinés essentiellement aux travaux de viabilité : remblais, empierrement, couche de fond routière, gravillons pour couches de revêtement routier, etc.

L'étude d'impact, à l'origine de cette demande d'avis, vise d'une part à prolonger de 30 ans la durée d'exploitation et d'autre part à obtenir une autorisation d'approfondissement sur un front d'une hauteur de 15 m, ainsi qu'un front de découverte (stériles et préminage). La profondeur maximale atteinte serait ainsi de +34 m NGF.

Dans le cadre de son étude d'impact, la société des carrières du Fût doit présenter les modalités de remise en état de la carrière suite à l'arrêt définitif de l'exploitation. La remise en état des lieux prévoit l'aménagement d'un plan d'eau avec abords végétalisés. La méthode choisie par l'exploitant consiste en un remblayage partiel du dernier (futur) front par des matériaux inertes, complété par un remplissage naturel et progressif de la fosse d'extraction par l'eau issue des précipitations et de l'aquifère.

### 3. Dossier examiné et faits constatés

#### 3.1 DONNEES DE BASE

Cet avis a été établi sur la base du document suivant :

Le dossier ENCEM n° 16.50.4613 de février 2011 au titre de la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, Rubriques 2510.1, 2515.1 et 2517.1, constitué d'une étude d'impact pour la demande de renouvellement d'autorisation d'une carrière avec extension de la zone d'extraction au sein de l'entreprise autorisée, sur la commune de Cametours, Carrière du Fût (Département de la Manche – 50).

Afin de rédiger l'avis, le BRGM s'est également appuyé sur les données issues de la carte géologique au 1/50 000 n° 143 de Saint-Lô, et de sa notice (Dupret, Dissler et al. 1997), des données issues de la BSS/Infoterre, ainsi que de l'Atlas Aquifères & eaux souterraines en France édité par le BRGM.

La lecture du rapport a conduit aux observations suivantes.

#### 3.2 CONTEXTE GEOGRAPHIQUE

La région géographique s'inscrit dans un ensemble vallonné. Les vallons présentent des écoulements superficiels (ruisseaux) denses et des vallées plus ou moins prononcées avec des espaces de prairies inondables.

Le site de la carrière du Fût (Illustration 1) se trouve sur le versant droit du ruisseau du Vau de la Poterie. Ce dernier s'écoule dans un talweg au sud de la carrière et sa cote au droit du site est de +84 m NGF en limite Sud-Ouest et de +79 m NGF au Nord-Ouest (page 27 du rapport ENCEM). On peut cependant noter que cette donnée altimétrique est supérieure aux valeurs annoncées page 306 du même rapport : « La fosse sera ainsi progressivement envoyée jusqu'au niveau d'une cote correspondante à celle du cours d'eau du Vau de la Poterie à l'aval de la carrière soit +75 m NGF (au droit du pont sur la RD 972 en sortie de carrière). » Le ruisseau prend sa source à environ 1 km au Sud-Est de la carrière, à une altitude de +90 m NGF (ENCEM 2011). Il se déverse dans le ruisseau la Jusselière (affluent du Lozon), au niveau de la RD 972 à l'aval immédiat de la carrière du Fût à une altitude d'environ +77 m NGF (ENCEM 2011).

La pluviométrie moyenne sur la période de 1991 à 2003, relevée à la station de Coutances située à une dizaine de kilomètres à l'Ouest du Fût (Illustration 2), est de 1072 mm, donc relativement importante. Les pics pluviométriques sont rencontrés en hiver, la période estivale est aussi marquée par des précipitations, mais moins importantes qu'en hiver (rapport ENCEM de février 2011). La source de ces données pluviométriques n'est pas précisée dans le rapport.

	Précipitations en mm	ETP Penman en mm	Delta (en mm) Précipitations - ETP	Rapport Delta/Précipitations
Janvier	97,7	12,2	85,5	0,88
Février	84,0	20,1	63,9	0,76
Mars	71,6	44,7	26,9	0,38
Avril	81,4	70,1	11,3	0,14
Mai	66,8	102,3	-35,5	-0,53
Juin	64,5	114,7	-50,2	-0,78
Juillet	69,7	117,3	-47,6	-0,68
Août	68,7	102,5	-33,8	-0,49
Septembre	96,9	60,9	36	0,37
Octobre	113,2	34,6	78,6	0,69
Novembre	122,2	15,9	106,3	0,87
Décembre	136,1	11,6	124,5	0,91
Cumul annuel	1072,8	706,9	365,9	0,34
Moyenne annuelle	89,4	58,91	60,98	0,21

Illustration 2 : Précipitations et évapotranspiration relevées à la station de Coutances sur la période 1991 – 2003 (source rapport ENCEM de février 2011, p. 101)

Dans le rapport ENCEM, le bassin versant collecté par le ruisseau du Vau de la Poterie au niveau de la carrière est évalué à 2,5 km<sup>2</sup> (Illustration 3). La méthode utilisée afin de délimiter ce bassin versant n'est pas précisée. Ce ruisseau sert de collecteur aux eaux de ruissellement et ne présente pas d'usage connu (ENCEM 2011). Le rapport souligne le régime temporaire du ruisseau et la faible épaisseur de la lame d'eau. Il précise qu'« aucune donnée concernant les débits n'est collectée sur le ruisseau », mais qu'une approche des débits avait été faite en 2003. Suite à cette étude, il a été montré que les débits du Vau de la Poterie sont liés aux variations pluviométriques, ils sont très faibles en été (4 l/s le 01/09/2003, soit 14,4 m<sup>3</sup>/h) et peuvent devenir plus conséquents en hiver (ENCEM 2011). Il a été estimé que pour une pluie journalière de 50 mm le débit peut atteindre 0,8 m<sup>3</sup>/s (soit 2 880 m<sup>3</sup>/h), et pour une pluie de 60 mm, un débit de 1,2 m<sup>3</sup>/s (soit 4 320 m<sup>3</sup>/h). Le rapport dont émanent ces données n'a pas été consulté dans le cadre de cet avis.

