



Reçu
M. B



Secteur Mines Chimie Enrichissement
Business Group Mines
BUM/DRS

DREAL LIMOUSIN

Immeuble Pastel
22, rue des Pénitents Blancs
87032 LIMOGES cedex

A l'attention de M. BERGOT

Bessines, le 05/02/2010

Affaire suivie par C. ANDRES
05/55/60/50/89

Réf : BGM/DRS/CESAAM/ENV CE 10/028 - CAS / VBY

Objet : Analyse géotechnique - site de Basseneuille - commune de VAREILLES

Monsieur

Conformément à notre demande en date du 23 novembre 2009, veuillez trouver en pièce jointe le rapport d'expertise de risques d'instabilité des anciens travaux souterrains sur le site de Basseneuille (commune de VAREILLES) réalisé par M. Jacques FINE, expert en géotechnique et exploitation du sous-sol.

Ce rapport conclu clairement à l'absence de mouvement de terrains de surface liés à la présence de la galerie située à l'aplomb des habitations.
Cependant, afin de s'assurer de la pérennité de cette stabilité, l'expert recommande une reconnaissance par sondages pour s'assurer de la qualité des terrains situés entre le toit de la galerie et la surface. Cette reconnaissance sera effectuée au cours de l'année 2010.

Restant à votre disposition, nous vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments distingués.

Le Chef d'Etablissement,

G. LAURET

P.J.: 1

Copie :

Mairie de VAREILLES – Le bourg – 23300 VAREILLES
Mme MACHERE D. 10, rue G. Sand – 23300 LA SOUTERRAINE (propriétaire)
Préfecture de Creuse – à l'attention de M. REMUZON – 4 Place Lacrocq – 23000 GUERET.

AREVA NC

Etablissement de Bessines - CESAAM - 1, avenue du Brugeaud - 87250 BESSINES - Tél. : 05 55 60 50 70 - Fax : 05 55 60 50 86
FC Limoges B 305 207 169 76 B 82 - APE 0990Z

Siège Social :
33 rue La Fayette - 75009 PARIS - France - Tél. : 01 34 96 00 00 - Fax : 01 34 96 00 01
SA CAPITAL DE 100 259 000 € - 305 207 169 RCS PARIS



Jacques FINE
Ingénieur Civil des Mines

Réf. ARV/1001
4 février 2010

Conseiller en Géotechnique
et Exploitation du Sous-Sol

26 Rue Saint Honoré
77300 FONTAINEBLEAU

Téléphone : 06 07 45 05 55
Télécopie : 01 64 22 63 78
Courriel : fine.jacques@wanadoo.fr

AREVA NC
ANCIEN SITE DE BASSENEUILLE
ANALYSE DES RISQUES D'INSTABILITE
DES ANCIENS TRAVAUX SOUTERRAINS

Le site uranifère de Basseneuille (Commune de Vareilles dans la Creuse) a été exploité entre 1958 et 1963 par la CFMU. La Drire a demandé à AREVA NC une étude des risques de mouvement de terrains liés à ces anciens travaux.

Ce rapport a pour objet de répondre à cette demande.

Les moyens mis en œuvre pour effectuer cette étude ont été :

- une visite du site le 19 janvier 2010
- la consultation des archives relatives à ces anciens travaux disponibles dans le Centre AREVA de Bessines.
- un entretien téléphonique avec M. Robert Aucharles, habitant de Basseneuil et ayant vécu les travaux miniers (35 ans en 1960)

1. LES DONNEES

1.1. Données sur le gisement.

Le gisement de minerai uranifère du site dénommé « Basseneuille » était constitué par un filon de faible extension. La puissance du filon ne dépassait pas 2 m. Son extension horizontale était de l'ordre d'une centaine de mètres. Ce filon, orienté à peu près Nord-Sud, présentait un pendage de l'ordre de 70 degré vers l'Ouest.

Les terrains encaissants, toit et mur du filon, sont constitués par du granite. Le filon lui-même se situe dans une faille dont le caisson broyé renferme des phosphates, des oxydes et des minéraux tels que pechblende, marcassite etc, a été fortement silicifié.

1.2. Données sur les travaux miniers

On trouvera en annexe un plan des travaux miniers ainsi qu'une vue aérienne du site sur lequel on a reporté la trace de ces travaux. Les travaux miniers comprennent :

- un puits dénommé puits P1
- deux montages M1 et M2, c'est-à-dire deux cheminées reliant le fond et la surface creusées dans le filon
- deux galeries de niveau dont la section était environ 2 x 2 soit 4 m²
- le niveau -15 d'une longueur de 50 m environ
- le niveau -25 d'une longueur de 130 m environ
- une amorce de descenderie partant du niveau -25 et atteignant la cote -29, d'une longueur de 15 m environ.
- un chantier probable de dépilage. Un rapport datant de mars 1960 signale qu'après l'arrêt de la descenderie et son remblayage, l'exploitation de Basseneuille a été arrêtée à cette époque. Néanmoins, des rapports mensuels de juin, juillet et août 1963 signalent qu'un dépilage a été effectué entre le niveau -12 et le niveau -25 et que ces travaux ont été remblayés. On peut donc penser qu'un essai de reprise d'exploitation a été effectué.

On trouvera en annexe une coupe verticale schématique perpendiculaire à la direction du filon, suivant la direction du sondage S3 mentionné sur le plan (fig.3).

