

DEMANDE D'AUTORISATION ENVIRONNEMENTALE

ANNEXE 6 : Etude de stabilité et de vibrations de la carrière (CETE Normandie Centre)



RAPPORTS

CETE
Normandie Centre

Laboratoire
Régional des
Ponts et Chaussées
de Rouen

ETUDE DE STABILITE ET DE VIBRATIONS DE LA CARRIERE D'AUTHEVERNES EN VUE DE SON EXTENSION

AFFAIRE 11965

Ressources, territoires et habitats
Énergie et climat Développement durable
Prévention des risques Infrastructures, transports et mer

**Présent
pour
l'avenir**



Ministère de l'Écologie, de l'Énergie,
Du Développement durable et de la Mer
en charge des Technologies vertes et des Négociations sur le climat

Historique des versions du document

Version	Auteur	Commentaires
	S. DETOURBE	

Affaire suivie par

Stéphanie DETOURBE – Département Géotechnique Environnement
Tél. 02 35 68 89 14 / fax 02 35 68 81 88
Mél. Stephanie.detourbe@developpement-durable.gouv.fr

Référence Internet

http://www.cete-normandie-centre.developpement-durable.gouv.fr

1. PRÉSENTATION

La société des Carrières et Ballastières de Normandie a pour projet d'étendre l'exploitation d'Authevernes (*cf. Plan de localisation*) en direction du Sud-Ouest d'une part (vers le centre de la commune d'Authevernes), et en direction du Nord d'autre part (vers le centre de la commune de Vesly). En direction du Sud-Ouest, cette extension rapprocherait l'exploitation d'un oléoduc Trapil, et en direction du Nord, elle la rapprocherait d'une conduite Dn 600 GRT gaz.

La société CBN a donc sollicité le Laboratoire Régional des Ponts et Chaussées de Rouen, Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement Normandie Centre, pour une étude de stabilité des futurs fronts de taille proches des conduites citées ci-dessus, ainsi qu'une étude des vibrations générées par l'exploitation de cette carrière (cette seconde partie de l'étude fait l'objet d'un rapport séparé).

Des contraintes géométriques pour les futurs fronts de taille sont d'ores et déjà imposées par les gestionnaires des conduites :

- le sommet des futurs fronts de taille devront être distants des conduites de 10 m au minimum ;
- la pente de ces fronts de taille sera de 45°.

Ces contraintes doivent être prises en compte dans la présente étude.

Une visite de la carrière a donc été réalisée le 6 mai 2009, et complétée le 19 mai 2009, par Mme DETOURBE et M. FLAHAUT, géotechniciens au LRPC de Rouen. Cette visite avait pour objectif de décrire la géologie et la structure de la roche au niveau des fronts de taille actuels. Compte tenu du remblaiement partiel déjà opéré sur la carrière, l'analyse des fronts de taille a pu être faite (*cf. Fig. 1*) sur les fronts de taille Sud-Ouest, Sud-Est, la partie centrale non encore exploitée et l'ancien front de taille Nord-Est (partiellement remblayé vers l'Est).

Des mesures de vibrations ont également été réalisées le 19 mai 2009 par Mme JACQUELINE et M. FLAHAUT dont le but était de caractériser les activités générant les plus hauts niveaux de vibration (BRH, chute de blocs, installation de traitement) et apprécier l'atténuation de ces vibrations en fonction de la distance.