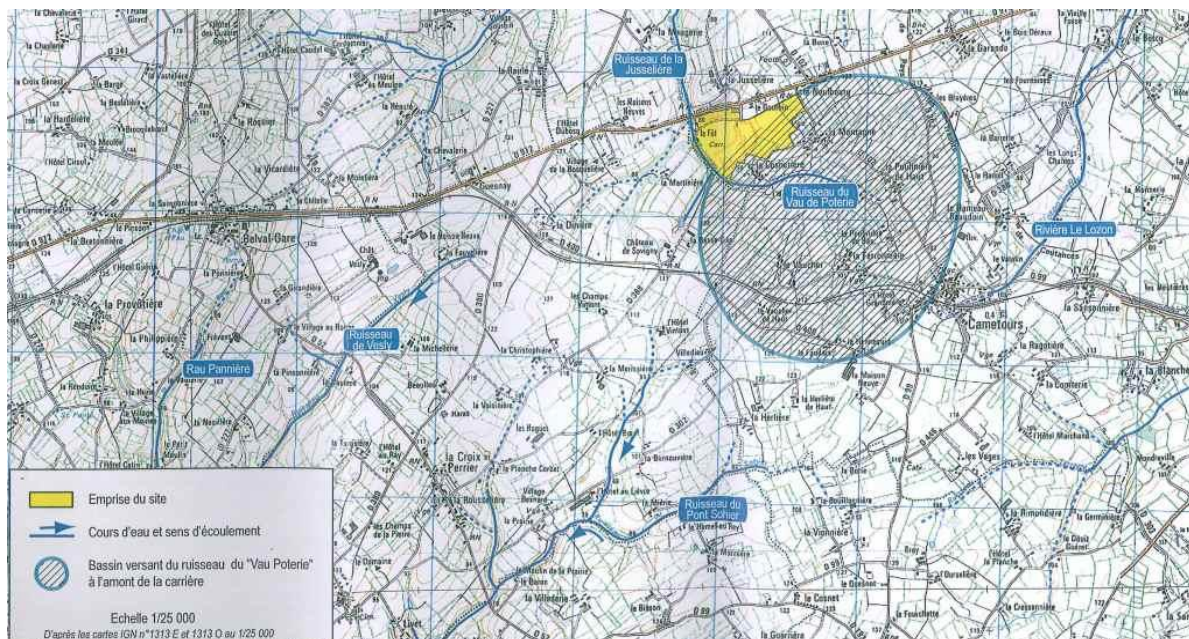


Illustration 3 : Extrait de la carte topographique et estimation du bassin versant du ruisseau Vaux de la Poterie proposé dans le rapport ENCEM (source rapport ENCEM de février 2011, p. 34).

### 3.3 CONTEXTE GEOLOGIQUE

Dans le rapport présenté, la géologie au droit de la carrière est résumée sommairement, mais aucune donnée de profil géologique (par exemple de forage) n'est mise à disposition. Il est précisé que les schistes en surface (front de taille supérieur) sont très fragmentés.

Afin de disposer de suffisamment d'informations pour rédiger cet avis, il est apparu nécessaire de compléter ces informations via des documents extérieurs.

#### 3.3.1 Contexte géologique au niveau de la carrière

D'après la notice et la carte géologique au 1/50 000 de Saint-Lô (Dupret et al. 1997), au niveau de la région d'étude, le socle est affecté par un accident tectonique majeur orienté Est-Ouest. Il est délimité au Nord par des formations paléozoïques du Briovérien inférieur (Formation de Saint-Lô : siltites, argilites, grès et phtanites) et au Sud par le Briovérien supérieur (Formation de Granville et de la Laize : siltites, argilites, grès, grauwackes et conglomérats). La carrière du Fût exploite les grès et schistes du Briovérien supérieur. Sur le territoire de la feuille géologique, l'épaisseur du Briovérien Supérieur est évaluée à plusieurs milliers de mètres, sous la forme d'alternances silto-gréseuses à intercalations conglomératiques. Ces séries sont plissées et issues du remaniement des formations du Briovérien inférieur. Le site de la carrière du Fût est cité dans la notice

géologique. Il y est décrit que les fronts de la carrière du Fût présentent une roche hétérogène et fortement fracturée, avec un pendage ESE de 35°. La roche exploitée est formée d'une alternance de grauwackes, de siltites et d'argilites. La plus grande partie des turbidites est constituée d'une grauwacke grossière à éléments lithiques plurimillimétriques à millimétriques dont la fréquence et la taille décroissent vers le haut de la séquence. La matrice présente des clastes de quartz (15 à 50 %), feldspaths et minéraux opaques. La carrière du Fût est affectée par une minéralisation particulièrement développée avec calcite, pyrite, chalcopryrite et graphite.

Dans la BSS, on peut noter qu'il existe des données sur un forage réalisé sur le site de la carrière, dans sa partie Est, d'indice national 01432X0001/C. Cette donnée serait issue du rapport de juin 1973 rédigé par Mr. Pascaud : N. 74 SGN 411 PNO – Inventaire des ressources en matériaux de carrière du département de la Manche. La coupe géologique de ce forage est la suivante :

- de 0 à 2 m : terre/schiste altéré en plaquettes, grès altéré, quaternaire
- de 2 à 18 m : grès dur, quartz/grès, schiste tendre altéré, radiolarite.

Dans la partie Ouest de la carrière on relève des alluvions récentes d'âge Holocène (Dupret et al. 1997).

Ces données en accès public n'ont pas été présentées dans le rapport ENCEM.

