

INSTABILITE DU FOND DES PETITES DEPRESSIONS KARSTIQUES

par

Jean NICOD¹

(4 figures)

RESUME. - Dans cette note, on analyse successivement les puits et dolines d'effondrement donnant accès au réseau souterrain, l'évolution des fonds de dolines et leur aménagement, l'instabilité des entonnoirs actifs des karsts du gypse, spécialement en fonction des variations des circulations et nappes karstiques.

Mots Clés : Karst, effondrement, hydrogéologie, aménagement.

ABSTRACT. - *Instability of the bottom of small karst depressions.*

In this note the author successively analyses pits and collapse dolines leading to a subterranean network, the evolution of the dolines bottoms and their arrangement, and finally the instability of the active funnels of gypsum karsts, particularly in accordance with the variations of the flows and the karstic water-tables.

Key words : Karst, collapse, hydrogeology, management.

Dans une note précédente (Nicod, 1979) nous avons insisté sur la notion de **bordure active de poljé**, en relation avec le rôle des circulations karstiques, et les risques consécutifs. Mais ce phénomène est très particulier aux karsts méditerranéens. A la suite du colloque qui s'est tenu à Caen sur les "Mouvements de terrain" (22-24 mars 1984), il nous paraît opportun de revenir sur des phénomènes plus généraux, en particulier dans les karsts de plateau, mais plus dispersés, affectant le fond des petites dépressions karstiques, dolines, ouvalas, ou entonnoirs des karsts du gypse. Il semble utile de rappeler le rôle du cavernement dans l'évolution des phénomènes de surface, avant d'étudier des exemples d'instabilité des fonds des dépressions, en fonction des facteurs anthropiques ou hydrologiques.

I. - RELATIONS AVEC LE CAVERNEMENT : PROBLEME CLASSIQUE DE LA STABILITE DES VOUTES

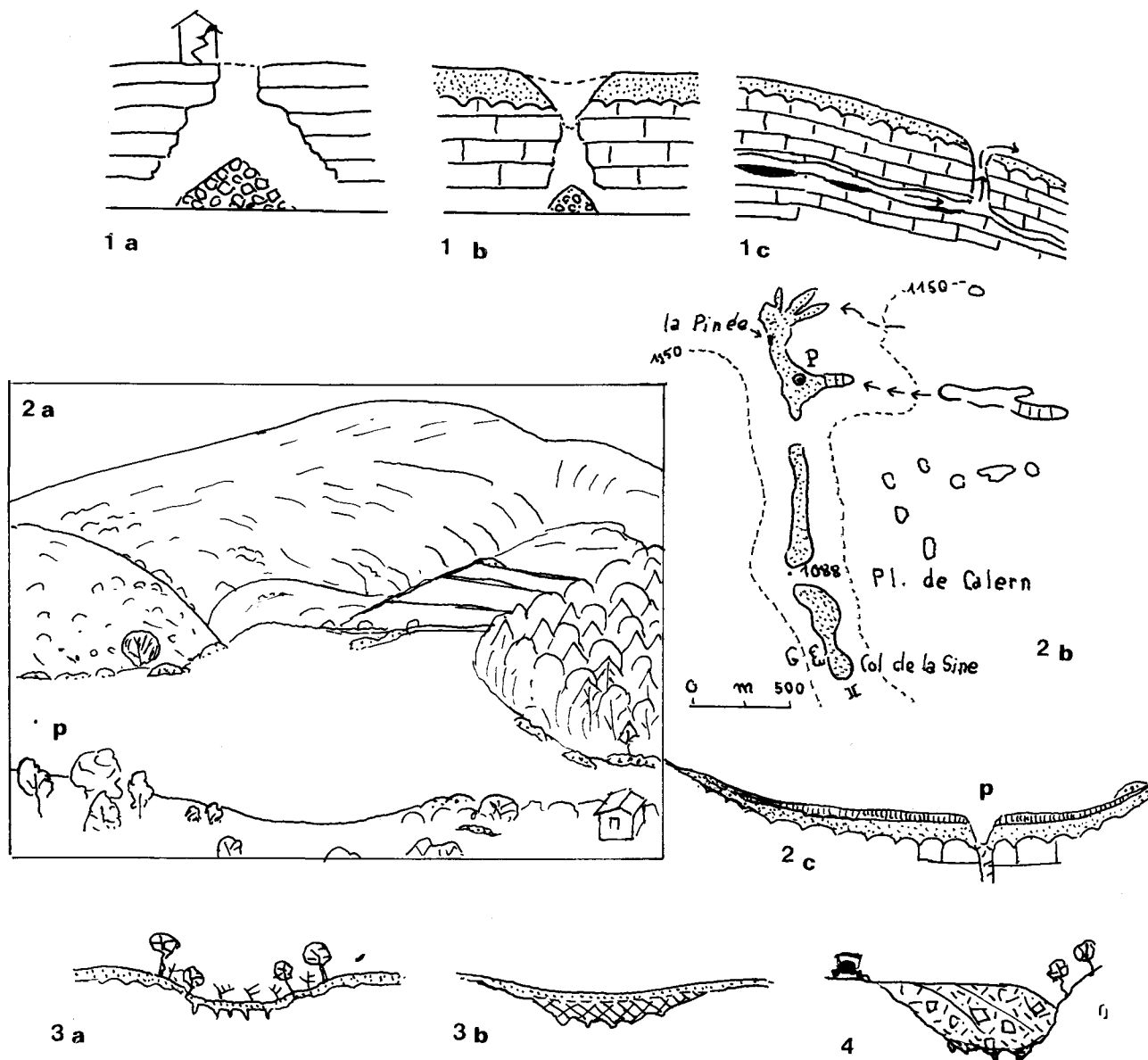
L'instabilité du fond des dépressions karstiques est en rapport avec le cavernement, et souvent conditionné par l'évolution de ce dernier : c'est le cas des **puits et dolines d'effondrement, donnant accès au réseau souterrain** (fig. 1 a.c.).