On ne dispose pas d'informations écrites sur les techniques d'exploitation. On peut penser que le minéral était abattu à l'explosif, ce qui est confirmé par M. Aucharles. Celui-ci se souvient également de l'existence d'un soutènement par boisage mais un soutènement non systématique, des tronçons restant non soutenus.

1.3. Données sur la configuration en surface

Les terrains situés au dessus des travaux miniers sont, en allant du Sud au Nord, les parcelles cadastrales portant les références : 882, 691, 966, 998, 690, 1001 et 847. Les parcelles 690 et 998 sont des parcelles sur lesquelles existent des constructions. On trouvera en annexe deux photos : la première est une photo du pignon de la construction sise à l'aplomb des niveaux, construction qui a été positionnée sur la coupe de la figure 1. Cette grange, dont les murs ont été construits en pierre granitique, date de 1903. La seconde photo est celle d'un second bâtiment sis sur la même parcelle, mais se trouvant en dehors de la zone exploitée.

1.4. Données géotechniques

On ne dispose pas de valeurs mesurées de la résistance des terrains concernés. Les épontes constitués de granite étaient certainement très résistantes. Quant au filon lui-même, le fait que le soutènement n'y était pas systématique nous amène à penser que sa résistance était bien supérieure à celle d'un sable consolidé type arène granitique.

M. Aucharles mentionne la nécessité d'un pompage permanent, y compris les jours non travaillés. On peut donc penser à une forte perméabilité de fracture des terrains granitiques.

Quant aux matériaux utilisés pour le remblayage du puits et des montages, ils provenaient, selon M. Aucharles, du chantier de Crozant. M. Aucharles mentionne également l'utilisation de balles de paille pour remblayer les galeries. Cela ne nous surprend pas car l'utilisation de

matériau du même type (fagots de bois par exemple) n'était pas exceptionnelle dans les exploitations d'autrefois (une très faible contrainte de confinement permet en effet de stabiliser une amorce de rupture).

1.5. Observations effectuées sur le site.

Lors de la visite du 19 janvier 2010, nous avons pu faire les constatations suivantes :

- aucune manifestation récente de mouvement de terrain ne peut être observée dans les bâtiments.
- l'emplacement du puits peut être repéré par une petite cuvette d'affaissement
- les emplacements des montages M1 et M2 ne peuvent pas être localisés par observation visuelle
- le pignon de la grange représentée sur la photo a manifestement subi des dégradations depuis sa construction et a fait l'objet de renforcements : construction d'un contrefort dans l'angle Sud-Ouest, mise en place de tirants Est-Ouest et Nord-Sud. M. Auchard se souvient de travaux de confortement par ouvrage bétonné réalisés à l'époque de l'exploitation. Il nous paraît certain que l'usage de l'explosif pour le creusement du niveau -15, donc à 12 m sous le bâtiment n'a pas pu se faire sans engendrer des dégradations à ce bâtiment et même à des bâtiments un peu plus éloignés tels que celui représenté également en photo. Ces dégradations ne sont, à notre avis, aucunement liés à des affaissements de terrains.

2. ANALYSE DES RISQUES D'INSTABILITE

A priori, les mouvements de terrains qui pourraient se produire en surface seraient dus aux événements suivants :

- tassement ou « débouillage » des ouvrages remblayés de liaison fond-jour
- effondrement des niveaux et propagation jusqu'en surface

2.1. Le puits et les montages.

Ces ouvrages ont été remblayés. Le matériau qui a servi à ce remblayage est le stérile de Crozant, donc probablement un matériau ne pouvant être assimilé à un sable. Le risque d'instabilité peut être dû :

- au tassement du remblai. Les vides existant inéluctablement lors de la mise en place du remblai peuvent se réduire progressivement par suite de la rupture des éléments composant le remblai (rupture différée d'un matériau soumis à une charge constante). On peut aussi penser à un lessivage des éléments fins par circulation d'eau.
- au débouillage des ouvrages fond-jour. Lorsque ce type d'ouvrages est en communication avec des vides, situés soit au bas des ouvrages soit à mi-profondeur, il est assez classique, lorsque aucune précaution n'a été prise, d'observer le phénomène de « débouillage ». : le remblai, en équilibre peu stable au voisinage des vides, envahit brutalement ces vides (voir figure 5). Il s'en suit une descente du remblai contenu dans l'ouvrage avec une répercussion au jour mais cette descente peut ne pas se faire instantanément car la formation de voûte plus ou moins stable à l'intérieur même du remblai est un phénomène courant. Il semblerait que cela ait été observé pour le puits de Basseneuille.

En conclusion, nous estimons qu'un tassement lent des produits de remblaiement du puits et des montages reste encore possible. En revanche, nous pensons que le risque

d'affaissement brutal lié à un débouillage est extrêmement faible, ce phénomène se produisant plutôt dans des délais assez courts après le remblayage.

2.2. Les niveaux.

Il est certain que la rupture du toit des niveaux a pu se produire après l'abandon de l'exploitation, principalement dans les zones initialement soutenues par du boisage, une section rectangulaire n'étant pas une forme d'équilibre stable naturel. Cette rupture a pu se produire malgré le remblayage si celui-ci existe bien car dans une opération de remblayage on ne peut pas combler parfaitement tous les vides et, de plus, dans le cas de Basseneuille, si des bottes de paille ont été utilisées, on peut penser qu'elles sont décomposées à ce jour.