### **3.3.2 Epaisseur d'altération des roches en place**

Les données à disposition proposent des valeurs variées :

- d'après Dupret et al. (1997), les terrains de couverture, constitués de terre et de schistes altérés, sont épais de 3 à 4 m,
- dans le rapport ENCEM, les données de front d'exploitation proposent un gisement de grès « sain » à partir d'environ 5 m de profondeur, au niveau de la cote +100 m NGF,
- d'après la coupe géologique du forage présenté en BSS, la limite roche altérée/roche saine au niveau du forage se situerait à 2 m. Ce forage étant à +90 m NGF (précision EPD, estimée d'après Plan Directeur), cette limite se situerait à +88 m NGF. On peut cependant noter que l'estimation d'altitude d'après plan directeur (EPD), pouvant s'avérer incertaine sur le site d'une carrière, ainsi que la présence d'un schiste tendre altéré entre 2 et 18 m, donnent une incertitude sur la précision de cette valeur.

Ces données mettent en évidence les variations de la limite roche altérée/roche saine sur la surface d'exploitation.

## **3.4 CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE**

Les informations à ce sujet sont succinctes dans le rapport. Afin de pouvoir appréhender le fonctionnement hydrogéologique aux abords de la carrière, et formuler l'avis demandé, une recherche documentaire a été réalisée par le BRGM.

### **3.4.1 Fonctionnement d'un aquifère de socle dans le Massif Armoricaïn**

Dans « Eaux souterraines et aquifères de France » (coordination JC Roux, 2006), Faillat et Talbo (2006) adoptent le modèle de Lachassagne et Wyns (2001) pour la représentation des aquifères de socle dans le Massif Armoricaïn. Dans ce modèle, le rôle de réservoir est assuré principalement par la zone altérée du socle, développée depuis la surface et présentant une porosité d'interstices, tandis que l'eau circule surtout par le réseau de fissures (fractures, joints, diaclases) existant plus en profondeur, dans l'horizon fissuré de la roche et dans les grandes discontinuités majeures (Illustration 4).

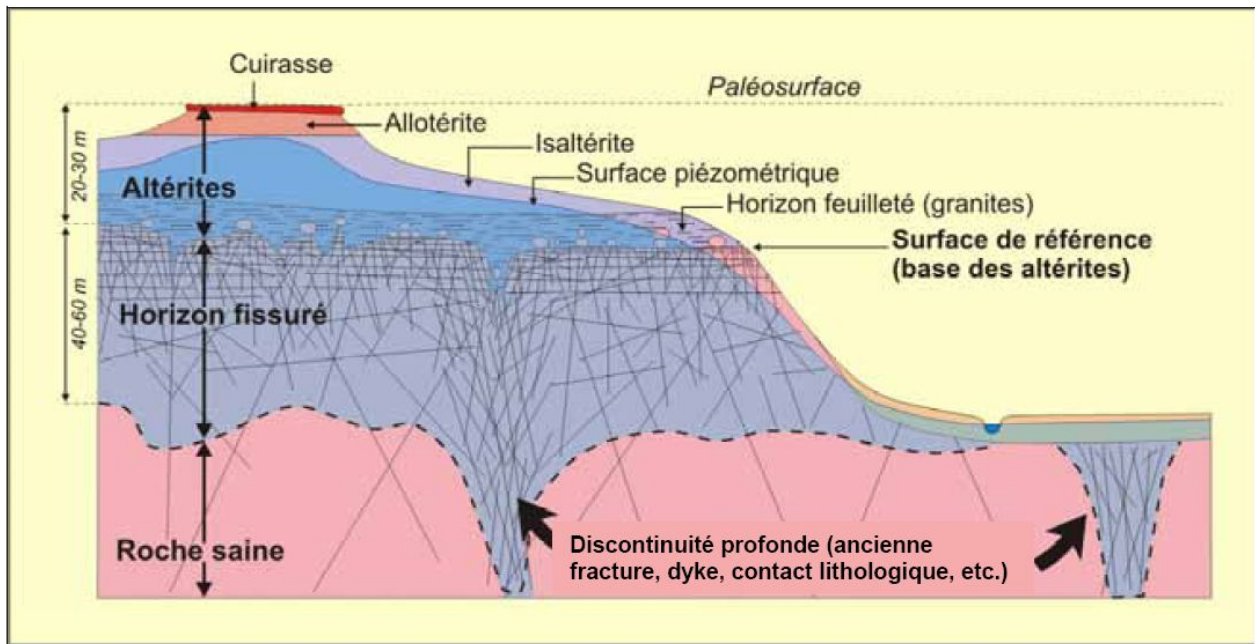


Illustration 4 : Modèle de réservoir bicouche en domaine de socle (Lachassagne et Wyns, 2001)

L'aquifère se comporte donc suivant un modèle bicouche. Dans ce système, les charges entre ces deux couches peuvent être différentes selon la perméabilité de la couche des altérites, provoquant des échanges verticaux variables en sens et en intensité selon les conditions locales (place de la topographie) et saisonnières (cycle recharge-vidange). On peut noter que les grès cambriens, et notamment les alternances schistes – grès, créant des interfaces facilitant les plans de circulation des eaux, ont des productivités pouvant atteindre 15 m<sup>3</sup>/h.

D'après Lachassagne et Wyns (2006), l'exploitation traditionnelle des aquifères de socle repose sur le captage des sources de débordement et émergences diffuses qui en sont issues. Les sources drainent des zones altérées (voire des formations superficielles). Elles naissent à la faveur des reliefs ou petites vallées, lorsque la surface piézométrique recoupe la topographie. La structure bicouche entraîne une surface piézométrique relativement proche de la surface du sol compte tenu de la perméabilité moyenne généralement médiocre du socle et de l'importance des apports par précipitations.