AUTHEVERNES Plan de localisation

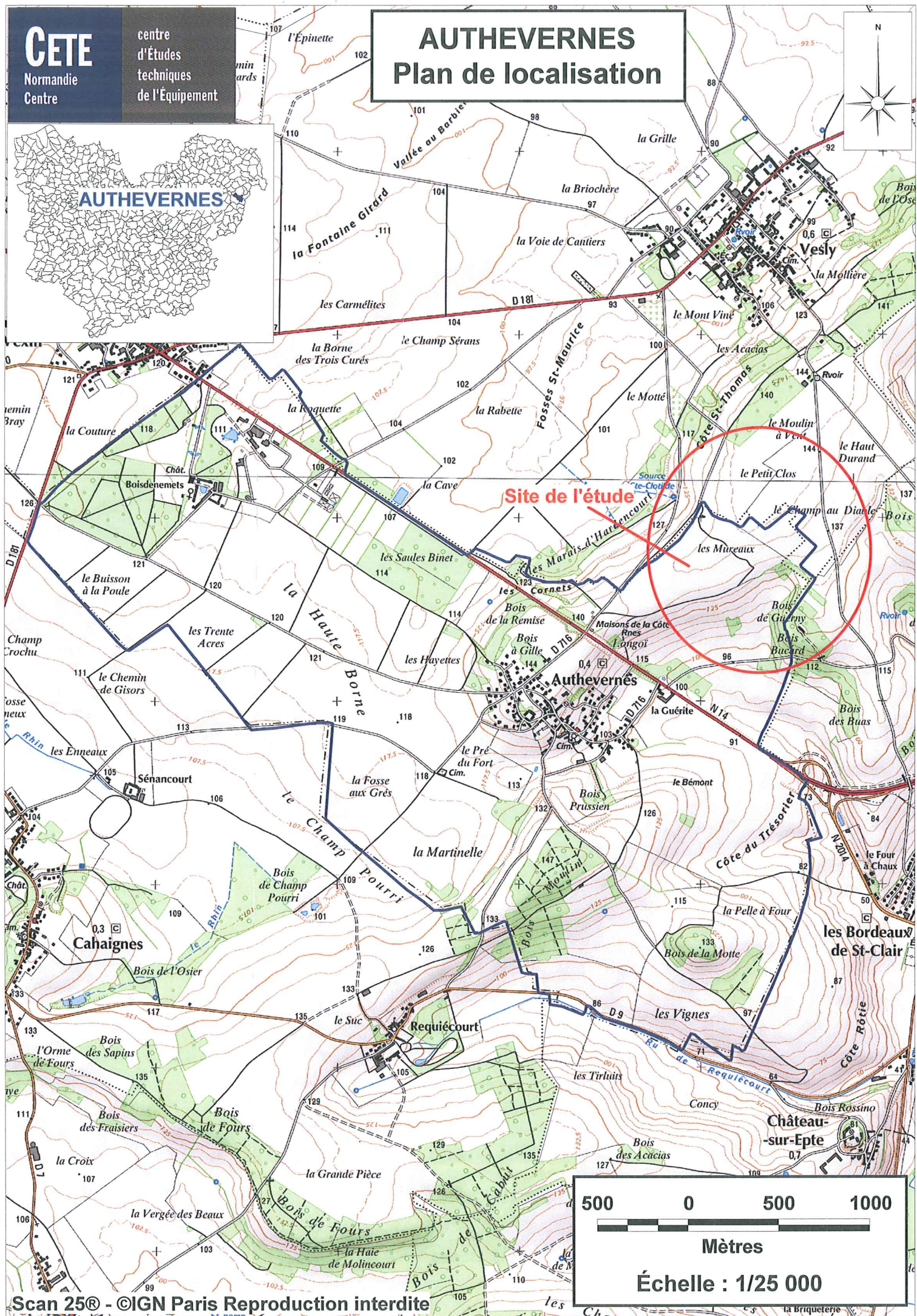
