

Direction territoriale Méditerranée

Affaire suivie par : Emilie THIEBAUD

Département :
Laboratoire d'Aix-en-Provence
Service :
Service Géologie et Risques Naturels
Tél : 04.42.24.83.67

emilie.thiebaud@cerema.fr

Destinataires

Dominique GUIRALDENQ
Mathias CHABBERT
Estelle ROUQUET

DDT 48 / SREC / PR
4 avenue de la Gare
BP 132
48 005 MENDE Cedex

Aix-en-Provence, le 12 août 2015

Objet : Commune de Mende – Précisions sur la qualification de l'aléa effondrement au niveau de l'hôpital avec prise en compte des documents transmis par la commune

Référence : H15-321 (v2 : modification de l'encart proposé au § 4.1)

(v1 : H15-246)

1) Contexte de la demande

En 2010-2012, le CETE Méditerranée (devenu Cerema en 2014) a réalisé, pour le compte de la DDT48, une cartographie des aléas mouvements de terrain (glissement, chute de blocs et effondrement) sur 8 communes des bassins de Mende et Valdonnez, dont la commune de Mende.

Une doctrine départementale, définissant les règles générales d'urbanisme, associées à ces cartographies, a été définie par la DDT48.

Lors d'une réunion de concertation du 01/04/15, entre la DDT48 et la commune de Mende, la commune a soulevé la problématique de l'affichage en aléa effondrement élevé du secteur de l'hôpital.

Le Cerema a apporté quelques éléments de réponse par mail du 07/04/15 :

« En ce qui concerne la zone de l'hôpital, la logique est bien : *"nous avons connaissance de la présence de cavités, identifiées dans le cadre de l'étude géotechnique menée au moment des travaux → cavité connue à une profondeur < 20m → aléa élevé"*

Effectivement, la présence de ces cavités a vraisemblablement été prise en compte lors de la définition et du dimensionnement des fondations du bâtiment. Deux cas de figure sont possibles :

- les cavités identifiées ont été totalement comblées → l'aléa n'est donc plus présent ;
- les fondations ont été réalisées de façon à prendre en compte la présence de ces cavités → l'aléa est toujours présent mais l'enjeu (le bâti) n'est pas vulnérable.

→ voir si la commune a des infos à ce sujet ... »

Suite à une nouvelle réunion de la DDT48 avec la commune de Mende, plusieurs dossiers ont été transmis sous format papier :

- Centre hospitalier – Mende – essai de pénétration dynamique. CEBTP (octobre 1966)

- . rapport
- . résultats essais n°1, n°2, n°3 et n°4

- Hôpital de Mende – Reconnaissance par prospection électrique du chantier du nouvel hôpital. CGG (janvier 1968 ?)

- . planche 1 : profils de résistivité
- . planche 2 : carte des résultats

- Mende - Centre Hospitalier – Fondations spéciales – Bâtiment 11-12 – Sondages de reconnaissance. Foncapsol (mars 1968)

- . rapport
- . 31 coupes de sondages (réalisés en février 1968)
- . 25 coupes de sondages (réalisés en février-mars 1968)
- . 11 résultats d'essais de pénétration
- . 52 coupes de sondages (réalisés en mars 1968)

- Hôpital de Mende – Reconnaissance géologique et géotechnique – Étude des fondations. BERG (avril 1968)

- . rapport + annexes
- . planche n°1 : carte géologique d'affleurements
- . planche n°2 : implantation des sondages de reconnaissance
- . planches n°3 et 4 : profils géologiques

- Hôpital de Mende – Reconnaissance géologique et géotechnique – Rapport complémentaire. BERG (octobre 1968)

- . rapport
- . planche n°1 : assainissement des fondations – zones 9 et 10
- . planche n°2 : carte géotechnique détaillée de la zone 6 et des massifs de fondation
- . planche n°3 : profils géologiques – zones 2, 3 et 6
- . planche n°4 : fondations spéciales – radier général – implantation trous de forages et grottes

- Hôpital de Mende – travaux d'injection – zones 2 et 3. BERG (juin 1969)

- . rapport
- . planche n°1 : forages pour injection – diagrammes – zones 2 et 3
- . planche n°2 : profils géologiques – injection de cavités – zones 2 et 3

La présente note a pour objet de dresser une analyse des documents transmis et d'émettre, en conséquence, un avis concernant le niveau d'aléa effondrement présent sur le secteur.