### 3.4.2 Données de terrain

D'après le rapport ENCEM (2011) il existe une exploitation de cet aquifère aux abords de la carrière. Des puits ainsi que des émergences au niveau de la topographie sont exploités pour des usages privés ou agricoles. Un recensement des puits des particuliers a été réalisé dans onze hameaux environnants en juin 2009. 22 puits et sources ont été relevés. Le rapport présente ces données sous forme de tableau, cependant les profondeurs et débits exploités ne sont pas explicités. Il est précisé que les points d'eau présentent une variation des débits au cours de l'année, avec des périodes de tarissement mais des recharges rapides (24 h).

L'absence d'une carte de localisation de ces puits et sources dans le rapport fait défaut à sa bonne compréhension.

D'après le tableau ENCEM, le puits relevé au lieu-dit du Fût, situé directement au Sud-Est de la carrière (pas de localisation précise ou de distance indiquée), est quant à lui tarît depuis de nombreuses années. On peut alors se poser la question des circulations entre les deux couches de l'aquifère, et de l'influence éventuelle du pompage d'exhaure sur la piézométrie générale aux abords de la carrière. En supposant qu'il y ait bien deux couches, on peut supposer que le rabattement dans la nappe de la couche supérieure soit simplement dû à un écoulement naturel

en direction du gouffre créé par la carrière. Ceci pourrait correspondre aux « très faibles arrivées d'eau » décrites en page 101 du rapport. Dans l'étude d'impact il est précisé qu'au droit de la carrière, sur la hauteur d'extraction atteignant environ 60 m, le front de taille ne montre aucune arrivée d'eau significative. Les quelques arrivées observées sont attribuées à des ruissellements de surface s'infiltrant dans les fissures du gisement ouvertes par l'exploitation. Ceci étant, l'existence de niveaux piézométriques distincts demeure entièrement à démontrer.

Le forage relevé dans la BSS ne présente pas de données hydrogéologiques (absence de coupe technique, d'informations sur le caractère sec du forage ou d'éventuelles arrivées d'eau jusqu'à la profondeur atteinte de 18 m, etc).

Il n'existe pas à notre connaissance et à l'heure actuelle de carte piézométrique dans la formation du Briovérien supérieur dans le secteur de la carrière.

En observant l'extrait de carte topographique fournie dans le rapport ENCEM (Illustration 3), il est à noter que 8 ruisseaux minimum prennent leur source sur une zone de 2,5 km par 2,5 km environ au niveau de la zone d'étude et dans sa périphérie sud (estimations BRGM). Ceci correspond à la description de fonctionnement hydrogéologique d'un aquifère de socle présenté en page 11 du présent avis (Lachassagne et WYNS 2001).

### 3.5 EAUX D'EXHAURE

Dans le cadre du suivi environnemental du site, des contrôles quantitatifs sont réalisés sur les eaux d'exhaure. Des relevés mensuels sont effectués depuis 2005 sur les volumes d'eau évacués depuis le bassin de collecte situé en fond de fosse vers les bassins de décantation (Illustration 5). Ces données sont relevées sur un volucompteur mis en place en 2005 sur la pompe située au fond de cette fosse.

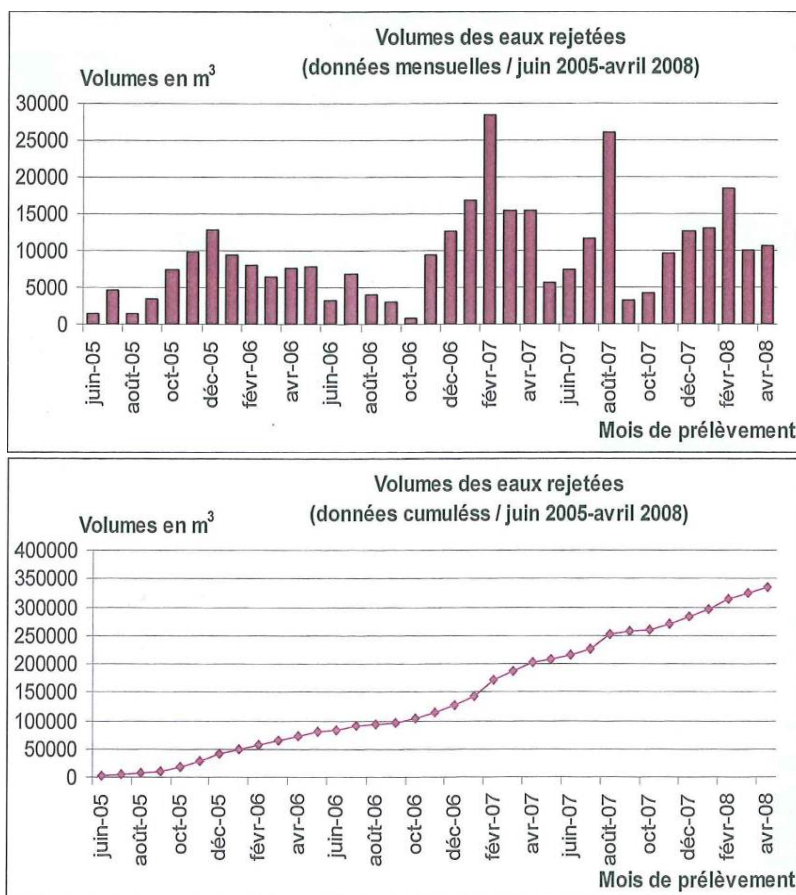


Illustration 5 : Données sur les eaux d'exhaure (source rapport ENCEM de février 2011, p. 100)

Les résultats sont interprétés comme suit dans le rapport ENCEM, page 100 : « *Le premier graphique montre une bonne corrélation entre les précipitations et les volumes d'eau pompés. Les volumes les plus importants sont relevés en hiver et les plus faibles en été. Le second graphique montre la linéarité des rejets depuis 2005. Si l'on se réfère à ces données de pompage d'exhaure, le volume moyen mensuel est de l'ordre de 9 000 m<sup>3</sup>/mois, globalement 100 000 m<sup>3</sup>/an, pour une superficie de 21 ha soit un débit spécifique de 4760 m<sup>3</sup>/ha/an.* »