Il s'agit d'un phénomène classique, mais épisodique. Plusieurs cas spectaculaires d'ouverture brutale sont signalés par B. Gèze (dans le Lot) et Ph. Renault : grouffre d'Arbecey en Haute Saône apparu le 7 juillet 1946 et permettant l'accès d'un réseau souterrain.

Le risque est potentiel chaque fois que la voûte d'une cavité, ou cloche remontante, est proche de la surface. Les calculs montrent qu'une voûte ne saurait être définitivement stable à de faibles profondeurs lorsque la largeur de la cavité dépasse les 2/5 de l'épaisseur de la dalle (Biro, 1965, p. 79). Il y a des cas extrêmes : dans la grotte de Remouchamps, près de Liège, C. Ek nous a montré (visite de terrain au cours du Colloque franco-belge de Karstologie appliquée, 1979) que le plafond de la salle terminale, haute de 37 m, longue de 50, large de 15, n'était qu'à quelques mètres de la surface. Rappelons que l'accès de nombreuses grottes touristiques - Padirac, Orgnac, Castellana - etc. s'effectue par un aven d'effondrement typique.

C'est dans la région de karst de plateau que le phénomène est le plus fréquent, car les réseaux karstiques sont situés à faible profondeur, bloqués dans leur enfoncement par une couche imperméable, la présence de la zone noyée, ou au cours de leur évolution par un éventuel pergélisol (cavités épidermiques de Ciry). Suivant l'épaisseur des dépôts superficiels, on a soit un aven ou une doline d'effondrement à bords francs (1a) ou en entonnoir (b) : dans ce cas le phénomène peut être répétitif (bouchon argileux, bloquant une cheminée) exemple du Gouffre Guy Denizot dans la forêt de Montfort (Rougemontiers, Eure) décrit par J. Rodet (1981, p. 28). Dans certains karsts méditerranéens, il y a lieu

¹ E.R.A. 282 du C.N.R.S. Institut de Géographie, 29, avenue Robert Schuman - 13621 Aix-en-Provence, France.



Figures 1 à 4. - Quelques exemples d'effondrements karstiques.

- 1a : Eboulement regard sur un cours souterrain, par effondrement d'une voûte. 1b : Doline-entonnoir affectant les formations superficielles, par désobstruction d'un puits. 1c : Idem, par mise en charge ("Bime" du Pays d'Othe, cf. J. Rodet, 1981).
 2a - c : Ouvala de la Pinée (A.M.) : dessin d'après photo, croquis de situation et coupe (p : ponor couvert).
 3a : Doline dans le poljé d'Andelarrot (Haute Saône). b : aménagée.
 4 : Doline poubelle, près de Besançon.

de tenir compte aussi de l'effet des séismes sur la stabilité des voûtes de cavités peu profondes : Constantinois, cf. Quinif, cas de l'énorme doline d'effondrement de Galaxidion dans le golfe d'Itea, près de Delphes, etc. Le mécanisme est en général l'instabilité des voûtes. Mais les conditions de la circulation souterraine peuvent intervenir : la mise en charge du réseau peut provoquer l'apparition de gouffres émissifs (c) ("Bime" des Enfants, à Aix sur Othe, en 1948, J. Rodet, p. 46). Dans les karsts où les réseaux actifs sont profondément enfouis, comme en Provence, les variations de charge peu-

vent se répercuter jusqu'à la morphologie de surface, dans quelques secteurs, ou sur des accidents privilégiés (champ de dolines-puits, très évolutives, du quartier de la Glacière dans l'Audibergue, sur le drainage souterrain Ponor de Caille-Source de la Siagne. Dans les paléokarsts enfouis, les prélèvements d'eau peuvent entraîner débouffrages et remontée de "cloches" jusqu'à la surface (cas classique des dolines-laçs du Tournaisis, Calembert & Monjoie, 1979, mais il s'agit peut-être aussi de la dissolution des évaporites en profondeur).

