



MINISTERE DE L'INTERIEUR
DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE

effondrement de Bargemon (Var)

utilisation du kit d'urgence d'auscultation

E. Leroi

Octobre 1992
R35894

RESUME

Le 22 août 1992 à 6 heures du matin, un effondrement de terrain de 80 mètres de diamètre et de 15 mètres de profondeur environ s'est produit sur la commune de Bargemon, au lieu-dit "Peyrui".

Dans le cadre des ses activités de service public, le B.R.G.M. a immédiatement mobilisé son équipe spécialisée dans les risques naturels, pour fournir un appui technique à la mairie de Bargemon et à la Préfecture du Var. Par ailleurs, compte tenu des risques encourus par les habitations voisines, le B.R.G.M. a proposé, en accord avec la Direction de la Sécurité Civile, de mettre à disposition à titre expérimental, un kit d'auscultation d'urgence, pour suivre l'évolution du phénomène.

Les informations géologiques, morphologiques, hydrologiques et météorologiques recueillies sur le site tendraient à accréditer la thèse de la création d'une cavité souterraine par dissolution des matériaux gypseux en place, cavité dont tout ou partie du toit se serait effondré suite à une accumulation d'eau et à un débouffrage rapide.

Les parois de la cavité ainsi formées se trouvent dans un équilibre précaire, comme en témoigne l'évolution des capteurs mis en place sur le site, et toute nouvelle sollicitation se répercute immédiatement. Les deux épisodes pluvieux majeurs survenus pendant le mois de septembre ont provoqué une déstabilisation générale des parois par glissement le long des surfaces de rupture, relayant alors un phénomène purement gravitaire de basculement.

Après 25 jours de suivi, le bilan de cette double intervention est très positif, et les objectifs fixés, tant sur le plan des activités de Service Public que de Recherche Scientifique ont été pleinement satisfaits : la collaboration avec le Maître d'Oeuvre mandaté par la mairie a été très efficace, et les informations recueillies par le kit ont permis d'une part d'analyser au jour le jour, les évolutions de l'effondrement et donc les problèmes de sécurité posés, et d'autre part d'améliorer la connaissance du phénomène.

Par ailleurs, cette expérience a permis de mettre en exergue un certain nombre de questions concernant la surveillance en continu, et il convient que les organismes compétents ainsi que les administrations en charge des problèmes des risques naturels et de sécurité civile se déterminent au plus vite.

TABLE DES MATIERES

1. INTRODUCTION	1
2. CHRONOLOGIE ET NATURE DES INTERVENTIONS BRGM	4
2.1. Visite du site	4
2.2. Mise à disposition du "kit d'urgence"	4
2.3. Définition du réseau de surveillance	4
2.4. Installation du "kit d'urgence"	5
2.5. Suivi et traitement des données	5
3. DESCRIPTION DU PHENOMENE : LE CONTEXTE ET LES ANTECEDENTS .	6
3.1. Le contexte naturel	6
3.2. Le phénomène : description et hypothèses	9
3.3. les antécédents	10
3.4. Les risques encourus	11
4. SYSTEME DE SURVEILLANCE AUTOMATIQUE	13
4.1. Les objectifs	13
4.2. Le matériel	14
4.3. Le réseau mis en place à Bargemon	16
5. LE SUIVI : RESULTATS ET PREMIERES CONCLUSIONS	17
6. BILAN ET PROPOSITIONS	24

LISTE DES FIGURES

- Fig. 1 - Plan de situation de Bargemon
- Fig. 2 - Situation de l'effondrement de Bargemon
- Fig. 3 - Effondrement de bargemon
- Fig. 4 - Carte géologique du secteur de Bargemon
- Fig. 5 - Contexte morphologique et hydrographique
- Fig. 6 - Décompression des terrains par appel au vide au niveau des parois de la cavité
- Fig. 7 - Fissures en retrait de la zone effondrée
- Fig. 8 - Caissons de transport
- Fig. 9 - Un atelier mobile
- Fig. 10 - Evolution du capteur n° 1 entre le 4 et le 30.9.1992
- Fig. 11 - Evolution du capteur n° 2 entre le 4 et le 30.9.1992
- Fig. 12 - Evolution du capteur n° 3 entre le 4 et le 30.9.1192
- Fig. 13 - Evolution du capteur n° 4 entre le 4 et le 30.9.1992
- Fig. 14 - Evolution du capteur n° 5 entre le 4 et le 30.9.1992
- Fig. 15 - Evolution du capteur n° 6 entre le 4 et le 30.9.1992
- Fig. 16 - Réponse de l'effondrement à un épisode pluvieux

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

Fig. 13 - Evolution du capteur n° 4 entre le 4 et le 30.9.1992

Fig. 14 - Evolution du capteur n° 5 entre le 4 et le 30.9.1992

Fig. 15 - Evolution du capteur n° 6 entre le 4 et le 30.9.1992

Fig. 16 - Réponse de l'effondrement à un épisode pluvieux

Fig. 17 - Schémas explicatifs de l'évolution des parois

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 - Articles relatifs à l'effondrement de Bargemon

Annexe 2 - Etat du site 3 jours après l'effondrement (25.9.92) : planches photographiques

Annexe 3 - Plan de l'effondrement au 31.8.1992

Annexe 4 : Evolution du site au 3.9.1992 : planches photographiques

Annexe 5 - Le kit de surveillance mis en place à Bargemon : planches photographiques

1. INTRODUCTION

Depuis deux ans, le B.R.G.M. travaille à la conception et à la réalisation d'un système de surveillance "polyvalent", pouvant être installé sur site, de façon opérationnelle, en quelques jours, suite à la manifestation d'un mouvement de terrain mettant en jeu des problèmes de sécurité civile.

Par deux fois déjà, ce "kit" a pu être testé dans des conditions opérationnelles réelles, suite à deux éboulements, et il a répondu à tous les objectifs. Ces expériences concluantes ont conduit la Direction de la Sécurité Civile à poursuivre ses efforts pour financer le développement du kit, et ont conduit le B.R.G.M. à perfectionner le prototype afin de répondre à des besoins d'ergonomie du matériel, de rapidité de mise en place et d'acquisition des données, et de capacité à traiter les informations recueillies.

Le 22 août 1992 à 6 h du matin, un effondrement de terrain de grandes dimensions s'est produit sur la commune de Bargemon (Var), au lieu-dit "le Peyrui" (cf. figures 1, 2 et 3), et par chance, aucune victime ne fut à déplorer. Toutefois, les risques encourus par les habitations avoisinantes ont nécessité la mise en place d'un périmètre de sécurité, avec évacuation des personnes à l'intérieur du périmètre (cf. articles en annexe 1).

Compte tenu de l'ampleur de l'effondrement, une cellule de crise a été mise en place à la mairie de Bargemon afin d'engager les procédures administratives nécessaires, et afin de faire face à une éventuelle aggravation de la situation.

Le B.R.G.M. a mobilisé son équipe spécialisée dans les risques naturels pour intervenir en appui technique auprès de la mairie de Bargemon et auprès de la Préfecture du Var. Par ailleurs, cet effondrement représentait un site d'expérimentation "idéal" pour tester et valider le kit dans sa nouvelle configuration. Le B.R.G.M. a décidé alors, en concertation avec la Direction de la Sécurité Civile, de mettre le kit à disposition, à des fins expérimentales, pour une durée d'un mois.

Le travail présenté dans ce rapport vise à exposer les résultats techniques obtenus avec le kit d'auscultation.

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

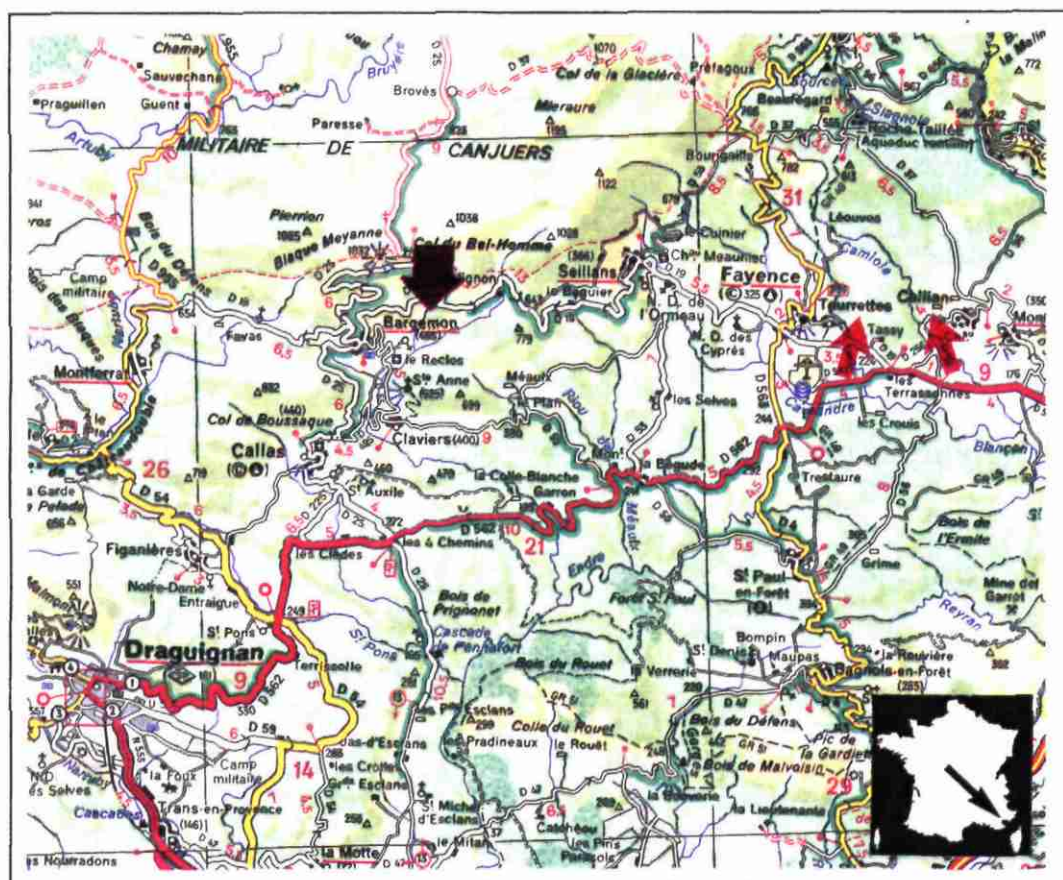


Fig. 1 - Plan de situation de Bargemon



Fig. 2 - Situation de l'effondrement de Bargemon

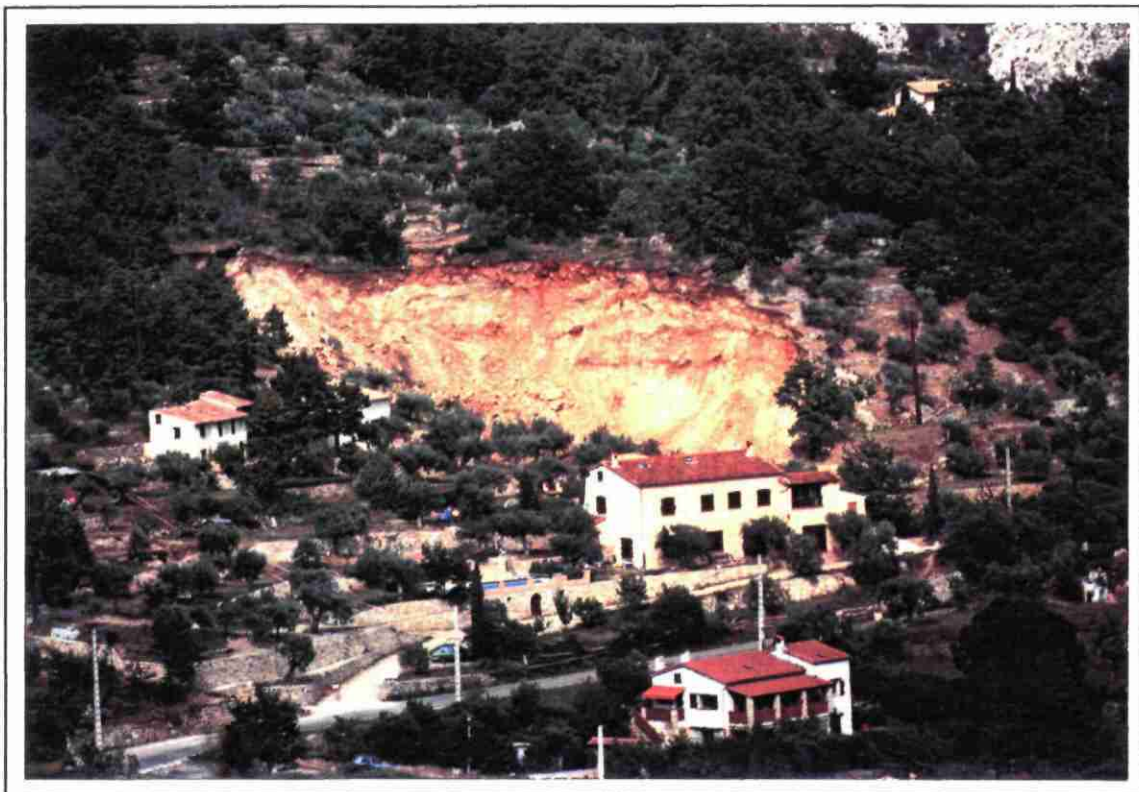


Fig. 3 - Effondrement de Bargemon

2. CHRONOLOGIE ET NATURE DES INTERVENTIONS DU B.R.G.M.

2.1. VISITE DU SITE

Le 25 août 1992, deux ingénieurs du BRGM, messieurs P. MOUROUX et G. GONZALEZ, se rendaient sur les lieux du sinistre pour établir un bilan précis de la situation (cf. photo en annexe 2) et pour essayer d'évaluer l'évolution possible du phénomène.

2.2. MISE A DISPOSITION DU "KIT D'URGENCE"

Au vu des conclusions des visites de site et compte tenu des risques encourus par les habitations avoisinantes, le BRGM, en accord avec les services centraux de la Direction de la Sécurité Civile (DSC), informe la municipalité de l'existence d'un "kit d'auscultation d'urgence" et propose de le mettre à disposition, l'installation du kit et le suivi des mesures pouvant être assuré par le B.R.G.M. sur ses fonds propres à titre expérimental.

Le "kit d'urgence" est un système modulaire de surveillance, développé par le BRGM à la demande de la DSC, pouvant être acheminé et installé sur site dans des délais très brefs. Ce matériel est mis à disposition gratuitement par la DSC pour une durée d'un mois.

2.3. DEFINITION DU RESEAU DE SURVEILLANCE

Le jeudi 27 août 1992, un ingénieur du BRGM, Monsieur E. LEROI, se rend sur le site de Bargemon pour définir un dispositif de surveillance, en liaison avec M. COVA, Maître d'Oeuvre mandaté par la municipalité de Bargemon. Ce dispositif a été conçu à trois niveaux, compte tenu des "cibles" à surveiller, et compte tenu des contraintes liées aux différents types de capteurs à installer :

- * un premier dispositif comportant 40 bases topographiques réparties autour du site sur une superficie de 12 ha et relevées régulièrement par un topographe ;

- * un second dispositif composé de fissuromètres manuels permettant de suivre l'évolution des fissures, sur le bâti, ou au sol, et de façon ponctuelle tant dans l'espace que dans le temps ; le suivi est assuré par les services de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF) de Draguignan (Var), à raison de deux relevés par semaine ;

- * un troisième dispositif complémentaire (le kit d'urgence) permettant de suivre à distance, par le réseau Télécom, d'une part des déplacements sur le bâti et sur le sol,

d'autre part la pluviométrie, et ce, de façon "continue dans le temps" ; le suivi de ce réseau est assuré par le BRGM à la fois depuis Marseille et depuis Orléans.

2.4. INSTALLATION DU "KIT D'URGENCE"

Le jeudi 3 septembre 1992, le kit était acheminé sur place depuis Orléans et les capteurs étaient installés sur les cibles retenues. Le raccordement à la centrale d'acquisition et la liaison avec le réseau Télécom commuté étaient réalisés le 4 septembre ; ce même jour, à 16 heures, le kit était opérationnel et la phase d'acquisition était enclenchée.

2.5. SUIVI ET TRAITEMENT DES DONNEES

Depuis le 4 septembre 16 heures, l'effondrement de Bargemon est suivi en permanence ; les données stockées dans la centrale d'acquisition sont consultées régulièrement et rapatriées pour traitement afin de suivre l'évolution du phénomène. La centrale d'acquisition est interrogée plusieurs fois par jour depuis Marseille et Orléans et les résultats sont transmis à la mairie de Bargemon, ainsi qu'à la DDAF de Draguignan, pour information.

3. DESCRIPTION DU PHENOMENE : LE CONTEXTE ET LES ANTECEDENTS

3.1. LE CONTEXTE NATUREL

En ce qui concerne la géologie, la commune de Bargemon est située en bordure de la Provence subalpine, et elle recoupe du Nord au Sud (Fig. 4) :

- le massif jurassique du Pierriou,
- la dépression triasique de Bargemon,
- le massif jurassique des Bois Lacoste et du Puy.

La tectonique de couverture caractéristique de la Provence calcaire, correspondant à des décollements au niveau du Trias inférieur et du Keuper ; les différentes unités qui sont rencontrées depuis l'entablement calcaire jurassique au Nord sont :

- l'anticlinal de l'Adrech,
- le synclinal de la Chapelle de Favas, Bargemon et du Bois de la Pique,
- l'anticlinal du Pavillon,
- Le synclinal de Bois Lacoste et du Bois du Puy.

Les formations géologiques rencontrées sur le site sont, par ordre stratigraphique :

- les alluvions récentes et anciennes du "Riou",
- les éboulis de pentes et colluvions qui s'étalent sur les pentes triasiques, dominées par les abrupts calcaires. Leur épaisseur peut être faible mais ils masquent l'ensemble des formations sous-jacentes.
- le Jurassique moyen dolomitique qui forme le sommet des buttes du Bois Lacoste et du Bois du Puy. Il s'agit de calcaire plus ou moins dolomitisé à stratification très confuse.
- le Rhétien ceinture en pied les collines. Il est constitué de calcaires argileux compacts très fins, de fausses cargneules à cavités de dissolution anguleuses, et de calcaires durs. Des bancs de marnes s'intercalent à différents niveaux.
- le Keuper se développe sur toute la surface de la commune dans sa partie centrale, mais il est partiellement masqué par des éboulis de pente. Sa base présente des sables grésifiés, des marnes sableuses à lentilles dolomitiques, calcaires ou gréseuses, et enfin, des lentilles de gypse. La partie supérieure du Keuper, très chaotique, comprend de haut en bas des dolomies blanches à débit parallélépipédique alternant avec des marnes vertes, des marnes irisées vert pastel et lie de vin, avec des cargneules, des niveaux de gypses, et des dolomies stratifiées en

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

bancs puissants de l'ordre de 10 m. Les dolomies ont souvent un faciès conglomératique à ciment cargneulisé et un faciès mylonitique.

- Le Muschelkalk calcaréo-dolomitique qui affleure jusqu'à la route départementale D562. La partie inférieure est formée de dolomies grises, intensément broyées, partiellement dissoutes et envahies de calcite secondaire. La partie médiane comprend des calcaires en bancs vermiculés alternant avec des marnes ou marno-calcaires. La partie supérieure est constituée de dolomies sur une épaisseur de 60 m environ.

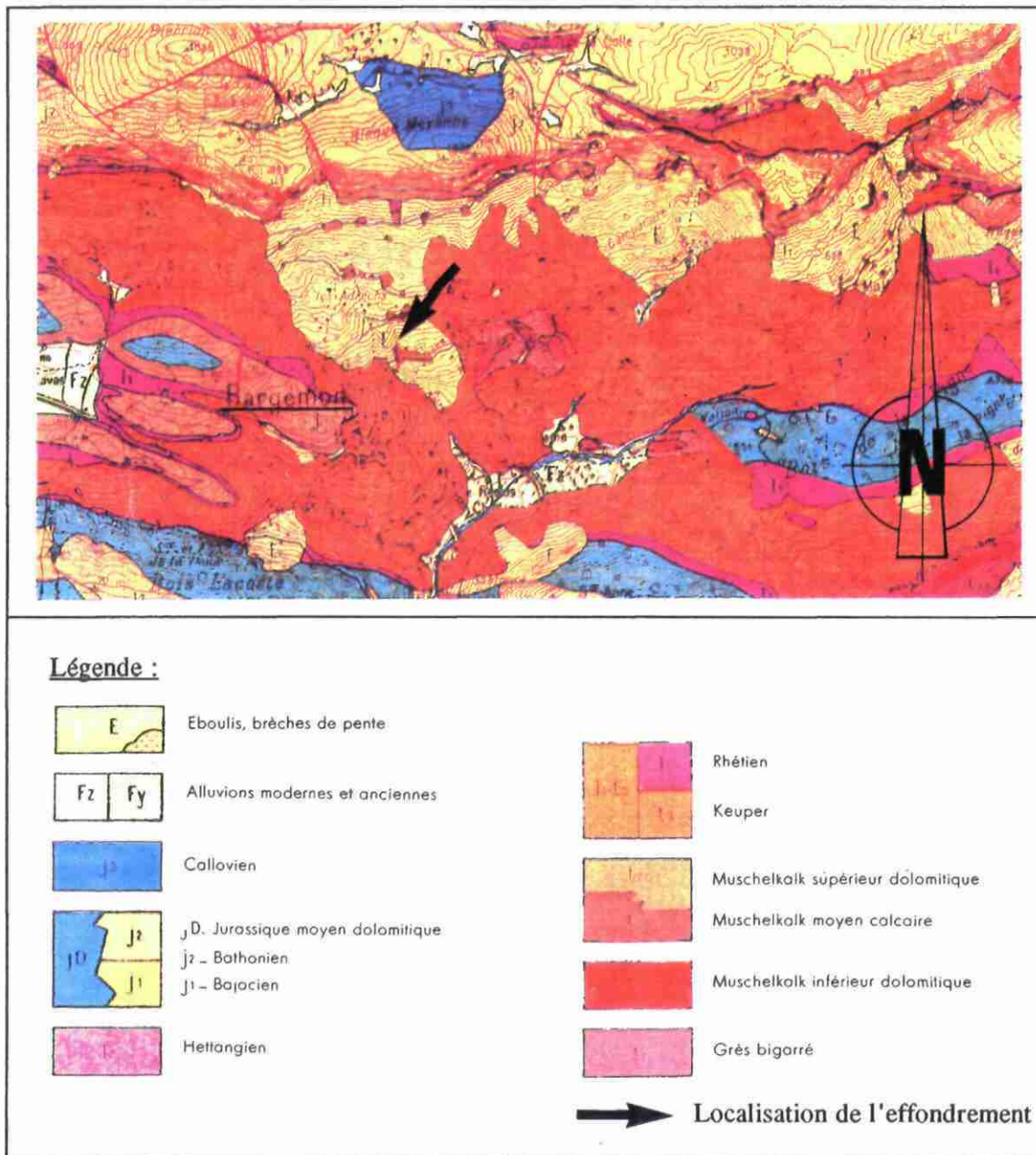


Fig. 4 - Carte géologique du secteur de Bargemon
(d'après la carte géologique au 1/50 000 de Fayence,
Service de la Carte Géologique de la France, 1937)

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

Du point de vue morphologique, le secteur de "Peyrui" est situé sur un versant de pente relativement constante, s'étendant depuis les rebords du plateau de Canjuers jusqu'au Riou quelques 700 mètres en contre-bas. Seul le vallon séparant le Peyrui de Bargemon vient rompre la régularité du relief ; le cours d'eau occupant ce vallon environ 100 mètres sous le Peyrui draine les eaux superficielles qui circulent depuis le plateau à travers les éboulis et à travers les formations triasiques sous-jacentes (Fig. 5).