Les remarques du BRGM sont les suivantes :

- Les précipitations mesurées à Coutances (Illustration 2) concernent la période 1991 – 2003. Pourquoi a-t-il été fait le choix d'utiliser ces mesures et non celles correspondant à la période 2005 – 2008, ce qui aurait permis de fournir des informations bien plus précises ?
- Un pic de pompage est relevé en août 2007. La comparaison aux données pluviométriques du mois d'août 2007 permettrait de s'assurer que cette augmentation soudaine du volume d'exhaure correspond bien à la survenue d'orages à cette époque.
- D'après le graphique de l'illustration 5, on remarque une nette augmentation des eaux d'exhaure à partir de la fin de l'année 2006, comparativement aux rejets effectués précédemment depuis juin 2005. Ceci est contraire à l'interprétation présentée dans le rapport, dans laquelle les volumes rejetés sont considérés comme linéaires. Il serait intéressant de corrélérer cette augmentation des volumes d'exhaure à la pluviométrie, afin de vérifier si cette dernière en est bien à l'origine ou si une autre hypothèse devrait être avancée (augmentation des apports par la nappe). Une mise en regard de l'évolution dans le temps de la profondeur de la carrière pourrait également s'avérer intéressante.
- D'après le graphique présentant les volumes cumulés (Illustration 5), on obtient 340 000 m<sup>3</sup> d'eau pompée sur 35 mois. Ceci représente donc 9700 m<sup>3</sup>/mois, soit 13,3 m<sup>3</sup>/h et 116 400 m<sup>3</sup>/an (ce qui est légèrement supérieur aux valeurs indiquées dans le rapport). Cependant, si on considère la seconde partie de la courbe, présentant une augmentation des eaux d'exhaure, on obtient pour la période octobre 2006 – avril 2008 un volume de 240 000 m<sup>3</sup> prélevés en un maximum de temps de 20 mois, soit 12 000 m<sup>3</sup>/mois, 16,4 m<sup>3</sup>/h, et 144 000 m<sup>3</sup>/an. Cette valeur est donc bien supérieure à la valeur calculée dans le rapport ENCEM.

## 4. Diagnostic et avis

### 4.1 ESTIMATION DE LA COTE DE STABILISATION DU PLAN D'EAU

D'après le scénario présenté par l'exploitant dans le rapport, un arrêt des pompages des eaux d'exhaure permettrait une montée des eaux et la création d'un plan d'eau, avec une stabilisation du niveau d'eau à la cote +75 m NGF.

Afin d'établir un avis sur cette estimation, il est nécessaire de considérer les faits suivants.

#### 4.1.1 Origine des eaux d'exhaure

Le tableau de l'illustration 2 précise les données pluviométriques et la valeur moyenne de l'ETP (évapotranspiration) pour la station de Coutances sur la période de 1991 à 2003. Ces données sont exploitées comme suit par l'ENCEM, page 101 : « *la pluviométrie moyenne est de 1072 mm pour une ETP moyenne de référence de 707 mm soit une différence de 336 mm. Cette différence correspond globalement à la pluie efficace, c'est-à-dire à la part des précipitations qui se retrouvent en fond de carrière. En appliquant cette donnée, le volume d'exhaure sur une année s'élèverait à 76 860 m<sup>3</sup>. La différence de 24 000 m<sup>3</sup> peut s'expliquer par les apports d'eaux souterraines (2,7 m<sup>3</sup>/h). Ce débit moyen annuel pour les apports à partir des eaux souterraines paraît tout à fait crédible au regard des observations de terrain qui montrent que de très faibles arrivées d'eau au niveau des fronts de taille ouverts actuellement* ».

Ce texte appelle les remarques suivantes :

- Le mode de calcul retenu pour les précipitations efficaces (Pluie – ETP) est applicable si on s'intéresse à de l'évaporation sur plan d'eau, avec un pouvoir épuratoire qui peut puiser dans une réserve « sans fin ». Théoriquement, en l'absence de plantes aquatiques, l'évaporation sur plan d'eau est supérieure à l'ETP (ici calculée par MétéoFrance avec la méthode de Penman Montheit) : il est nécessaire d'appliquer un facteur correctif à l'ETP. Toutefois, la position très profonde du plan d'eau rend difficile l'évaluation de l'évaporation réelle.
- En pratique, il serait nécessaire d'appliquer deux méthodes de calcul de la pluie efficace : l'impluvium de la carrière est évalué à 21 ha, dont seulement 12,5 ha semblent potentiellement occupés par un plan d'eau en fond de carrière. La partie restante de l'impluvium est constituée de sols et contribue à l'alimentation en eau de la carrière par ruissellement : la pluie efficace est calculée en présence d'un sol comme la différence entre la pluie et l'ETR (évapotranspiration réelle). Globalement, l'ordre de grandeur des apports par la pluie varie peu.
- Il a été montré précédemment que l'estimation des volumes pompés est supérieure aux 100 000 m<sup>3</sup>/an évalués dans le rapport. Compte tenu de l'absence des données de précipitations pour la période 2005 – 2008 et des incertitudes sur les apports par ruissellement, l'évaluation des apports par la nappe apparaît très approximative. Néanmoins, si l'on se base i) sur la productivité indicative pour les grès (pouvant atteindre 10 m<sup>3</sup>/h d'après le rapport ENCEM ou 15 m<sup>3</sup>/h d'après « Eaux souterraines et aquifères de France » ) et ii) sur l'existence d'un rabattement actuel de la nappe de 25 m environ (le niveau de la nappe au repos est estimé à 75 m NGF par l'exploitant – niveau d'équilibre avec la rivière, tandis que le fond de la carrière est à 49 m NGF), les apports par la nappe pourraient être en effet non négligeables et on peut s'attendre à leur augmentation avec l'approfondissement de la fouille (en première approche selon l'application de la loi de Darcy). Ceci peut par ailleurs poser la question de l'évacuation de ces eaux dans le réseau des eaux de surface : cela reste-t-il négligeable devant le débit naturel du cours d'eau dans lequel se fait le rejet ?