On peut estimer soit qu'une voûte d'équilibre stable s'est formée soit que le vide a été progressivement comblé par les éboulis par suite du mécanisme d'auto-remblayage par foisonnement. En effet, si un volume V de terrain en place s'effondre, ce volume deviendra un volume V_e d'éboulis V_e étant égal à $V C_f$ où C_f est le coefficient de foisonnement. Au fur et à mesure que la cloche d'effondrement se propagera vers le haut, le vide se réduira progressivement. Il existera une hauteur limite E où tout le vide sera comblé et par conséquent l'effondrement s'arrêtera. Cette hauteur limite dépend évidemment de la valeur du coefficient C_f . Lorsque l'on abat une roche dure à l'explosif, C_f est voisin de 1,6 ; dans le cas d'une argile ou marne peu consistante, la valeur de C_f se rapproche de 1. La valeur de C_f peut également être faible dans les filons où l'on trouve des plans de glissement parallèles aux épontes, auquel cas, on peut observer la chute d'énormes blocs qui ne foisonnent pas. Au vu de la description de la roche de Basseneuille constituant le filon, nous pensons raisonnable d'adopter une valeur de l'ordre de 1,3 à 1,4.

La hauteur limite E dépend aussi d'autres paramètres :

- d'abord et surtout du volume de vide initialement disponible, c'est-à-dire de la hauteur de la galerie ou du vide résiduel si la galerie a été remblayée. Pour évaluer le vide disponible, il faut distinguer le cas où l'effondrement concerne une zone assez restreinte de la galerie ou une zone d'une grande longueur. En effet, il faut prendre en compte la forme du tas d'éboulis et, dans le premier cas, il se forme des talus de chaque côté, talus qui ont un volume non négligeable, alors que dans le second cas, l'importance de ces talus latéraux sera moindre.
- ensuite, de la forme de la cloche d'effondrement. Cette forme dépend des caractéristiques des terrains, notamment de leur fissuration naturelle : on peut avoir une cloche en voûte assez peu prononcée ou au contraire en ogive élancée.

On trouvera dans les fiches présentées en annexe 3 simulations d'auto-remblayage avec plusieurs hypothèses sur la forme de la cloche d'effondrement. Les calculs donnent la hauteur limite de la cloche et, dans le cas où la hauteur des terrains de recouvrement n'est pas suffisante, le volume du cratère susceptible de se former en surface ainsi qu'un ordre de grandeur de la profondeur de ce cratère, cette valeur restant très approximative.

Ces simulations ont été faites avec les paramètres suivants :

	Simulation A	Simulation B	Simulation C
Hauteur galerie en m ou vide résiduel	2	2	1
Largeur galerie	2	2	2
Longueur effondrée	4	4	4
Coefficient de foisonnement	1,3	1,4	1,3
Hauteur recouvrement	12	12	12

Les configurations que nous retenons sont les configurations L1, L2 et L5 qui nous semblent assez conformes aux cloches d'effondrement que l'on peut rencontrer dans le type de terrain de Basseneuille. On peut constater, dans le cas où les niveaux ne sont pas remblayés, que le recouvrement n'est pas assez important pour le niveau -15/-14 où la hauteur E est supérieure à la hauteur de recouvrement. En revanche, si le niveau -15 est remblayé, même partiellement, la simulation C montre que l'effondrement n'atteindra pas la surface. Quant au niveau -25, remblayé ou non, il paraît certain que l'effondrement de son toit ne se propagera pas à la surface.

Dans le cas où un effondrement du niveau -15 se propagerait jusqu'à la surface, on peut penser que cet effondrement serait localisé et non pas général et se traduirait par un cratère de faible diamètre, dont il est difficile de préciser l'impact sur le bâti de surface.

C'est pourquoi, nous suggérons d'effectuer une reconnaissance par sondages du stot « niveau -15/surface ». L'objectif serait de voir si ce stot est toujours intact, si une cloche d'effondrement s'est produite et s'il existe du vide résiduel. Pour être sûr que le ou les sondages puissent intercepter les terrains concernés, nous proposons le schéma de sondages mentionné sur la figure 2. On forerait un sondage R1. Si ce sondage détectait des éboulis, on forerait un second sondage R2 et éventuellement un sondage R3. L'emplacement de ces sondages pourrait se situer sous la maison attenante à la grange dont le pignon est dégradé.

3. CARTE DES ALEAS

A partir de l'analyse précédente, une carte des aléas « mouvements de terrain » a été dressée. Cette carte, établie sur fond cadastral, figure en annexe. Deux catégories de zone ont été définies :

- une catégorie où subsiste un risque d'affaissement lent. Cela concerne essentiellement les emplacements des ouvrages fond-jour qui ont été remblayés. Ces zones n'induisent pas de danger important pour les utilisateurs de la surface
- une catégorie où subsiste un risque de formation de cratère dont la profondeur serait de l'ordre métrique. L'existence de ce risque est liée à l'absence de remblaiement du niveau -15 si cette absence existe bien. En cas de remblaiement effectif qui comblerait au moins la moitié de la hauteur du niveau, cette catégorie de zone serait supprimée.

4. CONCLUSIONS

Cinquante ans environ après la fermeture de l'exploitation d'uranium de Basseneuille, on peut constater que les seuls mouvements de terrain qui se sont produits en surface durant cette période sont des tassements des matériaux de remblayage du puits et des montages. Il est certain que la galerie la plus proche de la surface (niveau -15) dont on ignore l'état actuel n'a pas été à l'origine d'un mouvement de terrain quelconque.