2) Analyse des dossiers transmis

- Centre hospitalier – Mende – essai de pénétration dynamique. CEBTP (octobre 1966)

Pour cette première étude, ont été réalisés 4 essais au pénétromètre dynamique, permettant de déterminer une caractéristique géotechnique simple du sous-sol (la résistance à la pénétration) et d'établir, qu'au niveau de ces 4 points, la roche calcaire a été atteinte à une faible profondeur (0,5 à 3 m).

- Hôpital de Mende – Reconnaissance par prospection électrique du chantier du nouvel hôpital. CGG (janvier 1968?)

Le rapport accompagnant les pièces graphiques de cette étude ne nous a pas été transmis.

Sur la carte des résultats, sont localisées 3 cavités, dans l'emprise du projet ; cavités vraisemblablement identifiées avant les reconnaissances géophysiques. Les résultats de la prospection électrique ont servi à implanter les sondages de reconnaissance au niveau des zones d'anomalie ; semblant correspondre à la présence de vides souterrains : 15 implantations ont ainsi été proposées.

- Mende - Centre Hospitalier – Fondations spéciales – Bâtiment 11-12 – Sondages de reconnaissance. Foncapsol (mars 1968)

Le bureau d'étude Foncapsol a vraisemblablement été en charge uniquement de la réalisation des sondages de reconnaissance. Les documents transmis regroupent les coupes géologiques des sondages réalisés et seule une note très courte a été rédigée à l'issue de la première campagne de sondage.

L'exploitation des résultats des 3 campagnes de sondage a été faite par la suite par le BE BERG (cf. ci-dessous).

Dans l'hypothèse de la réalisation de fondations superficielles, la première campagne de reconnaissance (31 sondages - février 1968) s'est limitée à la profondeur jusqu'à laquelle la force exercée par le bâtiment se ressentirait dans le sous-sol ; soit une profondeur de 3 m¹.

Les 2 campagnes suivantes (25 et 52 sondages) ont atteint des profondeurs comprises entre 4 et 21,5 m (cf. tableaux de synthèse ci-après) :

- *en rouge* : sondages présentant des vides francs de plus de 50 cm d'épaisseur
- *en orange* : sondages présentant des « failles » colmatées de plus de 50 cm d'épaisseur
- *étoiles jaunes* : vides présents à une profondeur ≤ 5m
- *étoiles vertes* : vides présents à une profondeur ≥ 5m
- *FC* : faille colmatée
- *VF* : vide franc
- *CC* : cavité comblée

1 Hypothèses retenues :

- *principe de fondation* : semelles filantes, encastrées de 0,5 m dans le sol
- *pression exercée sous les semelles filantes* : 3 kg/cm²
- *pression transmise à 3 m de profondeur* : 300 g/cm²

Conclusions :

- *des vides de quelques cm d'épaisseur ont été reconnus sur 4 sondages*
- *il a été estimé qu'« à la profondeur reconnue, le sol peut [supporter] une charge de 300 g/cm², mais il faut [...] se limiter au cas où il existerait d'autres cavernes ou failles sous la profondeur reconnue »*
- *« les points d'appui isolés seront exclus [...] au cas où il y aurait un affaissement local »*

CAMPAGNE FEVRIER 1968					
N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus	N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus
1	3	-	17	3,15	-
2	3	-	18	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 5 cm - profondeur : 0,4 m
3	3,5	-	19*	5,7	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 50 cm - profondeur : 1,5m
4	3	-	20	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 15 cm - profondeur : 0,5 m
5	3	-	21	3	-
6	3	-	22	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 10 cm - profondeur : 1,6 m
7	3	-	23	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 5 cm - profondeur : 1,9 m
8	3	-	24	3,2	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 20 cm - profondeur : 1,1 m et 1,45m
9	3	-	25	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 10cm - profondeur : 0,7 m
10	3	- Nombre de vides : 2 (VF) - épaisseur vides : 10 cm - profondeur : 2,5m et 2,7m	26	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 20 cm - profondeur : 1,2 m
11	3,1	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 5 cm - profondeur : 1,5 m	27	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 10 cm - profondeur : 0,72 m
12	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 5 cm - profondeur : 0,4 m	28	3	-
13	3	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 5/10cm - profondeur : 0,4 m	29	3	-
14	3,15	-	30	3	- Nombre de vides : 3 (FC) - épaisseur vides : 5/10/25 cm - profondeur : 1,15m/1,35m/2m
15	1,5	-	31	3	-
16	3	-			

