



AREVA - Business Group Mines
BGM/DRES/DAM/ENV

DREAL LIMOUSIN

Site Jourdan
22, rue des Pénitents Blancs
87032 LIMOGES cedex

A l'attention de M. BERGOT

Bessines, le 04/05/2010

Affaire suivie par C. ANDRES

05/55/60/50/89 - 06/08/74/28/37

christian.andres@areva.com

Réf : BGM/DRES/DAM/ENV CE 10/109 - CAS / VBY

Objet : Site de Champsanglard - carte d'aléas miniers

Monsieur,

Faisant suite à votre visite d'inspection du 17 novembre 2009 du site minier de Champsanglard (commune de Champsanglard - 23 -) et à votre rapport adressé le 23 novembre, vous trouverez en pièce jointe une note établie par M. Jacques FINE, Conseiller en géotechnique et exploitation du sous-sol, analysant les risques d'instabilité des anciens travaux et établissant une carte d'aléas « mouvements de terrains » pour les trois secteurs exploités (Champsanglard II, III et IV).

Les risques sont jugés faibles à très faibles et limités à d'éventuels cratères n'excédant pas 1 mètre de profondeur. Nous n'envisageons donc aucun périmètre de sécurité sur ce site. Le fontis observé sur le quartier Champsanglard III sera comblé au cours de ce mois.

Nous restons à votre disposition, et vous prions d'agréer, Monsieur, l'expression de nos salutations distinguées.

Le Chef d'Etablissement,

G. LAURET

P.J. : 1.

Copie : Mairie de Champsanglard - M. Le Maire.

AREVA NC

Etablissement de Bessines - CESAAM - 1, avenue du Brugeaud - 87250 BESSINES - Tél. : 05 55 60 50 70 - Fax : 05 55 60 50 86

RC Limoges B 305 207 169 76 B 82 - APE 09902

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/1004
29 avril 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 CHAMPSANGLARD
ANALYSE DES RISQUES D'INSTABILITE
DES ANCIENS TRAVAUX SOUTERRAINS
CARTES D'ALEAS « MOUVEMENTS DE TERRAINS »

Le site minier uranifère de Champsanglard situé dans le département de La Creuse sur la Commune de Champsanglard a été exploité entre 1957 et 1980. Ce site comprend les trois zones d'exploitation dénommées : Champsanglard II, Champsanglard III et Champsanglard IV.

La Drire a demandé à AREVA NC, en charge des impacts éventuels de ces exploitations sur l'environnement, une étude des risques de mouvement de terrains liés à ces anciens travaux. Ce rapport a pour objet de répondre à cette demande et notamment de dresser une carte des aléas « mouvements de terrains ».

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

- une visite du site le 7 avril 2010
- la consultation des documents relatifs à ces anciens travaux disponibles dans le Centre AREVA de Bessines.

1.LES DONNEES

Données géologiques. La minéralisation du site de Champsanglard était du type filonien. La puissance des filons était faible, de l'ordre décimétrique. Les épontes étaient constituées par du granite à deux micas. La minéralisation constituée par des oxydes était séparée des épontes par des passées argileuses (salbandes). Le pendage des filons était supérieur à 70 degré.

Méthodes d'exploitation. Le gisement a été exploité en souterrain entre 1957 et 1969, puis à ciel ouvert entre 1978 et 1980.

La méthode d'exploitation souterraine était celle des tranches montantes remblayées : à partir d'un puits vertical, on creusait des galeries de niveau, puis, à partir de ces niveaux, on exploitait des tranches en montant. Cependant, il semble que peu de tranches ait été exploitées. La section des galeries était de 2 x 2 m. Des montages, c'est-à-dire des cheminées creusées dans le filon et débouchant au jour permettaient d'assurer l'aérage et remplissaient la fonction d'issue de secours.

Données cartographiques. On trouvera en annexe :

- un plan cadastral sur lequel on a reporté l'emprise des carrières à ciel ouvert ainsi que les infrastructures des travaux souterrains
- une photo aérienne sur laquelle on a reporté également les emprises des carrières à ciel ouvert et les travaux souterrains

Les chantiers dénommés Champsanglard II comprennent :

- des travaux souterrains effectués entre 1957 et 1967 constitués par :
 - un puits P1 de 20 m de profondeur
 - un niveau situé à la cote -18
- deux carrières à ciel ouvert exploitées entre 1978 et 1980

En annexe, on trouvera le plan des travaux souterrains.

Le chantier dénommé Champsanglard III comprend :

- un puits P2 de 32 m de profondeur
- deux niveaux ayant pour cote -14 et -30

On ignore si des tranches ont été réalisées à partir des niveaux

En annexe, on trouvera le plan des travaux souterrains.

Le chantier Champsanglard IV comprend :

- un puits P1 de 59 m de profondeur
- quatre montages débouchant au jour M1, M2, M4 et M5. Le montage M3 ne débouche pas au jour.
- un filon principal orienté Nord-Ouest/ Sud-Est comportant 5 niveaux : -8, -12, -23, -35 et -50. Son pendage est de 70 degré environ.
- un filon secondaire comportant le niveau -35

A partir des niveaux, des tranches ont été exploitées de façon irrégulière, les zones stériles ayant été laissées en place. Ces tranches ont été remblayées, à l'exception peut-être des tranches supérieures, comme c'est la pratique dans ce type de méthode d'exploitation.

En annexe, on trouvera le plan des travaux souterrains ainsi qu'une projection sur le plan vertical des travaux du filon principal.

Observations. Lors de la visite du site le 7 avril 2010, les observations suivantes ont pu être faites :

- la zone des travaux souterrains de Champsanglard II est une zone envahie par un boisage sauvage avec broussailles et ronces. La pénétration y est assez difficile. Néanmoins aucune manifestation du type cratère n'a pu être observée.
- sur le site de Champsanglard III, facilement accessible, on peut constater la présence d'un petit cratère (photos 2).