A long terme, dans les décennies à venir, on ne peut affirmer avec certitude que la situation actuelle perdurera si des vides importants subsistent. Dans le cas où le niveau -15 ne serait pas remblayé avec des matériaux durables, on ne peut totalement exclure un effondrement localisé remontant jusqu'à la surface. Afin de se rendre compte de la validité de cette hypothèse, on peut suggérer d'effectuer quelques sondages dans le but de voir si les terrains situés entre le niveau -15 et la surface sont toujours des terrains en place.

DOCUMENTS ANNEXES

Plan 1. Plan des travaux souterrains

Plan 2. Vue aérienne du site de Basseneuille

Fig.3. Coupe verticale du filon

Photos 4. Photos du bâti existant

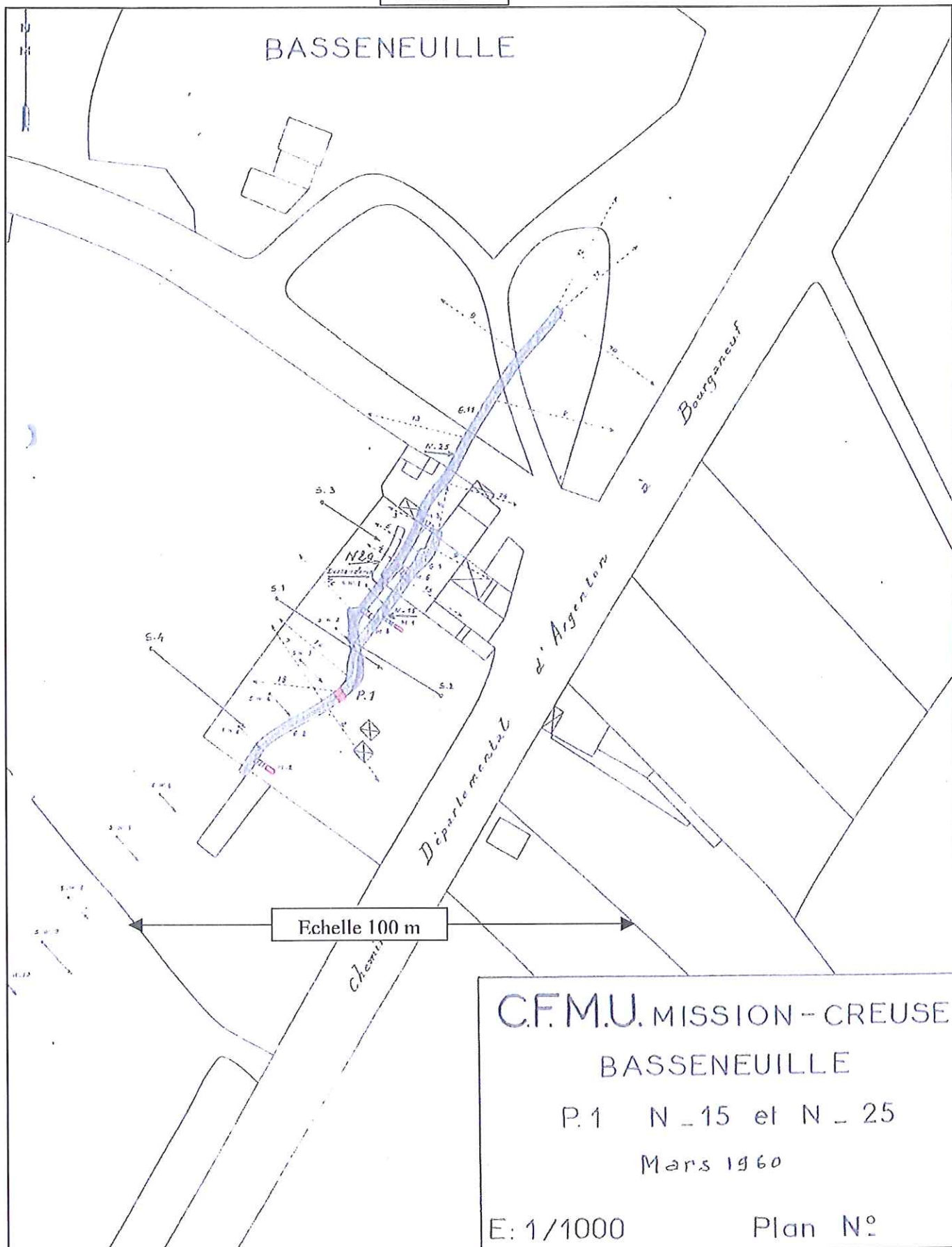
Fig.5. Schéma d'instabilité d'un puits remblayé

Simulations d'auto-remblayage

Fig.6. Projet de sondages de reconnaissance

Carte des aléas « mouvements de terrain »

