

## Mise en sécurité de la tête du puits n°1 d'ANNEZIN

Christian Bocquillon, Sandrine Lemal, Roger Dhenain

► **To cite this version:**

Christian Bocquillon, Sandrine Lemal, Roger Dhenain. Mise en sécurité de la tête du puits n°1 d'ANNEZIN. Congrès International sur la gestion des rejets miniers et l'après mine (GESRIM), Apr 2012, Marrakech, Maroc. hal-00824343

**HAL Id: hal-00824343**

**<https://hal-brgm.archives-ouvertes.fr/hal-00824343>**

Submitted on 21 May 2013

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Mise en sécurité de la tête du puits n°1 d'ANNEZIN

Christian Bocquillon<sup>1</sup>, Sandrine Lemal<sup>1</sup> et Roger Dhenain<sup>2</sup>

<sup>1</sup> BRGM/DPSM/UTAM Nord, Rue Blériot, Billy-Montigny, France, [c.bocquillon@brgm.fr](mailto:c.bocquillon@brgm.fr)

<sup>2</sup> DREAL Nord Pas-de-Calais, Service Risques/DRNHM, 44 rue de Tournai, LILLE, France

**Abstract:** To avoid a localised collapse of a wellhead, resulting from the rupture of the casing, impacting six homes, the French government asked for the safety of the well N°1 of Annezin. The work consisted of setting up an outdoor reinforcement by creating a monolithic concrete.

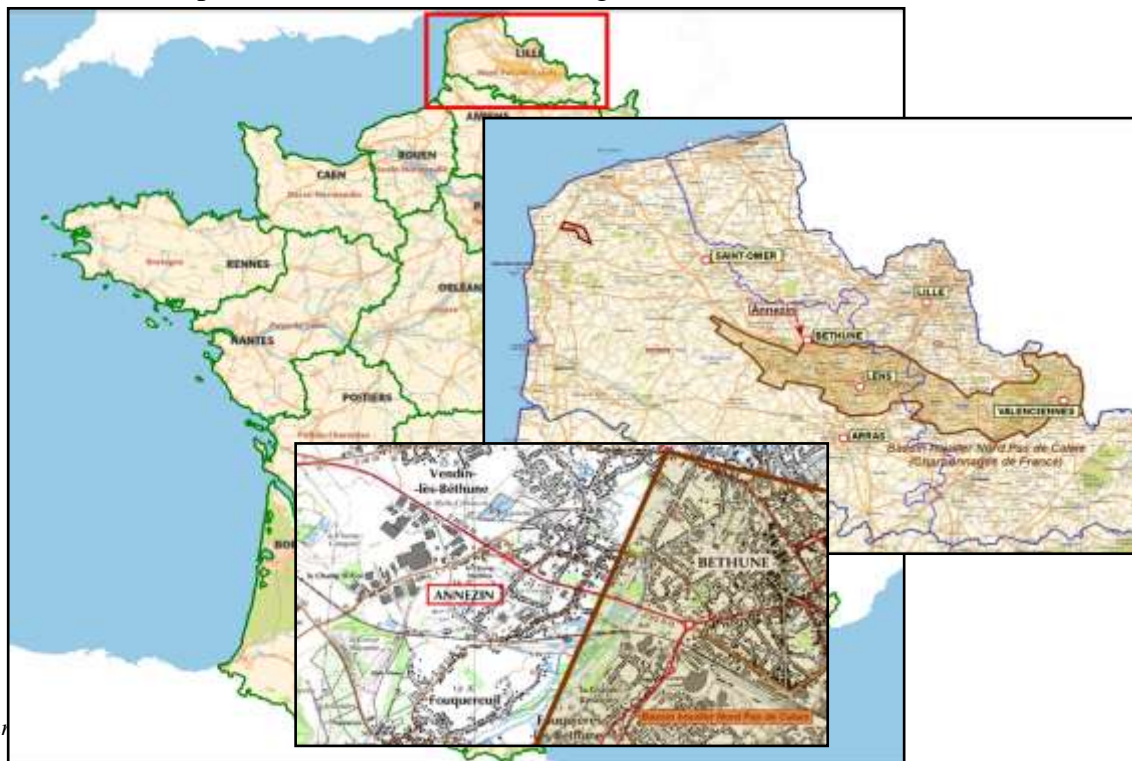
**Key words:** Nord Pas de Calais, coal basin, jet grouting, safety engineering