- sur le site de Champsanglard IV, également très accessible, aucune anomalie n'a pu être observée. La localisation des montages et du puits ne peut pas se faire par simple observation de la topographie.

2. ANALYSE DES RISQUES D'INSTABILITE

Les risques induits par l'existence d'anciennes carrières à ciel ouvert remblayées se limitent à de faibles tassements des produits de remblayage qui vont en diminuant dans le temps.

Quant aux mouvements de terrain en surface induits par l'existence des anciens travaux souterrains, à priori, ils pourraient être dus :

- à l'instabilité des matériaux de remblayage des ouvrages débouchant au jour
- à l'effondrement des terrains dans les ouvrages souterrains laissés vides

2.1. Ouvrages fond-jour.

Les instabilités susceptibles de se produire sont :

- le 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, activée éventuellement par des fluctuations du niveau de la nappe aquifère.
- Le déboufrage des ouvrages fond-jour. Le déboufrage est une descente assez brutale des matériaux de remblayage lorsque ceux-ci peuvent se répandre dans des galeries laissées vides. Ces vides peuvent se situer soit au bas des ouvrages soit à mi-profondeur. Le plus souvent, l'instabilité est due soit à un équilibre précaire du talus de remblai qui se forme lors de l'opération de remblayage soit à la rupture d'un barrage destiné initialement à contenir le remblai. Lors d'un « déboufrage », le remblai envahit brutalement les vides (voir figure 1). 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.

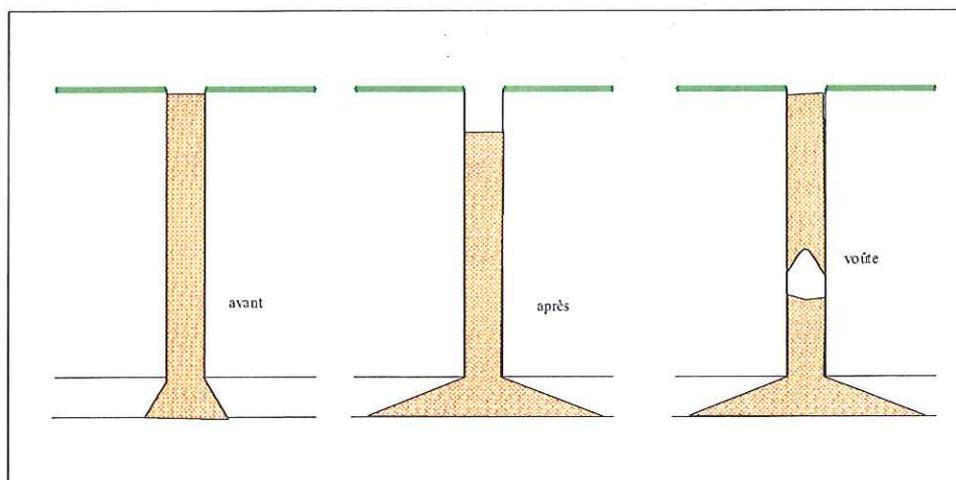


Fig.1. Déboufrage d'un puits

Pour fixer l'ordre de grandeur d'un affaissement en surface, on peut effectuer un calcul simple en partant des hypothèses suivantes :

- le puits débouche sur une galerie (deux côtés)
- l'angle du talus lors de la mise en place est θ_1
- l'angle du talus après instabilité devient θ_2

Avec :

- H hauteur de la galerie
- G largeur de la galerie
- S section de l'ouvrage fond-jour

L'affaissement a obtenu en surface sera :

$$a = \frac{GH^2}{S} \left(\frac{1}{\text{tg } \theta_2} - \frac{1}{\text{tg } \theta_1} \right)$$

Ainsi, pour une galerie de 2 m de large et 2 m de haut, si initialement le talus présentait une pente de 45 degré qui passerait ensuite à 30 degré, l'affaissement en surface serait de 1,46 m, pour un ouvrage de 4 m² de section,

Les dispositions prises dans les ouvrages en relation avec les puits sont donc un facteur prépondérant pour l'évaluation du risque. Faute de données, on peut retenir la possibilité de débouillage.

Ainsi, un petit cratère, d'une profondeur de l'ordre du mètre, a été observé sur le site de Champsanglard III. Le positionnement de ce cratère qui a pu être fait lors de la visite du 7 avril, permet de préciser qu'il s'agit bien du montage M1.



Photos 2. Petit cratère sur le site de Champsanglard III

2.2. Effondrement d'un chantier souterrain.

Si des galeries ou des tranches d'exploitation ont été laissées vides, des effondrements survenant autour de ces vides peuvent, à priori, se répercuter en surface.

Les épontes étant constituées par du granite résistant, aucune chambre de grande hauteur n'ayant été constituée, la rupture des épontes paraît assez improbable.

Un effondrement éventuel proviendrait du toit des galeries qui est constitué par la roche minéralisée. On peut concevoir deux types d'éboulement :

- un éboulement progressif : il se forme une cloche d'effondrement qui se propage lentement vers le haut. Ce type de rupture peut survenir :
 - soit dans les terrains où les contraintes régnant dans la voûte sont supérieures à la résistance de la roche. Ce cas semble à exclure à Champsanglard à moins que l'on ait affaire à un terrain du type arène granitique
 - soit dans les terrains extrêmement fissurés.
- une rupture plus brutale par cisaillement du contact entre la caisse filonienne et les épontes, conduisant à un glissement d'un volume important. La présence de salbandes sur les deux contacts, toit et mur du filon, peut favoriser ce type de rupture que l'on appelle parfois « effet de tiroir ». Néanmoins, ce mécanisme nécessite une bonne régularité de la géométrie des contacts, ce qui ne paraît pas être le cas à Champsanglard, notamment à Champsanglard IV qui est une structure très faillée.