PLAN 1

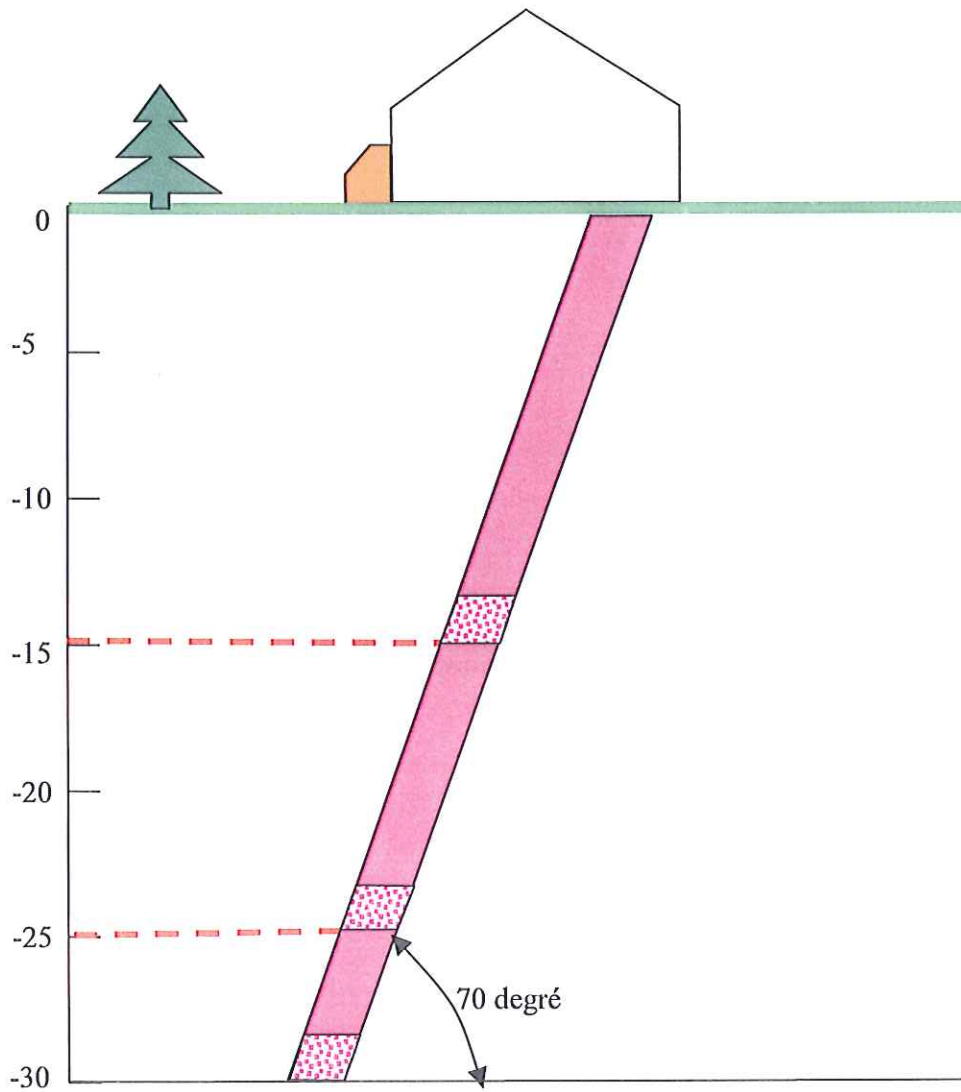


PLAN 2



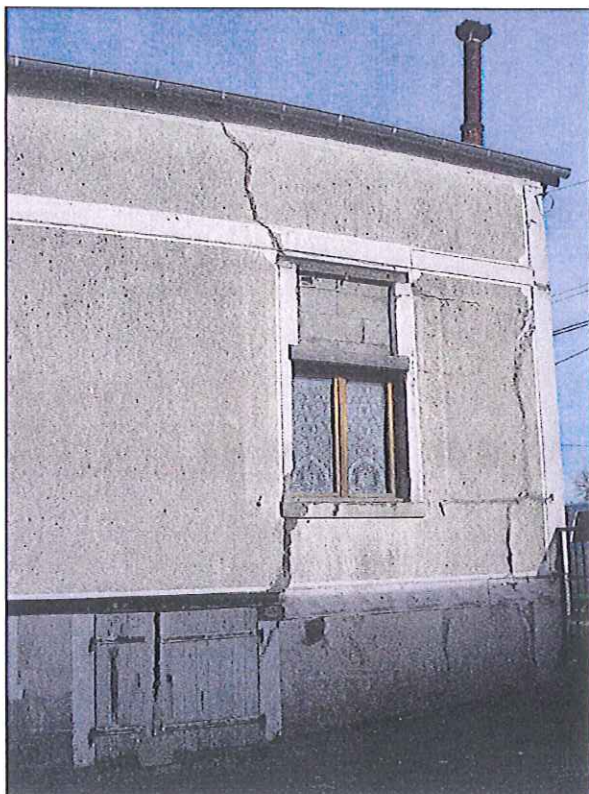
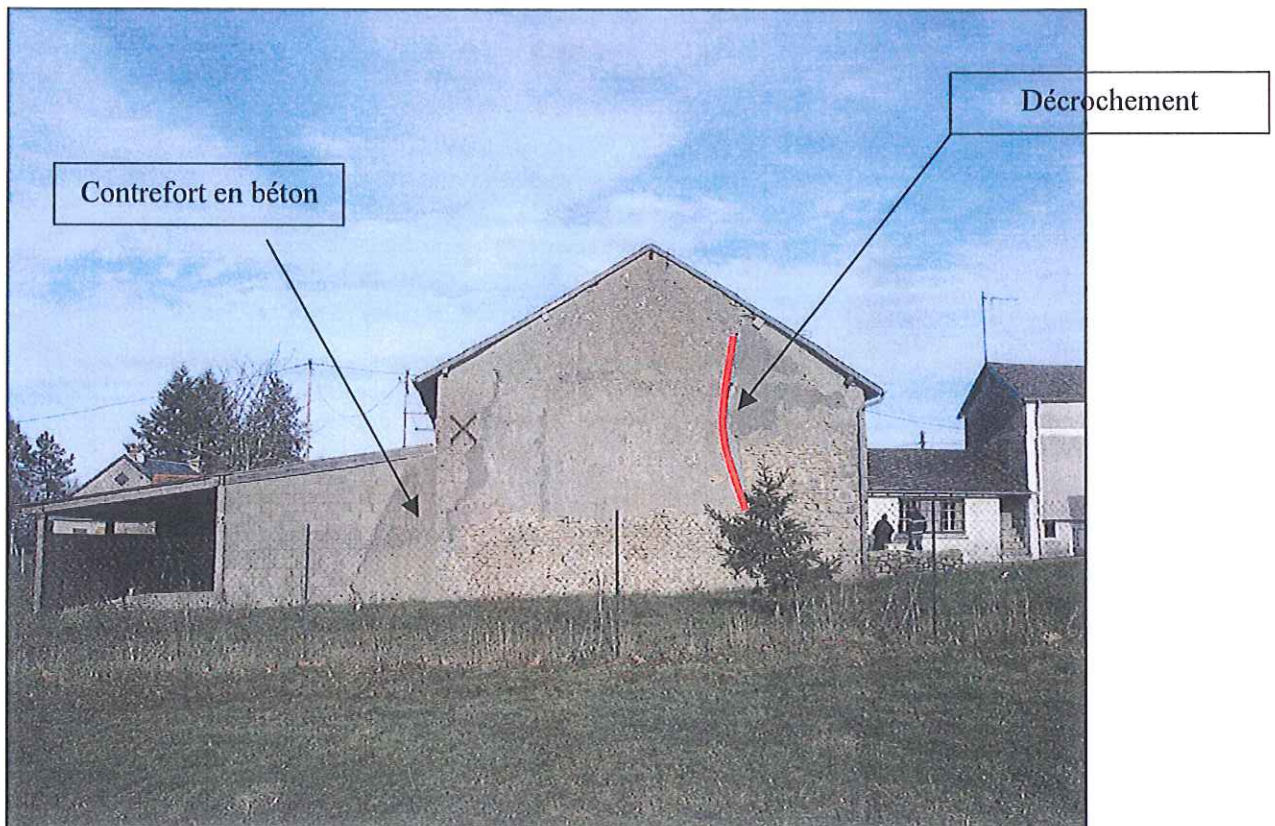