CAMPAGNE FEVRIER-MARS 1968					
N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus	N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus
A1	5	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 30/20cm - profondeur : 0,2m/0,7m	A13	4	-
A2	5	-	A14	6,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 30cm - profondeur : 2,7m
A3	4	-	A15	5	-
A4	8,5	- Nombre de vides : 2 (VF) - épaisseur vides : 30/25cm - profondeur : 3,5m/5,6m	A16	8	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 45cm - profondeur : 0,7m
A5	6	- Nombre de vides : 3 (VF) - épaisseur vides : 35/5/15cm - profondeur : 4,1m/5,3m/5,5m	A16bis	5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 10cm - profondeur : 1m
A6	6	- Nombre de vides : 3 (VF) - épaisseur vides : 25/5/20cm - profondeur : 2,3m/2,7m/3,8m	S1	10	-
A7*	11	- Nombre de vides : 2 (VF) - épaisseur vides : 130/260cm - profondeur : 3,45m/5,6m	S1bis	10	-
A8	5	-	S2	15	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 35cm - profondeur : 2,6m
A9*	5	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 60cm - profondeur : 2,8 m	S3	10	-
A10*	7	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 110cm - profondeur : 5,2 m	S6	11,5	-
A11*	7	- Nombre de vides : 4 (FC) - épaisseur vides : 80/20/60/50cm - profondeur : 2,4m/3,3m/3,7m/4,8m	S8	11	-
A12*	18	- Nombre de vides : 2 (VF) - épaisseur vides : 15/270cm - profondeur : 9m/12,9m			

CAMPAGNE MARS 1968					
N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus	N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus
B1*	6	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 70cm - profondeur : 4,3m	C3	3,2	-
B2	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 15cm - profondeur : 1,7m	C4	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 5cm - profondeur : 2,3m
B3*	3,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 50cm - profondeur : 2,3m	C5	3	-
B4	3,5	-	C5bis	9	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 35cm - profondeur : 8,3m
B6	7	-	C6	3	-
B7	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 35cm - profondeur : 1,2m	C7	4	-
B8	4	-	C8	3	- Nombre de vides : 2 (VF) - épaisseur vides : 5/5cm - profondeur : 2,4m/2,7m
B9	4,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 30cm - profondeur : 1,6m	C12	3	-
B10	3,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 25cm - profondeur : 2,45m	C13	6	-
B11	7	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 25cm - profondeur : 3,25m	C16*	3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 85cm - profondeur : 0,95m
B12*	4	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 80cm - profondeur : 1,8m	C26	5,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 5cm - profondeur : 3,7m
B13*	4,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 50cm - profondeur : 3,3m	C29	6	-
B14	3	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 20/10cm - profondeur : 1,4m/2,35m	C40	3	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 5cm - profondeur : 1m
B15*	4	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 50/10cm - profondeur : 1,9m/3m	C44**	13,5	- Nombre de vides : 3 (VF) - épaisseur vides : 50/35/60cm - profondeur : 2,2/5/9,2m
B16*	6	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 90cm - profondeur : 4,5m	D1*	17,5	- Nombre de vides : 1 (CC) - épaisseur vides : 950cm - profondeur : surface
B17	3,5	-	D2*	9	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 70cm - profondeur : 5m
B18	3,5	-	D3*	17	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 20/125cm - profondeur : 11,8/14,15m
B20	3,2	Plusieurs failles comblées entre 0,4 et 2,9 m de prof	D4*	8,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 65cm - profondeur : 7m
B21	4	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 10cm - profondeur : 1,6m	D5	7	- Nombre de vides : 2 (faille colmatée) - épaisseur vides : 10/10cm - profondeur : 4,5m/5m
B22	4	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 5cm - profondeur : 1,15m + Plusieurs failles comblées entre 2,25 et 3,2 m de prof	D6**	13,5	- Nombre de vides : 3 (FC) - épaisseur vides : 70/250/260cm - profondeur : 2,4m/6,9m/10,3m

CAMPAGNE MARS 1968					
N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus	N° sond.	Prof. en m	Vides reconnus
B23	3,5	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 5cm - profondeur : 1,3mm	D7*	6,3	- Nombre de vides : 1 (FC) - épaisseur vides : 55cm - profondeur : 2,8m
B25	5	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 10cm - profondeur : 3,8m	D8	6	-
C1	3	-	D9**	10	- Nombre de vides : 5 (FC) - épaisseur vides : 15/120/75/65/20cm - profondeur : 2,25m/4,05m/6m/7,6m/8,55m
C1bis	2	- Nombre de vides : 1 (VF) - épaisseur vides : 40cm - profondeur : 1,4m	D10*	24	- Nombre de vides : 2 (FC) - épaisseur vides : 50/70cm - profondeur : 11,4m/14,1m
C2	5	-	D13*	21,5	- Nombre de vides : 4 (3 FC + 1 VF) - épaisseur vides : 125/65/55/50cm - profondeur : 9,2m/11,5m/12,3m/20,2m

- Hôpital de Mende – Reconnaissance géologique et géotechnique – Étude des fondations. BERG (avril1968)

Ce rapport dresse une synthèse des observations réalisées au niveau des fouilles, des relevés de fracturation ainsi que des données géologiques et géotechniques acquises et émet des conclusions à propos des fondations à réaliser pour le futur bâtiment de l'hôpital. Le paragraphe suivant en fait un résumé.