2. - EVOLUTION DU FOND DES DOLINES : SUCCION DES MATERIAUX ET PROBLEMES D'AMENAGEMENT

Les dolines en cuvette ou en chaudron sont des points absorbants privilégiés (situées sur une fracture ou une intersection de fractures). La fissure absorbante est généralement obstruée par des gros blocs, sur lesquels s'entassent les matériaux plus fins, et les limons (argile de décalcification, ou matériaux allogènes) et les débris végétaux (dolines sous forêt). La doline se comble progressivement et s'élargit en cuvette si le bouchon tient; dans le cas contraire, elle s'approfondit, ou si l'absorption est brutale une doline emboîtée apparaît dans le fond de la précédente (cf. les observations de D. Aubert, 1966, sur l'évolution d'une doline du Haut-Jura). Les conditions d'évolution entraînent donc l'instabilité des fonds de doline, phénomène dont nous pouvons montrer des exemples typiques dans le champ de dolines nivales de la crête de l'Audoubert (A.M.).

A) LES FACTEURS ANTHROPIQUES

Pourtant, de nombreuses dolines, dans les Causses et dans les karsts méditerranéens, au fond plat et cultivé, donnent l'apparence de formes stables. Dans la plupart des cas ce fond plat résulte d'un aménagement agricole, tout comme le système de terrasses construit dans les vallons secs affluents. En effet, les fissures absorbantes ont été bloquées pour permettre l'utilisation maximale du champ. Nous en donnerons deux exemples, dans les Plans de Grasse et sur les Plateaux de la Haute-Saône :

- l'ouvala de la Pinée (fig. 2), au N du Col de la Sine près de Saint-Vallier (A.M.) : en 1980 un effondrement s'y est produit démasquant un ponor volontairement obstrué (fragments de bois, blocs, etc.);
- une doline située dans le poljé d'Andelarrot au sud-ouest de Vesoul, a été récemment "aménagée": les arbres qui l'entouraient ont été abattus et le sol alentour repoussé au bulldozer sur le tas de bois (fig. 3). La doline "atténuée" est le siège d'un intense ravinement, en attendant ...

Un cas particulièrement dangereux mérite d'être signalé à la sortie W de Besançon (D 67 en direction de Gray, à la limite de la commune de Pirey), une profonde doline (fig. 4) située dans une zone intensément karstifiée, avec de nombreuses poches d'argile, sert de dépôt depuis plusieurs années. Outre la pollution que cette décharge sauvage entraîne sur le réseau souterrain, on pense au risque de toute construction sur un pareil remblai ...

B. LES FACTEURS HYDROLOGIQUES

L'ouverture périodique des fonds de dolines est généralement en relation avec l'infiltration des eaux et

les circulations souterraines : rôle de la dissolution, du soutirage du matériel du fond des poches, simple inhibition du bouchon argileux, qui se déstabilise (dans le Causse de Martel après de fortes pluies, d'après C. Mouret, Colloque de Caen, 1984), ou mieux, variations des circulations souterraines, ou de la surface piézométrique (Karsts de la craie). Sur les plateaux de l'W du Bassin Parisien, l'utilisation des "bétoires" pour l'évacuation des eaux pluviales ou usées accélère le processus (J Rodet, *ibidem*). Il y aurait lieu aussi de surveiller l'évolution des dolines situées à proximité des barrages, entraînant des variations de mise en charge des réseaux karstiques (cas du barrage de Vouglans, A. Thérond, 1973, p. 384).

En définitive, si le fond des dolines est naturellement instable, des aménagements peuvent le rendre plus dangereux encore.