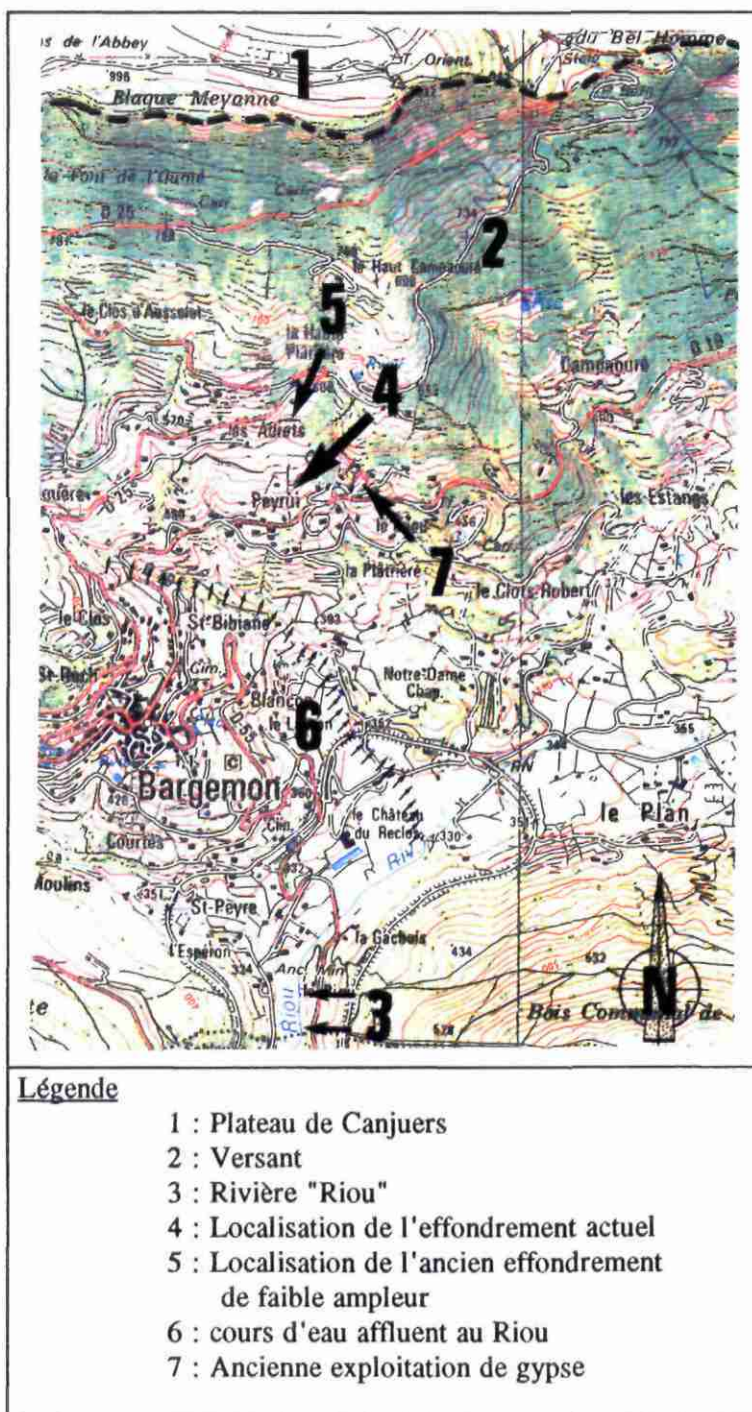


Fig. 5 - Contexte morphologique et hydrographique

3.2. LE PHENOMENE : DESCRIPTION ET HYPOTHESES

Il s'agit de l'effondrement d'une cavité souterraine sur 80 mètres de diamètre environ, et sur une profondeur maximale par rapport au terrain naturel de l'ordre de 15 m (carte en annexe 3). Compte tenu des indices géologiques, morphologiques, hydrauliques dont on dispose à ce jour et compte tenu des faits relatés par la population avoisinante, on peut penser que la cavité s'est formée par dissolution des matériaux gypseux en place. Ce matériau est abondant dans le secteur, comme en témoigne l'ancienne exploitation située à quelques centaines de mètres plus à l'Est (fig. 5).

En ce qui concerne les conditions hydrauliques, plusieurs faits et constatations doivent être rapportés (fig. 5).

r L'examen des photographies aériennes antérieures au phénomène montre que le site correspond à un ancien vallon, propice à la concentration des eaux.

r Au cours des 50 dernières années, de nombreuses modifications du réseau de drainage superficiel, et par conséquent souterrain, sont intervenues dans le secteur. :

* l'ancienne exploitation de gypse avait été implantée sur l'exutoire d'un bassin versant relativement important; l'existence d'un ancien collecteur de gros diamètre (1,5 à 2 m de diamètre), collecteur actuellement obstrué d'ailleurs, en est la preuve ; de plus, la route actuelle est construite sur un remblai constitué en partie par les résidus d'exploitation de la carrière ; or il existait par le passé un pont à la place de ce remblai, pont qui enjambait un cours d'eau pérenne. L'obstruction de l'exutoire est d'ailleurs confirmée par le fait que, les eaux se concentrent derrière l'exploitation et se mettent en pression dans le versant à la suite d'orages violents. L'actuel propriétaire rapporte que lors de ces mises en pression, l'eau "sort de partout, derrière, au niveau du front d'exploitation, et jusque dans la maison" et que suite à un épisode pluvieux particulièrement violent, un véritable torrent avait emporté une bonne partie de la cour ainsi que le portail ;

* par ailleurs, un voisin affirme que le versant est actuellement beaucoup plus sec "qu'auparavant" et que de nombreuses sources ont disparu. Toutefois, la présence d'une végétation hydrophile dans des secteurs très localisés témoigne de la présence d'eau à faible profondeur.

Si le phénomène de dissolution des matériaux gypseux, avec création d'une cavité souterraine, semble retenir la faveur des géologues et géotechniciens intervenus sur le site, le mécanisme de rupture et notamment le déclencheur posent beaucoup plus de problèmes au stade actuel des reconnaissances.

Plusieurs hypothèses peuvent être avancées, parmi lesquelles les deux suivantes :

* suite aux orages et aux pluies importantes survenus le week-end précédant l'effondrement, les eaux auraient continué à éroder les parois d'une cavité en équilibre précaire, et les éboulements successifs, qui pourraient correspondre aux grondements entendus pendant toute la nuit par les voisins, auraient conduit à une déstabilisation de l'ensemble ;

* dans le second cas, les eaux issues des mêmes orages, six jours auparavant, se seraient accumulées dans une cavité préexistante, et un phénomène de vidange rapide dû à un "débourrage" de l'exutoire, aurait provoqué un appel au vide conduisant à l'effondrement du toit de la cavité. A cet égard, il faut signaler qu'une voisine habitant directement en aval de l'effondrement, sous la route départementale, et ayant assisté au sinistre, rapporte avoir entendu "des bruits d'eau, comme un évier qui se débouchait". Se pose alors le problème du devenir de l'eau emmagasinée et ainsi libérée ; aurait-elle alimenté un cours d'eau existant, auquel cas des variations de débit et de composition auraient dû être observées ? Se serait-elle à nouveau perdue dans d'éventuelles cavités connexes ? Ce ne sont là que des hypothèses de travail qui permettront d'orienter les campagnes de reconnaissance, mais il convient cependant d'être prudent : elles demandent à être confirmées. La mise en oeuvre de la reconnaissance par gravimétrie et la réalisation des forages permettront certainement de répondre à ces questions, notamment sur l'existence de cavités supplémentaires et sur le rôle de l'eau.

3.3. Les antécédents

Un phénomène identique à celui observé à Bargemon s'était déjà produit cinq ans auparavant sur la commune de Tourrette, quelques kilomètres à l'Est de Bargemon, sur le domaine de Guiandonne. Dans ce cas, la rivière "Chautard" à l'origine de la dissolution des matériaux marneux, et donc de l'affaissement, avait disparu dans un véritable puits profond de plusieurs dizaines de mètres.

Enfin, il y a plusieurs années, un autre effondrement de même type, mais de faible ampleur, s'était produit quelques centaines de mètres en amont de l'effondrement de Bargemon, dans le même vallon. Les propriétaires avaient remblayé la cavité (fig. 5).

Compte tenu de la similitude des formations sous-jacentes, de la morphologie et des conditions hydrauliques, l'effondrement de Bargemon n'était pas une surprise en soi. Un tel phénomène était probable dans le secteur et les études antérieures n'avaient pas omis de le mentionner :

Rapport BRGM n° 31793, de 1990, relatif à la réalisation d'un R111-3 sur la commune de Bargemon ;

Rapport BRGM n° 30218, de 1989, relatif au PER de Callian ;

Rapport BRGM n° 88 SGN 765 PAC, octobre 1988 concernant le PER de Tourette.

Dans tous les cas malheureusement et compte tenu de l'échelle d'investigation, il n'était pas possible de déterminer précisément la localisation d'un éventuel nouvel effondrement.

3.4. Les risques encourus

L'effondrement de Bargemon a eu pour conséquence visible et immédiate la formation d'une cavité béante présentant des parois verticales de plusieurs mètres de haut. En retrait de la cavité, de multiples fissures sont apparues dans le sol, individualisant de nombreux compartiments de sol en équilibre précaire. Ces fissures apparaissent de façon régressive à partir de l'effondrement, et elles sont dues d'une part à un phénomène de décompression des terrains qui ne sont plus confinés (fig. 6) et, d'autre part, à une déstabilisation plus générale provenant de la suppression d'une butée au niveau du versant (fig. 7 et annexe 4)..

Seule une surveillance "en temps réel" nous a permis d'apprécier les évolutions. Tel était l'objectif principal du kit de surveillance installé sur le site par le BRGM.

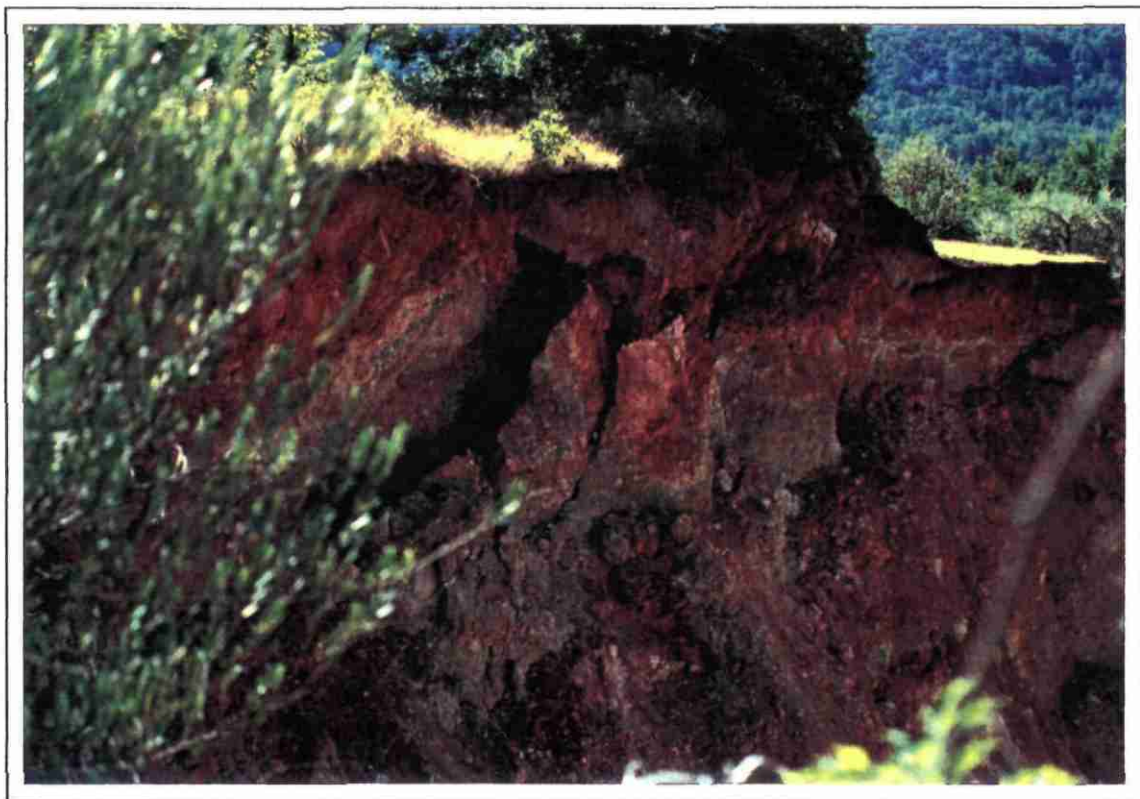


Fig. 6 - Décompression des terrains par appel au vide
au niveau des parois de la cavité



Fig. 7 - Fissures en retrait de la zone effondrée

4. SYSTEME DE SURVEILLANCE AUTOMATIQUE

4.1. Les objectifs

Les mouvements de terrain, quels qu'ils soient, se traduisent à la surface du sol par des déformations plus ou moins rapides mais toujours progressives. On peut donc espérer, à condition d'instrumenter le site en temps voulu, puis de savoir interpréter les prémices des déformations mesurées, en anticiper l'évolution et éviter, de ce fait, toute conséquence catastrophique du phénomène.

La manifestation externe d'un mouvement correspond à une phase paroxysmale plus ou moins longue, et face à cette manifestation se pose inévitablement le problème, pour les décideurs comme pour les scientifiques, de son évolution tant dans le temps que dans l'espace. Pour répondre à cette double question, il est indispensable de pouvoir équiper le site d'un système de surveillance fiable ; cependant, l'expérience montre que la mise en place opérationnelle d'un tel système requiert un délai relativement long, dépendant de plusieurs facteurs :

1. la prise de décision de mettre en place un système de surveillance ;
2. la recherche des financements ;
3. le choix d'un opérateur ;
4. la conception du système en fonction du site ;
5. l'achat du matériel avec les délais de livraison inhérents ;
6. le transport du matériel et du personnel sur le site ;
7. l'installation du réseau d'auscultation ;

Pendant ce temps, dans le meilleur des cas, c'est une multitude d'informations qui échappe aux scientifiques, et dans le pire des cas, il y a eu catastrophe et les problèmes à régler sont alors de toute autre nature.

Pour cette raison et sur proposition du BRGM, la Direction de la Sécurité Civile a décidé de développer une "mallette d'urgence d'auscultation", prête à l'emploi et pouvant être acheminée sur place dans les délais les plus brefs.

Ce kit a été conçu par le BRGM en essayant de respecter un cahier des charges dont les idées majeures sont résumées ci-après :

- * rapidité de mise en place sur le site et, si possible, par une seule personne ;
- * polyvalence du système vis-à-vis des multiples types de sites à équiper et compte tenu de la diversité des mouvements (rocheux, meubles, forte déclivité,...) ;

- * robustesse du système vis-à-vis des conditions météorologiques extrêmes (température forte ou basse, forte pluviosité, ...) ;
- * autonomie du système, vis-à-vis de l'alimentation et de la transmission des données ;
- * autonomie de l'opérateur sur le site quant au matériel et à l'outillage ;
- * possibilité d'interrogation à distance et d'intervention sur le pas de temps de scrutation ;
- * ergonomie des moyens de transport.

4.2. Le matériel

Il n'est pas question de présenter en détail le système qui a été développé, il fait l'objet d'un rapport largement documenté à paraître ; le lecteur pourra le consulter utilement à sa parution. Rappelons toutefois brièvement, dans leurs principes, les solutions qui ont été retenues :

- * le système de surveillance, par lui-même, est constitué :
 - de 3 capteurs de déplacement base courte (50 et 100 mm) ;
 - d'un capteur de déplacement longue base (5 m) ;
 - d'un inclinomètre ;
 - d'un pluviomètre,

le tout étant relié à une centrale d'acquisition (MADO) développée par le BRGM ;

- * un modem incorporé permet de relier la centrale au réseau Télécom si celui-ci est aisément disponible ; dans le cas contraire, la transmission des données est assurée par liaison radio ;

- * l'ensemble du kit (matériel, capteurs, outillage, centrale,...) peut être transporté à l'aide de 4 caissons étanches de faibles dimensions, conçus spécifiquement pour le prototype et transportables séparément à dos d'homme, à l'aide d'une clé de portage spéciale (fig. 8) ;

- * des supports modulables ont été réalisés pour pouvoir placer les capteurs sur tous les types de terrain ;

- * un transporteur-dérouleur de câble particulièrement ergonomique a été incorporé au kit, ce qui permet de moduler à souhaits le système de surveillance, en utilisant des longueurs de câble variables ;

- * enfin, un outillage complet et autonome est joint au kit (perceuse, fer à souder, chevilles, écrous,...) (fig. 9).



Fig. 8 - Caissons de transport

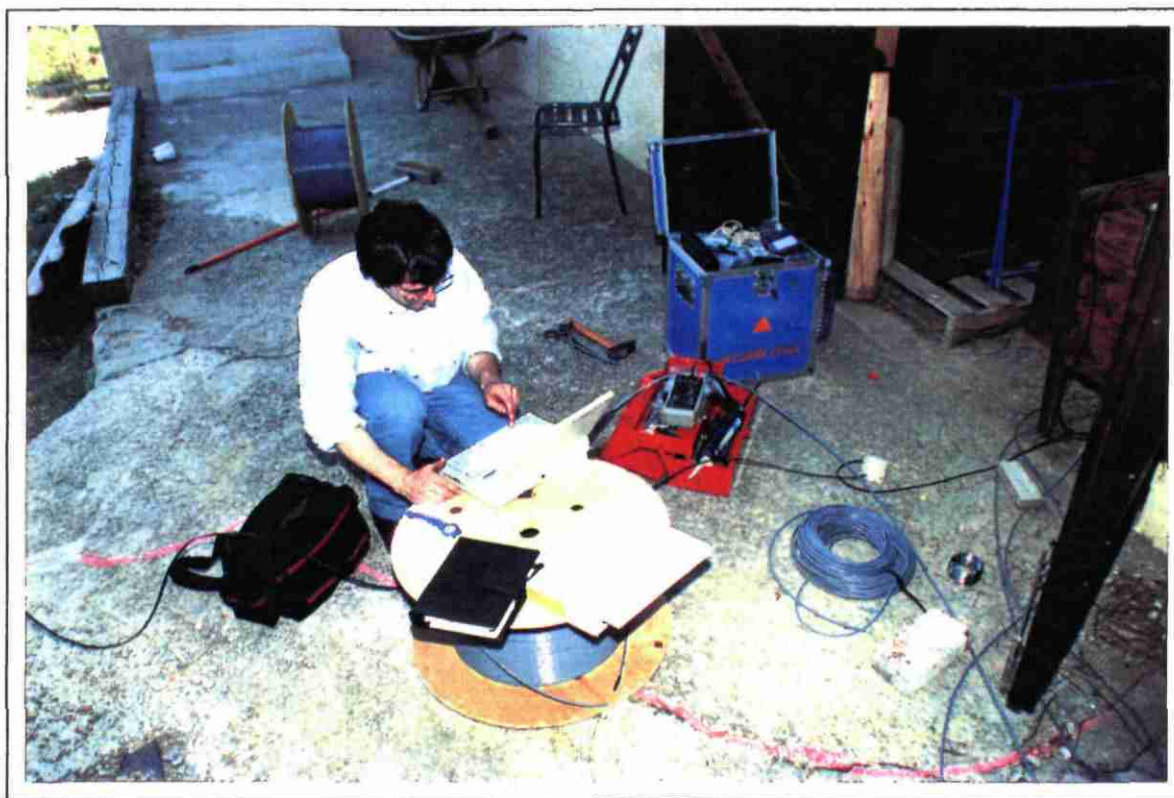


Fig. 9 - Un atelier mobile

4.3. Le réseau mis en place à Bargemon

L'extension du phénomène ainsi que les risques encourus par les habitations à proximité de la cavité, compte tenu de la présence de nombreuses fissures, tant sur le sol que sur le bâti, ont conduit le BRGM à mobiliser l'ensemble du kit.