Une carte géologique à l'échelle 1/200 a été construite.

Les failles régionales (carte géologique 1/80000) ainsi que les failles et fractures locales, relevées dans le cadre de cette étude, se répartissent en deux grandes familles :

- N40 à N70 ;
- N130 à N150.

Une coupe géologique type montrant la succession des terrains présents a été établie (cf. Illustration 1).

En surface, au niveau des fouilles, 15 « grottes » sont décrites (cf. Illustration 2 et tableau 1), présentent des dimensions de l'ordre de 5 à 10 m (épaisseur ou ouverture) et certaines sont comblées par des argiles rouges de décalcification.

La plupart des grottes identifiées (soit dans les fouilles, soit par sondages) sont localisées à l'intersection entre les 2 grandes familles de failles et fractures et principalement dans le banc de calcaire à entroques inférieur du Sinémurien et dans les couches sous-jacentes de l'Hettangien. Il est précisé qu'« à certains endroits, les accidents ont vu le jour (formation d'avens), à d'autres endroits, la couverture et les produits de décalcification du calcaire ont comblé en partie ou en totalité ces cavités » et que « [...] on doit s'attendre à l'existence de nombreux autres accidents non décelés (cavités en particulier) ».

Il est avancé que « l'incertitude sur l'état des couches profondes », nécessite la réalisation d'un système de fondation avec un « étalement des charges sur toute l'emprise du bâtiment » de type radier avec renforcement de la structure, permettant d'admettre qu' « à n'importe quel endroit peut exister un vide [...] de 5 m de diamètre ».

En fonction des caractéristiques du sous-sol et des caractéristiques du bâtiment, des solutions type de fondations sont proposées par zone et ces propositions sont synthétisées dans le tableau 2 (cf. plan schématique en Illustration 2) :

En conclusion, il est à nouveau précisé que les fondations devront être réalisées « de manière à redistribuer les efforts [...] au cas où le terrain n'offrirait pas de résistance, sur une zone de 5 m de diamètre ».