- Le débit d'eau issu de la nappe entrant dans la carrière est lié à la différence de charge entre l'eau dans l'aquifère et l'eau au niveau de la carrière. De fait, une remontée ou une baisse du niveau d'eau dans la carrière entrainera respectivement une baisse ou une augmentation des apports de la nappe dans la carrière. Les apports de la nappe dans la carrière ne sont donc pas constants dans le temps : l'évaluation des apports par la nappe correspond à une situation de niveau d'eau dans la carrière donnée.
- Les aquifères en domaine de socle sont habituellement représentés par un système bicouche (cf. 3.4) présentant une forte discontinuité dans sa partie inférieure. Ceci peut donner naissance à une compartimentation de l'aquifère (altérites et horizon fissuré grès/schistes) ainsi qu'à une différence de charges entre les deux couches le cas échéant. On gardera en mémoire que cette discontinuité latérale et le cas échéant verticale rend complexe la compréhension des écoulements au sein de l'aquifère et d'autant plus délicate l'estimation des apports par la nappe.

#### **4.1.2 Equilibre hydrogéologique au sein de l'aquifère de socle**

Les relations entre le ruisseau du Vau de la Poterie, l'eau circulant dans les altérites et celle circulant dans l'horizon fissuré demeurent à préciser. Comme spécifié dans le rapport, « *le niveau de ce ruisseau est certainement en relation avec le niveau d'équilibre piézométrique global des circulations souterraines de ce massif, sans pour autant qu'il y ait relation directe entre les circulations souterraines et le cours d'eau.* » En l'absence de piézomètres représentatifs permettant de mesurer les niveaux piézométriques dans l'horizon fissuré et dans la couche altérée, il n'est pas possible de clarifier les échanges entre ces deux couches.

#### **4.1.3 Niveau piézométrique dans la formation du Briovérien Supérieur et écoulements dans les cours d'eau**

La pérennité au fur et à mesure des saisons – et notamment durant l'été – des écoulements dans les multiples ruisseaux prenant naissance dans le secteur suppose l'existence d'une alimentation de ces cours d'eau par une nappe.

La seule formation géologique susceptible d'accueillir une nappe dans le secteur immédiat étant les grès du Briovérien, il est fort vraisemblable que la nappe des grès soit en équilibre avec les cours d'eau. S'il reste une interrogation concernant une différenciation éventuelle entre la charge dans les altérites et celle de l'horizon fissuré, on peut imaginer qu'une telle différenciation rendrait difficile un soutien des débits par le seul niveau d'eau des altérites dans la mesure où cette différenciation suppose que ces dernières aient une faible perméabilité (ce qui par définition limite leur capacité à transférer de l'eau).

En conséquence, il est vraisemblable que le niveau du ruisseau à proximité de la carrière fournisse une valeur minimale du niveau piézométrique dans les grès du Briovérien.

Par ailleurs, il est rappelé que la majorité des nappes fluctue de façon saisonnière ou pluriannuelle, en fonction de l'intensité de leur recharge et du temps nécessaire à ce que celle-ci parvienne depuis la surface jusqu'à la nappe.

#### **4.1.4 Conclusion sur l'estimation de la cote de stabilisation du plan d'eau**

En l'absence de pompage on peut supposer à terme atteindre une stabilisation progressive du niveau de la surface du plan d'eau. Cependant, au regard du manque de données géologiques et hydrogéologiques actuellement disponibles, il n'apparaît pas possible de confirmer la cote de stabilisation maximale à +75 m NGF.

Néanmoins, au vu des éléments d'information disponibles, cette cote paraît relativement basse, notamment au regard de la cote du ruisseau longeant par l'ouest la carrière, cote qui s'établit à

+79 m NGF au nord-ouest (cf. 3.2). Il est à noter que cette cote correspond à celle de la surverse prévue page 306 : dans le cas où le niveau naturel de l'aquifère excède +79 m NGF, cette surverse génèrera un écoulement permanent vers le ruisseau.

Afin de préciser cet avis, il est nécessaire de s'intéresser de plus près à l'écoulement de ce ruisseau, en vérifiant son caractère pérenne et notamment si une modification de son comportement hydraulique a pu être constatée depuis la création de la carrière (existence d'assecs ?).

## **4.2 CINÉTIQUE DE REMONTEE DES EAUX DANS L'EXCAVATION**

D'après le rapport, eu égard au débit spécifique, à la surface d'exploitation et à la pluie efficace d'une part, et à la cote finale de stabilisation ainsi que le volume d'excavation d'autre part, le temps de remplissage du plan d'eau est estimé à 17 – 18 ans.

Afin d'établir un avis sur cette estimation, il est nécessaire de considérer les faits suivants.