L'implantation des capteurs est reportée sur la carte en annexe 3. Au total, six capteurs ont été installés (photographies en annexe 5) :

* *capteur n° 1* : inclinomètre. compte tenu de la proximité du garage de M. J.F.PORRE par rapport à la cavité et des fissures apparues sur le bâti témoignant d'une compression (pincement), et par conséquent d'un basculement, il a paru intéressant de pouvoir en suivre l'évolution ; le capteur installé sur la face externe du garage permet d'apprécier les basculements en direction de la cavité ;

* *capteur n° 2* : il s'agit d'un capteur de déplacement base courte (50 mm) de type Télémac. Implanté au niveau d'une voûte reliant le garage de M. J.F.PORRE au terrain naturel, il permet d'apprécier le basculement du garage en terme de déplacement et non pas de rotation ;

* *capteur n° 3* : il s'agit d'un capteur de déplacement identique au capteur n° 2 ; il a été implanté entre le garage de M. Lucien PORRE et le terrain naturel où un décollement important était apparu. Ce bâtiment est sans doute le plus exposé à l'heure actuelle ;

* *capteur n° 4* : il s'agit d'un capteur de déplacement longue base (5 m) de type Genisco ; il a été installé à même le sol, à l'Est de la cavité, afin d'apprécier l'évolution du versant. Une fissure majeure apparue immédiatement après l'effondrement laisse craindre une mobilisation importante de tout un pan de la cavité (photos annexes 2, 4 et 5) ;

* *capteur n° 5* : de même principe que les capteurs 2 et 3, mais sur une base plus longue (100 mm), ce capteur doit permettre de suivre l'évolution d'une habitation située juste en aval de la cavité ;

* *capteur n° 6* : un pluviomètre à augets a été installé sur le site pour suivre la pluviométrie, car il s'agit d'un facteur prépondérant de déclenchement susceptible de remobiliser les abords de la cavité, dans un équilibre actuel relativement instable (photo annexe 5).

L'ensemble des capteurs est relié à une centrale d'acquisition de type MADO, développée par le BRGM ; cette centrale est gérée par un micro-ordinateur. Par ailleurs, la mise à disposition par la mairie d'une ligne téléphonique a permis de relier la centrale d'acquisition au réseau Télécom commuté par l'intermédiaire d'un modem, ce qui autorise un suivi du phénomène à distance, depuis Marseille et Orléans.

5. LE SUIVI : Résultats et premières conclusions

Le système de surveillance mis en place permet une acquisition des données sur le site en "continu" dans le temps. Par "continu", nous entendons une interrogation à pas de temps très resserrés : toutes les heures entre le 4 septembre 1992 et le 9 septembre 1992, et toutes les 15 minutes, depuis. Signalons que la modification de l'intervalle de scrutation peut intervenir depuis Marseille ou Orléans, et ne nécessite aucune intervention sur place.

Cette double surveillance depuis Marseille et Orléans a pour objectif de valider les interprétations, par comparaison des résultats de traitement, dans la mesure où deux logiciels différents de traitement sont utilisés par les deux équipes.

Une automatisation des restitutions graphiques, développée de façon spécifique pour cette surveillance, a permis de fournir régulièrement des résultats de traitement (fig. 10 à 15).

Après 25 jours d'auscultation, les capteurs ont montré une évolution plus ou moins marquée selon leur emplacement et selon le type d'information qu'il délivraient. Les fluctuations journalières enregistrées avec les capteurs n° 1 et 4 sont dues aux variations thermiques entre le jour et la nuit ; il faut donc analyser les graphiques correspondants à partir des tendances qui se dégagent. Quoi qu'il en soit, la plupart des capteurs ont réagi au deux épisodes pluvieux majeurs qui sont survenus au cours du mois de septembre, ce qui témoigne de l'équilibre précaire dans lequel se trouvent les abords immédiats de la cavité.

A cet égard, les capteurs 1, 2, 3 et 4 éclairent les mécanismes qui sous-tendent la déstabilisation de ces parois.

Dans un premier temps, l'effondrement a provoqué une décompression des terrains avoisinants, qui s'est traduit en surface par l'apparition d'un ensemble de fissures bien marquées. Le relevé de ces fissures et le suivi de leur évolution tant dans le temps que dans l'espace, a montré que la destabilisation des versants évoluait de façon régressive à partir de la cavité, et qu'elle se propageait en cercles plus ou moins concentriques.

les panneaux ainsi découpés et individualisés se décolent par "appel au vide", et ont tendance à basculer vers la cavité ; il s'agit d'un phénomène purement gravitaire qui se traduit par agrandissement des fissures, ce que l'on observe clairement sur les graphiques, notamment sur celui du capteur n° 3 (fig. 12).

Lorsque des épisodes pluvieux surviennent, le phénomène gravitaire est relayé par un glissement le long de la surface de rupture, glissement qui provoque une fermeture des fissures par rotation du bloc. On a pu remarquer que ces glissements se manifestaient pratiquement instantanément, puisque le temps de réponse par rapport au début d'un épisode

pluvieux était inférieur à 15 minutes (fig. 17). Pour expliquer cette réaction aussi rapide, on peut avancer deux arguments.

Tout d'abord, il s'agit d'épisodes pluvieux intenses et très brefs (60 mm d'eau en 1 heure, avec un pic de 40 mm en moins de 15 minutes), et de ce fait, l'apport d'eau dans les fissures, soit directement, soit indirectement par l'intermédiaire du ruissellement est relativement important. Les modifications hydrauliques au niveau des surfaces de rupture sont alors immédiates. Par ailleurs, l'état d'équilibre des différents panneaux est déjà précaire, et toute nouvelle sollicitation se répercute instantanément.

Qu'en est-il de la sécurité du site?

Il s'agit là d'un problème délicat sur lequel nous ne pouvons répondre que de façon partielle dans la mesure où l'évolution du site est conditionnée non pas par un mais par deux phénomènes. En effet, il nous faut prendre en compte non seulement l'évolution des parois de la cavité actuelle, problème pour lequel le kit d'auscultation avait été requis, et sur lequel nous avons des éléments de réponse, mais il nous faut également intégrer l'évolution de l'effondrement en profondeur, notamment si l'on retient l'hypothèse d'un débouillage initial avec accumulation des produits dans une ou des cavités connexes.

la stabilité de la paroi est incontestablement précaire ; il ne fait aucun doute qu'elle évoluera vers un profil d'équilibre plus en conformité avec les propriétés mécaniques des sols qui la composent, et en fonction des conditions hydrauliques qui règneront au sein du massif. Seuls des travaux de confortement permettraient, s'ils étaient engagés rapidement, de stabiliser l'ensemble et d'éviter que les habitations avoisinantes ne subissent des dommages irréversibles.

En ce qui concerne l'évolution de l'effondrement en profondeur, seuls les résultats des reconnaissances géologiques et géotechniques préliminaires permettront d'apporter une réponse. Encore ne s'agira-t-il que d'une réponse partielle dans la mesure où les investigations engagées sont circonscrites à la cavité actuelle et à son périmètre immédiat. Elles ne permettront donc pas d'appréhender le problème dans sa globalité, c'est-à-dire à l'échelle du versant.

Quoi qu'il en soit, si l'hypothèse d'un débouillage venait à être confirmée, on pourrait alors craindre que le phénomène ne se propage vers l'aval et ne mette en péril des habitations situées actuellement hors du périmètre de sécurité.