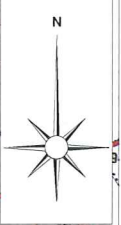
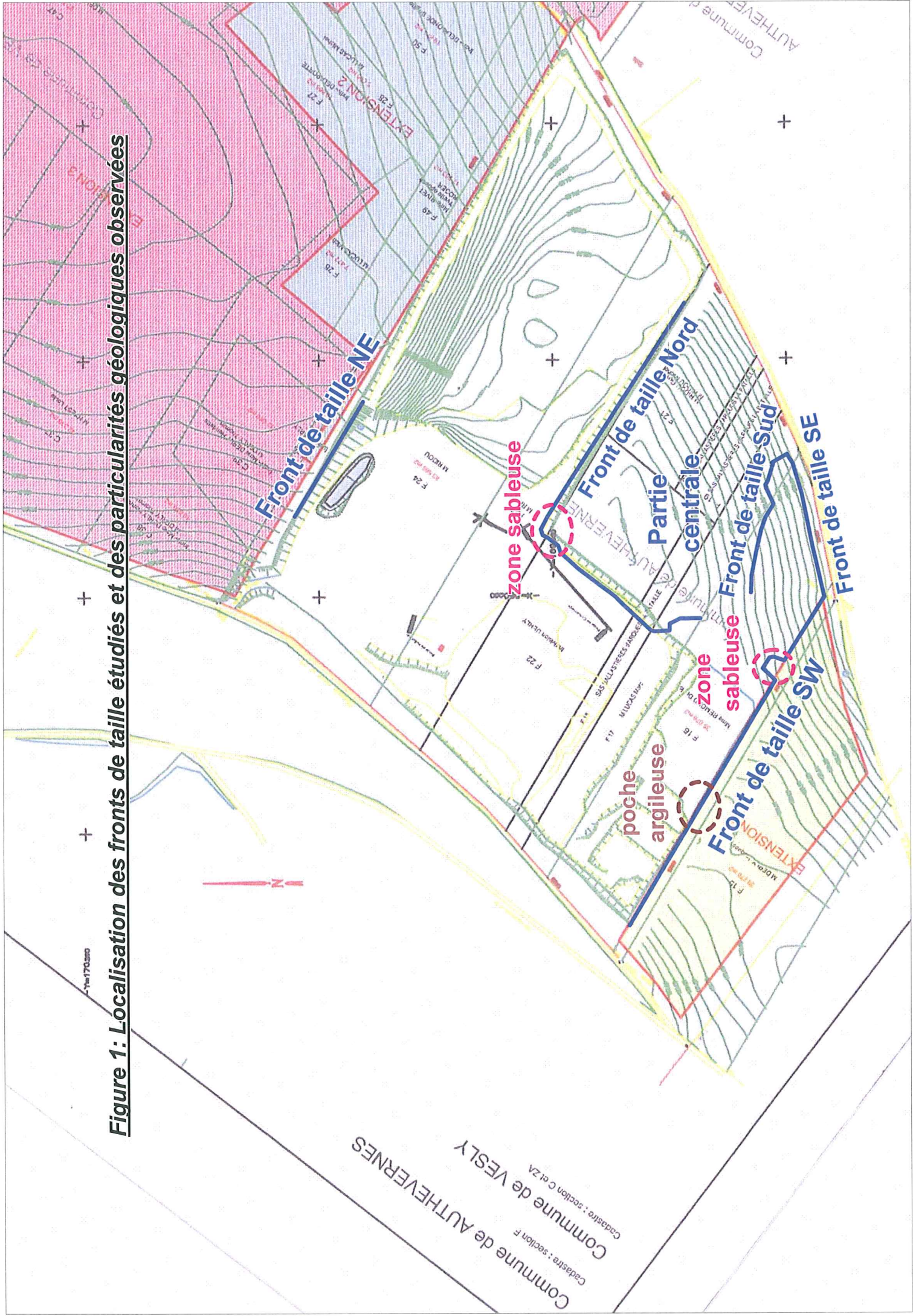