Si un effondrement se produit en souterrain, il faut que sa propagation puisse aller jusqu'en surface. Cela peut ne pas être le cas si le mécanisme d'auto-remblayage par foisonnement des éboulis se produit. 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 de plusieurs facteurs :

- le volume des vides initialement existants
- la forme de la cloche d'éboulement
- l'extension de la zone qui s'effondre : éboulement très localisé ou effondrement généralisé de la galerie
- 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 le risque de rupture du type « effet de tiroir » est susceptible de se produire auquel cas on peut observer la chute d'énormes blocs qui ne foisonnent pas.

On trouvera en annexe, un exemple de fiche de calculs : plusieurs hypothèses sur la forme de la cloche d'effondrement sont prises en compte. Ces calculs sont faits pour une galerie de 2 m de large et 2 m de haut s'effondrant sur 4 m. De ce type de calcul, nous déduisons que le risque d'une propagation en surface d'un effondrement qui se situerait à une dizaine de mètres de profondeur existe et qu'il est extrêmement faible pour un niveau situé à une vingtaine de mètres de profondeur.

3. CARTE DES ALEAS MOUVEMENTS DE TERRAINS

A partir de l'analyse des différents types d'instabilité explicités ci-dessus et susceptibles de se produire, on a dressé des cartes d'aléas « mouvements de terrains » pour les trois sites de Champsanglard. Ces cartes sont établies à l'échelle 1/1000 sur fond de plan cadastral. Trois types de manifestation ont été retenus qui sont dans l'ordre décroissant de danger :

- formation d'un cratère de diamètre métrique, aux parois abruptes. Cela concerne les sites où un risque de débouillage d'un puits ou d'un montage existe
- affaissement de plusieurs centimètres. Cela concerne des niveaux d'exploitation proches de la surface
- tassements millimétriques. Cela concerne les remblais.

Champsanglard II. Les mouvements de terrains qui pourraient se produire sont :

- un très faiblement tassement des produits de remblayage des anciennes carrières à ciel ouvert.

- un affaissement plus notable des produits de remblayage du puits

Nous estimons que le niveau -18 est suffisamment profond pour ne pas induire d'affaissement.

On définira donc sur la carte d'aléas les zones suivantes :

- une zone de très faible tassement englobant les emprises des carrières à ciel ouvert. L'amplitude millimétrique d'éventuels tassements ne constitue pas un danger pour les usagers de la surface. En cas de projet d'éventuelles constructions, il faudra savoir que ces terrains sont des terrains remaniés.
- une zone où un petit fontis peut se faire : c'est la zone du puits P1

Champsanglard III. Les mouvements de terrains qui pourraient se produire seraient dus :

- au tassement ou débouillage du puits 2 et à la reprise d'un débouillage du montage M1
- à l'effondrement du niveau -14. Ce risque nous paraît cependant très faible. Le niveau -30 est suffisamment profond pour que soit exclu tout risque de répercussion en surface d'un éventuel effondrement.

On définira donc deux types de zone d'aléas :

- une zone où un petit cratère est susceptible de se former
- une zone où des affaissements d'ordre centimétrique peuvent se produire

Champsanglard IV. Les risques sont analogues à ceux de Champsanglard III :

- débouillage ou tassement des ouvrages fond-jour aboutissant à un petit cratère en surface
- effondrement des niveaux supérieurs, c'est-à-dire du niveau -8 et -12.

On définira donc les deux mêmes types de zone d'aléas :

- une zone où un petit cratère est susceptible de se former
- une zone où des affaissements d'ordre centimétrique peuvent se produire

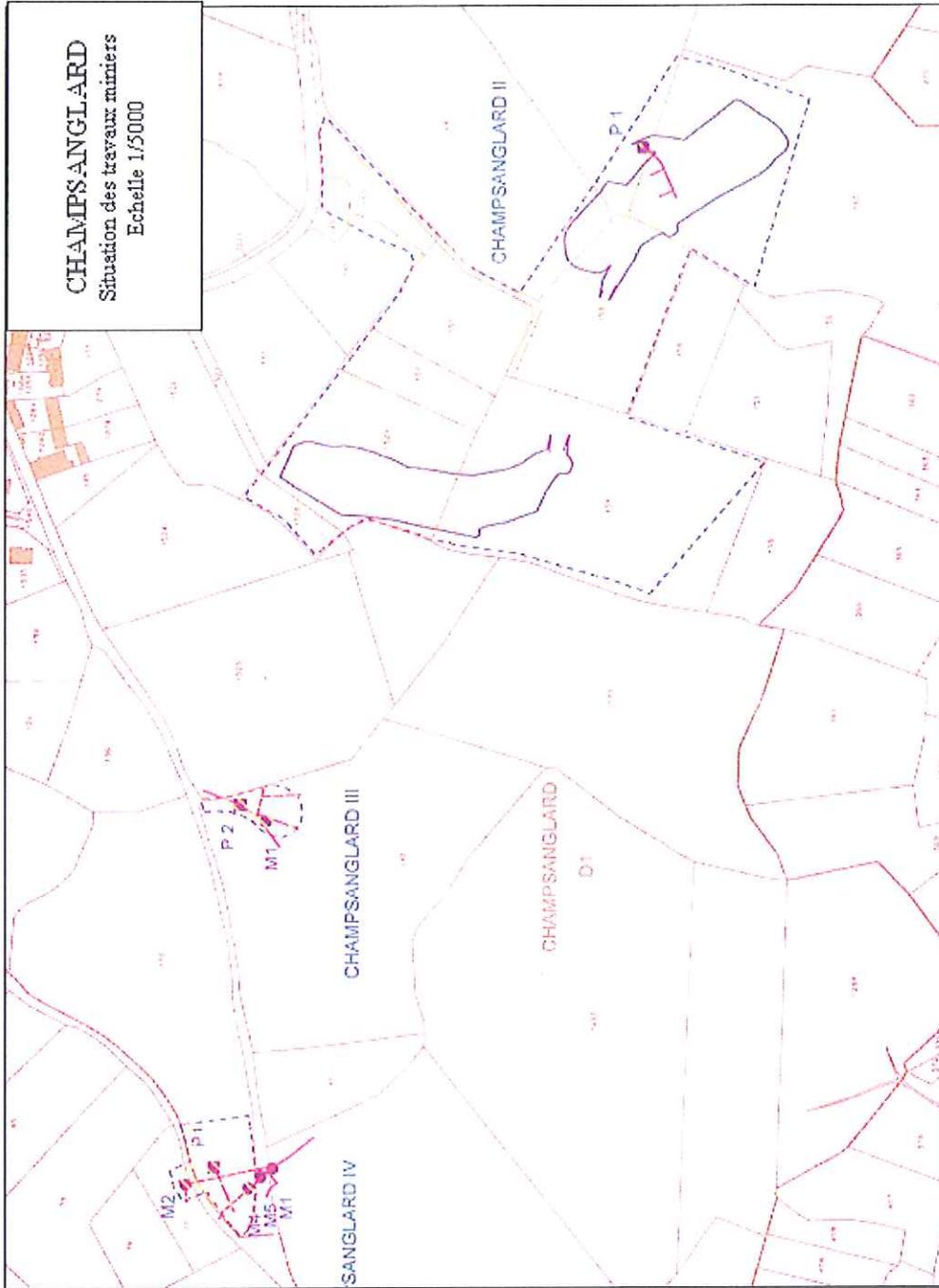
Les parcelles cadastrales où un risque de mouvements de terrain existe sont rassemblées dans le tableau I.