BASSENEUILLE
Echelle 1/2000

FIG.3.



Coupe suivant le plan vertical du sondage S3

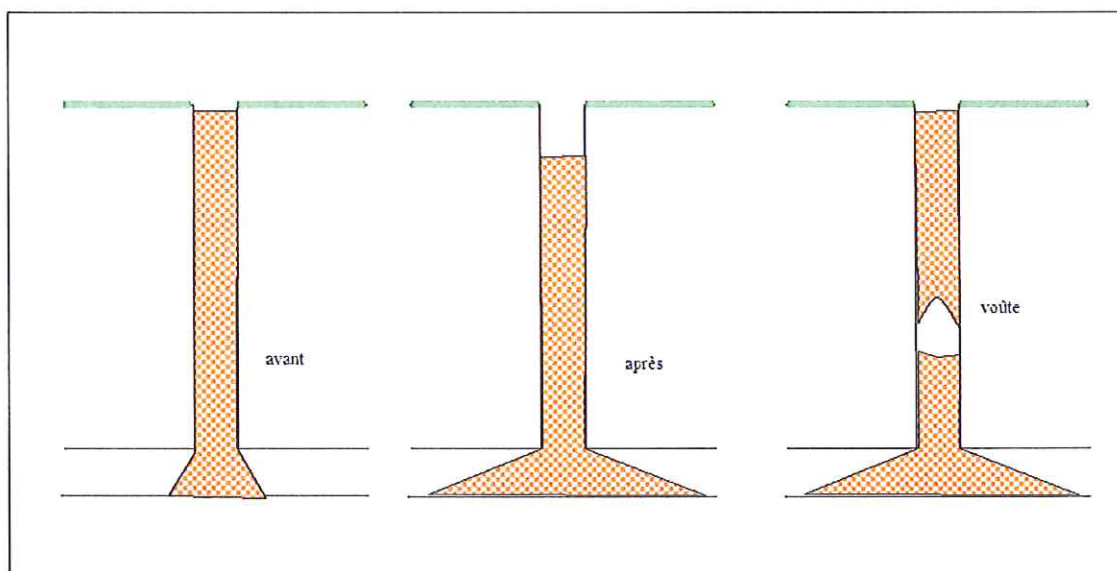
PHOTOS 4.