Figure 1: Localisation des fronts de taille étudiés et des particularités géologiques observées



2. CONTEXTE GEOLOGIQUE

La carrière d'Authevernes exploite les calcaires du Lutétien inférieur et de la base du Lutétien moyen formés au cours de l'ère Tertiaire.

D'après la carte géologique au 1/50 000 de GISORS, le Lutétien inférieur se présente sous la forme d'un calcaire sableux tendre glauconieux¹ avec des bancs de rognons de calcaire plus indurés. Ce calcaire sableux est parfois très fossilifère. Il repose sur des sables grossiers quartzeux, glauconieux, à intercalations de lits ou de rognons de calcaires gréseux. Les grains de quartz peuvent être supérieurs à 2 mm de diamètre, très usés et verdis. Le calcaire sableux peut également reposer directement sur les formations du Cuisien.

Le Lutétien moyen se caractérise par un calcaire irrégulièrement consolidé : calcaire en rognons où en les bancs irréguliers de calcaire dur alternent avec un sable calcaire friable.

¹ *Glauconie* : Association de minéraux argileux à forte teneur en fer se formant en milieu marin, parfois en association avec des minéraux phosphatés. Elle se présente fréquemment sous forme de grains (0.1 à 3 mm environ) vert foncé qui se développent sur de débris minéraux ou coquilliers.

3. DESCRIPTION DES FRONTS DE TAILLE

- **Front de taille Sud-Ouest (en limite de « l'extension 1 »)**

Ce front de taille atteint 7,50 à 8,50 m de haut.

- *Au sommet (sur 1,50 m) : calcaire beige rosé, riche en fossiles, se délitant en plaquettes décimétriques, dans une matrice sableuse. Vers l'extrémité Sud de ce front de taille, ce niveau n'apparaît plus du fait d'une surface topographique plus basse (cf. Fig. 2).*
- *En dessous et jusqu'à la base du gisement (sur 6 – 7 m) : calcaire gréseux grossier, plus massif, dans une matrice sableuse. Les intercalations de calcaire gréseux sont de fréquence métrique, et sous forme de lits de 10 à 30 cm d'épaisseur jusqu'à la taille de blocs d'environ 2 mètres-cubes. Certains niveaux apparaissent particulièrement riches en fossiles.*

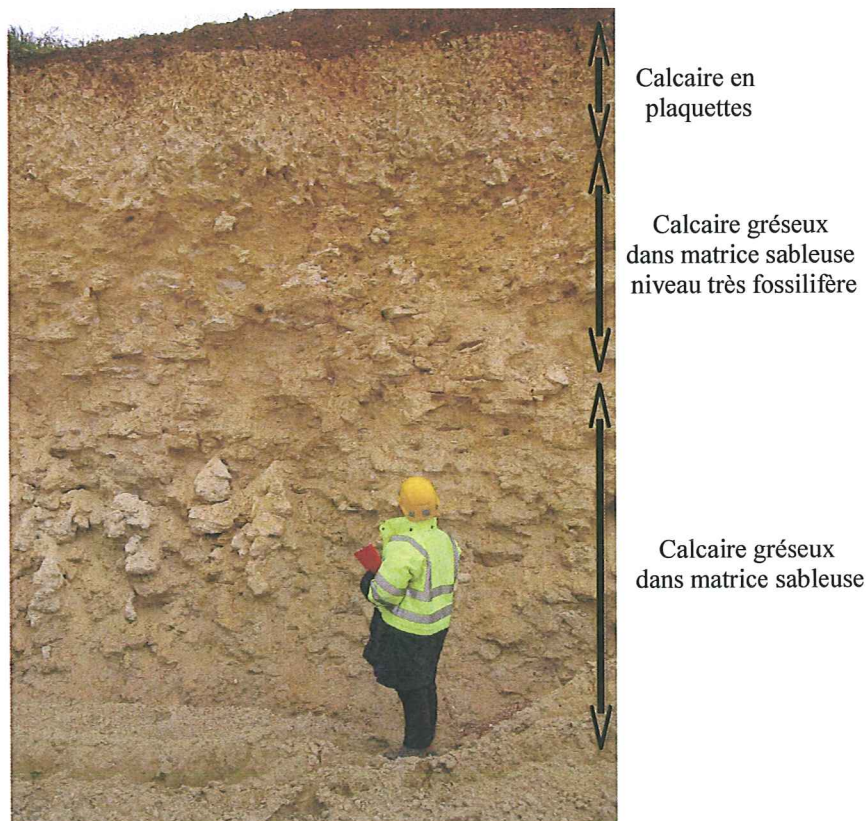


Figure 2 : Front de taille Sud-Ouest (photo prise le 06/05/2009)