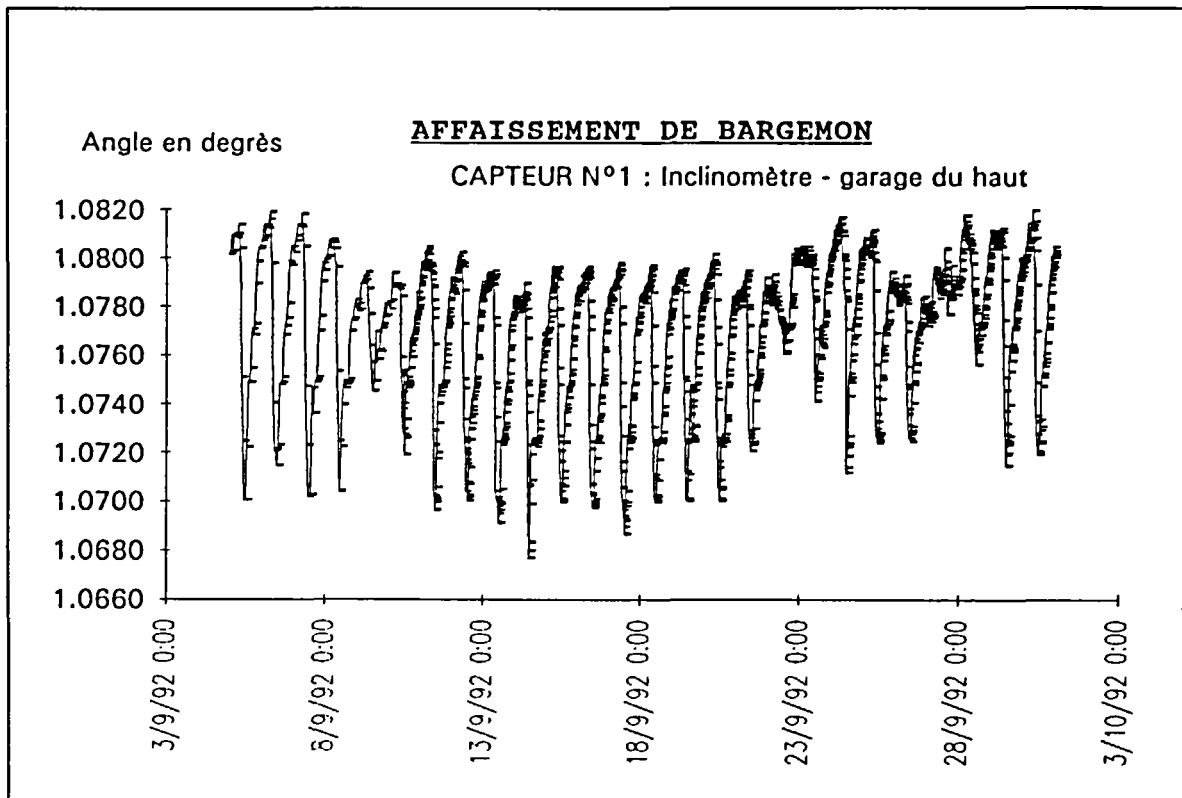


Fig. 10 - Evolution du capteur n° 1 entre le 4/9/92 et le 30/9/92

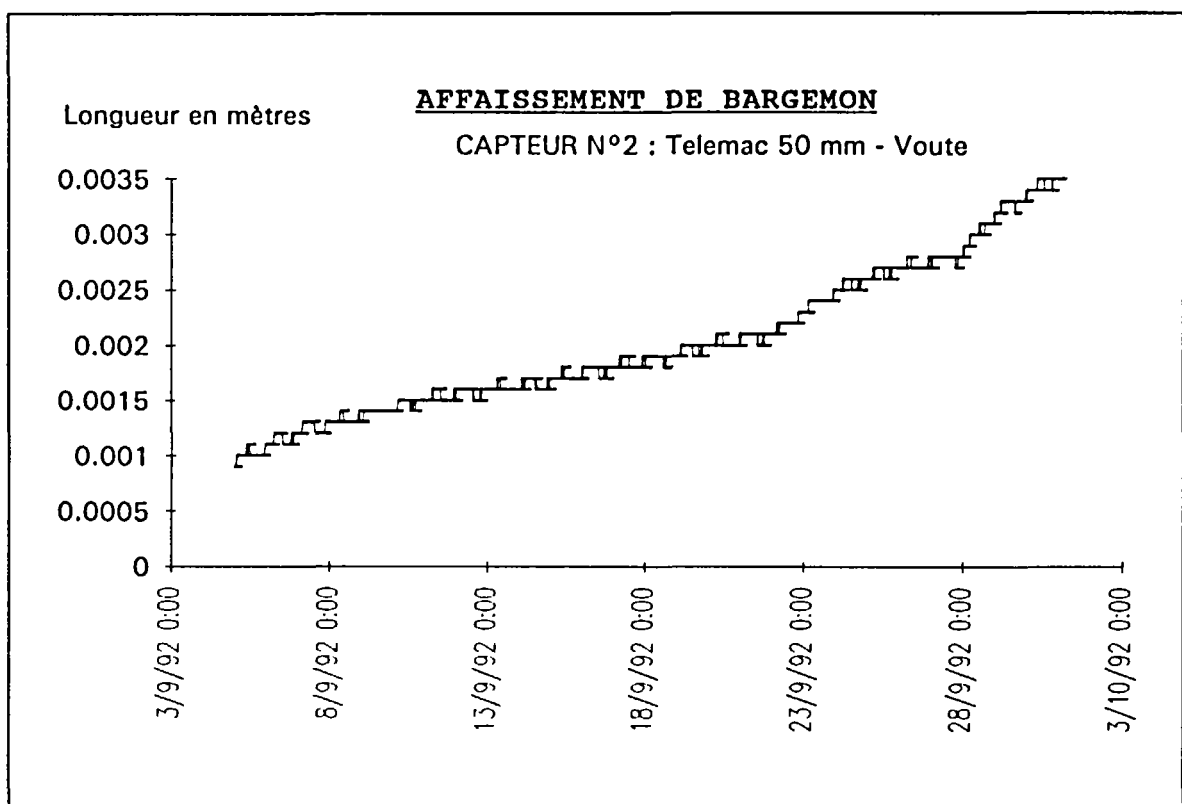


Fig. 11 - Evolution du capteur n° 2 entre le 4/9/92 et le 30/9/92

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

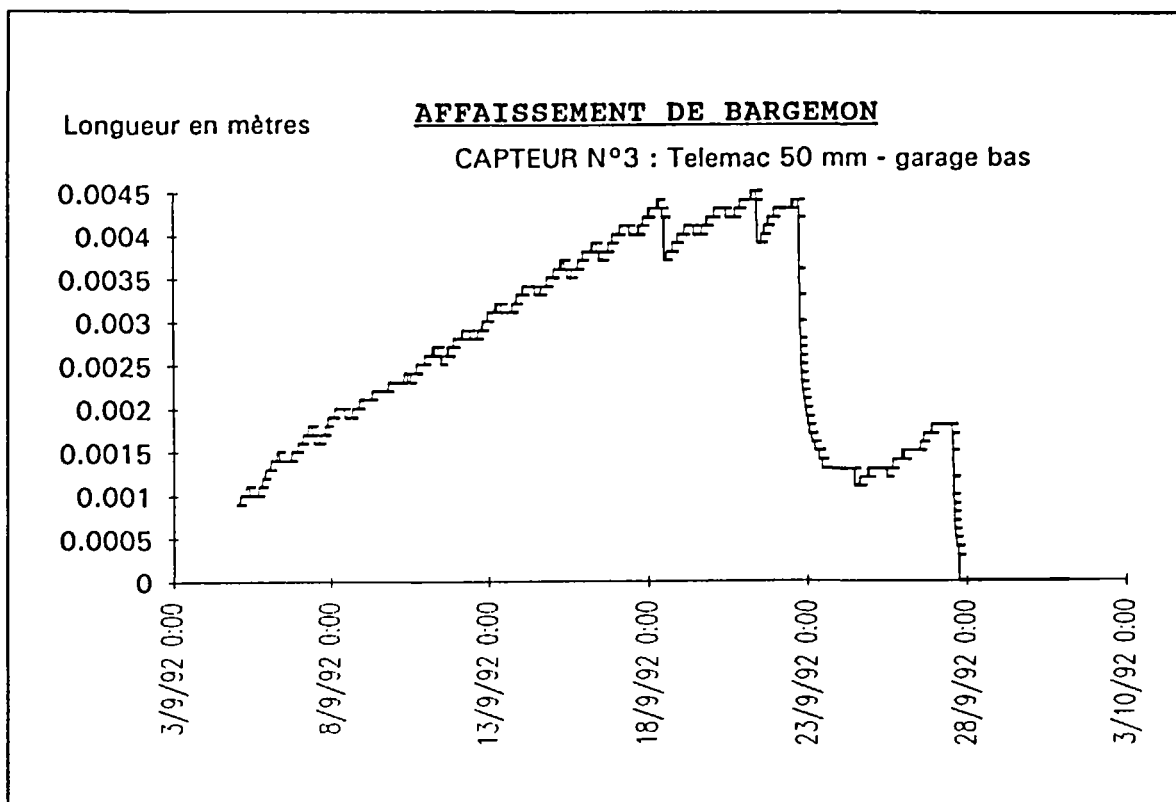


Fig. 12 - Evolution du capteur n° 3 entre le 4/9/92 et le 30/9/92

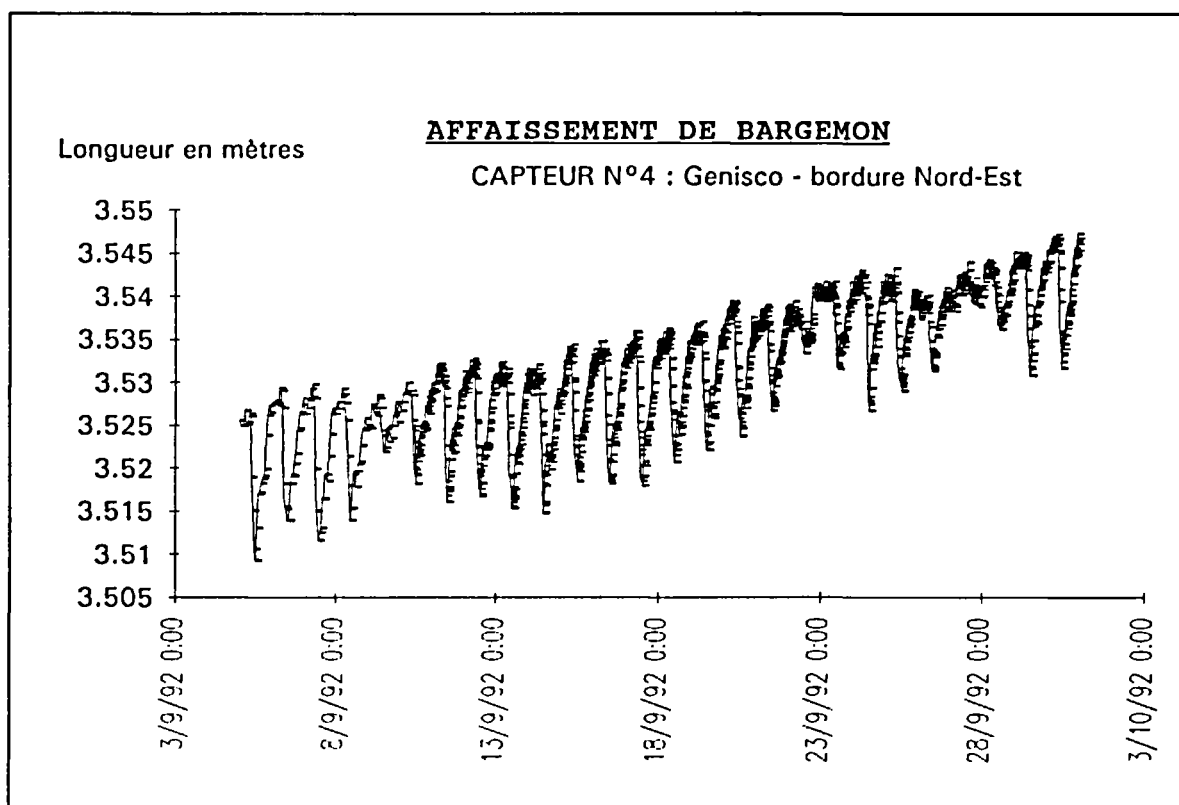


Fig. 13 - Evolution du capteur n° 4 entre le 4/9/92 et le 30/9/92

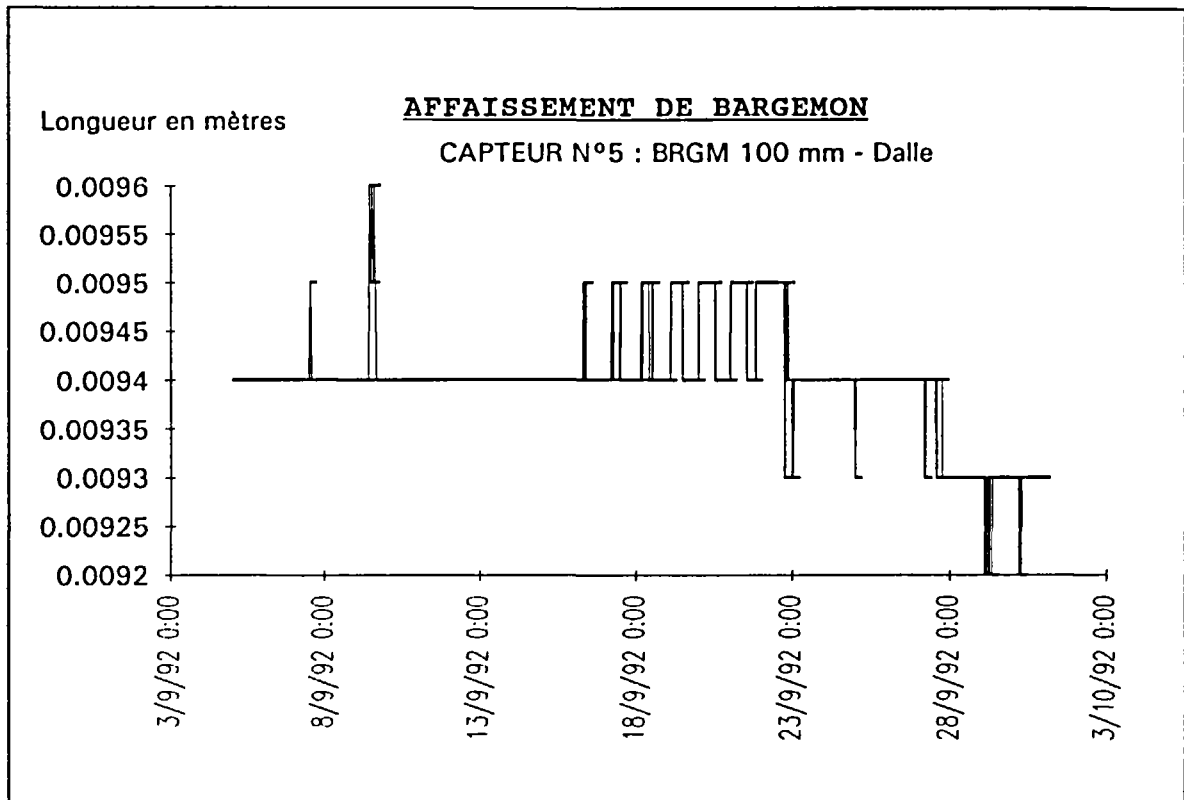


Fig. 14 - Evolution du capteur n° 5 entre le 4/9/92 et le 30/9/92

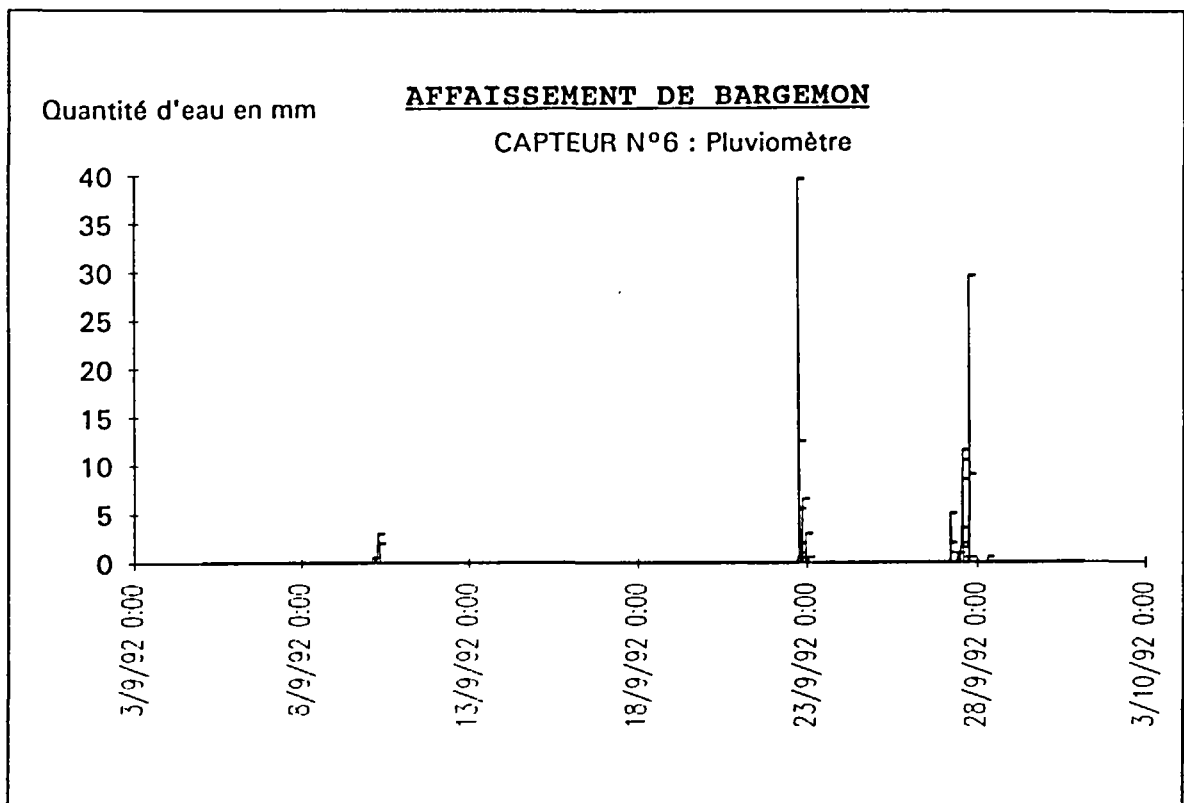


Fig. 15 - Evolution du capteur n° 6 entre le 4/9/92 et le 30/9/92

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

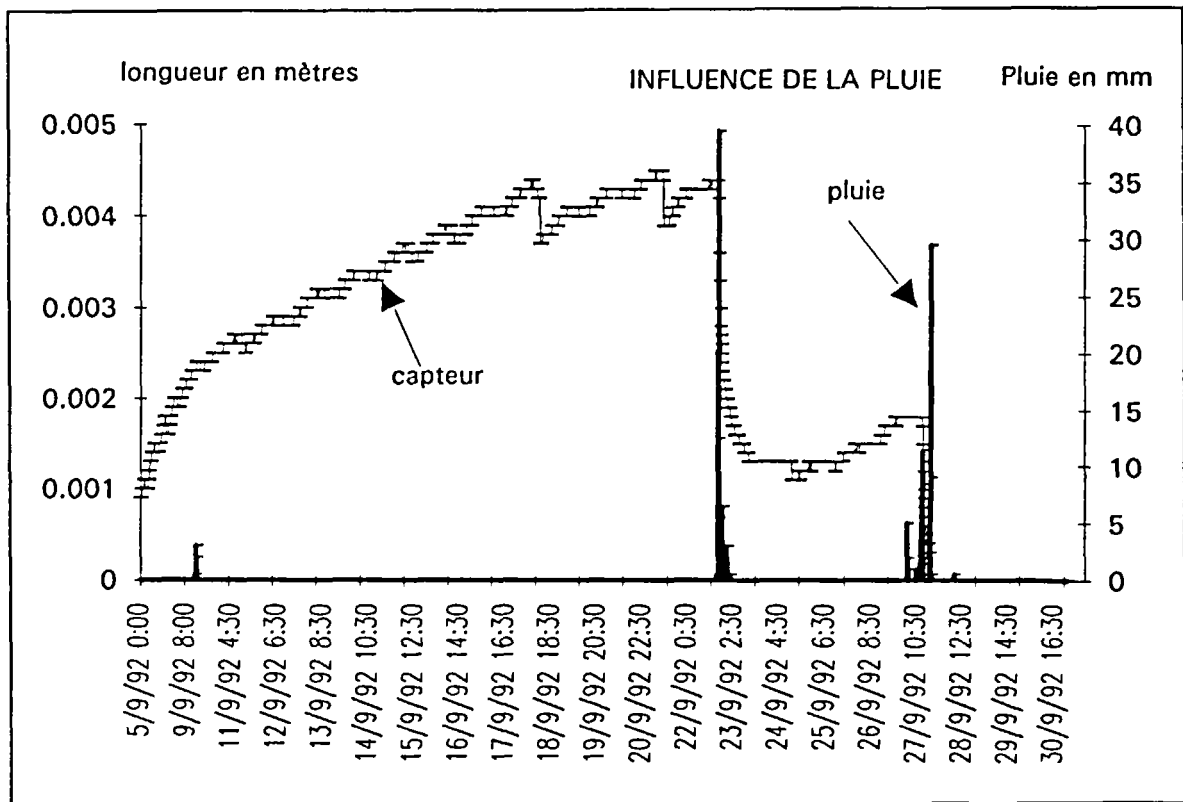


Fig. 16 - Réponse de l'effondrement à un épisode pluvieux

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

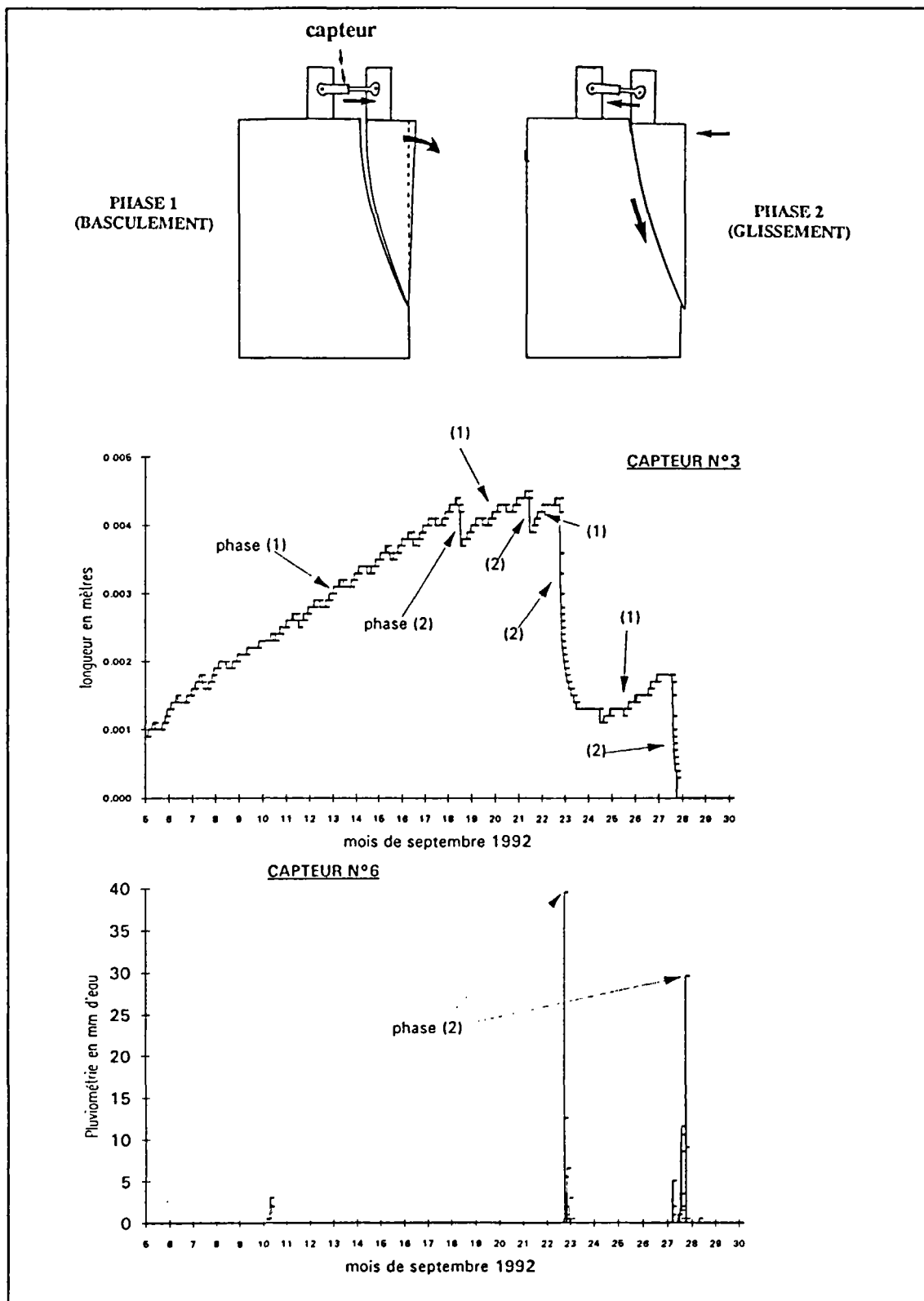


Fig. 17 - Schémas explicatifs de l'évolution des parois

6.BILAN ET PROPOSITIONS

Le B.R.G.M. est intervenu sur le site de Bargemon dans un souci premier de Service Public. Il a mis ses compétences dans le domaine des Sciences de la Terre en général, et des risques naturels plus particulièrement, à la disposition de la mairie et de la Préfecture du Var, à un moment où les responsables en charge de la gestion de la commune n'avaient pas la possibilité d'analyser en toute sérénité aussi bien l'impact que les conséquences de l'effondrement.

Cela s'est traduit concrètement par la visite sur le site de plusieurs ingénieurs du B.R.G.M., et par la mise à disposition, pour un mois, d'un système de surveillance expérimental permettant de suivre en continu dans le temps l'évolution du phénomène, depuis Marseille et depuis Orléans. Après 25 jours de mesure, quel est le bilan d'une telle expérience ?

Le kit d'auscultation, a parfaitement joué son rôle d'assistance, et sa mise en place a fait l'objet d'une concertation et d'une collaboration efficaces entre le Maître d'Oeuvre mandaté par la mairie et le B.R.G.M. ; par ailleurs, un compte rendu journalier commenté, sur l'évolution des capteurs, a été fourni aussi régulièrement que possible.

Les objectifs qui avaient été fixés conjointement par la Direction de la Sécurité Civile et le B.R.G.M. quant à la capacité du kit et à sa mise en oeuvre ont été satisfaits au delà de ce que l'on pouvait espérer : les délais d'obtention des premiers résultats ont été d'une semaine à partir du moment où le B.R.G.M. a proposé son assistance à la mairie, et aucun problème majeur n'a été enregistré, tant au niveau de la mise en place des capteurs sur site et de leur fonctionnement, qu'au niveau de la transmission des données par le réseau Télécom et de leur traitement.

Ces performances ont permis de mettre sur pied un suivi fiable du site, et le personnel réalisant les reconnaissances préliminaires pouvait être prévenu à tout moment d'une évolution "anormale" du phénomène et donc être évacué. Par ailleurs, les données recueillies ont permis, d'améliorer la connaissance sur la dégradation des parois, et de mettre à jour certains mécanismes de déstabilisation.

Rappelons toutefois, qu'un important travail reste à faire pour comprendre la phénoménologie même de l'effondrement, principalement en ce qui concerne la ou les causes de la rupture, l'extension précise de la ou des cavités, le mécanisme de rupture et le devenir des matériaux effondrés. A cet égard, les reconnaissances géologiques et géotechniques préliminaires devraient apporter de nombreux éclaircissements. Par ailleurs, il convient de replacer cet événement dans son environnement et d'analyser le problème sur l'ensemble du versant, tout en restant à une échelle d'investigation locale ; pour ce faire, des études globales pourraient être engagées en concertation avec les pouvoirs publics, les décideurs et les aménageurs.

Pour ce qui est du court terme, il apparaît indispensable qu'un système de surveillance reste en place sur le site pour prévenir d'une éventuelle déstabilisation générale des parois, compte tenu du fait que des équipes continuent à travailler à proximité de la cavité, et que des

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

maisons situées actuellement hors du périmètre de sécurité sont susceptibles d'être affectées. Toutefois, cette décision relève de la responsabilité du Maître d'Oeuvre.

Cependant, comme cela avait été stipulé aussi bien à la mairie de Bargemon qu'au Maître d'Oeuvre, le kit était mis à disposition pour un mois ; passé ce délai, un système de surveillance pérenne devait être mis en place ; il est à espérer qu'une telle solution de remplacement ait été envisagée.

ANNEXES

Annexe 1 : articles relatifs à l'effondrement de bargemon.

Annexe 2 : Etat du site 3 jours après l'effondrement (25/9/92) - planches photographiques.

Annexe 3 : Plan de l'effondrement au 31/8/92.

Annexe 4 : Evolution du site au 3/9/92 - planches photographiques.

Annexe 5 : Le kit de surveillance mis en place à Bargemon - planches photographiques.

ANNEXE 1

Articles relatifs à l'effondrement de bargemon.

Article 1: dans "Var Matin" le 23/8/92.

Article 2: dans "Var Matin" le 24/8/92.

Bargemon : soudain, tout s'écroula

Près de deux hectares de terrain se sont effondrés, hier à l'aube. Une spectaculaire catastrophe naturelle qui n'a miraculeusement pas fait de victimes

"Comme un tremblement de terre". C'est le mot qui revenait dans toutes les bouches hier matin pour décrire le spectacle de désolation qui troublait le paisible paysage de Bargemon. En quelques secondes, le sort de ce pittoresque village provençal, sur la route de Seillans, a perdu son visage et son âme. Sur plus de cent mètres de diamètre, un trou béant défigure le panorama. La forêt de chênes et les restanques plantées d'oliviers qui couvraient ces deux hectares ont été engloutis à près de 50 mètres de profondeur. Un glissement de terrain qui, par miracle, n'a pas fait de victimes.

SIX heures du matin hier à Bargemon. Tout est encore calme dans la maison de la famille Porre. Quelques instants avant l'horreur... Tout-à-coup, un terrifiant souffle d'air secoue l'atmosphère. Les cinq occupants de la demeure, effolés, se ruent en tous sens à l'extérieur. Et y découvrent un spectacle effrayant. Le terrain en pente douce qui longeait leur demeure jusqu'à la route s'est brutalement effaissé sur plusieurs centaines de mètres. Par chance, l'éboulement s'est arrêté à quelques pas du premier cabanon qui surplombe leur maison de quelques mètres. Mais alentour, tout n'est que vide et désolation. Une vision apocalyptique... Des tonnes de terre, des roches en tous genres, des arbres entiers ont été avalés par les entrailles du sous-sol. En un instant, tout ce qui se trouvait sur ce terrain pourtant viable et constructible s'est effondré. Comme un château de cartes soulevé par un violent rafale de vent.

Seule une fêlure de presque 50 mètres de haut, telle une pleureuse vive et sanguinolente qui mettra des années à se refermer,

témoigne de l'incroyable drame qui vient de se produire.

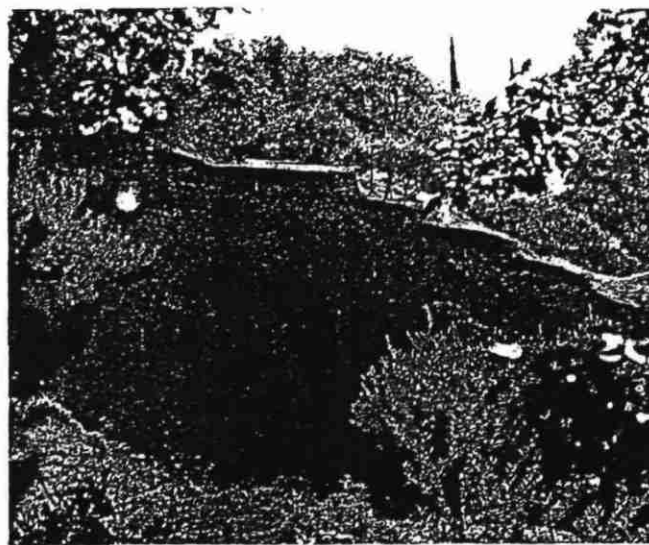
"COMME LES BOMBARDEMENTS DE LA LIBÉRATION"

Certes, depuis la veille au soir, de sinistres grondements se faisaient entendre, des roulements de tambour qui résonnaient dans le sous-sol. Mais personne n'aurait pu prévoir qu'ils annonçaient une catastrophe d'une telle ampleur.

"On a eu du mal à fermer l'œil à cause des grondements qui ont débuté vers 23 heures. Et le bruit s'est fait de plus en plus fort vers 5 heures ce matin", expliquait Mme Porre, encore sous le choc. Mais ne se doutant de rien, les voisins croyaient qu'un orage approchait. Jusqu'à ce qu'ils soient réveillés en sursaut.

"Mon lit tremblait", raconte le jeune Antoine, âgé de 15 ans, tandis que sa mère confirmait: "Tout bougeait dans la maison, les meubles, les lustres, tout !". Une rumeur renchérissait:

"C'est la deuxième plus belle peur de ma vie, après les bombardements allemands à la Libération, quand ils ont tout fait sauter dans la région avant de partir !".



Un trou de plus de 100 mètres de diamètre défigure le paysage.

(Photos Christophe Chevignaud)

Mais si la maison de la famille Porre s'est sortie indemne de l'effondrement d'hier, elle reste sous la menace persistante des éboulements plus modestes qui continuent de se produire. "Il va falloir des semaines, voire des mois pour que le terrain se stabilise et retrouve une pente correcte et plus naturelle", expliquait M. Tapoul, géologue à la Direction départementale de l'Agriculture. M. Pont, ingénieur à la Direction départementale de l'Équipement, et MM. Forêt et Descombes, respectivement géologue et directeur adjoint à la D.D.E., s'étaient joint à lui pour établir un diagnostic de la catastrophe et délimiter un périmètre de sécurité que les gendarmes, menés par le commandant-adjoint de la compagnie de Draguignan, De Marly, faisaient respecter aux curieux qui commençaient à affluer en fin de matinée. Car les risques restent nombreux et de multiples fissures strient le sol sur plusieurs centaines de mètres autour de l'épicentre de l'effondrement.

CHAOS SOUTERRAIN

"Il s'agit d'un terrain de remplissage constitué des roches les plus hétéroclites, mais à forte dominante de mame à gypse", expliquait M. Tapoul. Des poches d'air de dissolution se seraient formées à la suite des

pluies du début de l'été et des différences de température entre le jour et la nuit, et comme le gypse est une roche saline qui fond à l'eau, tous les ingrédients étaient réunis pour que le terrain s'effondre. "Un véritable gruyère souterrain", concluaient les géologues.

Le sous-préfet de Brignoles, Jean-Pierre Guerin, de permanence hier, et le maire de Bargemon, Pierre Blanc, ont arpenté eux aussi de longues minutes le

site de la catastrophe pour dresser un état des lieux approfondi afin de prendre les mesures appropriées.

Ainsi, le maire de la commune devait-il prendre un arrêté de "mise en péril", avant d'espérer obtenir la déclaration de "zone sinistrée" suite à une catastrophe naturelle qui permettrait, à plus long terme, de débloquer des fonds supplémentaires pour réaménager l'environnement.

Renaud DELY



Les deux frères Porre, propriétaires de la maison, encore sous le choc.

Il y a cinq ans déjà...

■ Ce n'est malheureusement pas la première fois qu'une catastrophe naturelle du type de celle qui a ébranlé Bargemon hier se produit dans la région. On se souvient par exemple de l'effondrement de terrain qui a vu le village de Tourrettes le 27 décembre 1987. Celui-ci avait provoqué la formation d'un trou de 50 mètres de profondeur qui avait englouti le "Chautard", une petite rivière dont les eaux avaient disparu dans les entrailles du sous-sol.

La aussi, les couches géologiques souterraines, très friables, étaient largement composées de gypse, une roche saline particulièrement soluble, puisqu'elle

peut se dissoudre à raison de 40 grammes par litre d'eau si l'écoulement est suffisamment rapide. Or, dans le cas du "trou du Chautard", c'est le ruisseau du même nom qui serait à l'origine de l'effondrement. Contrairement au drame d'hier, celui-ci s'était produit sous la forme d'un véritable puits, fermé et creusé dans le domaine de Guandonne. Et quand on sait que le gypse est particulièrement répandu dans tout le Haut-Var, on peut craindre que d'autres effondrements du même genre ne se produisent ailleurs. Tout en espérant qu'une fois encore, il n'y ait pas de victimes.

Fig. 1 - Article paru dans "Var Matin" le 23/9/92

Bargemon : trois maisons évacuées

A la suite de l'ouverture d'un gouffre d'une superficie de près de deux hectares et profond d'une cinquantaine de mètres sur un terrain viabilisé de la petite commune de Bargemon, quartier "Peruys", le maire, Pierre Blanc a pris un arrêté d'évacuation de plusieurs maisons menacées de disparaître dans le trou. Ce dernier n'a pas évolué en diamètre ou en profondeur, mais de nouvelles fissures sont apparues sur les maisons proches.