**Résumé :** Pour prévenir un effondrement localisé de la tête de puits résultant de la rupture du cuvelage et pouvant affecter 6 habitations, l'Etat a demandé la mise en sécurité du puits n°1 d'Annezin. Les travaux ont consisté en la mise en place d'un confortement extérieur par la création d'une paroi de soutènement monolithique en béton.

**Mots clés :** Nord Pas de Calais, bassin houiller, jet-grouting, mise en sécurité

## 1. INTRODUCTION

Situé dans le Nord de la France, le puits n°1 de la concession de Vendin Lez Béthune se trouve dans la propriété d'un particulier, sur le banc de la commune d'Annezin, près de Béthune dans le département du Pas-de-Calais (Fig. 1).



Figur

Figure 1 : Situation du site du puits 1d'Annezin

Située à l'Ouest de la concession de Noeux, cette concession abandonnée avant la nationalisation comportait 5 puits peu profonds (400 m), qui ont été exploités de 1854 à 1938 avec de grandes difficultés liées à la nature des terrains sableux du Landénien (25 m en tête) et à des venues d'eau incessantes. Ces conditions d'exploitations ont eu pour conséquences de ruiner financièrement la Compagnie propriétaire de ces puits.

Sur la commune d'Annezin, deux puits, les puits 1 et 2, ont été creusés et reliés entre eux par deux étages (Fig.2).