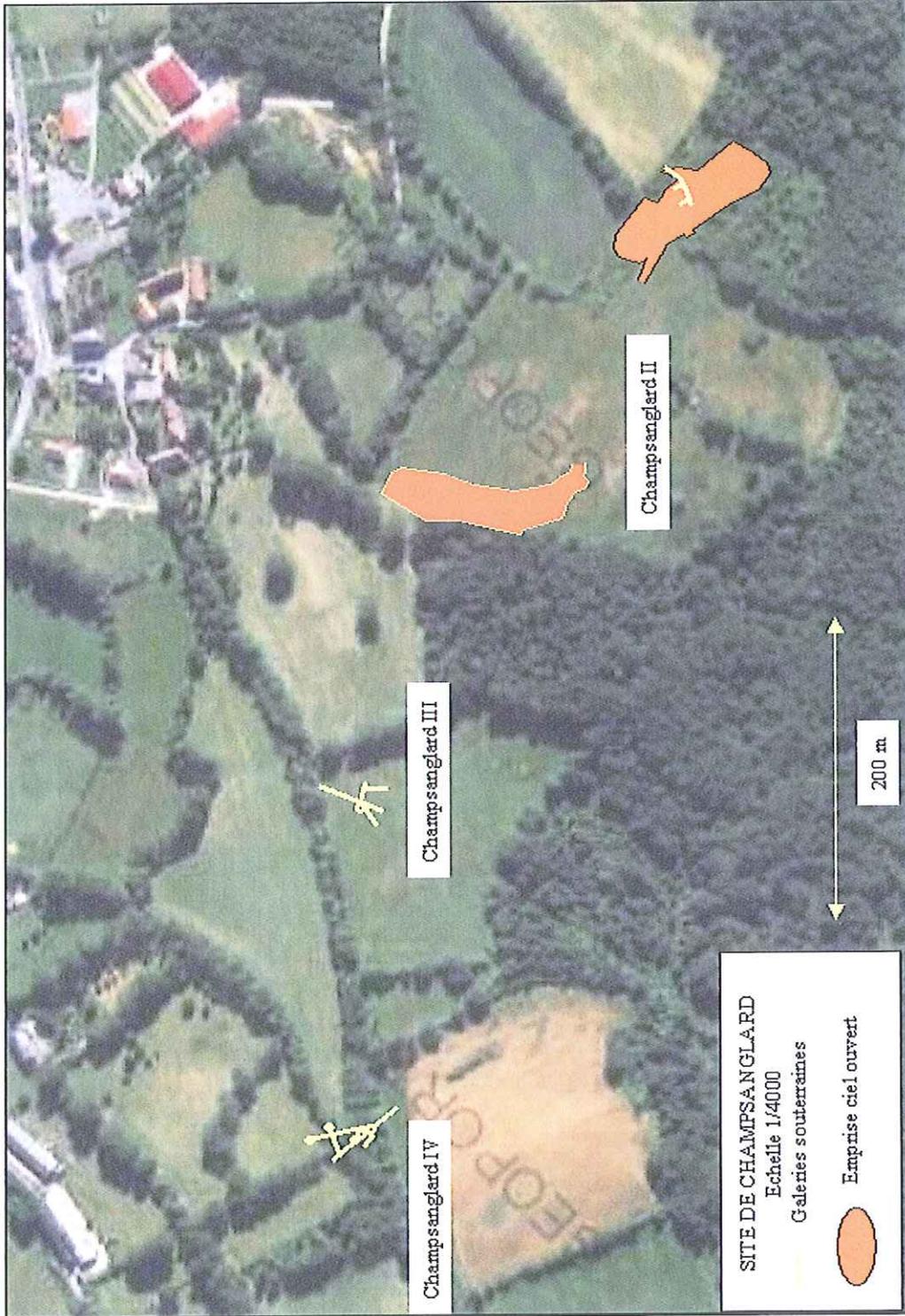
Tableau I. Récapitulatif des parcelles à risque de mouvement de terrain