LES témoins ont bougé. C'est ce qui a été constaté aux premières heures de ce dimanche. Les spécialistes avaient en effet posé ceux-ci sur les murs des habitations afin de voir si les fissures évoluaient. On sait donc maintenant que c'est le cas.

Trois familles - celles de Lu-

cien et Jean-François Porre et celle de M. Raboteau ont été évacuées. Ces Bargemonais ont rapidement trouvé à se reloger. Rien ne permet pour l'instant de dire si les immeubles (qui ont déjà été fortement endommagés par l'effondrement) disparaîtront prochainement dans le gouffre. Par contre, toutes les mesures

de sécurité ont été prises. Notamment par la gendarmerie de Draguignan et celle de Bargemon qui, sur ordre préfectoral, ont laissé en permanence cinq gendarmes en surveillance sur place, principalement pour éviter aux badauds de s'approcher trop près de ce petit "Padirac" varois. Une bande de sécurité -interdite au public- d'une cinquantaine de mètres autour du trou a été mise en place.

Le glissement vertical du terrain sera étudié à fond par les spécialistes dans les semaines à venir. En attendant, la cause la plus probable de cette étonnante catastrophe naturelle serait

celle d'une dissolution du calcaire, du gypse et de l'argile qui constituent le sous-sol sous l'effet du ruissellement d'eaux souterraines. Une importante voûte aurait alors cédé sous le poids de la terre, provoquant l'effondrement.

Pour le maire de la commune, la situation est préoccupante. En effet, maintenant que l'on sait que la catastrophe n'a fait aucune victime, la municipalité s'inquiète des conséquences : en effet, le quartier ayant été viabilisé, donc déclaré constructible, la perte financière pour Bargemon est colossale. C'est vraisemblablement ce point, crucial

pour une petite commune, qui sera abordé aujourd'hui lors d'une réunion en mairie avec le préfet. Ce dernier devrait être invité par Pierre Blanc à prendre un arrêté de catastrophe naturelle. Dans l'éventualité où il serait fait droit à cette requête, les assurances pourraient ouvrir des dossiers d'indemnisation, notamment en ce qui concerne les trois habitations actuellement menacées par le gouffre. Le versement des indemnités permettrait en outre de procéder, à plus ou moins long terme, à un réaménagement de la zone sinistrée.

J.M.D.

Fig. 2 - Article paru dans "Var Matin" le 23/8/92

ANNEXE 2

Etat du site 3 jours après l'effondrement (25/8/92) planches photographiques

- Photographies 1 et 2 :** le site de Bargemon et la zone effondrée
- Photographies 3 à 8 :** l'effondrement de Bargemon
- Photographies 9 à 12 :** fissures en retrait de la zone effondrée

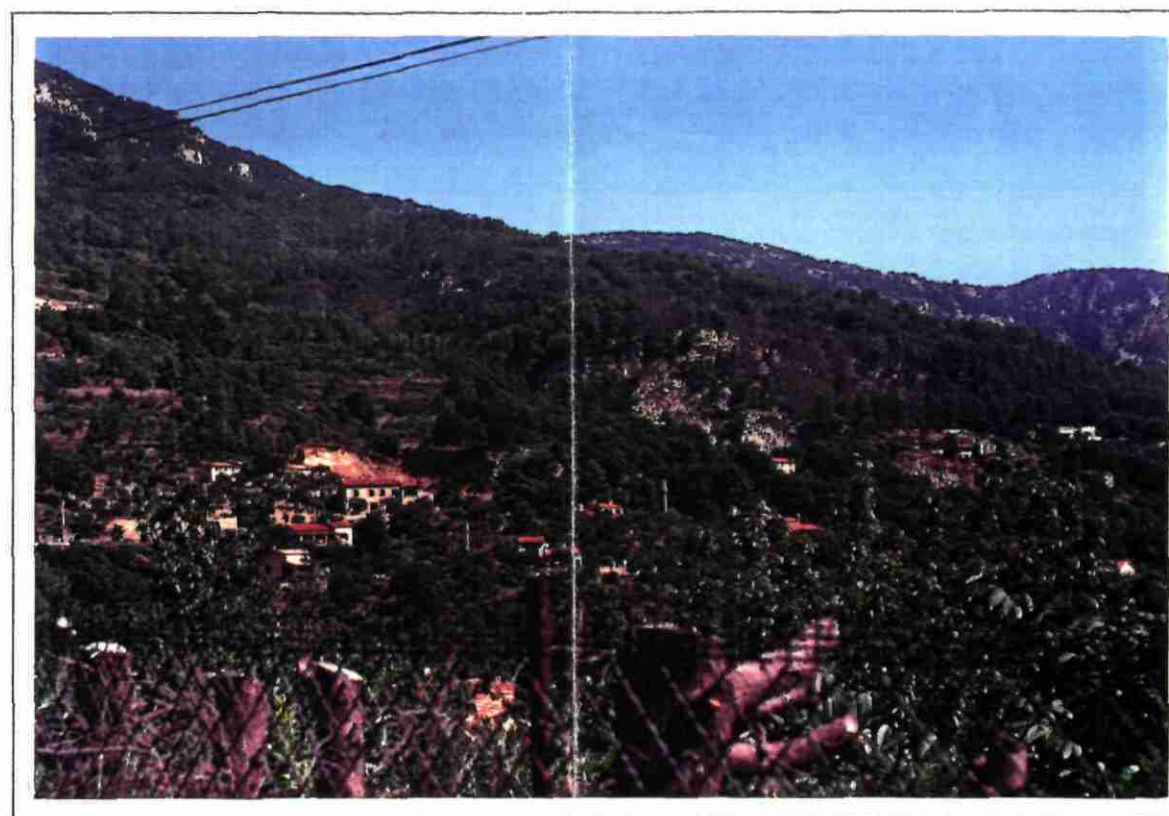
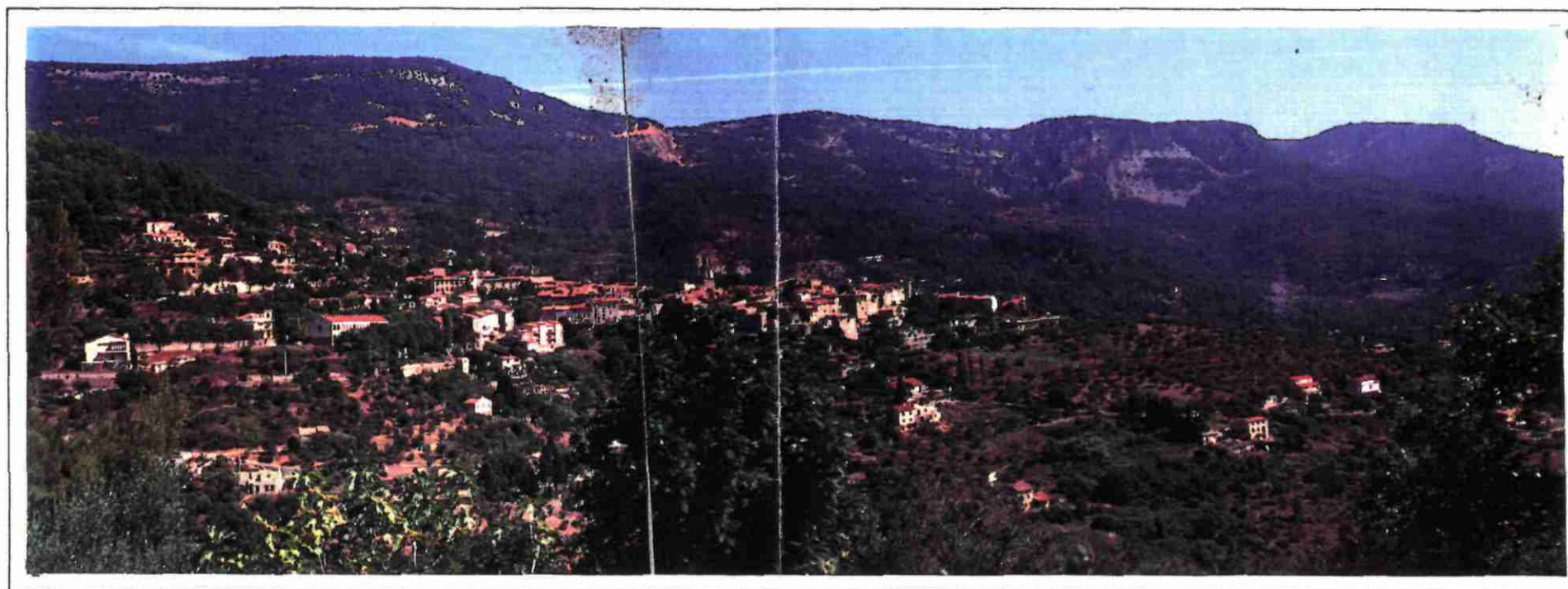