Ce front de taille présente plusieurs particularités géologiques :

- A peu près au milieu de ce front de taille, un secteur n'est pas exploité actuellement en raison de l'existence d'une zone fortement sableuse d'environ 3,50 m de haut (cf. Fig. 3 et 4). Ce sable coquillier présente quelques intercalations de blocs de calcaire grossier, plus ou moins gréseux, très coquillier. Les blocs de calcaire mesurent environ 10 cm et jusqu'à quelques dizaines de centimètres d'épaisseur. Cette zone sableuse est traversée par quelques veines argileuses d'orientation générale N90. Quelques petites cavités apparaissent également au niveau de ces veines ; leur parois étant recouvertes de calcite. Ces veines correspondent à des zones de circulation d'eau.



Figure 3 : Front de taille Sud-Ouest avec vue sur la zone sableuse (photo prise le 06/05/2009)



Figure 4 : Vue de la zone sableuse présente sur le front de taille Sud-Ouest (photo prise le 06/05/2009)

- Dans la moitié Ouest de ce front de taille, l'alternance calcaire/sable est interrompue par une poche argileuse qui s'étend sur environ 40 m de large (cf. Fig. 5) et apparaît sur la totalité de la hauteur de front de taille actuellement observable (le fond de la carrière est actuellement en cours de remblai dans ce secteur).



Figure 5 : Vue du front de taille Sud-Ouest et de la poche argileuse depuis le haut du concasseur primaire (photo prise le 06/02/2009)

- **Front de taille Sud-Est**

Ce front de taille atteint environ 6 m de haut. L'alternance de calcaire gréseux/sable devient plus fortement sableuse (cf. Fig. 6). Le calcaire apparaît sous forme de rognons dont certains atteignent quelques mètres-cubes de volume.



Figure 6 : Vue du front de taille Sud-Est de la carrière fortement sableux (photo prise le 06/05/2009)

● Partie centrale

Dans le « quart Sud-Est » de la carrière, une zone « centrale » n'a pas encore été exploitée et a été contournée.

- *Front de taille « Sud » de cette partie centrale* : on retrouve au sommet, sur 3 m d'épaisseur, le calcaire en plaquettes dans une matrice sableuse. En dessous, une alternance de sable et de bancs irréguliers de calcaire gréseux grossier, d'épaisseur décimétrique à pluri-décimétrique, et de fréquence métrique. Vers le centre de la carrière, les alternances sont plus resserrées. Le calcaire est plus présent et les bancs de calcaire apparaissent d'épaisseur équivalente aux lits de sables (10 – 20 cm environ). L'ensemble de la zone semble dépourvue de fossiles. De même, on retrouve en pied de ce front de taille un niveau de calcaire gréseux dur très grossier, contenant des grains de plusieurs millimètres de diamètre et de gros grains verts.
- *Front de taille parallèle au tapis convoyeur* : les formations affleurantes s'apparentent à celles du front de taille Sud-Ouest de la carrière. On retrouve au sommet le calcaire en plaquettes sur environ 2 m d'épaisseur. En dessous, une alternance de sable et calcaire gréseux très grossier, très riche en coquilles. Enfin, en dessous et jusqu'à la base du gisement (sur environ 3,50 m), l'alternance de sable/calcaire devient plus sableuse ; et le calcaire gréseux, en bancs d'épaisseur pluri-décimétrique, devient très gréseux.