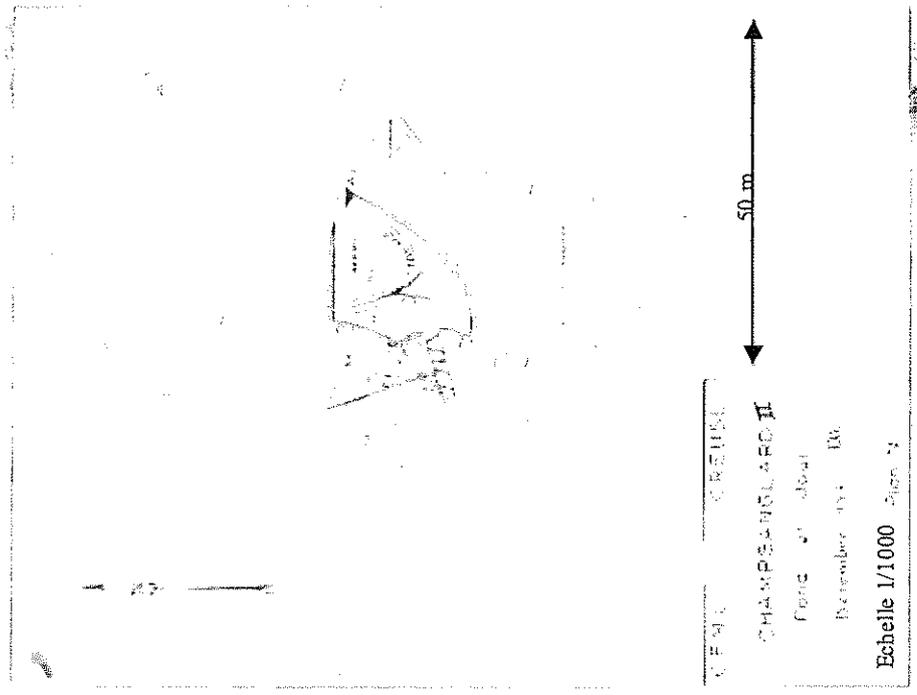
parcelle	cratère	probabilité	affaissement	probabilité	tassement	probabilité
77	oui	faible	non		non	
138	oui	faible	oui	faible	non	
139	oui	faible	oui	faible	non	
142	oui	faible	non		non	
154	non		non		oui	faible
159	non		non		oui	faible
160	non		non		oui	faible
163	oui	très faible	non		non	
164	non		non		non	
1525	non		oui	très faible	non	
1529	non		non		oui	faible
Chemin communal	oui	faible	oui	faible	non	

ANNEXES

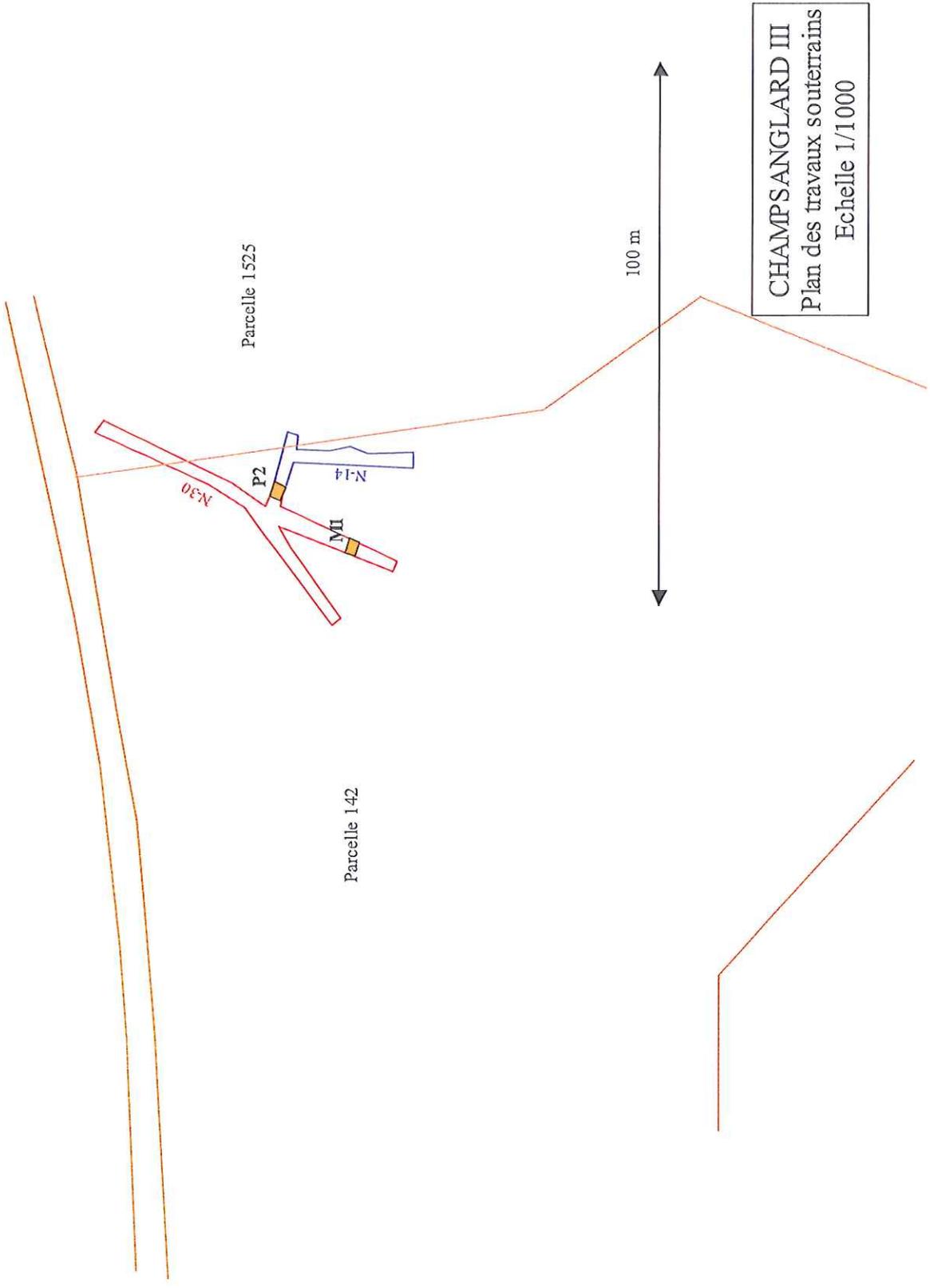
Plan cadastral du site
Vue aérienne du site
Champsanglard II. Plan des travaux souterrains
Champsanglard III. Plan des travaux souterrains
Champsanglard IV. Plan des travaux souterrains
Champsanglard IV Coupe verticale des travaux
Fiche de calcul d'auto-remblayage
Champsanglard II NORD Carte des aléas
Champsanglard II SUD Carte des aléas
Champsanglard III. Carte des aléas
Champsanglard IV. Carte des aléas