Les dégradations de ces bâtiments ne sont pas récentes. L'hypothèse d'une dégradation par l'utilisation de l'explosif est assez probable

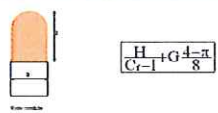
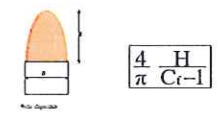
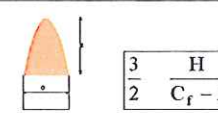
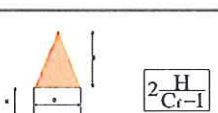
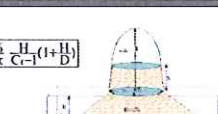
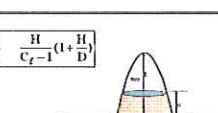

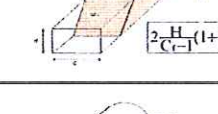

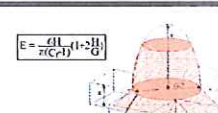
FIG.5

Schémas d'instabilité de puits verticaux remblayés



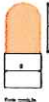
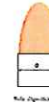



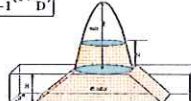

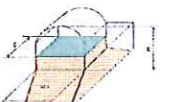
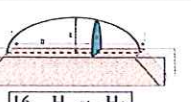
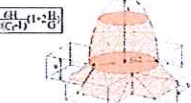
Calculs théorie auto-remblayage: simulation A

données	hauteur galerie H en m	2	La profondeur du cratère susceptible de se former n'est qu'une indication de son ordre de grandeur
	largeur galerie G en m	2	
	longueur effondrée D en m	4	
	coefficient foisonnement Cf	1,3	
	hauteur de recouvrement m	12	

	schéma et formule	forme de la cloche d'effondrement et de la base	hauteur E en m	Volume du cratère m ³	Profondeur cratère m
effondrement généralisé d'une galerie	G1 	voûte en dôme circulaire	6,9	sans objet	0,00
	G2 	voûte en ellipse	8,5	sans objet	0,00
	G3 	voûte en parabole	10,0	sans objet	0,00
	G4 	voûte en dièdre	13,3	sans objet	0,20
effondrement localisé d'une galerie	L1 	voûte en ellipsoïde base ellipsoïdale	19,1	8,92	1,42
	L2 	voûte en paraboloides base ellipsoïdale	25,5	12,69	2,02
	L3 	voûte en dièdre base rectangulaire	20,0	9,60	1,20
	L4 	voûte circulaire base rectangulaire	10,2	néant	0,00
	L5 	voûte en ellipsoïde base rectangulaire	16,2	6,23	0,78
effondrement d'un carrefour	C1 	voûte en ellipsoïde de révolution base circulaire	38,2	16,46	5,24

Calculs théorie auto-remblayage: simulation B

données	hauteur galerie H en m	2	La profondeur du cratère susceptible de se former n'est qu'une indication de son ordre de grandeur
	largeur galerie G en m	2	
	longueur effondrée D en m	4	
	coefficient foisonnement Cf	1,4	
	hauteur de recouvrement m	12	

	schéma et formule	forme de la cloche d'effondrement et de la base	hauteur E en m	Volume du cratère m ³	Profondeur cratère m
effondrement généralisé d'une galerie	G1  $E = \frac{H + G^2 - \pi}{C_f - 1} \cdot \frac{\pi}{8}$	voûte en dôme circulaire	5,2	sans objet	0,00
	G2  $E = \frac{4 \cdot H}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipse	6,4	sans objet	0,00
	G3  $E = \frac{3 \cdot H}{2 \cdot (C_f - 1)}$	voûte en parabole	7,5	sans objet	0,00
	G4  $E = \frac{2 \cdot H}{C_f - 1}$	voûte en dièdre	10,0	sans objet	0,00
effondrement localisé d'une galerie	L1  $E = \frac{16 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipsoïde base ellipsoïdale	14,3	3,89	0,62
	L2  $E = \frac{8 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en parabolioïde base ellipsoïdale	19,1	8,92	1,42
	L3  $E = \frac{2 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{C_f - 1}$	voûte en dièdre base rectangulaire	15,0	4,80	0,60
	L4  $E = \frac{H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{(C_f - 1) \cdot \pi} \cdot (1 + G^2 - \pi) \cdot \frac{\pi}{8}$	voûte circulaire base rectangulaire	7,7	néant	0,00
	L5  $E = \frac{16 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi^2 \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipsoïde base rectangulaire	12,2	0,31	0,04
effondrement d'un carrefour	C1  $E = \frac{16 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipsoïde de révolution base circulaire	28,6	13,95	4,44

Calculs théorie auto-remblayage: simulation C

données	hauteur galerie H en m	1	La profondeur du cratère susceptible de se former n'est qu'une indication de son ordre de grandeur
	largeur galerie G en m	2	
	longueur effondrée D en m	4	
	coefficient foisonnement Cf	1,3	
	hauteur de recouvrement m	12	