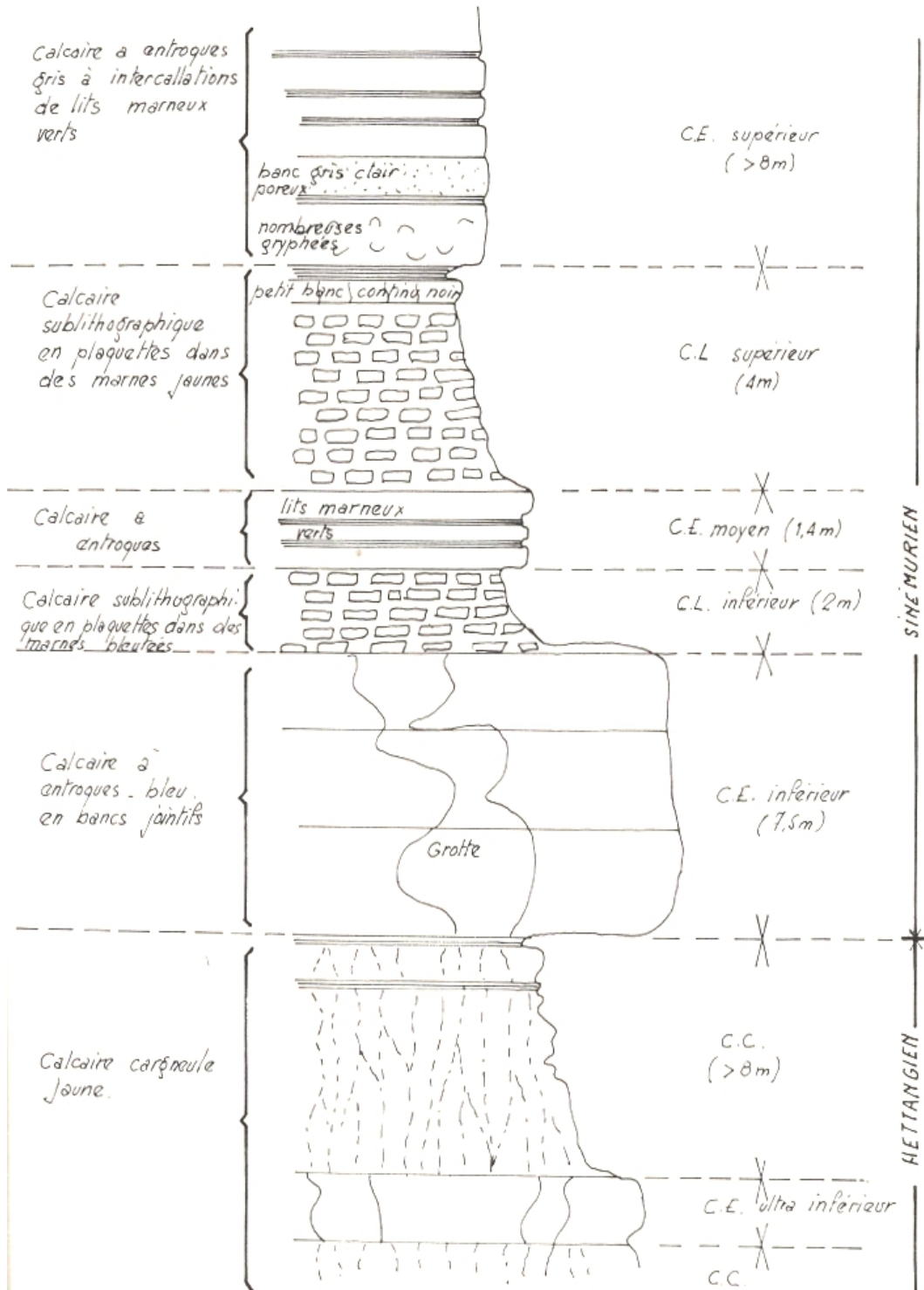


Illustration 1: Coupe géologique du secteur de l'hôpital de Mende
 CE : calcaire à entroques / CL : calcaire sublithographique / CC : calcaire à cargneule

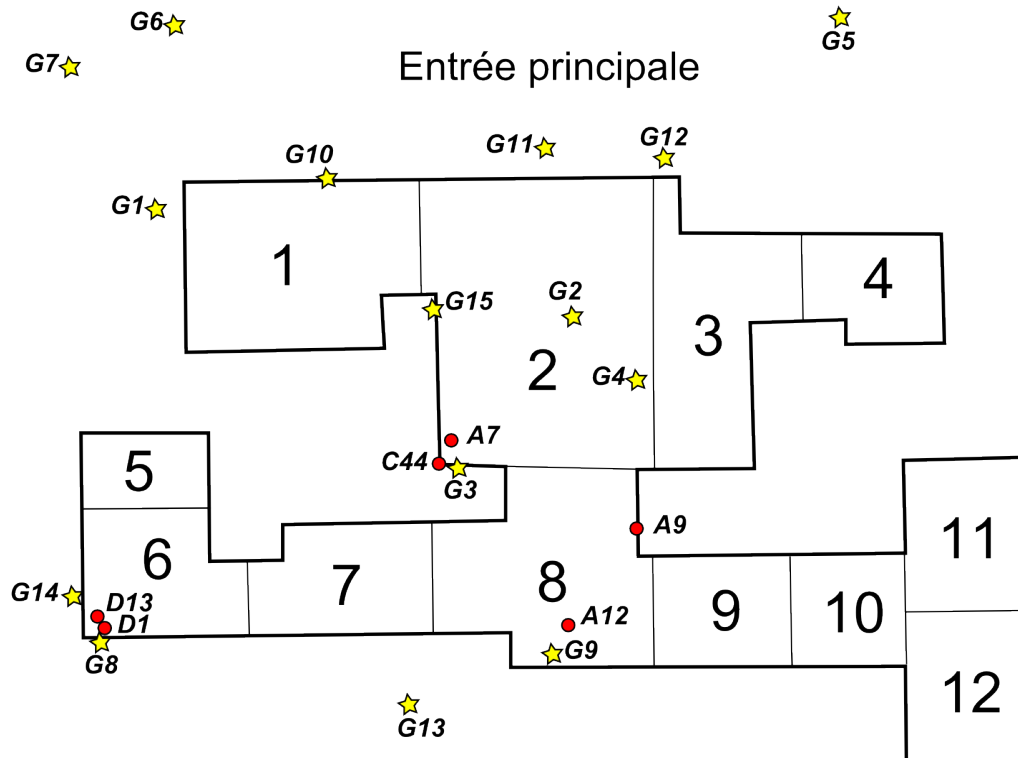


Illustration 2: Plan schématique d'implantation des différents bâtiments, des grottes de surface et des sondages principaux.