Dans l'angle formé par ce front de taille et le front « Nord » de cette partie centrale, apparaît une zone sableuse s'apparentant à celle du front de taille « Sud-Ouest » de la carrière (*cf. Fig. 7*). Dans cette zone, le front de taille, dont la hauteur est d'environ 10 m, laisse apparaître en sommet le calcaire en plaquettes sur environ 2,50 m, puis en dessous, une formation sableuse contenant quelques blocs de grès.

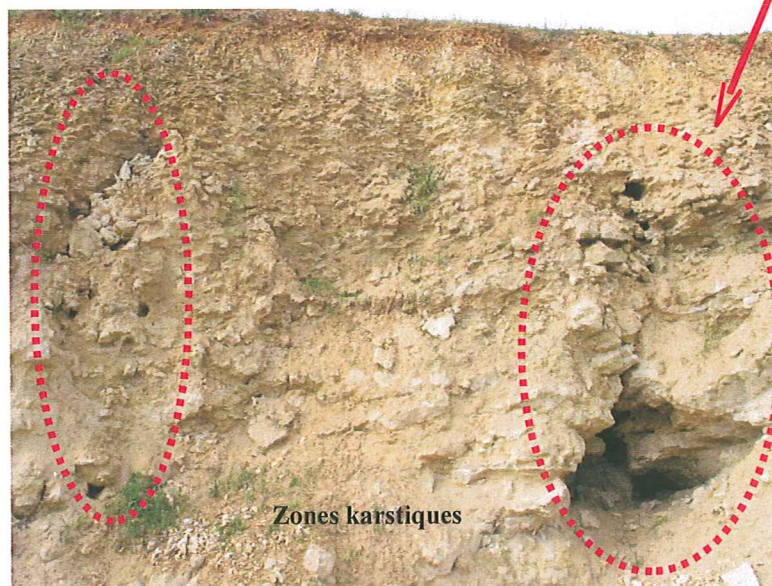


Figure 7 : Vue de la partie centrale, à l'angle entre le front de taille parallèle au tapis convoyeur et le front de taille « Nord » (photo prise le 19/05/2009)

- *Front de taille « Nord » de cette partie centrale* : ce front de taille se termine en biseau vers l'Est du fait du remblaiement partiel de la carrière. Dans la moitié supérieure de ce front de taille (sur environ 3,50 m), apparaît le calcaire en plaquettes. Dans la moitié inférieure et jusqu'à la base du gisement (environ 4 m), apparaît une alternance de sable et bancs de calcaire gréseux grossier, de 10 jusqu'à 30 – 40 cm d'épaisseur, qui évoluent vers des bancs de grès vers l'Est.

Sur l'ensemble de la partie centrale, des zones karstiques ont été observées. Un important conduit de forme circulaire a été observé dans la moitié supérieure du front de taille « Sud ». Le long des autres fronts, ces zones se présentent sous forme de conduits sub-verticaux remontant quasiment jusqu'en surface, et sub-perpendiculaires aux fronts de taille. Des vides apparaissent au niveau de ces conduits provoqués très probablement par l'entraînant des fines et du sable par les circulations d'eau. Les parois de ces cavités sont généralement recouvertes de calcite. Pour certains de ces conduits, notamment le long du front « Nord », la taille des vides permet d'observer leur profonde étendue de plusieurs mètres dans le massif. La largeur de certaines zones karstiques (et des vides créés) a entraîné l'éboulement de masses rocheuses (front « Nord »). Dans ce même secteur, deux zones karstiques majeures ne sont distantes que de quelques mètres (cf. Fig. 8 et 9). On peut imaginer que l'évolution de ces zones pourraient conduire à l'effondrement de l'ensemble de la zone comprise entre ces deux couloirs karstiques. Ce phénomène pourrait donc expliquer l'existence de la poche argileuse présente sur le front Sud-Ouest de la carrière. Cette poche argileuse serait alors issue d'un ancien effondrement karstique qui aurait été comblé par la suite par les formations argileuses sus-jacentes.