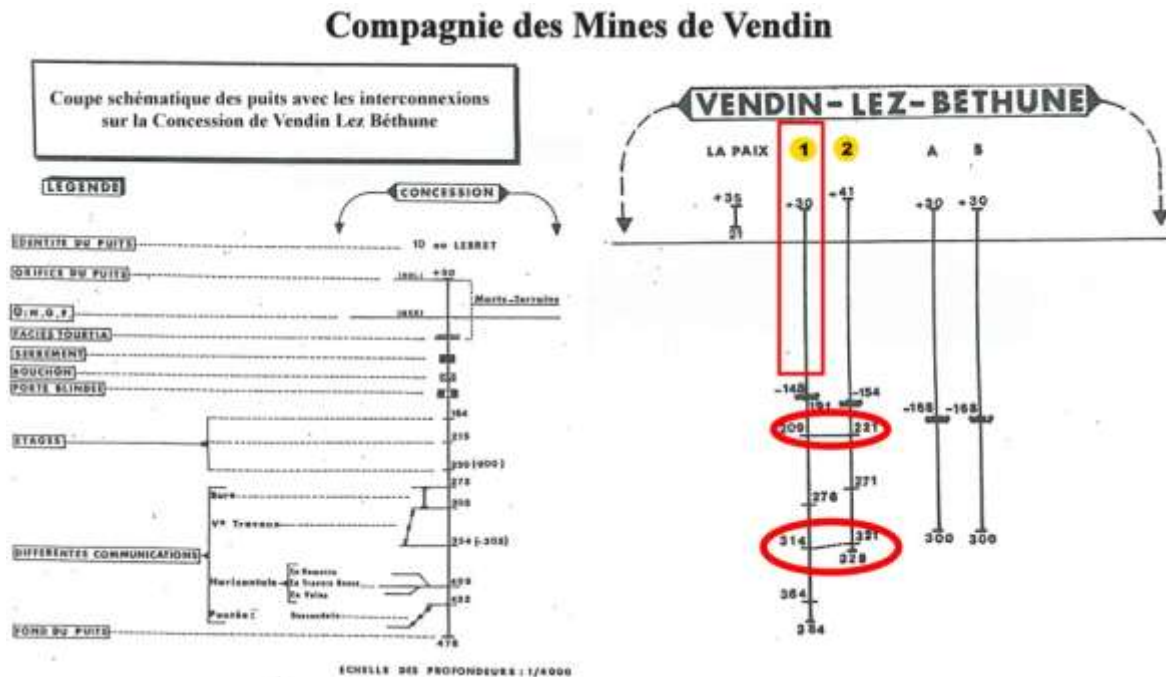


Figure 2 : Interconnexion entre les puits

Après son abandon en 1938 à la suite d'un échec de dénoyage en 1930, la localisation du puits 1 n'est restée qu'approximative au travers des écrits techniques. Sa matérialisation n'a été reprécisée qu'en 1971, à la suite d'investigations géotechniques pour répondre aux services d'urbanisme. Le puits 2, situé à 1300m du puits 1 a été traité par l'opérateur public minier Charbonnages de France (CdF) en 2000 pour le compte de la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL). En effet, le code minier français prévoit qu'à la disparition des exploitants, l'Etat devient le garant des risques qu'engendreraient de tels ouvrages.

## 2. PROBLEMATIQUES APRES-MINE : Aléas, prévention et mise en sécurité

Afin d'analyser les risques miniers résiduels liés à la présence du puits 1 sur la commune d'Annezin et de faire des propositions de mise en sécurité, l'Etat a demandé au Département Prévention et Sécurité Minière (DPSM) du BRGM de reprendre les investigations pour confirmer sa localisation, vérifier son état, son mode de traitement mais aussi caractériser les terrains encaissants pour définir des travaux adéquats de mise en sécurité.

Après des recherches bibliographiques et des fouilles autour de la zone présumée décrite au moment de l'exploitation, il a été découvert au lieu indiqué, une structure en brique profonde d'environ 6 mètres qui ne semblait pas correspondre au puits mais à la structure d'un puits d'exhaure d'après un ancien plan du carreau de la fosse (Fig. 3).

Une superposition de ce plan avec une photo aérienne a permis de retrouver en 2007, le puits fermé par un enchevêtrement de câbles et ferrailles diverses reposant sur des poutrelles (1,5 m sous la surface) (Fig. 4).



Figure 3 : Structure brique béton découverte



Figure 4 : Localisation réelle du puits

Afin de reconnaître préalablement l'état du puits une exploration par caméra a été réalisée. Celle-ci a mis en évidence que le puits non remblayé, mais ennoyé, était toujours équipé et présentait notamment un compartiment d'échelles de service. Son cuvelage en brique sur les 5 premiers mètres était ensuite en bois. La descente de la caméra s'est arrêtée sur un amas de câbles à -133 m.

Selon GEODERIS, l'expert public de l'Etat en termes de risque minier, l'aléa « effondrement » localisé lié au puits déclaré fort (Fig. 5), ainsi que la présence de six maisons dans le périmètre du cône d'effondrement susceptible de se former, rendaient nécessaire la mise en sécurité pérenne du puits (Fig. 6).

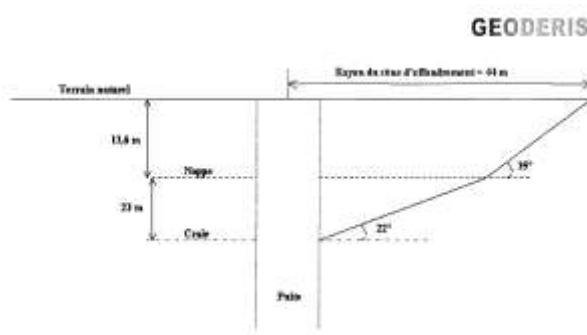


Figure 5 : Evaluation cône d'effondrement



Figure 6 : Habitations dans la zone d'aléa

### 3. METHODOLOGIE SUIVIE ET CONCEPTION DES TRAVAUX

Après son étude de faisabilité, le BRGM/DPSM n'a pas retenu la solution « Remblayage intégral du puits », ni la solution « Mise en place d'un bouchon autoportant » du fait du mauvais état du cuvelage, de la présence d'eau mais aussi de la présence d'un obstacle (cage d'ascenseur probablement coincée à 130 m pour un puits de 384 m de profondeur) (Fig. 7).