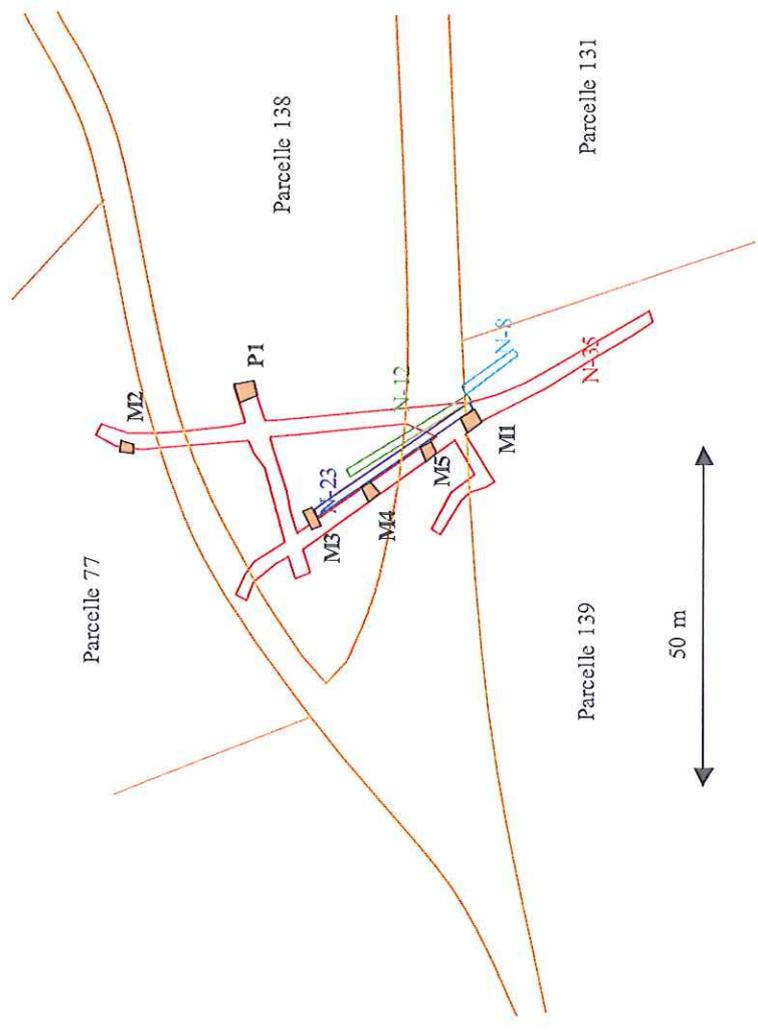




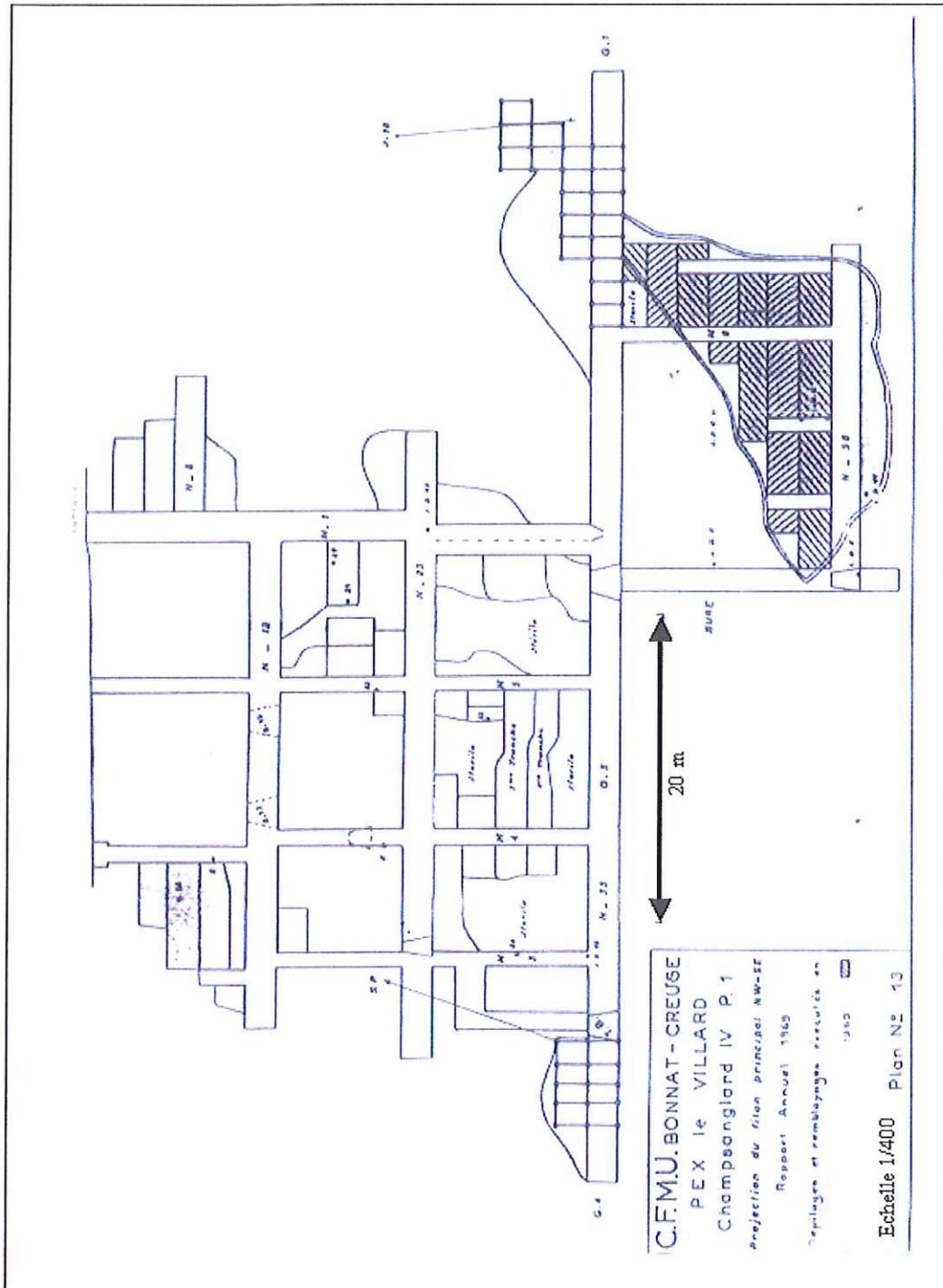


CHAMP PEANU L'ARCO II
 Forme et Abat
 Nomenclature
 Echelle 1/1000
 Date:





CHAMPSANGLARD IV
Plan des travaux souterrains
Echelle 1/1000

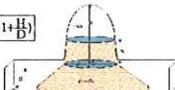
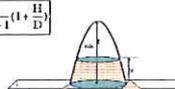
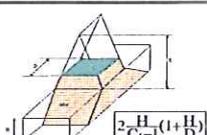
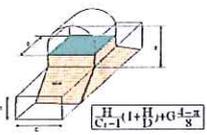
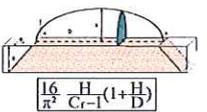
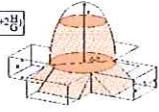


C.F.M.J. BONNAT - CREUSE
P. EX le VILLARD
Champagnolard IV P. 1
 Projection du plan principal NW-SE
 Rapport Annuel 1965
 Déplages et remblayages effectués en
 1960

Echelle 1/400 Plan N° 13

Calculs théorie auto-remblayage

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

CHAMPSANGLARD II Nord
Carte d'aléas « Mouvements de terrains »

Echelle 1/1000



Risque de très faible tassement



Risque de petit cratère (profondeur 1 m)