Figures 8 et 9 : Vues de deux zones karstiques du front Nord de la zone centrale (photos prises le 19/05/2009)



- **Front de taille Nord-Est de la carrière (en limite de « l'extension 3 »)**

Ce front de taille correspond à un ancien front de taille qui n'est pas exploité aujourd'hui et dont la partie la plus à l'Est est remblayée. Ce front de taille atteint jusqu'à 13 m de haut et présente une pente de 45° (cf. Fig. 10). Il laisse apparaître une alternance de lits de sable (d'environ 10 à 15 cm d'épaisseur) et de bancs de calcaire fin très gréseux, voire de grès, riches en fossiles, d'environ 10 cm d'épaisseur (quelques bancs atteignent environ 30 cm d'épaisseur). Au sud du bassin de décantation actuel, apparaît un conduit karstique.



Figure 10 : Vue du front de taille Nord-Est (photo prise le 19/05/2009)

4. STABILITE DES FRONTS DE TAILLE

Dans les conditions géométriques imposées par les gestionnaires des conduites Trapil et GRT gaz (sommet des fronts de taille éloignés de 10 m minimum des conduites ; pente des fronts de taille égale à 45°), la stabilité des futurs fronts de taille ne semble pas présenter de problème à court terme (dans les 3 ans). A plus long terme (dans les 10 ans), cette stabilité sera dépendante de la géologie présente au niveau de ces fronts de taille.

Si l'alternance sable/calcaire se présente de façon homogène sous une forme « resserrée » de lits décimétriques à pluri-décimétriques de sable et de calcaire en proportions quasi-équivalentes (comme cela apparaît au niveau du calcaire en plaquettes présent en sommet de gisement, au niveau du front de taille ancien au Nord-Est de la carrière, et au niveau du front de taille « Sud » de la partie centrale), une pente à 45° semble stable à long terme comme en témoigne l'ancien front de taille au Nord-Est de la carrière.

Si la proportion de sable devient plus importante par rapport au calcaire (comme cela se présente à l'extrémité Sud de la carrière), la stabilité à long terme sera probablement obtenue avec une pente plus douce de l'ordre de 35°.

Enfin, des particularités géologiques ont été observées dans la carrière : poches sableuses, poches argileuses, couloirs karstiques. Si de telles particularités sont observées à l'approche des conduites (elles ne peuvent l'être à l'heure actuelle compte tenu des données disponibles et de leur caractère ponctuel), une étude spécifique devra alors être menée au niveau de ces zones afin :

- d'établir l'influence de la création d'un front de taille, dans les conditions géométriques citées précédemment, sur la stabilité de ces zones (donc évaluer l'aggravation de l'état d'instabilité de ces zones particulières générée par ces fronts de taille) ;
- de définir les mesures qui pourraient se révéler nécessaires à la stabilisation de ces zones afin des préserver les conduites (ajustement des pentes, remblaiement rapide de la fouille ...).

Compte tenu de ces hétérogénéités géologiques ponctuelles, nous recommandons une nouvelle observation géologique des fronts de taille, à l'avancée de l'exploitation éventuellement, mais surtout à l'approche des conduites afin de mettre en évidence d'éventuelles particularités géologiques qui nécessiteraient une adaptation de l'exploitation pour en assurer la stabilité des fronts de taille. Les distances de 25 m par rapport à la conduite Trapil et 30 m par rapport à la conduite GRT gaz paraissent optimales pour établir ce diagnostic :

- Compte tenu de la hauteur du gisement et de la géologie observée dans la carrière d'Authernes, aucun phénomène d'éboulement de front de taille de grande ampleur de façon simultanée pouvant affecter un enjeu situé 25 m en arrière n'est probable.
- Ces distances sont suffisantes pour prendre les dispositions particulières qui pourraient se révéler nécessaires à la stabilisation des fronts.