### **4.2.1 Influence de la fracturation potentielle sur la cinétique de remontée**

Dans le rapport est soulevée la question du rôle de la fracturation dans les apports potentiels d'eau souterraine : *« par son extension en surface, la zone d'extraction pourrait éventuellement recouper des zones de fracture plus productives (...). Cependant, les risques sont très faibles du fait que l'extension concerne le prolongement du gisement exploité qui, en l'état actuel, ne présente aucun signe de ce type. (...) Il en sera de même pour l'approfondissement de la zone d'extraction. En effet plus l'exploitation concernera des niveaux inférieurs, plus les risques de recouper des failles ou discontinuités actives seront faibles dans la mesure où l'homogénéité du gisement croît avec la profondeur ».*

Le point de vue exprimé est cohérent avec la vision du socle proposée par Lachassagne et Wyns, dans laquelle la fracturation diminue passé l'horizon fissuré. Il n'en demeure pas moins que le Briovérien supérieur au droit de la carrière est un aquifère fracturé, et que la circulation d'eau se fait via ce système de fractures. Si une zone de fracturation est rencontrée lors de la prolongation de l'excavation, et que cette zone est productive, le volume d'arrivée d'eau augmenterait et le remplissage de l'excavation pourrait s'effectuer plus rapidement.

### **4.2.2 Estimation du volume excavé rempli par l'eau**

Les données présentées dans le rapport ENCEM (p 101 et 102) prévoient qu'en fin d'exploitation, l'impluvium direct lié à la zone d'extraction et ses abords sera de l'ordre de 28 ha (Illustration 6).

D'après le rapport (p 304), en fin d'exploitation le site aura une profondeur de 50 m par rapport aux abords du pont de bascule (+80 m NGF) et aura la forme d'un cirque parallépipédique, de largeur moyenne 210 m et de longueur moyenne 600 m environ. Le dernier niveau sera partiellement comblé avec des matériaux de remblais.

Il est estimé, en page 307 du rapport, que *« d'après la géométrie brute de la fosse d'extraction, la surface du plan d'eau sera au maximum de 12,6 ha pour un volume de l'ordre de 2 300 000 m<sup>3</sup> en tenant compte des matériaux de remblais du dernier front (front d'approfondissement). »*

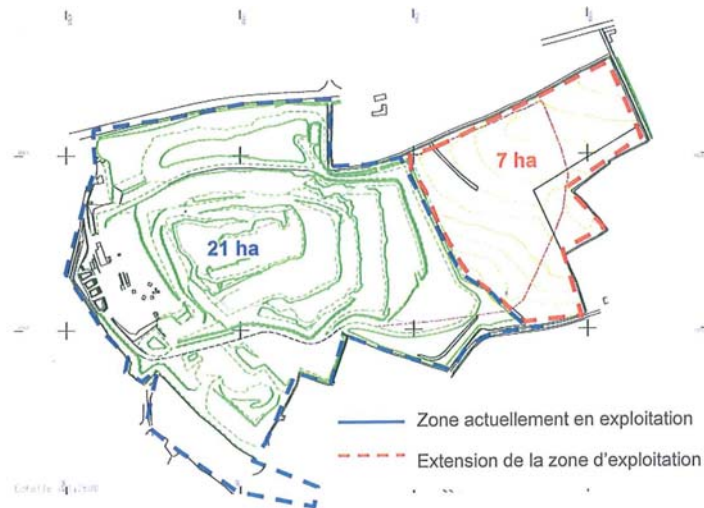


Illustration 6 : Extension actuelle de la zone d'exploitation et surface prévisionnelle.

L'avis du BRGM sur ces deux points est le suivant.

- Une profondeur de 50 m par rapport aux abords du pont de bascule correspondrait à une profondeur maximale d'excavation de +30 m NGF. Cette valeur est inférieure à la profondeur de +34 m NGF présentée au début du rapport d'étude d'impact ;
- On peut se poser la question de la cohérence entre cette donnée de 12,6 ha citée page 307 avec l'augmentation de la surface d'exploitation passant à 28 ha selon les prévisions fournies (page 102 et Illustration 6) ;
- L'estimation du volume de remplissage est tributaire du niveau réel de stabilisation de la remontée de l'eau, or la cote de stabilisation reste indéterminée. Comme indiqué précédemment, la cote de +75 m NGF pourrait sous-estimer le niveau naturel de la nappe au sein de l'aquifère.

La cote finale de la surface du futur plan d'eau est incertaine, ce qui ne permet pas d'évaluer le volume total d'eau qui s'accumulera suite à sa stabilisation. Néanmoins, en supposant que le niveau de l'eau remonte de 4 m de plus (de +75 à +79 m NGF), ceci représenterait un volume complémentaire de 500 000 m<sup>3</sup> environ (en se basant sur une surface de 12,6 ha).

#### 4.2.3 Rythme annuel de remplissage par l'eau et durée totale du remplissage

Concernant l'estimation du temps de retour à l'équilibre, le calcul des apports par la nappe et par les précipitations ne peut être réalisé, notamment compte tenu de l'absence de données pluviométriques sur la période pour laquelle des données de pompage sont disponibles.

Parmi les autres remarques effectuées précédemment, on rappelle les suivantes :

- Les apports mesurés via les volumes d'eau d'exhaure ne sont pas constants, et ces volumes sont minimisés dans le rapport présenté par l'exploitant ;
- La méthode de calcul employée par l'ENCEM afin d'évaluer le temps de remontée du niveau piézométrique suppose une linéarité des apports par la nappe, ce qui n'est pas le cas. Selon Darcy, les apports issus de l'aquifère sont proportionnels à la différence de charge entre le niveau de la nappe dans l'aquifère et le niveau d'eau dans la carrière. Ces apports auront donc tendance à décroître avec le temps, ils ne seront pas linéaires et constants ;
- Comme indiqué précédemment, l'évaporation sur plan d'eau est supérieure à l'évapotranspiration calculée selon Penman-Montheit. Il est nécessaire d'apporter un facteur correctif d'environ +10% par rapport à l'évapotranspiration présentée dans l'illustration 2. L'évaporation sera donc d'avantage voisine de 770 mm que de 707 mm.