Fig. 1 et 2 : Le site de Bargemon et la zone effondrée

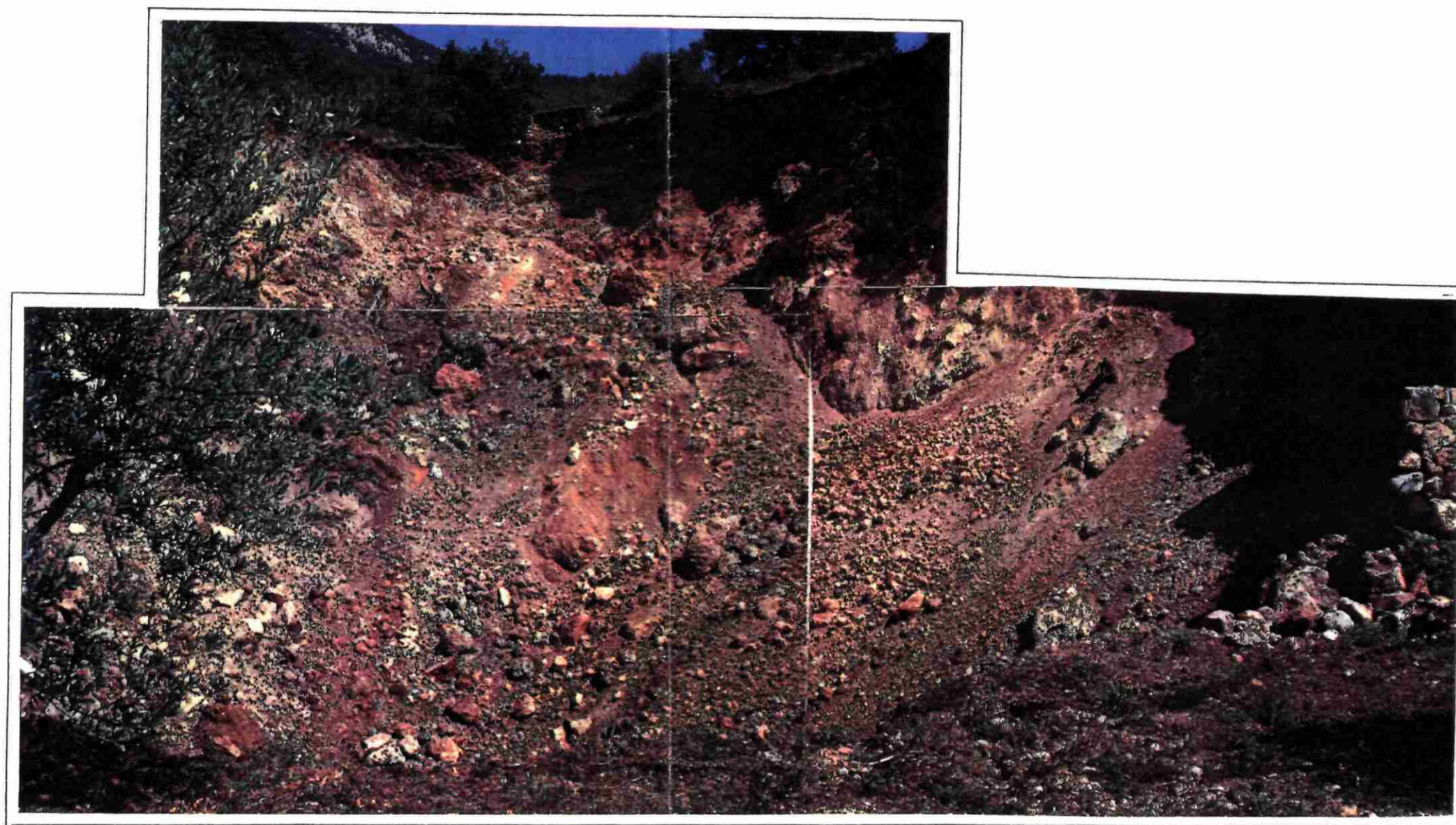


Fig. 3 - L'effondrement de Bargemon



Fig. 4 - L'effondrement de Bargemon

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*



Fig. 5 - Effondrement de Bargemon



Fig. 6 - Effondrement de Bargemon

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

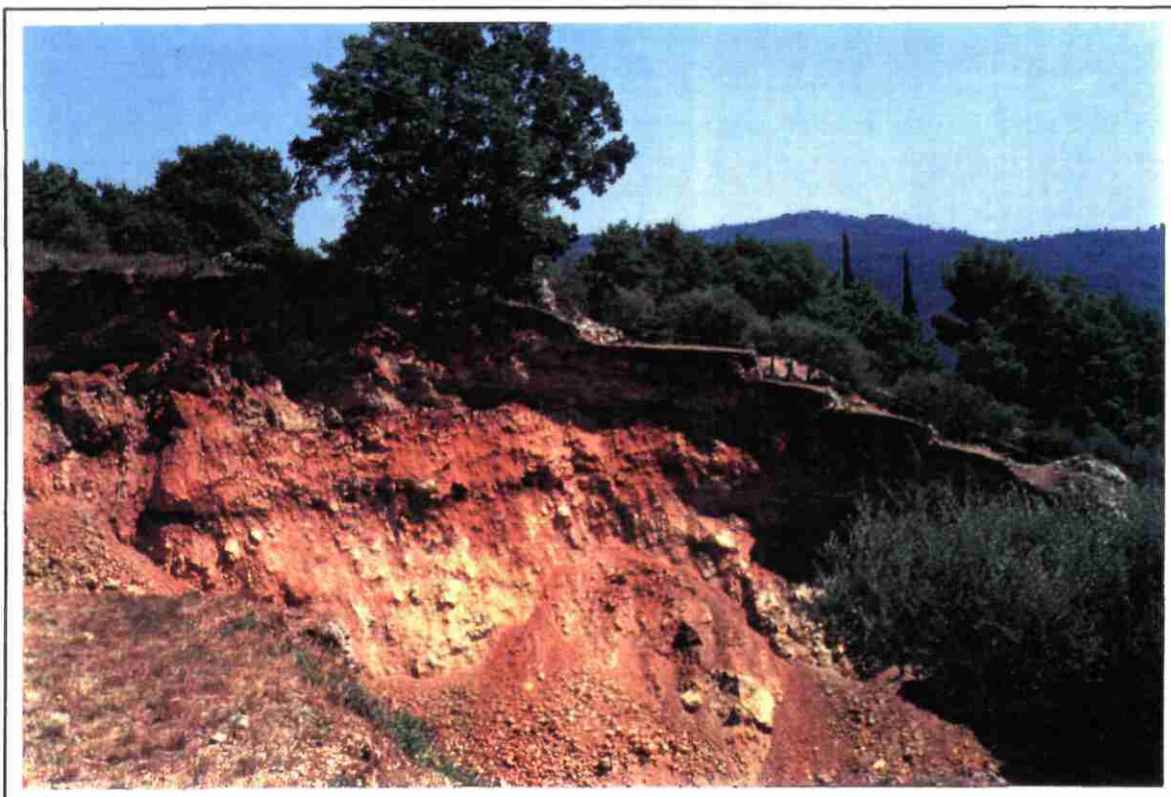


Fig. 7 - Effondrement de Bargemon



Fig. 8 - Effondrement de Bargemon

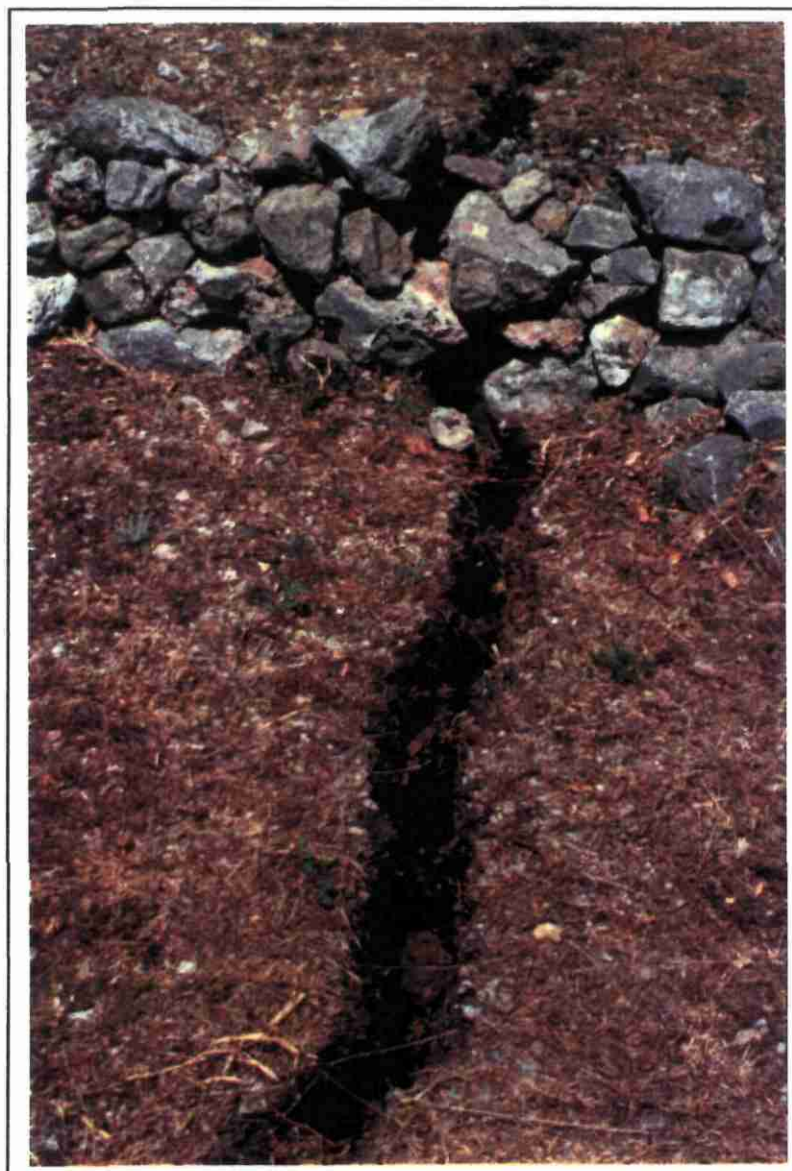


Fig. 9 - Fissures en retrait de la zone effondrée

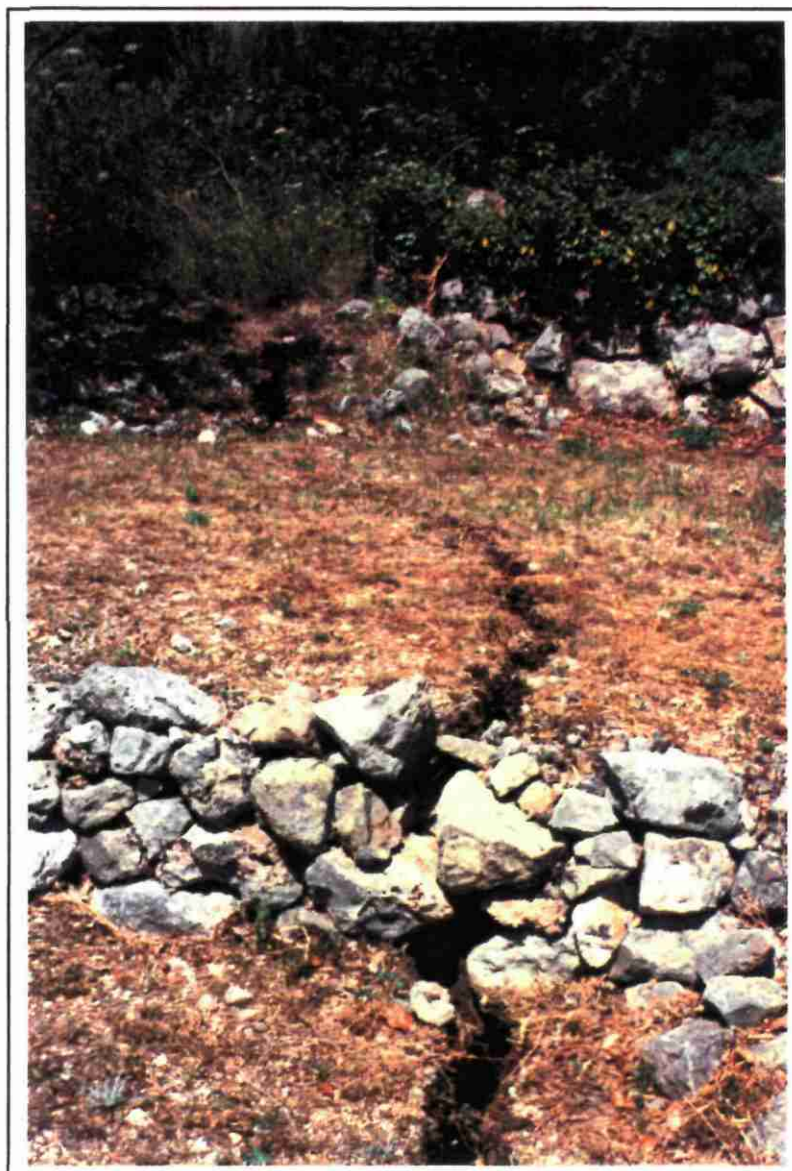


Fig. 10 - Fissures en retrait de la zone effondrée

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation



Fig. 11 - Fissures en retrait de la zone effondrée

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

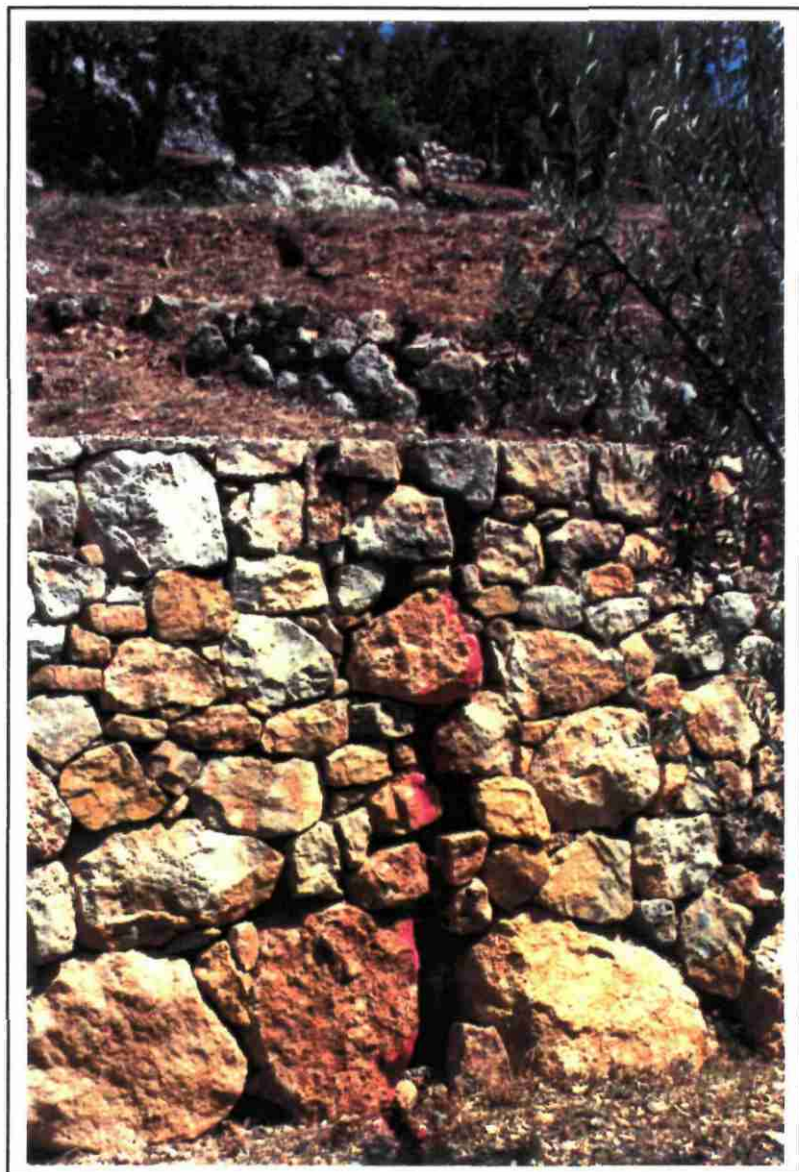


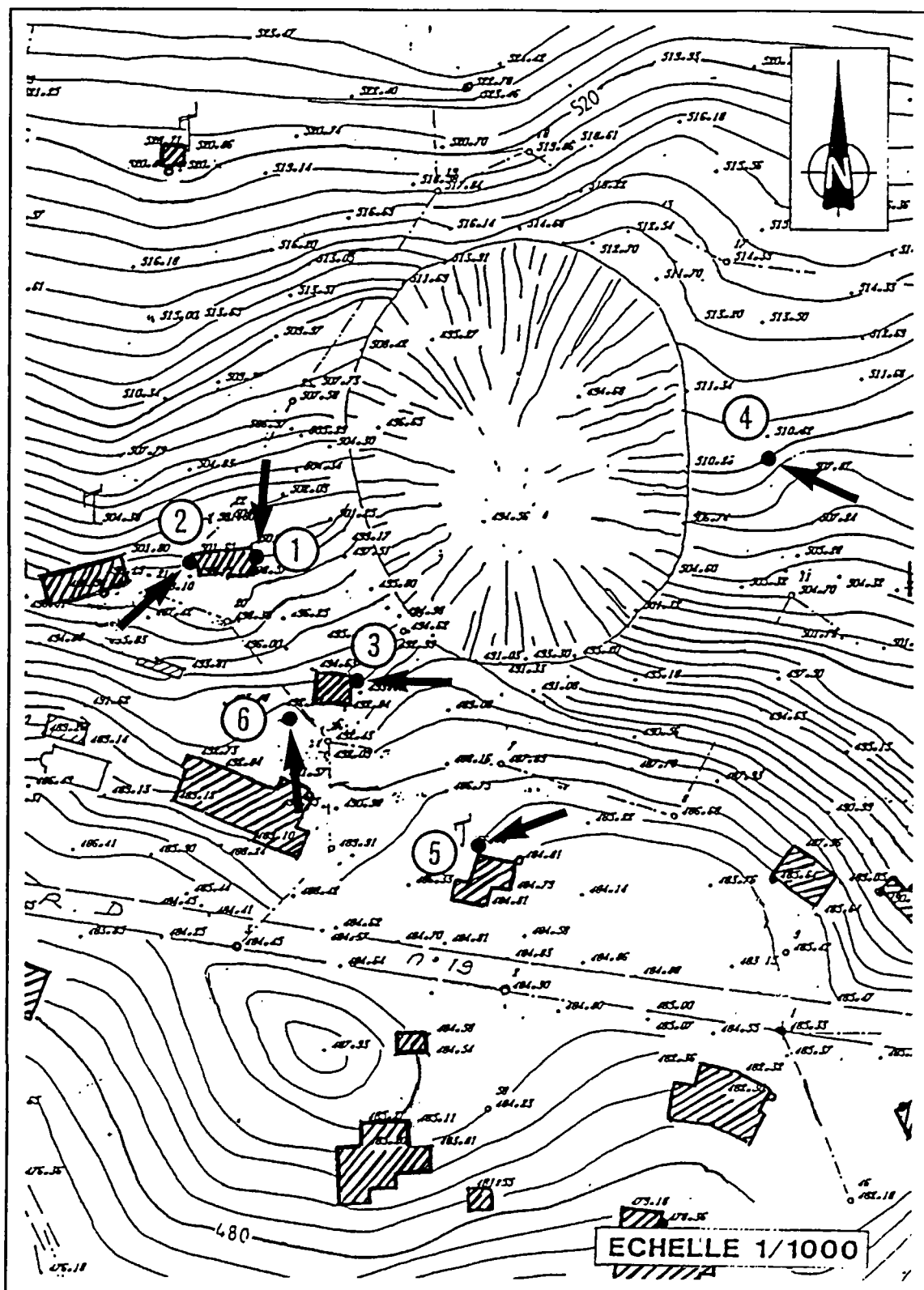
Fig. 12 - Fissures en retrait de la zone effondrée

ANNEXE 3

Plan de l'effondrement au 31/8/92

Implantation des capteurs du kit d'urgence

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation



Implantation des capteurs du kit d'urgence

ANNEXE 4

Evolution du site au 3/9/92 planches photographiques

- Photographies 1 à 5 :** la zone effondrée
- Photographies 6 à 9 :** évolution des parois de l'effondrement
- Photographies 10 à 14 :** évolution des fissures à proximité de la cavité
- Photographies 15 à 19 :** fissuration du bâti