Il a plutôt été retenu une solution par confortement extérieur, avec la création d'une paroi de soutènement monolithique béton, supprimant le risque d'effondrement sur toute la hauteur des terrains sableux jusqu'aux terrains encaissants (Fig. 8).

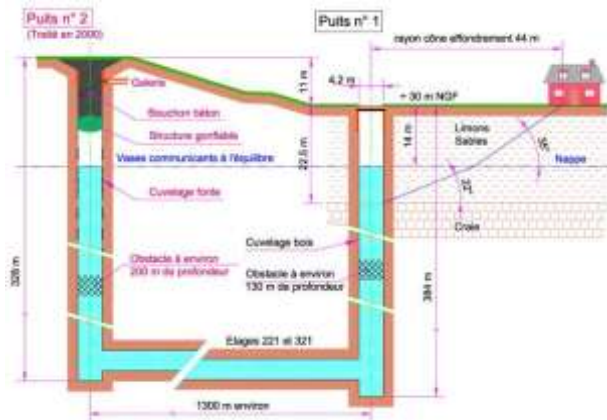


Figure 7 : Situation et ennoyage des puits 1 et 2

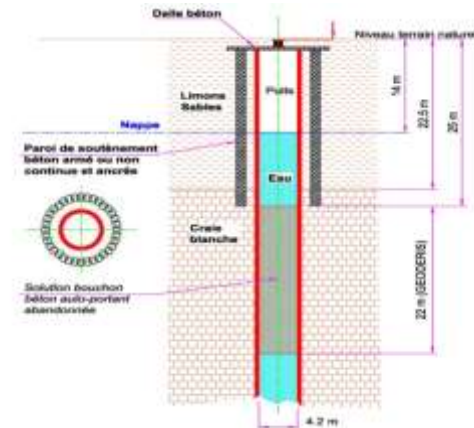


Figure 8 : Schéma de traitement du puits

Considérant la nature particulière des travaux, le BRGM/DPSM a proposé à la DREAL un traitement du puits sur les bases de la technique du « jet-grouting »

Cette technique permet de réaliser un soutènement continu auto-stable, en béton non armé, composé de 28 colonnes sécantes de Ø 1,20-1,40 m assurant la continuité de l'effet d'anneau en profondeur (Fig. 9). Le puits pouvant ensuite être obturé en surface par une dalle en béton armé (type ouvrage d'art) en appui et liée à l'ouvrage de confortement, munie d'un regard de visite et d'un dispositif pour le contrôle du gaz de mine et le contrôle du niveau d'eau.

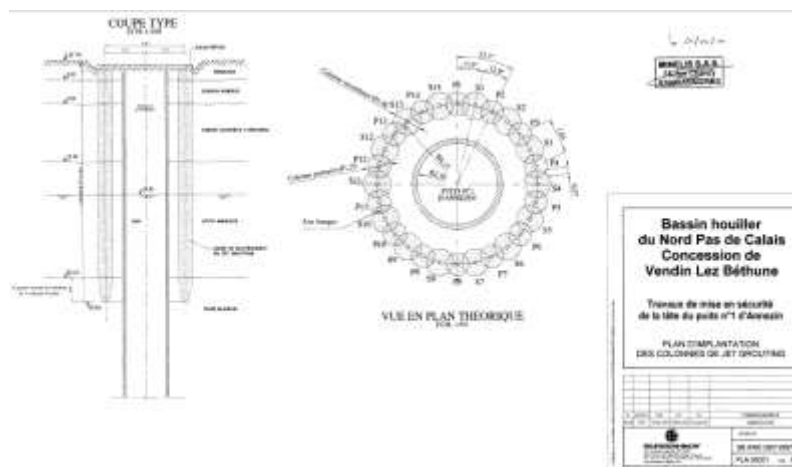


Figure 9 - Plan de réalisation des colonnes de jet-grouting

#### 4. PHASE D'EXECUTION

Des travaux préparatoires, démarrés en mars 2010 et préalables à la réalisation du confortement, ont été nécessaires. La tête du puits a été entièrement dégagée, puis sécurisée par un platelage métallique (Fig. 10).