#### **4.2.4 Conclusion sur la cinétique de remontée des eaux dans l'excavation**

Le volume excavé à remplir dépendra de l'exploitation finale de la carrière et de la cote de stabilisation du niveau piézométrique. Au regard du manque de données géologiques et hydrogéologiques actuellement disponibles, il n'apparaît pas possible de confirmer la cote de stabilisation maximale à +75 m NGF. Les apports futurs par les précipitations et par la nappe sont également incertains.

A défaut, si l'on souhaite appréhender la durée maximum nécessaire au remplissage, on peut maximiser cette période en se basant sur le volume à remplir et en considérant les apports uniquement par les précipitations. Le calcul est à faire en se basant sur l'évaporation d'un plan d'eau et non sur l'évapotranspiration, ce qui reviendrait à prendre un facteur de « sécurité ». Ceci étant, l'évaporation sur plan d'eau en fonction de la profondeur reste délicate à évaluer.

## 5. Recommandations

Suite à l'examen du dossier, il apparaît que les informations présentées par l'exploitant ne permettent pas de valider la cote de remontée du niveau piézométrique et a fortiori de valider la cinétique de remontée du niveau de l'eau dans la carrière. Des interrogations fortes existent notamment concernant la cote de +75 m NGF suggérée par l'exploitant : cette cote semble basse au regard du niveau altimétrique des cours d'eau dans le secteur.

Afin de mieux appréhender la relation entre la nappe et la carrière, il est suggéré de demander à l'exploitant :

- 1) de comparer les données pluviométriques de Météo-France sur la période 2005 – 2008 aux volumes extraits de la carrière durant la même période. La comparaison est à poursuivre sur une période la plus longue possible, au moins jusqu'à fin 2010. En effet, sans données pluviométrique sur les années pour lesquels les volumes d'exhaure sont connus, il n'est pas possible d'estimer les apports en eaux souterraines et notamment de savoir si l'augmentation de l'exhaure observée à partir de juin 2006 est due à une augmentation des apports d'eaux souterraines ;
- 2) de corrélérer l'augmentation des volumes d'exhaures avec un historique de profondeur de la carrière ;
- 3) de préciser les différentes valeurs d'altitude présentées dans le rapport :
  - altitude du ruisseau à +75 ou +79 m NGF ;
  - cote de la profondeur maximale de la carrière ;
  - cote topographique du site et de la base de la zone altérée.

Si les informations produites s'avéraient insuffisantes pour mieux comprendre la relation entre la carrière et la nappe, ou en l'absence d'informations complémentaires, il serait sans doute nécessaire de demander la réalisation et le suivi de piézomètres dans la nappe des grès, le cas échéant en différenciant la partie altérée du socle de l'horizon fissuré.

Par ailleurs, il semble nécessaire de s'assurer de l'évolution dans le temps des écoulements des différents cours d'eau voisinant la carrière en fonction des différentes phases d'approfondissement de celle-ci. L'existence ou l'absence d'un impact sur les cours d'eau est une information précieuse. Il serait bénéfique que ceci s'accompagne à l'avenir d'une mesure régulière des niveaux d'eau dans les puits avoisinant la carrière.

Enfin, la nappe des grès du Briovérien demeure peu connue à ce jour. Il est donc suggéré :

- d'approfondir les connaissances concernant les caractéristiques aquifères de la formation du Briovérien supérieur exploité dans la carrière du Fût ;
- de préciser pour cette formation les interactions entre les altérites et l'horizon fissuré sous-jacent.

## 6. Bibliographie

Dupret L., Dissler E., Poncet J., Coutard J.P, avec la collaboration de Freslon M., Camuzard J.P., Herard B., Langevin C., 1997 - Notice explicative. Carte géol. France (1/50 000), feuille Saint-Lô (143). Orléans : BRGM, 84 p. Carte géologique par L. Dupret, E. Dissler, J. Poncet et coll. (1997).

ENCEM, 2011 – Etude d'impact pour la demande de renouvellement d'autorisation d'une carrière avec extension de la zone d'extraction au sein de l'entreprise autorisée, sur la commune de Cametours, Carrière du Fût (Département de la Manche – 50). Dossier n° 16.50.4613 au titre de la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, Rubriques 2510.1, 2515.1 et 2517.1. SARL Carrières du Fût.

Faillat J.-P., Talbo H. et coll., 2006 – Massif Armoricain. Dans Roux J.C. (Collectif), 2006 – Aquifères & eaux souterraines en France. Tome I, 479 p. BRGM Editions, coll. Scientifique et technique, pp 131-167, Orléans.

Lachassagne P., Wyns R., 2006 – Aquifères de socle. Dans Roux J.C. et coll., 2006 – Aquifères & eaux souterraines en France. Tome I, 479 p. BRGM Editions, coll. Scientifique et technique, pp 43-51, Orléans.

Lachassagne, P., R. Wyns, P. Bérard, T. Bruel, L. Chéry, T. Coutand, J.F. Desprats, and P. Le Strat. 2001. Exploitation of high-yield in hard-rock aquifers: Downscaling methodology combining GIS and multicriteria analysis to delineate field prospecting zones. *Ground Water* 39, no. 4: 568-581.

Wyns R., Gourry JC., Baltassat JM., Lebert F. (1999) –Caractérisation multi-paramètres des horizons de sub-surface (0 – 100 m) en contexte de socle altéré. In GEOFCAN 1997 – Colloque géophysique des sols et des formations superficielles – ORSTOM – Bondy, France, 12/09/1997, actes du colloque, 139-142

Site internet :

InfoTerreTM, portail géomatique d'accès aux données géoscientifiques du BRGM, consulté le 23/11/2011, <http://infoterre.brgm.fr/viewer/MainTileForward.do>





Centre scientifique et technique	Service Géologique Régional de Basse-
3, avenue Claude-Guillemin	Normandie
BP 36009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France	4, avenue de Cambridge
Tel. 02 38 64 34 34	14209 Hérouville-Saint-Clair – France
	Tél. : 02 31 06 66 40