5. CONCLUSION

Le L.R.P.C. de Rouen est intervenu sur la carrière d'Authevernes pour y effectuer une reconnaissance visuelle de la géologie des fronts de taille qui avait pour objectif d'analyser la stabilité des fronts de taille projetés par une future extension. L'existence d'un oléoduc Trapil et d'une conduite Dn 600 GRT gaz aux limites du projet d'extension a justifié cette étude préalable de stabilité des futurs fronts de taille.

Sauf particularité géologique à proximité des conduites, cette étude conclue à une stabilité assurée des fronts de taille à court terme (dans un délai de 3 ans après création du front de taille).

A plus long terme (dans les 10 ans après la création du front de taille), si toutefois le front de taille n'est pas déjà remblayé dans ce délai (cf. ci-après), sa stabilité sera dépendante de la proportion sable/calcaire du front de taille :

- Une pente à 45° (telle que demandée par les gestionnaires des conduites) sera suffisante dans les zones où la proportion sable/calcaire est quasi-équivalente.
- Une pente à 35° sera nécessaire dans les zones où le sable sera en proportion plus importante.

Enfin, des adaptations de l'exploitation du gisement pourront se révéler nécessaires si des particularités géologiques (zones karstiques notamment) apparaissent à proximité des conduites. Un relevé géologique périodique des fronts de taille, mais tout particulièrement à l'approche des conduites (25 m par de la conduite Trapil et 30 m de la conduite GRT gaz), sera donc nécessaire afin d'anticiper et mettre en place ces éventuelles adaptations.

En tout état de cause, **quels que soient les terrains rencontrés au niveau des fronts de taille, ceux-ci seront stabilisés dès lors qu'ils seront remblayés.** Dans les zones particulières (décrites précédemment) identifiées à l'approche des conduites, un remblaiement de la fouille à court terme (c'est à dire remblaiement rapide après ouverture du front de taille, le délai étant à ajuster en fonction du contexte) permettra de s'affranchir de ces instabilités potentielles des fronts de taille.



CARRIÈRES ET BALLASTIÈRES DE NORMANDIE

Carrière des Mureaux – 27420 Authevernes

Tel : 02 32 27 67 57 – Fax : 02 32 27 67 55

COMPLEMENT A L'ETUDE DE STABILITE CETE ROUEN

Exploitation des fronts de la carrière

L'étude menée par le CETE Rouen conclut à la stabilité des fronts de taille à court terme (3 ans après la création du front de taille). L'étude est confortée par l'expérience de CBN depuis le début de l'exploitation du gisement.

Les fronts de taille feront l'objet d'un relevé mensuel sur les fronts en activité et à l'approche des conduites Trapil et GRT Gaz.

Les particularités géologiques seront traitées comme suit :

- poche d'argile : purge de la zone concernée jusqu'au gisement sain
- Karsts : les karsts rencontrés ne modifient pas la stabilité des fronts
- Partie supérieure du calcaire (gisement en plaquette) : exploitation avec une pente à 80° pour en assurer la stabilité. Cette partie représente en moyenne 5 mètres, soit la moitié de la hauteur du front.
- Le calcaire inférieur (plus massif) : exploitation sur un front vertical. Cette partie représente l'autre moitié de la hauteur du front.

Comme préconisé par le CETE, la stabilité des fronts de taille inactifs sera assurée par le remblayage coordonné de la carrière au fur et à mesure de son exploitation. Plus particulièrement aux abords des conduites Trapil et GRT Gaz. Le remblayage sera réalisé dans un délai inférieur à 3 ans après la création du front. Pour les autres fronts, le remblayage complet sera réalisé dans un délai inférieur à 10 ans après la création du front de taille. Des gradins de matériaux inertes d'une épaisseur d'environ 5 mètres seront réalisés en appui sur le front de taille pour conforter celui-ci.

Siège social :

Rouxmesnil-Bouteilles

Z.I. Zone Bleue

76379 DIEPPE Cedex

SAS au capital de 713 307 €

Siret 348 859 430 00061 - 348 859 430 RCS Dieppe - Code NAF 741 J

N° TVA Intracommunautaire FR 03 348 859 430