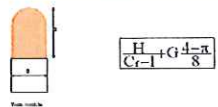
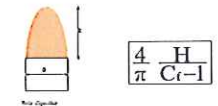
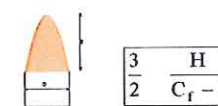
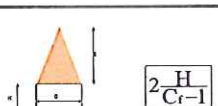
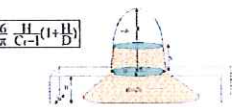
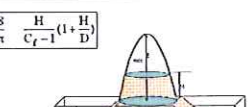
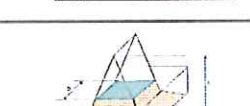
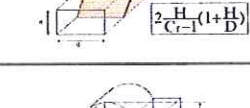
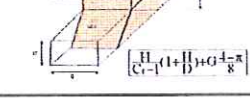
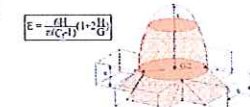
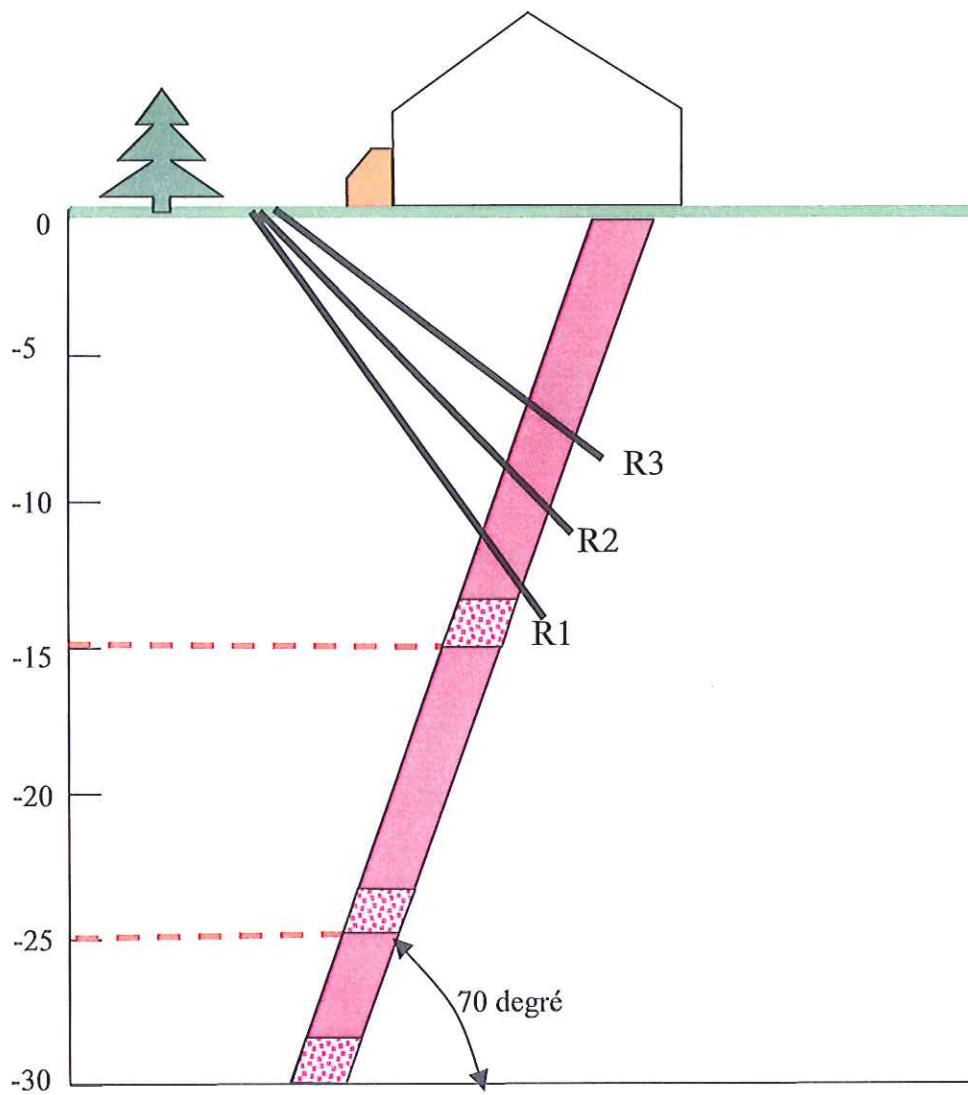
	schéma et formule	forme de la cloche d'effondrement et de la base	hauteur E en m	Volume du cratère m3	Profondeur cratère m
effondrement généralisé d'une galerie	G1  $E = \frac{H}{C_f - 1} \cdot \frac{G^2 + \pi}{8}$	voûte en dôme circulaire	3,5	sans objet	0,00
	G2  $E = \frac{4 \cdot H}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipse	4,2	sans objet	0,00
	G3  $E = \frac{3 \cdot H}{2 \cdot (C_f - 1)}$	voûte en parabole	5,0	sans objet	0,00
	G4  $E = \frac{2 \cdot H}{C_f - 1}$	voûte en dièdre	6,7	sans objet	0,00
effondrement localisé d'une galerie	L1  $E = \frac{6 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipsoïde base ellipsoïdale	8,0	néant	0,00
	L2  $E = \frac{8 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en paraboléoïde base ellipsoïdale	10,6	néant	0,00
	L3  $E = \frac{2 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en dièdre base rectangulaire	8,3	néant	0,00
	L4  $E = \frac{H \cdot (1 + \frac{H}{D}) \cdot (G^2 + \pi)}{8 \cdot (C_f - 1)}$	voûte circulaire base rectangulaire	4,4	néant	0,00
	L5  $E = \frac{16 \cdot H \cdot (1 + \frac{H}{D})}{\pi^2 \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipsoïde base rectangulaire	6,8	néant	0,00
effondrement d'un carrefour	C1  $E = \frac{H \cdot (1 + 2 \cdot \frac{H}{D})}{\pi \cdot (C_f - 1)}$	voûte en ellipsoïde de révolution base circulaire	12,7	0,46	0,15

FIG.6



Projet de sondages de reconnaissance