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*



Fig. 1 - Zone effondrée



Fig. 2 - Zone effondrée

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*



Fig. 3 - Zone effondrée



Fig. 4 - Zone effondrée

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

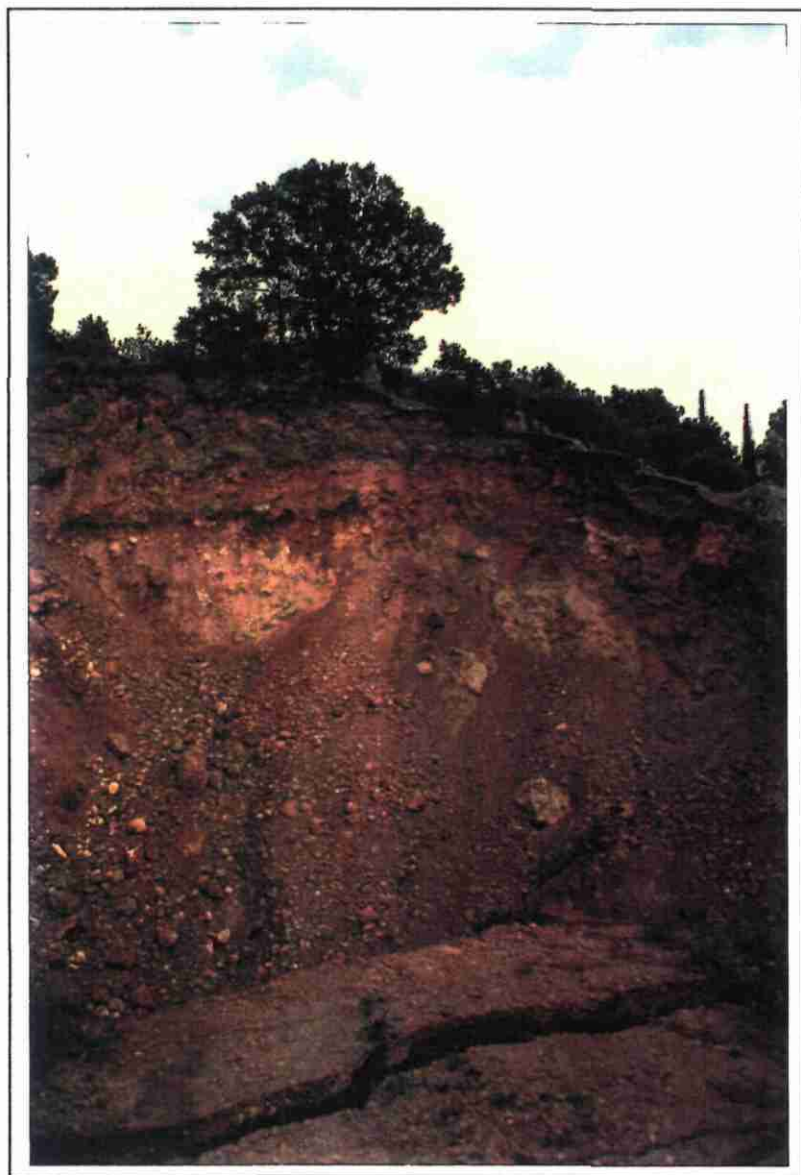


Fig. 5 - Zone effondrée



Fig. 6 - Evolution des parois de l'effondrement

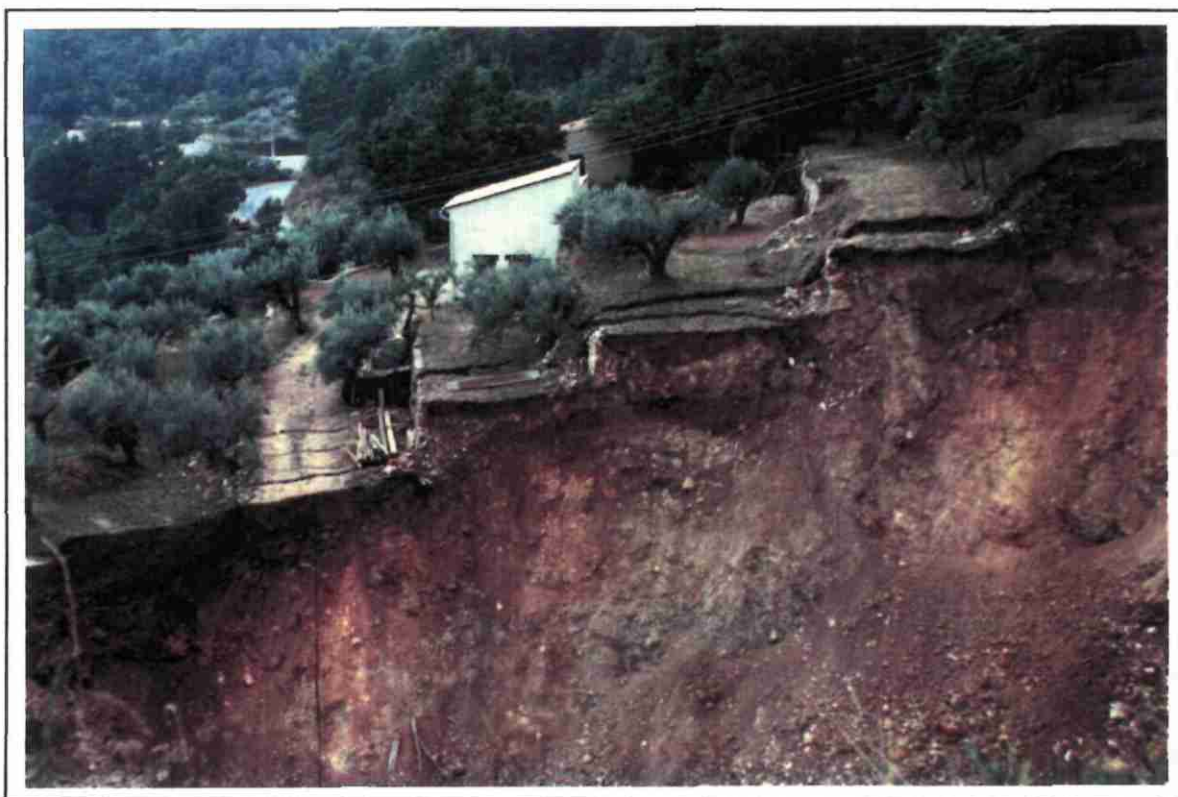


Fig. 7 - Evolution des parois de l'effondrement

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

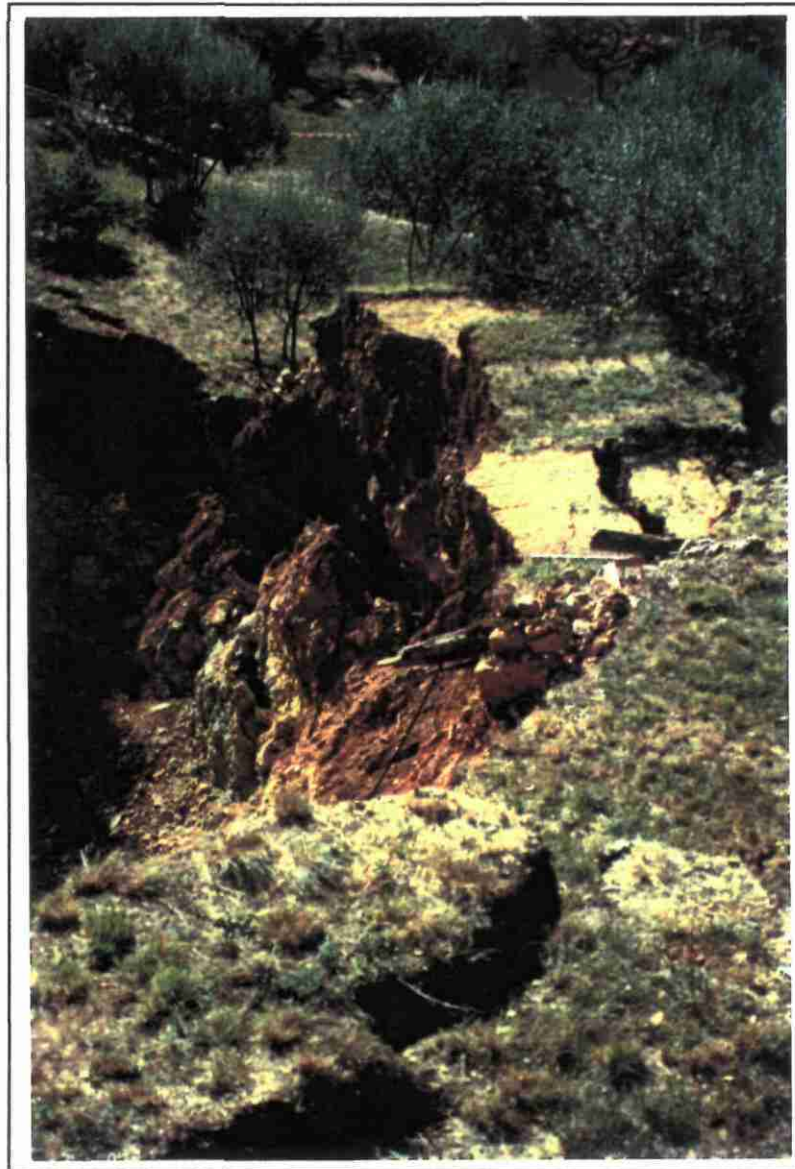


Fig. 8 - Evolution des parois de l'effondrement

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

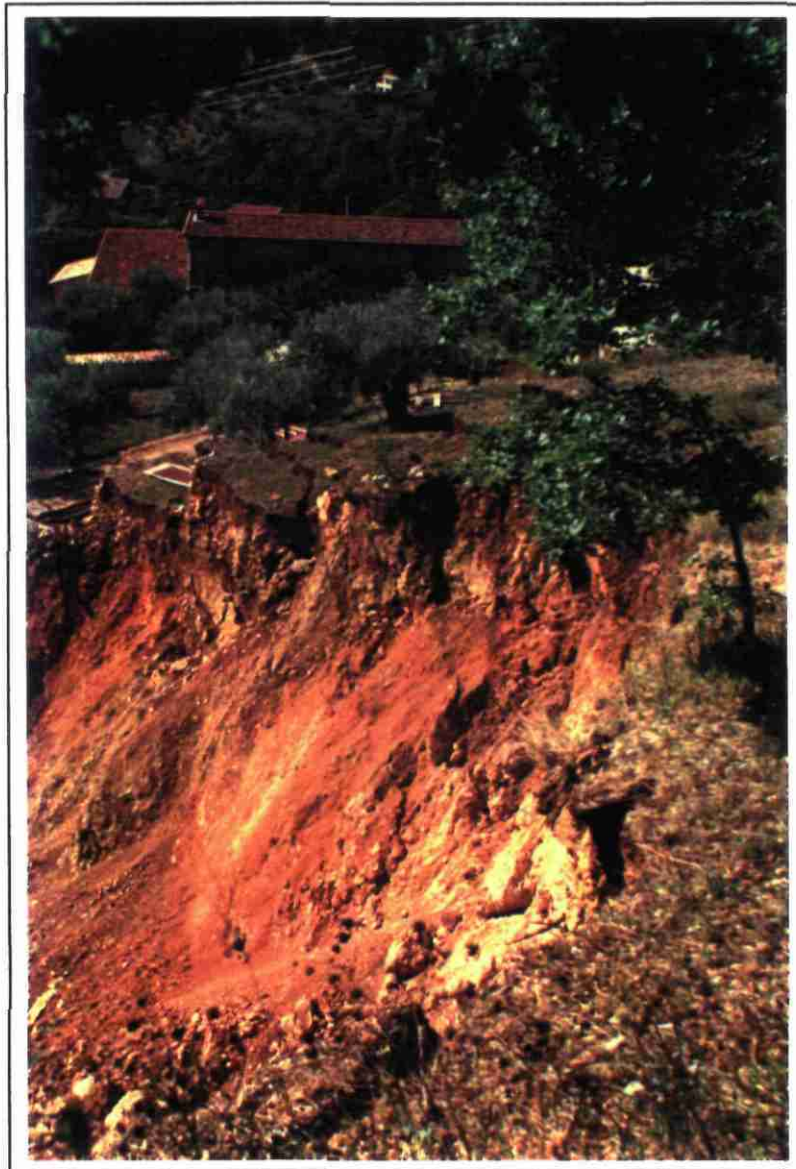


Fig. 9 - Evolution des parois de l'effondrement

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

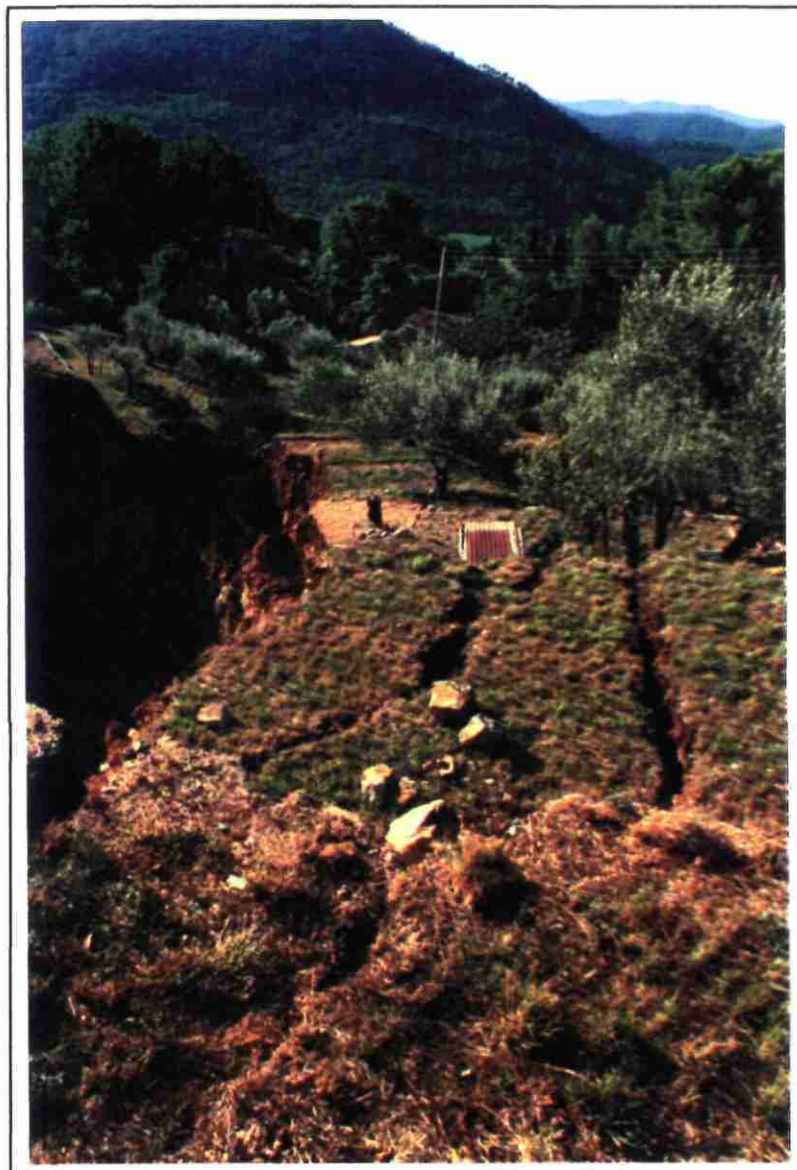


Fig. 10 - Evolution des fissures à proximité de la cavité

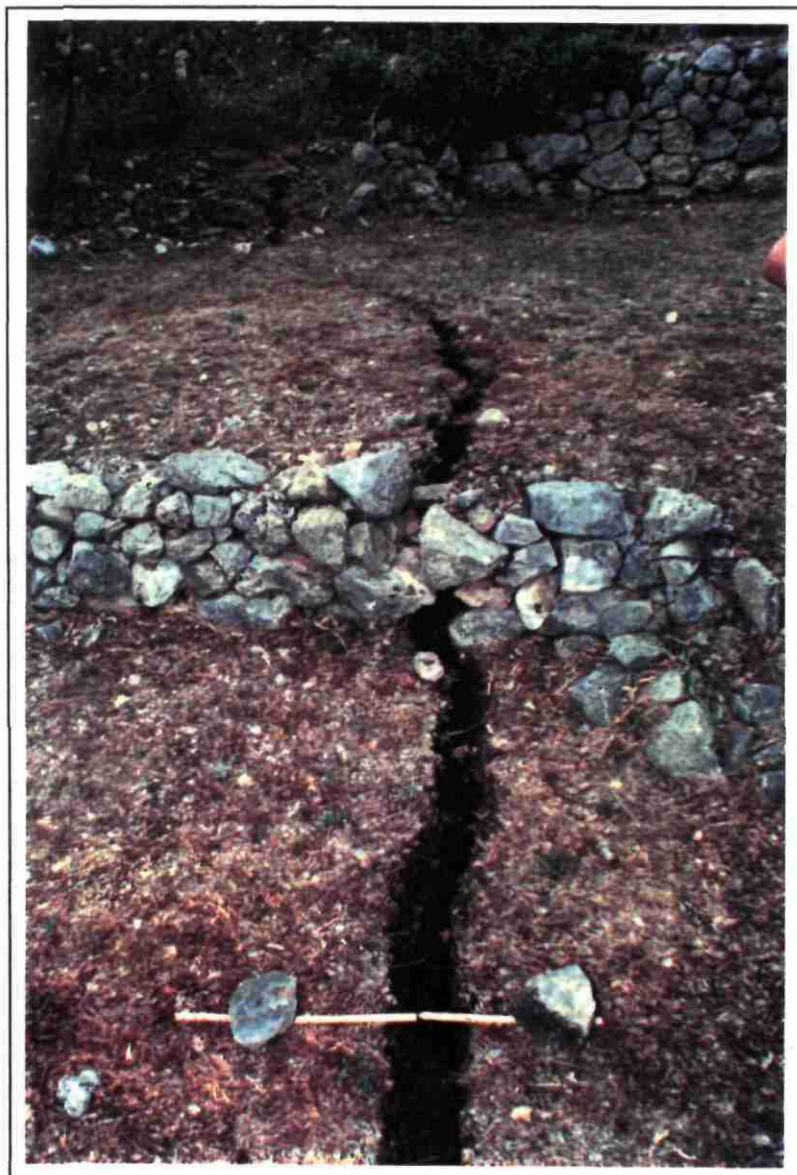


Fig. 11 - Evolution des fissures à proximité de la cavité



Fig. 12 - Evolution des fissures à proximité de la cavité

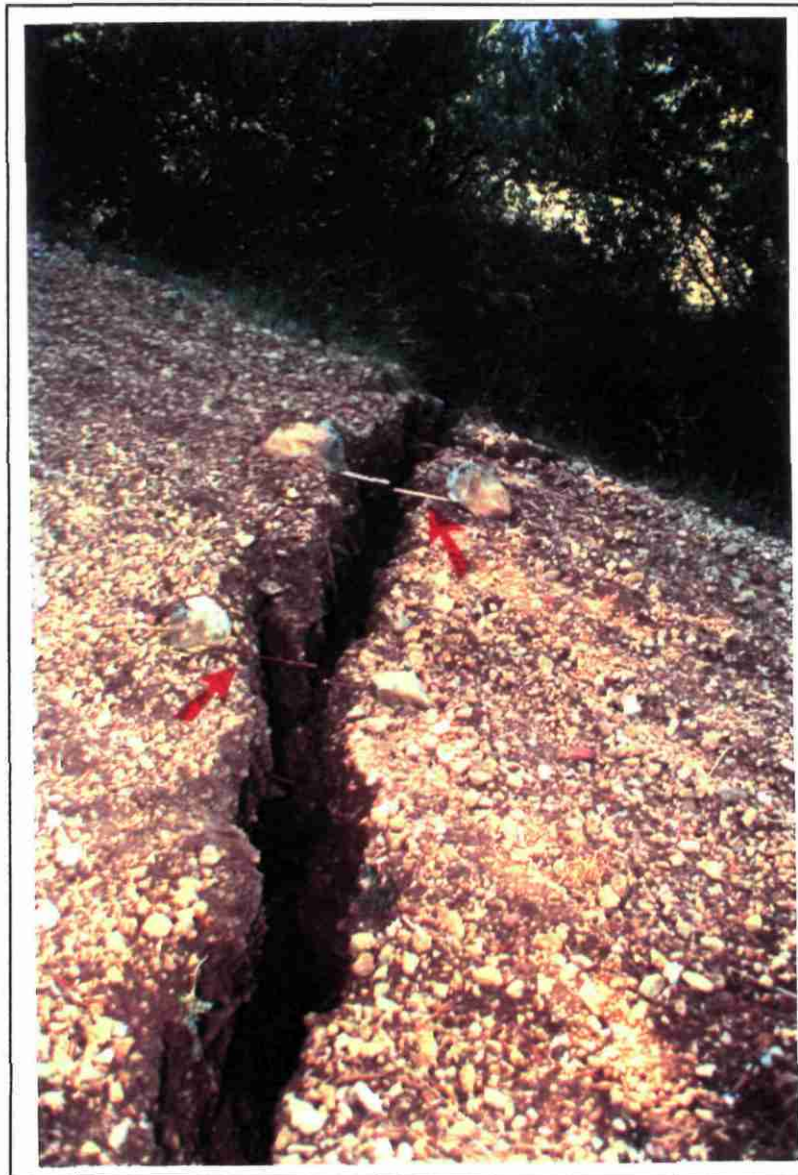


Fig. 13 - Evolution des fissures à proximité de la cavité

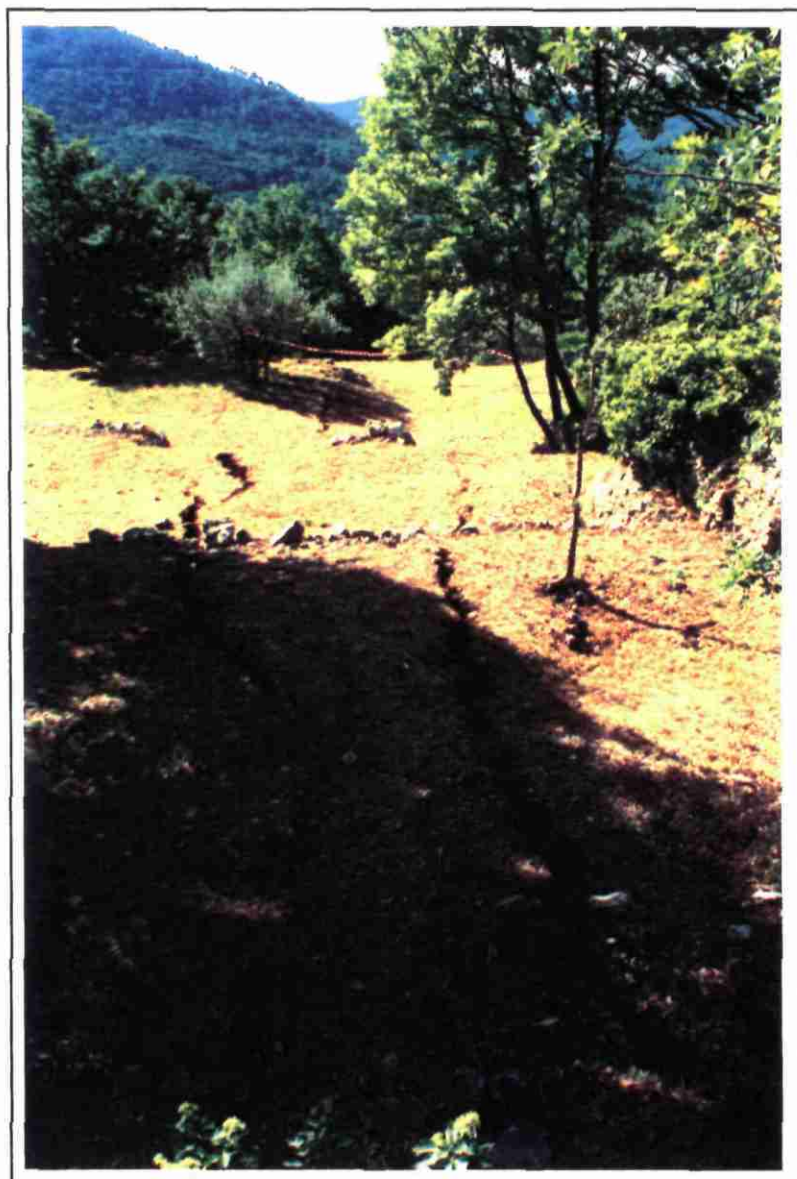


Fig. 14 - Evolution des fissures à proximité de la cavité



Fig. 15 - Fissuration du bâti



Fig. 16 - Fissuration du bâti

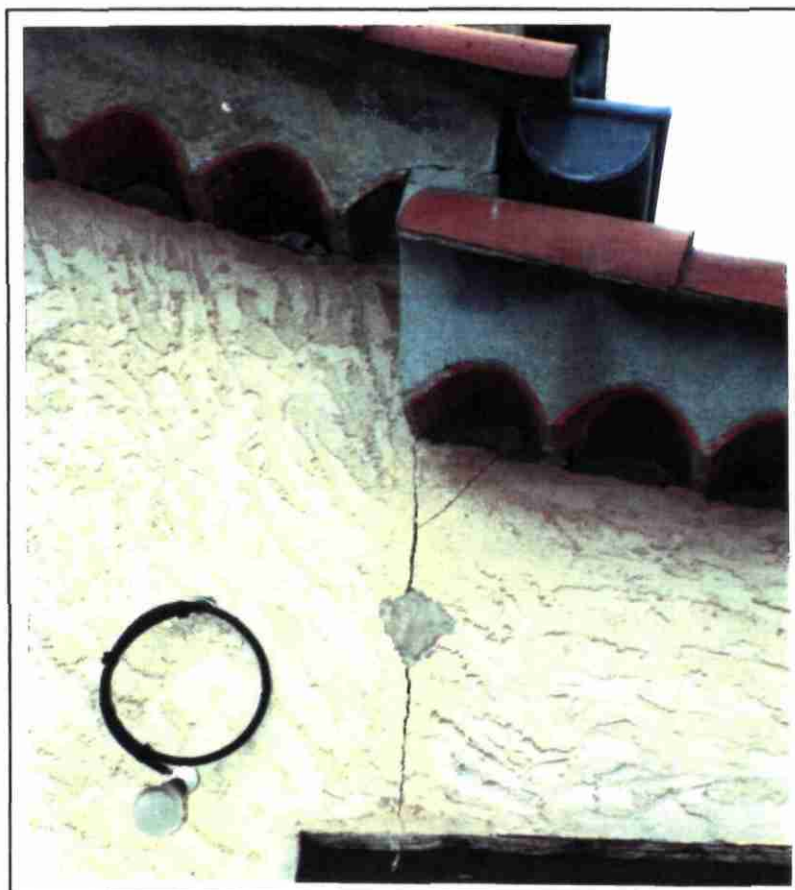


Fig. 17 - Fissuration du bâti



Fig. 18 - Fissuration du bâti

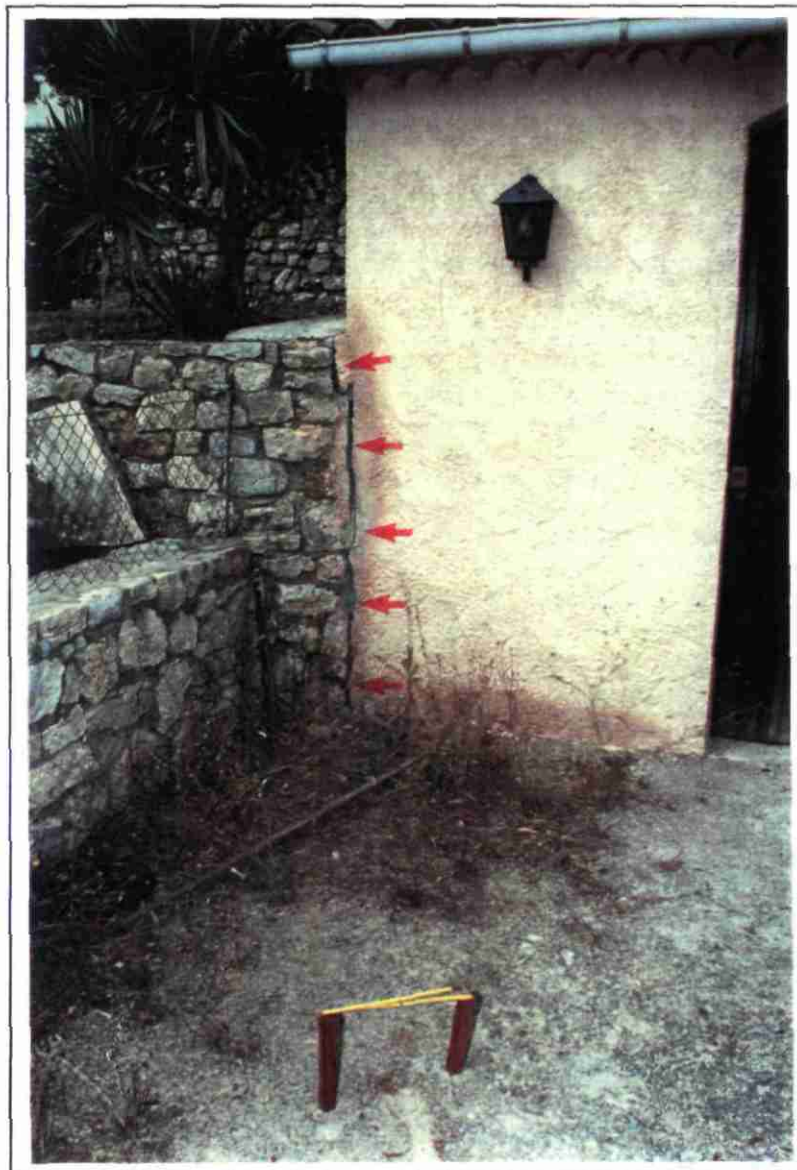


Fig. 19 - Fissuration du bâti

ANNEXE 5

Le kit de surveillance mis en place à Bargemon planches photographiques

Photographies 1 à 3 :	matériel de transport
Photographies 4 à 5 :	capteur n° 1 : inclinomètre en place
Photographies 6 à 7 :	capteur n° 2 : déplacement base courte (50 mm)
Photographies 8 à 9 :	capteur n° 3 : déplacement base courte (50 mm)
Photographies 10 à 13 :	capteur n° 4 : déplacement longue base (5 m)
Photographies 14 à 15 :	capteur n° 5 : déplacement base courte (100 mm)
Photographie 16 :	capteur n° 6 : pluviomètre à augets
Photographie 17 :	centrale d'acquisition type MADO
Photographie 18 :	centrale d'acquisition et micro-ordinateur