Parcelle 1529

Parcelle 152

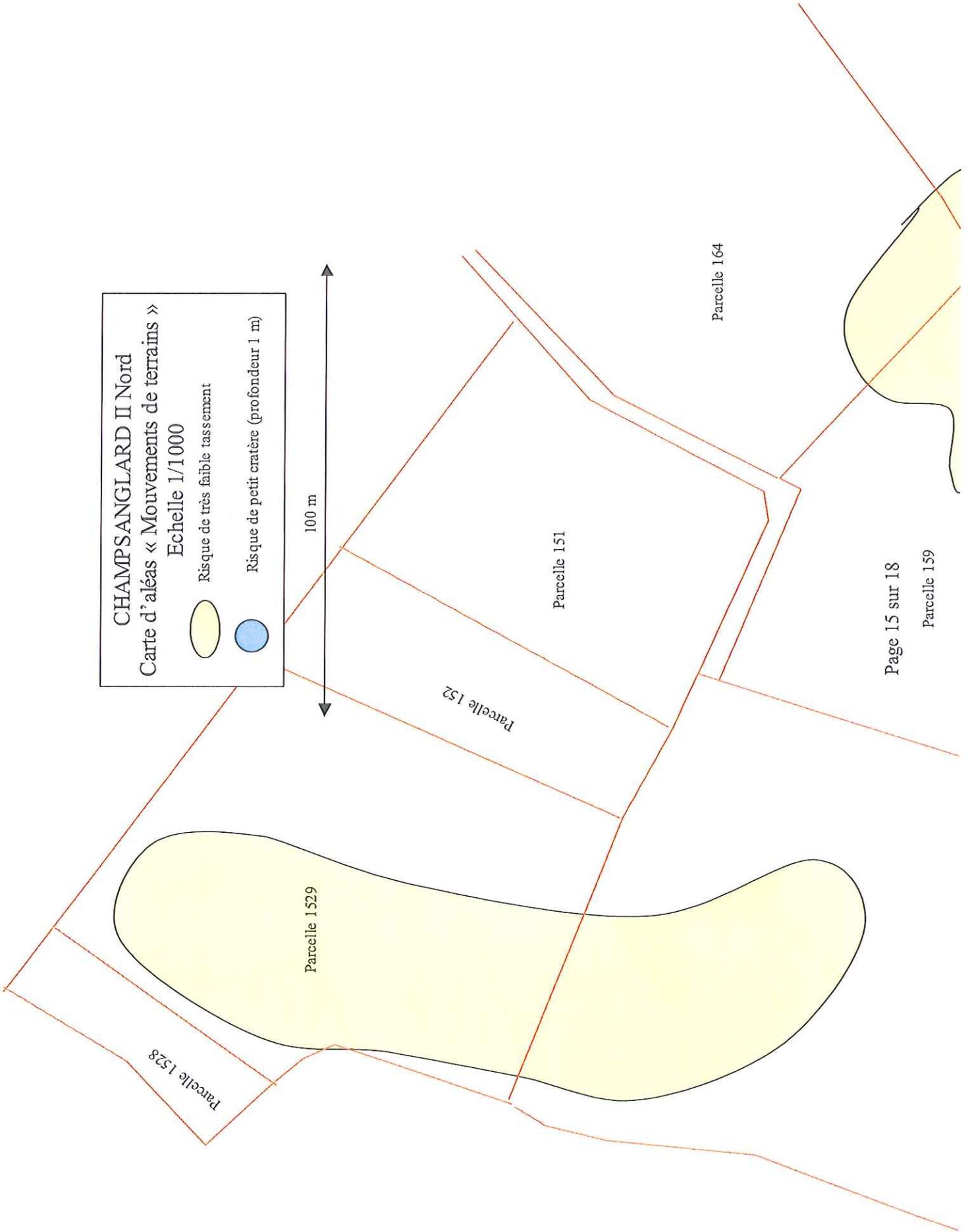
Parcelle 151

Parcelle 164

Page 15 sur 18

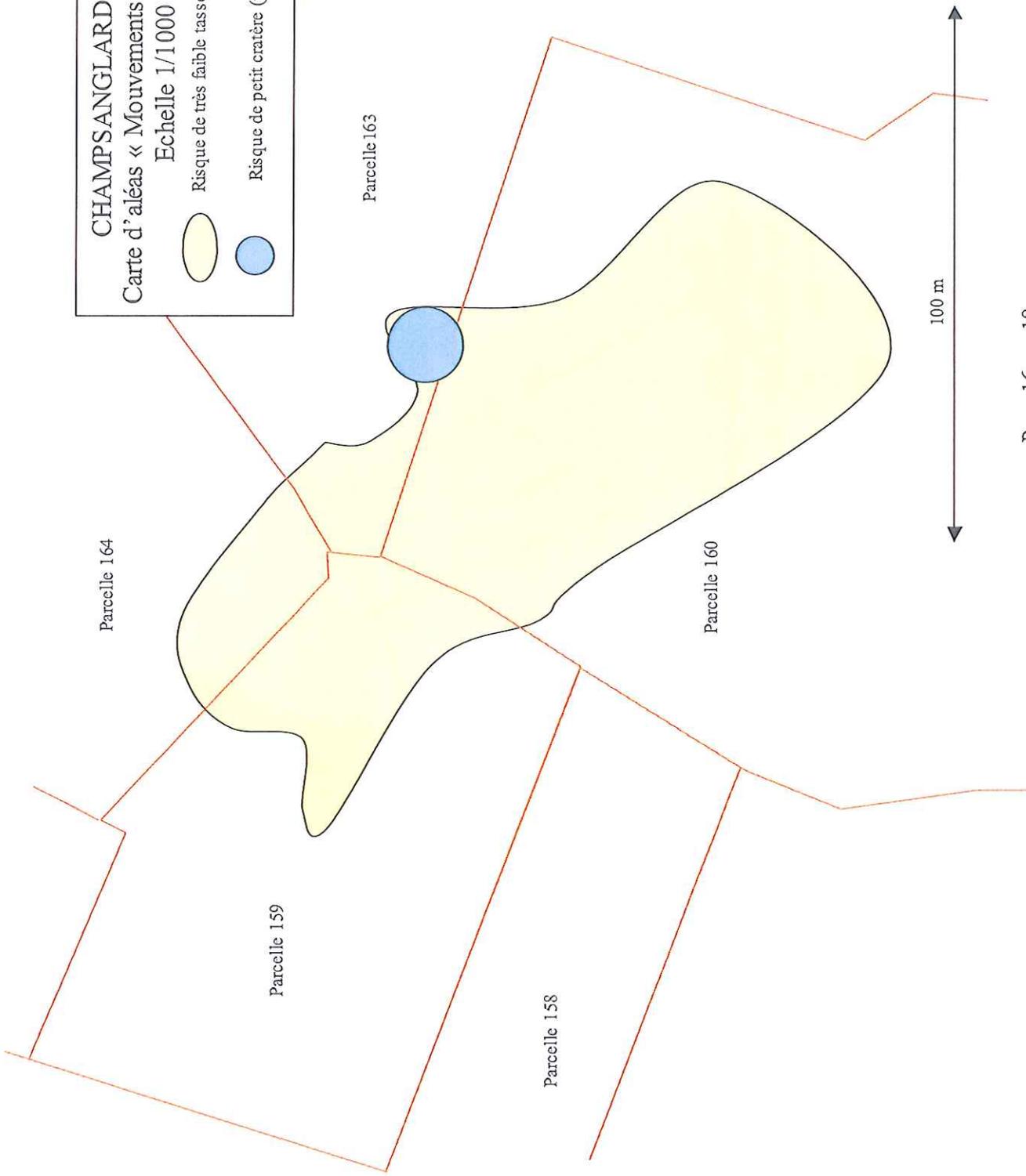
Parcelle 159

100 m



CHAMPSANGLARD II Sud
Carte d'aléas « Mouvements de terrains »
Echelle 1/1000

-  Risque de très faible tassement
-  Risque de petit cratère (profondeur 1 m)

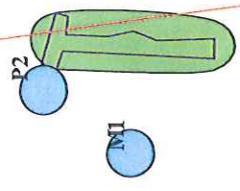


CHAMPSANGLARD III
Carte d'aléas « Mouvements de terrains »
Echelle 1/1000

-  Risque d'affaissement inférieur à 1 m
-  Risque de petit cratère (profondeur 1 m)

Parcelle 142

Parcelle 1525



100 m