étoiles jaunes : grottes identifiées en surface
ronds rouges : sondages ayant identifié des vides francs

Grotte n°	Remplissage	Couche géologique	Dimensions	Description
G1	Vide	CE inf. et CC	Ouverture 5 m	
G2	Remplissage argileux	CE inf.	-	Ouverture étroite donnant sur une chambre
G3	Partiellement remplie d'argile rouge	CC	-	Grotte profonde et étroite donnant sur des chambres spacieuses, d'où partent radialement plusieurs galeries
G4	-	-	-	« soit disant fermée en profondeur »
G5	Vide	CE inf.	Profondeur 5 m	Cheminée verticale
G6 G7	Remplissage argileux jaune	-	-	-
G8	Remplissage argileux jaune	-	-	Parois verticales Rejoint la grotte G14
G9	Remplissage argileux jaune	CE inf.	-	« effondrement du toit des grottes » ?
G10 G11 G12	Remplissage d'argile rouge de 4 m de haut	-	-	Bords verticaux
G13 G14 G15	Pas de description en annexe II → ???			

Tableau 1 : Synthèse de la description des grottes

- Hôpital de Mende – Reconnaissance géologique et géotechnique – Rapport complémentaire. BERG (octobre 1968)

Ce rapport a comme objectifs de rendre compte des relevés effectués au fur et à mesure de la réalisation des fouilles de fondation (et plus particulièrement sur les zones 2, 3, 6, 9 et 10) et d'exposer les conséquences de ces nouvelles observations sur la définition des principes de fondation.

La dernière colonne du tableau 2 expose les éléments de ce rapport. L'information principale est l'identification, au niveau des zones 2 et 3, de cavités d'extension horizontale de l'ordre de 20 m, contrairement à ce qui avait été supposé précédemment.

- Hôpital de Mende – travaux d'injection – zones 2 et 3. BERG (juin 1969)

Ce rapport est un compte-rendu du suivi des travaux des injections réalisées au niveau des zones 2 et 3 (cf. tableau 2) ; faisant suite aux visites sur site du 6 et 7/03/1969.

Les principales informations qui ressortent de ce rapport sont les suivantes :

- « les déblais réalisés dans les zones 2 et 3 ont soulagé le terrain d'une charge, en moyenne supérieure à celle des bâtiments [projetés] » ;
- « les fondations des bâtiments [se trouvent désormais] sur les couches où des cavités [ont été identifiées] » ;
- « les travaux de terrassement à l'explosif ont endommagé des couches de calcaire de couverture de ces grottes » ;
- les vides présents dans les niveaux supérieurs ont été comblés par injection sous pression, sur une épaisseur d'environ 6 m et il est précisé que « les matériaux injectés ont effectivement comblé les vides au voisinage des forages ».

Il est conclu que « les quantités injectées permettent d'espérer que le comblement des principales cavités a été effectué ainsi qu'une consolidation des couches d'assise ».

Zone	Caractéristiques du bâtiment	Contexte géotechnique	Principe de fondation – préconisations (rapport avril 1968)	Principe de fondation – réalisation (rapport octobre 1968)
1	2 à 4 niveaux	CE inf. Nombreuses grottes détectées	- Comblement des grottes connues - Radier à double armature - calcul particulier pour le dimensionnement du radier au niveau des grottes G11 et G12	- découverte de l'existence de vides horizontaux de 20m d'extension et 3,5m de prof. au niveau de la grotte G4 - essai de traçage par fumigènes → supposition présence de mêmes vides plus en profondeur dans CC → grotte G3 en communication par cheminées verticales avec des cavités plus superficielles - proposition d'une solution de remplissage des grottes des niveaux supérieurs par injection + forages de contrôle
2	2 à 4 niveaux			
3	1 à 3 niveaux	CE moy. au N CE inf. et CL inf. au S	- radier général	
4	1 à 3 niveaux	CE sup. au S et à l'E CL sup. À l'W		
5	1 niveau	CE inf. Nombreuses grottes détectées	- Comblement des grottes connues - Radier à double armature voir semelles filantes en fonction des solutions retenues pour la zone 6	
6	4 niveaux	Zone très bouleversée présence des grottes G8 et G14 à l'W CL sup. au S CE inf. au N	<u>Cas particulier :</u> - Partie S (G8) : 2 massifs sur terrains en place voir appuis profonds - "Partie E : radier général	- réalisation de 4 massifs d'ancrage (avec adaptation de la profondeur des appuis en fonction de l'analyse des fonds de fouilles) - réalisation de 3 puits profonds en cherchant roche en place sous cavités (prof : 9m/3,5m/7,75m - diam : 2m) - radier général par dessus l'ensemble
7	4 niveaux	CL sup. au S CE moy. au centre CL inf. au N	- radier général	
8	4 niveaux	Idem zone 7 + CE inf. au N	<u>Partie Nord :</u> - Comblement des grottes connues - Radier à double armature	
			<u>Partie Sud :</u> - radier général	
9	4 niveaux	CL sup. au N et à l'W CE inf. À l'E	- radier général	- suppression de la couche marneuse sur toute la zone 9 → « sol assaini » - radier général sur zone déblayée et remplie par gros béton
10		CL sup. au N et à l'W CE inf. À l'E présence d'une couche marneuse plastique avec un pendage d'environ 10° vers le Sud (risque de glissement)	<u>Cas particulier :</u> - quadrillage de semelles armées - purge de la couche marneuse au droit des semelles si présente à moins de 1 m de profondeur	- suppression de la couche marneuse et en bordure de la zone 10 → « sol assaini » - longrines N-S et semelles filantes E-W, reposant sur le remplissage en gros béton des zones purgées
11	1 niveau sur vide-sanitaire	CE sup. avec épaisseur importante « la présence de la dalle de CE sup. [...] autorise une fondation directe, dans la mesure où une reconnaissance préalable n'aura pas permis de détecter des vides à moins de 2 m de profondeur sous le niveau d'appui »	<u>Cas particulier :</u> - semelles filantes	
12			<u>Cas particulier :</u> - semelles isolées	