**Figure 10 - Intérieur du puits après ouverture**



**Figure 11 - Plan de travail du jet-grouting**

La zone de travail et d'évolution pour le *jet-grouting* a été aménagée par la mise en œuvre d'une semelle en béton armé autour du puits avec réservations tubées pour les forages (Fig. 11).

La mise en sécurité du puits par confortement a débuté mi-avril 2010 lors du montage de l'installation de production pour le *jet-grouting* (silos à ciment, silo à eau, malaxeur, pompes). Deux colonnes d'essai ( $\varnothing$  1,2 à 1,4 m) ont été réalisées jusqu'à 26 mètres de profondeur. La mesure des diamètres a été obtenue par la méthode du cylindre électrique (mesure de résistivité entre forage piézométrique extérieur et forage dans l'axe de la colonne). Les résultats concluants sur ces 2 colonnes ont permis le calage des paramètres de *jet-grouting* et le lancement de la production sur 26 m, d'une paroi de soutènement sur un diamètre d'implantation de  $\varnothing$  8,20 m de 28 colonnes sécantes, dont 14 colonnes de  $\varnothing$  1,20 m en primaire et 14 colonnes  $\varnothing$  1,40 m en secondaire. Cette opération a duré 1 mois et demi. Les essais et contrôles ont montré des résultats satisfaisants de 6,5 MPa pour 90% des résultats et une résistance moyenne sur l'ouvrage de 9 MPa. Les calculs de dimensionnement étaient très conservateurs avec une marge importante sur les paramètres eau (niveau bas dans le puits) et poussée des terres.

La dalle de fermeture en béton armé de  $\varnothing$  extérieur 11,70 m a ensuite été réalisée en appui et liée aux têtes de colonnes (épaisseur minimum de 0,50 m et maxi de 0,65 m). Sa mise en œuvre s'est effectuée en 2 temps : une partie préfabriquée constituée par 3 prédalles, a été posée sur la trémie de 5,00 x 6,00 m laissée dans la semelle béton du *jet-grouting* (coffrage perdu) puis la partie supérieure a été coffrée, ferrillée (Fig. 12 et 13)) et coulée sur place (réservation au centre pour le dispositif de contrôle). Cette opération s'est déroulée sur 2 semaines.

Un dispositif pour le contrôle du niveau d'eau dans le puits et la mise à l'air du gaz de mine par évent déporté a été mis en place afin de pouvoir assurer la surveillance de l'ouvrage si nécessaire.



**Figure 12 – Mise en œuvre coffrage ferrailage**



**Figure 13 – Dalle fermeture puits terminée**

Les travaux de génie civil ont duré 7 mois, mais la totalité de l'opération s'est déroulée sur 2 ans du fait des travaux de remise en état importants de la propriété privée (réfection de surfaces, remblayage de la dalle du puits avec la mise en place de terre végétale sur l'emprise des travaux, remplacement des arbres et arbustes et engazonnement). Le coût total de ces travaux s'élève à 1 M€. Ce chiffre est largement inférieur à ce qu'aurait coûté une éventuelle expropriation à l'Etat.

## 5. CONCLUSIONS

Le risque d'effondrement des terrains proches de la surface, lié à la présence de l'ancien puits minier, a été ramené à un niveau acceptable compte tenu des enjeux de surface. La partie supérieure de l'ouvrage a été confortée afin qu'elle résiste à terme à la poussée des terrains sableux du Landénien. Un suivi du puits a été assuré pendant toute la durée des travaux de mise en sécurité, en termes de qualité et de niveau d'eau dans celui-ci. Un piézomètre temporaire avait été créé sur le site, à l'extérieur de l'ouvrage de *jet-grouting*, dans la zone des travaux, afin de recueillir des informations sur le niveau de la nappe environnante. Le niveau mesuré dans ce piézomètre était de l'ordre de  $-6$  m, soit le même que dans le puits. Il semble donc qu'il y ait toujours un équilibre entre le puits et la nappe. L'inspection vidéo du puits après travaux n'a pas montré d'anomalies hormis des dépôts de ciment sur les structures horizontales. Des équipements de contrôle ont été mis en place afin de pouvoir faire un suivi piézométrique et une surveillance gaz, le cas échéant.