3. - L'INSTABILITE DES ENTONNOIRS DES KARSTS DU GYPSE

Les conditions de dissolution rapide des gypses et évaporites associées rendent compte de l'apparition brutale d'entonnoirs et de dolines d'effondrement, et de l'évolution rapide des formes existantes. Cela est vrai à la fois dans les karsts alpins du gypse, généralement nus, mais aussi de ceux des régions de plateau Texas - Oklahoma, pourtour du Harz, Podolie, région de Perm, et plus près de nous les "Clapes" de Draguignan (J. Nicod, 1966). Soulignons que ces karsts sont particulièrement sensibles aux variations de niveau et de vitesse de circulation dans les aquifères correspondants; les alternances de noyage-dénoyage (cas des Louciens de la Roquebrussanne, Var), ou l'activation de la circulation souterraine (pompages ou suralimentation (cas de l'Eglise de Draguignan) entraînent des effondrements localisés ou généralisés).

Des exemples d'effondrements brutaux sont fréquents dans la région parisienne, et ont été décrits ("cloche d'Aubervilliers", effondrements de Sevram) d'autres sont potentiels (cavité sous le faisceau des voies de la Gare du Nord, à Paris). M. Toulemont (1984) a montré le rôle des prélèvements (pompages industriels) dans la nappe de l'Eocène supérieur : l'abaissement de la surface piézométrique, entraînant le dénoyage des cavités crée un risque élevé d'effondrements simultanés.

La tectonique active intervient aussi dans les karsts du gypse et des calcaires cataclasés des Xeromeros d'Epire et d'Acarnanie (B. Bousquet, 1976).

CONCLUSION

Certes les phénomènes décrits peuvent apparaître sporadiques, mais leur méconnaissance dans les travaux

de génie civil, la construction d'immeubles, l'extension des agglomérations, etc. peuvent entraîner des dommages irrémédiables.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT, D., 1966. Structure, activité et évolution d'une doline. *Bull. Soc. Neuchâtel, Sc. Nat.* 89 : 113-120.
- BIROT, P., 1966. Le relief calcaire, cours C.D.U., SEDES Paris, 238 p.
- BLEAHU, M.D., 1974. *Morfologia carstica*, Bucarest Ed. Stiintifica, 590 p.
- BOUSQUET, B., 1976. La Grèce occidentale . . . Epire, Acarnanie . . . Th. Paris IV, Lille III, 585 p.
- BULL, P.A., 1980. The antiquity of caves and dolines in British Isles. *Z. Geomorphol. NF, Supplement Bd.* 36 : 217-232.
- CALEMBERT, L. & MONJOIE, A., 1979. Observations sur des phénomènes karstiques en Belgique et bilan des recherches. *Coll. franco-belge de Karstologie appliquée*, Liège 1979, *Ann. Soc. géol. Belgique*, 102 : 125-136.
- FORTI, F., 1977. Rapporti tra terremoti e carsismo nella regionale Friuli Venezia Giulia; *Alli 4 Conv. Reg. Speleo Trentino - Arco* : 32-45.
- GEZE, B., 1965. *La Spéléologie Scientifique*, le Rayon de la Science, Paris, Ed. du Seuil.
- GOSPODARIČ, R., & HABIČ, P., 1979. Kraški Pojavi Cerkniškega polja (Karst Phenomena of Cerkniška polje). *Acta Carsologica VIII* (1), 2 vol. carte 1/50000.
- NICOD, J., 1976. Les karsts du gypse et des évaporites associées. *Ann. de Géogr.* 471 : 513-554.
- NICOD, J., 1979. Sur le rôle de la tectonique et des variations de l'hydrologie dans l'évolution des poljés karstiques, et spécialement de leurs bordures. *Coll. franco-belge de Karstologie appliquée*, Liège 1979. *Ann. Soc. Géol. Belgique*, 102 : 87-93.
- NICOD, J., 1982. Paysages ruraux et formes karstiques, *Mélanges J. Miège*, Nice : 281-294.
- NICOD, J., 1984. Karst et néotectonique. *Z. Geomorphol.* (sous presse).
- QUINIF, Y., 1976. Grottes perchées du Constantinois, relations avec la néotectonique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Af. N. Alger*, 66 : 3-4.
- RENAULT, Ph., 1967-1969. Contribution à l'étude des actions mécaniques et sédimentologiques dans la spéléogénèse; *Ann. Spéol.*, 214 p.
- RODET, J., 1981. Contribution à l'étude du Karst de la Craie, Th. 3^e cycle Univ. Paris I, 2 vol. multigr. 472 p.
- THEROND, R., 1973. Recherche sur l'étanchéité des lacs de barrage en pays karstique. Th. Sc. Grenoble 1972, Eyrolles, Paris, 444 p.
- TOULEMONT, M., 1984. Critères d'évaluation des risques d'effondrement d'origine karstique, application au cas des gypses lutétiens de la région parisienne. *Commun. Colloque "Mouvements de terrain" Caen*, sous presse.