Tableau 2 : Synthèse des principes de construction préconisés dans le rapport d'avril 1968 puis octobre 1968

3) Avis sur le niveau d'aléa effondrement

- analyse statistique succincte :

On notera que sur l'ensemble des deux campagnes de sondages réalisées :

- sur 104 sondages totalisant 590,6 m de reconnaissance, 61 ont rencontré un karst (soit 59% des sondages) et dans 1 cas sur 3 plus d'un karst (maximum 5 zones successives) ;
- la longueur cumulée des 94 karst correspond à 49,45 m ; soit 8,4% des longueurs forées ;
- seuls 6 sondages ont recoupés des vides francs (5,7% des sondages) ; soit 10 zones vides (10,6% des karsts recoupés) ; indiquant qu'une très forte proportion des karsts est colmatée.

La représentation de la répartition des karst en fonction de la profondeur (Illustration 3) ne permet pas de dégager de corrélation nette mais il apparaît que, globalement, les épaisseurs de karst sont plus importantes en profondeur qu'en surface.

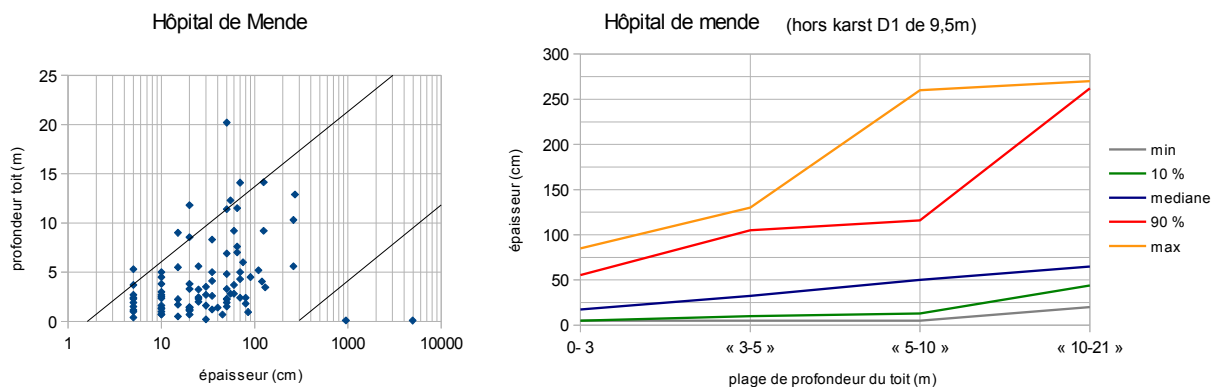


Illustration 3: Karst identifiés par sondages - Relation épaisseur / profondeur

En ce qui concerne les « grottes » en surface, sur les 12 décrites (15 localisées), 6 présentent des vides francs ou des descriptions laissant supposer un vide franc ("donnant sur une chambre", "rejoint G14") ; soit environ 45%. Ainsi, il semblerait que les plus gros karst (les « grottes ») présentent plus souvent un vide franc que les karst reconnus en sondages.