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*



Fig. 1 - Matériel de transport

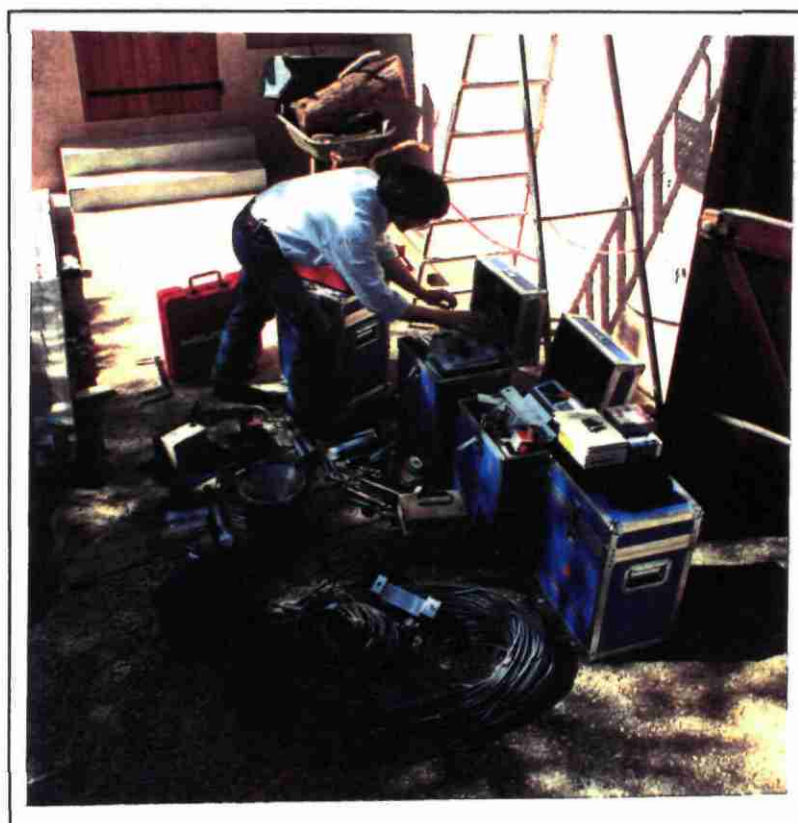


Fig. 2 - Matériel de transport

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*



Fig. 3 - Matériel de transport

Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation

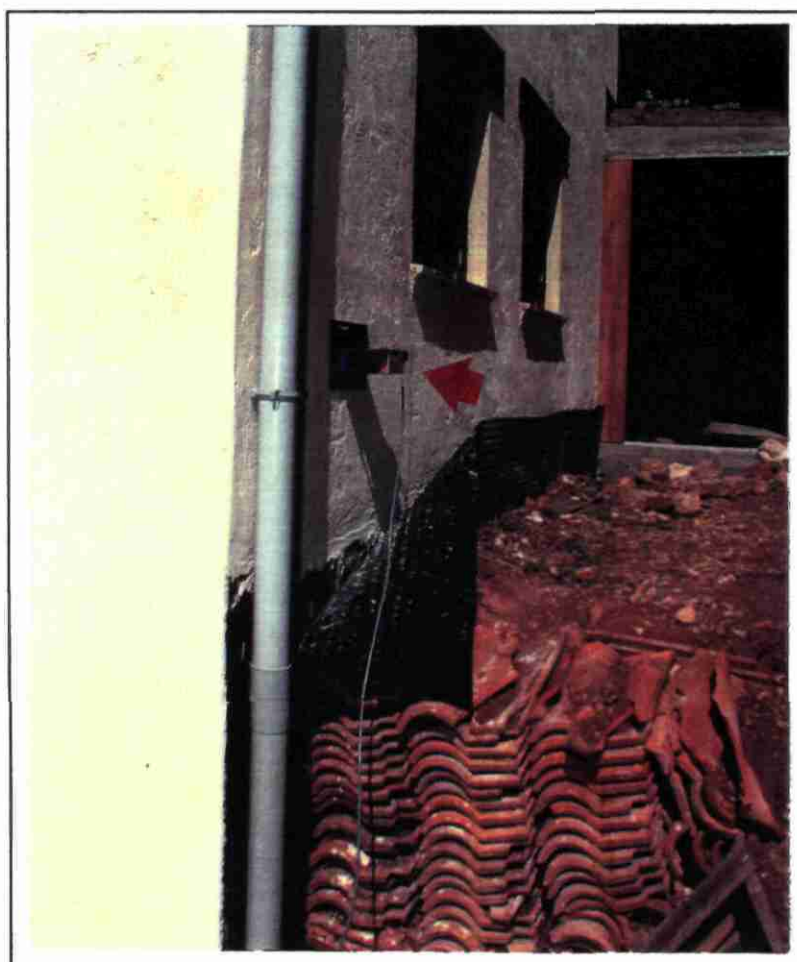


Fig. 4 - Capteur n° 1 : inclinomètre en place

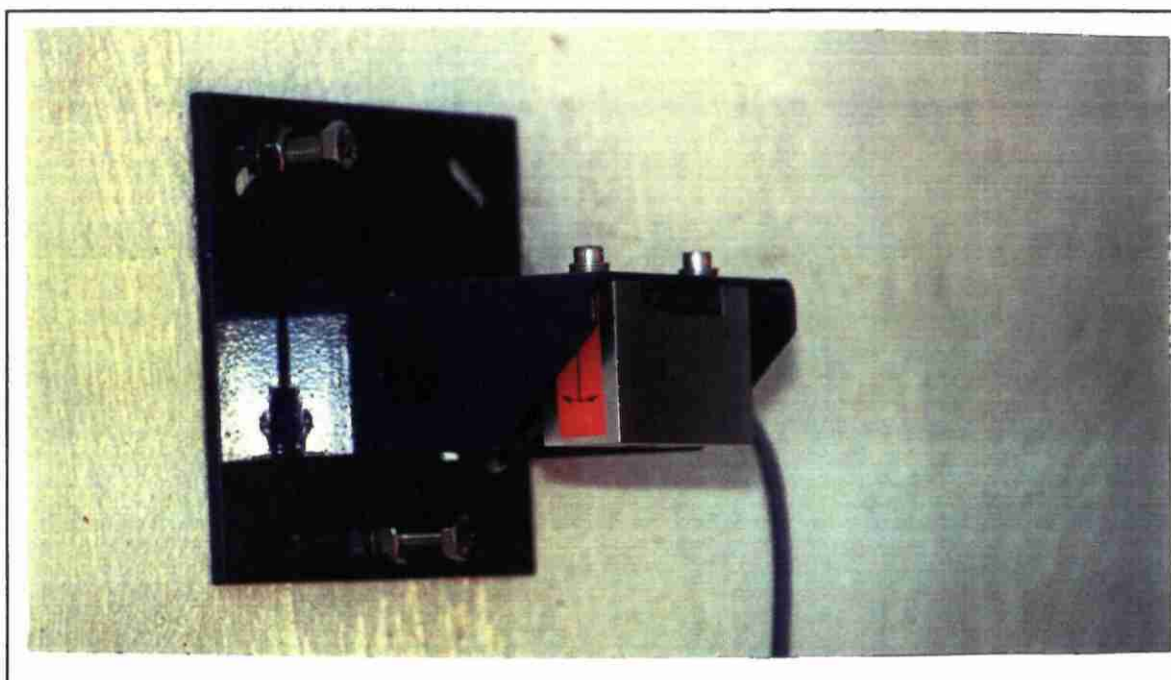


Fig. 5 - Capteur n° 1 : inclinomètre en place

*Effondrement de Bargemon (Var)
Utilisation du kit d'urgence d'auscultation*

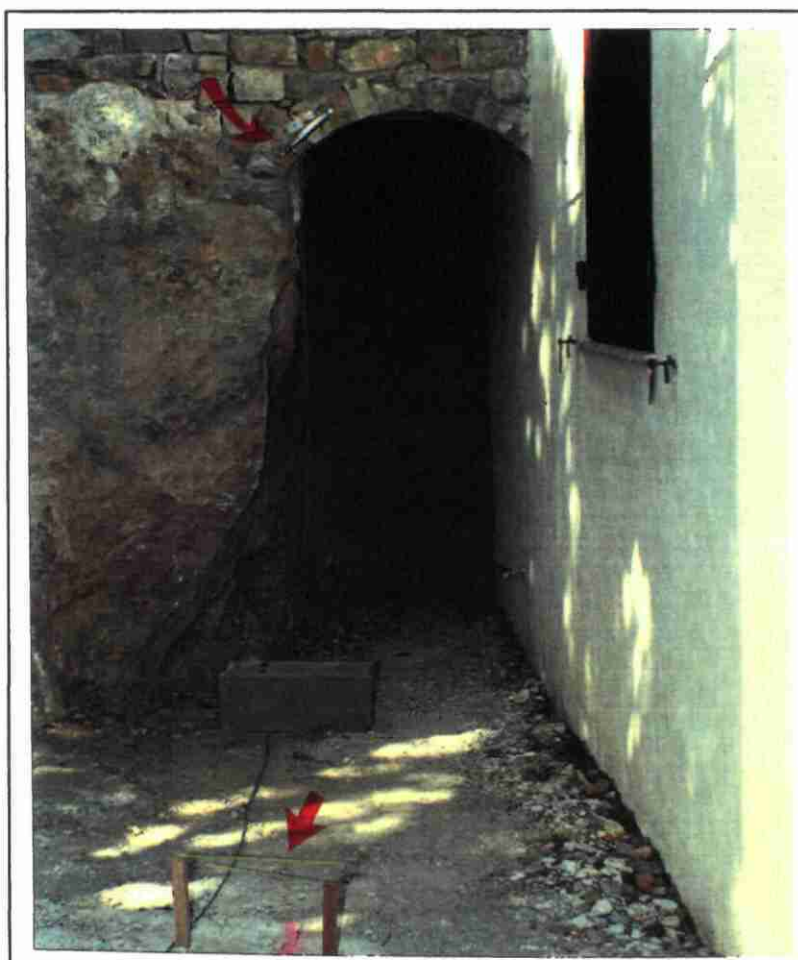


Fig. 6 - Capteur n° 2 : déplacement base courte (50 mm)

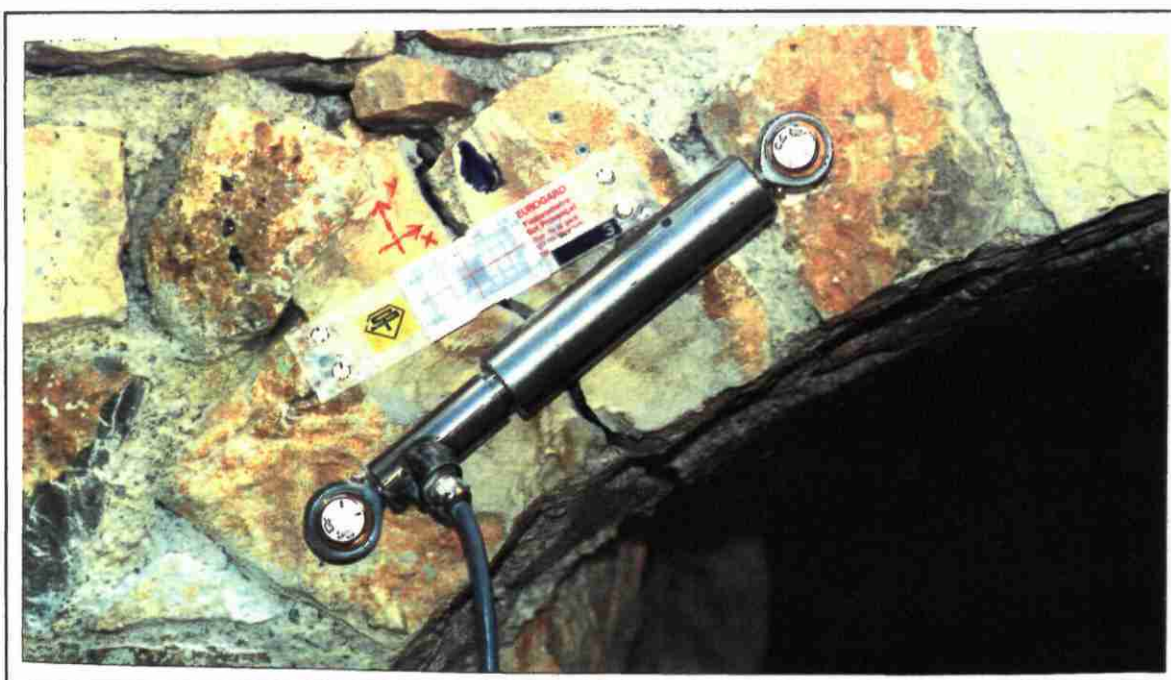


Fig. 7 - capteur n° 2 : déplacement base courte (50 mm)



Fig. 8 - Capteur n° 3 : déplacement base courte (50 mm)

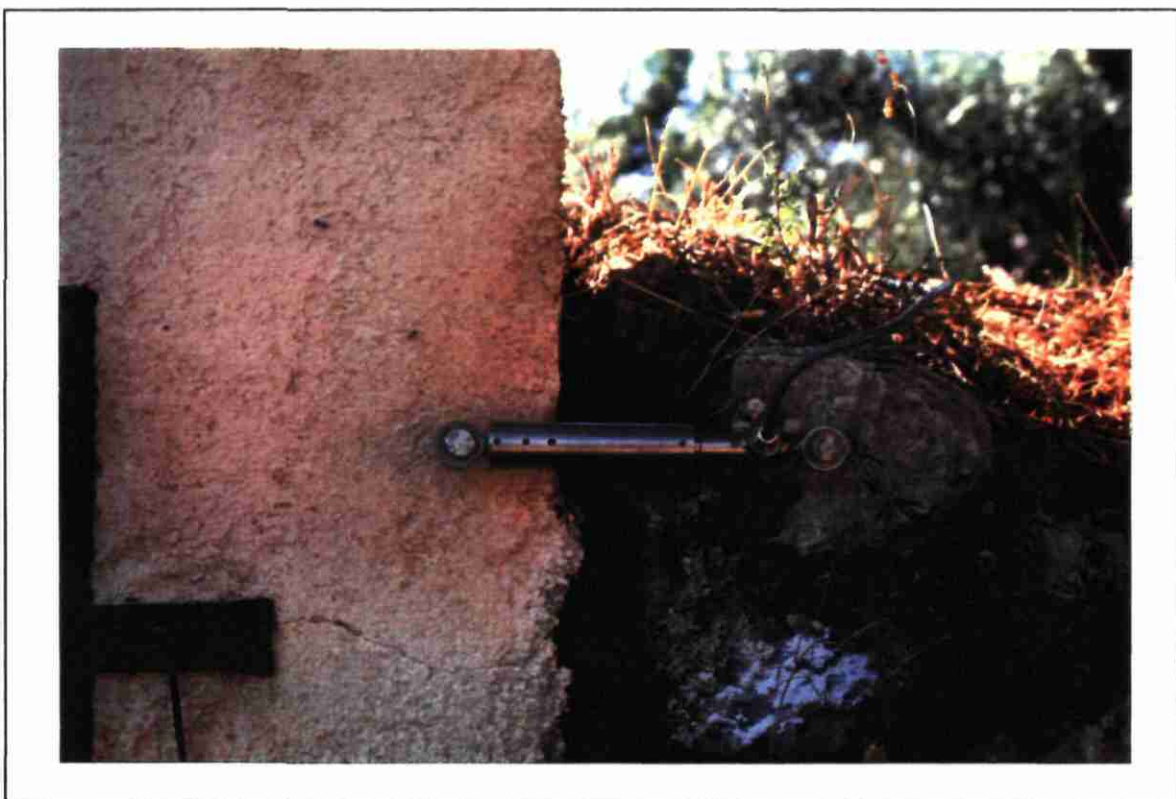


Fig. 9 - Capteur n° 3 : déplacement base courte (50 mm)



Fig. 10 - Capteur n° 4 : déplacement longue base (5 m)

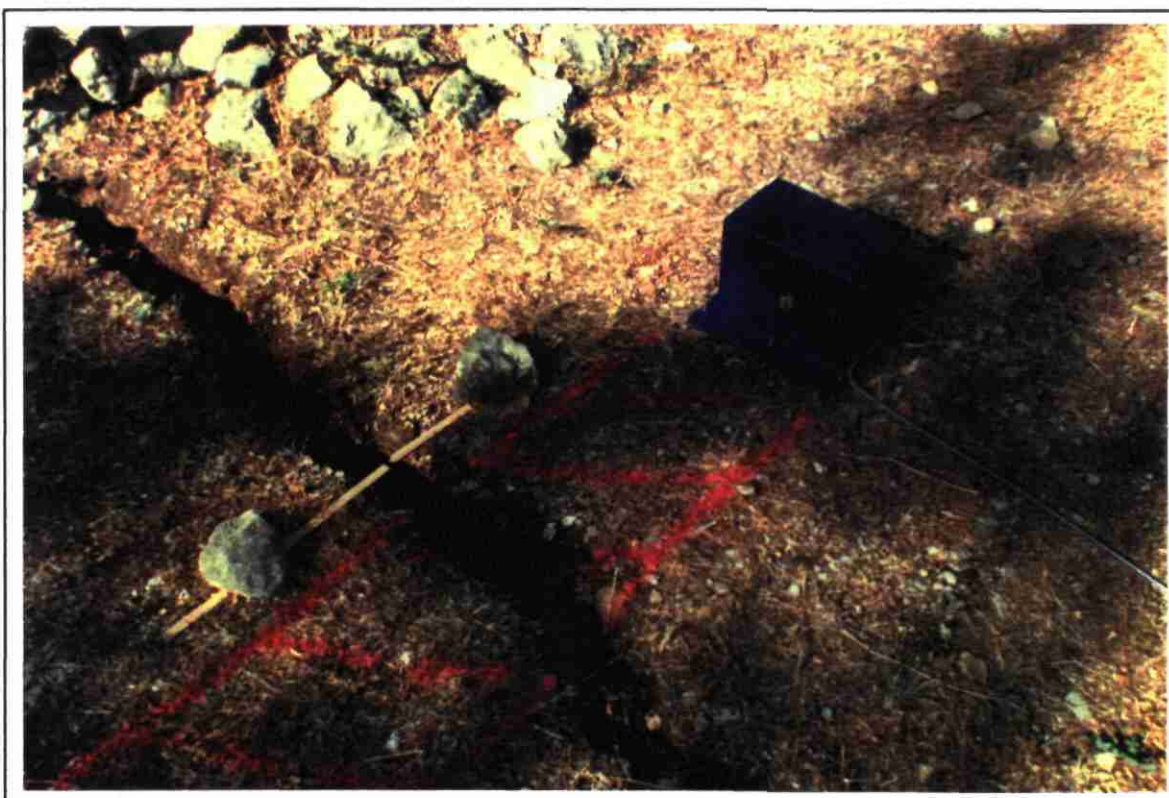


Fig. 11 - Capteur n° 4 : déplacement longue base (5 m)



Fig. 12 - Capteur n° 4 : déplacement longue base (5 m)



Fig. 13 - Capteur n° 4 : déplacement longue base (5 m)



Fig. 14 - Capteur n° 5 : déplacement base courte (100 mm)

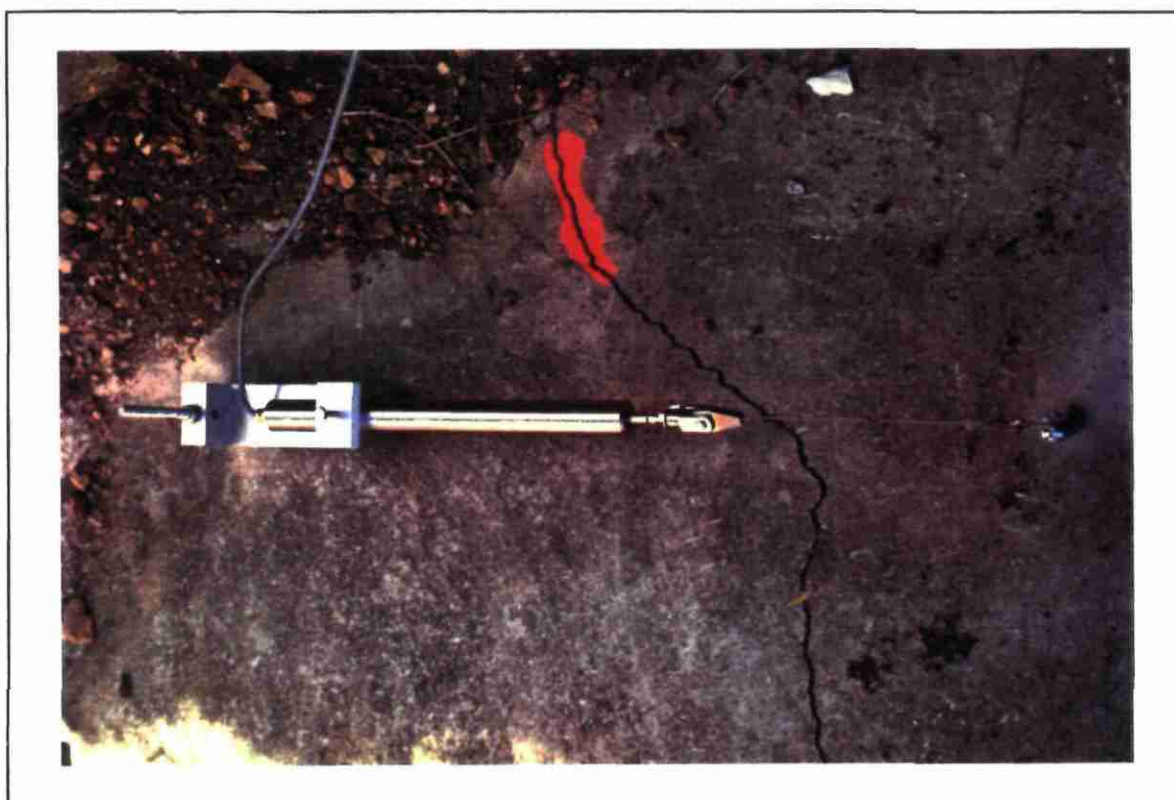


Fig. 15 - Capteur n° 5 : déplacement base courte (100 mm)



Fig. 16 - Capteur n° 6 : pluviomètre à augets

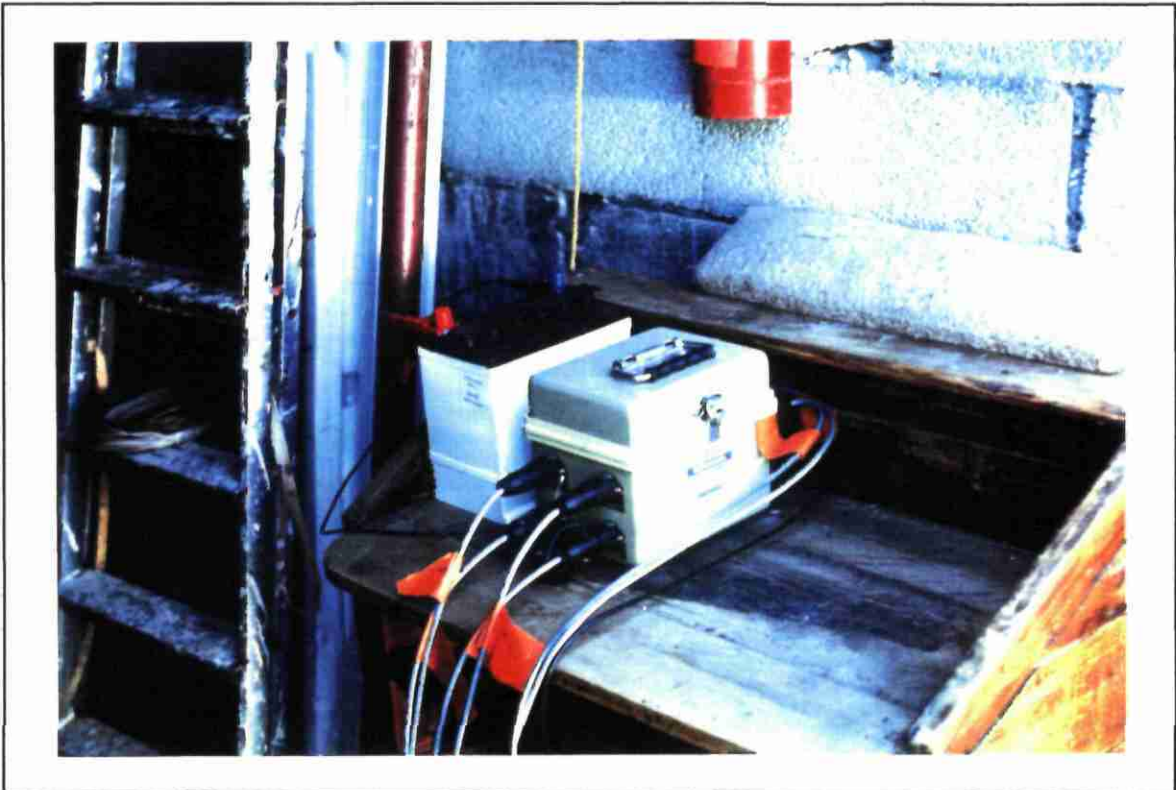


Fig. 17 - Centrale d'acquisition type MADO

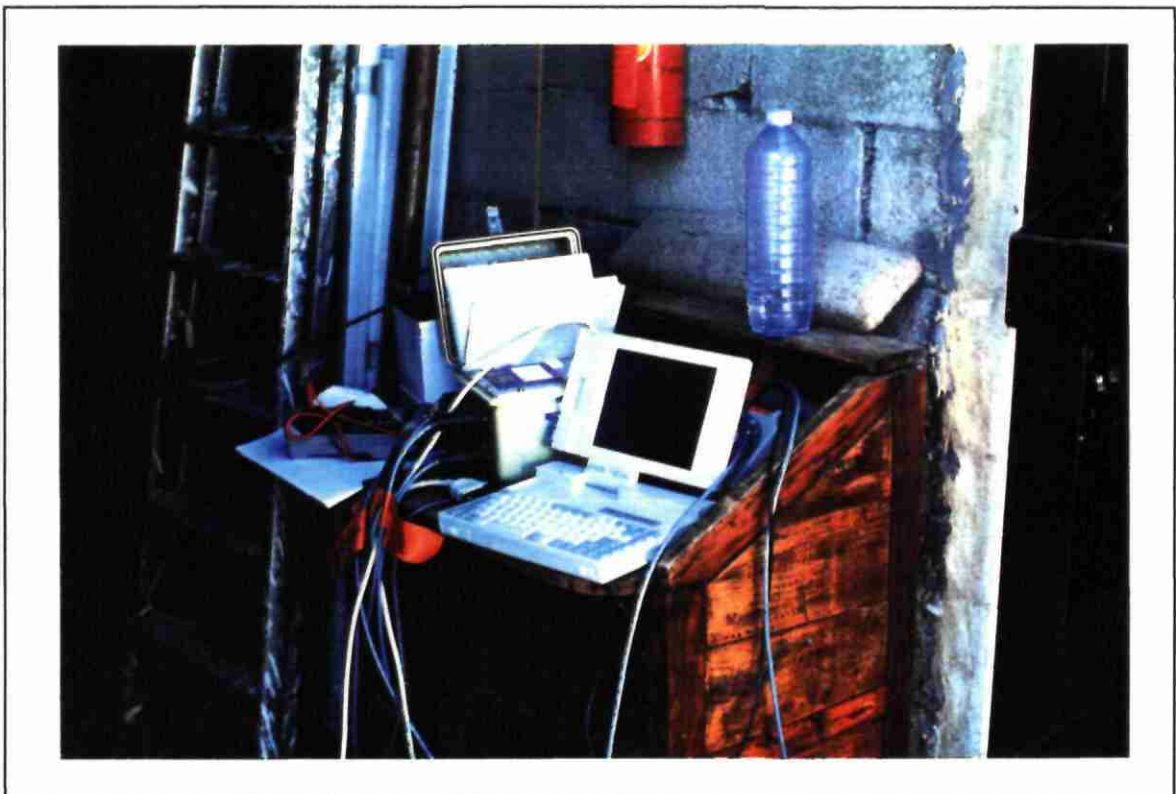


Fig. 18 - Centrale d'acquisition et micro-ordinateur