- analyse du risque :

Pour résumer, les travaux réalisés lors de la construction de l'hôpital de Mende ont permis de jouer sur les 2 aspects du risque :

- sur l'aléa :

- . les importants travaux de terrassement ont permis (i) de purger la couche marneuse présente au sein des calcaires (zones 9 et 10) ainsi que le comblement argileux des cavités affleurant en surface mais également (ii) de mettre à jour les cavités (comblées ou non) les plus proches de la surface ;
- . dans les zones 2 et 3, les cavités identifiées dans les niveaux supérieurs ont été comblées par injection ; soit un comblement sur une épaisseur de 6 m et sur une surface de l'ordre de 200 m² ;

→ l'aléa a donc été traité en partie, mais n'est pas annulé pour autant, puisqu'il est bien précisé à plusieurs reprises dans les différents documents que seules les cavités reconnues ont été traitées et que des cavités sont présentes au-delà des 6 m de profondeur. De plus, même si les phénomènes de dissolution du calcaire ne sont pas perceptibles à l'échelle de la vie humaine (quelques mm/cm par siècle), l'ouverture de nouveaux vides est possible par entraînement des matériaux de remplissage sous l'action de l'infiltration des eaux (infiltrations depuis la surface, fuites de réseaux,...). Ce phénomène de « débouillage karstique » est reconnu pour être le plus souvent responsable de l'apparition de désordres en zone karstique calcaire. Ainsi, il n'est pas exclu que des cavités présentes dans les niveaux supérieurs se développent latéralement, ni que les cavités présentes dans les niveaux inférieurs se développent vers la surface.

- sur la vulnérabilité des bâtiments :

. au niveau de la zone 6 (grottes G8 et G14), des massifs de fondation ainsi que des puits profonds ont été réalisés de façon à s'appuyer sur le rocher sain ;
. l'ensemble des bâtiments ont ensuite été fondés soit sur un radier général soit sur un quadrillage de semelles filantes, de façon à proscrire tout appui ponctuel.

→ la structure des fondations a donc été renforcée de façon à diminuer la vulnérabilité du bâtiment en cas de perte d'appui, lié à l'apparition d'un désordre de type fontis.

4) Conclusion

4.1) Affichage de la zone de l'hôpital en aléa effondrement élevé

- Aléa

Malgré le comblement des cavités les plus superficielles, le secteur de l'hôpital se trouve toujours dans une zone avec présence connue de cavités naturelles sous un recouvrement inférieur à 20 m ; justifiant la qualification du secteur en aléa effondrement élevé (cf. grille de qualification de l'aléa effondrement, rapport H15-070, §5.2.3.2).

- Vulnérabilité

Par contre, le type de fondation mise en œuvre (massifs, puits profonds, radier général et quadrillage de semelles filantes), adaptée à l'aléa identifié, a permis d'atteindre une vulnérabilité structurelle du bâtiment relativement faible.

- Risque

Ainsi, d'un point de vue structurel, le niveau de risque pour l'hôpital (résultant du croisement entre aléa et vulnérabilité) peut être considéré comme faible.

- Zones contiguës

Autour de la zone de l'hôpital, le contexte géologique est vraisemblablement identique (des cavités de dimensions et répartition équivalentes doivent être présentes) alors que le niveau d'aléa affiché est faible.

Seul le niveau de connaissance permet de différencier le niveau d'aléa :

- au niveau de l'hôpital : la présence de cavités a été reconnue par sondages ;
- autour de l'hôpital : la présence de cavités est seulement supposée (formation karstifiable et, à proximité, karstification connue dans cet étage géologique).

- Proposition

Comme évoqué lors de la réunion en DDT48 du 29/07/15, il est conseillé d'afficher sur la carte d'aléa effondrement de la commune de Mende l'encart suivant :

Hôpital de Mende : lors des travaux de construction, des cavités ont été identifiées. Les fondations ont été adaptées et les cavités identifiées dans les niveaux supérieurs ont été comblées. D'un point de vue structurel, le niveau de risque pour l'hôpital est considéré comme faible.

4.2) Constructibilité extension bâtiment hôpital

Étant donné le contexte exposé ci-dessus, une étude géotechnique est indispensable avant tout projet de construction (missions d'ingénierie géotechnique, norme NF P94-500).

Il restera de la responsabilité du BE de définir les principes de construction permettant de traiter l'aléa présent et/ou de diminuer la vulnérabilité structurelle du bâtiment et atteindre un niveau de risque faible.

Emilie THIEBAUD

chargée d'études géologie / hydrogéologie

Adjointe au Chef du service Géologie Risques Naturels

Copie à : Pierre Azémard